

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] №9

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

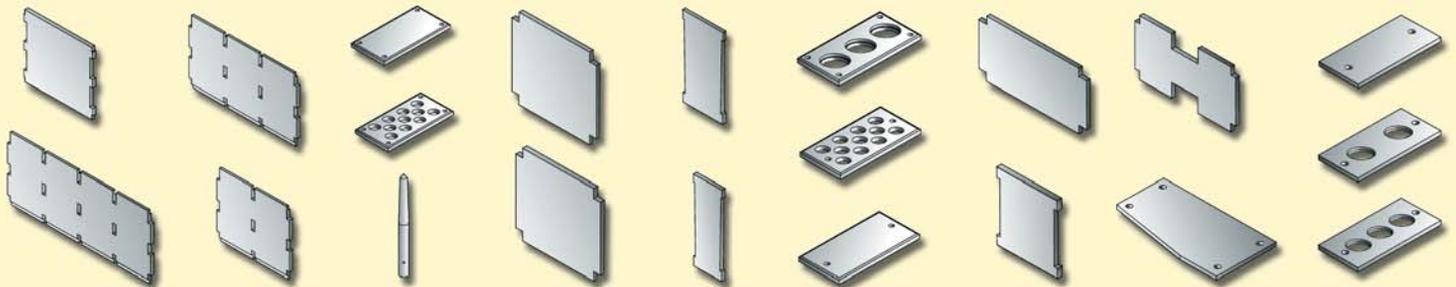
ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

СЕНТЯБРЬ 2010 г. (669)



Марусева Татьяна Степановна «Пенза. Улица Московская»



**Высокоизносостойкие пластины
для производства силикатного кирпича**
www.firmavizo.ru

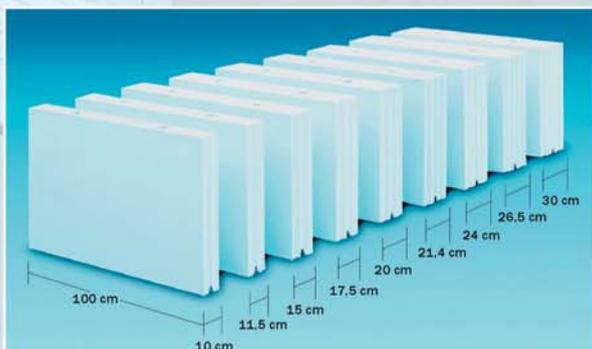


Силикатный кирпич – строительный материал будущего

Силикатный кирпич – натуральный и экономичный строительный материал. Пресса LASCO для производства силикатных кирпичей и доборного камня позволяют экономично производить блоки и плоские элементы любой толщины и длины самого высокого качества.

Помимо прессов компания LASCO предоставляет комплекты заводов «под ключ» для производства этого многофункционального и уникального по своим качественным характеристикам строительного материала.

Узнайте больше о силикатном кирпиче – строительном материале нового поколения!



**LASCO UMFORMTECHNIK
WERKZEUGMASCHINENFABRIK**



Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОНЧАРОВ Ю.А.
ГОРИН В.М.
ГРИДЧИН А.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
РУДЫЧЕВ А.А.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХИХЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных
и иллюстративных материалов
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора
Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, корп. 3
Тел./факс: (495) 976-22-08
(495) 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Силикатный кирпич: наука и практика

А.А. СЕМЕНОВ

Анализ состояния российского рынка силикатного кирпича4

Представлена динамика производства силикатного кирпича за период 2005–2009 гг. в целом по стране и 6 мес. 2010 г. по федеральным округам. Выявлено, что основными производителями и потребителями силикатного кирпича являются Центральный и Приволжский федеральный округа. Учитывая ситуацию на строительном рынке, а также существенное падение объемов выпуска кирпича в 2009 г., достижение докризисных показателей рынком силикатного кирпича прогнозируется только после 2015 г. К 2012 г. объем производства силикатного кирпича в России не превысит 2,8 млрд усл. кирпича.

Н.В. КОНОВАЛОВ

Состояние и перспективы развития строительного комплекса Тамбовской области ... 6

А.В. МОНАСТЫРЕВ

Пути снижения расхода топлива при обжиге мела с получением извести в длинных вращающихся печах9

Описаны основные технологические и конструктивные возможности снижения энергозатрат при мокром способе производства – введение гранулированных отходов сырья, снижение влажности шлама, применение внутривспычных теплообменников, сооружение порогов и др., а также особенности использования различных видов топлива.

Л.А. ТИМОЩЕНКО

Технологические линии помола извести завода «Строммашина»16

Приведены основные преимущества применения молотой негашеной извести в производстве строительных материалов. Показана технология ее производства. Описана технологическая схема производства и даны основные технические характеристики.

Н.И. ЧУЛОВСКИЙ

Модернизация известково-обжигательных печей и котельных с целью снижения расхода энергоресурсов18

В условиях высоких цен на энергоносители альтернативным источником энергии для печей обжига извести является твердое топливо. Приведены основные результаты, получаемые после реконструкции печей.

Г.В. КУЗНЕЦОВА

Оптимизация расчетов составов известково-песчанной смеси для формирования силикатного кирпича20

Показано влияние пустотности прессованных песков на сырьевую прочность силикатного кирпича. Дан расчет количества известково-кремнеземистого вяжущего на 1 кг формовочной смеси в зависимости от активности вяжущего. Предложено оптимальное соотношение в составе известково-песчанной смеси при формировании силикатного кирпича.

М. ВАЛТЕР, И.С. КОНЦУРОВ

Техника Айрих для производства силикатного кирпича24

Показаны основные преимущества применения смесителей компании «Айрих» при использовании в технологии силикатного кирпича, в том числе и окрашенного.

Б.И. ПИСЬМАН

Дозирующее оборудование ЗАО «АГРОЭКОРТ» для производства строительных материалов26

Представлен спектр продукции, предназначенный для выпуска строительных материалов, в том числе для силикатных производств. Описана система управления дозаторами.

Юбилеры отрасли27

М. КЛАРЕ, А.К. ИВАНОВ, Л. НИВЕРТ

Производство силикатного кирпича и фигурных элементов. Качественное оборудование под заказ28

Описаны производственная программа фирмы «Маза-Дорстенер», отличительные особенности прессов «Маза». Показаны возможности изготовления фигурных силикатных элементов.

И.А. ГАЛЕЕВ

Гидравлические прессы VIKING SG-710 для изготовления силикатного кирпича и блоков34

Представлены основные отличительные особенности прессов серии VIKING, влияющие на качество производимого силикатного кирпича.

Г.В. КУЗНЕЦОВА, В.И. САННИКОВА

Влияние условий тепловлажностной обработки на качество цветного силикатного кирпича 36

Рассматривается вопрос применения различных режимов автоклавной обработки в технологии цветного кирпича. Утверждение, что необходимо проводить запарку цветного кирпича при давлении не выше 0,7 МПа не обосновано, так как процессы твердения извещково-песчаных смесей протекают при более интенсивной автоклавной обработке, в более короткие сроки, с образованием большего количества гидросиликатов. С развитием производства и увеличения рынка предложения пигментов, снижения цен и качества пигментов дефекты цветного кирпича, возникавшие ранее, можно отнести к дефектам качества пигментов и отсутствию их выбора, а также незнанию или нарушению технологии. Получение качественного и долговечного цветного силикатного кирпича обуславливается полнотой проведения химического синтеза, что требует достаточно высоких температур.

М.В. ШИЛОВА

Силиконовые продукты для защиты силикатных материалов от атмосферных воздействий 39

Представлен механизм воздействия кремнийорганических соединений при гидрофобизации силикатных строительных материалов. Описаны способы гидрофобизации материалов и изделий. Даны основные возможности применения различных гидрофобизаторов ООО «НПФ Техносилосканы».

В.В. ЮРЧЕНКО

Автоматизация упаковки строительных материалов 42

Показаны основные технологические особенности внедрения автоматизированных упаковочных линий в производство силикатного кирпича.

Р. ШЕЛЕР, В. ФЁРСТЕР, П.П. ПИРОГОВ

Типоразмеры силикатного кирпича и блоков. Основные требования.

Применение кирпича в России в настоящее время 44

Показаны возможности применения в строительстве большеформатных силикатных блоков типа Quadro. Приведены их преимущества перед традиционным силикатным кирпичом. Даны возможные конструкции наружных стен. Проанализированы основные причины малого применения блоков типа Quadro в России и показаны возможные пути ускорения внедрения их в строительство.

А.С. ГОРШКОВ, П.П. РЫМКЕВИЧ, И.И. ПЕСТРЯКОВ, М.В. КНАТЬКО

Прогнозирование эксплуатационного срока службы стеновой конструкции из газобетона с облицовочным слоем из силикатного кирпича 49

Показано, что эксплуатационный срок службы до первого капремонта стеновой конструкции из газобетона, облицованной снаружи силикатным кирпичом, без воздушного зазора между слоями составляет 60 лет. Для увеличения срока службы стеновой конструкции необходимо создавать условия для эффективного удаления влаги, особенно с той ее части, которая примыкает к облицовочному слою. Для этого в кладке необходимо предусматривать воздушный вентилируемый зазор 30–40 мм между слоями. Кроме того, для крепления облицовочного слоя к кладке из газобетонных блоков необходимо использовать гибкие металлические или полимерные связи со сроком эксплуатации не менее 50 лет.

С.В. ФЕДОСОВ, А.М. ИБРАГИМОВ, Л.Ю. ГНЕДИНА, А.Ю. СМИРНОВ, Ю.В. ШИШКОВ

Математическая модель нестационарного процесса теплопереноса в однослойной несущей конструкции в условиях одностороннего нагрева при пожаре 54

В статье представлена математическая модель распределения тепла в теле однослойной конструкции при одностороннем нагреве.

К.С. ФОРОПОНОВ, Г.А. ТКАЧЕНКО

Использование мягкого мела в производстве рядовых и лицевых стеновых изделий 56

Определены перспективы использования мягкого мела как сырья для производства стеновых изделий методом жесткого прессования. Исследованы влияния категории мела и зернового состава формовочной смеси на физико-механические свойства уплотненного композита. Оценена эффективность различных способов механохимической активации, доказывающих возможность изготовления рядового и лицевого жесткопрессованного кирпича из модифицированных цементно-меловых композиций.

В.Е. ВАГАНОВ, В.Д. ЗАХАРОВ, Ю.В. БАРАНОВА, Л.В. ЗАКРЕВСКАЯ, Д.В. АБРАМОВ, Д.С. НОГТЕВ, В.Н. КОЗИЙ

Структура и свойства ячеистого газобетона, модифицированного углеродными наноструктурами 59

Приведены результаты исследований влияния модифицирующих добавок углеродного наноматериала на механические свойства ячеистых бетонов. Анализировалось изменение прочности бетона при сжатии. Показано влияние наноматериала на структуру бетона.

Керамические строительные материалы

Кирпичному заводу ЗАО «Петрокерамика» – 25 лет 62

Ш.Х. ХАЙДАРОВ, А.В. КОРНИЛОВ, Т.З. ЛЫГИНА, Е.Н. ПЕРМЯКОВ

Электрокинетическое обезвоживание шликера 66

Показано, что в результате электрокинетического обезвоживания глинистого сырья повышаются прочностные характеристики керамических материалов вследствие активации глинистых минералов. При этом образуются новые химические связи, относящиеся к тетраэдрам $AlO_3(OH)$ и к октаэдрам $AlO_5(OH)$. В керамических образцах отмечено повышенное содержание FeO, который интенсифицирует процесс спекания. Эффективность электрокинетического обезвоживания зависит от минералого-технологической разновидности сырья и технологических параметров проведения данного процесса.

LINGL осваивает все секреты производства фирмы NOVOKERAM (Информация) 68

Результаты научных исследований

П.Г. КОМОХОВ, А.В. БЕНИН, Ю.А. БЕЛЕНЦОВ

Армодемпфирующие элементы для работы материала в условиях динамических и сейсмических нагрузок 69

Рассмотрено влияние армодемпфирования бетонных образцов на работу материала при много цикловых, динамических нагрузках. Показано, что при нагревке 0,7 разрушающей у армодемпфированных образцов на порядок увеличивается количество циклов до разрушения, по сравнению с образцом без армодемпфера.

В.Г. ХОЗИН, Н.М. МОРОЗОВ, Х.Г. МУГИНОВ

Особенности формирования структуры модифицированных песчаных бетонов72

Песчаные бетоны отличаются от обычных тяжелых значительным воздухововлечением при приготовлении бетонных смесей. Показано влияние добавок, подвижности и вида заполнителя на воздухововлечение бетонных смесей. Снижению воздухововлечения способствует применение пеногосителей, что позволяет значительно повысить прочность бетона.

XI Международная научно-практическая конференция**«Славянский форум «Дни современного бетона» (Информация)74**

А.А. МАМОНТОВ, О.А. КИСЕЛЕВА

Повышение механических свойств пенополистирола армированием76

Разработана конструкция пенополистирола, армированного стеклотканевой сеткой и стеклохолстом. Она позволяет повысить прочность и уменьшить деформируемость пенопласта. Изучено влияние армирования на термическое расширение, теплостойкость и долговечность пенополистирола.

Материалы и конструкции**ПЛАСТФОИЛ® в реконструкции кровель ЖКХ78**

Показаны отличительные особенности полимерных мембран типа ПЛАСТФОИЛ® и возможность их применения при ремонте и реконструкции кровель жилых зданий.

Новости80СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®**наука**

тематический раздел журнала «Строительные Материалы» № 9 – 2010 г.

Е.В. КОРОЛЕВ, М.И. КУВШИНОВА

Параметры ультразвука для гомогенизации дисперсных систем с наноразмерными модификаторами85

Рассмотрена теоретическая возможность и проведена экспериментальная проверка технологического принципа диспергации наночастиц в дисперсионной среде методом ультразвуковой обработки. Показано, что ультразвук не обеспечивает однородного распределения наноразмерных модификаторов даже для дисперсных фаз, смачивающихся средой-носителем. Разрушение агрегатов, состоящих из лиофобных частиц, требует значительных затрат энергии, передача которой посредством звукового поля затруднительна. Для обеспечения однородного распределения нанодисперсных частиц в среде-носителе достаточно повышения температуры и их перемешивания для ускорения процесса.

А.В. КНОТЬКО, А.А. МЕЛЕДИН, В.В. СУДЬИН, А.В. ГАРШЕВ, В.И. ПУТЛЯЕВ

Модификация поверхностного слоя базальтового волокна для увеличения коррозионной стойкости в фиброцементных композитах89

Приведены результаты исследования модифицирования поверхности базальтового волокна и взаимодействия модифицированного волокна с цементной матрицей. Показано, что окислительная обработка волокна приводит к заметному улучшению прочности фиброцементного композита при твердении при повышенной температуре. Посредством электронномикроскопических исследований установлена значительная адгезия волокна с цементной матрицей.

Владимир Иванович Бабушкин94

С.Н. ТОЛМАЧЕВ, Е.А. БЕЛИЧЕНКО, А.Г. ХОЛОДНЫЙ

Технологические, механические и структурные характеристики цементных систем с углеродными коллоидными частицами96

Рассмотрены вопросы воздействия углеродных коллоидных частиц на свойства цементных композитов. Установлены закономерности влияния углеродных коллоидных частиц на технологические, механические, физико-химические свойства и процессы структурообразования в цементных системах. Приведены результаты оптико-микроскопических, электронно-микроскопических, рентгенофазовых и ДТА исследований цементного камня и бетона с УКЧ и без УКЧ.

Н.П. ЛУКУТЦОВА

Наномодифицирующие добавки в бетон101

Исследованы разработанные наномодифицирующие добавки, полученные по золь-гель технологии и ультразвуковым способом (наношунгит). Установлено, что их использование способствует повышению прочности в 1,7–2 раза. Одновременно с увеличением прочности мелкозернистого бетона с добавкой наношунгита происходит увеличение плотности от 1760 до 2150 кг/м³ и уменьшение водопоглощения от 2,4 до 0,9%.

Е.В. МИРОШНИКОВ, В.В. СТРОКОВА, А.В. ЧЕРЕВАТОВА, Н.В. ПАВЛЕНКО

Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе105

Рассмотрена, обоснована и экспериментально подтверждена принципиальная возможность использования эффузивных кварцсодержащих пород для получения бесцементного наноструктурированного перлитового вяжущего (НПВ) полимеризационно-конденсационного типа твердения. Применение НПВ позволяет получать эффективные теплоизоляционные пенобетоны, формирование рациональной поровой структуры которых обосновано содержанием нанодисперсного компонента в вяжущем.

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

70886 каталог «Пресса России»**79809** каталог агентства «Роспечать»**Не забудьте оформить подписку своевременно!**

А.А. СЕМЕНОВ, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «ГС-Эксперт» (Москва)

Анализ состояния российского рынка силикатного кирпича

В структуре производства строительного кирпича силикатный кирпич занимает всего 36–38%, остальная доля продукции приходится на керамический кирпич. Даже на фоне интенсивного роста темпов строительных работ в стране в 2005–2007 гг. и роста спроса на строительные материалы темпы увеличения производства силикатного кирпича в этот период времени не превышали 16%. Начиная с 2008 г. отмечается сокращение объемов его производства. По итогам 2009 г. выпуск этой продукции в стране снизился на 47,3% по сравнению с предыдущим годом до 2,6 млрд шт. усл. кирпича – это одно из наиболее сильных падений объемов производства в промышленности строительных материалов. В январе–июне 2010 г. негативная динамика производства сохранилась: объем выпуска силикатного кирпича составил около 91,9% к аналогичному периоду 2009 г. Динамика производства силикатного кирпича в России в 2005–2009 гг. приведена на рис. 1, 2.

По данным Росстата, падение производства силикатного кирпича в России началось в августе 2008 г. По сравнению с аналогичным периодом предыдущего года выпуск этой продукции сократился на 4,3%; по сравнению с предыдущим месяцем – на 8,3%. На протяжении всего 2009 г. наблюдалось дальнейшее снижение объемов производства в сравнении с предыдущим годом. В отдельные месяцы выпуск силикатного кирпича снижался на 50% и более по сравнению с аналогичным периодом 2008 г. В январе–апреле 2010 г. наблюдалось некоторое замедление темпов сокращения объемов производства силикатного кирпича, однако по-прежнему говорить о начале роста этой продукции было еще преждевременно, так как этот эффект во многом обусловлен «низкой базой» 2009 г., с которым проводится сопоставление. Только начиная с мая 2010 г. в стране отмечается увеличение объемов производства силикатного кирпича по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года.

Основной объем производства силикатного кирпича в России традиционно приходится на долю Привол-

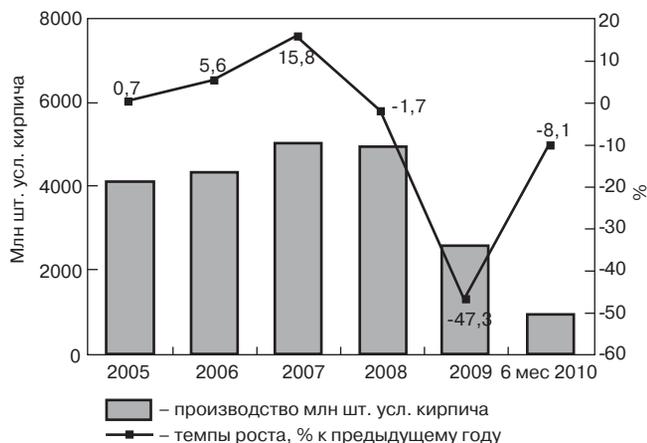


Рис. 1. Динамика производства силикатного кирпича в России за период 2005 – 6 мес 2010 г. (оценка «ГС-Эксперт» на основе данных Росстата и предприятий)

жского и Центрального федеральных округов, где суммарно производится свыше 70% общероссийского выпуска этой продукции. Именно в этих регионах сосредоточены крупнейшие производители силикатного кирпича. На третьем месте по объемам производства находится Южный федеральный округ, на долю которого в последние годы приходилось 10,3–13,7% общего объема производства силикатного кирпича в стране. Минимальные объемы выпуска силикатного кирпича характерны для Дальневосточного федерального округа, доля которого не превышала 1%. Структура производства силикатного кирпича в разрезе федеральных округов за период 2007–6 мес 2010 г. приведена на рис. 3.

В 2009 г. производство силикатного кирпича осуществлялось в 56 субъектах Федерации, среди которых наибольшие объемы производства характерны для Нижегородской, Саратовской, Воронежской и Волгоградской областей, а также Республики Татарстан и Ставропольского края. В каждом из указанных регионов в 2009 г. было произведено свыше 100 млн шт. усл. кир-

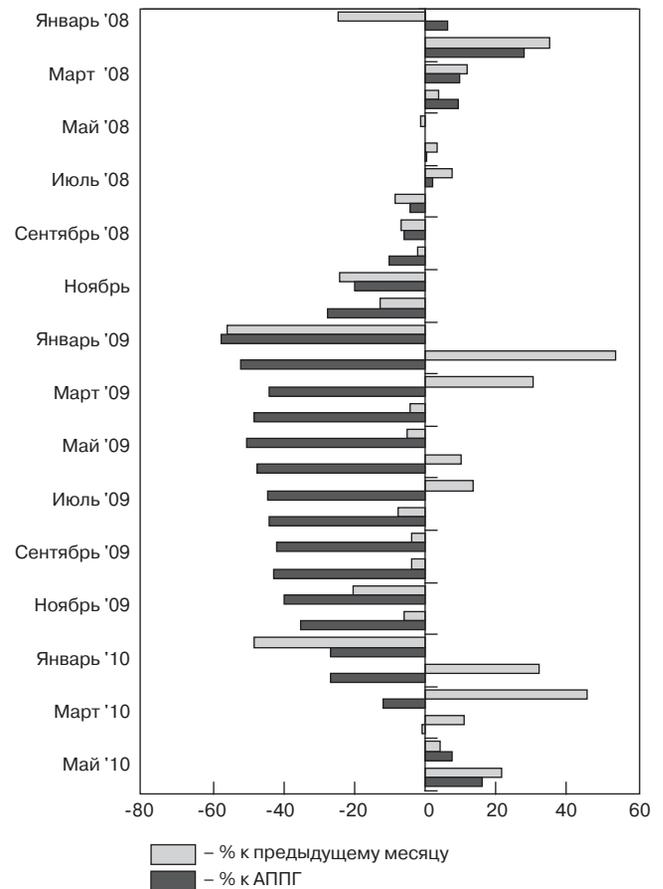


Рис. 2. Помесячные темпы роста производства силикатного кирпича в России за период 2008 – 6 мес 2010 г. (по данным Росстата)

пича, что суммарно составило 37,4% общего объема производства силикатного кирпича в стране.

По итогам I полугодия 2010 г. отмечается увеличение долей Центрального и Приволжского федеральных округов в региональной структуре производства силикатного кирпича.

Производство силикатного кирпича в России осуществляют около 100 заводов, однако к категории крупных, с объемом выпуска свыше 100 млн шт. усл. кирпича в год (в докризисный период) можно отнести только 13 из них. По итогам 2009 г. объемы производства, превышающие данный показатель, сохранились только на одном предприятии – ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов». Еще на 13 предприятиях объемы производства силикатного кирпича превысили 50 млн шт. усл. кирпичей. В целом по отрасли на долю 30 крупнейших производителей силикатного кирпича в последние годы приходилось не менее 60% общероссийского выпуска этой продукции, остальная часть производилась мелкими предприятиями регионального значения.

По итогам I полугодия 2010 г. в пятерку ведущих производителей вошли следующие предприятия: ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов»; ОАО «Навашинский завод стройматериалов»; ОАО «Липецкий комбинат силикатных изделий»; ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов» и ООО «Инвест-Силикат-Стройсервис», на долю которых пришлось свыше 22% от общего объема выпуска силикатного кирпича в стране.

За период с 2005 по 2007 г. потребление силикатного кирпича в России увеличилось на 22,4% и превысило 5 млрд шт. В 2008 г. из-за начала кризиса и падения спроса на эту продукцию в IV квартале ее потребление сократилось на 1,6% по сравнению с предыдущим годом. В 2009 г. в условиях негативного влияния финансово-экономического кризиса на российскую экономику в целом и строительный комплекс в частности падение объемов потребления силикатного кирпича продолжилось. По итогам года потребление этой продукции снизилось почти в два раза по сравнению с предыдущим. В I полугодии 2010 г. тенденция сокращения

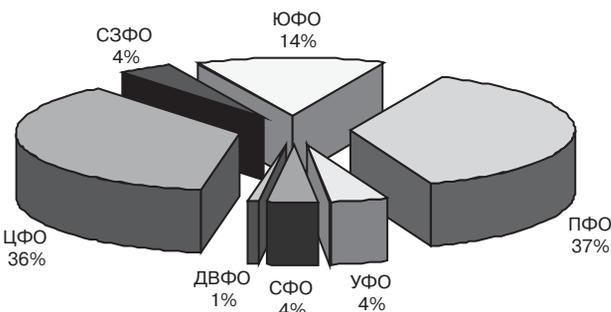


Рис. 4. Структура потребления силикатного кирпича в России в разрезе федеральных округов (оценка «ГС-Эксперт»)

объемов потребления силикатного кирпича сохранилась. По сравнению с аналогичным периодом предыдущего года его потребление снизилось еще на 7%. По итогам текущего года, по оценкам «ГС-Эксперт», потребление силикатного кирпича в России не превысит 2,5 млрд шт.

Следует отметить, что внешнеторговые операции практически не влияют на состояние рынка силикатного кирпича. В рассматриваемом периоде времени экспорт этой продукции составлял менее 0,01% от объема его производства в стране, а объем импорта кирпича не превышал 1% от объема его потребления. При этом в последние годы доля импортной продукции на российском рынке существенно сократилась.

По оценкам «ГС-Эксперт», основной объем производимого в стране силикатного кирпича потребляется на региональных рынках. Доля межрегиональных поставок этой продукции не превышает 5–7% от объема ее потребления.

По итогам 2009 г. лидерами по объемам потребления силикатного кирпича стали Приволжский и Центральный федеральные округа, на долю которых суммарно пришлось около 74% общего объема потребления этой продукции в стране (рис. 4). При этом в Центральном федеральном округе отмечается отрицательный баланс «производство-потребление», т. е. объемы выпуска силикатного кирпича в регионе меньше объемов его потребления, что обуславливает необходимость его ввоза из других регионов страны и импорта. В Приволжском федеральном округе объемы производства силикатного кирпича несколько превышают уровень спроса на эту продукцию.

Состояние рынка силикатного кирпича зависит прежде всего от ситуации, складывающейся в строительной отрасли, и обуславливается динамикой ввода строительных объектов. По оценкам экспертов, стабильного увеличения объемов строительных работ в России можно ожидать в лучшем случае в 2011–2012 гг. При этом, вероятно, темпы роста спроса на силикатный кирпич будут несколько отставать от темпов увеличения объемов строительных работ в стране. Это связано с усилением рыночных позиций продуктов-заменителей. Среди стеновых материалов это прежде всего блоки из ячеистых бетонов (газобетон, пенобетон), а также быстровозводимые каркасные стеновые конструкции.

Учитывая ситуацию на строительном рынке, а также существенное падение объемов выпуска кирпича в 2009 г., достижение докризисных показателей рынка силикатного кирпича можно прогнозировать только после 2015 г. К 2012 г. объем производства силикатного кирпича в России не превысит 2,8 млрд шт. усл. кирпича. При этом, как и прежде, спрос на силикатный кирпич будет удовлетворяться отечественными производителями, а доля импортной продукции на российском рынке не превысит 0,5%.

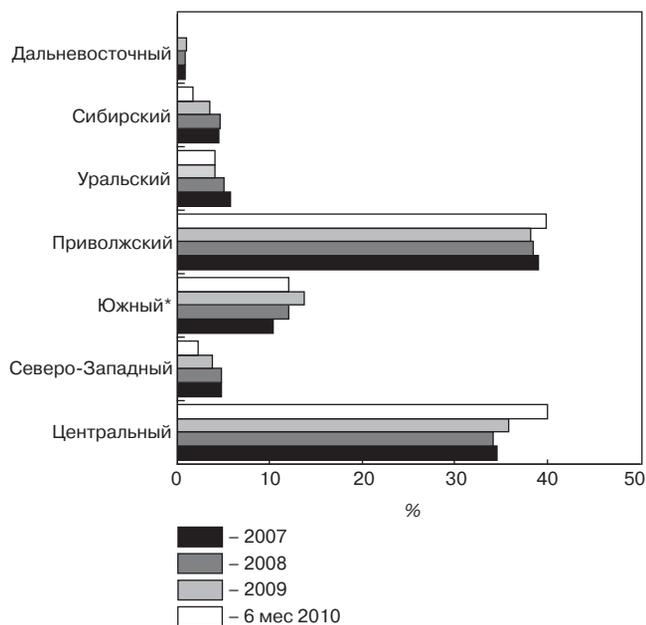


Рис. 3. Структура производства силикатного кирпича в России в разрезе федеральных округов за период 2007 – 6 мес 2010 г. (оценка «ГС-Эксперт» на основе данных Росстата)

* Данные за 6 мес 2010 г. приведены по Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам.

УДК 624



Н.В. КОНОВАЛОВ, заместитель главы администрации Тамбовской области

Состояние и перспективы развития строительного комплекса Тамбовской области

В настоящее время в строительной отрасли Тамбовской области трудится 18 тыс. человек, или 6% общего количества занятых в экономике. Действует более 700 строительных организаций и 115 предприятий, осуществляющих выпуск строительных материалов.

Объем инвестиций в основной капитал за 2009 г. составил 47 млрд р., или 103,3% к уровню 2008 г. За 6 месяцев 2010 г. этот показатель составил 15,9 млрд р., или 106,6% к соответствующему периоду прошлого года.

Объем подрядных работ в 2009 г. вырос на 1,8% по сравнению с 2008 г. и составил 17,8 млрд р. (на 18,9% превысил средний показатель роста по ЦФО).

Введено 564,1 тыс. м² жилья (100,7% к 2008 г.). На душу населения в 2009 г. ввод составил 0,52 м², что на 23% больше, чем в среднем по Российской Федерации — 0,42 м² на человека). По совокупным результатам жилищного строительства и проведения реформ ЖКХ, оценку которых производит Министерство регионального развития Российской Федерации, Тамбовская область по итогам 2009 г. заняла 6-е место среди регионов России. Для аграрной области это очень значительный результат.

В 2010 г. перед строителями стоит задача не снижать темпы строительства. За восемь месяцев текущего года на Тамбовщине введено 250,5 тыс. м² жилья, что соответствует январю—августу прошлого года.

Средняя обеспеченность одного жителя области общей площадью жилья в 2009 г. составила 23,9 м² (по РФ — 22,4 м², по ЦФО — 24,4 м²). В текущем году планируется довести обеспеченность жильем населения области до 24,1 м².

Высокие показатели жилищного строительства обусловлены эффективными мерами государственной поддержки застройщиков.

В 2009 г. под влиянием финансового кризиса объем выдаваемых ипотечных кредитов в сравнении с 2008 г. в регионе снизился примерно в два раза. Для поддержки

системы ипотечного кредитования в 2009—2010 гг. областным бюджетом выделено 250 млн р. на увеличение уставного капитала ОАО «АИЖК Тамбовской области», что дало свои результаты — с начала текущего года объем выдаваемых ипотечных кредитов увеличился почти в три раза по сравнению с соответствующим периодом прошлого года. За 8 месяцев выдан 731 ипотечный кредит на сумму 700 млн р.

Открыта рамочная кредитная линия Сбербанка РФ для строительства жилья экономического класса в Тамбове для категорий граждан, установленных законодательством, по которой региональный оператор «АИЖК Тамбовской области» выступает в качестве инвестора строительства многоквартирных жилых домов.

Основным инструментом, стимулирующим жилищное строительство на территории области, является областная целевая программа «Жилище».

В рамках подпрограммы «Обеспечение земельных участков коммунальной инфраструктурой в целях жилищного строительства» реализуется шесть инвестиционных проектов комплексной малоэтажной застройки. В 2009 г. получены субсидии из федерального бюджета в размере 34,6 млн р. на возмещение затрат по уплате процентов по кредитам и 175,6 млн р. на развитие социальной и инженерной инфраструктуры к земельным участкам, ранее прошедшим конкурсный отбор в Минрегионе РФ. Из областного бюджета профинансировано 53,5 млн р. На 2010 г. областным бюджетом в рамках данной подпрограммы на строительство социально-культурного центра в микрорайоне Радужный Тамбова предусмотрено финансирование в объеме 226,5 млн р. В настоящее время эти средства освоены в полном объеме и объект введен в эксплуатацию.

В рамках подпрограммы «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры» в 2009 г. освоено средств федерального бюджета в объеме 86,9 млн р.; об-



Тамбов. Микрорайон Московский



Малоэтажная застройка микрорайона Радужный



ластного бюджета — 55,1 млн р.; местного бюджета — 11,3 млн р.; из внебюджетных источников — 209,4 млн р. На 2010 г. областным бюджетом предусмотрено финансирование подпрограммы в объеме 60 млн р. За 8 месяцев освоено 11,8 млн р.

В рамках программы «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда» в 2009 г. приобретено 76 квартир общей площадью 3679 м² на сумму 81,7 млн р., в том числе за счет средств: федерального фонда — 53,2 млн р.; областного бюджета — 28,6 млн р. Всего переселен из ветхого и аварийного жилья 201 человек.

В 2009 г. 451 молодая семья получила социальные выплаты на улучшение жилищных условий на сумму 206,9 млн р., из них 153,8 млн р. — из средств федерального бюджета; 48 млн р. — из средств областного бюджета; 5,1 млн р. — из средств местных бюджетов.

По подпрограмме «Выполнение государственных обязательств по обеспечению жильем категорий граждан, установленных федеральным законодательством» в прошлом году выдано 83 жилищных сертификата на сумму 104,5 млн р. Численность участников ВОВ, членов семей погибших участников ВОВ, обеспеченных жильем, составила 141 человек; имеющих детей-инвалидов, ветеранов боевых действий, обеспеченных жильем, — 39 человек. На эти цели в прошлом году было выделено и профинансировано из федерального бюджета 194,4 млн р.

Промышленность строительных материалов

С увеличением объемов жилищного строительства начиная с 2002 г. ежегодный рост производства основных видов строительных материалов в натуральном выражении в среднем составлял 22%, кроме кризисного 2008 г., когда производство упало на 11%. Со второго полугодия 2009 г. ситуация начала стабилизироваться, и все же индекс физического объема производства за год составил 91,4%. За 8 месяцев текущего года объем производства стройматериалов вырос по сравнению с соответствующим периодом прошлого года на 20,3%.

За 8 месяцев 2010 г. предприятиями обеспечен значительный рост производства основных строительных материалов, в том числе: кирпича строительного — 126,7%; конструкций и деталей сборных железобетонных — 127,8%; конструкций строительных стальных — 149,1%; минеральной ваты и изделий на ее основе — 124,3%; материалов строительных нерудных — 134,5%;

бетонных блоков стен подвалов — 123,1%; товарного бетона — 131,5%; раствора строительного — 120,6%.

Рост объемов производства обусловлен не только оживлением строительного рынка, но и проводимой предприятиями промышленности строительных материалов модернизацией существующих мощностей и созданием новых производств. С наступлением финансового кризиса объем инвестиций в отрасль сократился, тем не менее в течение 2008–2009 гг. в модернизацию существующих и строительство новых предприятий строительной промышленности вложено более 1,5 млрд р.

За последние 3–4 года на многих предприятиях отрасли реализованы планы по освоению выпуска новых материалов или модернизации действующих производств. В области организовано производство строительных материалов, которые раньше не выпускались или выпускались в незначительных объемах, больше стало производиться продукции, удовлетворяющей современным требованиям и соответствующей по качеству мировым аналогам.

В 2006–2009 гг. активно осуществлялась реконструкция и расширение действующего производства ЗАО «ИЗОРОК». В 2008 г. инвестиции в основной капитал на развитие производства прочих неметаллических минеральных продуктов составили 24,6% всех инвестиций в обрабатывающие производства. На развитие производства минеральной ваты приходилось 97,2% всех инвестиций в производство прочих неметаллических минеральных продуктов.

В июле текущего года введена в строй третья технологическая линия ЗАО «ИЗОРОК». Производственная мощность предприятия увеличилась на 43 тыс. т минераловатных изделий в год и составляет в настоящее время 1876 тыс. м³ в условной вате. Общий объем инвестиций по данному проекту, реализация которого началась в 2007 г., составил 1,5 млрд р.

Лидер деревянного домостроения в области — ЗАО «ТАМАК» расширило производство цементно-стружечных плит до 44 тыс. м³ в год, увеличило производство клееного бруса до 25 тыс. м³ в год, производство деревянных евроокон — до 12 тыс. м² в год.

В рп Инжавино ООО «СОЖ» наладило производство сэндвич-панелей и готовится к запуску производства конструкций для малоэтажного домостроения мощностью 30 тыс. м² жилья в год на основе канадской технологии «Экопан».

В Тамбовском районе на ООО «Бокинский завод строительных конструкций» запущена линия непрерывного безопалубочного формования преднапряженных железобетонных изделий мощностью 50 тыс. м³ в год.



Типовые малоэтажные дома ЗАО «ТАМАК». Тамбов, микрорайон Солнечный

ООО «Стройсталь-ТЗМК» осуществляет модернизацию производства стальных строительных конструкций мощностью 24 тыс. т в год.

Продукция, выпускаемая перечисленными предприятиями, востребована как в регионе, так и за его пределами.

Несмотря на достигнутые положительные результаты, в отрасли имеются проблемы, связанные с дефицитом местных стеновых строительных материалов, на решение которых направлены основные усилия.

Производство стеновых материалов в области представлено двумя заводами по производству силикатного кирпича – ООО «Жилищная инициатива-5» (Тамбов) и ООО «Инвестиционная индустрия» (Тамбовский район). Общая мощность предприятий 83 млн шт. усл. кирпича. Керамический кирпич производит 16 заводов общей мощностью 32,2 млн шт. усл. кирпича. Кроме того, на других производствах выпускаются мелкие и крупные бетонные стеновые блоки, включая блоки стен подвалов.

Годовой объем выпуска стеновых материалов в 2009 г. составил 88,3 млн шт. усл. кирпича, в том числе кирпича строительного 74,8 млн шт. При этом в 2008 г. в область ввезено 53 млн шт. усл. кирпича, в 2009 г. дефицит стеновых материалов составил 24 млн шт. усл. кирпича.

Сокращение ввоза стеновых материалов из других регионов в прошлом году стало возможным благодаря созданию местного производства по выпуску лицевого силикатного кирпича и бетонных стеновых камней. В рамках реализации инвестиционного проекта «Восстановление и модернизация Тамбовского домостроительного комбината» в истекшем году на базе ООО «Тамбовский ДСК» запущено производство бетонных стеновых пустотных камней и бетонных стеновых полнотелых лицевого камня общей мощностью 6 млн шт. усл. кирпича в год. Указанная продукция производится методом объемно-структурного вибропрессования на бетоноформовочной машине «HESS» (Германия).

В первом полугодии 2010 г. ООО «Жилищная инициатива-5» введены в строй новые мощности по производству облицовочного силикатного кирпича, при этом мощность предприятия увеличилась до 70 млн шт. усл. кирпича в год.

В последнее время наблюдается устойчивая тенденция повышения спроса на мелкие ячеисто-бетонные блоки и керамические стеновые изделия, в индивидуальном строительстве высоким спросом пользуется лицевой керамический кирпич пластического формования. При наличии глинистых сырьевых запасов в области полностью отсутствует производство энергоэффективных стеновых материалов и лицевого керамического кирпича.

В настоящее время многими компаниями объявлены намерения о строительстве на территории области новых заводов по производству базовых строительных материалов – цемента, кирпича, изделий из ячеистого бетона и др.

В Сампурском районе планируется реализация инвестиционного проекта по строительству завода керамического кирпича мощностью 60 млн шт. усл. кирпича в год на основе пластического метода формования. В Моршанском районе – реализация инвестиционного проекта по строительству завода по производству автоклавного газобетона мощностью 165 тыс. м³ в год.

На базе Борисовского месторождения известняков в Петровском районе планируется строительство цементного завода мощностью 1,2 млн т в год. ООО «Тамбовцемент» оформлены права на пользование недрами,

проведена переоценка запасов сырья. Для обеспечения инфраструктурой земельного участка, отведенного под строительство завода, выполнено строительство объектов газификации, электроснабжения, автодорог за счет средств областных целевых программ. С вводом в эксплуатацию горно-обогатительного комбината и цементного завода будут полностью обеспечены потребности строительного комплекса в известии, щебне, цементе и дан толчок развитию местной промышленности строительных материалов, созданию новых эффективных стеновых материалов, дефицит которых область испытывает.

Решается вопрос создания в области производства по переработке фосфогипса – отходов Уваровского химического комбината. Искусственный гипсовый камень, получаемый в результате переработки фосфогипса, может быть использован как дешевое сырье для цементников и исходное сырье для производства гипсосодержащих строительных материалов, например сухих строительных смесей, межкомнатных перегородок, строительных блоков, малых архитектурных форм и др.

В Тамбове планируется реконструкция и модернизация производства ООО «Тамбовский ДСК» с целью внедрения технологии каркасного сборно-монолитного домостроения с размещением на существующих площадях технологических линий непрерывного безопалубочного формирования преднапряженных железобетонных изделий каркаса здания и плит настила мощностью до 150 тыс. м² в год.

В соответствии с Перечнем поручений Президента Российской Федерации по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике 1 июля 2009 г. в Тамбовской области ведется разработка проекта региональной программы стимулирования развития жилищного строительства на 2011–2015 гг., в которой будут предусмотрены мероприятия по развитию промышленности строительных материалов.

В целях наращивания базы стройиндустрии и обеспечения потребностей жилищного строительства, а также в целях поддержки развития массового применения новых экологических и энерго- и ресурсоэффективных строительных материалов и технологий ежегодно на конкурсной основе будут определяться проекты модернизации и создания новых производств промышленности строительных материалов для предоставления им мер государственной поддержки:

- предоставление гарантий областного бюджета под предоставление кредитов предприятиям промышленности строительных материалов области на создание и модернизацию производств;
- субсидирование бюджетом области части процентной ставки по привлекаемым кредитам на условиях софинансирования с бюджетом Российской Федерации.

Основными критериями отбора таких проектов станут экологичность выпускаемой продукции (применяемой технологии), энерго- и ресурсоэффективность применения производимой продукции в жилищном строительстве, максимальный эффект на вложения бюджета в меры господдержки.

Механизм и правила предоставления таких мер государственной поддержки будут регулироваться отдельными нормативными актами области, в том числе с учетом нормативных документов федерального уровня в случае установления условий софинансирования данных мероприятий.

В перечень приоритетных проектов, планируемых к реализации в период действия Программы, войдут инвестиционные проекты по созданию новых мощностей по производству стеновых материалов.

А.В. МОНАСТЫРЕВ, канд. техн. наук

Пути снижения расхода топлива при обжиге мела с получением извести в длинных вращающихся печах

В зависимости от вида подготовки мела к обжигу различают сухой и мокрый способы производства извести в длинных вращающихся печах ($L/D=30$). Обжиг мела во вращающихся печах показал, что сухим способом целесообразно обжигать мел карьерной влажностью до 15% в виде кусков заданной фракции. Экспериментально установлено, что при нагревании кусков мела при температуре среды 1000°C почти полная диссоциация (остаточный $\text{CO}_2=1\%$) происходит за время: диаметр 10 мм – 0,3 ч; 20 мм – 1 ч; 40 мм – 2,5 ч; 60 мм – 4 ч.

Увеличение температуры среды до $1180\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ сокращает время полной диссоциации кусков мела в два раза. Обжиг мела во вращающейся печи $\varnothing 2,5 \times 75$ м при температуре в зоне обжига 1250°C показал, что куски мела размером 90×65 мм содержат активный CaO в количестве 42%; 75×60 мм – 57%; 50×35 мм – 75%; 40×25 мм – 80%; 35×25 мм – 85%; 25×15 мм – 88%; фракции 10–0 мм – 75%. Загрузка в печь мела фракции 0–50 мм сопровождается повышенным пылеуносом сырья из печи, ростом удельного расхода топлива и снижением содержания активных $\text{CaO}+\text{MgO}$ в извести за счет низкой активности фракции 0–5 мм. Поэтому для производства извести высокого качества при минимальном расходе топлива обжигать мел необходимо в виде фракции 10–50 мм. Для разделения кусков мела на фракции используются грохоты типа ГИЛ-32 или электровибрационные грохоты с инерционным возбудителем типа ГВИ-3,75 \times 2-М.

Существенное улучшение технико-экономических показателей работы вращающейся печи достигается введением в обжигаемую фракцию мела гранул, получаемых грануляцией отсева сырья фракции 0–10 мм совместно с уловленной в осадителях печи пыли. Исследования в этом направлении ведутся в настоящее время.

На удельный расход топлива влияет непрерывность подачи сырья в печь, поэтому мел после грохочения должен направляться в один или два расходных бункера вместимостью не менее часовой производительности печи. Подача мела из расходного бункера в печь выполняется автоматическим ленточным весовым дозатором типа ДВЛ-650 производительностью до 100 т/ч, снабженным весовым процессором и выносным табло (НПФ «СВЕДА», Украина). Дозатор осуществляет непрерывное заданное весовое дозирование материала с погрешностью 1% с местной и дистанционной индикацией на цифровом табло текущей производительности и значением массы дозированного материала нарастающим итогом.

Мокрый способ применяют в случае использования мела с карьерной влажностью выше 15%. При обжиге мела влажностью 15–35% по мокрому способу из него предварительно приготавливают шлам влажностью 44–45%, который накапливается в горизонтальном бассейне, оборудованном пневмомеханическим смесителем. Из бассейна шлам насосами подается в питатель шлама, который равномерно загружает его в печь. Снижение влажности шлама добавлением в него сульфитно-спиртовой барды (ССБ) или сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) существенно улучшает ТЭП производства. Например, на Волковыском известковом заводе (Белоруссия) ввод в шлам 1,32 л ССБ на 1 т выпускаемой извести в печах размером $\varnothing 3,6 \times 110$ м сопровождается повышением текучести мелового шлама и снижением его влажности на 3,1%, что приводит к росту активности извести на 4,1% и снижению удельного расхода условного топлива на 5,3%.

Существенное снижение расхода топлива достигается установкой внутритрипечных теплообменников, служа-

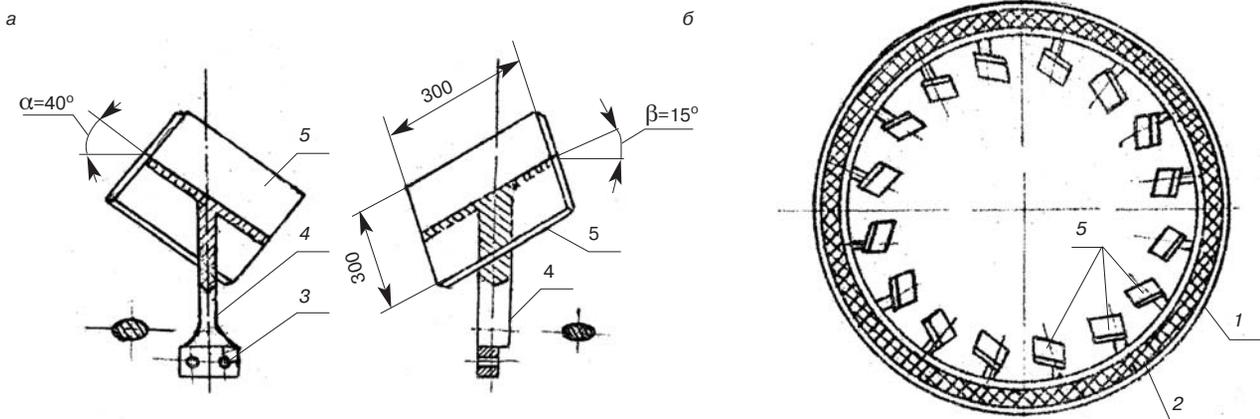


Рис. 1. Металлический экранно-лопастной наклонный теплообменник (ЭЛНТ): а – теплообменник ЭЛНТ; б – расположение ЭЛНТ в печи

Технические характеристики цепного теплообменника для печи ПВМ 3,6×110 при влажности мелового шлама 44%

Показатели	Участок цепей со стороны загрузочного конца печи		
	1	2	3
Тип цепей	ЦОН-22×120	ЦКН-22×100	П-22×164
Поверхность цепей, м ²	750	180	145
Всего цепей, шт.	831	180	162
Количество цепей в одном витке, шт.	72	36	36
Кoeffициент плотности навески, м ² /м ²	3,6	1,9	1,5
Длина участков, м	22,8	9,5	9,5

Примечание. Навеска цепей гирляндная, трехзаходный винт.

ших для улучшения теплообмена между газовым потоком и материалом в загрузочной части длинных печей. С этой целью во вращающихся печах, работающих как по сухому, так и по мокрому способам обжига, применяют цепные, экранно-лопастные, циклоидные и ячеи-ковые теплообменники [1, 2].

Цепные теплообменники – устройства, в которых происходит конвективно-регенеративный теплообмен между газами и материалом: прогрев цепей печными газами конвекцией и отдача тепла нагретыми цепями материалу теплопроводностью. При сухом способе использование цепного теплообменника из жаропрочной стали позволяет подогревать кусковой материал до тем-



Рис. 2. Теплообменные устройства в печи по ходу обжигаемого материала: цепной со свободно висящими цепями; элемент металлического петлевого теплообменника; три элемента полки-лифтера

пературы 500–600°С на значительно меньшем участке зоны подогрева, чем в печи, не оборудованной теплообменником [2].

При мокром способе в цепном теплообменнике на коротком участке печи влажность шлама снижается с 45–42% до 10–5%. Дальнейшее снижение влажности материала нежелательно, так как ухудшается его грануляция и расход топлива может повыситься в связи с ростом пылеуноса материала из печи.

На практике применяют три способа навески цепей: навеску со свободными концами, гирляндную навеску с креплением за оба конца и хордовую навеску. При навеске цепей со свободными концами цепь с помощью швеллера или кольца подвешивают одним концом к внутренней стороне корпуса, а другой конец цепи свободно свисает. Длина каждой цепи 0,6–0,7 от диаметра печи в свету и увеличивается к ее выгрузочному концу; расстояние между рядами цепей 0,2–0,25 м. При навеске цепей гирляндами крепят оба их конца со смещением по винтовой линии, образующей многозаходный винт. Широкое распространение получила трехзаходная винтовая гирляндовая навеска. Цепь свисает ниже оси, не касаясь футеровки. Длина цепей сокращается в сторону выгрузочного конца печи. Гирляндовая навеска цепей способствует продвижению материала в печи и подвергает материал меньшему истиранию по сравнению с навеской свободными концами, что сопровождается меньшим уносом пыли из печи. При хордовой навеске цепей

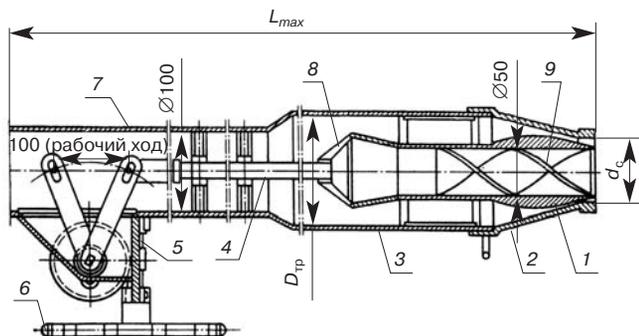


Рис. 3. Горелка одноканальная регулируемая типа ГРЦ

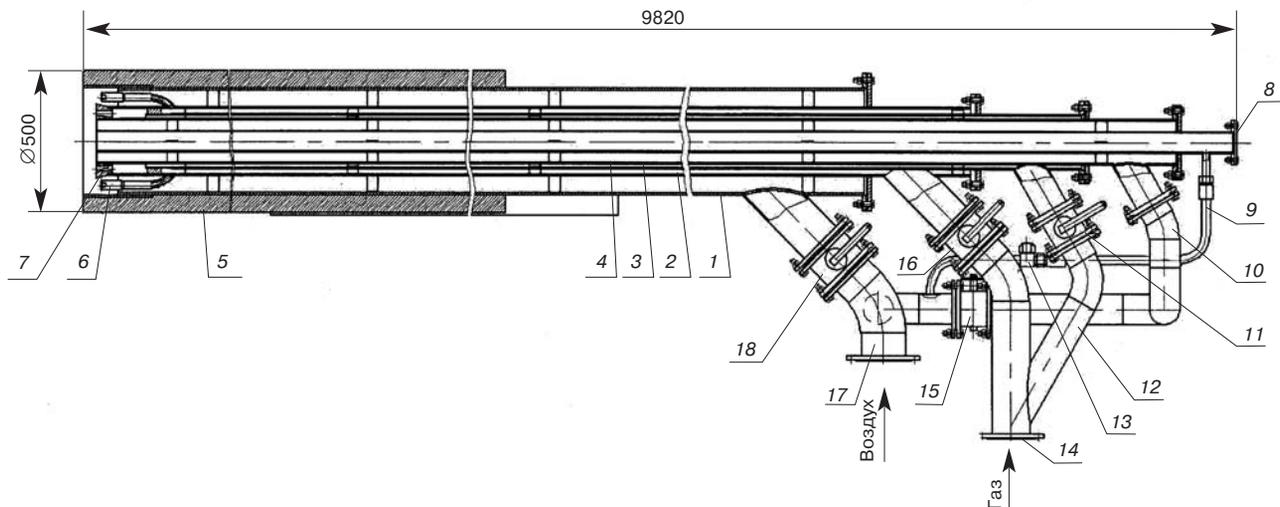


Рис. 4. Многоканальная горелка фирмы ВПП «Ивеста»

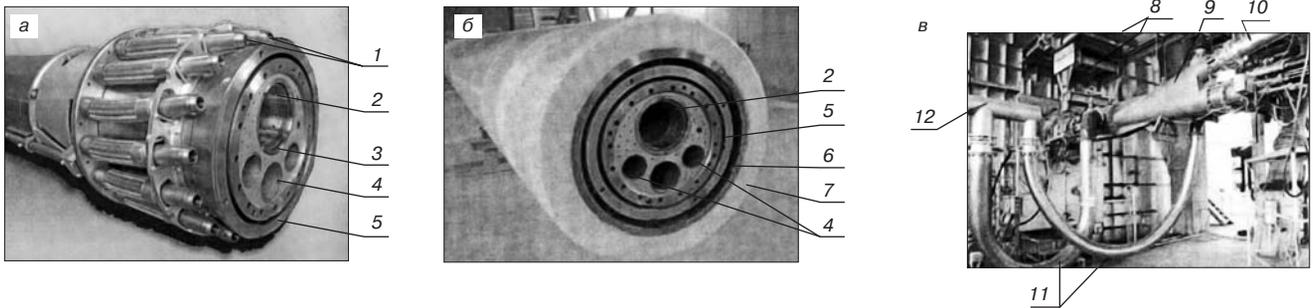


Рис. 5. Многоканальная горелка типа М.А.С. фирмы «Unitherm Semcon»: а – головка многоканальной горелки; б – общий вид горелки; в – монтаж горелки в разгрузочной головке печи; 1 – сопла тангенциального ввода первичного воздуха; 2 – кольцевое сопло Лавалья линейного ввода воздуха; 3 – направляющая труба запальной горелки; 4 – сопла труб ввода топлива; 5 – осевой ввод воздуха; 6 – кольцевое сопло выхода вихревого первичного воздуха; 7 – футеровка корпуса; 8 – крепление горелки; 9 – горелка М.А.С.; 10 – газопровод; 11 – гибкие шланги; 12 – коллектор первичного воздуха

каждая цепь закрепляется в нескольких местах по длине окружности внутреннего диаметра печи и располагается по поверхности футеровки по винтовой линии. Хордовая навеска цепей тормозит продвижение материала в печи, что способствует его лучшему прогреванию.

В зависимости от места расположения в печи используют круглые и овальные корабельные цепи или цепи из жаропрочной стали с диаметром прутка 16–26 мм. Общая длина цепей печи несколько сотен метров, а эффективная поверхность 400–1000 м². Протяженность цепного теплообменника по оси печи составляет 16–35 м. В таблице приведены характеристики трехзонального цепного теплообменника для печи $\varnothing 3,6 \times 110$ м Волковисского известкового завода.

Металлический наклонный экранно-лопастной теплообменник НЭЛТ (рис. 1) представляет собой лопасть 5 с ножкой 4, которая двумя болтами диаметром М20 крепится к сегменту, приваренному к корпусу печи 1. Лопасть размером 0,3×0,3×0,1 м имеет двойной уклон под углами 40° и 15° к поверхности материала во время вращения печи. Ножка 4 высотой примерно 0,26 м имеет сечение 55×25 мм. Высота ножки подбирается из расчета, чтобы она не превышала толщины слоя огнеупорного бетона в месте монтажа теплообменника. Масса теплообменника около 13 кг, материал – жаропрочный чугун марки ЖЧЮШ-22. Теплообменники типа НЭЛТ работали с положительным эффектом на печах размером $\varnothing 4 \times 150$ м Воскресенского цемзавода. На известковой печи $\varnothing 3,2 \times 75$ м Братского лесопромышленного комплекса после установки всего 16 теплообменников НЭЛТ на расстоянии 40 м от разгрузочного конца печи температура отходящих газов снизилась на 150°С, а расход мазута уменьшился на 10% [2].

Металлический ячеиковый теплообменник из литой жаропрочной стали эффективен в теплотехническом отношении. Он состоит из полок, шарнирно соединенных с коробками крепления, приваренными к корпусу печи. Такое крепление предохраняет теплообменник от температурных деформаций. Теплообменник делит поперечное сечение печи на секции (ячейки), благодаря чему происходит разделение материала на несколько потоков, в которых интенсивность отдачи тепла от газов к материалу значительно увеличивается. В результате температура газового потока снижается на 150–180°С, а материала повышается на 250–300°С. Ячеиковый теплообменник устанавливают после цепного с интервалом 2–3 м [2]. Практика эксплуатации ячеикового теплообменника на печи $\varnothing 2,5 \times 75$ м, работающей при обжиге мела низкой прочности по сухому способу, показала, что он не замазывается мелом, не препятствует прохождению материала, не вызывает большого аэродинамического сопротивления печи [1].

Пороги из огнеупорного кирпича много лет сооружают в длинных вращающихся печах при производстве

известки за рубежом. Порог задерживает материал перед собой, что улучшает прогрев и выравнивает температуру крупных кусков материала, а также ускоряет конвективный теплообмен между материалом и газами. Поэтому сооружение порога перед зоной обжига снижает расход топлива на обжиг. Два-три порога из огнеупорного кирпича, выполненные в зонах подогрева и обжига, по данным зарубежной литературы, снижают на 6–8% расход топлива и на 3–4% повышают активность известки. Установка порога в конце зоны обжига помимо выравнивания степени обжига кусков материала различного размера приводит к повышению температуры вторичного воздуха, что также способствует снижению удельного расхода топлива. Введенная в эксплуатацию в 2003 г. вращающаяся печь $\varnothing 2,5 \times 75$ м АО «КСМ» (г. Уральск, Казахстан) имеет футеровку из шамотного уплотненного кирпича с порогом, расположенным в конце зоны обжига. Проект футеровки и порога разработаны автором статьи. Работа печи в течение нескольких лет подтвердила эффективность устройства даже одного порога [1]. Эффективность порогов увеличивается при установке перед порогом теплообменника с хордовой навеской цепей из жаропрочной стали, металлического петлевого теплообменника или керамических полок-лифтеров (рис. 2), которые улучшают перемешивание утолщенного слоя материала. Выбор типа теплообменного устройства зависит от места расположения порога в печи.

Потери тепла в окружающую среду корпусом печей зависят от теплопроводности материалов футеровки и

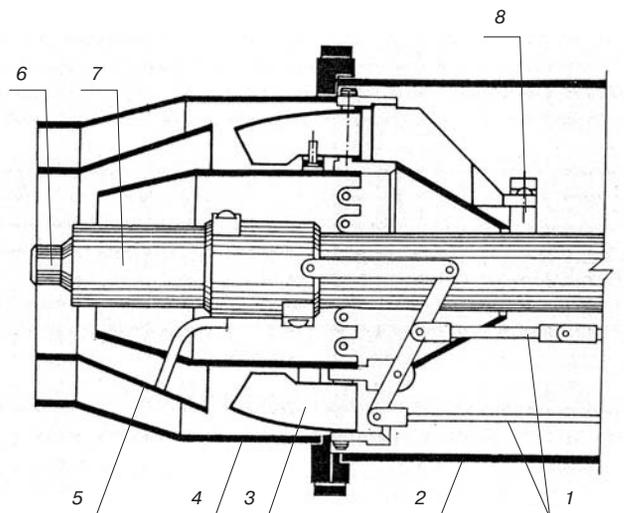


Рис. 6. Сопловая часть регулируемой форсунки конструкции Южгипроцентмент и ПО «Акмянцементас»: 1 – механизм управления дросселем; 2 – корпус; 3 – лопаточный завихритель; 4 – сопловая часть; 5 – дроссель; 6 – форсунка; 7 – кожух форсунки; 8 – механизм управления завихрителем

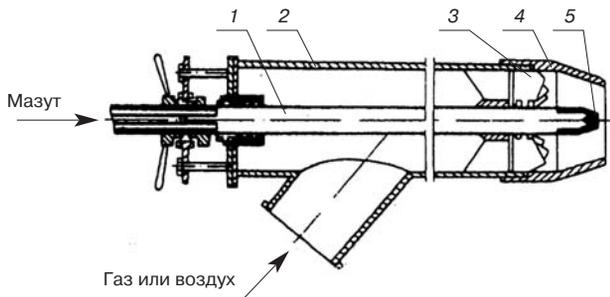


Рис. 7. Газомазутная регулируемая горелка типа ГМВГ: 1 – тяга (шток); 2 – газовая (воздушная) труба; 3 – завихритель газа (воздуха); 4 – газовое (воздушное) сопло; 5 – мазутная насадка с соплом и тангенциальным завихрителем

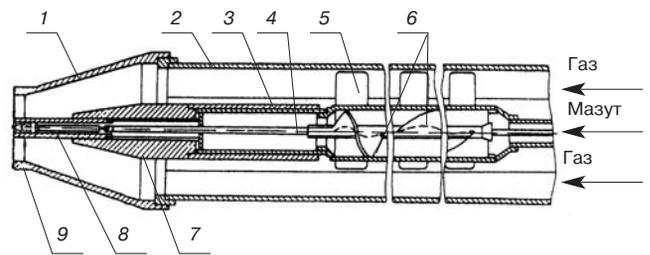


Рис. 8. Газомазутная регулируемая горелка конструкции Южгипроцемента и Старооскольского цемзавода: 1 – газовое сопло; 2 – газовая труба; 3 – мазутная труба; 4 – тяга (шток) иглы; 5 – завихритель мазута; 6 – перо; 7 – дроссель; 8 – мазутная игла; 9 – мазутная насадка

условий теплообмена поверхности корпуса с окружающей средой, оказывают влияние как на распределение температуры газов и материала по длине печи, так и на экономичность обжига продукта и составляют 18–20% общего расхода тепла на обжиг.

Половина потеря тепла в окружающую среду корпусом печи приходится на участок зоны обжига. Опубликованы данные о снижении на 20% потери тепла в окружающую среду корпусом зоны обжига двух печей Шидловского мелоизвесткового комбината $\varnothing 4 \times 150$ м при выполнении их футеровки из фанонного кирпича марки ПХЦ с теплоизоляцией из муллитокремнеземистой ваты. При этом температура корпуса печи в зоне обжига снизилась на 55°C , масса футеровки на 10%. Установленная в зоне обжига печи $\varnothing 2,5 \times 75$ м между футеровкой и корпусом прокладка из асбестового листа снизила его температуру на 45°C и удельный расход топлива на 1,8% [1].

На потери тепла в окружающую среду влияют температура и скорость воздуха внешней среды. Потери тепла корпусом печи в зоне обжига можно снизить вдвое, покрыв его слоем жаростойкого лака марки Л-837 в смеси с алюминиевой пудрой. Выполненное напылением покрытие корпуса цементной печи $\varnothing 4 \times 150$ м Араратского ЦШК (Армения) двумя слоями органосиликатной композиции ОС-12-03Б снизило расход топлива на 1 т клинкера на 8%. Долговечность покрытия корпусов четырех вращающихся печей ЦШК составила 15 лет.

Температура первичного и вторичного воздуха, поступающего на горение топлива, оказывает существенное влияние на его удельный расход в печи, так как от ее величины зависит температура факела. Известно, что даже незначительное снижение теплового КПД холодильника и температуры вторичного воздуха приводит к понижению температуры факела, величина которой обычно восстанавливается до заданного значения увеличением подачи топлива. Понижение температуры факела существенно уменьшает поток тепла от факела к материалу, снижая скорость диссоциации CaCO_3 в зоне обжига, что при неизменном расходе топлива приводит к снижению производительности печи и соответственно к увеличению удельного расхода топлива.

Нагревание вторичного воздуха осуществляется в холодильнике извести. Удельный расход воздуха, проходящего через холодильник извести, в зависимости от применяемой конструкции горелочного устройства составляет 70–100% общего расхода воздуха на сжигание топлива. При обжиге мелового и низкопрочного сырья мокрым и сухим способами в длинных вращающихся печах известь на выходе из зоны обжига состоит в основном из мелких и пылевидных фракций, поэтому для их охлаждения применяют холодильники барабанного типа, отличающиеся значительным измельчением извести и низким тепловым КПД (50–55%) [4]. В холодильнике извести передача тепла от материала к воздуху

происходит конвекцией, поэтому температура его подогрева зависит от величины коэффициента теплоотдачи от извести к воздуху и времени пребывания в нем материала. На величину коэффициента теплоотдачи влияет скорость движения воздуха через холодильник, которая зависит от величины разрежения в выгрузочной головке печи. Поэтому важно содержать в исправном состоянии устройство уплотнения выгрузочного конца печи и автоматически поддерживать заданную в нем величину разрежения.

Для снижения выноса в печь пылевидной извести в однобарабанном холодильнике иногда сооружают бесконтактный участок. Известь из печи по течке поступает в охлаждающую часть холодильника, снабженную подъемной перегородкой и устройствами для улучшения теплообмена между воздухом и известью. По оси холодильника от выходного отверстия барабана холодильника до перегородки устанавливается труба, через которую вентилятор отсасывает нагретый в противотоке с материалом воздух и после очистки его в циклоне от пыли нагнетает в горелку или через отверстие в выгрузочный конец печи, что способствует снижению расхода топлива и улучшает видимость в печи [4].

Бесконтактные барабанные холодильники применяются при производстве извести во вращающихся печах бумажной и химической промышленности. Промышленные испытания прошли три варианта: установка одной трубы диаметром 1 м и длиной 7 м (Венгрия); нескольких труб (Швеция), расположенных по периметру половинок диаметра труб. При этом воздух движется внутри труб, а известь – в межтрубном пространстве. Известь из печи вначале поступает в межтрубное пространство, где отдает тепло воздуху через стенку трубы, а затем пересыпается в контактную с воздухом часть. Бесконтактные холодильники сложны по конструкции и требуют применения легированной стали. Из-за пониженных коэффициентов передачи тепла через промежуточную поверхность их тепловой КПД ниже, чем у контактных аппаратов.

Горелочные устройства вращающихся печей придают факелу необходимую форму и направление и оказывают значительное влияние на экономичное сжигание топлива. В РФ и СНГ при производстве извести во вращающихся печах применяют газообразное и жидкое топливо; пылеугольное топливо применяется при производстве цементного клинкера. В США длинные вращающиеся печи с внутривспышными теплообменными устройствами отапливаются в основном каменным углем и мазутом.

К горелочным устройствам длинных вращающихся печей предъявляется ряд требований: большая теплопроизводительность, достигающая 100 МВт; высокая температура факела в зоне обжига ($1400\text{--}1450^\circ\text{C}$), необходимая для интенсивной передачи тепла излучением с целью ускорения эндотермической реакции декарбони-

зации сырья; обеспечение полного сгорания топлива при коэффициенте избытка воздуха в пределах 1,06–1,08 для природного газа; в пределах 1,08–1,1 для мазута и в пределах 1,1–1,15 для угольной пыли. Газообразное топливо подается в печь горелками, мазут и пылеугольное топливо – форсунками.

При сжигании **газообразного топлива** применяют горелки низкого и среднего давления. Двухканальные горелки низкого давления до сих пор используют во вращающихся печах некоторых предприятий. В такой горелке по внутренней трубе под давлением 20–50 кПа подается газ, по внешней трубе под давлением 1,6–2,5 кПа вентилятором нагнетается 15–30% общего расхода воздуха, регулируемого поворотной заслонкой. Скорость истечения газа 40–75 м/с, воздуха 30–60 м/с. В сопле горелки (в газовом или воздушном каналах) устанавливают спиралеобразные завихрители, способствующие более интенсивному перемешиванию топлива и газа. Положение конфузора горелки изменяют механизмами с ручками управления. Двухканальные горелки обеспечивают полное сгорание газа при $\alpha=1,1–1,15$, поэтому их замена на одноканальные регулируемые горелки типа ГРЦ экономит 2–3% удельного расхода топлива на обжиг.

Горелка типа ГРЦ (рис. 3) включает корпус 3, сопло 2, трубчатый дроссель 1 со шнековым завихрителем 9 и механизм перемещения дросселя 5. При полном перекрытии отверстия сопла дросселем весь поток топлива через окна поступает во внутреннюю полость дросселя и получает максимальное завихрение. При промежуточном положении центральный завихренный поток газа обтекает незавихренным кольцевым потоком, ограничивая угол раскрытия факела. При этом угол раскрытия факела изменяется в пределах 17–30°, скорость истечения газа 200–450 м/с, что обеспечивает изменение длины факела на 50%. Давление газа на входе в горелку 20–200 кПа. Площадь выходного кольцевого сечения сопла 2 изменяют путем перемещения (вперед-назад) дросселя 1. Для этого пользуются рукояткой 6, с помощью которой движение через рычажную систему и шток 4 передается дросселю 1.

Завихрение газового потока образуется от расположенных спирально лопаток завихрителя, которые поворачиваются на угол от $0\pm 60^\circ$, в нужную сторону рычагом, благодаря чему степень завихрения газового потока регулируется плавно. Горелки прошли успешные испытания на вращающихся печах цементного и известкового производства, обеспечивая сжигание природного газа без химического недожога при $\alpha=1,05–1,1$, а также надежность и простоту обслуживания [1, 3].

Многоканальные (многосопловые) горелки массивны, сложны по конструкции и при наладке работы, стоят очень дорого. На рис. 4 приведена схема многоканальной горелки ВПП «Известа». Горелка состоит из четырех концентрически расположенных стальных труб с выходными соплами, из которых две (2 и 3) служат для подачи природного газа, а две (1 и 4) – для первичного воздуха; соединительных труб; направляющей трубы 8 для газозлектрической запальной горелки и подвода к ней воздуха. Изменение расхода топлива и воздуха регулируется поворотными заслонками 11, 16 и 15, 18. Кран 13 служит для подачи газа к розжиговой горелке.

Тангенциальное расположение сопел 6 в горелке и управляемое поступление первичного воздуха позволяют регулировать в печи длину и температуру факела. Горелка закрепляется на подвижной опоре, снабженной роликом. Второй опорой служит ролик, расположенный на откатной головке печи. Горелка устанавливается на расстоянии 1,2–1,5 м от среза печи. Перемещение горелки выполняется кран-балкой. Для подачи в горелку воздуха используется вентилятор ти-

па ВР-132-30-6,3-02 ($V=8–10$ тыс. м³/ч; $H=6,5–7,5$ кПа) с приводом $N=30$ кВт; $n=2940$ об/мин.

Основной недостаток горелочных устройств отечественного производства – низкое качество их изготовления даже машиностроительными предприятиями. При качественном изготовлении, например, горелки ГВЦ ее завихритель надежно работает и горелка обеспечивает сжигание газа в печи без химического недожога [1]. Выпускаемые зарубежными фирмами многоканальные многосопловые горелки отличаются высоким качеством изготовления, поэтому, несмотря на их высокую стоимость, приобретаются предприятиями металлургии.

На рис. 5 приведена многосопловая горелка фирмы Unitherm Semcon (Австрия). Горелка состоит из концентрически расположенных стальных труб с выходными соплами, в две из которых подается топливо (природный газ, мазут, пыль каменного угля), а в две – первичный воздух; соединительных шлангов; зубчатого маховика ручного управления; эластичного устройства для закрутки потока, встроенного в канал первичного воздуха с выходным соплом Лавала; направляющей трубы для газозлектрической запальной горелки и вспомогательного газового сопла. Механизм управления углом поворота тангенциальных сопел в пределах от 0 до 40° снабжен шкалой интенсивности закрутки потока воздуха с числами от 0 до 10. Принцип действия горелки основан на ротационном движении струй газа искривленными специальными соплами, что позволяет регулировать длину факела в широких пределах.

Установленные в 2007 г. на двух вращающихся печах размером $\varnothing 3,6 \times 75$ м Новолипецкого металлургического комбината многосопловые горелки фирмы Unitherm Semcon после проведения режимно-наладочных работ работают при $\alpha=1,1–1,11$, снизив удельный расход топлива по сравнению с одноканальными горелками от 1,1 до 2,2 %.

В 1998 г. на вращающейся печи Магнитогорского металлургического комбината мокрого способа производства размером $\varnothing 4 \times 150$ м, оборудованной многосопловой горелкой этой же фирмы, проводился опытный обжиг доломита высокой чистоты (ППП=49,02%) с образованием в зоне обжига короткого факела с температурой 1800–1850°С. Для предотвращения прогара футеровки печи на нее наносили защитную обмазку (гарнисаж) толщиной до 500 мм. При проведении высокотемпературного обжига в местах концентрации факела образовывались кольца толщиной до 700 мм. В результате опытов был получен обожженный доломит нужного качества. Удельный расход условного топлива при оптимальной настройке горелки составил 560 кг. Эти данные подтверждают, что дорогие многосопловые горелки не дают существенной экономии топлива, поэтому их применение оправданно в особых случаях.

Качественное **распыление мазута** марки 100 достигается при его нагревании до температуры 115°С и давления 5–7 МПа. Скорость истечения мазута при этом составляет 50–70 м/с. Постоянная температура подогрева мазута перед подачей в форсунку способствует его сжиганию с минимальным химическим недожогом. Более эффективным способом является стабилизация вязкости мазута. Измерение и стабилизация вязкости мазута при этом осуществляется САР, в которой датчиком служит автоматический вискозиметр.

При сжигании топочного мазута во вращающихся печах применяют одноканальные и двухканальные форсунки с применением механического распыливания мазута под давлением до 2,5 МПа. На рис. 6 приведена сопловая часть регулируемой односопловой двухканальной мазутной горелки конструкции института Южгипроцемент (Украина) и ПО «Акмянцементас» (Литва), приня-

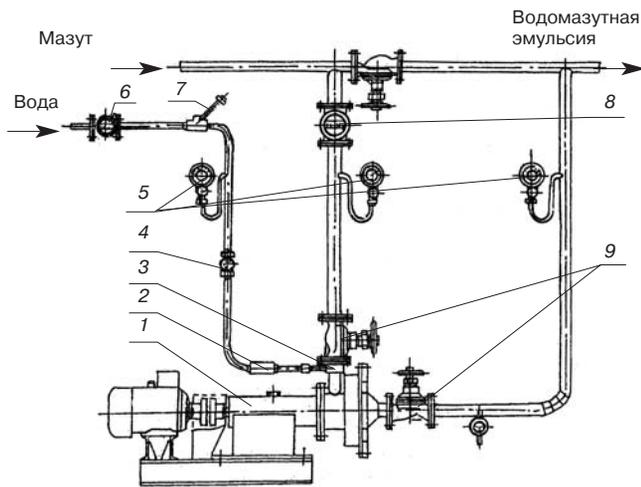


Рис. 9. Установка гидроэмульгирования мазута: 1 – эмульгатор; 2 – обратный клапан; 3 – насадка; 4 – вентиль; 5 – манометры; 6 – счетчик воды; 7 – термометр; 8 – расходомер мазута; 9 – вентили

той в серийное производство. Корпус горелки выполнен из жаропрочной стали Х23Н18. Передняя часть корпуса горелки с помощью конусного перехода позволяет изменять диаметр на 30% и расположена со смещением на 150 мм по горизонтальной оси. Каждая из лопаток завихрителя закреплена на общем кольце, которое поворачивается вокруг оси горелки с помощью двух тяг и поворотного кольца, шарнирно соединенного с двумя ведущими лопатками, что позволяет поворачивать все лопатки завихрителя на угол 45°. Конический дроссель может перемещаться вдоль оси горелки, что позволяет изменять проходное сечение сопла и изменять скорость выхода подаваемого в горелку из холодильника горячего первичного воздуха от 30 до 90 м/с. Кожух мазутной форсунки позволяет вставлять и вынимать ее без демонтажа горелки. Конструкция горелки обеспечивает охлаждение всех деталей завихрителя, включая наружное кольцо. Длительное испытание горелки подтвердило снижение удельного расхода топлива на 2,8% по сравнению с горелками других конструкций.

Многие цементные предприятия работают на двух видах топлива, например на природном газе и мазуте. С целью сокращения потери продукции при переходе с газа на мазут и обратно применяют газомазутные горелки. Газомазутная регулируемая горелка типа ГМВГ (рис. 7) предполагает раздельное сжигание газа или мазута. На

вращающейся печи размером $\varnothing 5 \times 185$ м Старооскольского цементного завода прошла успешное испытание газомазутная горелка для совместного сжигания природного газа и мазута без химического недожога топлива при $\alpha = 1,08 - 1,12$, обеспечив при этом проектную производительность печи. Газомазутная регулируемая горелка конструкции Южипроцемента (Украина) (рис. 8) обеспечивает полное сжигание мазута при $\alpha = 1,05 - 1,1$, что говорит о его хорошем распылении.

Институт НИИСМИ (Киев, Украина) совместно с Любомирским известково-силикатным заводом (Украина) внедрили на вращающейся печи $\varnothing 2,5 \times 75$ м установку гидроэмульгирования топочного мазута, используемого для печи (рис. 9).

Основными элементами установки УГЭМ-2 являются насос-эмульгатор 1, оборудование, арматура и приборы системы ввода дополнительной воды. Водомазутная эмульсия приготавливается следующим образом: мазут и вода образуют смесь, которая обрабатывается вращающимися лопастями крыльчатки, диском-турбулизатором и гребенкой эмульгатора. Этот комплект деталей обеспечивает получение и подачу в магистраль однородной водомазутной эмульсии, из которой она поступает в форсунку механического распыления. Производительность установки 2,5 т/ч; мощность электродвигателя эмульгатора 5,5 кВт; давление мазута 0,6–1,4 МПа; рекомендуемое влагосодержание готовой эмульсии 7–11%. Установка УГЭМ-2 проста по конструкции, при монтаже и обслуживании, не требует изменения конструкции установленной в откатной головке печи механической форсунки.

Применение водомазутной эмульсии при отоплении вращающейся печи увеличивает излучательную способность факела на 5–6% и приводит к образованию в зоне обжига печи парогазовой среды, в результате чего активность извести возрастает на 4–5%, удельный расход топлива снижается на 2–3% и на 40–50% сокращается химический недожог топлива.

Наладка горелочного устройства невозможна без анализа отходящих газов печи, который позволяет оценить эффективность процесса горения топлива и подсоса атмосферного воздуха на различных участках газозода пещ – дымосос. Контролируя содержание CO_2 , O_2 , CO , H_2 в отходящих газах, можно рассчитать коэффициент расхода воздуха, химический недожог топлива, потери тепла с отходящими газами, что позволяет не только рассчитать расход тепла на обжиг, но и судить о состоянии зоны обжига в печи. Например, оптимальное количество CO_2 в отходящих газах разных режимов об-

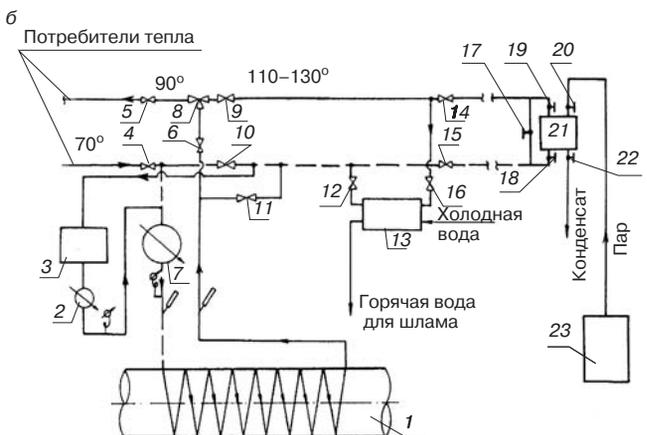
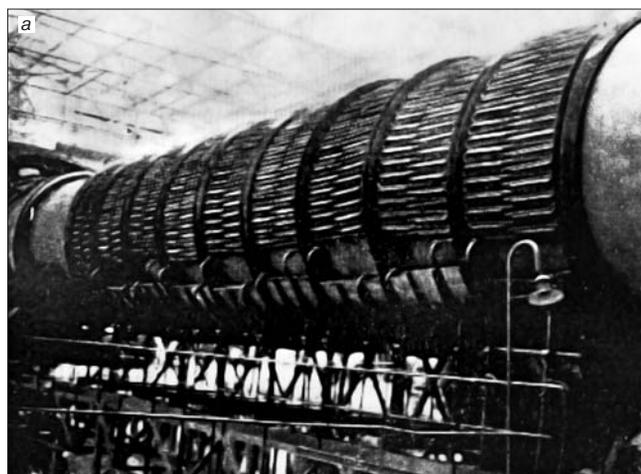


Рис. 10. Установка утилизации тепла, теряемого корпусом вращающейся печи: а – расположение теплообменных труб на корпусе в зоне обжига печи; б – схема водоснабжения и использования тепла установки; 1 – установка утилизации тепла; 2, 7 – насосы; 3, 21 – пиковые бойлеры; 4, 5, 6 – вентили; 8 – электронный клапан; 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22 – вентили; 13 – бойлер летнего режима; 23 – котел заводской котельной

жиги различно и подбирается экспериментально (обычно $CO_2=25-27\%$; $O_2=1,4-2\%$).

Для анализа отходящих газов используются переносные и стационарные газоанализаторы. В качестве переносного применяют хроматограф «Газохром-3101». Для определения O_2 с точностью измерения 1% применяют стационарные автоматические электромагнитные газоанализаторы типа МН-5106, МН-5130 и с электрохимическим датчиком; с точностью 0,4% – автоматический газоанализатор типа АКВТ-01 (Аналитприбор, Смоленск).

Потери тепла корпусом вращающейся печи составляют для длинных печей 18–20% общего расхода тепла на обжиг материала, в том числе половина потерей тепла приходится на зону обжига. Институт Южгипроцемент (Украина) с 1970 г. разрабатывал и оснащал вращающиеся печи цементного производства устройствами для утилизации тепла, теряемого корпусом печи в зоне обжига. Первая установка утилизации тепла, внедренная на двух цементных печах Бахчисарайского цементного завода $\varnothing 3 \times 100$ м в 1970 г. (Крым), представляла собой дугообразные секции водопроводных труб, обрамлявших корпус печи в зоне обжига, в которые насосами заводской котельной подавалась вода. Установка нагревала химически очищенную воду, используемую в котлах, от 80 до 107°C. Оснащение такими установками вращающихся печей 3,6×150 м, 4×150 м, 4,5×170 м и 5×185 м мокрого способа производства цемента (рис. 10) позволило на 90% использовать ранее теряемое корпусом тепло, на 50–60 сут увеличить стойкость футеровки в зоне обжига, снизить на 70–80°C температуру корпуса, уменьшить удельный расход топлива на обжиг и большую часть года обходиться без котельной. Окупаемость установки составляла 1,5 года.

В 1992 г. была создана более совершенная установка утилизации тепла типа ЮГЦ-ВЭР-2, в которой бы-

ли устранены недостатки прежней (ограничение доступа к корпусу печи во время ее ремонта, сложная система спуска воды, трудоемкость монтажа секций и др.), а также разработана более совершенная схема использования горячей воды. Установка позволяет выполнять ремонтные работы и замену обечаек корпуса печи без его демонтажа. Разработаны одноконтурные и двухконтурные варианты устройств, позволяющие снабжать отопительные приборы зданий, душевых, столовых круглый год. Окупаемость установки ЮГЦ-ВЭР-2 составляет 0,5–1 год при непрерывной работе [5]. В период распада СССР установки утилизации тепла корпуса вращающейся печи были демонтированы на всех предприятиях цементной промышленности.

Список литературы

1. *Монастырев А.В.* Опыт обжига мелового сырья на известную строительную в газифицированных шахтных и вращающихся печах // Строит. материалы. 2008. № 2. С. 56–60.
2. *Монастырев А.В.* Внутренние теплообменные устройства для вращающихся известеобжигательных печей: Обзор. М.: ВНИИЭСМ, 1971. 31 с.
3. *Копелиович В.М., Тынников И.М.* Газообразное топливо и эффективность его использования в цементной промышленности: Обзор. Вып. 2. М.: ВНИИЭСМ, 1989. 68 с.
4. *Монастырев А.В.* Холодильники извести для вращающихся печей: Обзор. М.: ВНИИЭСМ, 1977. 48 с.
5. *Воробейчиков Л.Т., Здоров А.И., Соболев Н.Е.* Новое устройство для улавливания и использования вторичной тепловой энергии корпусом вращающихся печей // Цемент. 1992. № 1. С. 8–10.



**СТРОЙ
МЕХАНИКА**

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «СТРОЙМЕХАНИКА»

+7 (4872) 701 400

Реклама



Винтовые конвейеры серии «ВК»



Ленточные транспортеры серии «ЛК»



Дисковые затворы



Предохранительные клапаны



Рукавные фильтры



Шиберные затворы



Система аэрации силоса



Пережимной клапан SMA



Датчик уровня цемента серии SH

Машиностроительное предприятие «СтройМеханика», РФ, г. Тула, пос. Рудаково, ул. Люлина, д. 6А; Тел/факс +7 (4872) 701 400; e mail: info@penobet.ru www.stroymehnika.ru

Л.А. ТИМОЩЕНКО, зам. генерального директора ЗАО «ТД Строммашина» (Самара)

Технологические линии помола извести завода «Строммашина»

Самарский завод «Строммашина» был создан еще в 40-е гг. прошлого века с целью обеспечения промышленности необходимым современным и технически совершенным оборудованием.

С тех пор цели предприятия не изменились. В настоящее время Самарский завод «Строммашина» работает с основными отраслями промышленности: строительством, нефтяной, дорожной, химической, металлургической, горнодобывающей и др.

Компания предоставляет инжиниринговые и сервисные услуги: разработку технической концепции проекта, предварительную коммерческую оценку проекта, выполнение проектных работ, шеф-монтаж (технический и авторский надзор), обслуживание и ремонт оборудования, доставку запчастей по согласованному графику, технический аудит оборудования.

Благодаря инновационной технологической и производственной базам в вышеупомянутые отрасли поставляются следующие виды оборудования: размольное, сушильное, обеспыливающее, циклоны, бетоноукладчики и бетонораздатчики, классификаторы пылевоздушные, транспортирующее, для производства минерального порошка, для производства минерального волокна, для производства керамзита, ВВВ и др.

Описание технологической линии

До 1990 г. предприятия РФ по производству извести выпускали в основном комовую негашеную известь. Поставка строителям дробленой и молотой извести составляла менее 10%. В то же время в США около половины производимой предприятиями извести поставлялось потребителям в дробленном и молотом виде, а остальное отгружалось в виде сухой гидратной извести. В ФРГ молотая известь составляла половину всей выпускаемой извести. Товарная известь в Японии изготавливалась только в молотом и порошкообразном виде. Это объясняется тем, что при поступлении комовой из-

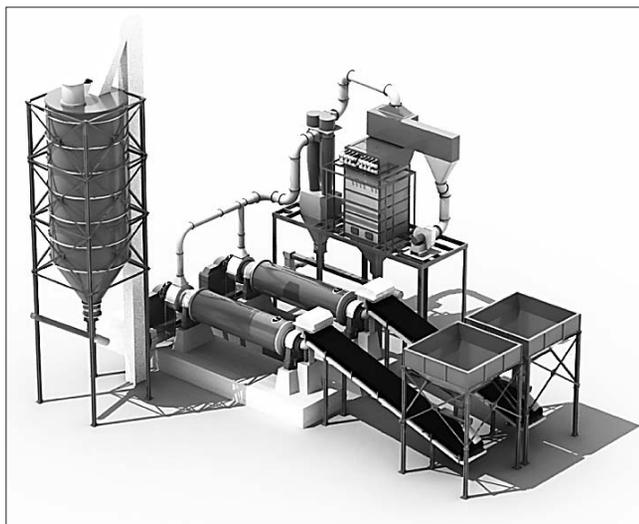


Рис. 1. Линия помола извести производства Самарского завода «Строммашина»

вести строители вынуждены организовывать ее гашение с получением известкового теста или молока на специально созданных площадках.

При этом кроме занимаемых площадей под творильные ямы необходимы площади под образующиеся при гашении комовой извести отходы, что удорожает строительные работы и ухудшает экологию стройки. Кроме того, при изготовлении растворов и бетонов тонкоизмельченная негашеная известь имеет ряд преимуществ перед гидратной известью в виде порошка или теста, так как все компоненты тонкоизмельченной извести рационально используются во время твердения. Молотая негашеная известь характеризуется меньшей водопотребностью, чем гашеная. Удельная поверхность молотой негашеной извести обычно значительно меньше удельной поверхности гидратной извести, поэтому требуемую удобоукладываемость растворной или бетонной смеси на молотой негашеной извести получают при пониженном расходе воды.

Снижение водопотребности растворных и бетонных смесей способствует увеличению их прочности при твердении. Негашеная известь при гидратации связывает большое количество воды, переходящей в твердую фазу. Все это способствует получению на молотой негашеной извести растворов, бетонов и изделий повышенной плотности и прочности по сравнению с получаемым материалом на гашеной извести.

В последние годы потребность в молотой извести возросла в связи с широким внедрением в практику строительства сухих строительных смесей, повышающих качество и производительность строительных работ. Также в последние годы наблюдается рост производства автоклавного газобетона, выпуск которого в 2003 г. составил 2,6 млн м³; в 2007 г. — 5,6 млн м³; в 2008 г. — 6,4 млн м³ и продолжает расти. Производство ячеистого бетона, как известно, требует поставки на предприятие молотой извести. Поэтому для ПСМ России вопрос производства молотой извести в настоящее время является одним из важнейших.

При выборе мельниц и схем для помола негашеной извести следует в первую очередь учитывать степень ее обжига, а также наличие недожога, пережога и твердых включений. Средне- и сильнообожженную известь предпочтительно измельчать, воздействуя на ее частицы ударом и истиранием, что и происходит в шаровых мельницах.

В производстве молотой извести применяют обычно шаровые мельницы с соотношением диаметра барабана к его длине от 1:2 до 1:4 (последнее для сильнообожженной извести). Мельницы работают обычно с коэффициентом заполнения шарами 25–30%. Степень заполнения межшарового объема материалом достигает 45–65%. Мельницы диаметром 1,5 м и более при измельчении среднеобожженной извести работают обычно при числе оборотов, составляющих около 0,7 от критического, когда проявляется преимущественно истирающее действие шаров на материал. Однако подбор шаров по размерам, степень заполнения мельницы мельничными телами, число оборотов барабана и другие факторы уточняются опытным путем с учетом свойств измельчаемого материала и вида мельницы.

Большое влияние на работу помольной установки оказывает также вентиляция барабанов, назначение которой отводить образующуюся в процессе помола теплоту, предотвращать выход пыли из системы и замазывание выходных отверстий. Температура материала при помоле не должна превышать 50–75°C.

Технологический процесс состоит из следующих операций (рис. 1):

- дозирование материала;
- измельчение материала;
- подача молотой извести.

Характеристики материала и основные показатели линии

Фракционный состав исходного материала, мм, не более	...40
Влажность исходного материала, %, не более	...0–1
Прочность исходного материала, Па, не более	...400
Производительность линии, т/ч	...15*
Габариты линии (длина × ширина), м	...25×10
Мощность суммарная потребляемая, кВт·ч, не более	...330
на 1 т продукта, кВт	...16,5

* По требованию заказчика возможно изготовление линии необходимой производительностью

В комплект поставки оборудования (рис. 2) входит бункер исходного материала (2 шт.), задвижка шибберная (2 шт.), конвейер ленточный (2 шт.), шаровая мельница (2 шт.), конвейер винтовой (1 шт.), элеватор ленточный (1 шт.), циклон (1 шт.), фильтр рукавный (1 шт.), конвейер винтовой (1 шт.), тягодутьевая машина (1 шт.), силос с системами: аэрации; аспирации; контроля уровня; выгрузки в автотранспорт (1 шт.); общий пульт управления, система управления (1 шт.).

В зависимости от задач, определяемых заказчиком, и территориальных условий размещения производственной линии комплект поставки изменяется, в том числе пересчитываются длины транспортирующего оборудования.

На предприятиях различных подотраслей ПСМ накоплен значительный опыт применения оборудования

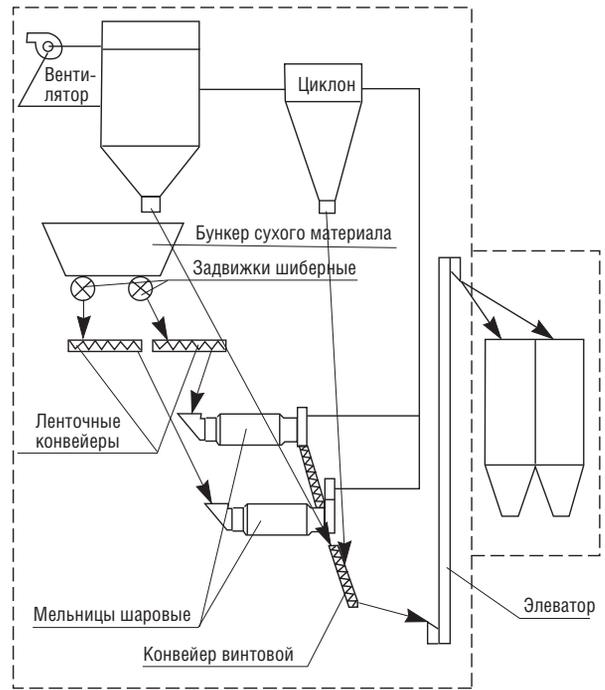
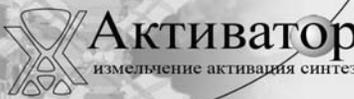


Рис. 2. Схема технологической линии помола извести

Самарского завода «Строммашина». Комплексы оборудования поставлены в различные регионы России и успешно эксплуатируются в производственных подразделениях Ивсилкат (Иваново), Угловского известкового комбината (Новгородская обл.), УралИзвесть (Свердловская обл.), Омского завода ячеистого бетона, Чапаевского силикатного завода (Самарская обл.), Борского стекольного завода (Нижегородская обл.), Боровичского комбината огнеупоров (Новгородская обл.), Актюбинского завода хромовых соединений (Казахстан), Главновосибирск-строя (Новосибирск).



Активатор
измельчение активация синтез

Реклама

Российские промышленные эллиптические шаровые мельницы "Активатор" интенсивного помола.

	Activator-C100	Activator-C500	Activator-C1000	Activator-C5000
произв-сть	100 кг/ч	500 кг/ч	1000 кг/ч	5000 кг/ч
тонина помола	1-3 мкм	4-7 мкм	20-50 мкм	50-70 мкм
потребляемая мощность	5,5 кВт/ч	11 кВт/ч	30 кВт/ч	75 кВт/ч
габариты, мм	1020×570×1230	1122×750×1500	1710×925×1815	2850×1700×2950

Результаты активации цемента и помола материалов - на нашем сайте.

• Все мельницы проходят испытания на Вашем материале, а дисперсный состав помолотых порошков тестируется в лаборатории.

Мельницы "Активатор" производятся только по оригинальным чертежам разработчика и защищены Патентами РФ №18501, №33037 на полезные модели. Патентообладатель: ЗАО "Активатор".



подготовка шихты для керамической плитки помол пигментов активация цемента смешение компонентов пенобетона

получение сухих смесей

[www.activator.ru >>](http://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

Н.И. ЧУЛОВСКИЙ, директор ЧП «Техноцукор» (Винница, Украина)

Модернизация известково-обжигательных печей и котельных с целью снижения расхода энергоресурсов

В настоящее время многие известково-обжигательные печи и паровые котлы продолжают работать в том режиме, который был отработан при условии низких цен на энергоресурсы.

Альтернативным источником энергии для известково-обжигательных печей является твердое топливо — каменный уголь. Технология, разработанная специалистами предприятия «Техноцукор», позволяет значительно сократить не только затраты энергии, но и повысить качество извести, что снижает затраты на производство строительных материалов из извести при сохранении высокого качества ячеистых бетонов и силикатного кирпича.

Предприятие «Техноцукор» занимается реконструкцией печей для обжига извести, ремонтом и реконструкцией паровых котлов, установкой паровых турбин, переоборудованием котлов на сжигание твердого топлива с надежной и относительно недорогой схемой шлакоудаления. В настоящее время осуществлено уже 15 проектов на Украине. Преимущественно это сахарные заводы, которые стоят перед жесткой необходимостью экономии энергоресурсов, а также проведена реконструкция на трех заводах в Казахстане и реализуется четвертый проект.

Также на Украине реализован проект в области стройиндустрии — на Белгород-Днестровском заводе ячеистых бетонов.

После проведения реконструкции известково-обжигательной печи за счет повышения качества извести суточные расходы сырья уменьшились с 35 до 25 т при том же объеме продукции. Доля топлива относительно известняка уменьшилась с 10 до 7%. В результате расход известняка снизился на 25–30%, а расход топлива на 30–35%.

Модернизация паровых котлов — другое направление деятельности предприятия «Техноцукор». При этом проводятся следующие мероприятия:

- модернизация горелочных устройств с целью снижения коэффициента избытка воздуха и повышения КПД горения;
- реконструкция котлов типа ДКВр с целью повышения КПД;
- модернизация котла с целью повышения надежности эксплуатации (замена чугунных экономайзеров на стальные);
- улучшение футеровки паровых котлов за счет применения огнеупорных бетонов.

В себестоимости продукции значительную долю занимает стоимость природного газа. Одним из возможных вариантов снижения себестоимости является перевод котлов на сжигание твердого топлива. После переоборудования котла на использование твердого топлива стоимость топливной составляющей в себестоимости продукции сокращается в 3–5 раз. Ранее переход на использование угля сдерживался из-за чрезмерного образования шлака, требующего специального шлакоудаления. Специалисты предприятия,

имеющие стаж работы в энергетике 20–30 лет, используют технологию, которая успешно решает не только эту проблему, но и позволяет получать дополнительные полезные материалы.

Модернизация известково-обжигательных печей, теплосилового оборудования предприятий и оборудования котельных, ТЭЦ включает несколько видов работ.

Оборудование известково-обжигательных печей

- Обследование существующих печей и оборудования.
- Проектные работы.
- Монтаж новых печей.
- Реконструкция тракта приготовления шихты.
- Замена загрузочно-распределительного устройства печи.
- Замена выгрузочного устройства печи.
- Частичный ремонт и полная замена футеровки печи с применением жаростойких бетонов и теплоизоляционного кирпича.
- Реконструкция системы очистки и охлаждения уходящих газов.
- Реконструкция отделения приготовления и очистки известкового молока.
- Полная или частичная автоматизация системы управления известково-обжигательного хозяйства, включая:
 - автоматизацию дозирования топлива и шихты;
 - автоматизацию загрузки шихты в печь;
 - автоматизацию выгрузки извести из печи;
 - автоматизацию регулирования уходящих газов из печи;
 - автоматизацию приготовления известкового молока.

После проведения работ можно достичь активности извести 90% и выше; уменьшения расхода сырья на 10–30%; концентрации CO_2 32% и больше; уменьшения расхода топлива на 15–45%; уменьшения недожога и пережога извести на 15–18%; увеличения производительности печи на 10–30%.

Котельные, ТЭЦ, теплосиловые схемы предприятий

- Обследование схемы ТЭЦ, котельной.
- Обследование тепловой схемы завода.
- Разработка проектов.
- Разработка мероприятий по усовершенствованию работы ТЭЦ и тепловой схемы завода.
- Реконструкция котельных с заменой паровых котлов на новые и установкой турбин.
- Замена горелочных устройств паровых котлов.
- Ремонт с заменой основных элементов паровых котлов, замена поверхностей нагрева.
- Частичный ремонт и замена футеровки парового котла с применением жаростойких бетонов, замена амбразур.

В перечень работ входит согласование технического задания и заключение договора, разработка оптимальных схем и мероприятий по модернизации, изготовление проекта или эскизных решений, монтажные работы по технологии и автоматизации, пусконаладочные работы, выдача заказчику исполнительной документации, инструкций, сдача объекта в эксплуатацию.

За последние годы проведена модернизация производства по обжигу извести на сахарных заводах в Тернопольской, Киевской, Винницкой, Волынской, Харьковской, Хмельницкой, Одесской, Полтавской областях; Республике Казахстан, а также на Экспериментальном заводе ячеистых бетонов и изделий в г. Белгород-Днестровский Одесской обл.

Важно, что при реконструкции известково-обжигательных печей и паровых котлов используются огнеупорные бетоны производства фирмы «Алинека». Для ремонта футеровки газовых печей применяются сухие смеси огнеупорных бетонов BRAB40И15 (зона подогрева и охлаждения) и BRAB50И17 (зона горения). Для теплоизоляции изготавливается легковесный кирпич И-9 и И-11. Преимуществом огнеупорных бетонов является минимальная деструкция при высоких температурах, высокая твердость, в результате чего износ футеровки печи за год составляет лишь 10–12 мм. Особенностью таких бетонов является более высокая термическая стойкость: 40 водных теплосмен, что в 4 раза выше термостойкости шамотного огнеупора и в 8 раз выше хромитопериклазового огнеупора. Благодаря таким характеристикам огнеупорных бетонов футеровка может эксплуатироваться 5–7 лет. Преимуществом легковесного кирпича также является отсутствие деструкции в условиях высоких температур, что также свидетельствует о значительном ресурсе эксплуатации – 2–3 слоя в футеровке печи.

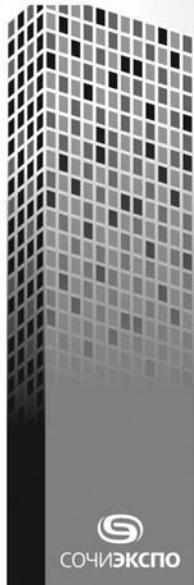
ЧП «ТЕХНОЦУКОР»

Реконструкция печей обжига извести

Ремонт и реконструкция паровых котлов

Установка паровых турбин

Украина, г. Винница,
ул. Лебединского, д. 11,
Тел./факс: 380-432-52-46-11
teho@ukrpost.ua

21 – 24 ОКТЯБРЯ 2010, г. СОЧИ
Павильоны у Морпорта

SOCHI BUILD

VIII 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:

-  Администрации г. Сочи
-  Союза Строителей (работодателей) Кубани
-  Торгово-промышленной палаты

Генеральный информационный спонсор: 

Главный информационный партнер: 

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи», Тел./факс: (8622) 648-700, 642-333, 647-555, (495) 745-77-09, e-mail: stroyka@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru
Официальный партнер: Группа компаний «Ивент-Сервис» 

Г.В. КУЗНЕЦОВА, доцент, Казанский архитектурно-строительный университет

Оптимизация расчетов составов известково-песчаной смеси для формования силикатного кирпича

Качество силикатного кирпича зависит прежде всего от качества массы или известково-песчаной смеси. Даже если производство оснащено современными высокотехнологичными прессами последнего выпуска, а смесь приготовлена только из песка или с малым количеством извести, качественный кирпич получить трудно, но можно, однако углы такого кирпича разрушатся еще до автоклавной обработки. Песочной массой можно вывести из строя пресс, что часто происходит в реальном производстве.

Качество смеси необходимо подбирать так, чтобы пресс работал в нормальных условиях (прессовал мягко). Имеет значение тип дозаторов, смесителей, но самым главным остается состав смеси.

В производстве тяжелого бетона существует ряд параметров для расчета, которые зависят от требуемой подвижности и получаемой прочности. В производстве силикатного кирпича, получаемого методом полусухого прессования, нет параметра подвижности, а прочность зависит от химического синтеза в автоклавах и его продолжительности.

В массозаготовительных отделениях силикатных заводов качество массы или формовочной известково-песчаной смеси проверяют так называемым «органолептическим методом». Он состоит в сжимании определенного количества смеси, которую берут рукой в смесителе после смешивания и небольшой выдержки на гашение. Получаемая «колбаска» из смеси проверяется на прочность путем раздавливания между разведенными пальцами. Во время раздавливания фиксируется время: произошло это при первом же прикосновении или после приложения определенного усилия. Данным способом пользуются и сегодня, так как процесс приготовления массы происходит непрерывно и качество смеси нужно знать сразу на месте.

Полученный таким образом результат уточняется химическим анализом смеси в лаборатории на содержание извести или активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ и в дальнейшем придерживаются результатов этого анализа. При изменении результатов анализа снова применяют органолептический метод. Изменение активности известково-кремнеземистого вяжущего (ИКВ) – это изменение его качества, которое влечет за собой изменение состава формовочной смеси или как ее называют на производстве в массе.

Существующая специализированная литература ничем в этом случае помочь не может. Здесь помогает только многолетний опыт работы с массой, поэтому на участках по приготовлению массы стараются держать опытных работников.

Формовочную массу для силикатного кирпича готовят из ИКВ, песка и воды. Влияние их составов на качество кирпича-сырца рассматривается в технической литературе, где и предлагается подбирать состав смеси, ис-

пользуя разные соотношения компонентов. Попробуем упростить решение этого вопроса.

Большинство силикатных заводов производят известь сами, то есть имеют свои известковые производства. Активность извести, производимой силикатными заводами как правило ниже III сорта. Активность производимой в основном в шахтных печах извести может составлять 50–75%. Есть заводы, работающие на привозной извести. Поэтому приходится производить известковый цемент или ИКВ из того, что есть.

Так как принято считать, что в обычно применяемой заводами силикатного кирпича извести содержится 65–75% активной CaO , а в кварцевых песках 90–95% SiO_2 , то оптимальное соотношение извести и молотого песка в ИКВ должно составлять в среднем $\text{И:К} = 1:1$ [1]. В настоящее время установлено, что низкоосновные гидросиликаты кальция обладают более высокой прочностью. В связи с этим вести расчет сырьевой смеси необходимо с учетом получения менее основных гидросиликатов, у которых отношение $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ должно быть близким к единице.

Активность извести на всех заводах разная, как и разная активность получаемого ИКВ. При низкой активности извести как правило уменьшают долю песка при помоле вяжущего.

Таблица 1
Активность ИКВ в зависимости от качества извести и содержания песка в вяжущем

Соотношение $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ (И:К)	Содержание активных CaO и MgO , %						
	1:0	40	50	62,5	68	80,3	88,8
1:0,5	27	33	45,1	39,5	51,7	59	62
1:1	20	25	31	34,2	41	44,1	47
1:1,5		20	25,8	27,7	32	34,7	37,5
1:2			21	22	28	28	31,2
1:3					22	22	25

Таблица 2
Дисперсность ИКВ

Номер сита	02	008
Полный остаток, %	1,5	15

Таблица 3
Рекомендуемое качество песка для силикатного кирпича

Номер сита	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	менее 0,14
Полные остатки	0–0	0–15	0–20	5–60	10–80	30–100	70–0

Таблица 4

Характеристики песков, применяемых в производстве силикатного кирпича

№	M _{кр}	Вид остатков	№ сита					
			2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Менее 0,16
			Остатки, %					
1	0,75	частные	–	–	–	3,2	68,4*	28,4
		полные				3,2	71,6	100
2	1	частные	–	0,25	0,25	12	77	10,5
		полные	–	0,25	0,5	12,5	89,5	100
3	1	частные	–	0,25	1	15,5	64,25	19
		полные	–	0,25	1,25	16,75	81	100
4	1	частные	3,5	1,5	1,5	17,5	42,5	33,5
		полные	3,5	5	6,5	24	66,5	100
5	1,29	частные	0,25	1	1,25	25	70	2,5
		полные	0,25	1,25	2,5	27,5	97,5	100
6	1,35	частные	1	0,5	1,5	34,5	55	7,5
		полные	1	1,5	3	37,5	92,5	100
7	1,4	частные	0,5	0,75	1,25	40	52,5	5
		полные	0,5	1,25	2,5	42,5	95	100
8	1,5	частные	0,5	0,5	2	49	45,5	2,5
		полные	0,5	1	3	52	97,5	100
9	1,6	частные	0,5	0,75	3,25	61	33	1,5
		полные	0,5	1,25	4,5	65,5	98,5	100
10	1,79	частные	0,25	0,5	13,5	50,75	33,75	1,25
		полные	0,25	0,75	14,25	65	98,75	100
11	3,3	частные	27,6	22,2	20	16	12,8	1,4
		полные	27,6	49,8	69,8	85,8	98,6	100

* Выделено изменение зернового состава песков с увеличением модуля крупности и его преимущественный состав.

На основании полученных данных можно построить график, позволяющий на основании данных о средней пещевой активности и активности ИКВ, определить долю песка в ИКВ либо подобрать необходимую активность ИКВ.

ГОСТ 9179–77 «Известь строительная. Технические условия» п. 2.9 указывает требование по дисперсности порошкообразной извести. Степень дисперсности порошкообразной воздушной извести должна быть такой, чтобы при просеивании сквозь сито с сеткой № 02 и 008 проходило соответственно не менее 98,5 % и 85% массы просеиваемой пробы. Из этого следует, что полный остаток на ситах соответствует указанному в табл. 2.

Силикатные заводы работают на мелких и тонких песках с насыпной плотностью менее 1,5 т/м³. Это намывные или овражные пески. Существовавший ранее ОСТ 21-1–80 «Песок для производства изделий автоклавного твердения» предполагал использование для силикатного кирпича песка с диапазоном полных остатков (табл. 3).

ОСТ 21-1–80 п. 1.2 указывал, что песок, не удовлетворяющий требованиям, изложенным в таблице, может быть использован в том случае, если изготовленные с его применением изделия удовлетворяют требованиям соответствующих стандартов и технических условий. Из

чего следует, что получаемый кирпич должен соответствовать ГОСТ 379–95, а изготавливать его можно из тех материалов, которые имеются в наличии. Вот и работают на том, что есть. А есть следующее.

Из табл. 4 видно, что пески № 1–3 представлены фракцией 0,16, пески № 4–9 представлены фракциями 0,16 и 0,315; песок № 10 представлен фракциями 0,63, 0,315 и 0,16; под № 11 приведен песок обогащенный, используемый в производстве бетона.

В производстве силикатного кирпича гранулометрический состав песков играет важную роль, так как в большей степени определяет формуемость кирпичасырца из известково-песчаных смесей. Наилучшей гранулометрией песка является та, при которой средние зерна размещаются между крупными, а мелкие – между средними и крупными зёрнами [1].

Проблема выбора рационального зернового состава заполнителей изучалась многими учеными, однако в настоящее время она далеко не исчерпана и требует дальнейших исследований и более глубоких разработок. Первоочередной задачей является разработка теоретически обоснованного и удобного для практического использования метода.

Известно, что количество цементирующего вещества в бетонах и растворах определяется объемом пустот заполнителей и их суммарной поверхностью. Объем

Таблица 5

Пустотность прессованных песков

Вид песка	Доля, %	Плотность прессованного песка, кг/м ³	Пустотность прессованного песка, %
Песок, M _{кр} =1,4	100	1633	38,4
Песок, M _{кр} =2,71	100	1950	26,4
Песок фракции 0,315	100	1717	38,4
Песок фракции 0,14	100	1622	38,7
Смесь фракций песка 0,315+0,14	50+50	1672	37
Смесь фракций песка 0,315+0,14	60+40	1685	36,5
Смесь фракций песка 0,315+0,14 с добавлением молотого песка	45+45+10	1717	35,3
Смесь фракций песка 0,315+0,14 с добавлением молотого песка	55+35+10	1717	35,3
Песок M _{кр} =1,4 с добавлением молотого песка	75+25	1891	28,7

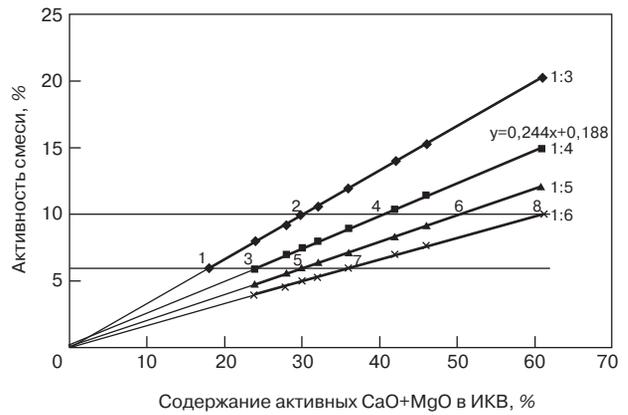


Рис. 1. Зависимость активности смеси от содержания активных CaO+MgO

пустот зависит от соотношения зерен различной величины. Фракционирование приводит к значительному уменьшению межзерновой пустотности как в насыпном состоянии, так и в уплотненных песках [2].

Силикатный кирпич производится путем полусухого прессования смеси песка и ИКВ. В табл. 5 приводятся замеры пустотности прессованного песка, его отдельных фракций и с тонкодисперстной фракцией молотого песка. Песчаные смеси прессовались с усилием 200 кг/см².

Однофракционные пески обладают большей пустотностью по сравнению со смесью. Искусственные смеси обеспечивают уменьшение пустотности на 9–14%. Введение в смесь фракций последующих размеров снижает пустотность. Молотый песок использовался из состава ИКВ размерами менее 0,2 мм и 0,08. Введение тонкомолотой добавки снижает пустотность.

Обогащенные пески с малой пустотностью требуют меньшего количества вяжущего. В табл. 6 приводятся данные изменения сырцової прочности кирпича в зависимости от зернового состава песка.

Получение требуемой сырцової прочности на рационально подобранных песчаных смесях достигается при меньшем расходе вяжущего.

В основе метода расчета рациональных составов заполнителей положен принцип последовательного заполнения пустот. Согласно этому принципу зерна более мелких фракций попадают в пустоты, образующиеся при укладке более крупных частиц. Заполнение должно быть максимальным и исключить раздвижку частиц, предшествующих фракций.

Таблица 6
Влияние зернового состава песка и количества извести на прочность сырца

№	Вид песка	Активность смеси	Прочность сырца, МПа
1	Мелкий M _{кр} =1,4 Крупный M _{кр} =3,3	6	0,28 0,45
2	Мелкий M _{кр} =1,4 Крупный M _{кр} =3,3	8	0,6 0,94
3	Мелкий M _{кр} =1,4 Крупный M _{кр} =3,3	10	0,9 1,2

Таблица 7
Содержание активных CaO+MgO в смеси

Состав смеси ИКВ:П	Содержание активных CaO+MgO в ИКВ, %						
	61	46	36	32	30	28	24
1:3	20,3	15,3	12	10,6	10	9,3	8
1:4	15	11,5	9	8	7,5	7	6
1:5	12	9,2	7,2	6,4	6	5,6	4,8
1:6	10	7,7	6	5,3	5	4,6	4

Таблица 8
Количество ИКВ на 1 кг смеси

Состав смеси при ИКВ:П	Содержание активных CaO+MgO в ИКВ, %						
	24	28	32	36	40	46	61
1:3	333	333	333				
1:4	250	250	250	250			
1:5			200	200	200	200	
1:6				167	167	167	167

Таблица 9
Количество ИКВ после гашения на 1 кг смеси

Состав смеси ИКВ:П	Содержание активных CaO+MgO в ИКВ, %					
	24	28	32	36	40	
1:3	341	343	344			
1:4	254	255	256	257		
1:5			204	205	205	

Таблица 10
Влияние количества извести на прочность сырца на песке M_{кр}=1,4

Активность ИКВ %	Соотношение ИКВ:П	Активность смеси, %	Прочность сырца, МПа
32	1:5	6	0,35
	1:4	8	0,6
	1:3	10	1

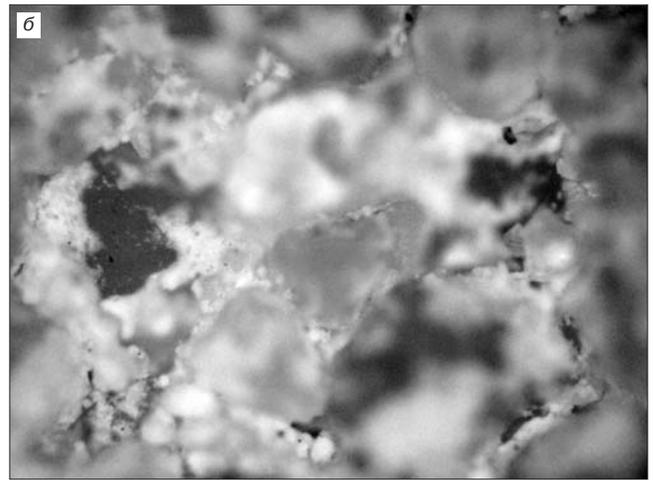
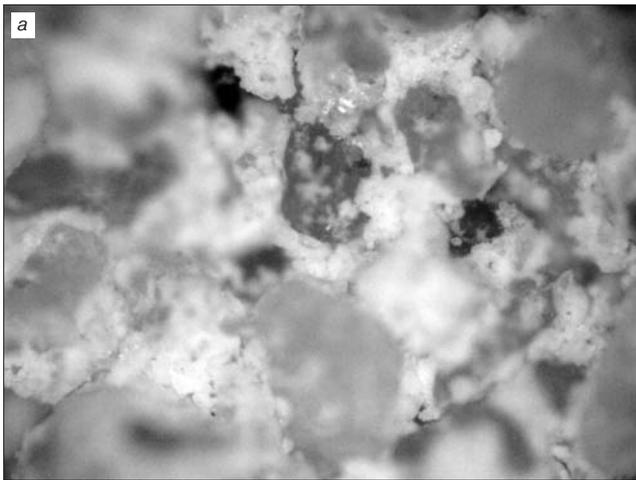


Рис. 2. Заполнение пустотности: а – плотная упаковка; б – пустотная упаковка из-за недостаточности вяжущего

На модели из шаров, геометрическими расчетами, а также экспериментальным путем на заполнителях разных фракций подтверждено, что оптимальное соотношение фракций при компоновке полифракционного заполнителя должно стремиться к 0,226. Соответственно отношение размеров крупной фракции к мелкой находится в пределах 4:1 [2].

Крупной фракцией в песках является 0,314; она и будет каркасообразующей, а последующая фракция 0,16 должна заполнять пустоты. Соотношение фракций в представленных песках меняется, и фракция 0,16 сама становится каркасообразующей в более тонком песке. Исходя из вышеприведенными данными пески двух фракций будут иметь меньшую пустотность, а следовательно из них можно получить более плотный кирпич-сырец.

ИКВ представляет собой фракцию при соответствующем помоле менее 0,2 мм. Применяв методику 4:1, в переводе на ИКВ получаем:

$$A_{см} = A_{вяж}/4,$$

где $A_{см}$ – содержание активных СаО+МgО в смеси (в массе); $A_{вяж}$ – содержание активных СаО+МgО в ИКВ.

Можно посчитать требуемую активность смеси, например (табл. 7):

$$A_{см} = 40:4 = 10\%; A_{см} = 36:4 = 9\%; A_{см} = 32:4 = 8\%; \\ A_{см} = 30:4 = 7,5\%; A_{см} = 28:4 = 7\%; A_{см} = 24:4 = 6\%$$

Данный расчет в графическом виде представлен на рис. 1.

Расчетная формула приобретает вид;

$$A_{см} = 0,244A_{ИКВ} + 0,188$$

При активности смеси 6–10% выявляется диапазон ИКВ.

Для точек 1–2 $A_{ИКВ} = 18–30\%$, точек 3–4 $A_{ИКВ} = 24–36\%$, точек 5–6 $A_{ИКВ} = 30–48\%$, точек 7–8 $A_{ИКВ} = 36–60\%$.

Расчет количества ИКВ на 1 кг смеси для вяжущего разной активности можно производить по формуле:

$$ИКВ = (P_{см} \times A_{см}) / A_{вяж},$$

где $P_{см}$ – количество необходимой смеси по массе; $A_{см}$ – активность смеси; $A_{вяж}$ – активность ИКВ (табл. 8).

Масса воды (кг) необходимая для полной гидратации свободной СаО на 1 кг вяжущего, составит по формуле $V = 0,32P/100$.

Масса вяжущего после гидратации возрастает до $1 + 0,32P/100$ [1].

Если P – содержание СаО (%) в смеси, то формула принимает вид:

$$1 + 0,32 A_{ИКВ} / 4 \times 100 = 1 + 0,0008A_{ИКВ}.$$

Количество ИКВ после гашения для составов (табл. 9).

$$A_{см} = A_{вяж}/3 \quad ИКВ_{гаш} = ИКВ_{нег} (1 + 0,001066A_{ИКВ}) \\ A_{см} = A_{вяж}/4 \quad ИКВ_{гаш} = ИКВ_{нег} (1 + 0,0008A_{ИКВ}) \\ A_{см} = A_{вяж}/5 \quad ИКВ_{гаш} = ИКВ_{нег} (1 + 0,00064A_{ИКВ})$$

Формовочная влажность $W_{форм} = 6–6,5\%$ для полнотелого кирпича.

$$ИКВ_{гаш} + W_{форм} \leq \text{Пустотности}$$

Для состава 1:3 $ИКВ_{гаш} 32\% + V_{форм} = 344 + 65 = 409$, что составит 41% в объеме смеси и приведет к раздвижке зерен песка.

Для состава 1:4 $ИКВ_{гаш} 32\% + V_{форм} = 256 + 65 = 321$ что составляет 32,1% в объеме смеси.

Состав 1:5 $ИКВ_{гаш} 32\% + V_{форм} = 204 + 65 = 269$, что составит 26,9% в объеме смеси и остаточной межзерновой пустотности.

Оптимальный состав смеси должен сочетать достаточную (не обязательно самую высокую) прочность сырца и запаренных образцов при возможно меньшем расходе извести. Считается, что прочность сырца полнотелого кирпича должна быть не менее 0,4 МПа для рядового кирпича и 0,45 МПа для лицевого цветного кирпича.

Исследования прочности сырца от доли вяжущего в смеси, а следовательно и доли извести в смеси дают подтверждение вышесказанному (табл. 10).

На снимках, полученных на электронном микроскопе при увеличении в 100 раз, можно увидеть плотную упаковку (рис. 2, а) и упаковку с недостаточным количеством вяжущего вещества (рис. 2, б).

Ключевые слова: силикатный кирпич, извлекково-песчанная смесь, известково-кремнеземистое вяжущее, песок.

Список литературы

1. *Баженов П.И.* Технология автоклавных материалов. Л.: Стройиздат. 1978. 368 с.
2. *Хавкин Л.М.* Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат. 1982. 384 с.

М. ВАЛТЕР, инженер по сбыту Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG (Германия);
И.С. КОНЦУРОВ, технический директор отдела сбыта ООО «Айрих» (Москва)

Техника Айрих для производства силикатного кирпича

Силикатный кирпич – это камень, который производится из натуральных материалов, таких как известь, кварцевый песок и вода. Силикатный кирпич используется для несущей и ненесущей кладки, в основном для возведения наружных и внутренних стен, часто для наружной отделки.

Компания Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG («Айрих») предлагает комплексную программу от отдельных смесителей до готовых технологических линий, включающих современную технику управления, а также услуги и сервис партнера, который в течение многих десятилетий предлагает инновационные решения для этой отрасли.

В технологии подготовки силикатной массы для предварительного и дополнительного смешивания предлагаются смесители производительностью до 130 т/ч. За последние 20 лет компанией «Айрих» было установлено более 100 смесительных линий.

В производственном процессе сырьевые компоненты – обожженная известь и песок дозируются по массе и подаются в смеситель предварительного смешивания, а затем в реактор. Здесь под действием воды обожженная известь гасится и превращается в гидроксид кальция.

В смесителе дополнительного смешивания весь материал при добавлении воды доводится до влажности, необходимой для прессования. При этом полностью измельчаются комки, которые могли образоваться в реакторе. В смеситель дополнительного смешивания также можно вводить пигменты.

После смешивания получается абсолютно однородная масса, которая затем подается на прессование. Готовые изделия затвердевают при температуре примерно 200°C при давлении около 16 атм. В процессе затвердевания на поверхности крупинки кварцевого песка образует кремниевая кислота, которая вместе с гидроксидом кальция образует кристаллические фазы связующего (CSH-фазы), нарастающие на крупинках песка и прочно скрепляющие их друг с другом.

Смесители Айрих используются как для предварительного, так и для дополнительного смешивания.

Преимущества техники Айрих приведены ниже.

- Однородное распределение всех используемых компонентов и равномерное перемешивание песка с известью.
- Интенсивное увлажнение извести водой.
- Активация поверхности всех гранул песка для образования силиката кальция.
- Измельчение агломератов глины и суглинка, которые мешают построению плотного микропористого скелета из силиката кальция.
- Надежное растворение агломератов извести.
- Равномерная структура кирпича при замешивании легких добавок или золы-уноса.
- Перемешивание пигментов без полос.
- Мало изнашиваемых частей (примерно 10% расходов по сравнению с кольцевым смесителем).

В отличие от других, значительно более старых смесительных систем скорость работы современного смесительного оборудования Айрих можно регулировать в зависимости от поставленной задачи. Например, более высокую скорость используют для диспергации агломератов и распределения пигментов, в результате чего получается однородная структура камня.

Благодаря прилагаемой энергии, которая значительно выше, чем в других системах, достигается более короткое время смешивания.

Компания «Айрих» использует программируемые системы управления SPS с обычным техническим обеспечением. Для использования в силикатной промышленности были разработаны специаль-

ные модули программного обеспечения для оптимизации производственных процессов. Они обеспечивают высокую надежность эксплуатации, в том числе для оборудования, требующего модернизации.

Регистрация всех данных и управление параметрами охватывают весь производственный процесс от дозирования компонентов до передачи подготовленной массы на пресс. Весы и дозаторы Айрих выполнены с расчетом на большие нагрузки, которые характерны для производства силикатного кирпича. Точное взвешивание обеспечивается электроникой.

Стандартная программа системы управления оборудованием обширна и охватывает:

- контроль номинальных показателей;
- сравнение номинальных и фактических показателей;
- оптимизацию хода по инерции;
- контроль допустимых отклонений;
- контроль весов в состоянии покоя;
- контроль гашения весов;
- автоматический контроль по нулю;
- расчет рецептуры;
- ведение балансов;
- ведение протоколов (производство/расход).

Кроме того, компания предлагает дополнительные сервисные модули, например дистанционное техническое обслуживание. Таким образом, можно гарантировать неизменное качество смеси, не зависящее от изменяющейся влажности сырья. Система управления перерабатывает показатели, полученные от датчиков, и производит постоянную корректировку дозировки песка, воды и извести, чтобы гарантировать постоянную влажность пресс-массы.

Возможны два способа корректировки.

Корректировка соотношения известь-вода.

В соответствии с заданными рецептурами можно смешивать несколько сырьевых материалов. Взвешенное количество песка гомогенизируется в смесителе, затем измеряется содержание воды в замесе. Согласно показателю влажности рассчитывается рецепт и автоматически корректируется подача извести и/или воды. Если в дозированном количестве песка уже есть избыток воды, то при дополнительной подаче извести лишняя вода может быть использована как вода для гидратирования. Система управления дозировкой автоматически обрабатывает этот процесс и рассчитывает дополнительно необходимое количество извести.

Корректировка соотношения песок-вода.

Влажность песка измеряется до или во время дозировки в весах для песка или на выходе из силоса. На основе этого показателя рассчитывается и дозируется номинальное количество песка и сниженное количество воды.

Протокол CaO.

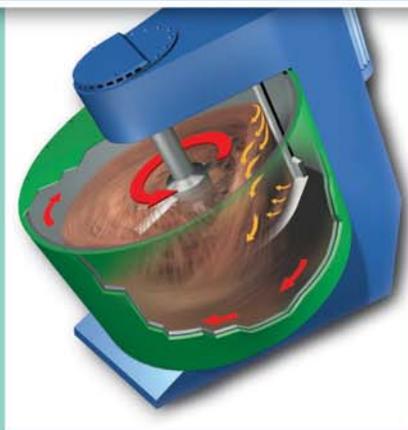
Дополнительно к протоколу замесов может быть оформлен протокол CaO для каждого замеса. В этом протоколе отражается общая доля CaO (%) во всех компонентах, ее содержащих, и их теоретическая конечная влажность.

Клиенты компании «Айрих» отмечают экономию обожженной извести по сравнению с другими смесительными системами при той же прочности, что достигается благодаря лучшему распределению. При производстве цветного кирпича значительно снижаются отходы вследствие брака поверхности (лучшее распределение).

Поэтому уже много десятилетий компания «Айрих» является компетентным партнером в силикатной промышленности. Благодаря своему опыту компания предлагает клиентам оптимально подходящее оборудование и приборы для экономичного и экологически чистого производства с высокой надежностью.



Смесительная техника для производства высококачественных строительных материалов



Бетон – Сухие смеси – Силикатный кирпич

С уникальной во всем мире системой смешивания

- Вы сможете переработать материал любой консистенции
- Вы сможете сократить количество брака
- Вы сможете воспроизводить качество на высочайшем уровне

- Вы получите широкие возможности быть достаточно гибкими в развитии новой продукции

Решайтесь, как это сделали многие другие, на приобретение новой системы для Вашего производства.

Так как Ваш конечный продукт никогда не будет лучше, чем смесь для его изготовления.

ООО «Айрих Машинентехник»
 ул. Уржумская, 4, строение 2
 129343 Москва, Российская Федерация
 Телефон: (495) 7716880, факс: (495) 7716879
 E-mail: info@eirich.ru, Internet: www.eirich.ru



EIRICH

Б.И. ПИСЬМАН, генеральный директор ЗАО «АГРОЭСКОРТ» (Санкт-Петербург)

Дозирующее оборудование ЗАО «АГРОЭСКОРТ» для производства строительных материалов

ЗАО «АГРОЭСКОРТ» в течение 20 лет занимается изготовлением оборудования, а также техническим перевооружением предприятий цементной, металлургической, химической ПСМ и других отраслей промышленности. Оборудование компании с успехом эксплуатируется более чем на 80 предприятиях России и стран ближнего зарубежья, в числе которых ОАО «Красносельскстройматериалы», ЗАО «Саратовский завод стройматериалов», ОАО «Гипс», ОАО «Стройматериалы» (Белгород), ОАО «Липецкий комбинат силикатных изделий», ЗАО «Новомосковский завод керамических материалов». В настоящее время в различных отраслях промышленности эксплуатируется более 1800 ленточных весовых дозаторов производства ЗАО «АГРОЭСКОРТ», в том числе более 500 на предприятиях стройиндустрии.

Предприятие выпускает ленточные весовые дозаторы непрерывного действия производительностью от 40 кг/ч до 630 т/ч, а также объемные шнековые и роторные питатели (дозаторы), шнековые транспортеры, шибберные задвижки, шнековые пробоотборники для отбора проб сыпучих мелко-дисперсных материалов. В зависимости от технологической схемы данное оборудование применимо как в комплексе, так и по отдельности при производстве строительных материалов.

Востребованность оборудования на предприятиях строительной индустрии объясняется высокими качественными показателями, надежностью в эксплуатации, стабильностью в работе, точностью дозирования.

Производство дозаторов является индивидуальным, каждый дозатор изготавливается по своему техническому заданию. Возможен выпуск более 6000 вариантов исполнения дозатора, отличающихся друг от друга тем или иным параметром, что позволяет подобрать оптимальное решение практически для любых производств. Кроме того, дозаторы могут работать как в непрерывном, так и в порционном режиме, например в смеситель. Надежность в эксплуатации достигается за счет применения в качестве основных комплектующих изделий ведущих производителей Германии, Дании, Италии. Постоянный контроль качества в течение всего производственного процесса заканчивается проведением поверочных испытаний и индивидуальной метрологической аттестацией каждого дозатора представителями Государственной метрологической службы. Все это обеспечивает высокую надежность и гарантирует соблюдение точностных характеристик производимого оборудования. При условии выполнения правил эксплуатации погрешность дозирования не превышает 0,5%.

Выпускаемые весовые дозаторы внесены в Госреестр как средство измерения не только в России, но и в Казахстане, Беларуси, Украине, Узбекистане, Киргизии, Азербайджане и Таджикистане, а также имеют разрешение на применение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Несмотря на востребованность дозаторов, компания не прекращает совершенствоваться как само производ-

ство, так и выпускаемое оборудование. Разработаны модификации дозаторов с разъемными стойками рамы, что позволяет менять транспортную ленту «вбок» без какого-либо демонтажа узлов самого дозатора. Для дозаторов с небольшой погонной нагрузкой разработан весоизмерительный узел прямого действия на два тензодатчика. Отсутствие кинематического рычага передачи усилия от весоизмерительного ролика на тензодатчик обеспечивает лучшие точностные показатели при малых нагрузках на ленте дозатора. Такие дозаторы могут использоваться для ввода небольших количеств материалов-добавок (от 40 кг/ч), например красящих пигментов при производстве силикатного кирпича.

Система управления ленточными весовыми дозаторами включает в себя три независимых уровня:

1. Управление индивидуальными дозаторами осуществляется от контроллеров Siemens Simatic S7-200 со специализированным программным обеспечением.
2. Управление группой дозаторов, работающих на один конечный агрегат, организовано на контроллере Simatic S7-300.
3. Система визуализации процесса управления дозаторами и архивации рабочих данных построена на основе SCADA системы WINCC FLEXIBLE производства компании Siemens.

Система управления ленточными весовыми дозаторами позволяет внедрить ее в любую, как существующую, так и вновь разрабатываемую АСУТП по стандартным протоколам PROFUBUS DP и Industrial Ethernet.

При разработке конструкции роторного питателя П-20 использованы технические решения, исключающие самопроизвольный проход материала через питатель и попадание пыли в выносные подшипниковые узлы ротора благодаря специальной сальниковой набивке на основе фторопласта (ВАТИ-101). Рабочие кромки лопастей ротора выполнены из сменных резиновых или полиуретановых пластин.

В настоящее время освоен выпуск задвижки шибберной ЗШ, предназначенной для перекрытия потоков сыпучих материалов. Задвижки выпускаются в трех исполнениях: с линейным электроприводом, с электрическим мотор-редуктором и с пневмоприводом. Отличительными особенностями задвижек по сравнению с другими аналогичными изделиями являются конструктивные решения, которые обеспечивают плавность хода, отсутствие заклинивания и пыления. При использовании задвижки с линейным электроприводом в качестве элемента АСУ верхнего уровня возможно дистанционное управление степенью «открытия/закрытия» и ее работа в качестве устройства дозирования.

Следует подчеркнуть, что уровень организации процессов дозирования в производстве строительных материалов является определяющим для повышения рентабельности и конкурентоспособности выпускаемой продукции и должен быть современным. Применение весодозирующего оборудования ЗАО «АГРОЭСКОРТ» в полной мере отвечает данной задаче.



ООО «Силикатстрой» (г. Дзержинск Нижегородской области)

Дзержинский силикатный завод был основан и введен в эксплуатацию 30 марта 1930 г. Мощность предприятия составляла тогда 40 млн шт. кирпича в год.

В 1957 г. проведена вторая реконструкция предприятия, позволившая довести объем производства до 80 млн шт. кирпича в год.

После открытия в 1975 г. второго цеха мощностью 60 млн шт. кирпича в год на заводе было выпущено 213 млн шт. кирпича.

В 2004 г. было поставлено оборудование двустороннего прессования фирмы Lasco и начат выпуск пустотных силикатных блоков для наружных стен, межкомнатных и межквартирных перегородок. На заводе также внедрена линия гидрофобизации силикатного кирпича.

В начале 2008 г. на предприятии запустили новый цех по производству изделий из стеклофибробетона (СФБ), оснащенный оборудованием английского концерна «POWER-SPRAYS». В настоящее время на заводе работает шесть прессов механического прессования и три гидравлических прессы (KSE-801, КСП-801-1). Весь производственный процесс компьютеризирован.

В ассортименте продукции предприятия более 30 наименований, куда входит силикатный кирпич различных марок, белый и цветной, колотый кирпич, силикатные блоки для наружных стен и межкомнатных (межквартирных) перегородок, сухие строительные смеси «Триэс», строительная известь и др.

ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов»

Казанский завод силикатных стеновых материалов вступил в строй в ноябре 1930 г. Проектная мощность завода составляла 30 млн шт. кирпича в год. В 1931 г. было выпущено 10 млн шт. кирпича.

Работы по модернизации производства особенно активно велись начиная с 1967 г.

В 1974 г. к заводу был присоединен вновь построенный в п. Ремплер Юдинский завод силикатных стеновых материалов.

В 1980 г. введен в эксплуатацию цех по производству посуды и декоративных изделий из свинцового хрусталя.

В ноябре 2002 г. начат выпуск цветного силикатного кирпича объемного окрашивания.

В 2003 г. освоено производство рустированного (колото) цветного кирпича. В том же году запущена в эксплуатацию технологическая линия по производству пенополистирола.

В 2005 г. введен в эксплуатацию цех по производству мелких стеновых блоков, а также межкомнатных и межквартирных перегородок из ячеистого бетона автоклавного твердения.

Основная продукция: силикатный кирпич, ячеистый бетон (газобетон), колотый, цветной кирпич, полнотелый и пустотелый керамический кирпич, керамический и трехпустотный камень и др.



ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов»

Завод начал свою деятельность 14 января 1955 г. В том году было произведено 46 млн шт. силикатного кирпича. Запуск второй очереди в 1959 г. позволил произвести 176 млн шт. кирпича.

В 1963 г. был построен и пущен в эксплуатацию цех по производству полужестких минераловатных плит мощностью 100 тыс. м³ в год.

В 1969 г. после очередного расширения завода его мощность достигла 360 млн шт. кирпича в год.

В 2003 г. выполнена реконструкция одного из кирпичных цехов с переводом на производство ячеисто-бетонных блоков по импортной технологии. Оборудование изготовлено Воронежским заводом тяжелых механических прессов. Мощность цеха 120 тыс. м³ блоков в год.

В 2008 г. введен в строй растворобетонный узел производительностью 60 м³/ч на итальянском оборудовании.

В 2009 г. сдана в эксплуатацию линия по производству песчано-цементных изделий (тротуарная плитка, бордюрный камень, блоки), оснащенная испанским оборудованием «Компакта-3000».

В настоящее время ведется переоснащение одного из цехов на выпуск газосиликатных блоков по импортной технологии мощностью до 800 м³ в сутки. Ввод в действие – июнь 2011 г.

В настоящее время комбинат выпускает: кирпич силикатный, в том числе окрашенный, колотый, рустированный; газосиликатные блоки; товарный бетон и раствор; фундаментные блоки; песчано-цементные изделия (тротуарная плитка, бордюрный камень, поребрик и др.).

Численность работающих на предприятии составляет 1100 человек.



ООО «Комбинат строительных материалов» (г. Набережные Челны, Республика Татарстан)

Решение о строительстве цеха силикатного кирпича в составе завода ячеистых бетонов было принято в 1968 г. 19 апреля 1970 г. завод выпустил первую партию кирпича – 7,9 млн шт.

В 1971 г. от завода ячеистых бетонов отошли цех нерудных материалов и цех обжига извести. Вместе с цехом силикатного кирпича они образовали завод силикатного кирпича.

На проектную мощность 100 млн шт. силикатного кирпича предприятие вышло в 1988 г.

В ноябре 1989 г. завод был переименован в Комбинат строительных материалов. В течение 10 лет предприятие работало в проектной и сверхпроектной мощности. В период 1976–1989 гг. происходила реконструкция комбината: становление механоэнергетической базы, создание горно-

нерудного комплекса, построение новой сырьевой базы, увеличение проектной мощности до 120 млн шт. силикатного кирпича.

С 2001 г. комбинат приступил к выпуску цветного кирпича.

С февраля 2002 г. на комбинате началась коренная реконструкция. Было приобретено и смонтировано импортное прессовое оборудование фирмы «ЛАЙС БУХЕР» и оборудование околочной линии фирмы «Боймер». Технические службы комбината за короткий срок сконструировали, изготовили и смонтировали линию приготовления цветной смеси. В июле были выпущены первые партии декоративного и рельефного кирпича.

Производственная мощность завода 120 млн шт. кирпича. Численность работающих на предприятии составляет 390 человек.

За 40 лет комбинат изготовил более 3 млрд шт. кирпича

Редакция журнала «Строительные материалы»® поздравляет юбиляров и желает дальнейшего развития предприятий и успехов трудовым коллективам!

УДК 666.965.2

М. КЛАРЕ, дипломированный инженер, А.К. ИВАНОВ, инженер, Л. НИВЕРТ,
Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH (Германия)

Производство силикатного кирпича и фигурных элементов. Качественное оборудование под заказ



Пресс HDP 800 Jumbo при производстве силикатных изделий размерами 250×250×248 мм



Загрузка запорочных тележек автоматом-укладчиком осуществляется автоматически в соответствии с заданными параметрами системы управления пресса. Основным критерием является оптимальное использование автоклавов. Захватные пластины приспособлены для работы с различными видами продукции от мелкоштучных изделий до крупноформатных элементов

Фирма «Маза-Хенке Maschinenfabrik GmbH», чей бренд «Маза-Дорстенер» широко известен во всем мире, зарекомендовала себя как надежный партнер на рынке производства силикатных изделий. Качество оборудования гарантируется многолетним опытом работы в этой сфере.

Компания осуществляет разработку и проектирование технологических линий, изготовление и монтаж оборудования, обучение обслуживающего персонала, а также техническое сопровождение оборудования в процессе эксплуатации. При реализации проекта во главу угла всегда ставится рентабельность производства и качество производимых силикатных изделий.

Внедрение новых компонентов оборудования и развитие существующих технологий для производства изделий на качественно новом уровне осуществляется в тесном контакте с клиентами компании.

Технология прессования

Придание формы силикатным изделиям в прессе осуществляется за счет уплотнения силикатной массы до необходимого размера при помощи двух штампов, осуществляющих давление с заданным усилием. Для результатов прессования важны степень уплотняемости силикатной массы, процесс набора давления и величина конечной силы прессования. При использовании мелкозернистого сырьевого материала дополнительную роль может играть также время удержания заданного давления.

Производственная программа «Маза» располагает широким спектром электро-управляемых гидравлических прессов HDP с равномерным двусторонним или односторонним уплотнением по всей высоте изделия.

Прессы HDP могут быть настроены в точном соответствии с имеющимися в наличии сырьевыми материалами. Благодаря легкой настройке параметров пресса до оптимального значения возможно производство изделий высочайшего качества.

Широкая производственная программа «Маза-Дорстенер» – HDP 600 U, HDP 800 U, HDP – 800, 1200 Jumbo способна удовлетворить любые требования и позволяет изготавливать как изделия минимальных размеров, так и крупноформатные элементы (до 1000×650×365 мм).

Все прессы могут оснащаться разнообразными свободно программируемыми автоматами-укладчиками, с помощью которых осуществляется загрузка запорочных тележек.

На установках «Маза» при производстве стеновых элементов высокой геометрической точности возможно использование альтернативных сырьевых материалов, таких как зола-уноса.

Опыт и ноу-хау компании «Маза»

Отличительными признаками прессов «Маза» являются:

- современная электрогидравлическая система прессования, позволяющая производить продукцию всех форматов длиной до 1000 мм с максимальной экономической эффективностью;
- одностороннее или двустороннее уплотнение, позволяющее в процессе формирования добиться равномерной плотности изделий по всей высоте;
- контроль качества изделий благодаря корректировке параметров прессования за счет устройства измерения высоты;
- возможность формирования специфических поверхностей – фасок и выемок под захваты, пазогребневых соединений, создания технологических каналов или пустот.

Изготовление фигурных силикатных элементов

Возросший в последние годы спрос на крупноформатные изделия длиной 1000 мм и высотой 650 мм заставляет заводы включать в свою производственную программу так называемые фигурные (доборные) элементы. Таким образом на стройплощадку поступает полный набор изделий в точном соответствии с ар-



Управление прессом осуществляется посредством многофункциональной панели, на которой наглядно отображаются все важные параметры процесса изготовления изделий. Смена вида изделий может быть осуществлена в короткие сроки посредством вызова из памяти предварительно сохраненных параметров, относящихся к определенному типу продукции. Путем несложной операции можно переключить систему визуализации на язык страны эксплуатации, например на русский



Пресс DORSA 2000 с двумя линиями резки для производства фигурных элементов. После прессования автоматическое приемное устройство снимает силикатный элемент и переставляет его на транспортер подачи к линии резки, чтобы на выходе получить желаемую конфигурацию элемента. В зависимости от производительности установки пресс DORSA 2000 может быть оснащен одной или двумя линиями резки



Автомат-компоновщик после линий резки устанавливает фигурные элементы на запарочную тележку. Посредством сегментно-управляемой вакуумной пластины грейфера возможна аккуратная компоновка изделий различных видов на запарочной тележке

хитектурными задачами строящегося здания, что снижает как трудозатраты, так и время строительства объектов.

В рамках комплектной программы по производству силикатных изделий, фирма «Маза» предлагает установки и машины для изготовления фигурных элементов и панелей. Возможно производство практически всех видов фигурных элементов, например с угловыми стыками, наклонными срезами и пазами.

Для производства фигурных элементов компания предлагает две различные технологии. Это классические линии резки, предназначенные для обработки крупноформатных изделий после автоклавирования, и технологические линии Dorsa 2000, созданные для формирования желаемых элементов сразу после прессования.

Пресс DORSA 2000

Пресс DORSA 2000 (специальный пресс с линиями резки и автоматами-компоновщиками) является основой производства фигурных силикатных элементов, которое может работать параллельно производству стандартных силикатных изделий на обычных прессах. Запарочные тележки, транспортные группы и автоклавы могут использоваться одновременно в обеих производственных системах.

Фигурные элементы при сравнимых производственных затратах создаются без отходов и обрезков, подвергаются резке до автоклавирования и автоматически штабелируются на запарочные тележки.

Линии резки

Линии резки силикатных изделий марки «Маза» отвечают высочайшим качественным требованиям в области автоматизации, минимизирования отходов, экологической эффективности.

Резательные установки позволяют осуществлять все типы реза и компоновки фигурных элементов: торцевой, по высоте, фронтальный и под углом. Благодаря внедрению системы накопительных столов и наличию установок последующей резки количество отходов производства сокращается до минимума.

Через входной интерфейс осуществляется ввод планов стен с размерами отдельных фигурных элементов в систему управления линии резки.

Подготовка сырьевых материалов. Смесительные установки

Качество готовых силикатных изделий зависит, помимо процесса уплотнения в прессе, и от складирования, дозирования и смешивания применяемых сырьевых материалов.

Количественный состав силикатной смеси зависит в первую очередь от желаемой прочности изделий и от имеющихся в наличии сырьевых материалов. Целью при составлении рецепта является количественный подбор содержания CaO, удовлетворяющий экономической рентабельности и одновременно гарантирующий достижения требуемой прочности конечного продукта.

Важными параметрами, определяющими рецептуру смеси, являются:

- свойства песка (фракционный состав, влажность);
- свойства извести (содержание CaO, время гашения);



Линия резки оснащена регулируемыми независимо друг от друга пилами. Таким образом, из одного элемента можно производить несколько изделий



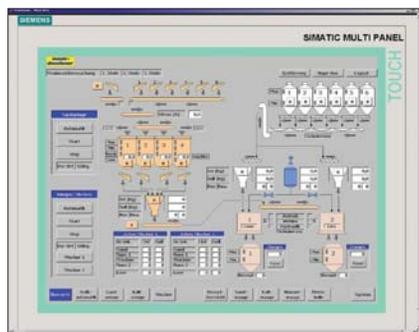
На линии последующей резки возможно производить наклонные резы. Автоматическое устройство съема изделий оснащено вакуумной пластиной, позволяющей поднимать изделия различного формата. Продукция затем упаковывается на деревянных поддонах в соответствии с планируемым способом транспортировки



На станции просеивания происходит отделение крупной фракции, непригодной для производства. Далее песок при помощи транспортеров подается на промежуточное складирование над смесительной установкой



В смесителе интенсивного действия сырьевые материалы перерабатываются до состояния однородной массы. После завершения процесса перемешивания масса поступает в реакторы, расположенные над прессами, где происходит реакция гашения извести



Панель управления и визуализации процесса современной смесительной установки

- стабильность свежесформованных изделий;
 - тип продукции (полнотелый или пустотелый блок, облицовочный камень, крупноформатный элемент).
- Различные типы песка и извести складированы строго по сортам. В зависимости от рецептуры песок, известь и, возможно, добавки перемешиваются в смесителе интенсивного действия. В зависимости от естественной влажности песка добавляется вода. Перед подачей в смеситель все составляющие взвешиваются в точном соответствии с рецептом.

Подготовка силикатной смеси – это сложный процесс, который должен учитываться уже при проектировании смесительной установки. В процессе смешивания следует различать две основные задачи:

- распределение сырьевых материалов для достижения гомогенности силикатной массы;
- истирание существующих или образовавшихся в ходе перемешивания комков глины, мелкофракционного песка или извести и их равномерного распределения в смеси.

Высокая степень однородности смеси имеет большое значение для качества конечного силикатного продукта.

Опыт, накопленный компанией «Маза» на протяжении десятилетий в проектировании смесительных установок для силикатного производства, особенно в части управления и визуализации процессов дозировки и смешивания, гарантирует нашим партнерам технологически оптимизированное оборудование, обеспечивающее бесспорно наилучшее и постоянное качество производимых силикатных изделий.

Модульная структура программного обеспечения для различных приводов, весов, расчета рецептов, а также для поиска заказа и администрирования позволяет подстраиваться под специфические требования к сырью и комплектации установки и формирует базовую основу управления смесительной установкой.

Технология производственных процессов и программное обеспечение смесительных установок «Маза» гарантируют:

- постоянное высокое качество смеси, в том числе при колебании влажности песка;
- высокую точность дозирования;
- возможность выбора последовательности дозирования всех компонентов;
- автоматическую координацию подачи песка и загрузки реакторов;
- взаимодействие с весовыми ячейками;
- графическую картинку для обслуживания и наблюдения с наглядной структурой визуализации;
- удобство управления установкой в любой ситуации за счет расширенных эксплуатационных режимов;
- программу редактирования рецептов для определения рецепта параллельно с производством;
- открытую систему протоколирования, совместимую с программным обеспечением заказчика;
- возможность подключения к системам экономической статистики заказчика.

Системы внутреннего транспорта на силикатном заводе

Транспортная система – один из важных компонентов завода по производству силикатных изделий. Бережное перемещение свежесформованных или готовых изделий к различным производственным постам осуществляется при помощи запарочных тележек на рельсовом ходу.

Транспортировка запарочных тележек на силикатном заводе осуществляется посредством полностью автоматических трансбордеров, фиксаторов, канатных тяг и тактовых шиберов. Пустые тележки подаются к прессам, загружаются свежесформованными изделиями и транспортируются в автоклавы. После процесса запаривания изделия перемещаются в зону упаковки и/или на пути разгрузки.

Все процессы управляются автоматически. Ход и состояние производства постоянно контролируются и могут отражаться на мониторе (визуализация процесса). Все загрузки, производственные циклы и расходные данные могут быть запроотоколированы.

Линия упаковки

Фирма «Маза» проектирует и производит комплектные установки для упаковки силикатных изделий. В соответствии с заданной программой изделия снимаются с запарочных тележек и формируются в пакеты, как на поддоне, так и без него.

Дальнейшая упаковка продукции зависит от индивидуальных потребностей каждого клиента. Осуществляются вертикальная и горизонтальная обвязка изделий пластиковой лентой, покрытие пленочным колпаком. Также возможна упаковка в стретч или термоусадочную пленку.



Для получения однородной силикатной массы наряду со смесителем интенсивного действия особенно важно наличие второй смесительной установки после реактора. В данной установке последующего смешивания происходит окончательное увлажнение силикатной массы непосредственно перед подачей в пресс, а также завершается процесс гашения извести. Установка последующего смешивания состоит из устройства разгрузки реактора с целевой подачей материала в двухвальную смеситель



Трансбордер в зоне автоклавов емкостью до восьми запарочных тележек применяется для загрузки и разгрузки автоклавов. При данной концепции возможно использование тупиковых автоклавов, благодаря чему внутренний транспорт осуществляется в пределах одного цеха. Это особенно важно при зимнем производстве в холодных регионах страны

«Маза» – проекты в России и странах СНГ

Уже в 1991 г. в рамках обширной модернизации завода в Саратове были установлены четыре прессы типа HDP 800. До сих пор они успешно производят мелко- и среднеформатные силикатные изделия высочайшего качества.

В дальнейшем была осуществлена реконструкция предприятий в Литве (Вильнюс, Матуйзос, Купишкис, Гаргждай), в Белоруссии (Могилев), на Украине (Сумы) и в России (Пенза и Тамбов).

В России (Тюменская область) и в Республике Беларусь (г. Малорита) в настоящее время ведется строительство двух самых современных на территории этих стран заводов по производству силикатных изделий. Концепция установки из двух прессов позволит производить изделия мелкого и среднего форматов. А уже изначально заложенное в проекты расширение заводов прессом типа HDP 1200 Jumbo позволит выпускать крупногабаритные элементы, отвечающие технологиям будущего в сфере силикатного производства.

«Маза» – международные проекты

Гидравлические прессы системы «Маза» эксплуатируются в производстве силикатных изделий по всему миру. Наряду с традиционными рынками сбыта силикатной продукции, такими как Нидерланды, Бельгия и Германия, данное оборудование и в ряде других стран приобретает все большее значение при производстве высококачественных силикатных изделий.

По всему миру было введено в эксплуатацию более 370 прессов серии HDP 800 и 1200, из них 22 прессы формата Jumbo для модели HDP 800 и 72 – для HDP 1200.



Под грейфером разгрузки происходит автоматическое позиционирование запарочной тележки



За пределами цеха пакеты изделий транспортируются к месту складирования при помощи вилочного погрузчика. Изделия сортируются по форматам и распределяются по соответствующим зонам для хранения до погрузки

masa
Milestone to your success.

Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH

Osterkamp 2 32457 Porta Westfalica Deutschland

Тел.: +49 (5731) 680-0 Факс: +49 (5731) 680-183

info@masa-henke.com www.masa-henke.com

Маза-Москва

Средний Тишинский пер., 28, офис 220
123557, Москва, Россия

Тел.: +7 (495) 232-51-27 Факс: +7 (495) 232-51-28

info@masa.ru www.masa-ag.com

Вы ищете наилучшее решение.

masa

Установки и оборудование для производства газобетонных и силикатных изделий



Установки для производства декоративных плит мощения



Установки для производства мелкокоразмерных бетонных элементов



Окончательный монтаж

Фирма Маза обладает комплексным Ноу-Хау в сфере высокопроизводительных технологий для выпуска мелкокоразмерных элементов и плит из легкого и тяжелого бетона, а также силикатных изделий и автоклавного газобетона, отличающихся превосходным качеством.

Таким образом производственная программа компании – установки, машины и отдельные компоненты – охватывает все значимые подотрасли промышленности строительных материалов.

masa
Milestone to your success.

Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH
Osterkamp 2 · D-32457 Porta-Westfalica, Germany
Tel. +49 5731.680-0 · Fax +49 5731.680-183
info@masa-henke.com · www.masa-ag.com

26–28 ОКТЯБРЯ 2010 г., Москва, «Экспоцентр»

МЕЖДУНАРОДНАЯ НЕДЕЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ



ЦЕНТРАЛЬНОЕ СОБЫТИЕ

EXPO Mix

11-я Международная специализированная выставка
«СУХИЕ СМЕСИ, БЕТОНЫ И РАСТВОРЫ»

Mix BUILD

12-я Международная научно-техническая конференция
**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ СМЕСЕЙ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

Dry SHOW

Международная специализированная
презент-конференция
«СУХОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»



Международный семинар-конкурс молодых
ученых и аспирантов, работающих в области
вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей

www.dry-mix.ru

Тел./факсы в Санкт-Петербурге: (812) 335-09-92, 335-09-91, 380-65-72, 703-71-85

Тел./факс в Москве: (495) 580-54-36

e-mail: info@dry-mix.ru



МИНИСТЕРСТВО
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
Российской Федерации



SALIT inform

Строительная
группа газет

Стройка
группа газет

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ

БЕТОН.RU

И.А. ГАЛЕЕВ, генеральный директор ООО «ИНВЕСТ-ТЕХНОЛОГИЯ» (Челябинск)

Гидравлические прессы VIKING SG-710 для изготовления силикатного кирпича и блоков

Инженерами компании ИНВЕСТ-ТЕХНОЛОГИЯ за последние 20 лет накоплен большой опыт в проектировании, изготовлении и эксплуатации оборудования для производства силикатного кирпича. В том числе компания специализировалась на проектировании и обслуживании гидравлических прессов для силикатного кирпича.

В 2008 г. компания приступила к самостоятельному изготовлению гидравлических прессов. В результате была разработана серия прессов VIKING усилием прессования 710–1180 т как одностороннего прессования, так и двухстороннего прессования.

Первый пресс одностороннего прессования VIKING SG-710 запущен в эксплуатацию в Республике Татарстан на ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов».

Помимо стандартных преимуществ, которыми обладают все без исключения гидравлические прессы по сравнению с механическими, гидравлические прессы VIKING обладают уникальными характеристиками, которые выделяют их среди других гидравлических прессов для производства силикатного кирпича, представленных сейчас на рынке. Такие характеристики стали возможны благодаря новой и оригинальной конструкции гидравлических прессов серии VIKING и применению многочисленных ноу-хау и передовых технических решений.

При разработке гидравлических прессов VIKING в первую очередь обращалось внимание на аспекты, которые влияют на качество производимой продукции, надежность и долговечность оборудования, минимизацию и упрощение процедур по обслуживанию прессов, а также на уменьшение затрат на обслуживание и текущий ремонт.

Технические решения, оказывающие влияние на качество производимой продукции

Гидравлические прессы серии VIKING оборудованы передовой системой **заполнения пресс-форм**, которая имеет ряд особенностей.

Быстроходная мешалка рамочного типа обладает мощностью **18 кВт** и скоростью вращения 5 об/с, что в три раза превышает характеристики самых лучших образцов, существующих сейчас на рынке гидравлических прессов для производства силикатного кирпича.

Внутренняя поверхность загрузочной каретки, которая подает силикатную массу в пресс-форму, может быть изнутри **футерована тефлоновыми плитами (устанавливается как опция)**, что значительно уменьшает эффект застывания и налипания силикатной массы внутри каретки.

По всему периметру загрузочной каретки гидравлического пресса серии VIKING с равным шагом установлены **12 электровибраторов**, которые **передают вибрацию по всему периметру каретки**, что обеспечивает равномерное заполнение пресс-форм силикатной массой.

Подача массы к загрузочной каретке в прессах VIKING осуществляется специальным ленточным питателем таким образом, что в каждом цикле прессования в загрузочную каретку и соответственно в пресс-форму поступает одинаковое количество массы. Для этого после каждого цикла прессования питатель пода-

ет в каретку такое количество массы, которое было израсходовано в предыдущем цикле прессования. При традиционной схеме подачи массы через бункер и горловину в станине пресса количество массы, загружаемой в пресс-форму, зависит от уровня массы в бункере, что приводит к неравномерной загрузке пресс-формы и соответственно к неравномерности давления прессования от цикла к циклу.

Перечисленные особенности обеспечивают **наиболее оптимальное качество заполнения многогнездных пресс-форм** в гидравлических прессах серии VIKING, что является одним из главных условий для получения высококачественной продукции со стабильными характеристиками.

Все устройства для захвата кирпича на гидравлических прессах серии VIKING выполнены по принципу один кирпич — один захват с отдельным пневмоприводом. Это означает, что устройством **захватывается всегда один силикатный кирпич**, а не группа, что позволяет максимально бережно перемещать изделия и не травмировать их.

Все манипуляции с силикатным кирпичом (сдвиги рядов, устранение зазоров между кирпичами и др.) на гидравлических прессах серии VIKING производятся только в положении, когда кирпич удерживается захватами и находится в воздухе, **т. е. исключаются манипуляции в положении, когда силикатный кирпич находится на пуансоне или транспортёре**, так как такие манипуляции могут травмировать силикатный кирпич.

Технические решения, оказывающие влияние на надежность и долговечность оборудования, минимизацию и упрощение процедур по обслуживанию

Благодаря использованию передовых технических решений при разработке гидравлической системы в прессах серии VIKING **полностью исключены проблемы с перегревом масла**, даже в режиме максимальной производительности и при максимальном давлении прессования. Для обеспечения охлаждения используется один небольшой воздушный теплообменник, который обеспечивает рабочую температуру гидравлического масла в пределах 40–45°C. В этом случае **не требуется технического воды для охлаждения прессы**.

Гидравлические приводы мешалок загрузочной каретки установлены на одной оси с мешалками и передают на них крутящий момент без цепных или шестереночных передач. Это значительно упрощает конструкцию и увеличивает их надежность.

Прессы VIKING работают очень мягко и быстро. При работе отсутствуют гидравлические удары и посторонние шумы. Это благоприятно сказывается на долговечности и надежности работы гидроаппаратуры.

Рабочие поверхности загрузочной каретки и стола каретки на 80% футерованы стойкой к абразивному износу резиной, которая позволяет исключить налипание на нее силикатной массы и снижает износ скребков и уплотнений.

За счет очень большой ширины — 1700 мм пресса серии VIKING, обеспечен удобный и легкий доступ ко всем рабочим узлам и механизмам. Например, для полной раз-

борки механизма мешалки требуется около 20 мин; для замены любого из опорных роликов каретки требуется около 20 мин; для полного демонтажа и выноса прессующей оснастки из пресса требуется около 10 мин и др.

При эксплуатации гидравлических прессов для производства силикатного кирпича периодически требуется полностью опорожнять и очищать от налипшей силикатной массы загрузочную каретку. В прессах VIKING эта операция выполняется в течение 5 мин за счет перемещения каретки на 900 мм назад от исходного положения. Все другие гидравлические прессы, представленные в настоящее время на рынке, не имеют такой возможности, а каретка перемещается только вперед — в положение загрузки смеси в пресс-форму. В заднем положении каретка на гидравлическом прессе VIKING легко очищается от силикатной массы, поскольку обеспечивается очень легкий доступ, а остатки силикатной массы выгружаются на шнековый транспортер.

Все гидравлические насосы оборудованы дополнительными защитными фильтрами (металлическая сетка 60 мкм) на всасывающих магистралях. Данные фильтры не требуют замены. Их достаточно промывать в керосине одновременно с заменой масла или с периодической очисткой гидробака. Но данные фильтры надежно защищают насосы от выхода из строя вследствие случайного попадания в них механических включений. Известно, что во время эксплуатации в масло могут попадать нежелательные механические включения (при заливке масла и др.).

Технические решения, оказывающие влияние на уменьшение затрат на обслуживание прессов и текущий ремонт

Благодаря использованию передовых технических решений в гидравлической системе прессов серии VIKING получен ряд положительных аспектов:

- **значительно уменьшены удельные затраты электроэнергии** в пересчете на выпуск 1 тыс. шт. условного кирпича;
- **увеличен срок службы гидравлического масла** приблизительно в 1,5 раза по сравнению с традиционными прессами;
- **увеличен срок службы резиновых уплотнений**, так как они работают при температуре не более 45°C; обычные прессы работают в условиях температуры масла 50–60°C, что ведет к ускоренному старению (рассыханию) резиновых уплотнений и их износу;
- **рабочая температура гидравлического масла** приблизительно на 10°C ниже, чем на прессах с традиционной гидравлической схемой, поскольку в гидравлических прессах VIKING используется масло с меньшей вязкостью ISO VG32 вместо ISO VG46, и благодаря этому после длительной остановки гидравлического пресса не требуется производить предварительный подогрев масла до рабочей температуры. Пресс настроен таким образом, что в первые минуты работы на холодном масле его производительность составляет 90% от максимальной. Благодаря использованию масла с низкой вязкостью (ISO VG32) удалось добиться полного отсутствия гидравлических ударов даже при температуре масла 10–15°C. После прогрева масла до 30°C пресс автоматически переходит на работу с максимальной производительностью. Такое техническое решение позволяет дополнительно экономить электроэнергию, так как расход электроэнергии на предварительный подогрев масла является непроизводительной статьей затрат.

Ролики каретки выполнены плоскими, а не призматическими. Данное техническое решение в гидравлических прессах серии VIKING позволяет работать роликам в условиях трения качения, а не трения скольжения, что имеет место при работе призматических роликов. Это

исключает повышенный износ роликов и рельсов и соответственно увеличивает срок их службы в несколько раз.

Другие отличительные особенности прессов VIKING SG-710

Автомат-укладчик позволяет производить укладку изделий на вагонетку без больших уступов, что обеспечивает **максимально возможное заполнение вагонеток**. Это достигается за счет того, что алгоритм укладки изделий позволяет плавно уменьшать количество изделий в каждом слое. Например, если на нижние слои укладывается 14 изделий, то на последующие слои может быть уложено 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6 или 5 в соответствии с пожеланием заказчика.

Пресс обладает очень **низкими значениями шума** даже при работе на максимальной производительности.

Гидравлическая система прессов VIKING оборудована **замкнутой системой движения воздуха**. В традиционной гидравлической системе лишний воздух каждый цикл удаляется, а затем обратно всасывается через воздушные фильтры (сапуны). При этом воздушные фильтры требуется периодически менять. В случае пореднения воздушного фильтра существует риск засорения гидравлической системы. В случае засорения фильтра возможно повреждение гидравлического бака. Фильтр, даже с самой тонкой фильтрацией, не может обеспечить полной очистки воздуха от мельчайшей пыли, следовательно, мельчайшие частицы неизбежно попадают в гидравлическое масло, что негативно сказывается на сроке службы гидравлической аппаратуры. Гидравлическое масло, хоть и в незначительных количествах, имеет свойство испаряться, поэтому происходит дополнительный расход на испарение.

В гидравлической системе прессов VIKING воздух перемещается в замкнутом пространстве (внутри системы), поэтому гидравлическое масло не засоряется и не испаряется. При этом отсутствуют воздушные фильтры и уменьшаются затраты на техобслуживание. Масло остается чистым, что благоприятно сказывается на сроке службы гидроаппаратуры.

В прессах VIKING использованы только самые высококачественные компоненты, изготовленные в Германии, Японии, Англии, Швеции и Финляндии. Поставка компонентов (запчастей) осуществляется через официальные представительства фирм-изготовителей или официальных дилеров в Москве и Санкт-Петербурге.

Ползун главного цилиндра оборудован направляющими длиной 900 мм — это в 2–3 раза больше, чем на обычных прессах, что снижает нагрузку на направляющие и манжеты главного цилиндра и соответственно увеличивает срок их службы.

Главный цилиндр и цилиндры быстрого хода оборудованы дренажной системой для предотвращения утечек гидравлического масла.

Известно, что через манжеты большого диаметра, работающие под большим давлением, возможны незначительные утечки масла, особенно если манжеты имеют износ. Поэтому в прессах VIKING предусмотрена дренажная система, подключенная к полостям между манжетами и грязесъемниками цилиндров. В случае, если будет утечка масла через манжеты, масло будет собираться в общий коллектор, очищаться в специальном фильтре с толщиной фильтрации 3 мкм и поступать в гидравлический бак гидросистемы. Таким образом, исключаются потери масла.

Значительная часть наиболее востребованных запасных частей находится на складе ООО «ИНВЕСТ-ТЕХНОЛОГИЯ» в Челябинске, что позволяет поставить их заказчику в кратчайшие сроки.

Учитывая, что в прессах VIKING используются только самые высококачественные компоненты, компания предоставляет гарантию на 3 года.

Влияние условий тепловлажностной обработки на качество цветного силикатного кирпича

Автоклавная обработка является основным процессом, превращающим механическую смесь разнородных компонентов в химические соединения, связывающие зерна песка в монолит. Под режимом тепловой обработки понимают давление и длительность всех стадий автоклавной обработки. Продолжительность автоклавной обработки определяют исходя из трех основных условий – прогрева изделий по всему объему, который диктуется необходимостью образования достаточно однородной структуры в любом микрообъеме, полноты протекания химических реакций образования гидросиликатов кальция, более или менее равномерном и экономичном расходе пара. При более интенсивной автоклавной обработке (длительный режим и более высокое давление пара) процессы твердения известково-песчаных смесей протекают быстрее с образованием большого количества гидросиликатов [1].

Развитие технологии цветного силикатного кирпича столкнулось с рядом вопросов, на которые при производстве обычного силикатного кирпича никогда не обращали внимания. После тепловой обработки обнаруживается ослабление цвета, выступающий белый налет на поверхности, черные окружности вокруг органических примесей, изменение внутреннего цвета изделия, исчезновение цвета, белесость поверхности.

Введение в состав шихты красящих пигментов для получения автоклавных силикатных материалов требует более глубокого изучения оптимальных условий тепловлажностной обработки. В технической литературе встречается мнение, что цветной кирпич необходимо запаривать при более низкой температуре и давлении, увеличение изотермической выдержки при автоклавной обработке приводит к заметному ослаблению окрашенных образцов, рекомендуемая тепловая обработка для цветного кирпича должна проводиться при температуре, не превышающей 170°C (0,7 МПа) (табл. 1).

Надо отметить, что последнее время технология производства цветного силикатного кирпича ушла вперед. Расширился рынок пигментов, улучшилось их качество. Сейчас при выборе пигментов предъявляют требования:

к щелочустойчивости, светостойчивости, температуростойкости не ниже 200°C (не должны менять окраску после ТВО). Они не должны содержать примесей, вредно влияющих на процесс ТВО, обладать высокой красящей способностью, и иметь документ о качестве. Железоокисные пигменты одной и той же марки разных производителей отличаются по насыпной плотности и удельной поверхности. Например, железоокисные пигменты, произведенные в Китае, – желтый 313 имеют меньшую насыпную плотность, чем желтый, произведенный в Ярославле, поэтому при одной и той же массе занимают больший объем и дают лучший красящий эффект.

Коричневые красители ТК и СК имеют большую массу и низкую удельную поверхность. Одни пигменты повышают прочность (желтые, красные, зеленые), для других (коричневых) нужно корректировать режим ТВО или состав смеси.

Технологи уже знают, что оптимальная формовочная влажность цветной смеси не должна превышать 4–5%, количество известки должно обеспечить получение оптимальной сырцової прочности, определяющей внешний вид продукции и ее сохранность при транспортировке.

Цветной кирпич после формования в течение 30 мин должен быть помещен в автоклав, а в формовочном цехе должна поддерживаться влажность и не допускаться сквозняки и др. Известно, что цветной силикатный кирпич можно получить при запаривании при обычном режиме под давлением 0,8 МПа, а также при повышенном давлении, равном 1,2 МПа с изотермической выдержкой и без нее, то есть по пиковому режиму. Целесообразность применения того или иного режима определяли путем сравнения цвета и прочности полученных образцов [2, 3].

Обработка насыщенным паром под высоким давлением увеличивает скорость синтеза гидросиликатов кальция, что позволяет сократить режим автоклавной обработки. Автоклавная обработка цветного силикатного кирпича по пиковому режиму приводит к снижению прочности (от 15 до 37%), а интенсивность окраски кирпича, полученного таким тепловым



Рис. 1



Рис. 2

Таблица 1

Параметры насыщенного пара

Избыточное давление, МПа	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1
Температура, °С	164,1	169,6	174,5	179	183

Таблица 2

Прочность цветного силикатного кирпича в зависимости от режима автоклавной обработки

Пигмент	Давление, атм	Температура, °С	Режим, ч	Цикл, ч	Предел прочности при сжатии, МПа
Сурик железный	8	174	2+6+2	10	13
	12	190	2+6+2	10	25
	12	190	4+0+4	8	10,6
Охра	8	174	2+6+2	10	12,5
	12	190	2+6+2	10	20
	12	190	4+0+4	8	8,1
Руда марганцевая	8	174	2+6+2	10	17,5
	12	190	2+6+2	10	25
	12	190	4+0+4	8	14
Огарки пиритные	8	174	2+6+2	10	25
	12	190	2+6+2	10	30
	12	190	4+0+4	8	16

режимом, не отличается от кирпича при обычном режиме ТВО [2, 3].

Прочность силикатного кирпича обеспечивается химическим синтезом новообразований при автоклавной обработке. Прежде всего $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в среде насыщенного пара при повышенной температуре вступает в химическое взаимодействие с кремнеземом, образуя гидросиликаты кальция. Известно, что с повышением температуры растворимость кварца возрастает с 0,006 г/л при 25°С до 0,07 г/л при 160°С и 0,24 г/л при 200°С, а в щелочной среде увеличивается вдвое [5]. Растворимость $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с повышением температуры снижается [6], так как процесс $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ обратимый (табл. 3) [7].

В начале автоклавной обработки образуется высокоосновный C_2SH_2 . Соединение такого вида существует до тех пор, пока раствор насыщен известью. После ее связывания в гидросиликаты концентрация кремнезема в жидкой фазе растет в результате растворения SiO_2 и образуется низкоосновный гидросиликат кальция. Низкоосновные гидросиликаты кальция обладают достаточной прочностью и долговечностью. Пигменты, вводимые в состав формовочной смеси для окрашивания, являются молотой добавкой. Системы SiO_2 – пигмент обладают реакционной способностью по отношению к кремнезему, так же как известь.

Результаты испытаний (табл. 2, 4) позволили сделать вывод, что для получения цветного силикатного кирпича повышенной прочности и более устойчивой окраски целесообразно применять режимы с повышенным давлением пара. Длительность автоклавной обработки сверх оптимальной вызывает увеличение размеров кристаллов, которое приводит к снижению прочности камня [4].

Различный химический состав пигментов оказывает свое влияние на прочность. Минеральные пигменты представляют собой сложные соединения, в состав которых кроме красящих хромофоров Fe, Cr, Ni, Mn и др. входят различные примеси. Введение пигментов в состав известково-кремнеземистых формовочных смесей оказывает влияние не только на изменение структуры материала, но и на процессы автоклавного тверде-

ния цветных смесей. Оксиды и гидроксиды железа, марганца и хрома, особенно в случае их высокой дисперсности, связывают $\text{Ca}(\text{OH})_2$, в результате чего возникают продукты автоклавных реакций, определяемые предвзвешенно как гидроферриты, гидроманганаты и гидрохроматы кальция. Образование гидроферритов, гидроманганатов, гидрохроматов кальция в определенных условиях либо не оказывает заметного влияния на изменение прочности, либо повышает прочностные свойства до 20%. Гидратация гематита и образование гидроферритов кальция возможны в зонах, обогащенных известью. В этих зонах в течение длительного времени сохраняется высокая щелочность жидкой фазы. Глинистые минералы, входящие в состав пигментов, повышают водопотребность известково-песчаных смесей, улучшают качество смеси, но снижают прочность на 20–30%.

В изделиях на охре за счет присутствия в пигменте каолинита возникают гидрогранаты, содержащие 1–1,2 моль SiO_2 , что приводит к снижению прочности. Охра отрицательно влияет на процесс автоклавного твердения. Причинами являются особенности состава и свойства этого пигмента, состоящего в значительной части из глинистого минерала каолинита, и ухудшение фазового состава цементирующего вещества за счет кристаллизации гидрогранатов взамен цементирующих гидросиликатов кальция.

Прочность цветных изделий, изготовленных с применением окиси хрома, выше прочности изделий без красящего пигмента, что объясняется интенсивным образованием гидросиликатов кальция группы CSH(B). В небольшом количестве возникают также гидрохромыты кальция. Изделия с добавкой пиритных огарков имеют наиболее высокую прочность, что обусловлено отсутствием глиноземсодержащих фаз в исходном пигменте, благодаря чему при химическом синтезе в конгломерате не возникают гидрогранаты, а также присутствием в составе пигмента сульфатов, положительно влияющих на процесс автоклавного твердения.

Таблица 3

Растворимость $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в воде

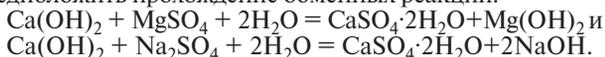
Температура, °С	20	40	50	80	100	180	200
Растворимость, г/л	0,16	0,137	0,114	0,092	0,072	0,035	0,012

Таблица 4

Прочность цветного силикатного кирпича в зависимости от типа пигмента

Вид пигмента	Давление, атм	Температура, °С	Режим, ч	Цикл, ч	Предел прочности при сжатии, МПа
Желтый железно-окисный	7	169	2+6+2	10	15,4
	8	174	2+6+2	10	17
	9	179	2+6+2	10	20
Красный железно-окисный	7	169	2+6+2	10	15
	8	174	2+6+2	10	17
	9	179	2+6+2	10	20
Хромокись	7	169	2+6+2	10	16
	8	174	2+6+2	10	18
	9	179	2+6+2	10	20
Темно-коричневый железно-окисный	8	174	2+6+2	10	0
	8	174	2+9+2	13	15,5
	9	179	2+7+2	11	16

Однако реакционная способность важнейших красящих соединений (диоксида железа, оксида железа, оксидов гидроокислов марганца, оксида хрома) намного ниже, чем примесей, присутствующих в пигментах и тем более в кварце. Присутствие в составе пигментов сульфатов положительно влияет на процесс автоклавного твердения. Изделия приобретают достаточно высокую прочность, но и при этом образуется белый налет на кирпиче. Здесь можно предположить прохождение обменных реакций:



В период снижения давления происходит испарение влаги из кирпича за счет аккумулированного им тепла. Испарение влаги — это фильтрация влаги через тело кирпича. Образующийся гипс имеет больший объем, чем сумма объемов исходных компонентов, что во внутренних слоях кирпича приводит к уплотнению и повышению прочности, а на поверхности появляется белый налет. Изделия приобретают чувствительность к малейшей органической примеси в песке, возникают темные пятна на поверхности либо потемнение внутреннего объема кирпича (рис. 1).

Вступающий белый налет снижает качество изделий и приводит к их обесцвечиванию. Снижение давления в данном случае неэффективно. Как правило, с таким явлением сталкиваются, когда используются пигменты, получаемые из отходов промышленности (рис. 2).

Равномерное обесцвечивание или белесость связывается и с повышенной влажностью формовочной смеси при одновременной хорошей яркости внутреннего слоя. И такое явление, как «шуба», появляется также появляется при нарушении технологии. В данной статье эти темы не затрагиваются, но можно утверждать, что влияния давления здесь нет.

ГОСТ 379–95 требует выпуска цветного лицевого силикатного кирпича марки не ниже 125. Прайс-листы про-

изводителей кирпича пестрят маркой 150–200, это очень хорошо, если отработанная технология позволяет им получать. Строители также предъявляют требования к морозостойкости цветного силикатного кирпича, используя его при строительстве многоэтажных домов. Поэтому возникает требование марки цветного силикатного кирпича по морозостойкости не менее 35 циклов. Данные требования и будут обуславливать выбор соответствующего режима. Правильно выбранный пигмент, удовлетворяющий всем требованиям, предъявляемым к лицевому силикатному кирпичу, отлаженная технология — это залог хорошего качества цветного силикатного кирпича. Таким образом, можно утверждать, что прочность цветного автоклавного камня зависит от типа пигмента, его химического состава, тонкости помола пигмента, качества вяжущего и однородности смеси в каждой точке объема, а также от правильно выбранного режима автоклавной обработки.

Список литературы

1. *Хавкин Л.М.* Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982. 384 с.
2. *Холопова Л.Ю., Бушмин И.Ю.* Окрашивание автоклавных силикатных материалов. Л.: Изд. по строительству, 1971. 150 с.
3. *Гулинова Л.Г., Торчинская С.А., Скатынский В.И.* Цветные силикатные материалы и изделия автоклавного твердения. Киев: Госстройиздат, 1957. 90 с.
4. *Баженов П.И.* Технология автоклавных материалов. Л.: Стройиздат, 1978. 368 с.
5. *Зейфман М.И.* Изготовление силикатного кирпича и силикатных ячеистых материалов. М.: Стройиздат, 1990. 184 с.
6. *Рабинович В.А., Хавин В.Я.* Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1991. 432 с.
7. *Монастырев А.В.* Производство извести. М.: Высшая школа. 1978. 216 с.

ООО «Техносилоксаны»

предлагает



силиконовые продукты (гидрофобизаторы) для защиты строительных материалов и конструкции от атмосферных воздействий

Эмульсия «Тесил 53С»

Универсальная силиконовая эмульсия – гидрофобизатор для эффективной защиты от влаги щелочных и нейтральных строительных материалов – керамического и силикатного кирпича, конструкций и изделий из бетона, газо- и пенобетона; искусственного камня, тротуарной плитки и штукатурки. Эмульсия характеризуется быстрым наступлением гидрофобного эффекта.

Эмульсия «Тесил 53В»

Силиконовая эмульсия для поверхностной и внутренней гидрофобизации (вводится с водой затворения) бетона и других высокощелочных конструктивных материалов и изделий на основе цемента. В несколько раз снижает водопоглощение материала, увеличивает морозо- и коррозионную стойкость из-за значительного снижения проникновения влаги и хлоридов при циклическом замораживании/размораживании.

Гидрофобизирующий состав «Тесил 12»

Универсальный водоотталкивающий состав – раствор кремнийорганических соединений в органическом растворителе. Характеризуется глубоким проникновением в поверхностный слой материала (до 10–15 мм), быстрым наступлением гидрофобного эффекта и длительным (до 10 лет) его сохранением.

Продукт «Тесил 50»

Раствор кремнийорганических олигомеров в воде. Предназначен для придания повышенной влагостойкости строительным материалам и сооружениям:

- для поверхностной обработки керамического кирпича, черепицы и других изделий из керамики;
- для защиты от влаги фасадов зданий, конструкций и изделий из бетона, газо- и пенобетона;
- для обработки известняка, песчаника и изделий из гипса;
- для обработки конструктивных материалов и изделий на основе цемента (шифера, штукатурки, тротуарной плитки и др.);
- для горизонтальной гидроотсечки в фундаментах методом пошагового бурения и инъекции.

Эмульсия «Тесил 53»

Силиконовая эмульсия для придания гидрофобных свойств минераловатым изделиям. Эмульсия применяется для поверхностной обработки ковра или добавляется в рабочий раствор синтетического связующего, отлично совмещается с карбамидно- и фенолформальдегидными смолами.

Эмульсия «КЭ 30-04»

Силиконовая эмульсия гидридсилоксана для:

- введения в бетон в качестве добавки, повышающей морозостойкость и снижающей усадку бетона;
- объемной гидрофобизации изделий на основе цемента и гипса при введении в воду затворения;
- поверхностной гидрофобизации строительных изделий и конструкций из кирпича, гипса и бетона.

ООО «Техносилоксаны» 111024, г. Москва, Перовский проезд, д. 35, стр. 17

Тел./факс: +7-495-730-29-19 (многоканальный)

E-mail: info@ts-silicone.ru www.ts-silicone.ru

Реклама

М.В. ШИЛОВА, зам. генерального директора ООО «НПФ Техносилоксаны» (Москва)

Силиконовые продукты для защиты силикатных материалов от атмосферных воздействий

Существенным недостатком силикатного кирпича по сравнению с керамическим является пониженная водостойкость. В связи с этим в процессе его эксплуатации могут возникнуть проблемы: снижение теплофизических свойств, ухудшение внешнего вида кладки — изменение цвета, появление высолов, отслаивание штукатурки. Для решения этих проблем необходимо применение кремнийорганических (силиконовых) продуктов — гидрофобизаторов, с помощью которых строительные материалы приобретают водоотталкивающие свойства.

Существует несколько типов кремнийорганических соединений, применяющихся для гидрофобизации силикатных и других строительных материалов: силаны, силоксаны, силиконаты. Благодаря наличию функционально-активных групп ($\equiv\text{Si-OH}$, $\equiv\text{Si-H}$, $\equiv\text{Si-OR}$) кремнийорганические соединения **химически взаимодействуют** с гидроксильными группами металлов, например кальция, магния, алюминия минерального материала с образованием связей **металл-O-Si**. Кроме того, кремнийорганические соединения подвергаются дальнейшей поликонденсации с образованием связей $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$.

Таким образом, в результате процессов сорбции, поверхностных химических реакций и при наличии гидрофобных радикалов у атома кремния ($\equiv\text{Si-R}$) стенки пор обработанного гидрофобизатором материала обволакиваются тончайшей невидимой полимерной пленкой, теряют способность смачиваться водой и капиллярно ее всасывать (см. рисунок). Образовавшаяся при этом пленка (практически это мономолекулярный слой кремнийорганического полимера) сохраняет газо- и паропроницаемость материала.

Существуют различные **способы гидрофобизации**:

- поверхностная обработка фасадов готовых сооружений и строительных материалов. Обработку рабочим раствором гидрофобизатора проводят обычны-

ми способами — кистью, валиком или распылением в несколько слоев. Как правило, рабочий раствор представляет собой разбавленную форму гидрофобизатора с содержанием активного компонента 5–15%;

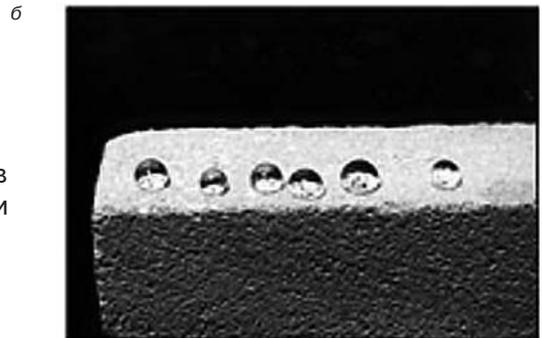
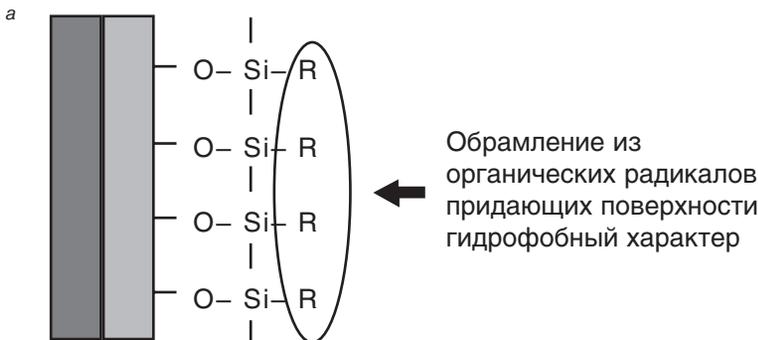
- объемная гидрофобизация — добавка гидрофобизатора в объем строительного материала на стадии его производства.

Такие мероприятия позволяют существенно снизить теплопотери, в 2–5 раз повысить коррозионную стойкость материалов, изделий или их защитных слоев, а также штукатурок, стяжек, шпаклевок, что, в конечном счете в 2–5 раз продлевает межремонтный срок службы ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий.

Компания ООО «НПФ Техносилоксаны» производит и поставляет кремнийорганические гидрофобизаторы марки «Тесил», которые применяются для защиты практически всего спектра минеральных строительных материалов. Для поверхностной обработки силикатного кирпича и материалов рекомендуется высокоэффективная эмульсия «Тесил 53С»; состав «Тесил 12»; в качестве объемной гидрофобизирующей добавки — эмульсия «Тесил 53В».

Также ООО «НПФ Техносилоксаны» предлагает инновационные решения и новую линейку гидрофобизаторов компании *Dow Corning®* (мирового лидера в производстве силиконовых продуктов) для защиты строительных материалов и конструкций.

В целом применение кремнийорганических гидрофобизаторов в строительстве технологически несложно и не требует дорогостоящего оборудования. Экономическая эффективность гидрофобизации обусловлена невысокой стоимостью и низким расходом продуктов, при этом обеспечивается сохранение первоначального внешнего вида, снижение потерь тепла и надежная защита строительных материалов, сооружений и конструкций на длительный период.



а — упрощенная схема, объясняющая появление гидрофобного эффекта после обработки материала кремнийорганическими соединениями; б — визуальный эффект несмачиваемости поверхности водой после его гидрофобизации

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

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

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

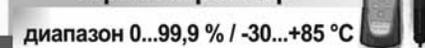
АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

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

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 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 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.

Россия
Новосибирск



Россия
Новосибирск

1-4 ФЕВРАЛЯ 2011

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР

BLIZKO
РЕМОНТ

сеть еженедельников
для покупателей
строительных
и отделочных материалов

- Окна. Стекло. Фасады
- Ворота и автоматика
- Деревообработка

- Строительные материалы
и оборудование
- Инструменты и крепеж

WWW.STROISIB.COM

СТРОЙСИБ

МЕЖДУНАРОДНАЯ
СТРОИТЕЛЬНАЯ
ВЫСТАВКА

ОДОБРЕНО



15-18 ФЕВРАЛЯ 2011

- Интерьер. Отделка. Двери
- Инженерное оборудование
- Системы автоматизации
зданий

- Электрика
- Керамика. Сантехника
- Naturalный и
искусственный камень

ПОДДЕРЖКА



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ



ITE СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА
Россия, 630049, Новосибирск,
Красный проспект, 220/10



Телефон: (383) 363-00-63, 363-00-36,
факс: (383) 220-97-47
www.stroisib.com

В.В. ЮРЧЕНКО, генеральный директор ООО «Спекта Интерпак» (Москва)

Автоматизация упаковки строительных материалов

Российский рынок производства кирпича после периода бурного роста цен и инвестиционной активности в 2006–2007 гг. и I полугодии 2008 г. оказался в 2009 г. в состоянии сильнейшего кризиса. В результате цены на кирпич снизились более чем на 40%, доля импортного кирпича на российском рынке превысила 12%, а спрос сократился более чем на 40–50%. В подобных условиях особую остроту приобрела проблема получения актуальной новостной, статистической и аналитической информации о состоянии рынка кирпича и отраслей потребителей.

Большинство заводов по производству **силикатного кирпича** было построено в середине 60-х гг. После формовки и автоклавной обработки кирпич выкатывался на открытые погрузочные площадки, где крановыми захватами загружался в автотранспорт, как правило, навалом. Технология не предусматривала какой-либо упаковки, так как спрос намного превышал предложение. Строительные организации вполне удовлетворяла данная схема, кирпич грузился в грузовики навалом и доставлялся потребителю неупакованным.

Но времена меняются, и постепенно с приходом новых технологий и материалов упакованная продукция становится все более востребованной строителями. **Сыпучие материалы** (цемент, сухие смеси, гранулы) пакетируются, укладываются на паллеты и упаковываются на паллетах; для **бетонных блоков, тротуарной плитки** предусмотрена стяжка стальной или пластиковой лентой; для **керамической плитки** – упаковка в картонные коробки, укладка на поддоны, обвязка пластиковой лентой, упаковка в термоусадочную или стретч-пленку.

Что касается **керамического кирпича**, то его упаковку предопределила прежде всего технология производства. Производство керамического кирпича довольно высокоавтоматизированно, современные высокопроизводительные линии предусматривают в своем составе автоматические роботы-укладчики готовой продукции на поддоны. Плюс к этому хрупкость продукции, ее высо-

кая стоимость, правильная геометрия пакета готовой продукции заставили производителя всерьез задуматься о сохранности и доставке продукции до потребителя упакованной и без потерь. Поэтому в состав производственных линий включается оборудование для автоматической упаковки продукции в полиэтиленовую пленку и обвязки пластиковой лентой, а также автоматическое маркирование продукции.

Что касается **силикатного кирпича**, то вопросы упаковки и маркировки продукции уже давно стоят на повестке дня, но каждый раз их решение откладывается ввиду сложности самой задачи. Открытые площадки для упаковки и погрузки продукции и, как следствие, необходимость решения вопросов защиты оборудования от атмосферных воздействий, ограничения, связанные с работой крановых устройств, являются сдерживающими факторами при рассмотрении вопросов автоматической упаковки. Что же касается ручной упаковки силикатного кирпича, то она уже многие годы проводится путем применения ручных стяжных машинок, стальной ненагартованной ленты с высоким процентом удлинения либо применения полипропиленовых лент.

За последние годы существенно изменились требования к качеству и целостности продукции, поступающей на строительные площадки. Никто уже не хочет платить и переплачивать за поврежденную и некачественную продукцию, повысились знания и опыт в производстве и возведении зданий и сооружений, возросли требования к транспортировке продукции и требования техники безопасности. Кроме того, меняется культура производства, да и сама силикатная продукция значительно изменилась за последние годы. Он стал более дорогим в изготовлении, появились новые виды цветного силикатного кирпича, возросла стоимость ручного труда персонала. Это заставляет все серьезнее заниматься вопросами упаковки и более задумываться об **автоматизации упаковочных процессов** на заводах по производству кирпича.



Компания СПЕКТА профессионально занимается вопросами упаковки промышленной продукции более 17 лет на рынках стран СНГ и имеет многочисленные примеры сдачи «под ключ» линий автоматизированной упаковки. Проектирование линии под требования заказчика, техническая проработка всех деталей проекта, привязка к площадке, контроль изготовления, доставка, монтаж, сервисное обслуживание – слагаемые качества упаковочной продукции.

Сегодня компания может предложить относительно недорогие автоматические линии упаковки, предусматривающие в своем составе установки подачи поддонов, оборудование обмотки продукции в стретч-пленку и последующую обвязку РЕТ-лентой, надежно закрепляющую продукцию на поддоне. Это позволяет полностью отказаться от ручных методов упаковки, значительно улучшить ее качество и защиту продукции, повысить надежность упаковки, исключив «человеческий фактор» и высвободить персонал для других операций.

В зависимости от требований к объемам упаковки можно рассматривать оборудование, позволяющее упаковывать до 20 поддонов силикатного кирпича в час. Изменение параметров упаковки, таких как количество слоев обмотки, использование РЕТ-ленты различной ширины, применение устройства укрытия верха продукции позволяют добиться более высокой надежности упаковки кирпича, его транспортной сохранности, что значительно расширяет географию поставок продукции и тем самым увеличивает количество потребителей. Компактность автоматической линии позволяет разместить ее прямо на производственной площадке, вблизи путей движения вагонеток, тем самым используя существующее крановое хозяйство для обеспечения



работы линии упаковки. Таким образом, сам автоматический процесс упаковки как бы интегрируется и становится частью автоматизации предприятия. Упакованная продукция может краном сниматься с линии и, минуя склад, непосредственно отгружаться потребителю в автотранспорт, сокращая этим производственное время и освобождая значительные средства оборотного капитала.

Компания «Спекта Интерпак» готова к открытому диалогу. Являясь ведущей компанией в области упаковки промышленной продукции и одновременно производителем стальной высокопрочной упаковочной ленты, мы можем предложить современные, эффективные решения в области упаковки и маркировки продукции, расходные материалы и сервис.

ЗАО «Агроэсорт» выпускает:

Ленточные весовые дозаторы



Объемные роторные питатели



Задвижки шибберные



ЗАО «АГРОЭСКОРТ»

196084, Санкт-Петербург, ул. Киевская, 16-Е, тел. (812) 316-2255, факс (812) 388-6353

E-mail: info@agroescort.spb.ru

<http://agroescort.spb.ru>

Реклама

УДК 666.965.2

Р. ШЕЛЕР, зам. директора, В. ФЁРСТЕР, технический специалист,
 LASCO Umformtechnik GmbH (Германия),
 П.П. ПИРОГОВ, руководитель направления компании «Anton Ohlert» (Москва)

Типоразмеры силикатного кирпича и блоков. Основные требования. Применение кирпича в России в настоящее время

Основным потребителем силикатного кирпича является строительство, заинтересованное, с одной стороны, в унификации размеров изделий, а с другой — в наличии разнообразного модельного ряда продукции. Именно поэтому в Германии были разработаны многочисленные типоразмеры кирпича, как полнотелого, так и пустотелого различных классов прочности, что позволяет использовать этот строительный материал для несущей и ненесущей кирпичной кладки наружных, внутренних стен и фасадов, возводимых от подвала до крыши, а также для ремонта старых зданий и внутренней отделки помещений. Известны также специальные формы кирпича, позволяющие оформить открытые помещения при планировании производственных и хозяйственных построек и др.

Силикатный кирпич используется прежде всего в строительстве многоквартирных домов, общественных центров, больниц и социального жилья. Кроме того, очень часто кирпич используется для облицовки элитных зданий. Использование силикатного кирпича открывает дополнительные возможности для оформления зданий, но также обуславливает новые требования к силикатному кирпичу.

Изначально в строительстве использовался силикатный кирпич стандартного и малого размеров. В настоящее время внедряются большие силикатные блоки, толщина которых составляет 365 мм, длина 1000 мм, высота 625 мм.

Наиболее распространена кирпичная кладка из силикатного кирпича с облицовочным кирпичом из того же материала. Для производства используются сырьевые материалы высокого качества, гарантирующие создание общей эстетики фасада здания.

В размерном ряду между обычным кирпичом и большеформатными силикатными блоками занимают место силикатные блоки типа Quadro. В Германии их доля среди прочих типоразмеров силикатных изделий составляет около 18–20%. К сожалению, блоки типа Quadro пока не нашли своего применения в России.

Появление блоков Quadro в Германии открыло новые возможности в строительстве. Их применение позволяет значительно снизить трудозатраты и сократить сроки строительства. Кладочные работы значительно упрощаются за счет внедрения соединения паз-гребень, не требующего применения строительного раствора. По аналогии с большими силикатными блоками KS-Ratio силикатные блоки Quadro обеспечивают высокое качество кладки, герметичность стены с неоштукатуренной поверхностью, а также технические характеристики.

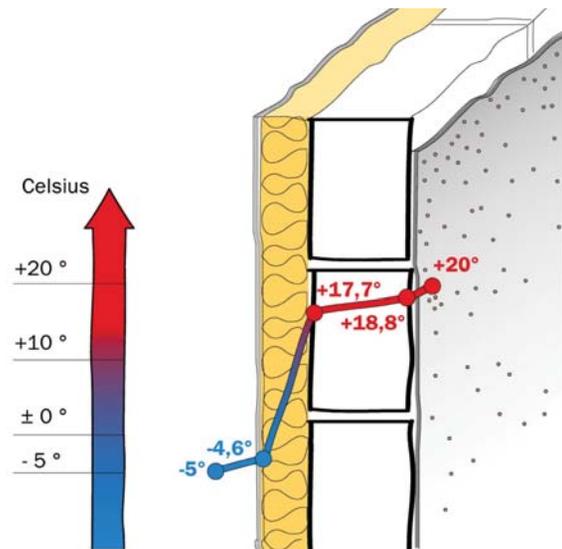
Силикатные блоки Quadro выпускаются исключительно как полнотелые изделия. Стандартная толщина изделий от 115 до 365 мм, высота может быть различной, в зависимости от задач.

При укладке блоков создается абсолютно ровная горизонтальная основа для кирпичной кладки, поэтому работа, выполняемая вручную, быстро продвигается. Такая технология позволяет исключить перекося кирпича. Поэтому при выполнении строительных работ с использованием блоков Quadro рабочее время сокращается.

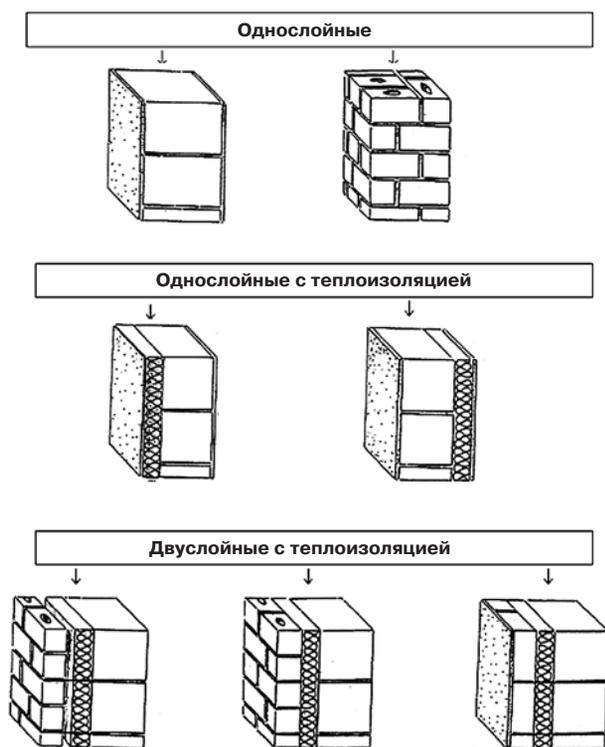
Угловые соединения стен скрепляются плоскими анкерами из высококачественной стали, применяемыми в качестве прослойки. Строительный раствор на горизонтальные поверхности наносится с помощью кареток. Поскольку ровная вертикальная поверхность кирпичной кладки обуславливается высокой точностью размещения блоков относительно



Возведение стен из большеформатных блоков



Средние показатели изменения температуры в стене с внутренней теплоизоляцией (°C)



Возможные конструкции наружных стен

друг друга и использования тонкого слоя строительного раствора, толщина отделочного слоя будет также малой, что позволяет существенно экономить на отделочном составе.

Корректировка программы поставки производится в зависимости от индивидуальных потребностей заказчика. Например, в Великобритании типоразмеры кирпича значительно отличаются от его размеров в Нидерландах.

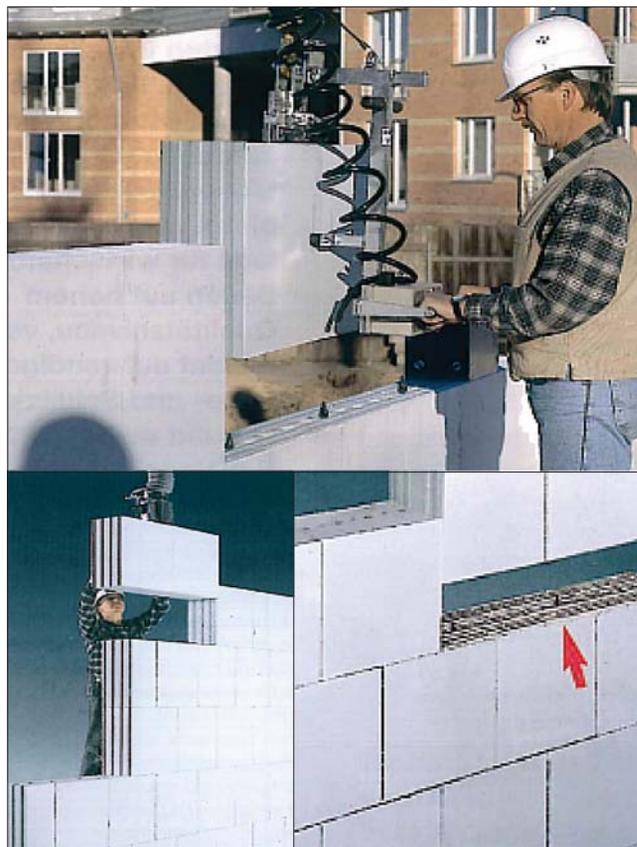
Таким образом, силикатные блоки Quadro имеют ряд преимуществ, приведенных ниже:

- Выигрыш полезной площади за счет уменьшения толщины стен.
- Уменьшение сроков строительства за счет использования:
 - крупноформатных блоков с системой соединения паз-гребень;
 - крупноформатных панелей и доборных элементов;
 - кладки без строительного раствора для вертикальных швов;
 - технологии стыковых соединений;
 - эргономических вспомогательных инструментов для ручной кладки;
 - оборудования для кладки кирпича (мини-кранов, мобильных подъемных платформ и др.).

Экономия средств на 1 м² кирпичной кладки составляет 50–70%.

Акустические характеристики и строительная практика показывают, что наружные стены жилых домов в основном из полнотелого силикатного кирпича должны возводиться минимальной толщиной 17,5 см. Это позволяет возводить относительно тонкие наружные стены. По сравнению со стенами из керамического кирпича жилая площадь может увеличиться в среднем до 4%.

Двухслойная кладка из силикатного кирпича была оценена по достоинству в ходе производства строительных работ во многих регионах, в первую очередь с чрезвычайными погодными условиями. Наружная стена состоит из двух массивных рядов кирпичной кладки со



Работа с силикатными блоками Quadro

встроенной теплозащитой. Внутренняя стена главным образом несет акустические и теплосберегающие функции. Максимальное расстояние между наружной и внутренней стенами, составляющее 15 см, может использоваться для размещения изоляционного материала или воздушной прослойки. Двухслойные наружные стены из силикатного кирпича представляют собой конструкции, в которых четкое разделение функций отдельных слоев обеспечивается сочетанием заданных характеристик. Толщина изоляционных материалов для двухслойной кирпичной кладки должна варьироваться в диапазоне от 4 до 15 см. Как правило, выбирается толщина 10 см. Остальные 4–5 см используются для вытяжной вентиляции, а также в качестве гидроизоляционного слоя.

Строительные блоки, которые укладываются вручную, не могут превышать массу 25 кг и должны оснащаться вспомогательными выемками для захвата. Блоки массой более 25 кг укладываются с помощью специального оборудования. Оборудование позволяет одновременно захватить два кирпича и за одну рабочую операцию можно возвести 1/2 м² стены. При хорошей подготовке работы и организации строительного участка выполнение кладки одним человеком обеспечивает большой объем строительных работ при небольшой физической нагрузке строителя (каменщика).

Внутренние стены

В соответствии с немецкими стандартами минимальная толщина несущих стен должна быть 11,5 см. Это требование означает, что тонкие внутренние стены, которые раньше изготавливались как ненесущие, могут теперь выполнять несущую функцию за счет применения силикатного кирпича. В частности, при высокой плотности и прочности такие стены пригодны в качестве несущих. Они оказывают стабилизирующее влияние на всю конструкцию сооружения.



Некоторые объекты, построенные из силикатных блоков Quadro



В особых случаях несущую кирпичную кладку толщиной до 70 мм выполняют также в качестве перегородок, особенно во влажных помещениях (ванной комнате, кухне), чтобы обеспечить хорошую звукоизоляцию, а также разделить отдельные части здания. В каркасном строительстве такие несущие внутренние стены из силикатного кирпича используются в качестве перегородок и каркасных стен. Это касается также социального жилья, школ, административных зданий, больниц и зданий павильонного типа.

Наибольшее преимущество использования крупноформатных блоков заключается в экономии рабочего времени на укладку 1 м^3 кирпичной кладки. На укладку 1 м^3 кирпичной кладки (вручную при малоформатном кирпиче) требуется около 4,5 ч. На такое же количество кирпичной кладки при укладке вручную с использованием блоков Ratio требуется около 2,5 ч. При использовании силикатного кирпича большего формата в зависимости от величины сооружения на кладку с помощью приспособлений требуется 2–2,2 ч на 1 м^3 . При использовании кирпича, а также элементов Quadro требуется около 1,5 ч на 1 м^3 кирпичной кладки.

Однако в России силикатные блоки Quadro пока не получили широкого распространения. Это обусловлено несколькими причинами.

Почему в России в настоящее время в строительных конструкциях используется преимущественно кирпич малого формата?

- Прессы, применяемые в России, преимущественно 60–70-х гг. выпуска. Это механические прессы с поворотным столом или прессы системы KRUPP ATLAS.
- В настоящее время в России нет действующего ГОСТа на кирпич большого формата.

Возможно ли в России широкомасштабное использование силикатных блоков большого размера?

В целом на этот вопрос можно дать положительный ответ, однако для этого необходимо:

- использование гидравлических прессов;
- разработка новых строительных систем и новых ГОСТов;
- широкое информирование архитекторов и проектировщиков о современных блоках и кирпиче, их размерах и технических характеристиках.

Определяет ли рациональное строительство с использованием силикатного кирпича будущее строительной отрасли в России?

Массовое жилье последних десятилетий представлено преимущественно панельными сооружениями из железобетонных плит. Конечно же, необходимо развивать рациональное строительство из силикатного кирпича. Но это можно реализовать только при условии, если все участники будут работать вместе, то есть архитекторы и проекти-

ровщики, производители строительных материалов и особенно заводы по производству силикатного кирпича.

В качестве наилучшего примера целенаправленного использования силикатного кирпича можно привести такие страны, как Германия и Нидерланды. В настоящее время там около 30–35% всех кирпичных зданий строится из силикатного кирпича. Вместе с тем доля малоформатного кирпича составляет только 5–7%.

Это означает, что российская строительная отрасль будет также развиваться в этом направлении. Фирма LASCO готова выступить в качестве партнера.

Фирма LASCO Umformtechnik GmbH была основана в 1863 г. как фирма «Langenstein und Schemann Ernsthütte Coburg». В 1890 г. производственная программа была расширена за счет производства прессовой техники. На головном предприятии в г. Кобурге около 325 сотрудников обеспечивают оборот в 50 млн евро. Мировой оборот составляет порядка 55 млн евро. Сбыт продукции осуществляется по всему миру. Кроме головного предприятия в Германии фирма LASCO имеет дочерние фирмы с производством и сбытом в Америке (Детройт) и Китае (Пекин), а также бюро по продажам во Франции. Другую поддержку по всему миру, особенно по привлечению клиентов, фирма LASCO получает через представительства.

Фирма LASCO выпускает два типа прессов для производства силикатного кирпича. Для изготовления силикатного кирпича малых размеров предназначен пресс типа KSE одностороннего прессования. Для кирпича среднего формата предназначены прессы KSP 400/800 двухстороннего прессования, а для блоков больших размеров применяется пресс типа KSP 1250.

Также поставляются комплексные производственные линии, включая автоматизацию, и полностью готовые предприятия «под ключ».

Новой разработкой компании является пресс типа PSP для изготовления блоков примыкания. С его помощью можно изготавливать стеновые элементы различной длины. Данный пресс представляет собой экономичный вариант для производства стеновых материалов, применяемых в Германии и Западной Европе. В 2007 г. этот пресс был награжден инновационным призом Немецкой строительной отрасли. Пилотная установка успешно работает на одном из предприятий по производству силикатного кирпича в Германии.

В этом году PSP был дополнен вторым передвижным устройством и устройством для резки заготовок. С помощью этой установки можно изготавливать все элементы примыкания для кладки стен.

Другой относительно новой разработкой является грузочная тележка без мешалки. Отсутствие мешалки и вибропроцесс загрузки позволяют оптимизировать загрузку.

Новая книга



В.И. Корнеев, П.В. Зозуля

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ СОСТАВ, СВОЙСТВА

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. 320 с.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах.

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

Допущено учебно-методическим объединением в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Стоимость одного экземпляра 900 р. без учета доставки

**По вопросам приобретения книги обращаться
по тел./факсу: (495) 976-22-08, 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru**



Lindab Rainline™

Водосточная система может оживить внешний вид Вашего дома. LINDAB Rainline характеризуется завершенностью конструкции, гибкостью и простотой при проведении монтажных работ. Выполненная из прочной оцинкованной стали с долговечным покрытием она обеспечивает надежную защиту от воздействий внешней среды и коррозии, при этом всегда обладает приятным и элегантным внешним видом. Водосточная система LINDAB производится в 11 различных цветах, так что Вы сможете легко подобрать себе подходящий и придать Вашему дому привлекательный вид.



www.lindab-vodostoki.ru

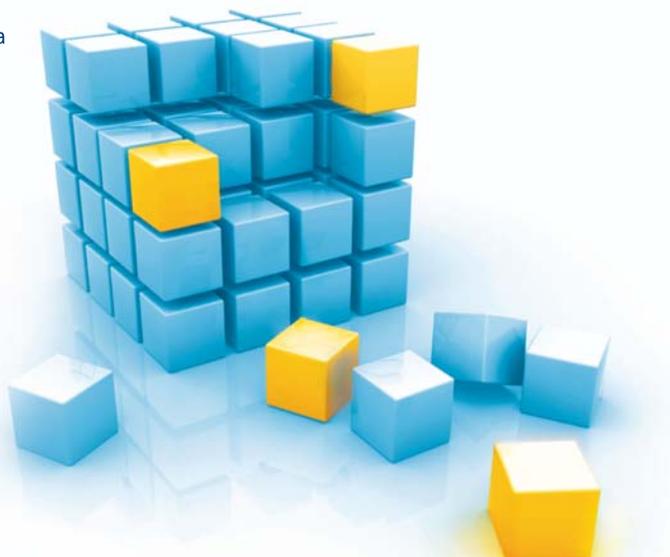
Представительство Lindab
123290, г. Москва,
ул. 2-я Магистральная, 14Г, стр. 1,
тел. (495) 937-22-78, факс 937-22-79
info@lindab.ru

СТРОИТЕЛЬСТВО. УРАЛ 2010 Малоэтажное строительство



9-я Международная специализированная выставка
Екатеринбург, ЦМТЕ, ул. Куйбышева, 44

1-3 ноября 2010



WWW.URALBUILD.RU

Москва тел.: +7 (495) 921 44 07 | e-mail: build@rte-expo.ru
Екатеринбург тел.: +7 (343) 310 32 50 | e-mail: build@rte-ural.ru

rte
exhibitions

АКЦИЯ

В издательстве «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ» Вы можете приобрести дайджесты и специальную литературу по антикризисным ценам

Тематические дайджесты серии «Совершенствование строительных материалов»

Дайджест «**Ячеистые бетоны – производство и применение**» (Часть 1). В настоящее время он выпущен на CD. В части 2 представлены технологии и оборудование, опыт применения, результаты научных исследований.

Дайджест «**Кровельные и изоляционные материалы**» включает статьи по темам: битумные, битумно-полимерные, полимерные материалы, гидроизоляция сооружений, жесткие кровли и др.

Дайджест «**Керамические строительные материалы**». Часть 1 выпущена на CD. В части 2 информация представлена по следующим направлениям: отраслевые проблемы, сырьевая база, оборудование и технология, контроль качества, ограждающие конструкции.

Дайджесты «**Сухие строительные смеси**». Часть 1 выпущена на CD. В 2009 г. В части 2 представлены рубрики: технологии и оборудование, компоненты ССС, результаты научных исследований, применение.

Дайджест «**Современные бетоны: наука и практика**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: исследование составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов, заполнители для бетонов, коррозия бетона, технология и оборудование, применение бетона и др.

Дайджест «**Материалы для дорожного строительства**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: нормативная и методическая база отрасли; материалы для дорожного строительства; ремонт дорог.



Специальная литература

Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»

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

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



Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Л.М. Ковальчук.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.



Книга «Производство железобетонных преднапряженных конструкций на длинных стендах.

Варианты расчетов конструкций.»

Автор – канд. техн. наук С.Н. Кучихин

Настоящее пособие по выборам вариантов применения и расчетам железобетонных преднапряженных конструкций явилось результатом многолетней практики внедрения новых технологий в строительство с использованием отечественного и зарубежного опыта. Учтена необходимость комплексного подхода к выбору оптимального решения (проектирование, производство, строительство).

Рекомендовано использовать в работе проектным институтам, предприятиям стройиндустрии, строителям и специализированным вузам.



Книга «Керамические пигменты»

Авторы – доктора техн. наук Г.Н. Масленникова, И.В. Пищ

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

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

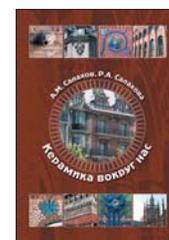


Книга «Керамика вокруг нас»

Авторы – А.М. Салахов, Р.А. Салахова

Авторы представляют керамику как искусство и как продукт тонкой технологии. Показано, что свойства керамических изделий определяются химическим, минералогическим и гранулометрическим составом исходных компонентов. Множество иллюстраций наглядно демонстрируют возможности использования керамических материалов в строительстве и архитектуре.

Книга предназначена специалистам предприятий, производящих керамические материалы, ученым-материаловедам, преподавателям, аспирантам и студентам, всем заинтересованным лицам.



Подробнее на www.rifsm.ru

Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

Тел./факс: (495) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru

А.С. ГОРШКОВ, канд. техн. наук, СПбГПУ; П.П. РЫМКЕВИЧ, канд. физ.-мат. наук, ВИКА им. А.Ф. Можайского; И.И. ПЕСТРЯКОВ, руководитель Испытательного центра ОАО «СПбЗНИиПИ»; М.В. КНАТЬКО, канд. физ.-мат. наук, генеральный директор ООО «НТЦ «Технологии XXI века» (Санкт-Петербург)

Прогнозирование эксплуатационного срока службы стеновой конструкции из газобетона с облицовочным слоем из силикатного кирпича

Под долговечностью наружных ограждающих конструкций следует понимать срок их службы с сохранением в требуемых пределах эксплуатационных характеристик в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации зданий. При этом срок службы отдельных элементов и заполнений ограждающих конструкций должен быть не менее срока службы всей конструкции.

В процессе эксплуатации вследствие негативного влияния факторов окружающей среды (знакопеременные температурные воздействия, периодические увлажнения и высушивания конструкций, воздействие агрессивных сред окружающей среды, солнечной радиации и пр.) происходит постепенное снижение эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций. При достижении показателей, количественно отражающих остаточный ресурс эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций, принимаются меры по их восстановлению путем текущего и капитального ремонта, а в случае значительного износа – по сносу или реконструкции здания.

Объективная оценка долговечности стеновых ограждающих конструкций позволяет, с одной стороны, рассчитать затраты на проведение текущих и капитального ремонтов здания и, как следствие, численные значения ежегодных амортизационных отчислений, а с другой – позволяет произвести оценку эффективности мероприятий, связанных с внедрением энергосберегающих технологий. Если фактический срок службы до первого капремонта ограждающей стеновой конструкции окажется меньше периода окупаемости мероприятий, направленных на повышение ее энергоэффективности, все сэкономленные в результате уменьшения затрат энергии на отопление здания материальные средства будут потрачены на проведение его текущих и капитального ремонтов.

Таким образом, срок службы (долговечность) ограждающих стеновых конструкций является систематическим и комплексным критерием энергоэффективности.

В нашей стране значительный вклад в развитие учения о прогнозировании долговечности различных строительных материалов и конструкций внесли многие известные ученые [1–8]. Среди исследований последних лет выделим следующие работы [9–17].

В настоящей статье представлена методика оценки эксплуатационного срока службы двухслойной стеновой конструкции по аттестованной во ФГУП «ВНИИФТРИ» методике выполнения измерений МВИ 23-5117–2005 [18]. Одновременные лабораторные и натурные испытания проводились в течение 4,5 лет в

испытательном центре ОАО «СПбЗНИиПИ» (ранее ЛенЗНИИЭП).

Методика проведения испытаний на долговечность [18] базируется на интегральном механизме накопления повреждений. *В основе методики лежит модель, согласно которой эксплуатационный срок службы (долговечность) испытываемой стеновой конструкции зависит от интенсивности, амплитуды и времени воздействия на конструкцию знакопеременных температурных колебаний наружного воздуха.* В отличие от распространенных методов оценки морозостойкости различных строительных материалов (ГОСТ 10060.0-4, ГОСТ 31359 и др.) данная методика учитывает конкретные параметры климатической активности выбранного региона, а

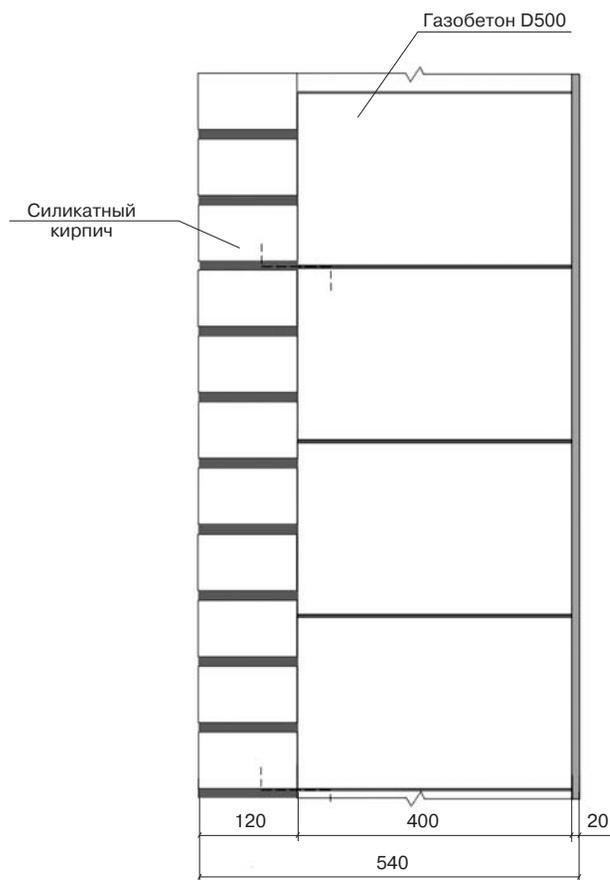


Рис. 1. Схематичное изображение стеновой конструкции

также более точно моделирует процессы воздействия внешних и внутренних параметров окружающей среды на материал стены. При испытании на морозостойкость материал обычно подвергается объемному замораживанию, а в процессе испытания в климатической камере — одностороннему, так же как и в реальных условиях эксплуатации.

При воздействии отрицательной температуры на внешнюю поверхность стены происходит постоянное перемещение по ее толщине фронта отрицательной температуры. При замерзании влаги в порах материала происходит разрушение межпоровой структуры. В результате появляются центры концентрации напряжений (микродофекты), которые при последующем попадании в них влаги и замораживании с неопределенной вероятностью могут разрастаться и объединяться с другими такими же центрами. Кроме того, при одностороннем замораживании-оттаивании различные слои испытываемой стеновой конструкции неравномерно изменяются в объеме по толщине, чего при объемном замораживании практически не происходит. В резуль-



Рис. 2.

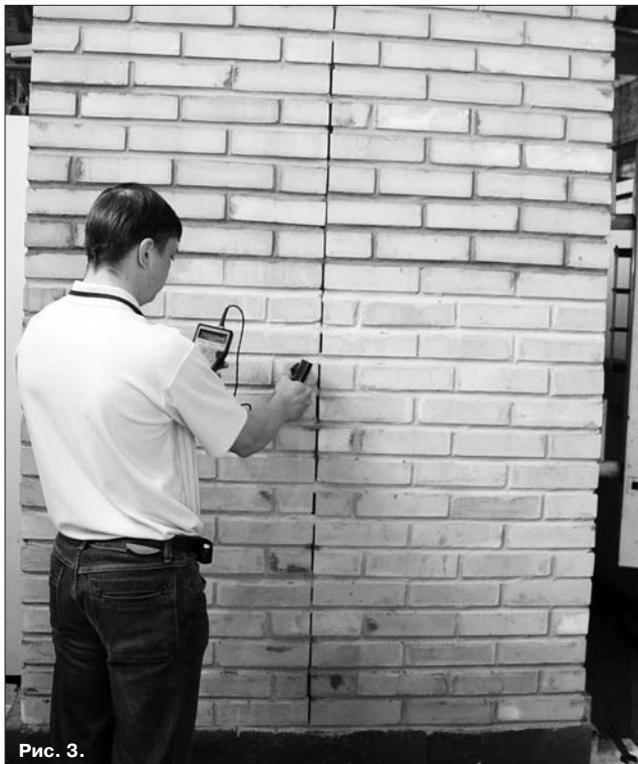


Рис. 3.

тате неравномерного по толщине изменения объема материала появляются дополнительные механизмы разрушения стеновой конструкции на границе раздела фазового состояния влаги в поровом пространстве материала стены.

Объектом исследования была выбрана стеновая конструкция, состоящая из внутреннего слоя, сложенного из газобетонных блоков автоклавного твердения марки по плотности D500 толщиной 400 мм, облицованных снаружи силикатным одинарным пустотелым лицевым кирпичом (в полкирпича). Слои скреплены между собой гибкими металлическими связями (не менее трех штук с площадью поперечного сечения связей не менее $0,5 \text{ см}^2$ на 1 м^2 поверхности стены в соответствии с требованиями СТО 501-52-01—2007). С внутренней стороны стена оштукатурена. Суммарная толщина конструкции 540 мм.

Выбор испытываемой стеновой конструкции обусловлен широким применением ее в практике строительства в выбранном климатическом регионе. Схематично разрез испытываемой стеновой конструкции показан на рис. 1.

Характеристики газобетонных блоков (из паспорта изделия): размер изделия $400 \times 250 \times 625 \text{ мм}$; проектный класс В2; прочность 3,4 МПа; морозостойкость F35; нормируемая средняя плотность 500 кг/м^3 .

Характеристики облицовочного силикатного кирпича, в соответствии с данными, приведенными в сертификате качества: условное обозначение изделия СОПЛ 150/75; размер изделия $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$; водопоглощение 11,7%; коэффициент теплопроводности $0,67 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$.

Для повышения достоверности результатов испытаний одновременно испытывали два одинаковых фрагмента стеновой конструкции: один — в лаборатории, другой — в натуральных условиях. С этой целью фрагмент стеновой конструкции разместили в проеме существующего здания (рис. 2). В течение всего периода испытаний на натурном фрагменте исследовали распределения влажности и температуры по его толщине.

Достоверность данных, полученных в ходе лабораторных исследований, существенно зависит также от адекватности лабораторных условий реальным эксплуатационным воздействиям. Сложившаяся практика проведения таких исследований основана на использовании климатических камер. В климатических камерах осуществляется моделирование эксплуатационных воздействий на крупноразмерные фрагменты стеновых конструкций (КФСК). Фрагменты стеновых конструкций изготавливаются в виде прямоугольных параллелепипедов (рис. 3), при этом их размеры (длина и ширина) в соответствии с ГОСТ 26254 должны не менее чем в четыре раза превышать их толщину и составлять не менее $1500 \times 1000 \text{ мм}$.

Испытания проводили в климатической камере (рис. 4), состоящей из теплого и холодного отсеков, в которых имитируются соответственно температурно-влажностные условия внутреннего жилого помещения и улицы в наиболее неблагоприятные с точки зрения эксплуатационных воздействий периоды года. Климатическая камера оснащена автоматизированной системой управления (рис. 5), а также компьютерной системой сбора, обработки и накопления измерительной информации.

В теплом отсеке климатической камеры поддерживали температуру воздуха $20 \pm 1 \text{ °C}$ и влажность 45–60%. Климатические и техногенные воздействия в холодном отсеке камеры моделировали в лабораторных условиях путем проведения следующих видов испытаний: попеременное дождевание—высушивание, в том числе в агрессивной среде, характерной для воздушной среды Санкт-Петербурга; попеременное охлаждение—нагре-

вание, моделирующее влияние на строительные конструкции суточных и сезонных колебаний температуры воздуха в кратковременные периоды времен года — заморозков в осенний период и оттепелей в весенне-зимний период; глубокое замораживание—оттаивание, моделирующее влияние на строительные конструкции самой низкой отрицательной температуры окружающего воздуха, характерной для выбранного региона строительства, в данном случае для климатических условий Северо-Запада.

Для составления программы испытаний стеновой конструкции на долговечность были использованы результаты обработки метеорологических данных климатической активности в Санкт-Петербурге за последние 15 лет, собранные в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова.

Параметры дождевания испытываемой стеновой конструкции были рассчитаны на основании сбора информации об объеме осадков, выпадающих в течение двух месяцев, предшествующих началу заморозков, а также о средней скорости ветра за рассматриваемый период. В состав воды для дождевания добавляли химические вещества в соответствии с их количественным и качественным показателям в дождевой влаге рассматриваемого района строительства.

Эксплуатационными (контролируемыми в процессе проведения испытаний) параметрами испытываемой стеновой конструкции являются основные факторы, обеспечивающие безопасность и комфортные условия проживания, а именно прочность и сопротивление теплопередаче.

В процессе проведения циклических испытаний прочность определяли отдельно для каждого слоя стеновой конструкции с использованием неразрушающих методов контроля (метода ударного импульса для облицовочного слоя из силикатного кирпича, метода вырывания анкерного устройства для газобетонной части стеновой конструкции). Малоформатные фрагменты стеновой конструкции испытывали на прессе.

Сопротивление теплопередаче определяли после каждого цикла испытаний, соответствующего определенному периоду эксплуатации испытываемой конструкции.

Для оценки достоверности полученных результатов использованы методы статистической обработки. Достоверность разницы между средними арифметическими значениями какого-либо контролируемого параметра, измеренного методами неразрушающего контроля после проведения заданного количества циклических климатических и техногенных воздействий, подсчитывали по следующей эмпирической формуле (с поправкой на малое число измерений):

$$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \geq 3 + \frac{6}{n-4},$$

где M_1 и M_2 — средние арифметические значения контролируемого параметра, например прочности, измеренной с помощью приборов неразрушающего контроля, до (M_1) и после (M_2) заданного количества циклов воздействий; m_1 и m_2 — средние ошибки средних арифметических M_1 и M_2 соответственно; n — число наблюдений (при различном числе наблюдений в формулу подставляют меньшее значение); $6/(n-4)$ — поправка на малое число наблюдений.

Численные значения эксплуатационных параметров (прочности, сопротивления теплопередаче) определяли до начала проведения испытаний, а также после заданного количества циклических климатических воздействий, соответствующих определенному количеству лет эксплуатации испытываемой стеновой конструкции.

После обработки результатов испытаний была построена регрессионная зависимость, характеризующая степень снижения контролируемого параметра в зависимости от заданного количества циклов испытаний, то есть от времени эксплуатации.

При достижении численного значения эксплуатационного параметра до заданного критического уровня производили оценку долговечности (эксплуатационного срока службы, например до первого капремонта) в условных годах эксплуатации. В качестве критического уровня может быть выбрана та или иная степень снижения несущей способности стеновой конструкции или уменьшения сопротивления теплопередаче до допустимого нормами уровня (минимально допустимого для заданного климатического района $1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$).

Результаты испытаний приведены в таблице.

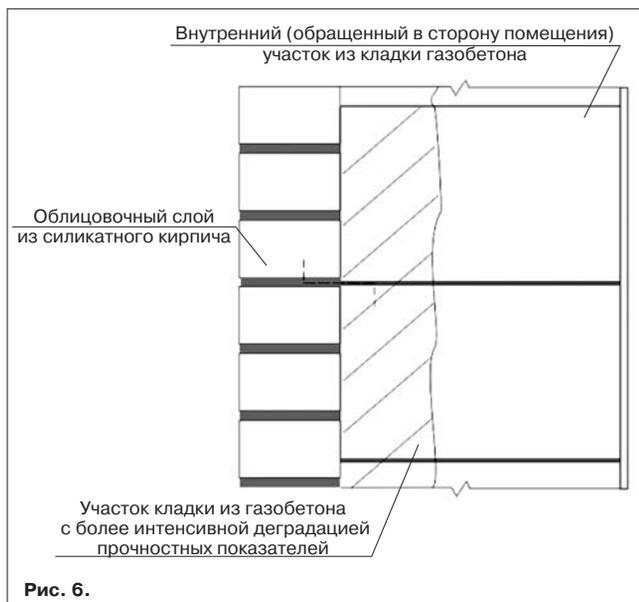
Испытания показали, что кладка из газобетонных блоков разрушается неравномерно (рис. 6, таблица): внутренняя ее часть ($\approx 2/3$ толщины) подвергается разрушению менее интенсивно по сравнению с наружной частью ($\approx 1/3$ толщины), которая примыкает непосредственно к наружному облицовочному слою. Более интенсивное разрушение наружной части кладки из газобетона происходит вследствие накопления повы-



Рис. 4.



Рис. 5.



шенного содержания влаги на этом участке стеновой конструкции в зимний период эксплуатации. Кроме того, на данном участке кладки более интенсивно протекают карбонизационные процессы. В результате совместного воздействия влаги и знакопеременной температуры наружная часть стеновой конструкции разрушается более интенсивно. Накопление влаги связано с различием коэффициентов паропроницаемости газобетона и силикатного кирпича. Примыкание силикатного кирпича к кладке из газобетона создает дополнительный барьер на пути движения водяного пара в результате его диффузии из помещений наружу. При этом влажность внутренних слоев газобетона не превышает 3–4%. Средняя, равновесная по толщине газобетонной части стеновой конструкции массовая влажность по окончании первого отопительного периода составила 12,2%, по окончании второго – 7,1%, третьего – менее 4%, то есть с течением времени происходит уменьшение равновесного содержания влаги в поровом пространстве материала. Однако тенденция к более интенсивному накоплению влаги в течение отопительного периода на границе раздела сред с различными коэффициентами паропроницаемости сохраняется.

На основании полученных результатов прогнозируемый срок службы испытанной стеновой конструкции до

первого капремонта составит 60 лет (в УГЭ). Данное положение основано на следующем предполагаемом механизме разрушения стеновой конструкции, аналогичной испытываемой:

- в результате снижения прочности той части кладки из газобетона, которая примыкает к наружному облицовочному слою (рис. 6), еще до исчерпания окончательного ресурса наружной облицовкой из силикатного кирпича (≈ 87 лет в соответствии с результатами испытаний) может произойти отделение фрагментов облицовки от газобетонной части стены;

- в результате частичного обрушения наружного облицовочного слоя могут возникнуть благоприятные условия для дальнейшего обрушения облицовки; кроме того, на отдельных участках стеновой конструкции уменьшится ее толщина, что приведет к снижению теплозащитных свойств данной ограждающей конструкции.

Таким образом, основным разрушающим критерием испытываемой стеновой конструкции, по которому следует в данном случае производить оценку ее эксплуатационного срока службы до первого капремонта применительно для выбранной модели разрушения, следует принять долговечность той части кладки из газобетона, которая примыкает к наружному облицовочному слою.

При этом следует отметить, что при правильной эксплуатации, то есть при условии ненакопления влаги в наружной части газобетонной кладки, ресурс стены из газобетонных блоков составит 100 и более лет эксплуатации.

Выводы

Эксплуатационный срок службы до первого капремонта стеновой конструкции из газобетона, облицованной снаружи силикатным кирпичом без воздушного зазора между слоями, составляет 60 лет. При правильной эксплуатации ресурс испытанной стеновой конструкции составляет более 100 лет.

Для увеличения срока службы стеновой конструкции из газобетонных блоков с облицовкой из силикатного кирпича необходимо создавать условия для эффективного удаления влаги, особенно с той ее части, которая примыкает к облицовочному слою. Для этого в кладке необходимо предусматривать воздушный вентилируемый зазор 30–40 мм между слоями. Для крепления облицовочного слоя к кладке из газобетонных блоков необходимо использовать гибкие металлические или полимерные связи со сроком эксплуатации не менее 50 лет.

Испытываемая конструкция (или ее часть, фрагмент)	Параметр, по которому производится оценка долговечности	Приближенная оценка эксплуатационного срока службы (до первого капремонта) стеновой конструкции, в условных годах эксплуатации (УГЭ)
Стеновая конструкция (в целом)	Сопrotивление теплопередаче R	> 100 лет
Наружный облицовочный слой из силикатного кирпича	Прочность (методом ударного импульса)	87 лет
Кладка из газобетона (часть кладки, обращенной в сторону внутреннего помещения) $\approx 2/3$ толщины	Прочность (методом вырывания анкерного устройства)	> 100 лет
Кладка из газобетона (часть кладки в месте примыкания ее к наружному облицовочному слою) $\approx 1/3$ толщины	Прочность (методом вырывания анкерного устройства)	60 лет
Стеновая конструкция (в целом)	Прочность (при испытаниях фрагментов стены на прессе)	Достоверность результатов недостаточна для оценки долговечности с требуемой надежностью

Список литературы

1. *Власов О.Е. и др.* Долговечность ограждающих и строительных конструкций (физические основы). М.: Стройиздат, 1963. 115 с.
2. *Силаенков Е.С.* Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М.: Стройиздат, 1986. 176 с.
3. *Колотилкин Б.М.* Долговечность жилых зданий. М.: Изд-во литературы по строительству, 1965. 254 с.
4. *Колотилкин Б.М.* Проблемы долговечности и надежности жилых зданий. М.: Знание, 1969. 46 с.
5. *Александровский С.В.* Метод прогнозирования долговечности наружных ограждающих конструкций: В кн. Исследования по строительной теплофизике (Сб. трудов НИИСФ). М.: Госстрой СССР, 1984. С. 81–95.
6. *Александровский С.В.* Долговечность наружных ограждающих конструкций. М.: РААСН, 2004. 332 с.
7. *Бобров Ю.Л.* Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. М.: Стройиздат, 1987. 168 с.
8. *Бобров Ю.Л., Рябчиков С.Л.* Инженерный метод прогнозирования долговечности минераловатных изделий в ограждающих конструкциях. М.: МИСИ, 1983. 263 с.
9. *Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли А.В.* Пенополистирол. Ресурс и старение материала. Долговечность конструкций // Строит. материалы. 2002. № 5. С. 33–35.
10. *Лобов О.И., Ананьев А.И.* Долговечность облицовочных слоев наружных стен многоэтажных зданий с повышенным уровнем теплоизоляции // Строит. материалы. 2008. № 4. С. 56–59.
11. *Ананьев А.А., Козлов В.В., Дуденкова Г.Я., Ананьев А.И.* Долговечность лицевого кирпича и камня в наружных стенах зданий // Строит. материалы. 2007. № 2. С. 56–58.
12. *Ананьев А.А., Дуденкова Г.Я., Козлов В.В.* Долговечность керамического кирпича и камня в наружных стенах // Жилищное строительство. 2007. № 3. С. 13–15.
13. *Батрак В.Е., Бобряшов В.В., Бобряшов В.М.* Метод оценки долговечности теплоизоляции при действии эксплуатационных нагрузок // Труды I Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплотехника: актуальные вопросы нормирования». СПб. 26–27 июня 2008 г. С. 76–85.
14. *Батрак В.Е., Бобряшов В.В., Бобряшов В.М.* Метод оценки работоспособности полимерных заполнителей трехслойных панелей при действии длительных эксплуатационных нагрузок // Кровельные и изоляционные материалы. 2009. №1. С. 57–59.
15. *Инчик В.В.* Влияние метеорологических факторов на долговечность зданий и сооружений Санкт-Петербурга / Труды I Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплотехника: актуальные вопросы нормирования». СПб, 26–27 июня 2008 г. С. 102–107.
16. *Бессонов И.В.* Фасады тонкие, но стойкие...// Строительство. 2008. № 10. С. 123–125.
17. *Бессонов И.В., Алехин С.В.* Оценка стойкости к климатическим воздействиям фасадных систем наружного утепления с тонким штукатурным слоем // Кровельные и изоляционные материалы. 2009. № 1. С. 12–15.
18. МВИ 23-5117–2005 «Ограждающие стеновые конструкции. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям и оценка долговечности при ускоренных испытаниях». СПб.: СПбЗНИИПИ, 2006. 29 с.

ВВЦ РЕГИОН
Волгоградский Выставочный Центр "РЕГИОН"
 тел./факс: (8442) 24-26-02, 23-33-60 26-51-86.
 e-mail: vzregion@yandex.ru

Строительная выставка
УРБАКОН •
• ВолгаЭкспоСтрой

9-11
ноября
2010
Волгоград

ВОЛГА ВЭС СТРОЙ ЭКСПО
URBACON

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, А.М. ИБРАГИМОВ, д-р техн. наук, Л.Ю. ГНЕДИНА, канд. техн. наук, А.Ю. СМИРНОВ, Ю.В. ШИШКОВ, инженеры (dingo8888777@mail.ru), Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Математическая модель нестационарного процесса теплопереноса в однослойной несущей конструкции в условиях одностороннего нагрева при пожаре

Данная работа является продолжением исследований [1–3]. Смоделируем ситуацию: пожар в замкнутом помещении. Рассмотрим внутреннюю стену из силикатного кирпича или железобетона. Стены в модели рассматриваются как неограниченная пластина (рис. 1).

Математически задача теплопроводности для неограниченной пластины при одностороннем нагреве в обозначениях [4] может быть записана следующим образом:

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

Начальное условие:

$$t(x, 0) = t_0(x) \quad (2)$$

Граничные условия:

$$t(\delta, \tau) = t_\delta; \quad (3)$$

$$-\lambda \frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x} = \alpha \cdot [t_c - t(0, \tau)], \quad (4)$$

где t – температура, °С; x – текущая координата, м; τ – время, с; a – коэффициент температуропроводности, м²/с; δ – толщина конструкции, м; λ – теплопроводность, Вт/(м·°С); α – коэффициент теплообмена, Вт/(м²·°С); t_c – температура среды, °С.

Граничное условие (3) показывает, что поверхность II (неподверженная воздействию пожара) имеет некоторую постоянную температуру t_δ , т. е. возможна постановка граничного условия первого рода.

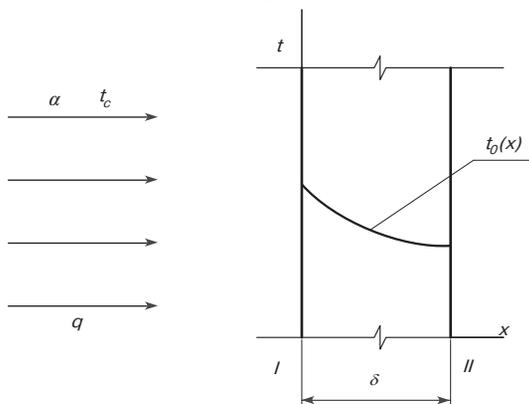


Рис. 1. Внутренняя несущая стена, подвергаемая одностороннему нагреву

Условие (4) характеризует теплообмен на поверхности I (поверхность, подверженная высокотемпературному воздействию), т. е. возможна постановка граничного условия третьего рода.

Для удобства преобразований систему (1)–(4) можно привести к безразмерному виду:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, F_0)}{\partial F_0} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, F_0)}{\partial \bar{x}^2}; \quad (5)$$

$$T(\bar{x}, 0) = T_0(\bar{x}); \quad (6)$$

$$T(1, F_0) = T_\delta; \quad (7)$$

$$\frac{\partial T(0, F_0)}{\partial \bar{x}} = Bi \cdot T(0, F_0). \quad (8)$$

Общее решение задачи в безразмерных переменных имеет вид:

$$T(\bar{x}, F_0) = T_\delta \left(\frac{Bi \cdot \bar{x} + 1}{Bi + 1} \right) - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{Bi \sin \mu_n (\bar{x} - 1)}{Bi + \cos^2 \mu_n} \exp(-\mu_n^2 F_0) \times \int_0^1 T_0(\xi) \sin(\mu_n (1 - \xi)) d\xi - \frac{T_\delta}{\mu_n}, \quad (9)$$

где $T(\bar{x}, F_0) = (t(x, \tau) - t_\delta)/t_\delta$; $\bar{x} = x/\delta$ – безразмерная координата; $F_0 = a\tau/\delta^2$ – критерий Фурье; $Bi = \alpha\delta/\lambda$ – критерий Би; μ_n – корни характеристического уравнения $\mu_n = -Bi \operatorname{tg} \mu_n$; ξ – безразмерная текущая координата.

Особенностью решения (9) является то, что коэффициент теплообмена, входящий в критерий Bi , является переменной величиной и зависит от температуры среды.

Математическое выражение этой зависимости можно записать в виде:

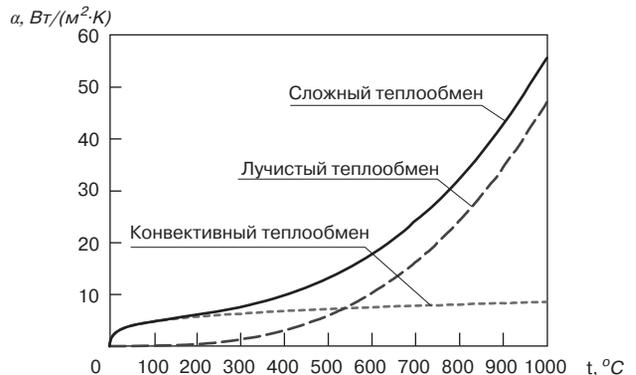


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплоотдачи от температуры

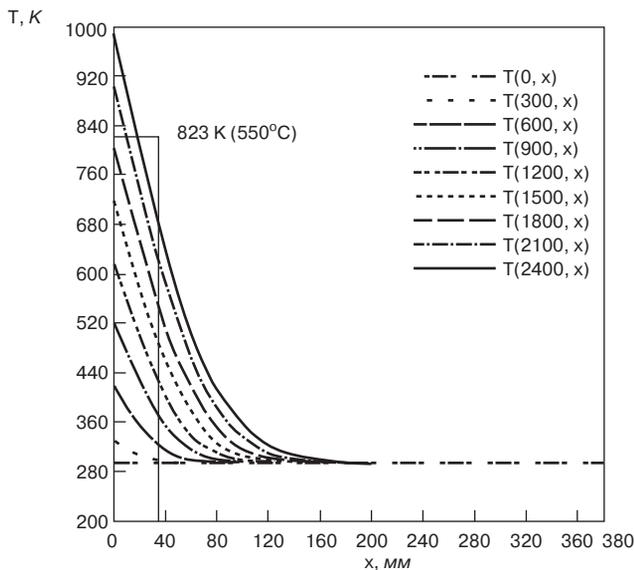


Рис. 3. Распределение температуры в теле кирпичной кладки при развитии пожара

$$q_{1-2} = q_k + q_l = \alpha_k \cdot (T - T_{cm}) + c_{1-2} \cdot \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{cm}}{100} \right)^4 \right], \quad (10)$$

где T – температура среды (газа); T_{cm} – температура тепловоспринимающей стенки; c_{1-2} – приведенный коэффициент излучения, для случая теплообмена тела с воздухом $c_{1-2} = 4,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

Для удобства расчета второе слагаемое в равенстве (10) приводят к тому же виду, что и первое:

$$q_{1-2} = \alpha_k \cdot (T - T_{cm}) + \alpha_l \cdot (T - T_{cm}) = \alpha \cdot (T - T_{cm}), \quad (11)$$

где α_l – коэффициент теплоотдачи излучением, называемый также коэффициентом лучистого теплообмена; α_k – коэффициент конвективного теплообмена.

Коэффициент α_l определяют из соотношения:

$$\alpha_l = \frac{q_l}{T - T_{cm}} = \frac{c_{1-2} \cdot \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{cm}}{100} \right)^4 \right]}{T - T_{cm}}, \quad (12)$$

Поскольку рассматривается вертикальная поверхность, α_k будет определяться по формуле [6]:

$$\alpha_k = 1,66 \sqrt[3]{\Delta t},$$

где $\Delta t = T - T_{cm}$ – температурный перепад между температурой воздуха и поверхностью стены.

Сумма $\alpha_k + \alpha_l = \alpha$ называется общим, суммарным или эффективным коэффициентом теплоотдачи. Как следует из всего изложенного выше, α представляет собой весьма сложную величину, зависящую от всей совокупности факторов, характеризующих конвективный и лучистый теплообмен.

Наиболее существенное влияние на α оказывает температура среды, которая изменяется с течением времени при пожаре (рис. 2).

В интервале температур 10–400°C основной вклад в суммарный коэффициент теплоотдачи вносит конвективный теплообмен, однако начиная с 540°C рост коэффициента теплоотдачи лучистого теплообмена становится намного интенсивнее и в интервале 600–1000°C доминирует лучистый теплообмен.

Для моделирования развития пожара используем стандартную кривую температура–время.

На основе вышеизложенного была разработана компьютерная программа для расчета распространения температурных полей в теле кирпичной кладки и желе-

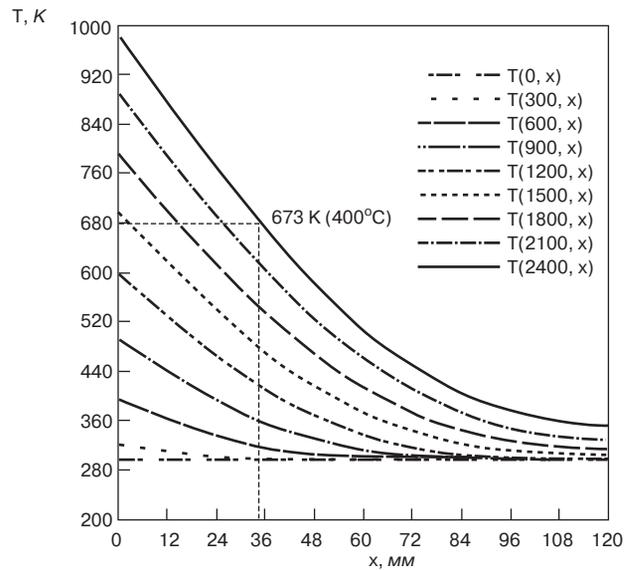


Рис. 4. Распределение температуры в теле железобетонной панели при развитии пожара

зобетонной стеновой панели в условиях одностороннего нагрева при пожаре. Результаты расчетов представлены на рис. 4 и 5.

Анализ графиков, представленных на рис. 3 и 4, позволяет заключить, что при продолжительности пожара около 40 мин в кирпичной стене происходит снижение на 30–40% несущей способности кладки из силикатного кирпича на глубину 33–35 мм, что неизбежно приведет к обрушению, так как температура превысит температуру применения силикатного кирпича 550 °C (ГОСТ 379–95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия»).

При продолжительности пожара около 40 мин происходит снижение несущей способности бетона на 30% на глубину 30–40 мм (СП 13-102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»).

Пожар необходимо ликвидировать в кратчайший срок, чтобы не допускать долговременного нагревания конструкций.

Разработанная математическая модель и программа расчета позволяют смоделировать распространение тепла в теле конструкции при различных условиях пожара. Что позволяет определить критические параметры, напрямую влияющие на несущую способность ограждающих конструкций, косвенно рассчитать время прибытия пожарной команды, а также в первом приближении оценить несущую способность конструкции после воздействия на нее пожара.

Ключевые слова: математическая модель, теплоперенос.

Список литературы

1. Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Смирнов А.Ю. Пожарная ситуация в зданиях из силикатного кирпича // Строит. материалы. 2008. № 11. С. 60–61.
2. Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Смирнов А.Ю. Силикатный кирпич в условиях высокотемпературных воздействий // Строит. материалы. 2009. № 9. С. 48–49.
3. Федосов С. В., Анисимова Н. К., Шишков Ю. В. Моделирование процессов высокотемпературного декорирования бетона // Вестник МГСУ. 2009. № 1. С. 151–155.
4. Лыков А. В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа. 1967. 600 с.

К.С. ФОРОПОНОВ, инженер (forabrain@yandex.ru);
 Г.А. ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук,
 Ростовский государственный строительный университет

Использование мягкого мела в производстве рядовых и лицевых стеновых изделий

Мягкий мел как специфическая разновидность входит в общую классификацию известково-карбонатных пород [1, 2]. Важнейшими свойствами мягкого мела, на которых базируется его производство и промышленное использование, являются светлый цвет, высокая природная дисперсность, легкая диспергируемость, округленная форма частиц, малая гигроскопичность и незначительная химическая стойкость. Следует отметить, что основная ценность мела как технологического сырья заключается в том, что он легко добывается и перерабатывается, запасы его весьма значительны, а сама природа мела допускает его безотходное использование, что весьма важно с точки зрения экологической привлекательности. Отсутствие отходов в отвалах разрабатываемых месторождений не будет создавать негативных условий для нарушения экологического равновесия окружающей среды.

На северо-западе Ростовской области расположен выход на поверхность мелового кряжа, протянувшегося вплоть до Белгородской области. Два крупных месторождения мягкого мела (Кульбякинское и Лысогорское) располагают значительными запасами этого сырья (свыше 10 млн т). В условиях карьеров мел всех трех категорий (А, В и С) располагается хаотично, что затрудняет их селекционную разработку и приводит к образованию значительных отходов при его переработке для производства воздушной извести или кормовой добавки.

Ниже на примере мела Лысогорского месторождения, физико-механические свойства которого описаны

в табл. 1, приводятся результаты экспериментов, поставленных с целью безотходного использования мела в производстве весьма востребованных в этом регионе стеновых изделий.

Разнообразие свойств горной породы связано с ее структурными особенностями, которые были исследованы с привлечением петрографического анализа. Чистый мел (кат. А) на микрофотографиях шлифов представлен карбонатными частицами размером менее 5 мкм в форме скелетов и их обломков и кристаллами кальцита, которые плотно обволакиваются и склеиваются в агрегаты серой полупрозрачной пленкой глинистого и коллоидного вещества [1, 3].

Наличие аморфного кремнезема, пленок коллоидного и глинистого веществ и их содержание являются характерной особенностью всех категорий мела. С ростом их содержания создаются плотные и однородные структуры с большей прочностью и меньшей размокаемостью в воде (кат. В и С). Чистый мел имеет высокую внутризерновую пористость, превышающую порой 40%. В слабо-, сильноглинистом и мергелеподобном меле глинистые примеси обволакивают отдельные частицы кальцита тонкой защитной пленкой и уменьшают его пористость до 30% и менее. Тем не менее вследствие высокой пористости мягкий мел значительно снижает свою прочность при водонасыщении.

Для изготовления качественных стеновых изделий предлагается использовать метод жесткого прессования полусухих формовочных смесей, состоящих из мелкодробленого мягкого мела и портландцемента. Уплотне-

Таблица 1

Свойства горной породы	Единица измерения	Категории мела		
		А	В	С
Средняя плотность	г/см ³	1,6	1,64	1,76
Пористость	%	41,2	39,7	35,1
Водопоглощение по массе	%	25,5	22,6	18,6
Прочность при сжатии в сухом состоянии	МПа	4,7	4,9	6,5
Коэффициент размягчения	–	0,5	0,52	0,6

Таблица 2

Категория мела	Свежеотформованные		В возрасте 28 сут				Снижение прочности водонасыщения композиций, %
	плотность, кг/м ³	прочность, МПа	сухие		водонасыщенные		
			средняя плотность, кг/м ³	средняя прочность, МПа	средняя прочность, МПа	водопоглощение по массе, %	
А	1810	1,48	1850	10,05	6,67	15,8	35
В	1820	1,35	1850	11,32	7,42	16,0	35
С	1810	1,52	1840	11,74	7,65	15,8	30

Таблица 3

№ состава	Особенности состава	Средняя плотность ЦМК, кг/м ³	Предел прочности при сжатии ЦМК, МПа	Предел прочности при сжатии водонасыщенного ЦМК, МПа	Водопоглощение по массе, %	Снижение прочности при водонасыщении, %
1	Контрольный, без добавки, перемешанный вручную	1870	13,12	9,28	15,2	29,3
2	Перемешанный на смесительных бегунах	1875	15,37	11,60	15,2	24,5

ние смеси осуществляется кратковременным однократным приложением усилия, создающего удельное давление 20–40 МПа.

При проведении исследований прежде всего были отработаны основные параметры технологического процесса: оптимальное водосодержание, которое составило 8% от массы сухих компонентов, и расход цемента, равный 20%, обеспечивающий требуемую прочность ЦМК. Также было определено оптимальное удельное давление прессования (25 МПа).

Результаты оценки физико-механических свойств свежееотформованных и затвердевших ЦМК, полученных при вышеуказанных оптимальных параметрах, приведены в табл. 2.

Анализ приведенных результатов показал, что между жесткопрессованными композициями из мела категорий А, В и С, составляющими основной массив месторождения, значительной разницы в физико-механических свойствах нет, и этот вывод имеет важное практическое значение, так как упрощает технологию разработки месторождения, а в изготовлении стеновых материалов могут быть востребованы и накопленные многотонные меловые отвалы.

Используемый метод жесткого прессования включает подготовку сырьевой смеси, ее уплотнение и последующее твердение.

Перемешивание полусухой формовочной смеси и ее прессование при однократном приложении высокого давления накладывают определенные специфические особенности на процессы. Ограниченное содержание воды затворения приводит к значительной видовой агрегации смеси с образованием цементно-меловых гранул, в объемах которых находится защемленный воздух. Само прессование сопровождается упругим расширением полуфабриката после снятия давления. Если оно начинает превышать определенную величину, в издели-

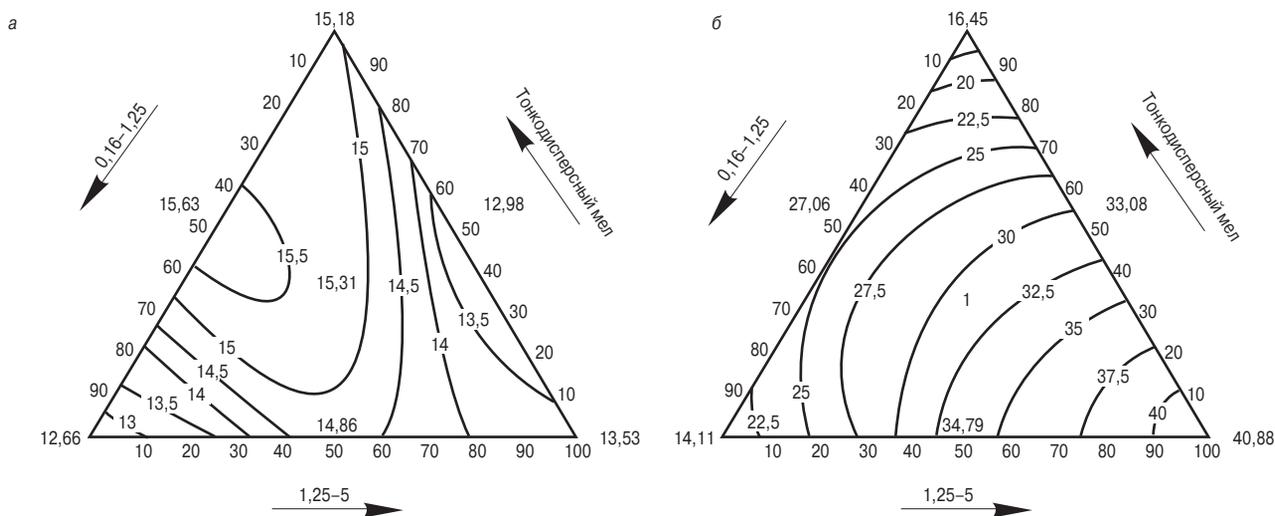
ях появляются технологические трещины запрессовки, резко снижающие качество уплотненного композита. Чтобы уменьшить агрегацию и тем самым улучшить перемешивание смеси и ее уплотняемость, предполагается использовать принципы механохимической активации. Использование смесительных бегунов, введением воды затворения методом орошения, регулированием зернового состава мела и введением химических добавок можно достичь не только повышенной прочности цементно-меловых композиций, но и добиться их повышенной водо- и морозостойкости, что необходимо для производства качественных рядовых и лицевых стеновых изделий.

Ниже представлены результаты многочисленных опытов, которые последовательно раскрывают возможности регулирования свойств получаемых жесткопрессованных цементно-меловых композиций, пригодных для изготовления стеновых изделий на базе маловостребованного строителями мягкого мела.

Влияние способа перемешивания на свойства жесткопрессованных ЦМК представлено в табл. 3.

При обработке формовочной смеси на бегунах происходит домол меловых частиц, она наполняется тонкодисперсным мелом, и это приводит к улучшению физико-механических свойств.

Поскольку в формировании структуры жесткопрессованных композиций важную роль играет зерновой состав, для оценки этого влияния путем постановки пробных опытов, а затем с применением математического планирования эксперимента были проведены эксперименты по его активизации. Реализованное симплексно-решетчатое планирование позволило получить математическое описание зависимостей состав–свойство и построить диаграммы, на которых можно выделить область оптимальных значений зернового состава.



Диаграммы «состав–свойство» цементно-меловых композиций: а – изолинии прочности сухих образцов; б – изолинии снижения прочности водонасыщенных образцов по отношению к сухим (%)

Таблица 4

№ состава	Особенности состава	Средняя плотность ЦМК, кг/м ³	Предел прочности при сжатии ЦМК, МПа	Предел прочности при сжатии водонасыщенного ЦМК, МПа	Водопоглощение по массе, %	Снижение прочности при водонасыщении, %
1	Контрольный, без добавки	1870	14,63	11,54	15,2	21,3
2	BWA-21 (1%)	1800	20,3	17,6	15,7	13,5
3	КОЭ (0,1%)	1900	15,23	13,19	15,4	15,0

Свойства ЦМК изучались в зависимости от содержания в смеси основных фракций мела: тонкомолотого с $S_{уд} = 6500-7000 \text{ см}^2/\text{г}$ и его фракций 0,16–1,25 и 1,25–5,0 мм.

На диаграммах, представленных на рисунке, где нанесены изолинии прочности сухих и снижения прочности водонасыщенных образцов по отношению к сухим, точка пересечений изолинии с $R_{сж} = 15,0 \text{ МПа}$ и изолинии снижения прочности не более 27,5% позволяет определить оптимальный зерновой состав (содержание фракций заполнителя в % по массе: фр. 1,25–5 – 10%; фр. 0,16–1,25 – 60% и тонкодисперсный мел – 30%), который обеспечивает достаточные прочностные характеристики ЦМК при относительно невысоком снижении их прочности в водонасыщенном состоянии.

Возможности дальнейшего повышения водостойкости ЦМК были исследованы на оптимизированном зерновом составе при уже приведенных параметрах технологического процесса.

В экспериментах в состав композиций вводили различные химические добавки, в том числе добавки немецкого производства MC-Bauchemie. На стадии предварительных опытов из общего перечня была выбрана химическая добавка для сухого и полусухого прессования BWA-21, которая повышает формуемость, связанность и уплотняемость жестких смесей, а также обладает гидрофобизирующим эффектом. В качестве альтернативной была исследована добавка кремнийорганической эмульсии (КОЭ) российского производства.

В табл. 4 приведены результаты этих испытаний, выполненных по единой методике.

При введении в состав формовочной массы химической добавки Murasan BWA-21 в количестве 1% от массы цемента прочность образцов по проекту возросла на 38,8%, а ее снижение в водонасыщенном состоянии не превысило 13,5% по сравнению с контрольным составом, у которого это снижение составило 21,3%. В композициях с добавкой КОЭ (0,1% от массы цемента) наблюдалось небольшое повышение прочности, а ее снижение в водонасыщенном состоянии составило 15%.

Приведенные результаты исследований наглядно доказывают возможности изготовления качественного рядового кирпича до М150 с достаточной морозостойкостью при введении в состав формовочной смеси незначительного количества гидрофобной добавки КОЭ.

Требования к прочности и морозостойкости лицевого кирпича выше. Для того чтобы их достигнуть, можно использовать специальную химическую добавку немецкой фирмы MC-Bauchemie – Murasan BWA-21. Исследования в направлении повышения прочности и водостойкости ЦМК продолжаются. Путем использования различных приемов механохимической активации предлагается не только решить поставленную проблему, но и создать цветные композиции, воспользовавшись светлыми тонами получаемого материала.

Установлено, что все разновидности мягкого мела Лысогорского месторождения, в том числе накопленные в отвалах меловых пород, могут быть использованы

в производстве рядового жесткопрессованного кирпича, для повышения морозостойкости которого можно использовать добавку КОЭ в незначительных количествах. Для производства лицевого цветного кирпича необходимо направленно регулировать зерновой состав мелкодробленого мела и использовать более эффективные специальные добавки.

Ключевые слова: использование отходов производства, мягкий мел, производство строительных материалов.

Список литературы

1. Паус К.Ф., Евтушенко И.С. Химия и технология мела. М.: Стройиздат, 1977. 138 с.
2. Талта Б.В. Безобжиговый кирпич из техногенного карбонатного сырья Юга России // Строит. материалы. 2003. № 11. С. 50–51.
3. Ткаченко Г.А., Форопонов К.С. Возможности обеспечения экологической безопасности при разработке месторождений мягкого мела // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 6. Ростов-на-Дону. 2009. С. 93–97.

УДК 691.33:620.3

В.Е. ВАГАНОВ, канд. техн. наук, В.Д. ЗАХАРОВ, инженер,
 Ю.В. БАРАНОВА, инженер, Л.В. ЗАКРЕВСКАЯ, канд. техн. наук,
 Д.В. АБРАМОВ, канд. физ.-мат. наук, Д.С. НОГТЕВ, инженер,
 Владимирский государственный университет;
 В.Н. КОЗИЙ, главный технолог,
 ЗАО «Завод силикатного кирпича» (п. Малыгино, Владимирская обл.)

Структура и свойства ячеистого газобетона, модифицированного углеродными наноструктурами*

В настоящее время в строительной отрасли России ведущая роль отводится цементным бетонам, что подтверждается ростом объемов их производства. Учитывая это, актуальной является разработка составов композитов с сокращенным расходом портландцемента, отличающихся пониженной себестоимостью и отвечающих современным требованиям долговечности и эксплуатационной надежности, что соответствует целям и задачам федеральной целевой программы «Национальная технологическая база». В этой связи наиболее востребованным становится применение активационных воздействий на твердеющие цементные системы с целью высвобождения скрытого потенциала цемента, управления процессами гидратации и структурообразования.

Сейчас бетоноведение находится на переломном этапе. Все более очевидной становится роль микро-, ультра- и нанодисперсных частиц в многочисленных физико-химических процессах, влияющих на конечные свойства бетона. В научной литературе появляется все больше работ [1–3], уделяющих основное внимание факторам, связанным с тонкодисперсным состоянием вещества.

Изучение тонкодисперсных фаз и уточнение их значимости на всех этапах жизненного цикла бетона является основой для следующего этапа развития науки о бетоне.

Способов создания высококачественных бетонов с использованием нанотехнологий найдено уже довольно много. Подходы эти весьма разнообразны и позволяют реализовать инновационные конструкторско-

Состав	Время предварительной обработки УНМ, мин	Заданное перемещение пуансона прессы, мм	Разрушающая нагрузка, кН	$R_{сж}$, кН/см ²
Эталонный	–	3	11	0,35
0,005% УНМ	3	3	14	0,4
0,005% УНМ	15	3	21	0,6
0,05% УНМ	15	3	7	0,35

технологические решения, полезные для самых разнообразных областей строительства. К таким решениям относятся: повышение дисперсности и механоактивация цемента (наночастицы цемента); добавление нанодисперсной фазы заполнителей (наночастицы заполнителя); наномодифицированные заполнители; наномодифицированные пластификаторы; наномодифицированные полимерные добавки. [4]

По всем вышеуказанным направлениям наиболее интенсивно развивается модифицирование ячеистых бетонов. Ячеистый бетон – материал, который обладает уникальным сочетанием свойств высокой конструкционной прочности и теплоизоляции. Из двух видов ячеистого бетона (пено- и газобетона) более перспек-

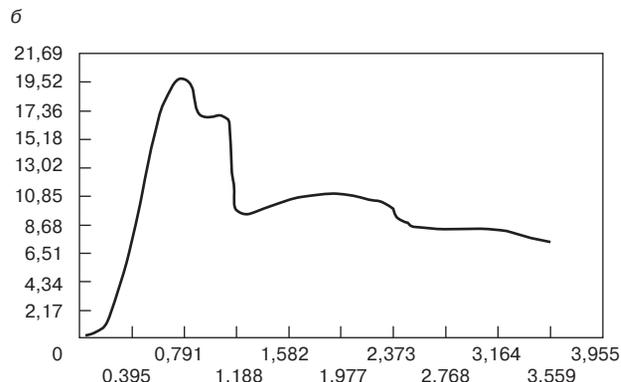
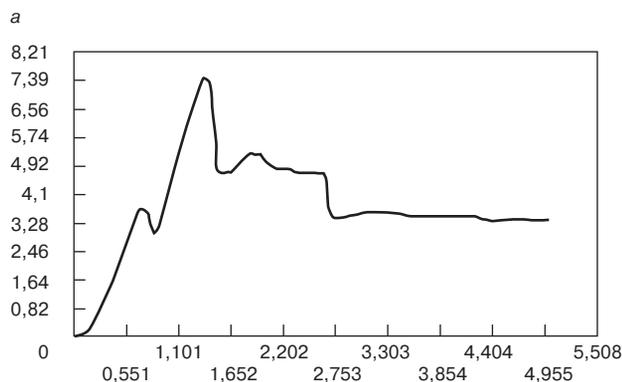


Рис. 1. Графики нагрузок и перемещения пуансона прессы: а – эталонный образец; б – образец бетона с добавкой 0,005% УНМ

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России на 2007–2012 гг.»

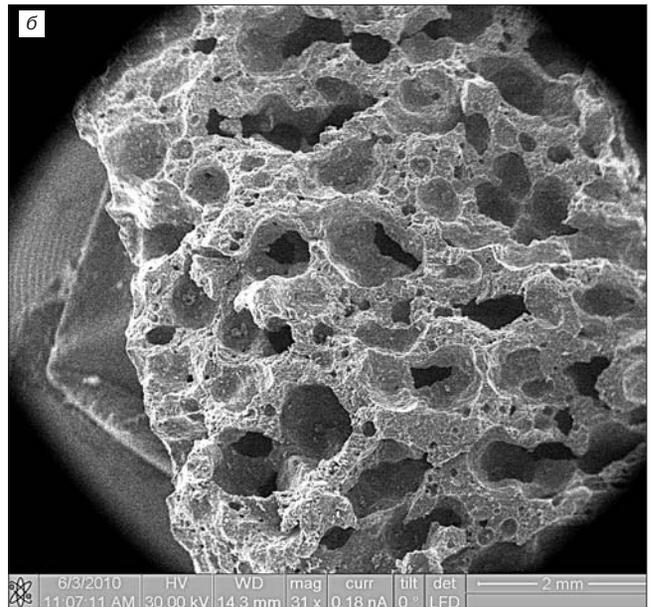
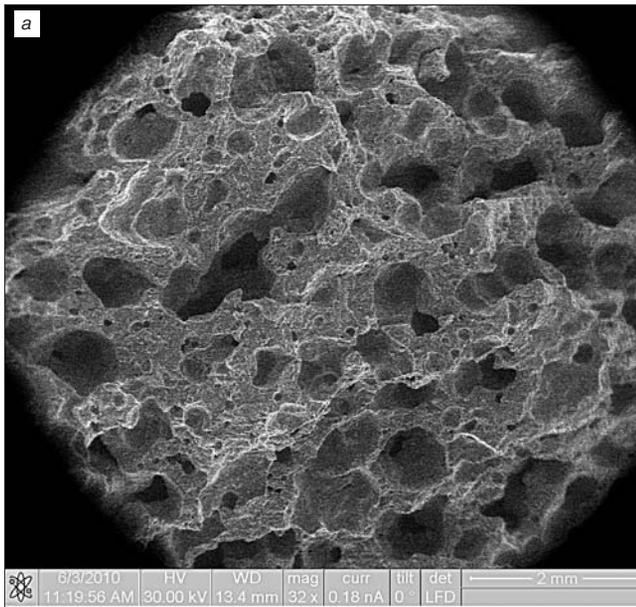


Рис. 2. РЭМ изображения структуры поверхностей изломов образцов бетона: а – структура модифицированного бетона; б – структура эталонного образца

тивным с точки зрения большинства экспертов считается последний.

В данном исследовании выбрана стандартная рецептура для образцов ячеистого бетона. В одну серию образцов добавляли углеродный наноматериал (УНМ), изготовленный Центром углеродного наноматериала ВлГУ. Используемый УНМ предварительно готовили по следующей схеме. Порошок УНМ в необходимой пропорции смешивался с дистиллированной водой с добавкой поверхностно-активных веществ (ПАВ). Полученная смесь в дальнейшем помешалась в ультразвуковую установку ИЛ 100-6 для диспергирования. Подготовленную суспензию добавляли в воду затвердения ячеистого бетона. Из полученных блоков вырезали образцы для механических испытаний.

Образцы, полученные по данной технологии, были исследованы на прочностные свойства на сжатие (Рсж). Испытания проводились согласно ГОСТ 10189–90 на разрывной машине модели WDW - 100 Е класс 1. Результаты испытаний представлены в таблице. Графики нагрузок и

перемещения пуансона пресса для эталонного образца и бетона с добавкой 0,005% УНМ приведены на рис. 1.

Из таблицы видно, что лучшие результаты на сжатие показали образцы с содержанием наномодификатора в количестве 0,005% в пересчете на сухое вяжущее. Кроме того, на прочностные свойства значительное влияние оказывает и время предварительной обработки углеродного материала в среде ПАВ.

Результаты механических испытаний показали, что при определенных концентрациях модифицирующих добавок, а также при режимах обработки ультразвуком наблюдается повышение механических свойств. Представляло интерес выявить наличие структурных изменений, обуславливающих повышение механических свойств. Исследования проводились на растровом электронном микроскопе QUANTA 200 3D. Различия в микроструктуре можно было наблюдать уже при небольших увеличениях. На рис. 2 представлены полученные с помощью растрового электронного микроскопа изображения (РЭМ-изображения) образцов бетона с

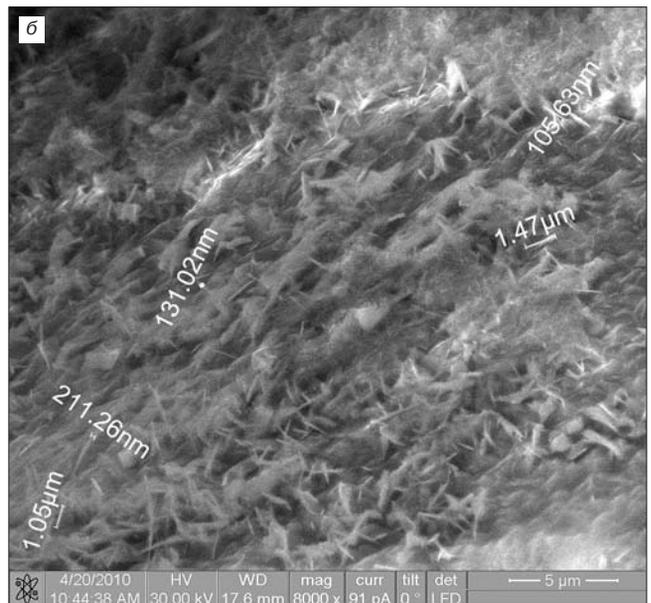
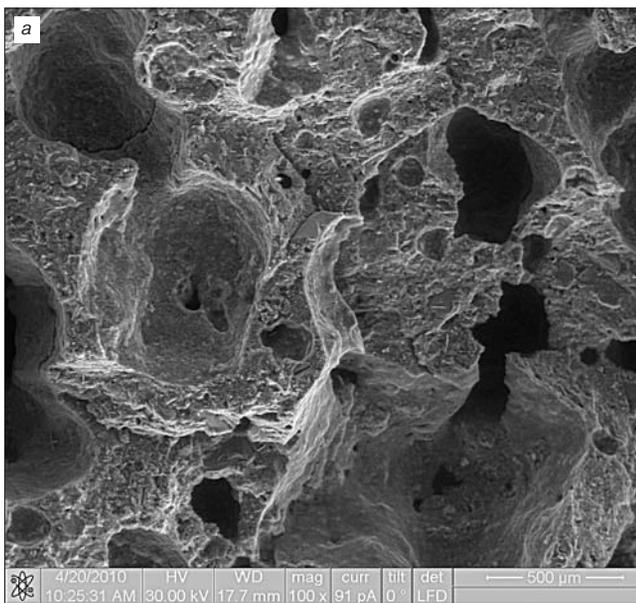


Рис. 3. РЭМ изображения структуры стенок пор бетона: а – модифицированный бетон; б – эталонный бетон

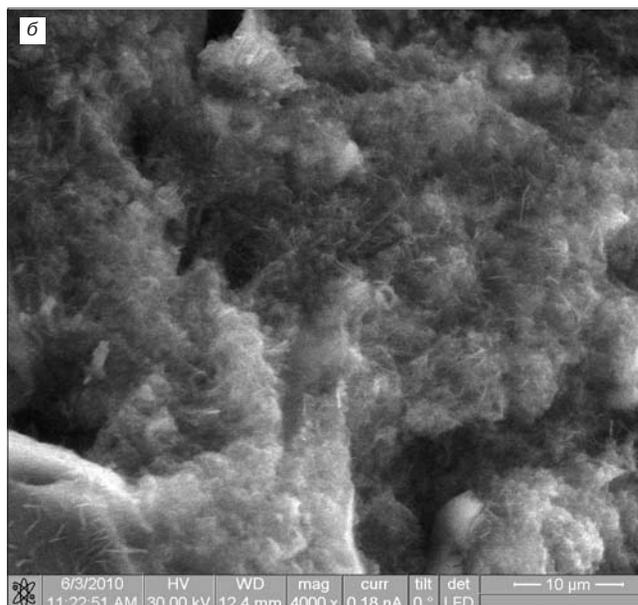
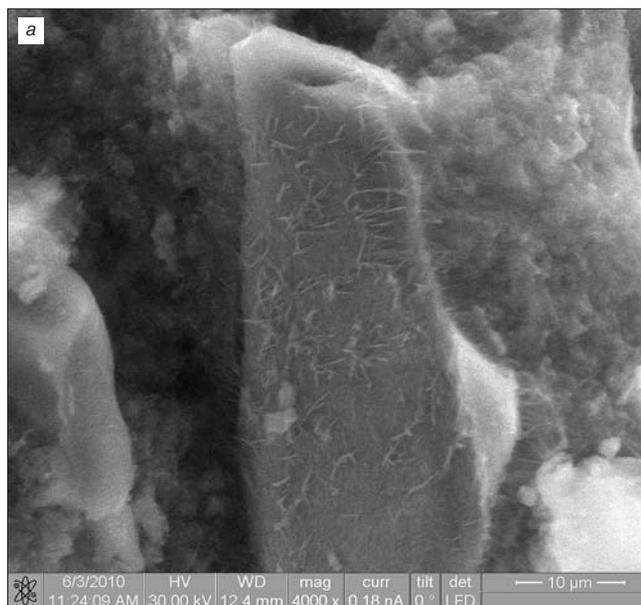


Рис. 4. РЭМ-изображения углеродных волокон в структуре цементного камня: а – поверхность камня, б – излом камня

добавкой УНМ (рис. 2 а) и эталонного образца (рис. 2 б).

Результаты исследований показывают, что поры в образце с УНМ в отличие от эталонных образцов имеют почти закрытую структуру. Кроме того, структура стенок пор, наблюдаемая при больших увеличениях, также существенно отличалась в модифицированных и эталонных образцах. На эталонном образце зерна бетона расположены хаотично и не имеют четких граней (рис. 3 а). Структура стенок модифицированного бетона состоит из нанодисперсных кристаллов, имеющих, как правило, определенную направленность (рис. 3 б).

Большой интерес представляет РЭМ изображение структуры крупного образца цементного камня, содержащего наноразмерные волокнистые включения (рис. 4). Данные включения, очевидно, являются углеродными нановолокнами. Важно отметить, что они равномерно распределены в камне и не образуют крупных агломератов. Аналогичные волокнистые наноструктуры наблюдались и на других участках изломов модифицированных образцов.

Таким образом, в данном исследовании подтверждены ранее существующие предположения, а также результаты работ о перспективности применения модифицирующих добавок УНМ для повышения механических свойств ячеистых бетонов. Установлено, что основными структурными факторами, способствующими улучшению механических свойств, являются: изменение структуры стенок пор, а также дисперсионное упрочнение цементного камня. В дальнейших исследованиях предполагается определить кристаллическую структуру фаз, а также рассмотреть возможные физико-химические процессы влияния модифицирующих добавок на структуру и свойства ячеистых бетонов.

Ключевые слова: ячеистый бетон, модифицирующие добавки, углеродный наноматериал, механические свойства.

Список литературы

1. Colston S. L., O'Connor D., Barnes P. et al. Functional micro-concrete: The incorporation of zeolites and inorganic nano-particles into cement microstructures // Journal of Materials Science Letters. 2000. 19. № 12. P. 1085–1088.

2. Комохов П. Г., Харитонов А. М. Наноструктурная модель цементного камня для оценки свойств композиционного материала // Популярное бетоноведение. 2007. № 2. С. 125–127.
3. Hanehara S., Ichikawa M. Nanotechnology of cement and concrete // Taiheiyo Cement Kenkyu Hokoku. 2001. № 141. P. 47–58.
4. Данилов А. Бетонная наука // Российские нанотехнологии. 2010. № 1–2. С. 12–14.

Информационно-консалтинговая фирма

«ИТКОР»

РОКТИ

предлагает следующие виды услуг:

Проведение маркетингового исследования

Подготовка аналитического обзора

Подготовка информационной справки

Разработка бизнес-планов

115419, Москва,
ул. Орджоникидзе, д.11, стр 3, оф. 22
Тел./факс: (495) 232-47-56
E-mail: ikf-itcor@ikf-itcor.ru, itcor@mail.ru
www.ikf-itcor.ru

Кирпичному заводу ЗАО «Петрокерамика» — 25 лет

История предприятия началась в 1979 г., когда в г. Никольское Тосненского района Ленинградской области, недалеко от Чекаловского месторождения голубых глин было начато строительство первого в СССР полностью автоматизированного завода по выпуску керамических стеновых материалов. 4 октября 1985 г. была запущена первая линия завода. Со дня основания «Петрокерамика» специализируется на производстве кирпича — самого универсального строительного материала. Одним из первых в России завод освоил выпуск высокоэффективного поризованного керамического камня, имеющего низкую теплопроводность. С применением продукции «Петрокерамики» реставрирован Константиновский дворец в Стрельне, построены Ладожский вокзал, жилые комплексы в Пушкине, Коломягах, Озерках, Купчине и т. д.

Начало 90-х гг. прошлого века стало переломным для многих промышленных предприятий. Выбирал свою дальнейшую судьбу и молодой кирпичный завод «Петрокерамика». В 1993 г. на базе завода было создано акционерное общество закрытого типа «Петрокерамика». Сегодня с уверенностью можно сказать, что направление развития было выбрано верно. Среди тех, кто стоял у истоков хозяйственной самостоятельности, Олег Евгеньевич Никитов и Сергей Асхатович Искандаров. Во многом благодаря их предприимчивости и экономической прозорливости был сохранен производственный потенциал предприятия, его кадровый костяк.

В 1994–1997 гг. сложная экономическая обстановка, массовые неплатежи, спад промышленного производства, резкое уменьшение объемов строительства, и как следствие, снижение спроса на строительные материалы привели к падению выпуска готовой продукции ЗАО «Петрокерамика» до 6,2 млн шт. условного кирпича в год. Тогда было принято решение расширить ассортимент и начать выпуск керамической посуды, лицево-

го керамического камня для наружной отделки строящихся зданий, фигурного кирпича, керамической черепицы. И все же основная продукция — керамический камень 2,1 NF оказалась самой рентабельной и надежной. Но главное — в эти непростые годы заводу удалось полностью сохранить производственный профиль.

В конце 1999 г. управление ЗАО «Петрокерамика» приняла новая команда управленцев, имеющая опыт выведения предприятий из кризисных ситуаций. Это директор М.В. Медведовский, первый заместитель директора В.В. Прокофьев, технический директор А.В. Игонин, финансовый директор С.В. Петров, коммерческий директор Н.Н. Ефимов. Группой компаний «Нефрит» под руководством З.В. Багаудинова была оказана необходимая организационная и техническая поддержка, что дало ожидаемые результаты: уже к 2001 г. финансовое состояние завода стало стабилизироваться; с минимальными затратами было восстановлено изготовление керамического камня, объем производства которого вырос до 25,2 млн шт. усл. кирпича в



Шихтозапасник



Участок подготовки отошающих добавок



Директор С.В. Петров



Заместитель директора по производству В.А. Опарин



Главный инженер П.В. Середок



Заместитель директора по качеству Т.А. Бойченкова

год. Благодаря плодотворной работе технологической службы уже в 2002 г. ЗАО «Петрокерамика» одним из первых в стране приступило к промышленному выпуску поризованной керамики.

В 2004 г. советом директоров на должность директора ЗАО «Петрокерамика» был назначен С.В. Петров, который руководит предприятием по настоящее время. В течение последних лет темпы производства стабильно наращивались, и к концу 2008 г. объем выпуска готовой продукции достиг проектной мощности 60 млн шт. усл. кирпича в год. Такой успех был обусловлен постоянными инвестициями в основные фонды, непрерывной модернизацией имеющегося оборудования, эффективной организацией труда и системой стимулирования.

Производство керамического камня в ЗАО «Петрокерамика» осуществляется на советском комплексе

оборудования СМК-182, поэтому инженерно-технические специалисты постоянно находятся в поиске новых возможностей увеличения производительности, стабильности работы оборудования, снижения капитальных затрат. На предприятии выработан системный подход, который помогает успешно решать многие технически сложные задачи.

Одной из таких задач была необходимость повышения срока службы коробов сушилов на технологических линиях. Для сушки керамических изделий в ЗАО «Петрокерамика» применяются противоточные шестизонные щелевые сушилы, которые представляют собой металлический короб, где располагается 70 сушильных тележек, на которые сажаются на тычок в один ряд камень-сырец. В первых зонах щелевых сушилов в течение 1–2 лет эксплуатации образуются корродирован-



Обогащение выгорающих добавок



Подготовка шихтомассы перед формовкой



Пульт управления линией



Подача бруса на линии

ные участки, через которые происходит потеря теплоносителя, что существенно осложняет процесс сушки. Причиной этого является активное выделение влаги из сырца при скоростной сушке (8–10 ч), которая агрессивно воздействует на металлическую конструкцию коброба. Ремонт таких поврежденных сушил занимает много времени и требует больших капитальных затрат. Потребность в таких ремонтах была постоянной. Специалисты предприятия предложили в качестве эксперимента выполнить стенки первых двух зон сушил из древесины. В 2007 г. капитальный ремонт линии № 1 был произведен с учетом данного предложения. Линия работает уже более трех лет и состояние ее практически не отличается от первоначального. Таким образом, был достигнут первый результат.

В процессе наблюдения за работой линии мы обратили внимание еще на одно обстоятельство. Благодаря пористому строению древесины впитывает излишки влаги при повышенной влажности теплоносителя и отдает влагу при пониженной влажности теплоносителя, что обеспечивает более равномерную и мягкую сушку изделий. Поэтому сушка камня-сырца в сушиле с деревянными стенами исключает образование сушильных трещин, что в конечном итоге приводит к повышению качества изделий. Поэтому последующий капитальный ремонт других сушил осуществляется с учетом предложенного новшества.

Технология производства поризованного камня керамического предусматривает введение в шихту выгорающих добавок, благодаря чему изделия имеют более низкую плотность, пониженную теплопроводность и высокие прочностные характеристики. Керамический камень ЗАО «Петрокерамика» имеет большую популярность у строителей. Тем не менее работа по улучшению качества керамического камня не прекращается.

С учетом требований к проектированию кирпичных стен толщиной 510–640 мм необходимо снизить коэффициент теплопроводности керамических стеновых материалов до 0,154–0,18 Вт/(м²·°С). Для решения такой задачи специалисты ЗАО «Петрокерамика» провели большую аналитическую работу по изучению практических данных, полученных при создании пустотного поризованного камня. Было исследовано несколько рецептов шихты и выбран наиболее оптимальный для предприятия вариант, состоящий из глины кембрийской, торфа, опилок, тонкомолотого известняка, огнеупорной глины. Каждый порообразующий компонент выполняет дополнительные функции, облегчая процессы сушки и обжига керамических изделий.

Например, опилки при добавлении в кембрийскую глину являются эффективным поризатором, а за счет

своей текстуры армируют сырец, который становится менее чувствительными к сушке, что снижает вероятность появления сушильных трещин. Торф в шихте играет роль пластификатора и выгорающей добавки. Смесь торфа и опилок в совокупности представляет собой комплексную топливосодержащую добавку с разной температурой возгорания компонентов, что заметно снижает расход технологического топлива — до 20–25%. Тонкодисперсный известняк, разлагаясь при обжиге, выделяет углекислый газ, что обуславливает повышенную пористость керамического камня. Огнеупорная глина добавляется в шихту для сохранения заданных размеров керамических изделий и снижения огневой усадки при обжиге.

После проведения ряда экспериментов в условиях действующего производства выпущены опытно-промышленные партии новой продукции, образцы которой были отправлены на определение теплопроводности кладки с наружным слоем из облицовочного кирпича в НИИ строительной физики. Результаты испытаний по ГОСТ 26254–84 «Здания и сооружения. Методы определения теплопередачи ограждающих конструкций» показали, что при кладке фрагмента стены на цементно-песчаном растворе и средней плотности камня 0,86 кг/м³, толщине стены 510 мм, влажности 3,5% теплопроводность составила 0,17 Вт/(м²·°С). На основании полученных данных в ЦНИИСК им В.А. Кучеренко получен сертификат соответствия на камень керамический, изготовленный из пятикомпонентной шихты. На основании представленных результатов исследований ЛЕННИИПРОЕКТ выдал заключение, что исследуемая стена для Санкт-Петербурга удовлетворяет требованиям СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий».

В 2008 г. ЗАО «Петрокерамика» получило патент на изобретение № 2323915 «Шихта для производства керамических изделий». На практике проверено, изделие соответствует ГОСТ 530–2007: марка по прочности М125 и М150; морозостойкость 50 циклов; масса камня до 3,6 кг. Теплопроводность изделия в кладке при влажности 3,5% (на цементно-песчаном растворе) составляет 0,17 Вт/(м²·°С). При такой плотности керамических изделий уменьшается нагрузка на фундамент, что расширяет возможность применения камня керамического при строительстве многоэтажных зданий.

Разработку и внедрение данной идеи осуществили вместе заместитель директора по качеству Т.А. Бойченкова, главный инженер П.В. Сердюк и заместитель директора по производству канд. техн. наук В.А. Опарин.

В настоящее время ЗАО «Петрокерамика» входит в пятерку предприятий России — лидеров по производству



Обжиговые вагоны перед постановкой в печь



Склад готовой продукции

теплой керамики. «Наличие нерешенных проблем, технические и технологические сложности заставляют нас все время двигаться вперед, экспериментировать, творить, а значит, оставаться конкурентоспособными», — считает директор ЗАО «Петрокерамика» Сергей Петров.

В 2008 г. ЗАО «Петрокерамика» стало правообладателем своего фирменного товарного знака, зарегистрированного в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

ЗАО «Петрокерамика» с 2003 г. проходит добровольную сертификацию выпускаемой продукции и ежегодно проводит инспекционный контроль по стабильности качества. Первый сертификат соответствия на продукцию предприятие получило в Госстрое России. В настоящее время ЗАО «Петрокерамика» имеет сертификаты соответствия Центра качества строительства Санкт-Петербурга и Мостстройсертификации. Это позволило привлечь новых партнеров, выйти со своей продукцией в новые регионы.

Кирпич из г. Никольского охотно приобретают строители Москвы, Череповца, Ухты, Архангельска и Мурманска. В пределах Северо-Западного региона отгружается до 75% поризованного камня керамического. Индивидуальный подход коммерческого отдела к покупателям позволяет расширять рынки сбыта и успешно реализовывать продукцию. Грамотно продуманная финансовая, маркетинговая и ценовая политика позво-

ляет ЗАО «Петрокерамика» оставаться конкурентоспособным.

В настоящее время на предприятии работает 255 человек, большинство из которых всю жизнь занимались производством кирпича. В руководстве и среди инженерно-технических работников преобладают высококлассные специалисты, средний возраст которых около 40 лет. Руководство предприятия постоянно уделяет внимание повышению уровня знаний инженерно-технических работников, выделяются средства для участия в Международной научно-практической конференции КЕРАМТЭКС, поездок на другие предприятия для ознакомления и обмена опытом, также ИТР направляются на курсы повышения квалификации, семинары, выставки, научно-технические конференции в Российской Федерации, в Италию, Францию, Германию и т. д.

ЗАО «Петрокерамика» встречает двадцатипятилетие в непростых условиях, когда еще не закончился экономический кризис; возросшая конкуренция между промышленными предприятиями заставляет руководство завода искать новые маркетинговые решения и разрабатывать новые финансовые механизмы взаиморасчетов между предприятиями, но, невзирая на трудности, завод работает рентабельно, бесперебойно и выпускает продукцию высокого качества.

Заместитель директора ЗАО «Петрокерамика» по производству канд. техн. наук В.А. Опарин

ЗАО «Петрокерамика»

**187026, г. Никольское, Ленинградской области,
Отраденское шоссе, 5.
т/ф (81361) 52-365, 58-234, 58-329**



Бережем тепло, дарим пространство

Ш.Х. ХАЙДАРОВ, инженер, А.В. КОРНИЛОВ, д-р техн. наук,
Т.З. ЛЫГИНА, д-р геол.-минер. наук, Е.Н. ПЕРМЯКОВ, канд. техн. наук,
ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт геологии
нерудных полезных ископаемых» (Казань)

Электрокинетическое обезвоживание шликера

Для улучшения свойств низкокачественного глинистого сырья, используемого для производства строительных керамических материалов, применяются различные способы переработки. Принципиальная возможность использования для этой цели электрокинетического обезвоживания сырья по шликерной схеме показана в работе [1]. В результате электрокинетического воздействия на шликер повышаются прочностные характеристики керамических изделий.

В данной работе изучено влияние различных факторов (качества глинистого сырья, природы и содержания технологических добавок, условий эксперимента) на эффективность электрокинетического обезвоживания сырья.

Шликер для исследования готовили из глинистого сырья трех минералого-технологических разновидностей: 3б, 4а и 4б [2]. Согласно разработанной классификации в зависимости от значений обменной емкости (ОЕ), числа глинистости ($Ч_{гд}$) и содержания монтмориллонитового компонента (МК) выделено семь разновидностей глинистого сырья, используемого для изготовления стеновых керамических материалов. Монтмориллонит-гидроглинистая глина подразделяется на разновидности 3а, 3б, 4а, 4б и 5а; гидроглинистая – на 5б и 6а. У сырья разновидностей 3б, 4а и 4б значения ОЕ составляют 32, 27 и 23 мг·экв. соответственно, значения $Ч_{гд}$ находятся в пределах 45–70, 24–45 и 14–24 усл. ед., МК – в пределах 30–34, 24–29 и 19–25%. Определение разновидности позволяет дать прогноз качества сырья и готовой продукции, получаемой методом пластического формования.

С целью удаления крупных включений шликер пропускали через сито 1 мм. Затем шликер с влажностью 30–45% (в зависимости от разновидности) помещали в электрокинетическую ячейку лабораторной установки (см. рисунок). Она состоит из источника постоянного тока типа У-300 мощностью 1 квт 1; импульсного генератора типа Г5-54 с диапазоном частот 1–105 Гц 2; нестандартного импульсного усилителя мощности 3; электроизмерительных приборов 4; алюминиевой пластины с отверстиями диаметром 1 мм 5, служащей ано-

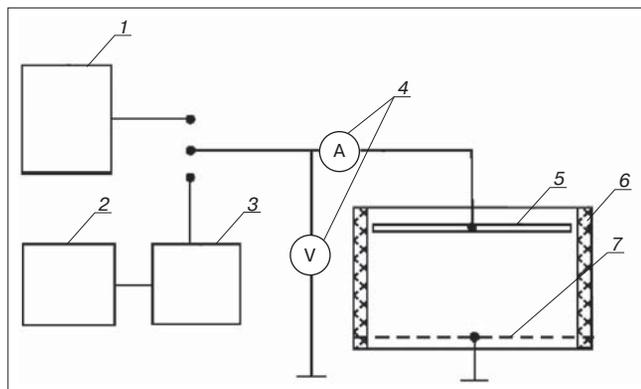


Схема лабораторной электрокинетической установки

дом; ячейки 6 размером 200×100×100 мм, собранной из текстолита и латунной сетки 7 с отверстиями 0,25×0,25 мм, служащей катодом.

Обезвоживание проводилось в постоянном электрическом поле и под воздействием импульсного поля. В первом случае использовали выпрямленный однополупериодный и выпрямленный по двухполупериодной схеме без сглаживания токи. Частота следования импульсов менялась от 102 до 105 Гц.

Основным параметром, характеризующим эффективность электроосмотического процесса, является глубина обезвоживания, значение которой определялось как разность между начальной влажностью шликера и конечной влажностью глиномассы. Также фиксировалось количество затраченной энергии на проведение процесса.

При прочих равных условиях оптимальная высота суспензии, при которой получается максимальная глубина обезвоживания шликера из всех исследованных разновидностей глинистого сырья, составляет 1 см.

Наиболее эффективно процесс обезвоживания происходит при максимальной величине тока 1 А. Вид используемого тока практически не влияет на глубину обезвоживания шликера, ее значения отличаются лишь на 0,1–0,4%. При этом количество затраченной энергии также изменяется незначительно.

Использование комбинированного воздействия – вначале постоянного электрического поля при высоком значении влажности шликера, а затем начиная с влажности, соответствующей нижнему пределу текучести глины, импульсного поля с частотой, возрастающей по мере степени обезвоживания, приводит к уменьшению энергоемкости всего процесса на 19–21%.

Степень электрокинетического воздействия на шликер из глинистого сырья разновидности 3б несколько выше. В этом случае значение глубины обезвоживания составляет 13,5–15,2%, в то время как для шликера из разновидности 4а – 11–13,6%. По-видимому, это связано с более высоким содержанием в сырье разновидности 3б монтмориллонита, на который электрокинетический процесс оказывает наибольшее воздействие.

Для интенсификации процесса обезвоживания в шликер могут вводиться различные добавки: зола ТЭЦ; 0,1% раствор флокулянта (анионного полиакриламида); 1% раствор $AlCl_3$. Лучший результат достигается при введении в шликер (на 1 кг глины) 5–20 мл 1% раствора $AlCl_3$. При этом глубина обезвоживания шликера достигает 21,2%, заметно снижается энергоемкость процесса. Хлорид алюминия увеличивает ток и способствует обезвоживанию при более низком напряжении. Применение $AlCl_3$ приводит к электрохимическому замещению различных катионов на Al, что явно проявляется в виде «белого пера», убывающего по толщине слоя керамической массы в ячейке.

Исследования показали, что эффективность обезвоживания зависит от различных факторов и для конкретного глинистого сырья следует подобрать оптимальные режимы электрокинетического процесса.

Способ подготовки глиномассы для формования	Разновидность глинистого сырья	Способ формования	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа
Обезвоживание шликера в электрокинетической установке	4б	Пласт./полус.	18,4/42	7,9/6,9
	4а	Пласт./полус.	21,9/38,8	7,1/7,2
	3б	Пласт./полус.	36,5/68,8	4,7/3,1
Обезвоживание шликера в сушильном шкафу	4б	Пласт./полус.	13,6/30,1	3,6/3,4
	4а	Пласт./полус.	18,1/29,1	3,2/3
	3б	Пласт./полус.	23,2/41,3	2,4/1,3
Увлажнение исходной глины до формовочной влажности	4б	Пласт./полус.	12,1/29	4,6/4,1
	4а	Пласт./полус.	15,6/24,9	4,1/3,9
	3б	Пласт./полус.	21,4/39	2,8/1,6

Анализ ИК-спектров образцов, взятых из середины ячейки (проба с середины ячейки), из околочатодной области (проба с катода) и с прианодного слоя (проба с анода) показал, что в результате электрокинетического воздействия в глинистом сырье протекают различные физико-химические процессы.

В ИК-спектре пробы с середины ячейки в отличие от спектра исходной глины появляются новые полосы поглощения в области валентных и деформационных колебаний свободной и связанной гидроксильных групп. Также регистрируются полосы поглощения, относящиеся к деформационному колебанию Al—OH связи в четверной координации атома алюминия в тетраэдре $AlO_3(OH)$. Кроме того, в спектре проявляются полосы валентного и деформационного колебания гидроксильных групп в слюде, монтмориллоните и каолините, утративших водородные связи.

Существенным отличием спектра пробы с анода от спектров проб с середины ячейки и с катода является возрастание интенсивности полос поглощения в области, относящейся к колебаниям связей Al—OH и Si—O—Al; появление интенсивных полос в области 1465 и 1638 см^{-1} ; появление полос в области 3620 см^{-1} , 3705 см^{-1} . Увеличение интенсивности этих колебаний, а также появление в спектре плеча при 890 см^{-1} и полосы при 1465 см^{-1} может служить основанием для предположения, что изменяется характер связей катионов Al^{3+} и Si^{4+} .

По-видимому, в структуре глинистых минералов проявляются связи гидроксильной группы, входящей и в тетраэдр $AlO_3(OH)$ (четверная координация атома Al), и в окружение октаэдра $AlO_5(OH)$ (шестерная координация атома Al). Появление полос поглощения в области валентных колебаний гидроксильной группы при 3620 и 3705 см^{-1} также свидетельствует о том, что в глине проявляется колебание $\nu_{\text{вал}}(OH)$, характерное для каолинита (3620 см^{-1}) и для $\nu_{\text{вал}}(OH)$ в слюде и монтмориллоните (3705 см^{-1}). Это можно объяснить тем, что при электрокинетической обработке глины, находящейся в околочатодной области, происходит частичная деформация кристаллической решетки минералов. В результате комбинации OH-групп в процессе нарушения структуры минерала при электроосмосе и электрофорезе в глине появляется молекулярно связанная вода.

Влияние электрокинетического обезвоживания (при оптимальных режимах данного процесса) глинистого сырья различного качества на прочностные характеристики керамики приведены в таблице. Сырье минералоготехнологической разновидности 4б обладает наименьшей спекаемостью, разновидности 3б — наибольшей.

Шликер обезвоживали до формовочной влажности 19–20% двумя способами: на электрокинетической установке и в сушильном шкафу при температуре 40°C .

Образцы (балочки размером $160 \times 40 \times 40$ мм в количестве трех штук каждого вида) формовались способами пластического формования и полусухого прессования (влажность пресс-порошка составляла 8–9%, давление прессования 30 МПа). Для сравнения были изготовлены образцы из исходного сырья с аналогичной формо-

вочной влажностью. Обжиг проводился в электрической муфельной печи при температуре 950°C . Режим обжига: подъем температуры до 500°C — 11 ч, включая выдержку 3 ч при 500°C ; от 500 до 700°C — 4 ч; от 700 до 950°C — 5 ч; выдержка при конечной температуре — 2 ч; охлаждение до $50\text{--}60^\circ\text{C}$ — 24 ч.

Электрокинетическое обезвоживание шликера приводит к существенному увеличению прочностных характеристик керамики. Прочность образцов при сжатии независимо от способа формования возрастает в 1,4–1,7 раза, при изгибе — в 1,7–1,9 раза. Очевидно, что основной причиной увеличения прочностных свойств является электрокинетическое воздействие на глинистое сырье, а не шликерная подготовка сырья.

В керамических образцах (проанализированы пробы, взятые из середины и с поверхности образцов), отформованных из обработанного сырья, наблюдается большее содержание оксида железа II (FeO). Он катализирует процессы спекания за счет увеличения количества жидкой фазы, что уменьшает пористость керамики и приводит к повышению прочности керамических материалов [3].

Таким образом, в результате электрокинетического обезвоживания глинистого сырья происходит активация глинистых минералов, вследствие чего повышаются прочностные характеристики керамических материалов. Установлено, что электрокинетическая обработка глинистого сырья приводит к появлению новых химических связей, относящихся к тетраэдрам $AlO_3(OH)$ — четверная координация катиона Al и к октаэдрам $AlO_5(OH)$ — шестерная координация катиона Al.

Эффективность электрокинетического обезвоживания глинистого сырья зависит от его качества (минералоготехнологической разновидности) и условий проведения данного процесса (высоты слоя шликера, величины электрического поля, природы и содержания добавок). Применение обработанного данным способом глинистого сырья позволит получать на его основе керамические изделия (кирпич, камень, плитку) с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: подготовка глиномассы, шликер, электрокинетическое обезвоживание.

Список литературы

1. Корнилов А.В., Лузин В.П. Эффективные способы переработки глинистого сырья для получения изделий строительной керамики // Стекло и керамика. 2004. № 1. С. 24–26.
2. Корнилов А.В., Пермяков Е.Н., Лыгина Т.З. Минералоготехнологические разновидности глинистого сырья для производства керамического кирпича и керамзитового гравия // Стекло и керамика. 2005. № 8. С. 29–31.
3. Кара-Сал Б.К. Повышение качества керамических изделий из низкосортных глин путем изменения параметров среды обжига // Строит. материалы. 2004. № 2. С. 29.

LINGL осваивает все секреты производства фирмы NOVOKERAM

30 июня 2010 г. произошло знаменательное событие: директора-соучредители фирмы LINGL Андреас Лингл и Франк Аппель вместе с Кристианом Вагнером, в течение многих лет являющимся владельцем и руководителем фирмы NOVOKERAM, скрепили печатью факт заимствования фирмой LINGL секретов производства фирмы NOVOKERAM. В связи с мировым финансовым кризисом г-н Вагнер был вынужден в ноябре 2009 г. заявить о банкротстве фирмы NOVOKERAM Max Wagner GmbH. Впредь марка NOVOKERAM и принадлежащие ей ноу-хау, включающие в себя защиту промышленных прав, все чертежи и данные о заказчиках, будет поддерживаться фирмой LINGL.

Еще одним важным признаком удачно внедренной марки NOVOKERAM для заказчиков является продолжение сотрудничества фирмы LINGL с Кристианом Вагнером. Исполнительный директор Андреас Лингл подчеркнул: «Мы не только рады тому, что имеем возможность дать хорошую перспективу марке NOVOKERAM, но еще и преисполнены гордости за то, что в лице Кристиана Вагнера нашли превосходного специалиста, который привнесет свой опыт и знания технологии сушки, а также данные о заказчиках в нашу совместную работу». Данное решение гарантирует уверенность многочисленных заказчиков и потребителей продукции NOVOKERAM в том, что они, как и прежде, могут рассчитывать на надежную поддержку. Стратегическое значение данного факта озвучил Франк Аппель: «Все связывают с фирмой NOVOKERAM новую технологию сушки CHORITHERM без применения тепловой энергии. Мы считаем, что такая технология сушки имеет большой потенциал для будущего, если речь идет о сокращении расхода тепловой энергии при производстве кирпичной продукции. Именно Кристиан Вагнер оценил значение этой технологии для кирпичной промышленности и



Слева направо: Бернд Браун, руководитель отдела сервиса; Карл Лидель, руководитель проектного отдела; Андреас Лингл, руководитель фирмы LINGL; Кристиан Вагнер; Франк Аппель, руководитель фирмы LINGL; Герхард Дарцис, руководитель технического отдела

с большим успехом применил и развил данный метод сушки. Фирма LINGL будет продолжать начатое дело и совместно с г-ном Вагнером приведет данный метод сушки в соответствие с требованиями рынка». В наше время, когда бережное использование ресурсов и экономия энергии являются решающими преимуществами в конкурентной борьбе, дальнейшее развитие технологической компетентности LINGL – это логическое следствие требований рынка. Кристиан Вагнер также с уверенностью заявляет: «Для меня очень важно, что мои прежние заказчики будут иметь поддержку в лице солидной фирмы. Я знаю фирму LINGL и обоих ее руководителей как надежных и сильных партнеров и абсолютно уверен в том, что таким образом было найдено оптимальное решение, огромную пользу от которого получают в первую очередь наши клиенты».

С этого момента клиенты NOVOKERAM могут обращаться к г-ну Кристиану Вагнеру (c.wagner@novokeram.de) по всем вопросам, касающимся технологии сушки NOVOKERAM, систем управления NOVOKERAM и обеспечения запасными частями для сушилок NOVOKERAM.



LINGL/Крумбах, Германия
Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG
 Nordstraße 2, D-86370 Krumbach
 Tel.: +49 (0)82 82/825-0, Fax: +49 (0)82 82/825-510
 www.lingl.com lingl@lingl.com

Обратная связь
Ханс Лингл Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG
 Нордштрассе 2, 86370 Крумбах, Германия, г-н Гаральд Грубер
 Тел. +49 (0)82 82/825-0, Факс: +49 (0)82 82/825-401
 www.lingl.com lingl@lingl.com

П.Г. КОМОХОВ, д-р техн. наук, академик РААСН, А.В. БЕНИН, канд. техн. наук, Ю.А. БЕЛЕНЦОВ, канд. техн. наук (belents@mail.ru),
 Петербургский государственный университет путей сообщений

Армодемпфирующие элементы для работы материала в условиях динамических и сейсмических нагрузок

Проблема раннего разрушения материала в конструкциях зданий и сооружений связана с воздействием многократно повторяющихся динамических нагрузок от ветра и транспорта, изменения температуры и влажности, а также воздействия сейсмических нагрузок. Расчет пульсационной составляющей ветровой нагрузки не исчерпывает реальную картину силовых и динамических воздействий ветра, поскольку периодические изменения направления приводят к изменению напряженно-деформируемого состояния элемента на противоположный и процесс этот повторяется многократно. Многократные колебания температурно-влажностного режима поверхности конструкции в зданиях и сооружениях также изменяют характер работы всего сооружения или здания, что нередко приводит к частичному его разрушению. Динамические нагрузки от транспорта и оборудования вызывают активное трещинообразование в существующих зданиях, снижая межремонтные сроки и период эксплуатации. Сейсмические нагрузки приводят к практически мгновенному разрушению отдельных наиболее нагруженных элементов за счет воздействия энергетических повторяющихся в течение короткого времени, воздействующих на конструкции значительными знакопеременными ускорениями толчков. Подобные процессы становятся особенно существенными при строительстве высотных зданий и ответственных сооружений, и учет только силовой составляющей воздействий не гарантирует безаварийной эксплуатации отдельной конструкции и всего здания в целом. Работа материалов в конструкциях при динамических (многоцикловых, сейсмических) нагрузках определяется количеством энергии, подведенной к материалу при воздействии различных внешних нагрузок и климатических факторов.

Использование современных высокопрочных материалов приводит к существенному снижению трещиностойкости конструкций, а нарушение структуры — к снижению долговечности за счет проникновения внешней агрессивной среды в объем конструкции. Поэтому современные здания и сооружения из бетона часто требуют ремонта в течение 20 лет в условиях городской

эксплуатации вместо планируемых 40–50 лет. Причина нарушения структуры — значительные деформации в различных направлениях, в том числе и нагрузками, противоположными по знаку гравитационным. Результаты внешнего воздействия зависят от геометрических параметров конструкций здания, сооружения и от веса отдельных элементов. Расчет инерционных сил в современных нормах рассмотрен, однако при этом выпадает из внимания роль вертикальных колебаний отдельных конструкций и сооружения в целом, кроме особо ответственных конструкций. Способность конструкции воспринимать внешние воздействия зависит от конструктивной схемы, прочностных и энергетических показателей материала, из которого она изготовлена. Создание материала специально для конкретной конструкции не решается технологически, поэтому типовые материалы адаптируются для конкретных конструкций без учета возможности создавать материалы с заданным набором свойств. Принципиальным является создание активных материалов, корректирующих свои механические свойства в зависимости от характера и уровня внешних воздействий. Необходимо комплексно решать проблему повышения свойств материала в заданном направлении — прочность, трещиностойкость, деформативность и т. д. Применение высокопрочных и трещиностойких материалов ограничено в силу различных причин: высокой стоимости, деформативности, ограниченной долговечности, пониженной надежности и т. д. Целесообразно совершенствовать существующие материалы, обеспечивая их высокую энергоёмкость (способность воспринимать большое количество внешней энергии без разрушения структуры) за счет сверхвысокой прочности, используя с большим запасом их возможности восприятия нагрузки, или материалы с высокой деформативностью, что ограничено эксплуатационными характеристиками конструкции. Необходимо внедрять материалы и конструкции способные к большим деформациям при высокой прочности в чрезвычайных условиях, но при этом сохраняющие эффективную структуру без разрушения и изменения деформативности при различных

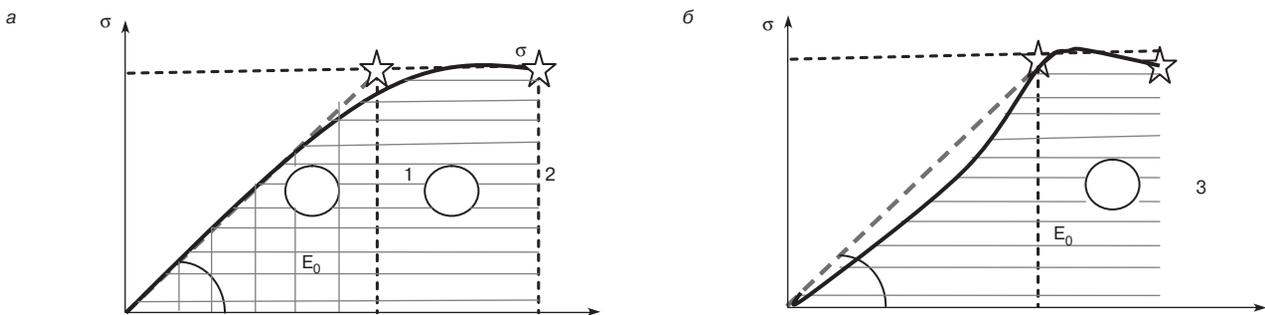


Рис. 1. Удельная работа деформирования на графике σ - ϵ : а — для хрупких (1) и вязкопластичных (2) материалов сопоставимой прочности и начальным модулем упругости; б — для идеализированного материала (3) с повышенной работой деформирования при сохранении структуры при деформировании



Рис. 2. Вид образцов с армодемпфером

нагрузках. Идеальный материал должен увеличивать модуль деформаций по мере увеличения нагрузки, что означает сохранение структуры и снижение вероятности резонансных явлений в конструкциях. Материалы должны характеризоваться большой работой деформирования и удельной энергией разрушения [1]. График напряжения–деформации материала должен характеризоваться повышением модуля деформаций при увеличении нагрузки, это свойственно эластомерам, но не конструкционным материалам. Использование вязкопластичных материалов сопровождается накоплением пластических деформаций и микротрещин, связанных с нарушением структуры (рис. 1). Линейная зависимость (снижение) модуля деформаций по мере увлечения напряжений свидетельствует либо о хрупком характере разрушения, либо о постепенном накоплении нарушений структуры, что опасно разрушением материала.

Идеализированный материал за счет высокой удельной энергии деформирования будет хорошо сопротивляться многоцикловым повторяющимся загрузкам (вибрационным и сейсмическим нагрузкам), при этом сохранять структуру без развития внутренних дефектов и трещин до момента, предшествующего разрушению. Создание такого идеализированного материала возможно использованием анизотропных материалов или включением в конструкции элементов, создающих в материале эффект анизотропии с сохранением прочностных и эксплуатационных свойств. Одним из вариантов является включение в бетонные, кирпичные и другие конструкции армодемпфирующих элементов, выполня-

Таблица 1

Расход материалов, кг/м ³					Подвижность смеси	Плотность бетона, кг/м ³	Водонепроницаемость	Средняя прочность серии, МПа
Цемент	Песок	Щебень	Вода	Добавка				
500	725	1020	170	9,685	П4	2179	W8	46,3

Таблица 2

Образец	Модуль упругости, МПа	Модуль деформаций, МПа	
		перед разрушением	средний
Без армодемпфера			27·10 ³
С армодемпфером	2,94·10 ³	15,8·10 ³	4,4·10 ³

ющих роль демпфера в основном направлении приложения нагрузки, а в поперечном – косвенного армирования. Это существенно увеличит энергоемкость материала за счет высоких деформаций в начальный момент времени при обжатии и постепенный прирост модуля деформаций по мере увеличения нагрузки.

Современные испытания бетона в соответствии с нормативными документами предполагают использование для построения регрессионной кривой количество циклов до разрушения при нагрузке 0,9; 0,8; 0,7; 0,6 от разрушающей [2]. Понятие класса бетона предполагает, что при максимальном коэффициенте вариаций однородности прочностных свойств с обеспеченностью 0,95 прочность бетона при сжатии составляет 77,8% средней прочности партии [3]. Следовательно, построение регрессионной кривой за пределами величины 77,8% средней прочности малоинформативно, хотя сокращает продолжительность испытаний. Таким образом, для динамических и многоцикловых испытаний необходимо использовать показатели регрессионной кривой в диапазоне прочности менее 77,8% разрушающей нагрузки. Моделирование реальных условий испытания с коэффициентом асимметрии цикла равным 0,1 также маловероятно, поскольку чисто динамическое нагружение встречается на практике достаточно редко; при этом для конструкций коэффициент постоянных нагрузок обычно не ниже 30–40% полных. Поэтому и коэффициент асимметрии при динамическом или многоцикловом испытании для моделирования реальных условий должен составлять 0,3–0,4.

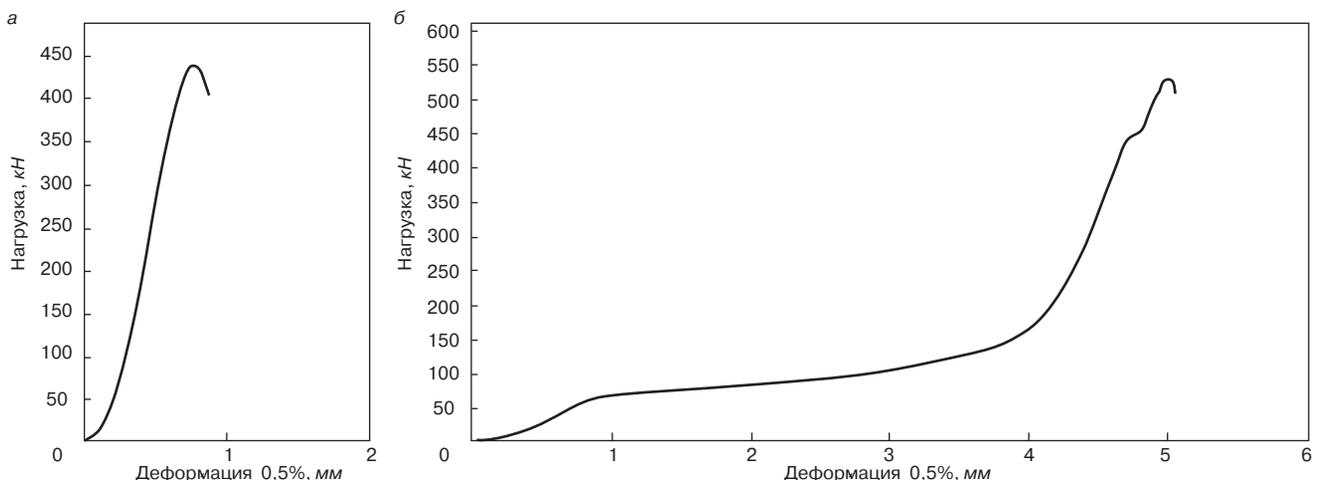


Рис. 3. Графики зависимости нагрузка-деформация: а – стандартного образца бетона без армодемпфера; б – образца с армодемпфером. Площадь 10000 мм²

Таблица 3

Результаты экспериментальных испытаний бетонных образцов с армодемпферами на многоцикловую нагрузку приведены далее. На пульсаторе испытывали образцы в возрасте 56 сут, вид образцов с армодемпфером приведен на рис. 2. Использовали следующий состав для изготовления образцов: соотношение цемент (Ц):песок (П):щебень (Щ) 1:1,45:2,04 при В/Ц = 0,34 с добавкой СП-3 0,8%. Основные физико-механические свойства бетона приведены в табл. 1.

Армодемпфирующие элементы устанавливали после набора прочности бетона, толщина армодемпфера встраиваемого в бетон составила 5–7 мм. Армодемпфирующий элемент выполняли из полимерного раствора состава песок:полимер = 1:1; песок стандартного гранулометрического состава; армирующая составляющая сеткой с шагом 7 мм, диаметром 1 мм. Результаты испытаний на статическую нагрузку при сжатии образцов показали повышение прочности на 10% и повышение деформативности в 5,5 раз при использовании армодемпфера (рис. 3). При этом изменился характер деформирования бетонных образцов, что свидетельствует об отсутствии трещинообразования в образцах с армодемпферами практически до разрушающей нагрузки. Удельная работа разрушения выросла в образцах в 7,36 раза, что свидетельствует о более полном использовании свойств структурных элементов в композите.

Изменения модуля деформаций испытанных образцов приведены в табл. 2.

В начальный момент времени при динамическом нагружении деформация образца с армодемпфером играет положительную роль, позволяя поглощать колебания с обратным знаком без нарушения структуры. Колебания системы не должны превышать максимальную деформацию материала.

Экспериментальную проверку проводили на аналогичных образцах при нагрузке 0,8 и 0,7 разрушающей. При

Образец	Нагрузка, доли разрушающей		
	0,8	0,7	0,45
Без армодемпфера	$0,6 \cdot 10^3$	$11,8 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^6$
С армодемпфером	$1,2 \cdot 10^3$	$117 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^6$

Примечание. При нагрузке 0,45 разрушающей испытание прекратили, образцы не разрушались.

нагрузке 0,45 разрушающей бетонные образцы с армодемпфером при $\rho_{\text{ассим}} = 0,3-0,4$ выдержали $2,7 \cdot 10^6$ циклов без разрушения и испытание прекратили. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Количество циклов нагружения образца с армодемпфером при расчетной нагрузке составило на порядок больше, чем у обычного бетона. Это подтверждает эффективность использования армодемпфирующих элементов для создания анизотропии свойств композиционных материалов при работе в условиях динамических, многоцикловых и сейсмических нагрузок.

Ключевые слова: модуль упругости, многоцикловая (динамическая, сейсмическая) нагрузка, прочность, трещиностойкость, армодемпфирование.

Список литературы

1. Филлин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. Т. 1. М.: Наука, 1975. 828 с.
2. ГОСТ 24545–81. Бетоны. Методы испытаний на выносливость. М.: Издательство стандартов, 1982. 13 с.
3. ГОСТ 25192–82. Бетоны. Классификация и общие технические требования. М.: Издательство стандартов, 1983. 8 с.

сибирь
международный выставочно-деловой центр имени Марии Муравьевой

строительство архитектура
Красноярск

18–21 января 2011

XIX специализированная выставка
строительных и архитектурных проектов,
новых технологий и оборудования в строительстве,
строительных и отделочных материалов.

Ежегодный конкурс архитектурных проектов
«Ордер воплощения»

МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19
Тел.: (391) 22-88-405, 22-88-613
22-88-611 (круглосуточно)
www.krasfair.ru

Официальная поддержка:
РОССИЯ
ОИОС СТРОИТЕЛЬ
Информационная поддержка:
ПРОФИ
СТРОИТЕЛЬСТВО

BESTA СТРОИТЕЛЬСТВО

В.Г. ХОЗИН, д-р. техн. наук, Н.М. МОРОЗОВ, канд. техн. наук (nikola_535@mail.ru), Казанский государственный архитектурно-строительный университет;
Х.Г. МУГИНОВ, генеральный директор (kamgesrbz@mail.ru)
ООО «КамгэсРБЗ» (г. Набережные Челны)

Особенности формирования структуры модифицированных песчаных бетонов*

Применение бетона связано с использованием большого количества заполнителей. Однако во многих регионах нашей страны, в том числе в Республике Татарстан, отсутствует качественный крупный заполнитель. В связи с этим применение песчаных бетонов на кварцевом песке является актуальным направлением в производстве бетонных и железобетонных конструкций.

Песчаные бетоны по сравнению с обычным тяжелым бетоном обладают некоторыми особенностями, связанными с большей удельной поверхностью заполнителей. Увеличение поверхности заполнителей приводит к росту водопотребности смеси, большому расходу цемента и большому воздухоовлечению, что соответственно приводит к росту пористости бетона [1, 2].

Однако все эти показатели можно изменить путем модификации. В качестве химических добавок в основном используются пластификаторы, которые позволяют значительно снизить водопотребность бетонной смеси и расход цемента, воздухоовлечение песчаных смесей при этом может и увеличиваться. При применении жестких и умеренно подвижных смесей количество воздуха в них уменьшают интенсивным уплотнением, а в подвижных и литых смесях этот способ не срабатывает и повышенное воздухоовлечение оказывает негативное влияние на свойства песчаного бетона. Поэтому целью нашей работы явилось исследование зависимости воздухоовлечения песчаных бетонов от технологических факторов.

В качестве вяжущего использовали портландцемент ПЦ500 Д0 ОАО «Мордовцемент», в качестве заполнителей – кварцевый песок с модулем крупности 2,65. Пластификаторы: суперпластификатор С-3 на нафталинформальдегидной основе, Sika ViscoCrete5-800, и Melflux 2651F на основе модифицированных полиэфиркарбоксилатов.

Воздухововлечение песчаных бетонов в сравнении с обычными тяжелыми бетонами изначально большее (табл. 1), причем оно незначительно зависит от соотношения Ц:П, так как при этом расход песка меняется в узком интервале и соответственно изменение его удельной поверхности тоже мало.

При использовании только песка в качестве заполнителя (состав № 3–6 из табл. 1) воздухоовлечение возрастает в 2–3 раза по сравнению с крупнозернистым заполнителем. Мелкие заполнители способствуют воздухоовлечению ввиду того, что большая поверхность раздела фаз лучше удерживает воздух. Однако следует учитывать еще и роль гранулометрического состава частиц, проявляющегося наиболее сильно в тощих бетонных смесях.

Следует заметить, что важным является и способ перемешивания смеси. Так, например, при ручном перемешивании воздухоовлечение песчаных бетонов меньше (4%), чем при приготовлении в смесителе принудительного типа, т. е. при переходе от лабораторных замесов к производственным значение фактора воздухоовлечения возрастает, что необходимо учитывать при промышленном производстве песчаного бетона.

Из табл. 1 следует, что уменьшение плотности смеси при снижении расхода цемента от 600 до 500 связано с увеличением воздухоовлечения. При большем снижении расхода цемента воздухоовлечение уже напрямую не влияет на плотность бетонной смеси, так как значительно возрастает В/Ц и снижается плотность цементного теста и, следовательно, бетонной смеси.

Воздухововлечение песчаных бетонов зависит и от подвижности смеси. Исследование проводилось на составах с маркой по подвижности П2, П3 и П4 (табл. 2).

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что максимальное воздухоовлечение смесей с добавкой С-3 наб-

Таблица 1

№ состава	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг	С-3, кг	В/Ц	Марка по подвижности смеси	Воздухововлечение, %	Плотность бетонной смеси, кг/м ³
1	280	750	1200	1,4	0,53	П3	2,2	2230
2	350	800	1100	1,75	0,5	П3	3,2	2320
3	600	1500	–	3	0,31	П3	6,1	2295
4	500	1590	–	2,5	0,37	П3	6,3	2275
5	400	1650	–	2	0,52	П3	6,4	2235
6	300	1690	–	1,5	0,63	П3	5,9	2205

*Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК-3863.2009.8.

Таблица 2

№ состава	Цемент, кг	Песок, кг	С-3, кг	В/Ц	Марка по подвижности смеси	Воздуховлечение, %	Плотность бетонной смеси, кг/м ³
1	500	1600	2,5	0,34	П2	6,8	2310
2		1590		0,35	П3	7,5	2295
3		1575		0,37	П4	7,1	2285

Таблица 3

№	Цемент, кг	Песок, кг	Вид/количество добавки, кг	В/Ц	Подвижность	Воздуховлечение, %	Плотность бетонной смеси, кг/м ³
1	500	1590	–	0,42	П3	6,3	2270
2			С-3/2,5	0,35	П3	7,5	2295
3			Sika VC5-800/2,5	0,34	П3	6,8	2285
4			Melflux 2651/2,5	0,24	П3	4,2	2435

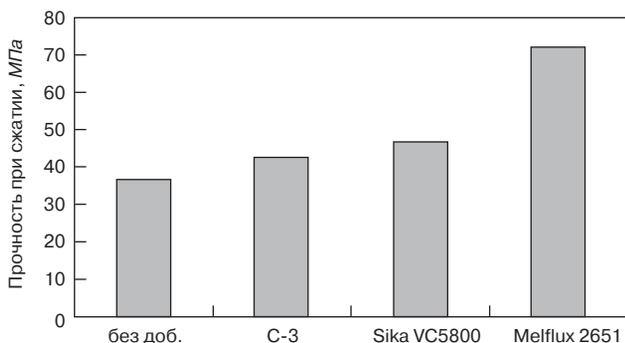
людается при подвижности П3; при большей подвижности воздуховлечение снижается, так как снижается вязкость системы и пузырьки воздуха легче выходят из бетонной смеси при укладке.

Введение пластифицирующих добавок значительно влияет на воздуховлечение. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), сорбируясь на границе раздела воздух – жидкость, уменьшают величину поверхностного натяжения, а это в конечном счете способствует увеличению воздуховлечения. Были исследованы составы бетонных смесей с различными пластификаторами, взятыми в равной дозировке (табл. 3).

Из данных табл. 3 следует, что вид добавки влияет на воздуховлечение. Так, добавки С-3 и Sika VC5-800 увеличивают воздуховлечение на 16 и 8% соответственно. Добавка Melflux 2651F, наоборот, снижает этот показатель на 33%. Следовательно, добавка Melflux 2651 для песчаных бетонов наиболее предпочтительна.

Влияние воздуховлечения на прочность бетона можно видеть на рисунке. Прочность песчаного бетона с добавками при равной подвижности и расходе цемента выше, чем у бетона без добавок. При применении добавки С-3 прочность на сжатие возросла на 16%, с добавкой Sika VC5-800 – на 27%, а прочность бетона с добавкой Melflux 2651 возросла почти в два раза. Такое значительное повышение прочности связано не только с низким В/Ц, но и с малым воздуховлечением бетонных смесей.

Снижение воздуховлечения песчаных бетонов до значений воздуховлечения обычных бетонных смесей позволяет достичь и высоких прочностных показателей, сравнимых с крупнозернистым бетоном.



Влияние вида пластификатора на прочность песчаного бетона в возрасте 7 сут

Одним из путей снижения воздуховлечения помимо выбора пластификатора может стать применение пеногасителей. Нами был проверен один из пеногасителей, который вводили в песчаный бетон с суперпластификатором С-3. В итоге удалось снизить воздуховлечение до 3,5%, при этом прочность бетона возросла на 15%. Результаты исследований проверены только в лабораторных условиях, однако уже имеется интерес со стороны предприятий, производящих бетон и изделия из него. В ближайшей перспективе планируется внедрение разработанных составов бетона на предприятии ООО «КамгэсРБЗ» г. Набережные Челны.

Таким образом, показано, что воздуховлечение песчаного бетона зависит от подвижности песчаной бетонной смеси, расхода цемента и вида пластифицирующих добавок. Одним из путей снижения воздуховлечения песчаного бетона является выбор пластифицирующей добавки и применение пеногасителей.

Ключевые слова: песчаный бетон, воздуховлечение, суперпластификаторы.

Список литературы

1. Львович К.И. Песчаный бетон и его применение в строительстве. СПб.: Строй-Бетон. 2007. 320 с.
2. Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Алимов Л.А. и др. Мелкозернистые бетоны: Учебное пособие. МГСУ. М., 1998. 148 с.



БЕТОН СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР

Элементы нулевого цикла, перемычки, прогоны, плиты перекрытия, плиты дорожные и тротуарные, сваи всех видов, элементы инженерных сетей, элементы ограждений и благоустройства.

Т. (8552) 77-80-59 Т/ф. 77-88-22
Т. (8552) 77-04-02 Т/ф. 77-02-96

XI Международная научно-практическая конференция «Славянский форум «Дни современного бетона»»

31 мая – 2 июня 2010 г. в Запорожье (Украина) состоялась ежегодная XI Международная научно-практическая конференция «Славянский форум «Дни современного бетона». Организатором конференции выступила компания «Будиндустрия, ЛТД» (Запорожье) совместно с Ассоциацией производителей стройматериалов Украины и главным украинским заводом-комплексом по выпуску товарного бетона, железобетона, ФЭМОВ и сухих строительных смесей – промышленно-строительной группой «Ковальская» (Киев, Украина). Научный руководитель – д-р техн. наук А.В. Ушеров-Маршак (Харьков, Украина).

В прошлом, 2009 г. конференция не проводилась. Слишком тяжелым и неясным было положение в стройиндустрии Украины, многие предприятия законсервировали производства, стройки. В начале 2010 г. положительные тенденции в отрасли побудили организаторов к проведению конференции. На Славянский форум собралось более 120 участников. Основная аудитория – представители украинских производств, которые ищут пути выхода из кризисной ситуации. Многие из них знают об уровне конференции, где основные и немногочисленные доклады всегда делают ведущие специалисты Украины, России, Беларуси и Польши.

Открыла конференцию руководитель компании «Будиндустрия, ЛТД» Н. П. Синайко. Она рассказала об истории разработки и применения основных украинских добавок в бетон системы «Релаксол», в том числе новой линейки современных компонентов «Реланорм» и др.

Организаторы конференции учли концепцию существенного технологического развития отрасли за 10–15 докризисных лет. Трансфер зарубежных технологий бетона и железобетона, новые высокоэффективные добавки способствовали резкому скачку строительных технологий. Одна из таких тенденций – многокомпонентность составов бетона, необходимость обеспечения совместимости компонентов, прежде всего цемента с добавками при надлежащем учете ряда производственных и климатических факторов. Актуальная задача освоения гармонизированных европейских норм на бетоны, компоненты и пр.

В связи с этим был кардинально изменен формат проведения форума. Это два круглых стола:

- технологическое обновление отрасли и современные бетоны;
- европейские нормы и качество бетона.

Содержательные сообщения по указанным направлениям сделали д-ра техн. наук А.В. Ушеров-Маршак («Актуальные задачи бетоноведения»), Г.В. Несветаев, Ростов-на Дону, («Современные самоуплотняющиеся бетоны»), В. Брилицки, Краков, Польша («Проблемы вибропрессованного бетона»). Особый интерес вызвали доклады по сути европейских норм. Выступили директор института БелНИИС, Минск, М.Ф. Марковский («Опыт введения евро норм технологии монолитного бетона в Республике Беларусь»), д-р техн. наук Л.А. Шейнич, Киев («О формировании нормативной базы Украины») и канд. хим. наук В.Р. Фаликман, Москва («Гармонизация национальных и евро стандартов»). Всем слушателям была роздана подготовленная специально к форуму

обзорная информация «Современный бетон: европейские нормы (авторы А.В. Ушеров-Маршак и А.В. Кабусь, Харьков, ХГТУСА).

Завершил работу круглых столов после детального обсуждения тематики руководитель группы «Ковальска» В.Ю. Суруп. Прогресс, внедрение новых технологий, сотрудничество с ведущими учеными страны – вот залог успеха и устойчивости предприятия.

Новое в формате конференции – две актуальные темы бетоноведения, вызывающие дискуссию. Первая посвящена нанотехнологиям (В.Р. Фаликман), вторая – вяжущим и бетонам щелочного твердения (д-р техн. наук П.В. Кривенко). После их содержательных докладов многое прояснилось для участников конференции. В этом полезность рассмотрения подобных тем и направлений.

Новые веяния в науке и практике современных бетонов, усложнение их композиционного состава обуславливает необходимость постоянного мониторинга процессов твердения. Отсюда еще одна новинка конференции – демонстрационные доклады. Были представлены новые универсальные калориметры, разработанные ХГТУСА (А.В. Кабусь) и «Будиндустрия, ЛТД» (А.П. Лихопуд). В режиме онлайн продемонстрированы возможности калориметрии в технологии бетона.

На конференции выступили с докладами известные ученые М.А. Саницкий (Львов, Украина), С.В. Коваль (Одесса, Украина), М. Чак (Ольштын, Польша) и др.

Запорожской конференции присущ открытый, дискуссионный научно-прикладной характер. На этот раз дискуссия развернулась в области терминологии в связи с мнением А.В. Ушера-Маршака о нецелесообразности использования терминов «модификатор» и «гиперпластификатор», «модифицированные бетоны» и пр. Они используются только в отечественной литературе. В настоящее время практически нет бетонов без добавок, т. е. немодифицированных. Использование подобных терминов и понятий носит только маркетинговый и рекламный характер. В этой связи обращено внимание на необходимость придерживаться принятых в европейских и других стандартах определений для обеспечения терминологического единства. Это особенно важно в условиях мировой интеграции и отсутствия в странах СНГ единых методологических комиссий или специальных семинаров по этим вопросам.

Нестандартный формат конференции обусловил отход от традиции в обзоре события. Для того чтобы понять атмосферу конференции, продуктивность проведенных дискуссий, послушаем впечатления самих участников.



Н. П. Синайко



В. Ю. Суруп



В. Р. Фаликман

Г.В. Несветаев: «Состоялся блестящий форум ученых и производственников. Хотелось бы подчеркнуть, что переход на новую нормативную базу неизбежен. Но даже если каким-то чудесным образом завтра будут приняты новые нормы и заводские лаборатории будут переоснащены, необходимо будет научиться пользоваться нормами в каждодневной практике, подтянуть производство до соответствующего уровня качества, а главное, необходимы кадры. Такие конференции способствуют повышению уровня квалификации и подготовке кадров для обновленной отрасли. Необходимо перестроить учебные планы подготовки специалистов в высшей школе. И еще, применение добавок в бетонах – в будущем производство комплексных добавок будет определяться конкретными задачами потребителя».



Г.В. Несветаев



М.Ф. Марковский

М.Ф. Марковский: «Очень важно участие на научно-практических конференциях представителей науки и производства. Заводчане знакомятся с перспективными разработками. Принятие новой нормативной базы позволит поднять качество строительной продукции. Мы должны это сделать. В основном доклады касались сборного железобетона. Остались за рамками вопросы монолитного строительства, проблема смазок форм для производства изделий. Практика использования отходов в качестве смазки ни к чему хорошему не приводит. Это важная проблема. Осталось еще много вопросов ученым по методике расчета состава бетона, пока еще проектировать бетон без корректировки состава не получается. На таких форумах решаются подобные проблемы».

П.В. Кривенко: «Конференция – это новые идеи, толчок к развитию научных исследований. Важна связь науки и производства, которая достигается на таких научно-практических конференциях. Киевская научная школа имеет большой опыт как теоретических исследований шлакощелочных вяжущих (с 1957 г.), так и опыт строительства объектов и их мониторинга на протяжении десятилетий. С 1965 г. были построены водные каналы из монолитного сборного железобетона, плиты аэродрома, силосы для хранения удобрений, фундаментные блоки, футеровки МД-насосов для алюминиевых сплавов, высотные жилые дома и др. Бетон и железобетон из шлакощелочных вяжущих показал прекрасные эксплуатационные свойства на всех объектах. Жаль, что применение щелочных вяжущих и изделий из них в наших странах не находит применения, несмотря на существующий практический интерес на Западе».



П.В. Кривенко



М.А. Саницкий

М.А. Саницкий: «Давняя традиция ученых – собираться вместе, обсуждать проблемы, делиться результатами. Это важная составляющая прогресса как науки, так и производства. Н.П. Синайко – хороший организатор, как руководитель компании «Будиндустрия, ЛТД», она связана с заводами ЖБИ, ДСК, БСУ и др., хорошо понимает проблемы отрасли. А.В. Ушеров-Маршак хорошо чувствует болевые точки науки и практики, умеет задать деловой тон конференции, провести дискуссию, подобрать доклады на актуальные темы».

А.В. Кабусь: «Трудно давать оценку столь представительному мероприятию, поскольку значительного опыта у меня, аспиранта, еще нет. Интересен доклад по нанотехнологии. Это новое направление, есть куда приложить энергию исследователю. Приятна благожелательная атмосфера конференции и возможность дискуссии».



А.В. Кабусь

В. Брилицки: «Несмотря на повсеместное применение тротуарной плитки из вибропрессованного бетона, далеко не все проблемы решены, начиная от сырьевых компонентов до долговечности изделия. В Польше организовано масштабное производство плитки. В 2009 г. произведено 60 млн м², это второй производитель в Европе после Германии. Есть союз ее производителей, организуются регулярные встречи производственников и науки. Некоторыми достижениями мы поделились в Запорожье».

А.В. Ушеров-Маршак: «Действительно, в сложное кризисное время удалось собрать довольно представительный и высокопрофессиональный форум. Сложности кризиса не только в промышленности, но и в том, что наша наука также далеко не в лучшем состоянии. Сложно найти докладчиков, способных осветить интересные производству современные темы. Хорошо, что есть в Запорожье компания, которая стимулирует проведение полезных с любой точки зрения встреч».

Удачный опыт проведения форума предполагает полезность и успех подобных мероприятий.

И.В. Козлова



Во время поездки на экскурсию вокруг и на остров Хортица – столицу украинского казачества продолжалась научная дискуссия. Слева направо: М.А. Саницкий, В. Брилицки, А.П. Лихопуд

А.А. МАМОНТОВ, магистрант (kardinal61@mail.ru), О.А. КИСЕЛЕВА, канд. техн. наук, Тамбовский государственный технический университет (ГОУ ВПО ТГТУ)

Повышение механических свойств пенополистирола армированием

Пенополистирол зарекомендовал себя как наиболее экономичный и удобный строительный утеплитель. Однако он обладает высокой деформируемостью и малой прочностью, что ограничивает область его применения. Решения данной проблемы можно достичь различными способами – уменьшением размера гранул пенополистирола, модификацией полимерами, армированием [1, 2].

В работе повышения прочности пенополистирола марки ПСБ-С-35 достигали путем использования армирующих слоев из стеклохолста и стеклотканевой сетки с размером ячеек 2×2 и 5×5 мм. Армирующий материал располагали либо внутри конструкции, либо снаружи. Также рассматривали комбинированный вариант, когда армирование выполняли одновременно внутри и снаружи пенопласта. Склеивание материалов осуществляли специальным водостойким и термостойким клеем «WILD TITAN» под нагрузкой 0,04 кН в течение 24 ч.

Выбор оптимальной конструкции армированных плит пенополистирола осуществляли с учетом результатов механических испытаний [3]. Сводные результаты испытаний армированных образцов приведены в таблице.

При устройстве внешнего армирования лучшие результаты характерны для стеклосетки, а внутреннего – с помощью стеклохолста. При этом наиболее эффективным является совмещение внутреннего и внешнего армирования. Наибольшее значение прочности соответствует армированной конструкции, состоящей из двух слоев пенополистирола толщиной 10 мм с прослойкой и покрытием из стеклотканевой сетки (таблица). Прочность такой конструкции в три раза превышает прочность неармированного пенополистирола.

В многослойных конструкциях с числом слоев пенополистирола 3 и более целесообразнее устраивать внутреннее армирование из стеклохолста. В этом случае прочность в два раза превышает прочность исходного пенопласта.

Величина твердости существенно увеличивается только при внешнем армировании стеклотканевой сет-

кой, обладающей в сравнении со стеклохолстом повышенной жесткостью.

Для выявления влияния армирующих материалов на долговечность был составлен график $\lg \tau$ (долговечность) – σ (напряжение) (рис. 1).

Армирование увеличивает не только прочность, но и долговечность пенополистирола (рис. 1). Наиболее работоспособной является конструкция с внутренним и внешним армированием стеклотканевой сеткой.

Повышение долговечности обеспечено совместной работой армирующего материала с пенополистиролом за счет жесткого скрепления их клеем. Армирующие слои конструкции воспринимают растягивающие усилия, возникающие при изгибе пенополистирола, препятствуя его деформированию.

Увеличение температуры практически не сказывается на прочности неармированного пенополистирола (рис. 2), чего нельзя сказать об армированных конструкциях. За счет наличия в них клеевых прослоек под действием повышенной температуры разрушение образцов начинается с развития больших прогибов, а прочность снижается.

Определяющим в данном случае является материал армирования. При увеличении температуры наибольшее падение прочности (на 41%) характерно для конструкций с прослойкой и покрытием из стеклосетки. Менее чувствителен к действию повышенной температуры пенополистирол с внутренним и внешним армированием стеклохолстом (снижение прочности на 27%). Преимущество армированного пенополистирола над неармированным очевидно. В условиях максимальной температуры (70°C) армирование увеличивает прочность конструкции в 1,8–2 раза.

Проведенные dilatометрические испытания выявили, что армирование пенополистирола сказывается и на его термическом расширении. Непосредственное влияние оказывает не только материал армирования, но и его расположение в конструкции.

Так, применение наружного армирования сдерживает удлинение пенополистирола. Более эффектив-

Способ армирования	Материал армирования	Кол-во слоев пенопласта	Толщина слоя, мм	Прочность, МПа	Твердость (по Бринеллю), МПа
Отсутствует	–	1	20	0,39	0,31
Внешний	Сетка(5×5мм)	1	20	0,96	0,55
	Сетка(2×2мм)	1	20	0,89	0,55
	Стеклохолст	1	20	0,72	0,5
Внутренний	Стеклохолст	2	10	0,45	0,33
		3	10	0,5	0,27
	Сетка(2×2мм)	2	10	0,42	0,34
		3	10	0,4	0,27
Комбинированный	Стеклохолст	3	10	0,51	–
	Сетка(2×2мм)	2	10	1,06	–
	Внутри – стеклохолст Снаружи – сетка(2×2)	3	10	0,79	–

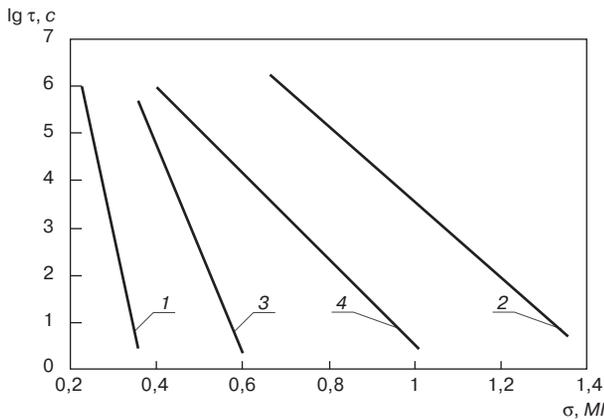


Рис. 1. Влияние вида армирования на долговечность пенополистирола при 20°C: 1 – армирования нет; 2 – два слоя пенопласта с внутренним и внешним армированием стеклосеткой; 3 – три слоя пенопласта с внутренним армированием стеклохолстом и внешним из стеклосетки; 4 – три слоя пенопласта с внутренним и внешним армированием стеклосеткой

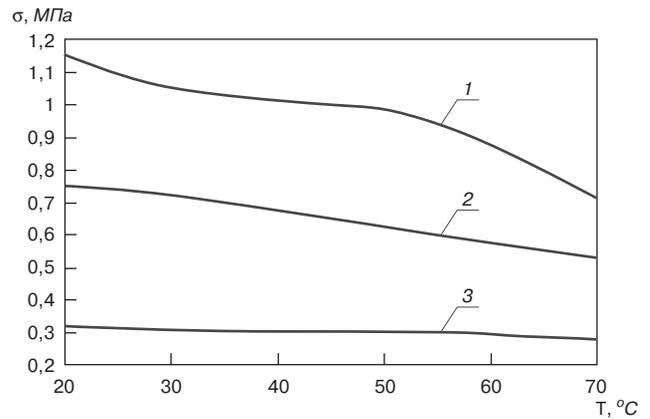


Рис. 2. Изменение прочности пенополистирола при действии повышенной температуры в зависимости от вида армирования: 1 – двухслойные образцы с внутренним и внешним армированием стеклосеткой; 2 – двухслойные образцы с внутренним и внешним армированием стеклохолстом; 3 – неармированные образцы

ным является внешнее армирование стеклосеткой, а не холстом. Оно в два раза уменьшает коэффициент линейного термического расширения. Устройство армирующей прослойки из стеклосетки или стеклохолста положительного результата на деформативность не дало.

Таким образом, армирование уменьшает деформируемость, увеличивает прочность и, как следствие, долговечность пенополистирола. Такая конструкция меньше подвержена короблению, пенопласт не рассыпается на гранулы.

Ключевые слова: пенополистирол, армирование, прочность, теплостойкость, долговечность.

Список литературы

1. Павлов В.А. Пенополистирол. М.: Химия, 1973. 240 с.
2. Киселева О.А., Соломатин М.А., Ярцев В.П. Влияние покрытия на долговечность органических строительных материалов // Сб. статей V Междунар. науч.-технич. конф. «Эффективные строительные конструкции: теория и практика». Пенза, 2006. С. 208–211.
3. Мамонтов А.А., Киселева О.А. Повышение механических свойств пенопластов путем их армирования // Сб. научн. статей молодых ученых и студентов «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития». Вып. 1. Тамбов, 2010. С. 187–189.

16 - 18 НОЯБРЯ

ОМСК 2010

ПРОМСТРОЙЭНЕРГО

ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО И СТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ЕДИНОЙ ВЫСТАВОЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ:



**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКК
ЖКХ – СТАНДАРТЫ БУДУЩЕГО
РЕМСТРОЙЭКСПО
СВЕТ. СТЕКЛО. ДВЕРИ. ОКНА.
ДРЕВЭКСПО. МЕБЕЛЬ.**



**ОМСКПОЛИТЕХ
АВТОМАТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА
И РАДИОТЕХНИКА**

**ЭКСПОМАШ
ИН-ЭКСПО**

**РИЭЛТ-САЛОН
СИБДОМСЕРВИС**



Организатор: МВЦ "ИнтерСиб", тел. (3812) 25-84-87, 25-25-56, тел./факс (3812) 25-72-02, e-mail: stroy@intersib.ru, fair@intersib.ru, http://www.intersib.ru

ПЛАСТФОИЛ®

в реконструкции кровель ЖКХ

Основное предназначение любой кровли – это прежде всего надежная защита здания от воздействия внешней среды – осадков, шума, солнечного излучения, выбросов вредных веществ и др. Успех в решении этой задачи в основном определяется двумя главными факторами: выбором соответствующих материалов для устройства кровли и их правильным монтажом. Причем под кровельными материалами чаще всего подразумевается именно гидроизоляционный ковер, защищающий здание от воздействия влаги.

Здания в городской черте в основном имеют плоские кровли, которые на протяжении многих десятилетий доказали свою обоснованность. Что же касается кровельной гидроизоляции, то здесь можно отметить преобладание битумных материалов.

Вместе с тем материалы на битумной основе обладают рядом существенных недостатков, неприемлемых в условиях современного строительства: хрупкость при отрицательных температурах; высокая степень нагрева при воздействии прямых солнечных лучей; значительная масса при малой площади; низкая скорость укладки, необходимость укладки нескольких слоев для обеспечения герметизации; подверженность гниению; самое главное – малый срок службы.

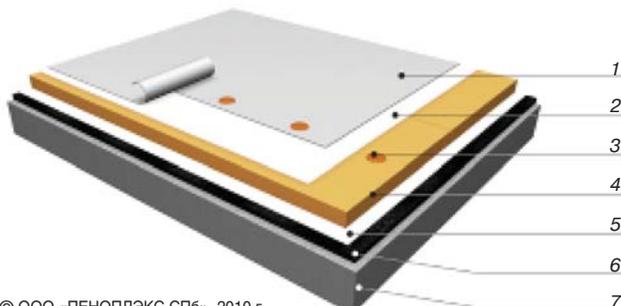
Именно невысокие эксплуатационные свойства битумных материалов и определяют необходимость замены кровельных покрытий практически каждые 3–5 лет. В противном случае материал приходит в негодность, и кровля начинает протекать, причиняя массу неудобств и реальных убытков жильцам, особенно верхних этажей.

Однако ремонт кровли с использованием таких же битумных материалов является источником ряда проблем. Битумные рулоны черного цвета надолго оставляют неприятный запах в подъезде, ремонт кровли такими материалами сопровождается созданием битумных «помоек» под окнами дома и общим недовольством жильцов. Этот материал, сильно нагреваясь и расплавляясь на солнце, создает массу проблем и эксплуатирующим службам. Сложность и технологическая ненадежность обработки конструктивных деталей современной кровли, таких как воздуховоды, антенны и кондиционеры, также значительно повышает уязвимость кровель из битумных материалов. Применение открытого огня значительно повышает вероятность несчастных случаев и возникновения пожаров, а также усложняет сам процесс ремонта, так как на кровлю необходимо транспортировать газовые баллоны, которые требуют строгого соблюдения техники безопасности.



© ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб», 2010 г.

Рис. 1. Схема расположения слоев при реконструкции старой битумной кровли без утепления: 1 – гидроизоляционная мембрана ПЛАСТФОИЛ®; 2 – разделительный слой; 3 – крепеж ФАСТФИКС®; 4 – слой старой битумной гидроизоляции; 5 – основание кровли



© ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб», 2010 г.

Рис. 2. Схема расположения слоев при реконструкции старой битумной кровли с утеплением: 1 – гидроизоляционная мембрана ПЛАСТФОИЛ®; 2 – разделительный слой; 3 – крепеж ФАСТФИКС®; 4 – утеплитель ПЕНОПЛЭКС®; 5 – разделительный слой; 6 – слой старой битумной гидроизоляции; 7 – основание кровли



Рис. 3. Реконструкция старой битумной кровли с дополнительным утеплением, г. Нарьян-Мар. Материалы ПЛАСТФОИЛ®, ПЕНОПЛЭКС®



Рис. 4. Реконструкция старой битумной кровли без утепления, г. Гатчина Ленинградской обл. Материал ПЛАСТФОИЛ®

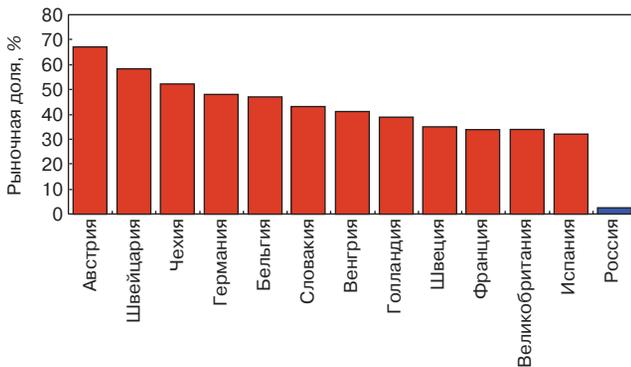


Рис. 5. Доля полимерных кровельных материалов на рынках разных стран

Источник: AMI Ltd.

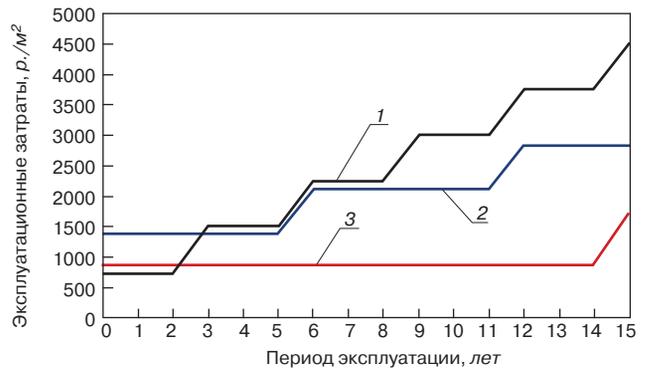


Рис. 6. График эксплуатационных затрат на содержание различных типов кровли: 1 – битумные материалы типа рубероида. Ремонт каждые 2–3 года; 2 – битумно-рулонные материалы. Ремонт каждые 4–5 лет; 3 – полимерная гидроизоляция ПЛАСТФОИЛ. Ремонт каждые 15 лет

Источник: собственные данные компании

Таким образом, из-за необходимости частых ремонтов теряются колоссальные деньги, направляемые на содержание крыш в ЖКХ, а жильцы терпят убытки и неудобства из-за ненадежности кровельных покрытий.

Ранее при отсутствии более современных и эффективных материалов с этими и другими недостатками приходилось мириться, но сейчас в России есть современные отечественные кровельные материалы, применение которых способно в корне изменить ситуацию с ремонтами кровель в жилищно-коммунальной сфере в лучшую сторону. Речь идет о полимерных кровельных и гидроизоляционных материалах типа ПЛАСТФОИЛ® (рис. 1, 2).

Гидроизоляция ПЛАСТФОИЛ®, изготавливаемая экструзионным методом из высококачественного эластичного поливинилхлорида, уже давно зарекомендовала себя на отечественном рынке как надежный и удобный материал. Производство полимерной гидроизоляции ПЛАСТФОИЛ® было начато компанией ПЕНОПЛЭКС в 2007 г. в г. Кириши Ленинградской области.

Основными преимуществами гидроизоляционного ПВХ материала ПЛАСТФОИЛ® перед битумными материалами являются несколько факторов.

- **Высокая долговечность.** В процессе эксплуатации битумных материалов постепенно утрачивается их верхний слой – посыпка, что приводит к раннему старению. Под воздействием влаги, попадающей в микротрещины, материал начинает разрушаться. С гидроизоляцией ПЛАСТФОИЛ® такого не происходит. Стойкость к УФ-излучению и окислению, а также высокая прочность и эластичность материала обеспечивают его длительную эксплуатацию. Расчетный срок эксплуатации материала ПЛАСТФОИЛ® более 35 лет.
- **Высокие прочностные показатели.** Прочность при разрыве и устойчивость к физико-механическим воздействиям у материала ПЛАСТФОИЛ® в среднем в 4–6 раз превышают аналогичные показатели битумных материалов.
- **Малая масса.** Масса 1 м² полимерного материала ПЛАСТФОИЛ® составляет приблизительно 1,5 кг, что в 3–4 раза ниже, чем масса битумных материалов, а значит, возможно сократить нагрузку на несущее основание кровли. Кроме всего прочего полимерная гидроизоляция ПЛАСТФОИЛ® в отличие от битумных материалов укладывается в один слой.
- **Возможность укладки при отрицательной температуре.** Укладывать полимерный гидроизоляционный материал ПЛАСТФОИЛ® можно круглогодично (материал

отлично сохраняет свою гибкость), ориентируясь прежде всего на потребность в ремонте, а не на возможность его осуществления из-за погодных условий.

- **Высокая скорость укладки.** Ширина стандартного рулона материала ПЛАСТФОИЛ® – 2 м, длина – 25 м. За 8-часовую рабочую смену одна кровельная бригада в состоянии гидроизолировать до 1000 м² кровли. Это означает существенную экономию рабочего времени и, как следствие, увеличение числа отремонтированных кровель.
- **Безопасность.** Полотна гидроизоляции ПЛАСТФОИЛ® свариваются между собой горячим воздухом. Это исключает использование небезопасного открытого пламени, без которого не обойтись при монтаже битумных покрытий.

В настоящее время в нашей стране около 75–80% кровельных материалов используется не для нужд нового строительства, а для ремонта (рис. 3, 4). Это объясняется в первую очередь очень низким объемом использования надежных и долговечных полимерных материалов – их доля на отечественном рынке едва ли превышает 3%.

На европейском рынке полимерные мембраны занимают около 40% рынка (рис. 5), а на американском – 70%. Именно поэтому доля кровельных материалов, расходуемых каждый год на ремонты в Европе и Америке, существенно ниже, чем в РФ, и составляет 50 и 25% от всего объема потребляемых кровельных материалов соответственно.

Столь значительная доля полимерных мембран на рынках зарубежных государств объясняется, в свою очередь, значительной экономией от их применения.

Межремонтный интервал полимерных кровель типа ПЛАСТФОИЛ® составляет 15 лет против 3–5 лет для битумно-рулонных материалов. Это означает, что за 15 лет на 1 м² кровли будут сэкономлены уже тысячи рублей (рис. 4).

В 2009 г. утверждены «Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) и Территориальные единичные расценки (ТЕР) на ремонтно-строительные работы» с использованием материала ПЛАСТФОИЛ®.

Всем известно, сколь значительные суммы каждый год затрачиваются на ремонт протекающих, некачественных кровель, выполненных из морально устаревших битумных материалов, а между тем существует очень простой и эффективный способ снижения этих, без преувеличения сказать, гигантских затрат. И заключается он в применении кровельных гидроизоляционных материалов последнего поколения, таких как материал ПЛАСТФОИЛ®.



www.plastfoil.ru

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Новая установка на Калужском заводе стройматериалов

В пос. Товарково Калужской области была запущена в эксплуатацию первая в России машинная установка для шлифования и заполнения керамических блоков минеральным волокном.

Благодаря высокоточным параметрам поризованного блока-кирпича и комбинации точно отшлифованной поверхности с высококачественным теплоизоляционным материалом стало возможным значительно сократить теплопроводность. Подобное техническое новшество позволяет выполнять кладку, обладающую необычайной степенью теплопроводности, а именно до 0,07 W/(m·K). Современная производственная линия является результатом совместной работы группы компаний TEREХ и фирмы Keller HCW.

Шлифующая и заполняющая установка интегрирована в существующий завод по производству бло-

ков. Шлифование продукции после обжига, раскрой плит из минерального волокна, а также заполнение блоков минеральным волокном осуществляются в автоматическом режиме. После шлифования блоки подаются по цепным транспортерам к роботам, оснащенным специальным грейфером с шипами, который осуществляет вертикальное заполнение блоков кусками плит из минерального волокна. Применение промышленных роботов FANUC обеспечивает высокую оперативность оборудования, что дает возможность повышения мощности линии шлифования и заполнения, составляющей на данный момент 800 шт. заполненных блоков формата 10,7 НФ в час. При помощи данной установки возможно заполнение многих других видов крупноформатного кирпича, изготовленного в соответствии с ГОСТ 530–2007.

По материалам компании Keller HCW GmbH

Новые проекты Тимлюйского шиферного завода

Тимлюйский шиферный завод (Республика Бурятия) начал реализацию двух новых проектов – производство газобетона и модернизацию линии по производству плоских фиброцементных листов.

Планируемая производственная мощность завода по производству газобетона – 100 тыс. м³ в год.

Модернизация линии по производству плоских фиброцементных изделий позволит выпускать в год до 1,5 млн м² качественного фиброцемента, применяемого во внутренней и внешней отделке зданий.

Ведущим поставщиком оборудования для нового производства является фирма Wehrhahn.

В рамках плана стратегического развития Тимлюйский завод уже смонтировал и ввел в эксплуатацию две производственные линии по помолу цемента из полуфабриката – клинкера мощностью 120 тыс. т. После ввода в эксплуатацию третьей линии мощность должна увеличиться до 300 тыс. т. На этих мощностях планируется производить до 150 тыс. т цемента (с учетом сезонности), и направление производства и реализации цемента должно в 2011–2012 гг. стать больше направления волнистого (кровельного) шифера в два раза.

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

ПЕНОПЛЭКС® в дорожном строительстве

В Петербурге началось строительство новой дороги с использованием теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС®. Этот материал можно использовать в верхней части дорожного полотна на местных пучинистых грунтах без их замены. При традиционном способе строительства дороги необходима предварительная выемка пучинистого грунта и засыпка образовавшегося пространства инертными материалами для предотвращения промерзания и вспучивания. Кроме того, теплоизоля-

ционные плиты выполняют функцию разделительного слоя и обеспечивают равномерное распределение нагрузки. Соответственно необходимость капитального ремонта дорог возникает значительно реже.

В историческом центре Петербурга плиты ПЕНОПЛЭКС® использовались при строительстве пешеходных зон на Малой Садовой ул., Малой Морской ул., 6–7-й линиях Васильевского острова и Сенной площади, а также развязки на КАД.

По материалам пресс-службы компании «ПЕНОПЛЭКС»

Новый завод в Республике Марий Эл

В сентябре 2010 г. ООО «МК Вселуг» произвело запуск технологической линии по производству сухих строительных смесей для ООО «Волжский завод строительных материалов». Производительность линии составляет около 7,5 т/ч готовой продукции. В состав линии входит оборудование для сушки, охлаждения и классифицирования песка. Ввод основных компонентов и добавок осуществляется в автоматическом режиме.

Технологическая линия входит в состав предприятия по выпуску автоклавного газобетона по техно-

логии фирмы Masa (Германия). Основной вид продукции – клеевые составы для газобетона.

Открытие предприятия в г. Волжске состоялось в июне 2010 г. Общая стоимость проекта составляет 2176,8 млн р. После выхода завода на проектную мощность в 2011 г. отгрузка продукции составит более 1,4 млрд р. в год, будет создано 283 новых рабочих места, планируемые ежегодные налоговые поступления в республиканский бюджет составят около 40 млн р.

По материалам ООО «МК Вселуг»

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

**В 2010–2011 гг. в России
будет запущено несколько
цементных заводов**

По данным исследования «Производство и потребление цемента в России. Итоги 2009 года и прогноз на период до 2012 года», в завершающей стадии находится проект по строительству нового цементного завода в г. Новотроицк Оренбургской области. Руководство предприятия планирует завершить все работы в III квартале 2010 г. Мощность завода составит 2,5 млн т цемента в год.

В завершающей стадии находится строительство цементного завода группы ЛСР в г. Сланцы Ленинградской области, по заявлениям руководства компании, завод будет сдан в эксплуатацию в первом полугодии 2011 г.

Кроме того, в завершающей стадии строительства находятся заводы «Тулацемент» компании Heidelbergcement и Серебрянский цементный завод

компании «Базэлцемент» мощностью 2 млн и 1,5 млн т цемента каждый.

В ближайший год несколько цементных заводов заявляют о завершении реконструкции мощностей, так, к примеру, «Мордовцемент» готовится к вводу новой технологической линии мощностью 2,5 млн т цемента в год.

Кроме того, экспертами были проанализированы все инвестиционные проекты по строительству и реконструкции цементных заводов в России. По итогам анализа можно сделать вывод, что фактически будут реализованы только проекты, прошедшие «точку невозврата» на момент кризиса. Учитывая сокращение объемов строительства и ввода жилья и нежилых объектов в России, в среднесрочной перспективе после запуска новых производственных мощностей в 2010–2011 гг. конкуренция на цементном рынке усилится.

Общая мощность запускаемых заводов более 10 млн т в год.

**Уровень строительной активности
в России в 2010 г. сократится**

Уровень строительной активности (общая площадь жилья, введенного в эксплуатацию за год, в пересчете на душу населения) в 2010 г. снизится до 0,4 м² на человека (в 2009 г. он составил 0,42 м²).

В первом десятилетии текущего века данный показатель колебался в РФ в пределах 0,22–0,45 м² на человека. Между тем опыт зарубежных стран показывает, что для кардинального улучшения жилищной обеспеченности в приемлемые сроки (на протяжении жизненного цикла одного поколения), строительная активность должна составлять около 1 м² на человека в год. Например, в период интенсивного решения жилищной проблемы в Японии ежегодно строилось 0,9–1 м² жилья на человека, в США – 0,7–0,8 м², во Франции и Герма-

нии – около 0,7 м². Около 1 м² на одного жителя страны строит в последние годы многомиллионный Китай.

Вместе с тем уровень обеспеченности жильем в России пока достаточно скромен. К началу 2010 г. в среднем на человека в РФ приходилось примерно 22,3 м² жилья, что в 2–3 раза ниже аналогичного показателя в развитых странах. Заметим, что при строительной активности в 1 м² на человека в год сегодняшний средний уровень обеспеченности жильем в странах ЕС теоретически мог бы быть достигнут Россией всего через 16 лет, однако отставание от США можно преодолеть только во второй половине текущего столетия (без учета выбытия ветхого и аварийного фонда).

Такая оценка представлена в аналитическом отчете Департамента консалтинга РБК «Строительство доступного жилья в России и за рубежом».

**Цены на плитку
догоняют цены на керамогранит**

В условиях мирового кризиса не потерявший потребительской активности рынок керамической плитки России становится очень привлекателен и для российских производителей, и для европейских игроков, которые у себя уже давно переживают спад продаж.

Ценовой фактор начинает играть главную роль в конкурентной борьбе. А динамика цен на рынке находится в центре внимания его участников. Один из значимых трендов на рынке отделочных материалов, которые отмечают аналитики, – это устойчивое снижение темпов роста цен на керамогранит по сравнению с керамической плиткой. Эта тенденция приводит к приближению средней потребительской цены на облицовочную плитку к цене на керамогранит. Так, например, если в 2004 г. керамогранит был дороже плитки на 90%, то в 2007 г. эта разница составляла уже 29%, а в 2010 г. – всего 13%. Такая динамика обусловлена комплексом следующих факторов.

Во-первых, расширение, увеличение эффективности производства российского керамогранита и популяризация этого продукта. Как следствие, себестоимость продукта снижается, а в результате и потребительские цены снижаются или в долгосрочной перспективе растут медленнее, чем на другие материалы.

Во-вторых, в последние годы значительно увеличились объемы производства недорогих, так называемых «коммерческих» сортов керамогранита. Продажи этих сортов снижают среднюю цену на продукт.

В-третьих, сказывается технологичность керамогранита. На сегодня развитие технологий позволяет добиться на керамогранитной массе гораздо более сложных эффектов дизайна продукта, чем на облицовочной керамической плитке, причем при меньших затратах.

Можно говорить, что в недалекой перспективе керамогранит сравняется по средней цене с плиткой, а затем и станет дешевле.

По материалам
«РБК.Исследования рынков»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья — это сочинение небольшого размера (до 4-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.

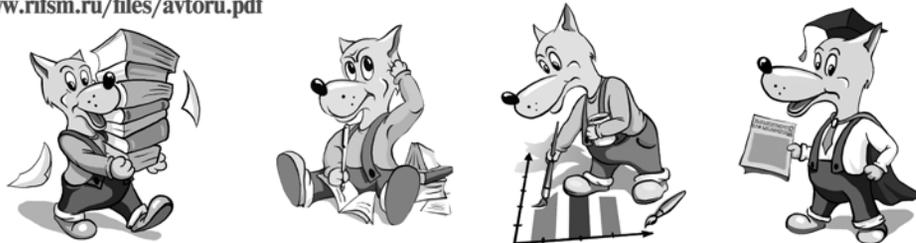
Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию журнала «Строительные материалы»®, должны соответствовать следующим **требованиям**:

- 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 языке; 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 году в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

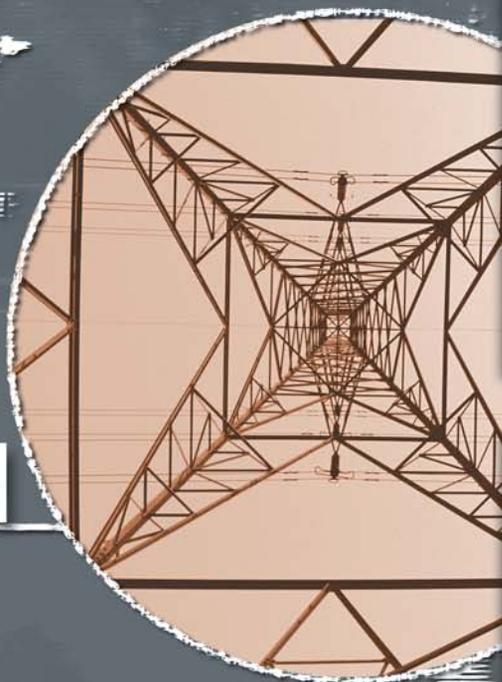
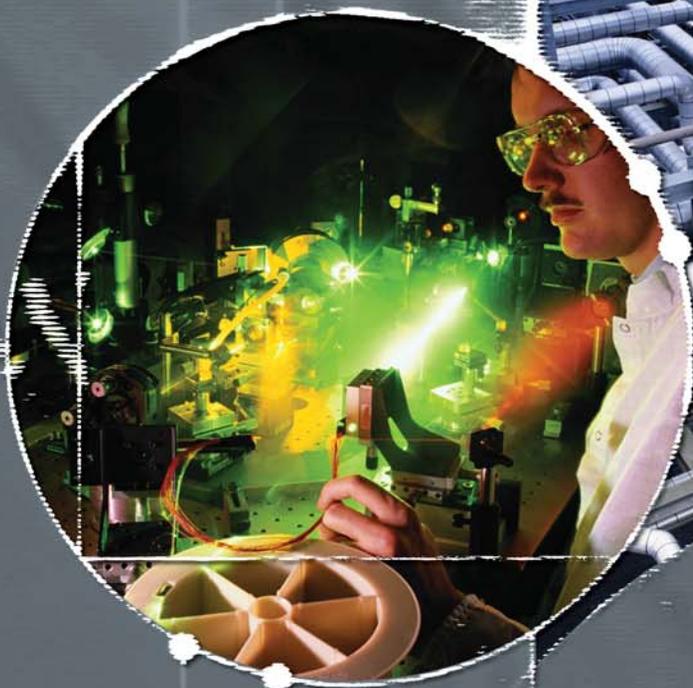


Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства www.rifsm.ru/page/7

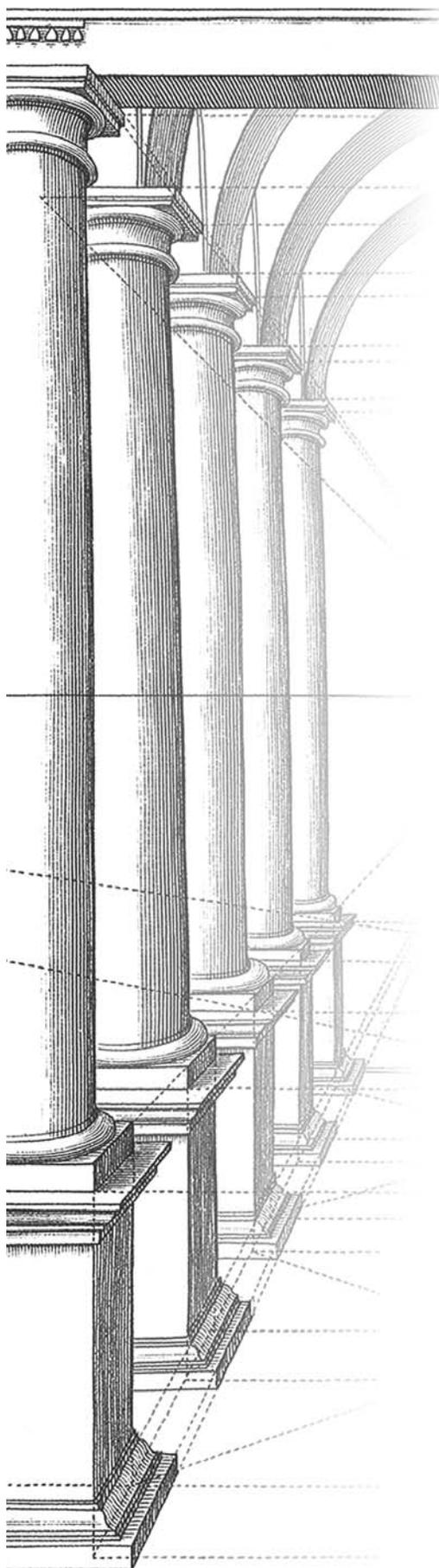
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

тематический раздел журнала «Строительные Материалы» №9-2010 г.

О
К
У
Р
Н



Научные разработки
на службу отрасли



Уважаемые читатели!

Перед вами очередной тематический раздел «Строительные материалы: наука», в котором опубликованы статьи, посвященные развитию нанотехнологии (технологии наномодифицирования) в строительном материаловедении и промышленном производстве. Прошло пять лет с тех пор, как активно заговорили о возможности применения наноматериалов и приемов нанотехнологий в производстве строительных материалов. Год спустя, в 2006 г. в журнале «Строительные материалы» впервые был опубликован тематический раздел, посвященный этим вопросам. Тогда осторожно формулировались возможные направления проведения исследований, выражалась некоторая доля скептицизма в принципиальной возможности применения столь тонких технологий в многотоннажном производстве строительных материалов.

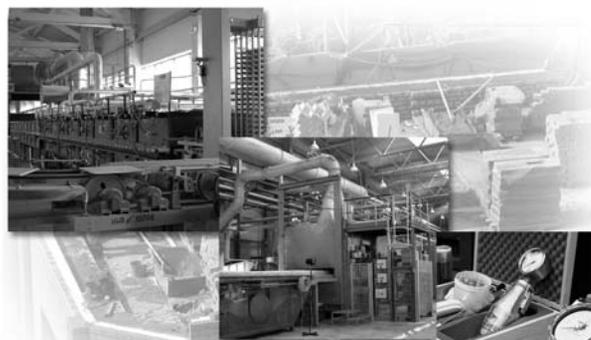
Цель данной тематической подборки – представить читателям те результаты, которые уже достигнуты на поприще применения наномодификаторов, использования наномодифицирования природного и техногенного сырья для получения строительных материалов с улучшенными свойствами.

В опубликованных статьях изложены результаты экспериментальных исследований модификации цементного вяжущего наноуглеродными волокнами, природными наноматериалами – шунгитом, наномодификаторами, полученными по золь-гель-технологии; наномодифицированного бесцементного вяжущего (получение и свойства); модификация поверхностного слоя базальтового волокна; применения ультразвука для гомогенизации наноразмерных частиц в дисперсионной среде.

Выход на новый качественный уровень развития технологии предполагает прежде всего твердое знание основ физикохимии, материаловедения, реологии и т. д. Создание новых материалов и технологий их получения в парадигме устойчивого развития предполагает также отказ от энерго- и материалоемких производств, использование природных сил и запасенной природным сырьем энергии.

Вопросы, связанные с использованием законов физикохимии и термодинамики в технологии бетона, возникли в начале прошлого века и активно развивались рядом ученых. Одним из ученых, внесших существенный вклад в развитие термодинамики твердения цементных систем, был В.И. Бабушкин. В настоящее время, когда дальнейшее развитие строительного материаловедения невозможно без применения новых знаний и методов нанотехнологии, особенно важна физикохимия коллоидных систем, учет термодинамических процессов в твердеющих системах. С биографией ученого и с важными его достижениями в области материаловедения читатель может ознакомиться, прочитав статью, посвященную В.И. Бабушкину.

Редакция группы журналов «Строительные материалы» надеется, что изложенные в статьях результаты исследований приведут к рождению новых материалов, технологий.



УДК 539.2

Е.В. КОРОЛЕВ, д-р техн. наук, советник РААСН, М.И. КУВШИНОВА, инженер, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Параметры ультразвука для гомогенизации дисперсных систем с наноразмерными модификаторами

В становлении и развитии нанотехнологии (технологии наномодифицирования) строительного материаловедения в настоящее время доминирует использование наноразмерных модификаторов различной природы*. Закономерно предположить, что эффект от введения таких модификаторов максимален при однородном их распределении в объеме материала. Для смешения и распределения модификаторов в среде-носителе часто используют ультразвуковую обработку, длительность которой не превышает 20–30 мин. Как правило, применяют стандартные ультразвуковые устройства, не позволяющие проводить подбор требуемых параметров ультразвука. Установление оптимальных режимов обработки обеспечивает не только диспергирование дисперсной фазы, но и проявление других нелинейных эффектов воздействия ультразвука на вещество, например дегазацию среды-носителя, разогрев, молекулярные преобразования и др. Специфичность взаимодействия наноразмерных модификаторов с веществом среды-носителя, а также их размер требуют тщательного анализа механизмов взаимодействия звуковой волны с веществом, условий передачи энергии объектам, находящимся в звуковом поле.

Разрушение агрегата (диспергирование) сопровождается увеличением площади границы раздела фаз (рис. 1).

Внешняя поверхность агрегата (рис. 1) равна:

$$S'_{\text{агр}} = \pi \eta_f (D_o - d_o)^2,$$

где D_o – линейный размер агрегата; d_o – диаметр наночастицы; η_f – плотность упаковки частиц в агрегате.

На этой поверхности располагаются частицы в количестве:

$$N'_o = S'_{\text{агр}} / \bar{s}_o = 4 \eta_f \left(\frac{D_o}{d_o} - 1 \right)^2,$$

где $\bar{s}_o = \pi d_o^2 / 4$ – проекция одной частицы на поверхность.

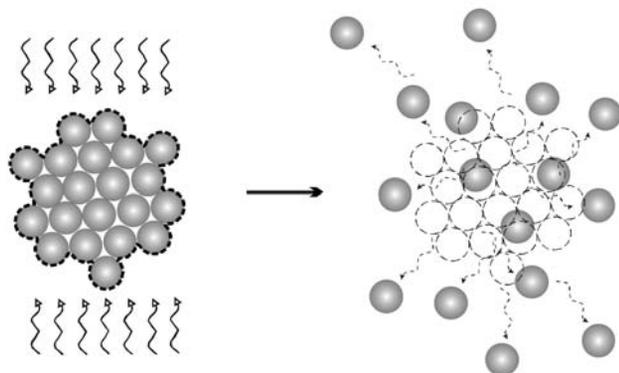


Рис. 1. Разрушение агрегата под действием внешних воздействий

Отсюда общая поверхность агрегата, контактирующая с жидкой фазой, равна:

$$S_o = \frac{1}{2} \pi d_o^2 N'_o = 2 \pi \eta_f (D_o - d_o)^2.$$

После разрушения агрегата (диспергации) общая поверхность частиц будет равна:

$$S = N \pi d_o^2,$$

где N – количество частиц, входивших в агрегат.

Оно определится из условия:

$$\eta_f \frac{\pi}{6} D_o^3 = N \frac{\pi}{6} d_o^3.$$

Отсюда:

$$N = \eta_f \left(\frac{D_o}{d_o} \right)^3.$$

Изменение общей площади границы раздела фаз составит:

$$\Delta S = \eta_f \left(\frac{D_o}{d_o} \right)^3 \pi d_o^2 - 2 \pi \eta_f (D_o - d_o)^2 = \pi \eta_f d_o^2 \left[\left(\frac{D_o}{d_o} \right)^3 - 2 \left(\frac{D_o}{d_o} - 1 \right) \right].$$

Энергия, затрачиваемая на разрушение агрегата, будет складываться из энергии E_k , необходимой для преодоления сил сцепления между частицами, энергетических затрат на смачивание образовавшейся поверхности частиц E_s и преодоления сил сопротивления среды при перемещении частиц E_c :

$$E = E_k + E_c - E_s.$$

Энергия, затрачиваемая на смачивание новой поверхности частиц:

$$E_s = \Delta S \sigma_{\text{жт}} = \pi \eta_f d_o^2 \left[\left(\frac{D_o}{d_o} \right)^3 - 2 \left(\frac{D_o}{d_o} - 1 \right) \right] \sigma_{\text{жт}} \cos \theta,$$

где $\sigma_{\text{жт}}$ – поверхностное натяжение жидкости (среды-носителя); θ – краевой угол смачивания средой поверхности наноразмерного модификатора.

Энергия, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления среды:

$$E_p = N F_c h.$$

С учетом закона Ньютона:

$$F_c = c S \rho_{\text{ж}} \frac{\vartheta^2}{2},$$

здесь c – коэффициент, зависящий от условия движения в среде (для ламинарного движения $c=24/\text{Re}$, $\text{Re} \leq 2$ [1]); S – площадь границы раздела фаз частица-среда ($S = \pi d_o^2$); ϑ – скорость движения частицы (для лами-

* Библиография по указанному вопросу весьма широка и представлена как отечественными, так и зарубежными работами.

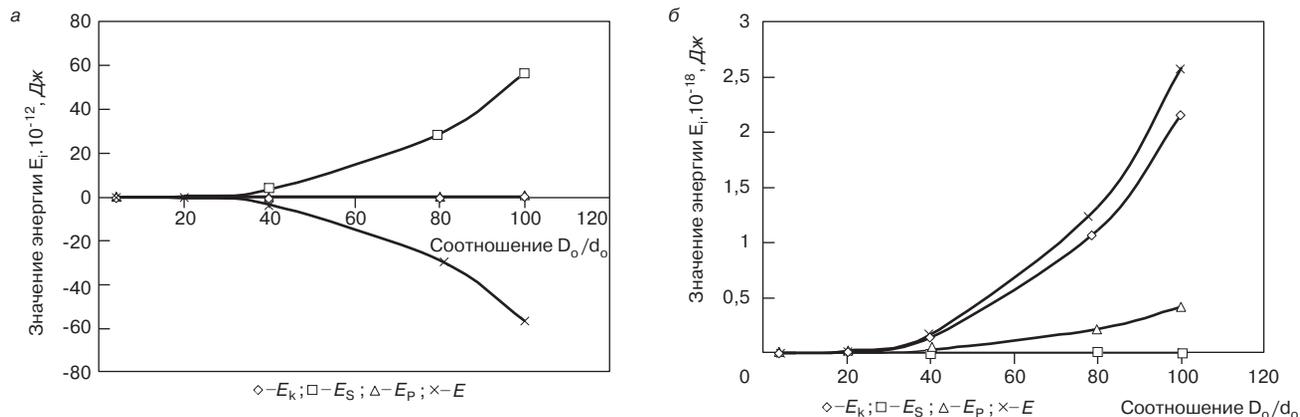


Рис. 2. Энергозатраты на разрушение агрегатов в расплаве серы ($A=10^{-18}$ Дж, $\eta_f=0,52$, $t=30$ мин, $k=10000$, $\sigma_{ж}=57,16$ мН/м, $Re=1$): а – $\theta=10^\circ$; б – $\theta=90^\circ$

нарного движения можно принять $\vartheta = h/t_*$ или $\vartheta = kd_o/t_*$, t_* – продолжительность ультразвуковой обработки; $\rho_{ж}$ – плотность среды-носителя, N и $h=kd_o$ ($k \geq 1$) уравнение для E_c примет вид:

$$E_p = \frac{12\pi}{Re} \eta_f \rho_{ж} \left(\frac{k}{t_*}\right)^2 D_o^3 d_o.$$

Энергия, необходимая на разрыв контактов в агрегате:

$$E_k = Ne_k = \eta_f \left(\frac{D_o}{d_o}\right)^3 \frac{Ad_o}{24h}, \text{ или } E_k = \eta_f \left(\frac{D_o}{d_o}\right)^3 \frac{A}{24k},$$

где A – константа Гамакера ($A_{max}=10^{-18}$ Дж).

Отсюда полные затраты энергии:

$$E = \eta_f \left(\frac{D_o}{d_o}\right)^3 \frac{A}{24k} - \pi \eta_f d_o^2 \left[\left(\frac{D_o}{d_o}\right)^3 - 2 \left(\frac{D_o}{d_o} - 1\right) \right] \sigma_{ж} \cos\theta + \frac{12\pi}{Re} \eta_f \rho_{ж} \left(\frac{k}{t_*}\right)^2 D_o^3 d_o.$$

Величина энергии, необходимой для разрушения агрегатов в расплаве серы, приведена на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что при учете влияния поверхностных явлений доминирующими затратами являются E_s . В этом случае целесообразно провести анализ поведения системы при $\theta < 90^\circ$ (сценарий № 1) и $\theta > 90^\circ$ (сценарий № 2).

При $\theta < 90^\circ$ (при смачивании поверхности наномодификаторов) существование агрегатов является термодинамически невыгодным (рис. 2, а). В этом случае все частицы смочены дисперсионной средой, но находятся на достаточно близких расстояниях (возможно сопоста-

вимых с размерами частиц наномодификатора). Воздействие ультразвука направлено на перемещение частиц на достаточно большие расстояния друг от друга. В этом случае при $d_o \ll \lambda$ (здесь λ – длина волны) на частицы будут действовать сила [2]:

$$F_p = 4\pi \left(\frac{d_o}{2}\right)^2 E \left(\frac{k_\lambda d_o}{2}\right)^4 \frac{1+(1-\delta)^2}{(2+\delta)^2},$$

где k_λ – волновое число; E – средняя по времени плотность энергии акустического поля; $\delta = \rho/\rho_f$; ρ – плотность среды; ρ_f – плотность вещества модификатора, которая заставляет частицу колебаться вместе с волной. В достаточно протяженном агрегате отдельные частицы будут колебаться со сдвигом фазы, что будет вызывать их взаимное притяжение с силой (так называемая сила Бьеркнеса):

$$F_B = 4\pi \rho \left(\frac{d_o}{2}\right)^4 \frac{v^2}{h^2} \cos\varphi,$$

где v – колебательная скорость; φ – сдвиг фаз пульсации частиц; h – расстояние между частицами.

Кроме этих сил на частицы будут действовать гидродинамические силы, возникающие под действием звукового поля (акустические течения, микропотоки). В частности, при движении частиц в среде или при их обтекании возникает сила Бернулли, которая их притягивает:

$$F_{Be} = \frac{3}{2} \pi \rho \left(\frac{d_o}{2}\right)^6 \frac{v^2}{h^2},$$

где v – скорость движения частицы.

Таким образом, под действием ультразвукового поля возникают силы, обеспечивающие коагуляцию частиц.

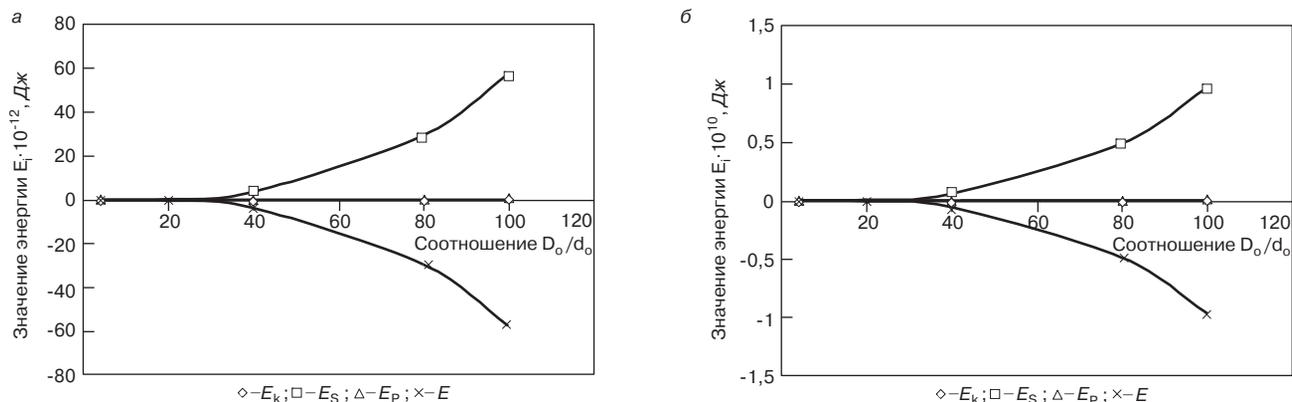


Рис. 3. Энергозатраты на разрушение агрегатов в расплаве серы при $\theta=180^\circ$ ($A=10^{-18}$ Дж, $\eta_f=0,52$, $t=30$ мин, $k=10000$, $\sigma_{ж}=57,16$ мН/м, $Re=1$): а – абсолютные значения; б – значения E , отнесенные к среднему уровню тепловой энергии молекул серы

Другая оценка параметров ультразвука основывается на предположении, что для воздействия на частицу наномодификатора длина волны ультразвука должна быть сопоставима с ее размером. Тогда частота ультразвука будет:

$$n = \vartheta / \lambda ,$$

где ϑ – скорость распространения ультразвука в среде; λ – длина волны.

При $\vartheta=1500-2000$ м/с и $\lambda=d_0=10-100$ нм частота равна $n=15-200$ ГГц. При таких частотах (область гиперзвука) происходит быстрое поглощение звуковой энергии (рядом с источником), и она расходуется на различные физические процессы и преобразование вещества (включая химические реакции).

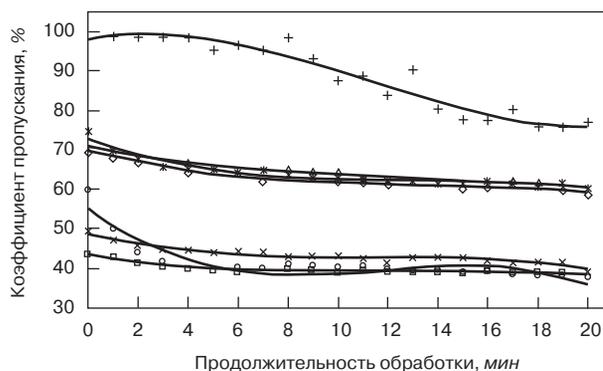
При $\theta > 90^\circ$ необходимо затратить значительное количество энергии (рис. 3, а), особенно по отношению к уровню тепловой энергии молекул серы (рис. 3, б). Основной вклад вносит величина энергии, затрачиваемой на смачивание новой поверхности частиц E_s , т. е. сила поверхностного натяжения сжимает и стабилизирует агрегат.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что ультразвук не обеспечивает однородного распределения наноразмерных модификаторов даже для дисперсных фаз, смачивающихся средой-носителем (возникают различные силы притяжения). Разрушение агрегатов, состоящих из лиофобных частиц, требует значительных затрат энергии, передача которой посредством звукового поля затруднительна.

Экспериментальная проверка представленных аналитических результатов проведена на модельной системе глицерин-наноглеродный модификатор (краевой угол смачивания $\theta > 90^\circ$). Вязкость среды-носителя регулировали концентрацией раствора: использованы 80 и 90% водные растворы глицерина. Ультразвуковую обработку проводили в установке УЗУ, генерирующей ультразвуковое поле с частотой 44 кГц и мощностью 0,25 Вт/см². Однородность распределения наноглеродных модификаторов оценивали по величине коэффициента пропускания дисперсной системы, который определяли на спектрофотометре СФ-2000. Результаты исследования представлены на рис. 4, а математической обработки – в табл. 1.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– концентрация наноразмерных модификаторов закономерно влияет на величину коэффициента пропус-



- ◇ – NTD-0,003% (глицерин);
- – NTD-0,006% (глицерин);
- △ – NTD-0,003% (90% р-р глицерина);
- × – NTD-0,006% (90% р-р глицерина);
- * – NTD-0,003% (80% р-р глицерина);
- ◊ – NTD-0,006% (80% р-р глицерина);
- + – глицерин;

Рис. 4. Влияние продолжительности ультразвуковой обработки на коэффициент пропускания дисперсных систем глицерин-наноглеродный модификатор

кания дисперсной системы: увеличение концентрации в исследованном диапазоне приводит к практически пропорциональному уменьшению величины коэффициента пропускания;

– изменение коэффициента пропускания зависит от вязкости раствора среды-носителя (концентрации раствора глицерина): с ее уменьшением изменение коэффициента пропускания возрастает ($\Delta k_{пр, макс} \approx 19\%$);

– продолжительность ультразвуковой обработки оказывает существенное влияние на глицерин ($\Delta k_{пр, макс} = 22\%$). Отсюда очевидно, что изменение коэффициента пропускания дисперсных систем не связано с повышением однородности распределения дисперсной фазы.

Отсюда очевидно, что экспериментальные данные подтверждают справедливость полученных теоретических выводов.

Способом получения однородных дисперсных систем, содержащих лиофильные наноразмерные модификаторы, а также модификаторы, для которых краевой угол смачивания близок к 90° , является использование диффузии, возникающей вследствие теплового движения молекул среды-носителя. Коэффициент диффузии [3] равен:

Таблица 1

Концентрация модификатора, %	Значения коэффициентов				$\Delta k_{пр, макс}, \%$	$v_k, \%/мин$
	c_3	c_2	c_1	c_0		
Глицерин						
–	0,008	-0,27	1,088	98,229	22,13	1,11
0,003	-0,003	0,103	-1,559	69,621	9,94	0,5
0,006	-0,003	0,094	-1,091	43,451	4,98	0,25
90% раствор глицерина						
0,003	-0,002	0,073	-1,25	70,7	10,24	0,51
0,006	-0,004	0,126	-1,479	48,911	8,65	0,43
80% раствор глицерина						
0,003	-0,005	0,183	-2,367	72,854	12,7	0,64
0,006	-0,013	0,445	-4,823	55,326	19,09	0,95

Примечание. $\Delta k_{пр, макс}$ – максимальное изменение коэффициента пропускания; v_k – скорость изменения коэффициента пропускания.

* Наиболее частые значения скорости ультразвука в жидкостях [2].

Таблица 2

Температура, °C	Продолжительность, мин				
	30	60	120	360	1000
Размер частиц 10 нм					
20	$\frac{2,091 \cdot 10^{-14}}{1,022 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,091 \cdot 10^{-14}}{1,445 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,091 \cdot 10^{-14}}{2,044 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,091 \cdot 10^{-14}}{3,54 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,091 \cdot 10^{-14}}{5,9 \cdot 10^{-5}}$
40	$\frac{1,39 \cdot 10^{-13}}{2,237 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-13}}{3,164 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-13}}{4,474 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-13}}{7,749 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-13}}{1,292 \cdot 10^{-4}}$
60	$\frac{4,784 \cdot 10^{-13}}{4,15 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-13}}{5,869 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-13}}{8,3 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-13}}{1,438 \cdot 10^{-4}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-13}}{2,396 \cdot 10^{-4}}$
Размер частиц 50 нм					
20	$\frac{5,803 \cdot 10^{-15}}{4,57 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{5,803 \cdot 10^{-15}}{6,464 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{5,803 \cdot 10^{-15}}{9,141 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{5,803 \cdot 10^{-15}}{1,583 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{5,803 \cdot 10^{-15}}{2,639 \cdot 10^{-5}}$
40	$\frac{2,78 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,78 \cdot 10^{-14}}{1,415 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,78 \cdot 10^{-14}}{2,001 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,78 \cdot 10^{-14}}{3,465 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,78 \cdot 10^{-14}}{5,776 \cdot 10^{-5}}$
60	$\frac{9,569 \cdot 10^{-14}}{1,856 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{9,569 \cdot 10^{-14}}{2,625 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{9,569 \cdot 10^{-14}}{3,712 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{9,569 \cdot 10^{-14}}{6,429 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{9,569 \cdot 10^{-14}}{1,072 \cdot 10^{-4}}$
Размер частиц 100 нм					
20	$\frac{2,901 \cdot 10^{-15}}{3,232 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{2,901 \cdot 10^{-15}}{4,57 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{2,901 \cdot 10^{-15}}{6,464 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{2,901 \cdot 10^{-15}}{1,12 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{2,901 \cdot 10^{-15}}{1,866 \cdot 10^{-5}}$
40	$\frac{1,39 \cdot 10^{-14}}{7,074 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-14}}{1,415 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-14}}{2,45 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{1,39 \cdot 10^{-14}}{4,084 \cdot 10^{-5}}$
60	$\frac{4,784 \cdot 10^{-14}}{1,312 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-14}}{1,856 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-14}}{2,625 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-14}}{4,546 \cdot 10^{-5}}$	$\frac{4,784 \cdot 10^{-14}}{7,577 \cdot 10^{-5}}$

Примечание. Над чертой приведены значения коэффициента диффузии, под чертой – среднего смещения частицы; температурная зависимость вязкости глицерина принята $\eta = 12,07 \cdot \exp^{(0,108T)}$ [4].

$$D = \frac{kT}{3\pi\eta d_0}$$

где k – постоянная Больцмана; η – вязкость среды-носителя; T – температура.

Расстояние, которое проходит частица за время t :

$$\Delta x^2 = 2D\Delta t,$$

где Δx – среднее смещение частицы.

В табл. 2 приведено влияние температуры и времени на коэффициент диффузии D и среднее смещение частицы Δx (среда-носитель – глицерин).

Данные табл. 2 подтверждают справедливость сделанного предположения: наноразмерные модификаторы достаточно активно перемешаются на значительные (по сравнению с их размерами) расстояния.

Таким образом, повышение температуры дисперсных систем, содержащих наноразмерные модификаторы, и их перемешивание (для ускорения процесса) достаточно для обеспечения однородного их распределения в среде-носителе.

Статья печатается при поддержке гранта Президента РФ МД-68.2009.8.

Список литературы

1. *Еремин Н.Ф.* Процессы и аппараты в технологии строительных материалов. М.: Высшая школа, 1986. 280 с.
2. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1979. 400 с.
3. *Шукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А.* Коллоидная химия. М.: Изд-во МГУ, 1982. 348 с.
4. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др. / Под. ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.

Новая книга



В.И. Корнеев, П.В. Зозуля

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ СОСТАВ, СВОЙСТВА

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. 320 с.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах.
Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.
Допущено учебно-методическим объединением в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Стоимость одного экземпляра 900 р. без учета доставки

По вопросам приобретения книги обращаться по тел./факсу: (495) 976-22-08, 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru

УДК 691.54

А.В. КНОТЪКО, канд. хим. наук (knotko@inorg.chem.msu.ru), А.А. МЕЛЕДИН, В.В. СУДЫН, студенты, А.В. ГАРШЕВ, В.И. ПУТЛЯЕВ, кандидаты хим. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Модификация поверхностного слоя базальтового волокна для увеличения коррозионной стойкости в фиброцементных композитах

Интерес к фундаментальным и прикладным исследованиям стекловолокна, полученного плавлением базальтовых пород, обусловлен уникальными химическими (стойкость в агрессивных средах) и механическими (высокие значения модуля упругости, твердость, износостойкость) характеристиками данного материала. В настоящее время рассматриваются следующие базальтовые материалы и области их применения: 1) строительство — базальтовые волокна в качестве звуко-теплоизолятора, наполнитель в композитах (стеклофиброцементах, например при создании стеновых панелей и дорожных покрытий), заменитель асбестов; 2) машиностроение и электроника — стеклокерамика с повышенной износостойкостью; 3) радиозекология — массивные оболочки для инкапсуляции ядерных отходов. Теплоизолирующее назначение базальтоволочнистых материалов предполагает их работу в условиях теплосмен. Циклические термические напряжения приводят к подрастанию микротрещин и усталостному разрушению волокон — осыпанию. Одной из причин этого явления является термоупругая деформация материала в градиенте температур, другой — окислительная коррозия волокон, которая вызвана окислением Fe^{2+} , входящего в состав базальтового стекла, до состояния железа Fe^{3+} , кислотная функция которого начинает конкурировать с каркасообразующими элементами (кремний, алюминий). Это приводит к образованию железосодержащих фаз с иным молярным объемом. Очевидно, избежать окисления базальтовых стекол невозможно. Есть, однако, основания предпо-

лагать, что кинетика окислительной коррозии, т. е. скорость процесса и режим его протекания (внутри или на поверхности волокна), может существенным образом зависеть от характера распределения железа в стеклообразной матрице [1]. В зависимости от состава исходного природного сырья и технологических параметров диспергирования базальтовой расплава могут быть получены волокнистые материалы различной микроморфологии и типа неоднородностей, вызванных распределением железа и его частичным окислением на стадии охлаждения расплава [2]. Это, в свою очередь, предопределяет эксплуатационные характеристики волокна, главным образом долговечность. С этой точки зрения исследование базальтоволочнистых материалов различных производителей, а также полупродуктов производств является необходимым этапом подобного исследования.

Исследование проводили на образцах базальтового стекловолокна производства завода «Баск» (Кемерово). Температурной обработке подвергали образцы перетертой и не перетертой в ступке исследуемой минеральной ваты. Волокно массой $0,5 \pm 0,05$ г помещали в алундовый тигель и вели отжиг в муфельной печи на воздухе при $300-800^\circ\text{C}$ в течение от 10 мин до суток с последующей закалкой.

Для исследования взаимодействия базальтового волокна с цементной матрицей навеску волокна (3,5 мас. %) с раствором цемента (соотношение вода/цемент (В/Ц) = 0,45) помещали в фторопластовую цилиндрическую форму с высотой 22 мм и диаметром

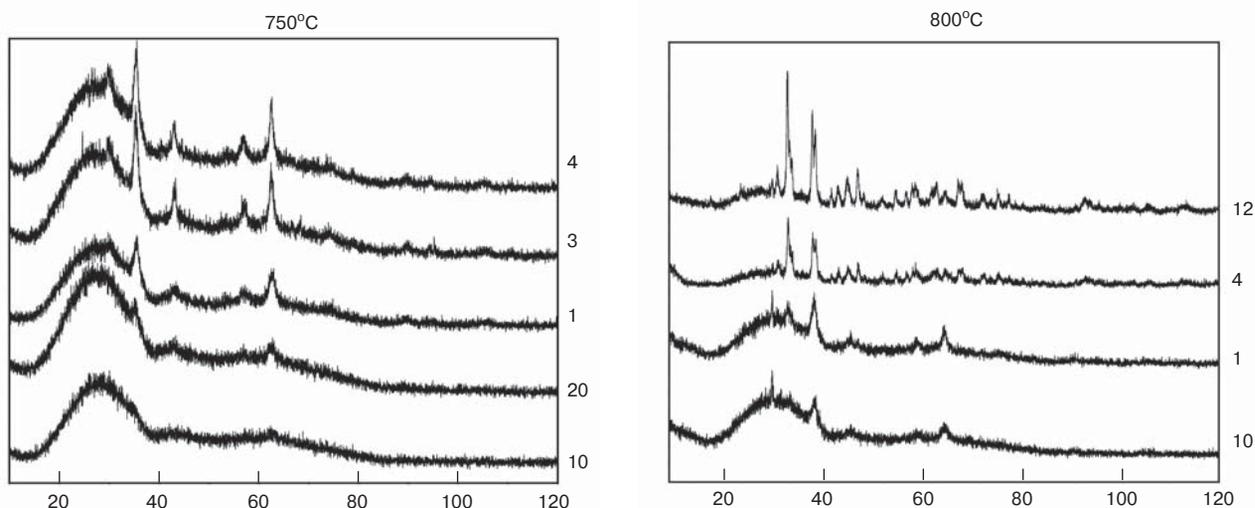


Рис. 1. Рентгенограммы перетертых волокон, отожженных при указанной температуре

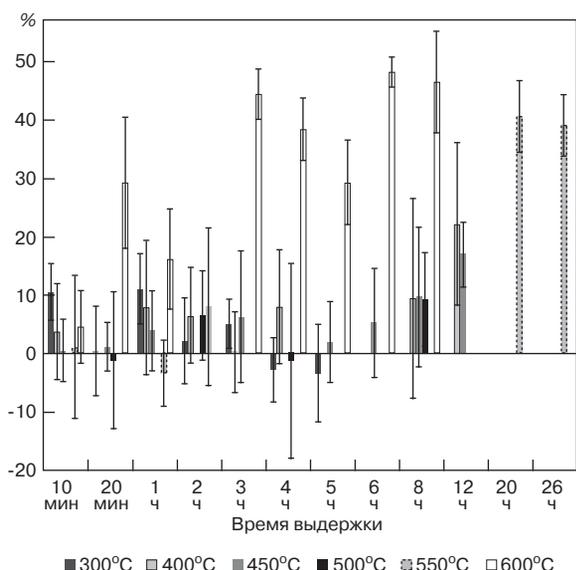


Рис. 2. Диаграмма относительной разности концентрации натрия в центре волокна и приповерхностном слое

10 мм и вибрировали для уменьшения пористости. Через 1–3 сут образцы помещали в герметичный полиэтиленовый пакет, что препятствовало высыханию цемента. Перед механическими испытаниями проводили запараллеливание торцевых граней цилиндров. В случае диаметрального сжатия высота не превышала 15 мм, в случае испытаний на сжатие высота составляла ~20 мм. Также проводили подготовку образцов при повышенной температуре (60°C). При этом образцы все время находились в герметичной упаковке, что препятствовало их высыханию.

Рентгенографические эксперименты проводили на дифрактометре с вращающимся анодом Rigaku D/MAX 2500 в режиме отражения (геометрия Брегга–Брентано) с использованием Cu-K_{α} -излучения и графитового монохроматора при мощности рентгеновской трубки 12,5 кВт. Электронно-микроскопические исследования проводили на микроскопах LEO Supra 50 VP и CrossBeam 1540EsB Carl Zeiss. Образцы исследовали как в режиме низкого вакуума (давление в камере 39 Па) для нивелирования зарядки поверхности образца, так и в режиме высокого вакуума. На образцы для исследования поперечного среза волокна напыляли тонкую (~200 нм) углеродную пленку. При наблюдении в режиме высокого вакуума работу проводили с использованием ускоряющего напряжения 5 кВ и внут-

рилинзового и SE2 детекторов вторичных электронов и 10 кВ и детектора отраженных электронов EsB. В случае съемки в режиме низкого вакуума ускоряющее напряжение составляло 20 кВ; детектирование осуществляли квадрупольным детектором обратно рассеянных электронов и детектором вторичных электронов VPSE. Определение элементного состава твердых растворов методом рентгеноспектрального микроанализа (PCMA) проводили с использованием энергодисперсионных спектрометров INCA Energy+ и INCAx-act, установленных на растровых электронных микроскопах Supra 50VP и CrossBeam 1540EsB соответственно. Расчет элементного состава проводили в полуавтоматическом режиме с использованием комплекта программного обеспечения INCA Oxford. Механические испытания армированных цементов проводили на испытательной машине Inston 5581. Скорость испытательной составляла 0,5 мм/с. Для определения прочности на разрыв проводили испытания цилиндрических образцов на диаметрально сжатие [3].

Для перетертых образцов, прошедших термообработку, рентгенофазовые исследования показали, что при отжиге вплоть до 550°C кристаллизации базальтового волокна не происходит, при температуре 600°C кристаллическая фаза присутствует в образцах, прошедших обжиг в течение суток. При температуре в 650°C и отжиге в течение нескольких часов кристаллическая фаза не образуется, однако уже при 750°C ее выделение уже заметно при двадцатиминутном обжиге. При 800°C кристаллизация наблюдается даже после 10 мин отжига (рис. 1), что хорошо согласуется с литературными данными [4]. Основываясь на данных базы ICDD PDF2, возможно предположить кристаллизацию пироксенов в системе $\text{MgSiO}_3\text{--FeSiO}_3$, $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$, следов плагиоклаза. Детальное определение выделяющихся фаз затруднено перекрытием дифракционных пиков возможных веществ.

Исследование распределения элементов по сечению волокон показало, что для образцов, подвергшихся термической обработке до 450°C, изменение распределения натрия в объеме образца лежит в пределах ошибки измерения. Однако при большей температуре происходит заметное перераспределение натрия в объеме базальтового волокна и наиболее быстро происходит при 600°C (рис.2).

Отжиг исследуемых волокон на воздухе при 400°C в течение 12 ч с последующим PCMA распределения элементов по сечению волокон показал, что наблюдается обогащение поверхности натрием, причем содержание Ca и Fe при этом понижается. Тем не менее, учитывая большую подвижность Na, чем Ca в стекле,

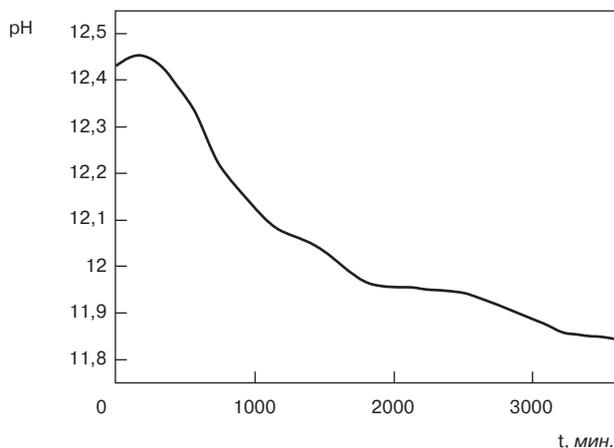


Рис. 3. Изменение pH раствора в процессе щелочного гидролиза базальта в насыщенном растворе Ca(OH)_2

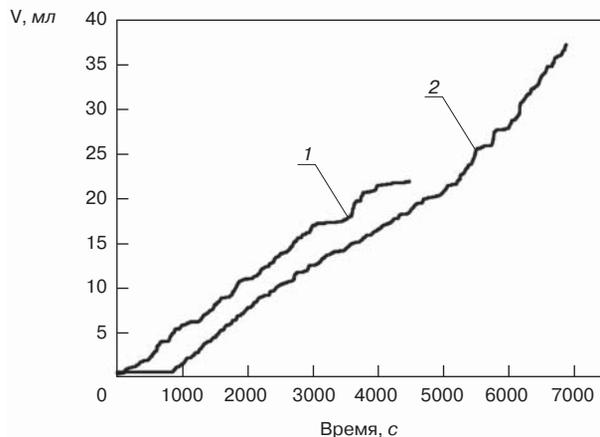


Рис. 4. Кривые pH-статического (pH=11) титрования волокна раствором Ca(OH)_2 : 1 – непетертый образец; 2 – петертый образец

полученные данные можно считать подтверждением повышения основности поверхности стекла в результате окислительного отжига.

Для исследования механизма щелочного гидролиза базальтового волокна и более точного моделирования условий этого процесса при использовании волокна в качестве армирующего материала стеклофибробцемента были проведены исследования кинетики взаимодействия волокна с щелочным раствором (рис. 3) в условиях рН-статирования в автотитраторе (рН=11, раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$) и в условиях насыщенного раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Гидролиз при постоянном рН моделирует условия жидкой фазы твердеющего цемента, в котором в течение весьма длительного времени остается значительная часть непрореагировавших с водой гидравлически активных компонентов (белита Ca_2SiO_4 и некоторой доли алита Ca_3SiO_5).

Как можно видеть из рис. 3, изменение рН раствора при взаимодействии необработанного базальтового волокна с насыщенным раствором гидроксида кальция (начальный рН=12,43) сходно с ранее изученным изменением рН раствора КОН при взаимодействии последнего с базальтовыми волокнами различного состава [5]. Кинетическая кривая щелочного гидролиза того же волокна в условиях рН-статирования (рН=11) раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (рис. 4) представляет собой практически прямую линию, соответствующую постоянной скорости реакции, причем перетириание волокна не приводило к значительным изменениям кинетики взаимодействия. Это означает, что при реакции базаль-

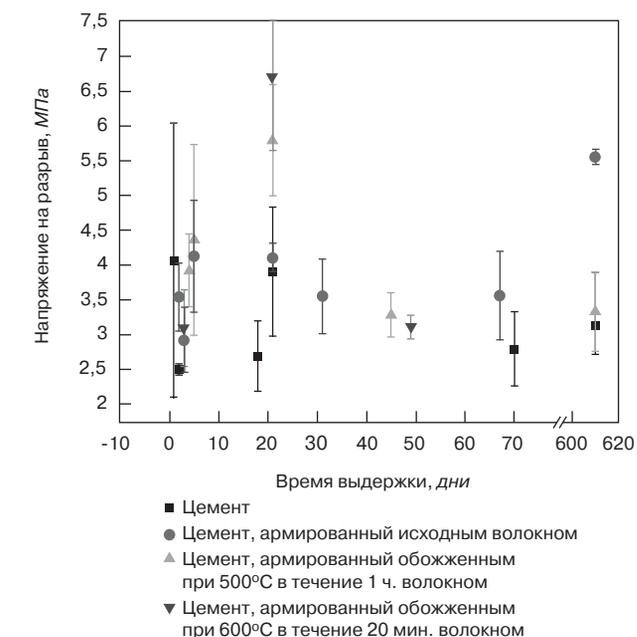
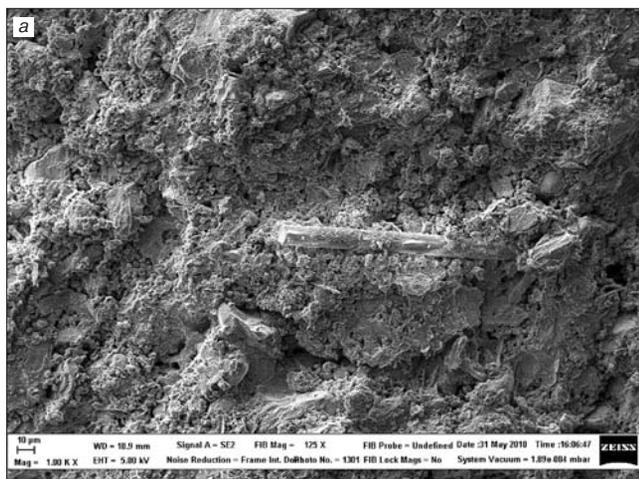


Рис. 5. График зависимости напряжений при разрыве от возраста образцов (выделены данные, относящиеся к композитам, твердевшим при 60°C)

тового стекловолокна с щелочными растворами происходит разрушение поверхности волокна без заметного вклада в наблюдаемую кинетику процесса диффузии

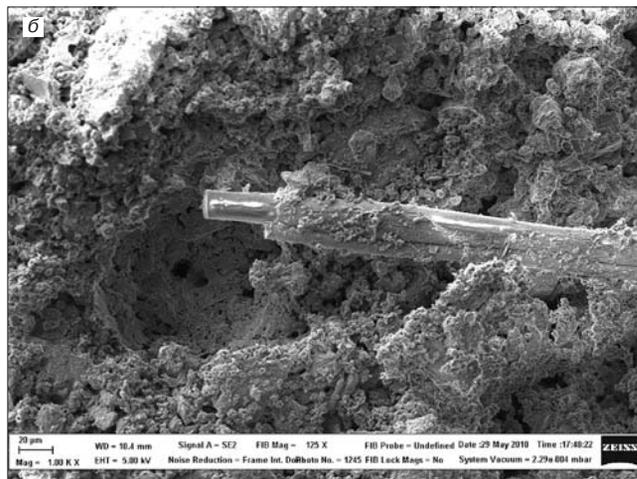


Рис. 6. Образцы стеклоцемента в возрасте 18 дней, армированные: а – исходным волокном; б – обработанным при 600°C в течение 20 мин

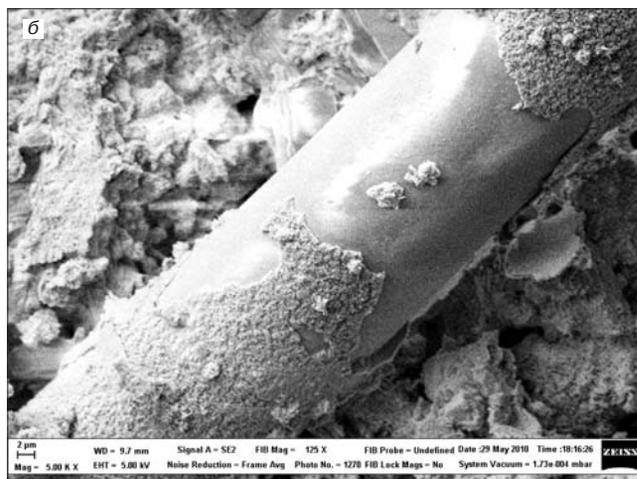
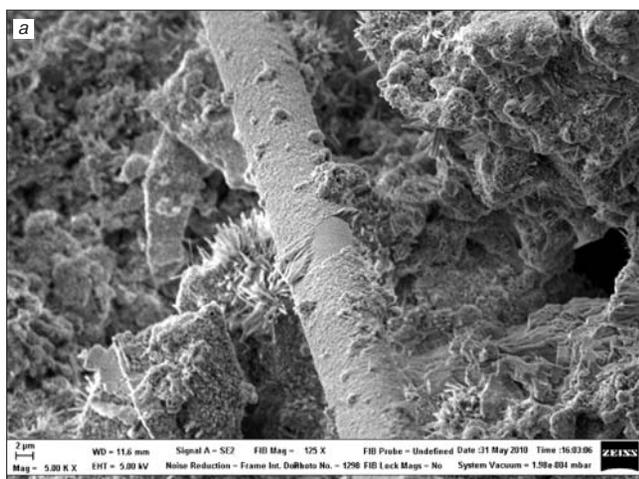


Рис. 7. Образцы стеклоцемента: а – в возрасте 67 дней, армированный исходным волокном; б – в возрасте 45 дней, армированный обработанным при 500°C в течение 1 ч

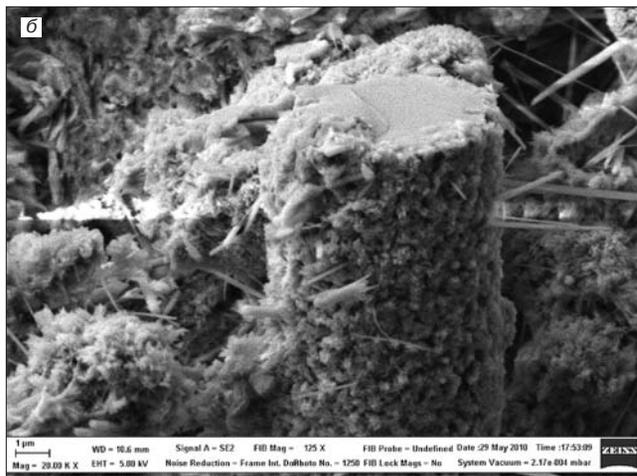
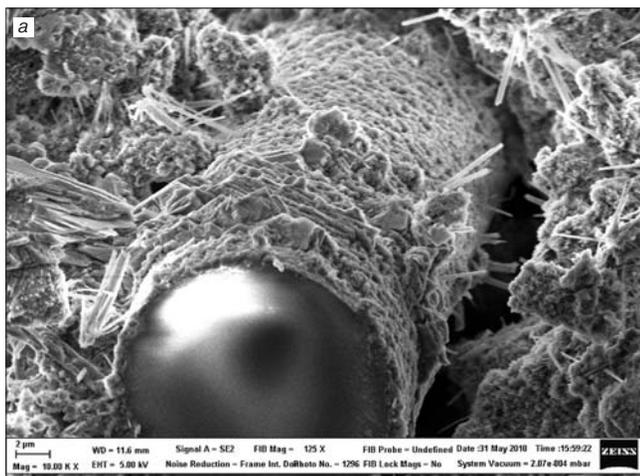


Рис. 8. Образцы стеклоцемента в возрасте 2 года: а – армированные исходным волокном; б – обработанным при 500°C в течение 1 ч

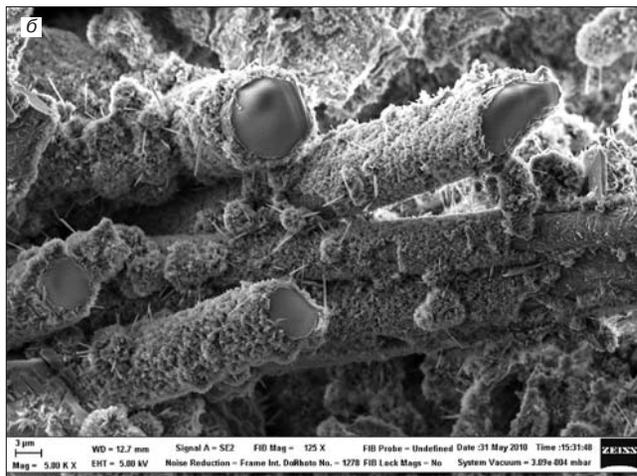
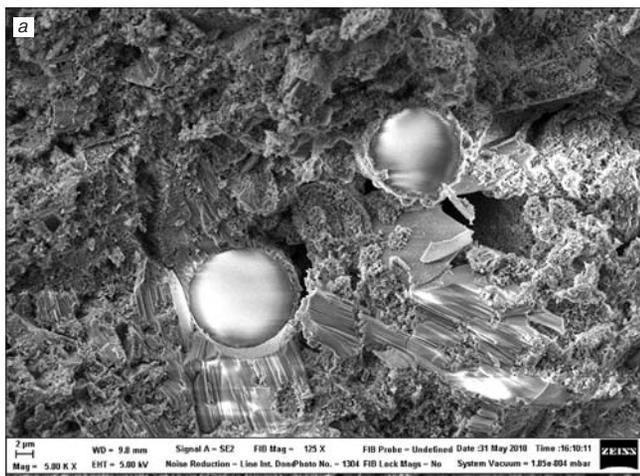


Рис. 9. Образцы стеклоцемента, выдержанные в течение 21 дня при 60°C: а – армированные исходным волокном; б – обработанным при 600°C в течение 20 мин

онного перераспределения компонентов в нем и хорошо согласуется с результатами экспериментов по взаимодействию исходного и частично окисленного волокна с цементным раствором.

Провести аналогичный расчет для окисленного волокна не удалось из-за кислотной деградации поверхности такого волокна при $pH < 8,5$. Высокое значение pH , устанавливающееся при контакте с дистиллированной водой окисленного волокна (>9), показывает высокую стойкость этого материала к щелочным растворам (каковым является жидкая фаза твердеющего цемента). Для выяснения влияния щелочной коррозии армирующего базальтового волокна на прочностные свойства фиброцементных композитов были проведены механические испытания на растяжение методом раскалывания диаметральной сжатием (рис. 5). Для упрощения системы исследовали раствор цемента без добавления суперпластификаторов, наполнителей и др. Однако это повлекло увеличение пористости армированных волокном образцов по отношению к неармированным, что контролировали измерением плотности. Так, в среднем плотность стеклоцемента была меньше на 8–15%, несмотря на то, что заливку проводили на вибростоле. Тем не менее прочность армированных цементов в любом возрасте превышает прочность неармированных.

При твердении до тридцати дней, когда цемент еще полностью не набрал прочность, присутствует значительный разброс данных, и сделать какие-либо выводы относительно влияния термообработки волокна на

свойства композита невозможно. Однако для всех стеклоцементов при разрушении уже наблюдается типичная картина удержания на волокне после разрушения цементной матрицы.

В случае образцов в возрасте двух лет видно, что образцы с немодифицированным волокном обладают заметной прочностью, чем армированные модифицированным волокном и неармированные, что может быть связано с более сильным удержанием волокна в матрице.

Отдельно следует отметить результаты, полученные для образцов, которые твердели при 60°C. В этом случае прочность образцов, армированных модифицированными волокнами, превышает прочность неармированных и армированных исходным волокном примерно в 1,5 раза. Данный факт, вероятно, связан с тем, что повышение температуры твердения способствует заметной интенсивности щелочной коррозии волокна при замедлении ее в результате термической обработки волокна. Кроме того, отсутствие повышения прочности композита с термообработанным волокном в случае твердения при комнатной температуре может быть связано с упрочнением цементной матрицы, вызванной пуццолановым эффектом, более выраженным для сильнее взаимодействующего с жидкой фазой твердеющего цемента необработанного волокна. Из этого можно предположить, что при более высокой температуре твердения можно ожидать более сильного увеличения прочности композита, полученного с использованием модифицированного базальтового волокна,

что может быть актуальным, например, при армировании автоклавных бетонов.

Исследования фиброцементных композитов методом растровой электронной микроскопии проводили для образцов после механических испытаний на растяжение методом раскалывания. На рис. 6–7 приведены микрофотографии, на которых можно видеть, что на протяжении всего времени выдержки волокно хорошо взаимодействует с цементной матрицей с формированием гидросиликатных игольчатых новообразований, не наблюдается вытягивания волокна из матрицы, поэтому не возникает ограничений на длину используемой стеклянной армирующей добавки.

Как видно на рис. 8, у образцов в возрасте 2 года на сколах нет продольных волокон трещин, что свидетельствует об отсутствии значительной деградации базальтовых волокон в цементной матрице и согласуется с механическими испытаниями и литературными данными.

Особо следует выделить стеклофиброцемент, выдержанный при 60°C в течение 21 дня (рис. 9), где наблюдается заметное увеличение гидросиликатного слоя, покрывающего волокна. Также существенно отсутствие сколов такого слоя на поверхности волокон. Таким образом, учитывая полученные механические данные, можно сделать вывод о более значительном взаимодействии волокна при отвердевании при повышенной температуре.

При термической обработке в условиях отсутствия кристаллизации базальтового волокна происходит диффузия катионов щелочных элементов к поверхности, что улучшает его щелочестойкость.

При контакте с водой окисленного волокна устанавливается показатель рН, заметно сдвинутый в щелочную область (> 9), что подтверждает повышение стойкости такого материала к щелочным растворам.

Окислительная обработка волокна приводит к заметному улучшению прочности фиброцементного композита при твердении при повышенной температуре.

Посредством электронно-микроскопических исследований установлена значительная адгезия волокна с цементной матрицей.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 10-08-01143-а), гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых МК-4910.2009.3, программ ОХНМ РАН №№ 5 и 8, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (проект НК-132П/14).

Список литературы

1. *Пащенко А.А., Сербин В.П., Клименко В.С., Паславская А.П.* Физико-химические основы композиции неорганическое вяжущее–стекловолокно. Киев: Вища школа, 1979. 224 с.
2. *Рабинович Ф.Н.* О свойствах цементного камня, армированного ориентированными волокнами // Бетон и железобетон. 1976. № 10. С. 20–23.
3. *Баринов С.М., Шевченко В.Я.* Прочность технической керамики. М.: Наука, 1996. 159 с.
4. *Кнотько А.В., Гаршев А.В., Давыдова И.Б., Путляев В.И., Иванов В.К., Третьяков Ю.Д.* Химические процессы при термообработке базальтового волокна // Коррозия: материалы, защита. 2007. № 3. С. 37–42.
5. *Кнотько А.В., Путляев В.И., Гаршев А.В., Пустовгар Е.А.* К вопросу о коррозионной стойкости теплоизоляционных материалов на основе базальтовых волокон // Кровельные и изоляционные материалы. 2007. № 6. С. 52–55.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ

ПРИГЛАШАЕТ

воспользоваться ее уникальными фондами – свыше 1,5 млн печатных единиц, включая редкие книги, отечественную и иностранную периодику.

Тематика библиотеки охватывает издания по всем разделам истории и теории архитектуры, градостроительства, строительства, строительных материалов и смежных искусств.

Представлены материалы по живописи, графике, скульптуре, прикладным искусствам, географии и картографии.

Особо ценен выверяемый фонд нормативно-технических документов по проектированию и строительству.

ОКАЗЫВАЕТ ЧИТАТЕЛЯМ СЛЕДУЮЩИЕ УСЛУГИ:

- библиографическую помощь для написания научных трудов, диссертаций, курсовых и дипломных работ;
- методические консультации по работе с фондом нормативно-технических документов;
- абонементное обслуживание и приоритетное обслуживание по договорам;
- заказ литературы по электронной почте: cntb_sa2001@mail.ru;
- ксерокопирование;
- фотографирование документов фонда;
- сканирование.

Студентам и аспирантам профильных вузов предлагаем работу с частичной занятостью.

Более подробную информацию об услугах библиотеки можно получить по телефонам:

отдел обслуживания	– (495) 976-03-65
дежурный библиограф	– (495) 976-45-48
тел/факс	– (495) 976-48-82

e-mail: cntb_sa2001@mail.ru

Адрес: Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3 (проезд: ст. м. «Тимирязевская»)

80
лет



Владимир Иванович Бабушкин происходил из крестьянской семьи; родился 29 сентября 1930 г. в с. Саитовка Починковского района Нижегородской обл. Среднюю школу окончил в 1948 г. в поселке Огаревка Щекинского района Тульской области, куда его отец был направлен на работу на шахту № 8 в 1944 г. После окончания школы В.И. Бабушкин поступил и в 1953 г. окончил с отличием Харьковский политехнический институт и был оставлен на работы на кафедре «Химическая технология вяжущих материалов» в должности ассистента, где проработал до 1958 г. Практически вся трудовая деятельность Владимира Ивановича Бабушкина была связана с двумя харьковскими институтами – УкрВОДГЕО и Харьковским инженерно-строительным. С 1960 по 1981 г. Владимир Иванович возглавлял лабораторию «Физикохимия и коррозия бетона» в УкрВОДГЕО; с 1981 по 1989 г. работал проректором по научной работе ХИСИ, с 1989 по 2006 г. – заведующим кафедрой «Строительные материалы и изделия» ХГТУСА.

Научная деятельность Владимира Ивановича Бабушкина была неразрывно связана с одной из известных научных школ О.П. Мчедлова-Петросяна. Владимир Иванович был одним из первых учеников Отара Петровича, много лет работал с ним в области приложения термодинамики к изучению реакций в силикатных системах.

В 1960 г. В.И. Бабушкин защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Строительные материалы и изделия», а уже в 1972 г. – докторскую диссертацию на тему «Термодинамика процессов гидратации и коррозии цементов и обеспечение стойкости изделий и материалов на их основе в промышленных сточных водах» по специальности «Технология силикатов и тугоплавких неметаллических материалов».

В 60–70-х гг. XX в. среди ведущих ученых-материаловедов того периода шла острейшая дискуссия о механизме гидратации вяжущих. В.Б. Ратинов, М.М. Сычев, А.Ф. Полак, И.П. Выродов и др. доказывали справедливость и возможность протекания реакции гидратации в портландцементе только по одному механизму – сквозьрастворному или топохимическому (твердофазному). Не остался в стороне от этой дискуссии и молодой тогда ученый В.И. Бабушкин, который считал, что вероятен первый механизм, но с позиции термодинамики допускал протекание реакций по смешанному типу.

Владимир Иванович был трудолюбивым и целеустремленным человеком. Эти качества позволили ему глубоко воспринять и развить основное, физико-химическое направление школы О.П. Мчедлова-Петросяна. Выход в свет монографии «Термодинамика силикатов», явившейся результатом труда ученых школы, принесли ей мировую известность. Основной вклад в этот коллективный труд внес Владимир Иванович Бабушкин. Термо-

динамика силикатов – это научное направление, которое дало возможность целенаправленно и обоснованно прогнозировать возможность протекания различных процессов в материалах, в том числе и процессов разрушения, т. е. коррозии. Поскольку в основном наши традиционные строительные материалы состоят из силикатов, вклад В.И. Бабушкина в развитие этого направления школы и публикации основной монографии был несомненным. Все расчеты были проведены им лично и практически вручную на арифмометре, ведь в те времена не было еще калькуляторов, не говоря о компьютерных программах, облегчающих этот процесс. Он один из немногих, кто легко умел интерпретировать полученные результаты и очень грамотно делать выводы. Два соавтора монографии «Термодинамика силикатов» признали, что она детище Владимира Ивановича.

Много времени и сил посвятил В.И. Бабушкин разработке физико-химических основ коррозии бетона. Владимир Иванович, как ученый, обладал важнейшим качеством – стремлением проникать в сущность исследуемых явлений, реакций, процессов.

В научной деятельности каждого крупного ученого есть такая работа, о которой говорят, что если бы он не сделал больше ничего, этого было бы достаточно, чтобы вписать его имя в анналы истории науки. Такой работой в научной жизни В.И. Бабушкина можно назвать вышедшую в 1968 г. монографию «Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона». В ней в концентрированном виде обобщены и поданы фундаментальные знания о физикохимии коррозии и причинах, ее вызывающих. Не-



Первая «отара» со своим руководителем. Слева направо: Ф.А. Латышев, Ю. Воробьев, О.П. Мчедлов-Петросян, ..., В.С. Сафронов, В.И. Бабушкин

большая по объему монография до сих пор не потеряла актуальности и является настольной книгой каждого ученого-бетоноведа.

В 1984 г. именно за цикл работ по теории коррозии бетона и железобетона В.И. Бабушкин (в соавторстве) удостоен звания лауреата Государственной премии СССР в области науки и техники.

Владимир Иванович вел активную общественную работу, являясь членом секции «Химические, нефтехимические и строительные материалы и керамические изделия» Координационного совета при Харьковской обл. администрации, заместителем председателя областного правления Химического общества им. Д.И. Менделеева, экспертом Министерства науки и технологий, председателем Специализированного докторского ученого совета при ХГТУСА по специальностям 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия», 05.05.02 – «Машины и агрегаты по производству строительных материалов, изделий и конструкций» и 05.23.01 – «Строительные конструкции», членом специализированного Совета ХПИ.

В 1991 г. за заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов и активную научно-педагогическую деятельность ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники Украины».

В.И. Бабушкин – руководитель сложившейся на Украине научной школы по физикохимии строительных материалов и защите строительных конструкций от коррозии.

В рамках этой школы подготовлено 8 докторов и 37 кандидатов наук, опубликовано более 300 научных работ, в том числе 4 крупные монографии, получено около 70 авторских свидетельств на изобретения и патентов. Научные труды и монографии известны далеко за пределами Украины и СНГ.

Разработки прикладного характера опубликованы в многочисленных статьях, трудах научно-технических конференций. За последние 30 лет школой разработаны новые подходы к применению методов химической термодинамики при исследовании реакций и физико-химических процессов, технологии получения различных видов строительных материалов и изделий. За последние 10 лет совместно с учениками внесен определенный вклад в развитие науки о строительном материаловедении и защите строительных конструкций от коррозии.

Основными направлениями исследований научной школы академика В.И. Бабушкина являются фундаментальные исследования по термодинамике реакций гидратации и коррозии цемента и бетонов, расчету ионных и мембранных равновесий. На основе теоретических обоснований решаются прикладные задачи повышения активности вяжущих веществ, выбора эффективных химических и минеральных добавок, обеспечивающих ускорение твердения плотных и ячеистых бетонов, получения коррозионно-стойких цемента и бетонов.

Под руководством В.И. Бабушкина разработан новый количественный метод расчета ΔG^0 и ΔH^0 по составам. Метод позволяет изучать первичные и побочные реакции с любым числом компонентов, устанавливать энергетические особенности их протекания



На VII конгрессе по химии цемента. Париж, 1980 г. Слева направо: М.М. Сычев, В.И. Бабушкин, ..., Ю.М. Баженов, ...

и оптимальные температурные условия образования и стабильности фаз, являющихся важными составными частями основных видов строительных материалов. Предложена компьютерная методика расчета и построения диаграмм фазового равновесия в силикатных системах. Обобщены и систематизированы в базу данных термодинамические константы для ΔH^0_{298} , ΔG^0_{298} , ΔS^0_{298} и уравнений $C_p=f(T)$ практически для всех неорганических веществ, изучаемых в строительном материаловедении.

В последнее десятилетие был усовершенствован метод термодинамического расчета и мембранных равновесий применительно к реакциям в системах вяжущее–вода и реакциям коррозии. Особенностью разработанной методики является учет всех видов частиц, участвующих в растворении, гидратации и кристаллизации вяжущих веществ в бетоне при соответствующих pH, а также учет знака заряда и размера частиц новообразований и величины, возникающих при этом мембранных потенциалов и осмотического давления. При этом установлено новое явление, на которое была подана заявка на открытие.

В 2002 г. было зарегистрировано открытие «Закономерность объемных изменений в структурирующихся коллоидных системах». Открытие относится к области физико-химической механики структурирующихся дисперсных систем, и прежде всего к системам вяжущие вещества–вода, например бетонам и изделиям на их основе и им подобным системам. При гидратации в подобных системах создаются многоуровневые структуры, в основе образования которых лежат сложные коллоидно-химические явления. Учет проявления этих коллоидно-химических явлений является предметом данного открытия, заключающегося в объяснении причин объемных изменений в виде расширения как твердеющего цементного камня, бетона и железобетона при производстве, так и при их службе в агрессивной среде, морозном разрушении и разрушении защитного слоя бетона при коррозии арматуры и т. п.

Научная общественность и государство высоко оценили заслуги В.И. Бабушкина и его вклад в развитие строительного материаловедения. Ему было присвоено звание лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники за цикл работ «Термодинамические и термокинетические основы строительного материаловедения»; звание «Выдающийся инженер XX столетия» за существенный вклад в развитие науки, техники и технологий, а также за укрепление международного инженерного сотрудничества; он был награжден знаком «Отличник образования Украины». В.И. Бабушкин был действительным членом Академии строительства Украины, иностранным членом Российской государственной академии архитектуры и строительных наук.

Редакция и лично автор благодарят за помощь и предоставление фотографий из личного архива В.И. Бабушкина его жену Г.И. Бабушкину и дочь Е.В. Кондращенко.

И.В. Козлова,
канд. физ.-мат. наук



Члены ученого совета в ХИСИ: нижний ряд, слева направо:..., В.И. Бабушкин, И.А. Емельянова, М.Г. Доженко, Б.М. Гладышев; верхний ряд, слева направо: В.Л. Чернявский, Л.Г. Филатов

УДК 666.94: 624.016: 691.322

С.Н. ТОЛМАЧЕВ, канд. техн. наук, Е.А. БЕЛИЧЕНКО, инженер,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет;
А.Г. ХОЛОДНЫЙ, канд. техн. наук, ОАО «Укрдицемент» (Харьков, Украина)

Технологические, механические и структурные характеристики цементных систем с углеродными коллоидными частицами

В последние годы ученые разных стран ведут серьезные исследования в области получения и применения ультрадисперсных материалов [1]. Известно, что уменьшение размеров структурных элементов (зерен, частиц, кристаллитов) ниже некоторой пороговой величины может приводить к заметному изменению свойств всего композита, в состав которого входят такие частицы. В значительной степени это относится к бетону. В рамках развивающегося в настоящее время научного направления, названного нанотехнологиями, предпринимаются попытки управления структурообразованием для создания материалов с заранее заданными свойствами. Полиструктурная теория цементных бетонов, разработанная известными учеными В.И. Бабушкиным, Ю.М. Баженовым, И.М. Грушко, Л.И. Дворкиным, П.Г. Комоховым, О.П. Мчедловым-Петросьяном, А.Н. Плугиным, И.А. Рыбьевым, В.И. Соломатовым, А.В. Ушеровым-Маршаком, С.В. Шестоперовым и развита их учениками и последователями, в первую очередь учитывает значительную неоднородность заполнителей бетона. Это связано с разнообразием их физико-механических и электроповерхностных свойств, а также с уровнем дисперсности. В рамках этой теории создание бетонов с заданными свойствами основано на управлении свойствами каждого структурного уровня: субмикро-, микро, мезо- и макроструктуры. Если предположить, что основные свойства такого полиструктурного композита, как бетон, зависят от качества субмикро- и микроструктуры, то нанотехнологии и направлены на то, чтобы воздействуя на систему на коллоидно-химическом уровне синтезировать композит заранее прогнозируемого высокого качества.

Для выбора способа и времени такого воздействия (по известному принципу соответствия О.П. Мчедлова-

Петросьяна) необходимо представлять, в чем заключается механизм организации структуры на наноуровне в присутствии частиц коллоидных размеров (1–100 нм). К сожалению, в настоящее время понимание этого механизма в технологии цементных композитов отсутствует.

Поэтому актуальным является выявление механизма и роли коллоидных частиц наноуровня в технологии цементных композитов, в изучении закономерностей структурообразования цементных систем, содержащих углеродные коллоидные частицы (УКЧ).

Целью данных исследований является изучение особенностей воздействия коллоидных частиц наноуровня на свойства цементных композитов и установление закономерности влияния, в частности, углеродных коллоидных частиц на физико-химические и механические свойства и структурообразование в цементных системах.

В исследованиях применяли следующие материалы: цемент ПЦ 1-500Н Балаклейского цементного комбината, кварцевые пески с модулями крупности $M_{кр}=1,1-2,4$ карьеров Харьковской, Николаевской, Днепропетровской и Донецкой областей, щебень гранитный карьеров Полтавской области фракций 5–10 и 10–20 мм, углеродные коллоидные частицы в виде малоконцентрированной водной суспензии (гидрозоля), концентрация которых составляет 0,9 г/л.

Известно, что в области критической концентрации мицеллообразования (ККМ) свойства коллоидных растворов изменяются, это влечет за собой изменение свойств системы, где они применяются в целом. Поэтому логично предположить, что гидрозоль, содержащий углеродные коллоидные частицы, может иметь область ККМ, в которой также происходит изменение его свойств. Определение области ККМ проводили двумя

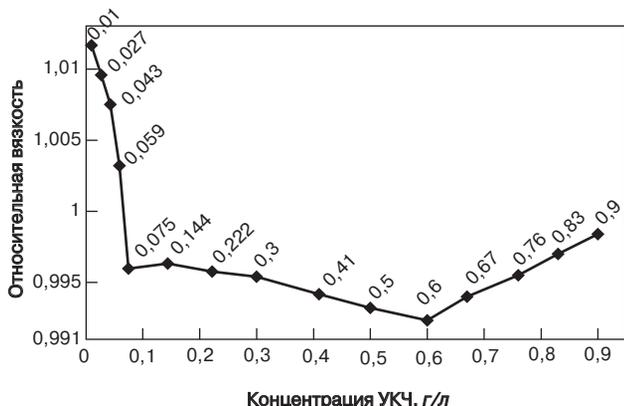


Рис. 1. Зависимость относительной вязкости гидрозоля от концентрации УКЧ

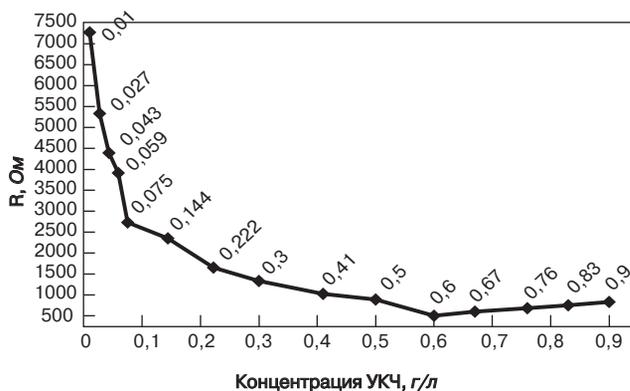


Рис. 2. Зависимость электросопротивления гидрозоля от концентрации УКЧ

способами: по изменению относительной вязкости истечения раствора (с помощью вискозиметра с диаметром капилляра 0,54 мм) и по измерению электросопротивления (кондуктометрический метод) на приборе MCP BR 2821 Hand-held LCR Meter. Относительную вязкость определяли как отношение времени истечения воды в вискозиметре к времени истечения гидрозоля различных концентраций УКЧ.

Исследования позволили установить наличие двух экстремумов, соответствующих концентрациям углеродных коллоидных частиц 0,075 г/л и 0,6 г/л, которые соответствуют двум областям ККМ (рис. 1, 2). В первом случае экстремумы определяются минимумом относительной вязкости на концентрационной кривой содержания УКЧ при общей тенденции к ее возрастанию. Во втором случае наблюдаются переломы кривой изменения электросопротивления на тех же концентрациях. Изменение физико-химических характеристик водных растворов на обоих графиках очевидно при концентрациях УКЧ 0,075 и 0,6 г/л. Совпадение результатов независимых исследований позволяет сделать вывод о достоверности полученных в экспериментах данных.

Проведенные электронно-микроскопические исследования на просвечивающем электронном микроскопе ПЭМ-125К позволили изучить структуру гидрозоля УКЧ для областей ККМ. В частности, приведены данные для концентрации гидрозоля 0,075 г/л (рис. 3).

В области ККМ при концентрации УКЧ 0,075 г/л частицы гидрозоля в основном расположены хаотически, что можно объяснить броуновским движением частиц. Можно отметить, что форма частиц близкая к сферической.

Наряду с ними присутствуют скопления (агрегаты) частиц, которые, вероятно, образуются в результате действия сил Ван-дер-Ваальса. Полученные данные показали, что частицы наноразмера способны уже в гидрозоле объединяться в группы, создавая ассоциаты.

Проведены исследования по оценке влияния УКЧ на прочность цементного камня естественного твердения при постоянном В/Ц=0,26, которое соответствовало нормальной густоте используемого цемента [2]. На основании полученных данных построен график зависимости прочности цементного камня от содержания УКЧ (рис. 4).

Исследования показали, что к 7 сут твердения наблюдается максимум прочности в области ККМ при концентрации УКЧ 0,6 г/л (которая соответствует 0,18% массы цемента). Прочность цементного камня для этой концентрации наночастиц возрастает на 15% по сравнению с контрольным составом. К 28 сут твердения максимумы прочности соответствуют двум областям ККМ с концентрациями УКЧ 0,075 г/л и 0,6 г/л (0,0225% и

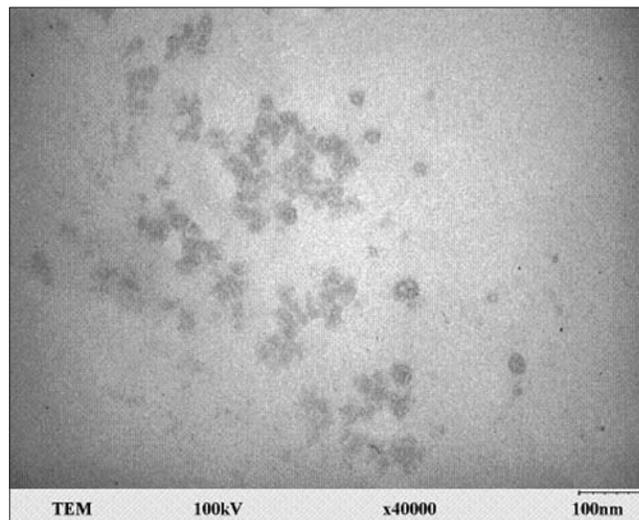


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение углеродных коллоидных частиц при концентрации 0,075 г/л

0,18% массы цемента). Прочность камня при этих концентрациях возрастает в 1,5 раза по сравнению с контрольным составом. Очевидно, что эффект действия УКЧ при малых концентрациях (0,075 г/л) проявляется в более поздние сроки твердения (28 сут).

Была разработана методика измерения распыла конуса цементного теста в динамическом режиме [2]. При проведении поискового эксперимента было обнаружено, что максимумы прочности наблюдаются в области содержания УКЧ 0,0045% и 0,0225% массы цемента. Это соответствует концентрации наночастиц в гидрозолях 0,013 г/л и 0,075 г/л. Поэтому измерения величины распыла конуса цементного теста проводили при содержании УКЧ в диапазоне 0,0045–0,27% массы цемента. На рис. 5, в частности, приведены зависимости подвижности цементного теста от В/Ц при двух расходах УКЧ. Визуально установлено, что при введении в состав цементного теста гидрозолей на основе УКЧ на поверхности цементного теста появляется металлический блеск и наблюдается изменение подвижности составов.

Из графика (рис. 5) видно, что с увеличением водоцементного отношения от 0,24 до 0,26 наблюдается резкое увеличение подвижности всех составов. Дальнейшее увеличение водоцементного отношения от 0,26 до 0,3 приводит к стабилизации величины распыла конуса для теста с УКЧ. Для составов без УКЧ с увеличением водоцементного отношения от 0,24 до 0,3 наблюдается постоянное увеличение распыла конуса.

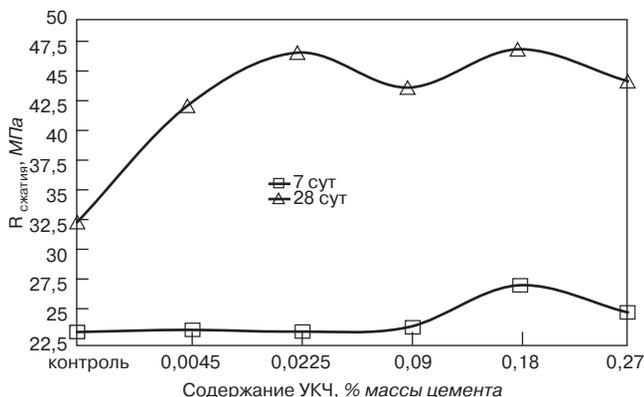


Рис. 4. Зависимость прочности цементного камня от содержания УКЧ в условиях естественного твердения

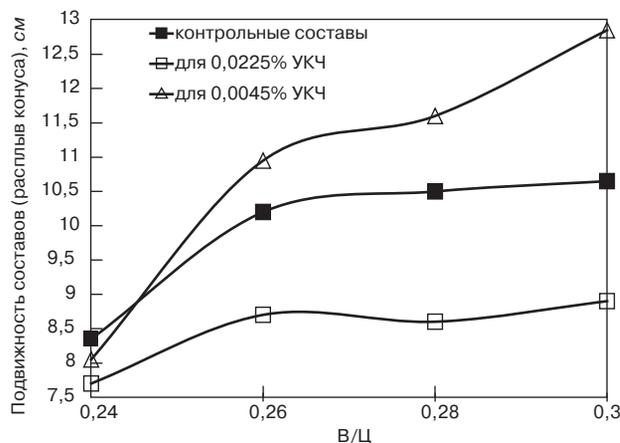


Рис. 5. Зависимость подвижности составов от водоцементного отношения

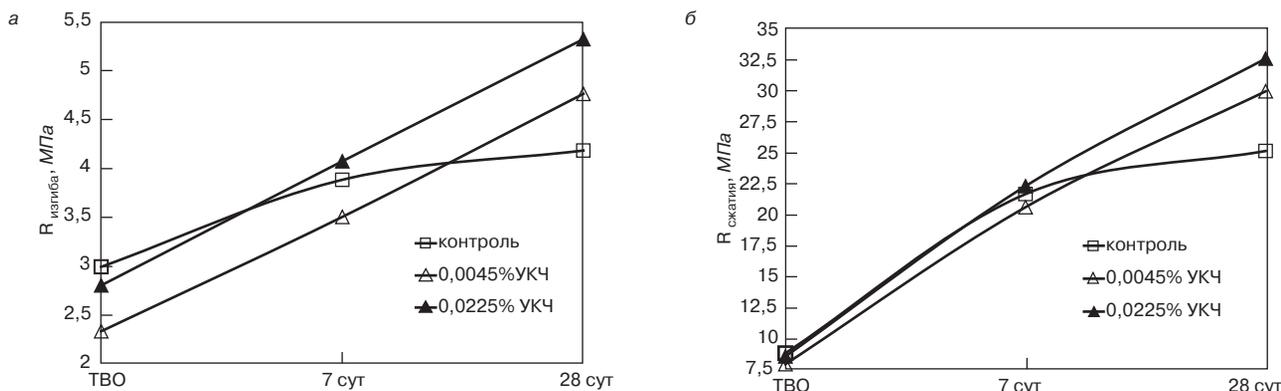


Рис. 6. Кинетика набора прочности растворов Ц : П=1:3 во времени после ТВО: а – при изгибе; б – при сжатии

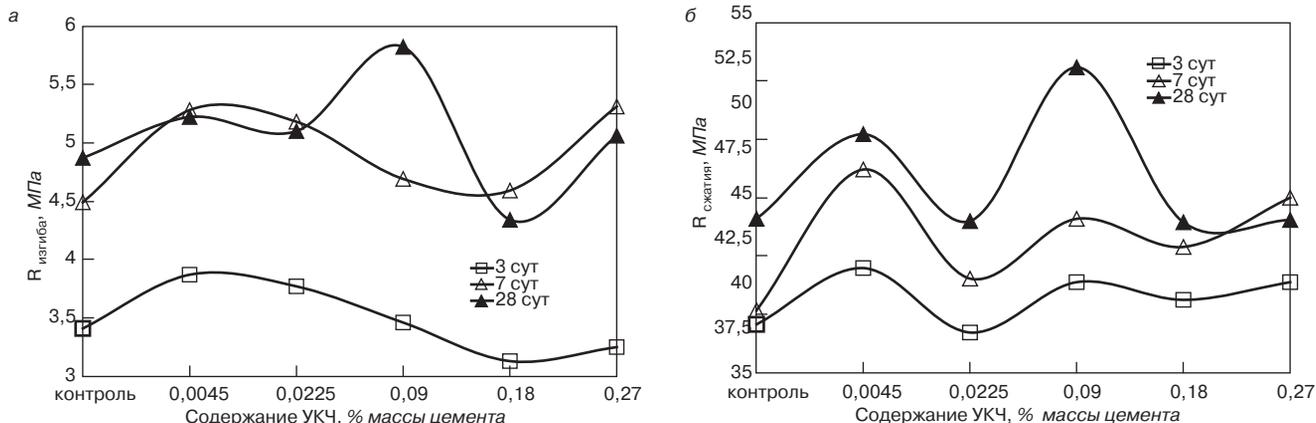


Рис. 7. Зависимость прочности мелкозернистых бетонов от содержания УКЧ: а – при изгибе; б – при сжатии

Следует отметить, что для цементного теста, содержащего УКЧ 0,0045% массы цемента, расплыв конуса с увеличением В/Ц возрастает в 1,6 раза по сравнению с контрольными составами. Введение большего количества УКЧ – 0,0225% массы цемента приводит к уменьшению расплыва конуса по сравнению с контрольными составами. Очевидно, что подвижность цементного теста, содержащего 0,0045% УКЧ, выше, чем у теста с 0,0225% УКЧ. Эта разница увеличивается с ростом В/Ц.

Полученные данные свидетельствуют о слабых пластифицирующих свойствах гидрозоль с УКЧ. Тенденция стабилизации расплыва конуса свидетельствует о происходящих процессах структурирования системы.

Исследования физико-механических свойств цементно-песчаных растворов (рис. 6) показали, что как сразу после ТВО, так и на 7-е сут после него прочность составов с УКЧ и контрольного практически одинакова. На 28-е сут твердения прочность составов с УКЧ в количестве 0,0225% массы цемента при изгибе (рис. 6, а) увеличивается на 27% по сравнению с контрольным составом.

Прочность при сжатии (рис. 6, б) на 28-е сут твердения при содержании УКЧ 0,0225% массы цемента возрастает на 30% по сравнению с контрольным составом.

Следует отметить, что кинетика набора прочности составов с УКЧ выше, чем у контрольных составов, и не имеет тенденции к снижению. Для контрольных составов к 28 сут твердения наблюдается стабилизация прочности.

Таким образом, для цементно-песчаных растворов, как и для цементного камня, наблюдается аналогичная тенденция проявления эффекта действия УКЧ в более поздние сроки твердения (28 сут).

Проводили исследования по влиянию количества УКЧ на прочностные характеристики виброуплотненных мелкозернистых бетонов естественного твердения (рис. 7). Из графиков видно (рис. 7, а), что характер кри-

вых изменения прочности при изгибе на 3-и и 7-е сут твердения идентичен с максимумами в области расходов УКЧ 0,0045 и 0,27% массы цемента. При этом прочность бетонов с 0,0045% и 0,27% УКЧ к 7 сут твердения возрастает на 18% по сравнению с контрольным составом. В возрасте 7 и 28 сут для расходов УКЧ 0,0045 и 0,0225% массы цемента прочность бетонов при изгибе практически одинакова. Вместе с тем проявляется максимум в области 0,09% УКЧ массы цемента, в котором прочность при изгибе выше на 20% по сравнению с контрольным составом.

Из рис. 7, б видно, что характер изменения кривых прочности при сжатии во все сроки твердения одинаков. Наблюдаются три максимума в области содержания УКЧ – 0,0045, 0,09 и 0,27% массы цемента (что соответствует концентрациям наночастиц в гидрозольях 0,013, 0,3 и 0,9 г/л). Прочность бетонов при сжатии для расхода УКЧ 0,0045% возрастает на 9, 21 и 11% по сравнению с контролем на 3-и, 7-е и 28-е сут твердения соответственно. При расходе 0,09% это увеличение составляет 7, 15 и 21%, а для расходов УКЧ 0,27% – 7, 18 и 0%. Очевидно, что содержания УКЧ, обеспечивающие максимумы прочности бетона, смещаются в сторону уменьшения концентраций от областей ККМ.

Для выявления влияния УКЧ на характер твердения цементных композитов и процессы структурообразования в них были проведены оптико-микроскопические исследования на микроскопе LABOVAL-4 и электронно-микроскопические исследования на растворов электронном микроскопе JSM-840, а также рентгенографические исследования на приборе ДРОН-4.

На рис. 8 представлены оптико-микроскопические исследования цементного бетона с УКЧ для области ККМ в количестве 0,075 г/л (что соответствует 0,0225% массы цемента) и контрольного состава на дистиллированной воде.

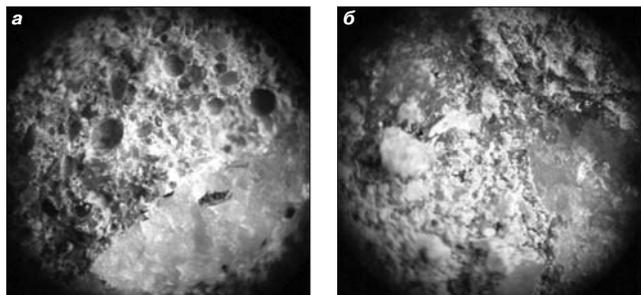


Рис. 8. Оптико-микроскопическое изображение цементного бетона (увеличение $\times 32$): а – контрольный состав; б – состав с УКЧ в количестве 0,075 г/л, что соответствует 0,0225% массы цемента

Очевидно, что для контрольного состава (рис. 8, а) зона растворной части, прилегающая к заполнителю, имеет рыхлую структуру с большим количеством пор разного диаметра (в основном наблюдается макропористость). Для состава с углеродными коллоидными частицами (рис. 8, б) очевидно наличие весьма плотной структуры. Пористость растворной части практически отсутствует.

При большем увеличении (рис. 9, б) можно отметить, что пористость растворной части бетонов с УКЧ незначительна, преобладают микропоры. Отсутствует граница по зоне контакта между цементным камнем и заполнителем, структура равномерная и плотная. В отличие от этого образца в контрольном составе (рис. 9, а) очевидны крупные дефекты и поры, в том числе в зоне контакта с кварцевыми частицами мелкого заполнителя.

Электронно-микроскопические исследования цементного бетона контрольного состава (рис. 10, а) показали, что поверхность зерен кварцевого песка гладкая, без следов взаимодействия с цементным гелем, четко обозначена граница раздела в зоне контакта между цементным камнем и заполнителем.

На некоторых участках наблюдаются остатки не прореагировавших зерен исходных клинкерных фаз – белита, алита, округлых частиц, а также воздушные поры. Все указанные составляющие соединены друг с другом цементным гелем, в котором различимы отдельные частицы этрингита, округлые зерна, а также масса сросшихся частиц неопределенной формы. Очевидны дефекты структуры в виде пор и гладких полостей.

Для составов с УКЧ (рис. 10, б) очевидна более плотная мелкопористая структура растворной части с отсут-

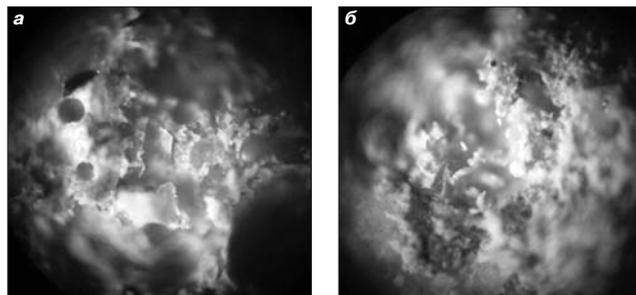


Рис. 9. Оптико-микроскопическое изображение цементного бетона (увеличение $\times 100$): а – контрольный состав; б – состав с УКЧ в количестве 0,075 г/л, что соответствует 0,0225% массы цемента

ствием явно выраженных дефектов. Наблюдаются однородные и равномерно распределенные поры, размер которых не превышает 5 мкм. Отсутствует четкая граница зоны контакта между заполнителем и цементным камнем. Это все свидетельствует о большей степени закристаллизованности структуры бетона с УКЧ, что обуславливает большую прочность бетона с ними.

Рентгенограмма цементного камня контрольного состава (рис. 11, а) показала наличие основных минералов цементного клинкера – трехкальциевого силиката C_3S и двухкальциевого силиката $\beta-C_2S$, а также присутствии гидратных новообразований портландита $Ca(OH)_2$ и гидросульфатоалюмината кальция моносульфатной формы.

На рентгенограмме цементного камня с УКЧ в количестве 0,0225% массы цемента (рис. 11, б) наблюдается присутствие тех же минералов, что и в контрольном составе. Разница заключается в изменении содержания определенного минерала в цементном камне. Содержание клинкерных минералов C_3S и $\beta-C_2S$ в цементном камне с УКЧ ниже, чем в контрольном составе, что свидетельствует о большей степени гидратации, но содержание портландита больше, чем в контрольном составе.

Предварительные данные дериватографического анализа показали, что содержание продуктов гидратации в цементном камне с УКЧ выше, чем в контрольном составе. Содержание гидратных новообразований портландита $Ca(OH)_2$ в цементном камне с УКЧ больше, чем в контрольном составе без УКЧ.

Проведенные исследования показали, что введение углеродных коллоидных частиц способствует измене-

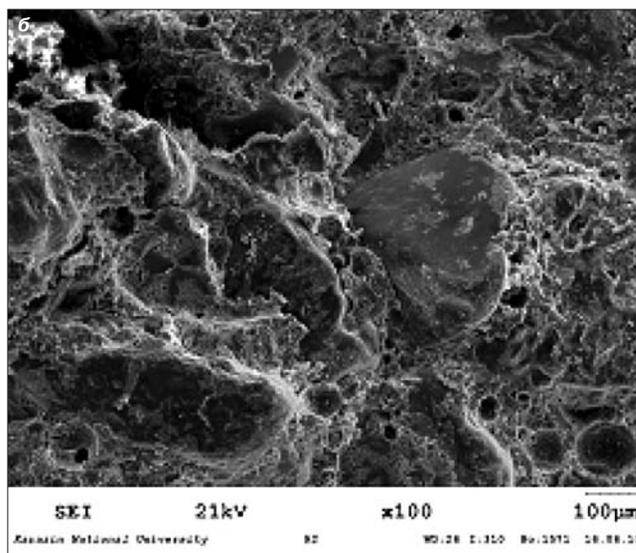
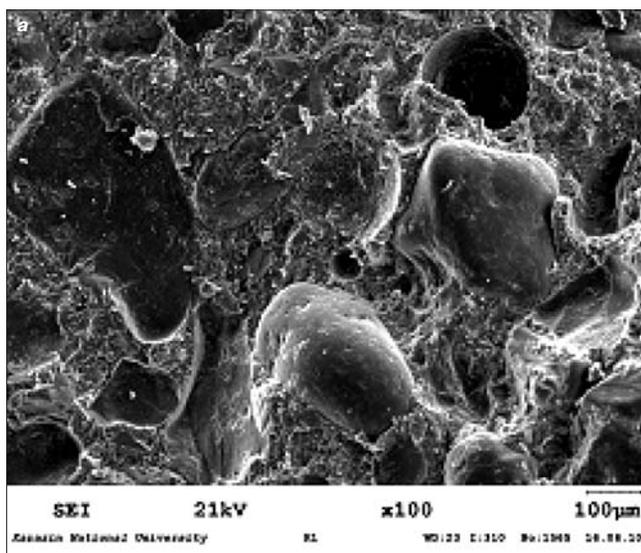


Рис. 10. Электронно-микроскопическое изображение цементного бетона: а – контрольный состав; б – состав с УКЧ в количестве 0,075 г/л, что соответствует 0,0225% массы цемента

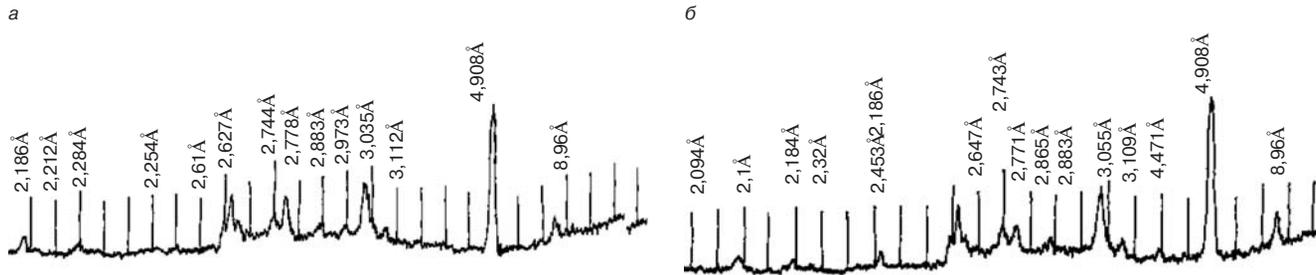


Рис. 11. Рентгенограмма цементного камня: а – контрольный состав; б – состав с УКЧ в количестве 0,075 г/л, что соответствует 0,0225% массы цемента

нию физико-механических и структурных характеристик цементных систем.

Выводы

1. Проведены исследования по определению областей ККМ гидрозоля, содержащего УКЧ. Изучена структура углеродных коллоидных частиц. Установлено, что в области ККМ при концентрации 0,075 г/л УКЧ имеют сферическую форму.

2. Показано, что при содержании УКЧ в количестве 0,0045 и 0,0225% массы цемента наблюдается изменение подвижности цементного теста, что свидетельствует о слабых пластифицирующих свойствах гидрозоля с УКЧ.

3. Установлено, что прочность цементных систем при введении в них углеродных наночастиц увеличивается в 1,2–1,5 раза по сравнению с контрольными составами при естественном твердении и ТВО.

4. Проведенные оптико-микроскопические и электронно-микроскопические исследования цементного бетона позволили установить существенные отличия в структуре бетона без УКЧ и с УКЧ для области ККМ.

5. Рентгенографические и ДТА исследования показали, что введение УКЧ повышает степень гидратации, о чем свидетельствует уменьшение содержания основных минералов цементного клинкера и увеличение содержания продуктов гидратации в цементном камне.

Ключевые слова: углеродные коллоидные частицы, критическая концентрация мицеллообразования, подвижность, прочность, структурообразование, цементный камень, цементный бетон.

Список литературы

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., Физматлит, 2005. 416 с.
2. Беличенко Е.А., Толмачев С.Н. Закономерности изменения свойств цементных композиций, содержащих углеродные наночастицы: Сб. тезисов докладов Всероссийской конференции «Физико-химические аспекты технологии наноматериалов, их свойства и применение». Москва НИФХИ им. Л.Я. Карпова. октябрь–ноябрь. 2009. С. 10–19.



Национальный исследовательский университет
Московский государственный строительный университет
www.mgsu.ru



Союз Производителей Сухих Строительных Смесей
www.spsss.ru



drymix.info
Международное сообщество CCC (drymix.info)
INTERNATIONAL



ZKG INTERNATIONAL

1–2 декабря 2010 г. Москва, МГСУ

СОСТОИТСЯ

**Первая международная конференция
«Российские дни сухих строительных смесей»**

Организаторы:
**Московский государственный строительный университет
Международное Сообщество сухих строительных смесей
Российский Союз производителей сухих строительных смесей**

Отрасль сухих строительных смесей является ярким примером инновационного развития отечественного производства. За 15 лет, прошедших с начала внедрения российских научных разработок на стадии становления отрасли, создано более 280 предприятий по производству ССС, которые выпускают продукцию в объеме, превышающем 40 млрд р. в год.

Тематика конференции

- Развитие индустрии ССС в мире, обзор глобального рынка, влияние кризисных явлений, роль технологии и науки, вопросы экологии;
- Развитие Российского строительного комплекса, перспективы развития и роста;
- Обзор рынка ССС в России, тенденции и статистика;

- Оценка и перспективы развития системы нормативной документации на ССС в России;
- Инновации и совершенствование технологии ССС;
- Новые продукты для индустрии ССС;
- Вопросы образования. Подготовка и переподготовка кадров для отрасли.

Прямая трансляция конференции будет проводиться через открытую сеть на 150 Российских вузов и 30 вузов стран СНГ – членов АСВ и 280 саморегулируемых организаций строительного комплекса России

В рамках конференции пройдет отраслевая выставка российской индустрии ССС

Подробнее на сайтах: www.mgsu.ru/, www.spsss.ru/, www.drymix.info/

Оргкомитет конференции:

Тел./факс: (499) 183-3356 e-mail: expo@mgsu.ru, expo-1@mail.ru, expo-1@mgsu.ru

Н.П. ЛУКУТЦОВА, д-р техн. наук,
Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Наномодифицирующие добавки в бетон

Интенсивное развитие нанотехнологий в строительной индустрии требует разработки новых технологических приемов, позволяющих на нано- и микроуровнях управлять структурообразованием композиционных материалов, в том числе бетонов.

Эффективными способами получения наномодифицирующих добавок, предлагаемыми в настоящее время, являются технологии, для которых характерны высокие энергопотребление и стоимость технологического оборудования, достаточно высокое давление, применение плазмы и дугового разряда, а также высокотоксичных реактивов с многостадийной химической очисткой [1–3].

Кроме того, существует проблема равномерного распределения добавок в объеме бетона при использовании десятых и сотых долей процента, особенно если добавки находятся в порошкообразном состоянии.

Поэтому поиски дешевых и в то же время эффективных способов получения наномодифицирующих добавок для бетонов относятся к актуальной задаче.

Целью работы является исследование разработанных наномодифицирующих добавок, полученных двумя разными способами — по золь-гель-технологии и ультразвуковым способом.

Основным химическим процессом при получении зольей является реакция поликонденсации, обусловленная существованием силанольных групп. Ее протекание обеспечивает образование и рост частиц, а также связующие свойства зольей. Характерной особенностью гидрозольей кремнезема как лиофильных систем является способность к гелеобразованию. Золь-гель-технология относится к распространенным способам, позволяю-

щим обеспечивать однородность полученного продукта, регулировать микроструктуру материалов на начальной стадии процесса, изменять реологические свойства дисперсной системы в широких пределах [4, 5].

Синтезирование добавки золь-гель-методом осуществляли путем титрования слабобазовленного раствора силиката натрия уксусной кислотой до pH=4,3. Полученная добавка представляет собой прозрачную жидкость с плотностью $\rho=1018 \text{ кг/м}^3$ и содержанием частиц нанокремнезема 0,23%.

Известно, что молекулярная масса свежевыделенной кремниевой кислоты около 100 у. е. Через несколько дней молекулярная масса кислоты достигнет 1000 у. е. и более. Это объясняется чрезвычайной легкостью самоконденсации кислоты [5]. При использовании уксусной кислоты побочным продуктом получения золя кремниевой кислоты является ацетат натрия, оказывающий стабилизирующее действие и препятствующий агрегации частиц кремнезема, что подтверждается полученными значениями размеров частиц наноразмерного кремнезема (НК) в различном возрасте золя.

Размеры частиц НК в добавках исследовали с помощью многоуровневой системы 90Plus/Bi-MAS.MAS-OPTION для определения диаметра частиц концентрированных суспензий или макромолекул.

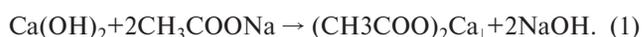
Установлено, что в течение 2 сут происходит стабилизация золя. Средний размер частиц наноразмерного кремнезема в возрасте 3 сут составляет 56,8 нм при минимальном значении 17,6 нм и максимальном 265 нм; в возрасте 7 сут размер частиц находится уже в пределах 41,2–320 нм при среднем диаметре частиц 182,8 нм; в возрасте 10 сут — 46,8–357 нм при среднем диаметре частиц 207,7 нм; через 14 сут — 76,7–1132 нм при среднем диаметре частиц 522,4 нм.

Через 21 сут размеры частиц НК резко возрастают и находятся в диапазоне 124,6–8185 нм. Происходит заметная агрегация частиц. Поэтому наиболее эффективно применять добавку наноструктурного кремнезема в возрасте 3–14 сут.

Влияние частиц наноразмерного кремнезема в различном возрасте золя на предел прочности при сжатии мелкозернистого бетона на портландцементе ПЦ500Д0 ОАО «Мальцовский портландцемент» и кварцевом песке с $M_{кр}=1,6$ показывает, что максимальная прочность получена при размере частиц в возрасте золя до 14 сут. Прочность превысила значение для контрольного состава в 1,8–2, а контрольный состав с суперпластификатором С-3 — в 1,8–1,9 раза (табл. 1).

Повышение прочности мелкозернистого бетона при использовании золя кремниевой кислоты объясняется следующим образом.

Вначале происходит взаимодействие гидроксида кальция с ацетатом натрия по реакции:



При этом на рентгенограммах интенсивность отражения портландита снижается с 373 имп/с для контрольного состава до 301 имп/с для состава с 5% наноструктурной добавкой и до 281 имп/с для состава с 10% добавкой.

Таблица 1

Состав МЗБ	Диапазон частиц наноструктурного кремнезема, мин/макс, нм	Средний диаметр частиц наноструктурного кремнезема, нм	Предел прочности при сжатии через 28 сут твердения, МПа
Контрольный МЗБ	–	–	29
Контрольный МЗБ + 1% С-3	–	–	31
МЗБ + 1% С-3 + золь в возрасте 3 сут	17,63/265	56,8	58
МЗБ + 1% С-3 + золь в возрасте 7 сут	41,2/320	182,8	57
МЗБ + 1% С-3 + золь в возрасте 10 сут	46,8/357	207,7	56
МЗБ + 1% С-3 + золь в возрасте 14 сут	76,7/412	253,3	56
МЗБ + 1% С-3 + золь в возрасте 21 сут	124,6/8185	620,5	50

Примечание. Наноструктурный кремнезем вводили с маточным раствором в количестве 10% массы цемента.

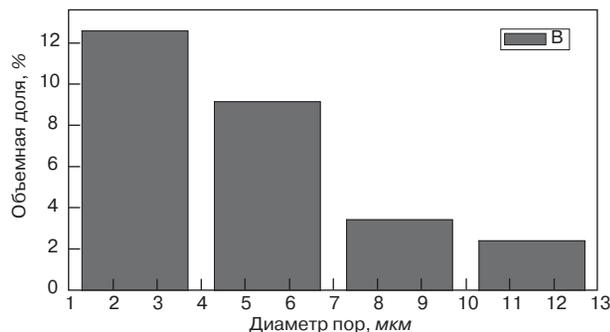


Рис. 1. Гистограмма распределения объемной доли пор размером 1–13 мкм в контрольном образце

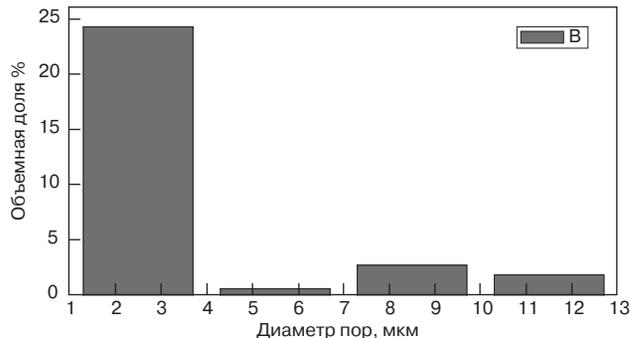


Рис. 2. Гистограмма распределения объемной доли пор размером 1–13 мкм в образце МЗБ с добавкой

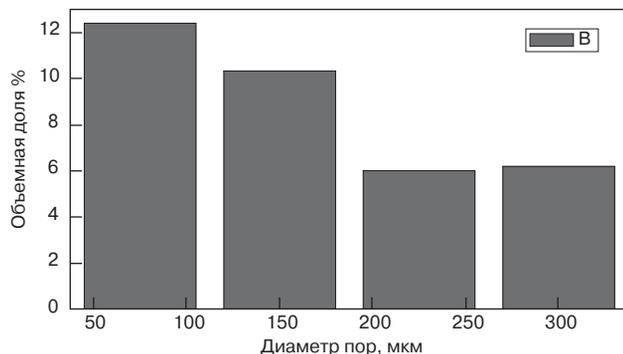


Рис. 3. Гистограмма распределения объемной доли пор размером 13–350 мкм в контрольном образце

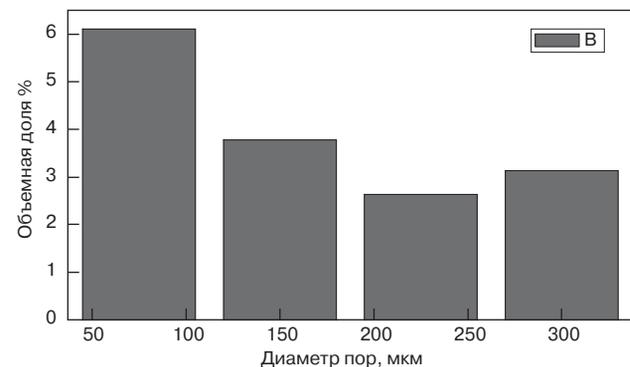


Рис. 4. Гистограмма распределения объемной доли пор размером 13–350 мкм в образце МЗБ с добавкой

Согласно [6] ацетаты кальция и другие кальциевые соли относятся к группе добавок, вступающих с вяжущими веществами в реакции присоединения с образованием труднорастворимых смешанных солей – гидратов.

Ацетат кальция, взаимодействуя с основными клинкерными минералами цемента, образует смешанные труднорастворимые соли – гидроацетоалюминаты и гидроацетосиликаты кальция [7].

Наноструктурный кремнезем в сочетании с образующимися гидроацетоалюминатами и гидроацетосиликатами кальция принимает непосредственное участие в формировании структуры цементного камня, кольтируя поры и повышая плотность и непроницаемость бетона.

Исследования пористости образцов мелкозернистого бетона с добавкой наноструктурного кремнезема с помощью ртутного порозиметра AutoPore IV 9500 показали, что применение НК приводит к перераспределению открытой и закрытой пористости. Доля пор размером 1–13 мкм и 13–350 мкм снизилась более чем в 2 раза (рис. 1–4). В то время как доля пор размером менее 0,1 мкм с добавкой нанокремнезема увеличилась с 25 до 35% по сравнению с контрольным составом, что положительно повлияло на физико-технические характеристики бетона.

Следует также отметить, что добавку наноструктурного кремнезема можно использовать для низкомарочных бетонов, например ячеистых, и древесно-цементных композиций. Для них увеличение прочности составляет более чем в 6–7 раз, а при введении микрокремнезема – в 20–30 раз.

Дополнительные возможности для создания более прочных и долговечных конструктивных материалов предоставляют также другие наночастицы – углеродные.

Углеродные наноматериалы благодаря своим уникальным характеристикам по прочности, упругости, износостойкости, коррозионной стойкости и другим показателям позволяют получать строительные материалы, в том числе бетоны, с уникальными свойствами.

Решением проблемы получения дешевых углеродных добавок может быть использование природных материалов, уже содержащих наночуглеродную составляющую, например шунгит.

Шунгит – древнейший углеродсодержащий минерал, представляющий собой метаморфизованный каменный уголь, который является переходной стадией от антрацита к графиту [8].

Структура шунгита характеризуется равномерным распределением полярных высокодисперсных (0,1–10 мкм) кристаллических силикатных частиц в неполярной углеродной матрице из сферических, пустотелых, многослойных фуллереноподобных глобул углерода размером 10–20 нм. Данная биполярность позволяет рассматривать тонкодисперсный шунгит как комбинированный наполнитель, способный хорошо совмещаться как с минеральными, так и с органическими вяжущими веществами.

Строение шунгитового углерода с его высоким внутренним энергетическим потенциалом характеризует материал высокими ударной прочностью, стойкостью к агрессивным средам, адсорбционной активностью, бактерицидными свойствами, а также способностью экранировать ВЧ- и СВЧ-электромагнитные излучения и проводить электрический ток [9]. Это предопределяет лучшие показатели физико-механических свойств и долговечность строительных композитов на основе шунгита.

Для получения наноструктурной добавки использовался шунгит Зажогинского месторождения (Карелия) III разновидности с содержанием углерода 28–32% и 51–67% диоксида кремния.

После помола шунгита в дисковой вибрационной мельнице в течение 1 ч до удельной поверхности 320–350 м²/кг проводили обработку полученного порошка в воде при его концентрации 1% ультразвуком при частоте 20,35–48,4 кГц.

Известно, что ультразвуковое диспергирование (измельчение) происходит за счет кавитации и взаимного

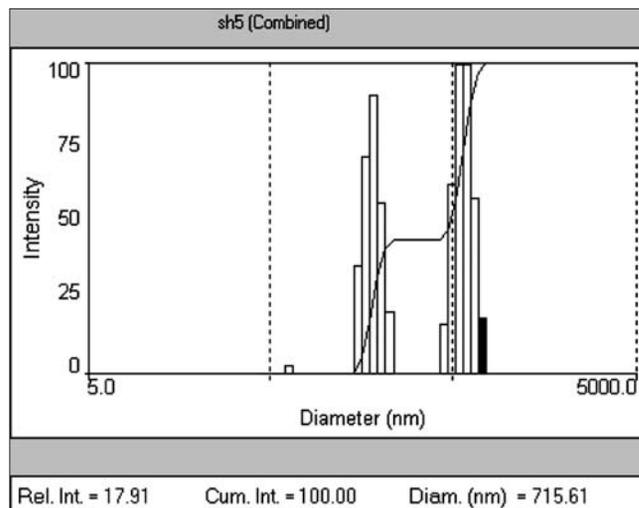
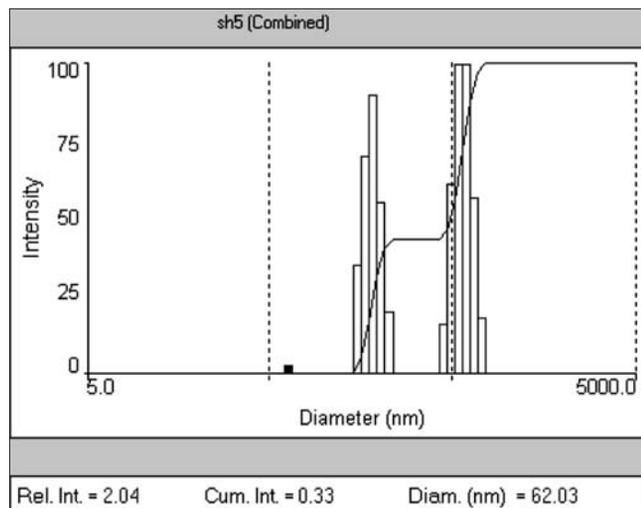


Рис. 5. Гистограммы распределения наночастиц шунгита по размерам в добавке после ультразвукового диспергирования в течение 15 мин в присутствии ПАВ

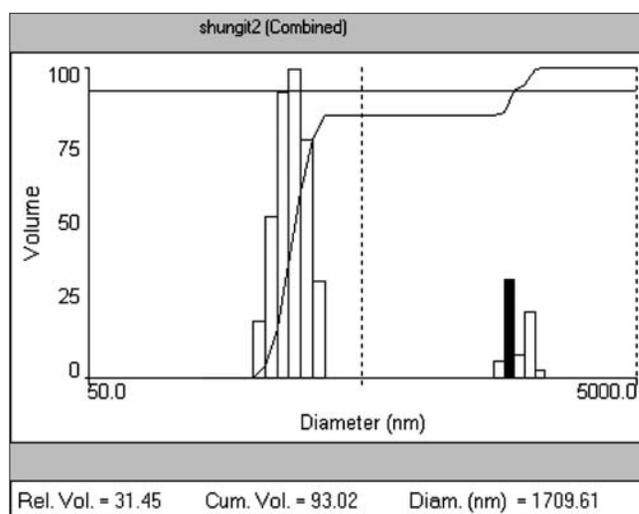
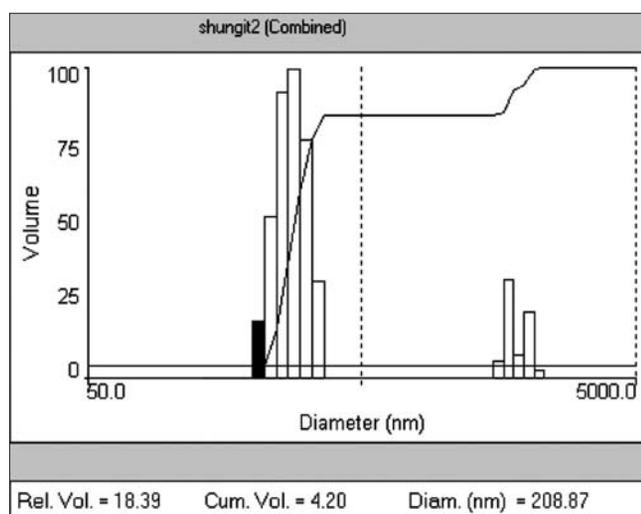


Рис. 6. Гистограммы распределения наночастиц шунгита по размерам в добавке после ультразвукового диспергирования в течение 30 мин в присутствии ПАВ

Таблица 2

№ п/п	Содержание компонентов				Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа		
	ПЦ, г	В/Ц	С-3, %	НШ, %			3	7	28
Контрольный	500	0,43	–	–	1760	2,4	9,6	16,5	27
1	500	0,38	0,5	–	1786	1,8	12,3	21,8	31,1
2	500	0,39	–	0,1	2090	1,1	16	28,3	33
3	500	0,38	0,5	0,1	2150	0,9	25,7	30,6	52,1

трения быстро движущихся и соударяющихся частиц в две фазы. В первой фазе (протекающей в течение нескольких десятков секунд) измельчение происходит благодаря наличию в исходных частицах большого количества микротрещин, и поэтому трение частиц о жидкость и их взаимные соударения играют определяющую роль. Во второй фазе измельчение происходит за счет кавитационных ударных волн, формирующих в частицах новые микротрещины [10].

Скорость ультразвукового диспергирования зависит от твердости материала, от хрупкости, спайности и правильности формы разрушаемых кристаллов.

Установлено, что при ультразвуковом диспергировании наночастицы отличаются высокой реакционной

способностью, склонностью к агрегации и образованию грубодисперсных суспензий. Поэтому в исследованиях использовали различные виды ПАВ.

Оптимальное время ультразвукового диспергирования шунгитового порошка в присутствии ПАВ составляет 15 мин, что способствует получению суспензии с диаметром частиц 62–716 нм (рис. 5). Увеличение времени ультразвуковой обработки до 30 мин приводит к агрегации частиц и образованию грубодисперсных суспензий с размером частиц 208,9–2283 нм (рис. 6).

В целях изучения влияния нанощунгита (НШ) на прочностные свойства мелкозернистого бетона изготавливали образцы размером 4×4×16 см из цемента ПЦ400Д0 ОАО «Мальцовский портландцемент» и квар-

цевого песка с $M_{кр}=1,5$ состава 1:3, которые твердели в нормальных условиях. Добавку НШ вводили в виде водной суспензии в количестве 0,1%; С-3 — 0,5% массы цемента с водой затворения.

Анализ полученных результатов (табл. 2) показывает, что использование в мелкозернистом бетоне нанощунгита значительно увеличивает прочность бетона как в ранние, так и в поздние сроки твердения. Максимальная прочность наблюдается при совместном введении добавки нанощунгита и С-3, которая превышает контрольный состав в 1,9 раза.

Одновременно с увеличением прочности мелкозернистого бетона с добавкой НШ происходит и увеличение плотности от 1760 до 2150 кг/м³ и уменьшение водопоглощения от 2,4 до 0,9%.

Кроме того, при дополнительном введении 5% микрощунгита происходит увеличение динамического начального модуля деформаций до 45% [11], что имеет особенно большое значение при строительстве зданий и сооружений в районах с повышенной сейсмической активностью.

Таким образом, исследование наномодифицирующих добавок, полученных двумя разными способами — по золь-гель-технологии и ультразвуковым способом, показало, что они хорошо совместимы с компонентами бетона и могут заменить дорогостоящие аналоги. Применение разработанных наномодифицирующих добавок способствует существенному повышению прочности в 1,7–2 раза, плотности, снижению капиллярной пористости, т. е. позволяет на микро- и наноровнях управлять структурообразованием композиционных материалов, в том числе бетонов нового поколения.

Ключевые слова: наномодифицирующие добавки, бетон, прочность.

Список литературы

1. Белоусов В. П., Будтов В. П., Данилов О. Б. и др. Фуллерены // Оптический журнал. 1997. Т. 64. № 12. С. 3.
2. Gubin S.P. et al. // Int. J. Materials and Product Technology. 2005. V. 23. n. 1/2. P. 2–25.
3. Елецкий А.Н. Углеродные нанотрубки // Успехи физических наук. 1997. № 9. Т. 167. 35 с.
4. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель-технологии нанодисперсного кремнезема. М.: Академкнига, 2004. 208 с.
5. Фролов Ю.Г. Кремниевые кислоты: получение и применение гидрозолей кремнезема. М.: Химия, 1979. 342 с.
6. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат, 1989. 120 с.
7. Lucitsova N., Lucashov S., Matveeva E. Researching of the nanomodified admixture and its influens in the characteristics of the fine-grained concrete //SITA journal Israel. 2010. 2. P. 70–73.
8. Соколов В.А., Калинин Ю.К., Дюккиев Е.Ф. Шунгиты — новое углеродистое сырье. Петрозаводск: Карел. науч. центр, 1984. 184 с.
9. Рожкова Н.Н., Емельянова Г.И., Горленко Л.Е. и др. Шунгитовый углерод и его модифицирование // Российский химический журнал. 2004. Т. XLVIII. № 5. С. 107–115.
10. Флинн Г. Физика акустической кавитации в жидкостях. М.: Мир, 1967. Т. 1. С. 7–138.
11. Шаблинский Г.Э., Лукутцова Н.П., Пыкин А.А. и др. Исследование динамической прочности и жесткости изделий из мелкозернистого бетона, модифицированного наноструктурным шунгитовым наполнителем // Вестник МГСУ. 2010. № 2. С. 231–236.



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

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ

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

ИЗДАЕТ И РАСПРОСТРАНЯЕТ

- федеральные нормативные документы (СНиП, ГСН, ГЭСН, ФЕР, ГОСТ, ГОСТ Р, СП, СН, РДС, НПБ, СанПиН, ГН) — официальные издания
- справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)
- методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)
- Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)
- типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники
- проекты коттеджей, садовых домов, бань, хозяйственных построек, теплиц

ОАО ЦПП осуществляет сертификацию проектной документации на строительные конструкции и объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Центр аккредитован в качестве Органа по сертификации в Системе ГОСТ Р (ОС «ГУП ЦПП» — аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11CP48).

ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК

ОТДЕЛ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИИ	(495)482-4294	ОТДЕЛ ФОНДА ДОКУМЕНТАЦИИ	(495)482-4112
ПРОЕКТНЫЙ КАБИНЕТ	(495)482-4297	ОТДЕЛ СЕРТИФИКАЦИИ	(495)482-0778
ФАКС: (495)482-4265			

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

УДК 666.3/7

Е.В. МИРОШНИКОВ, инженер, В.В. СТРОКОВА,
А.В. ЧЕРЕВАТОВА, доктора техн. наук, Н.В. ПАВЛЕНКО, канд. техн. наук,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе

Особенность технологии наноструктурированного вяжущего (НВ) позволяет использовать в качестве основного сырьевого компонента широкий спектр кремнеземсодержащих пород. Выбор того или иного материала осуществляется с учетом степени локализации залежей в регионе, где планируется осуществлять производство вяжущего.

Предшественниками НВ были высококонцентрированные вяжущие суспензии, которые изначально были получены из техногенного аморфного кремнезема [1]. До настоящего времени аморфные скрытокристаллические кремнеземсодержащие породы не применяли для получения НВ. Производство бесцементных вяжущих актуально для районов, где имеются крупнотоннажные месторождения кремнеземсодержащего сырья, такие как Мухор-Талинское месторождение перлитов (Бурятия).

Согласно генетической классификации горных пород как сырья для производства строительных материалов перлит является одной из наиболее энергонасыщенных. Перлит — это алюмосиликатная разновидность вулканического стекла существенно кислого состава. Особенности его строения, обусловленные магматогенно-эффузивным генезисом, выражаются в аморфном, или нанокристаллическом состоянии [2].

С целью рационального использования перлита различных фракций и уменьшения затрат на производство вяжущего из него исследовали отходы дробления — песчаную и пылевидную фракции. Получение наноструктурированного перлитового вяжущего (НПВ) осуществляли двумя способами: суспендированием (НПВс) и мокрым измельчением (НПВм). Принципиальное отличие данных методов заключается в уровне дисперсности исходного вещества. При получении по мокрому способу перлитовое сырье должно состоять из фракций от 2 до 0,315 мм, при получении по методу суспендирования — менее 0,315.

Наноструктурированное перлитовое вяжущее, получаемое способом суспендирования, обладает большей вязкостью в сравнении с НПВ, получаемым мокрым измельчением (рис. 1). Исследования показали, что при производстве НПВ на стадии помола возможно получить максимальное разжижение системы, обладающей тиксотропным характером течения, переходящим в ньютоновское за счет присутствия в исходном сырье щелочного компонента, что исключает традиционное применение модификаторов.

Аморфизированные алюмосиликаты с повышенным содержанием воды при минимальных энергозатратах позволяют синтезировать при мокрой механохимической активации наноструктурированные вяжущие системы с последующим структурообразованием по полимеризационно-поликонденсационному механизму. НПВ характеризуется высокой седиментационной устойчивостью за счет содержания нанодисперсного компонента и формирования в процессе помола золя, а затем и геля алюмокремниевой кислоты.

Наличие наноразмерной составляющей подтверждается гранулометрическим анализом, выполненным на лазерном анализаторе частиц Sald-2201 (рис. 2). Сопоставительный анализ интегральных кривых распределения частиц в НПВ позволяет сделать вывод о более высоком содержании наночастиц в НПВм по сравнению с НПВс: 6,5–7% и 1–1,5% соответственно. Полученные данные подтверждаются и анализом микроструктурных особенностей (рис. 3)¹.

Наноструктурированное перлитовое вяжущее может быть рекомендовано для получения различных видов строительных материалов, как в качестве активных модифицирующих компонентов для цементных, гипсовых и известково-кремнеземистых систем, так и в качестве самостоятельного вяжущего.

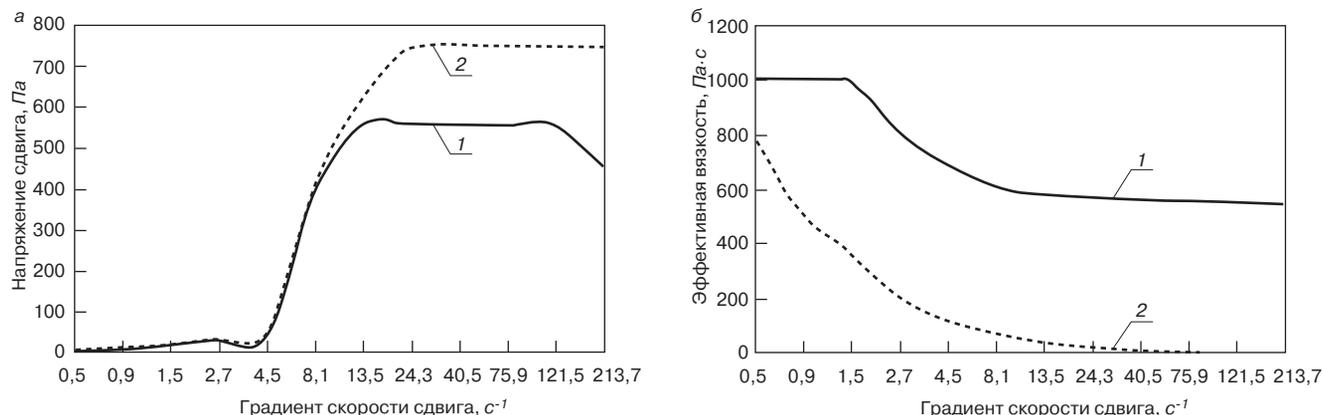


Рис. 1. Реологические характеристики систем: а — зависимость напряжения сдвига от градиента скорости; б — зависимость эффективной вязкости от градиента скорости для: 1 — НПВ, получаемого способом суспендирования; 2 — НПВ, получаемого способом мокрого измельчения

¹ Микроструктурные исследования образцов проводили в ЦКП БелГУ на растровом ионно-электронном микроскопе Quanta 200 3D.

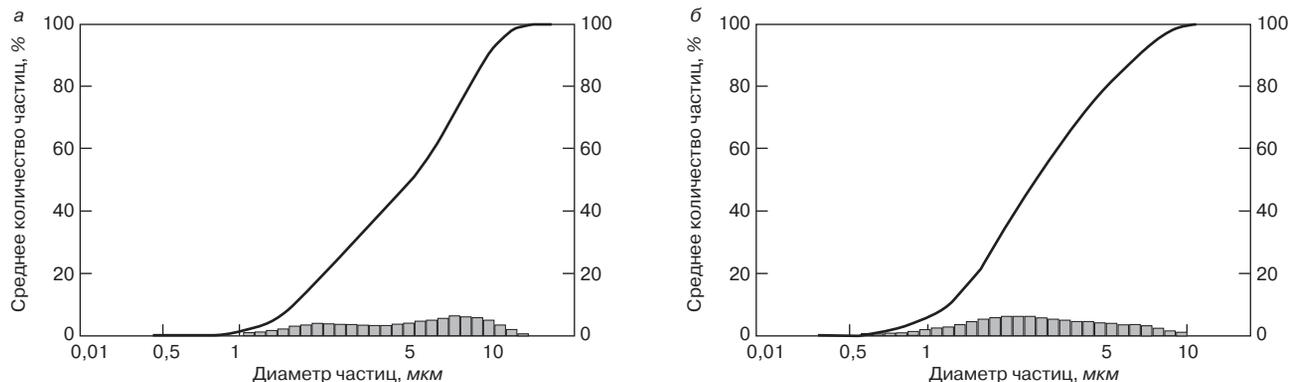


Рис. 2. Дисперсность вяжущего в зависимости от способа получения: а – НПВ, получаемое способом суспендирования; б – НПВ, получаемое способом мокрого измельчения

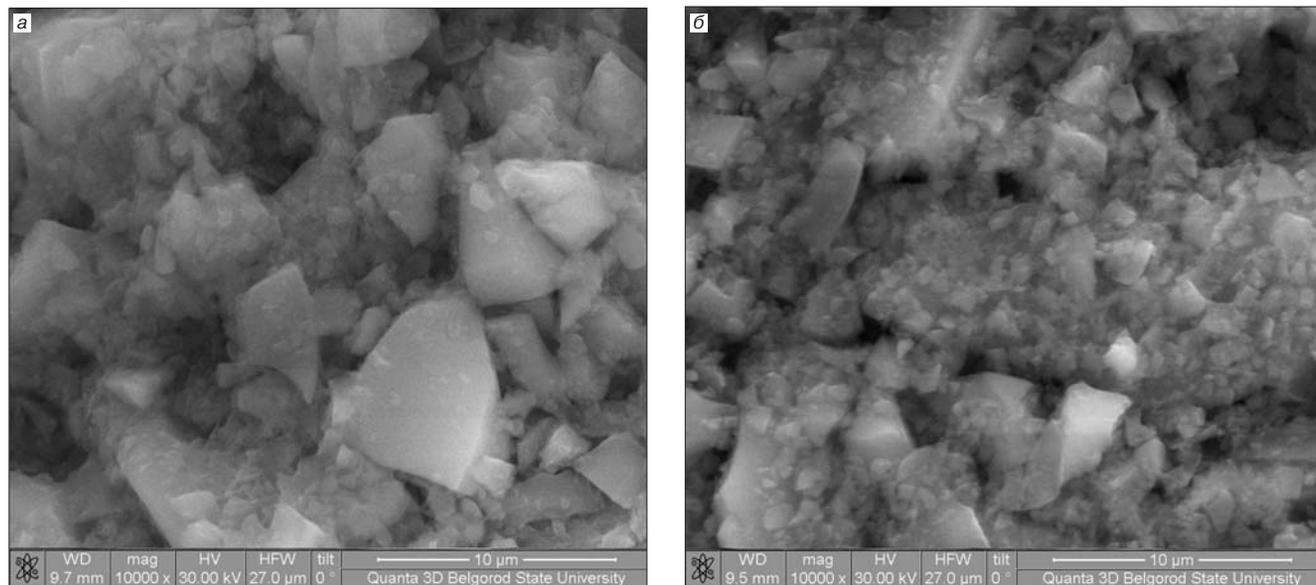


Рис. 3. Характер микроструктуры НПВ: а – получаемого способом суспендирования; б – получаемого способом мокрого измельчения

Марка бетона по средней плотности	Класс по прочности при сжатии			Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С),		
	Вяжущее					
	Цемент	НВ	НПВ	Цемент	НВ	НПВ
D300	–	B0,75–B1	B1–B1,5	0,08	0,08	0,08
D400	B0,5–B0,75	B1,5–B2	B1,5–B2	0,1	0,09	0,09
D500	B0,75–B1	B2–B2,5	B2–B2,5	0,12	0,1	0,1

Апробацию НПВ проводили при проектировании теплоизоляционного пенобетона, технология получения которого является одной из сложных из-за необходимости поризации.

Высокая технологичность получения пеномассы для материала с наименьшей плотностью на основе НПВ связана с тиксотропным, переходящим в ньютоновский характером течения.

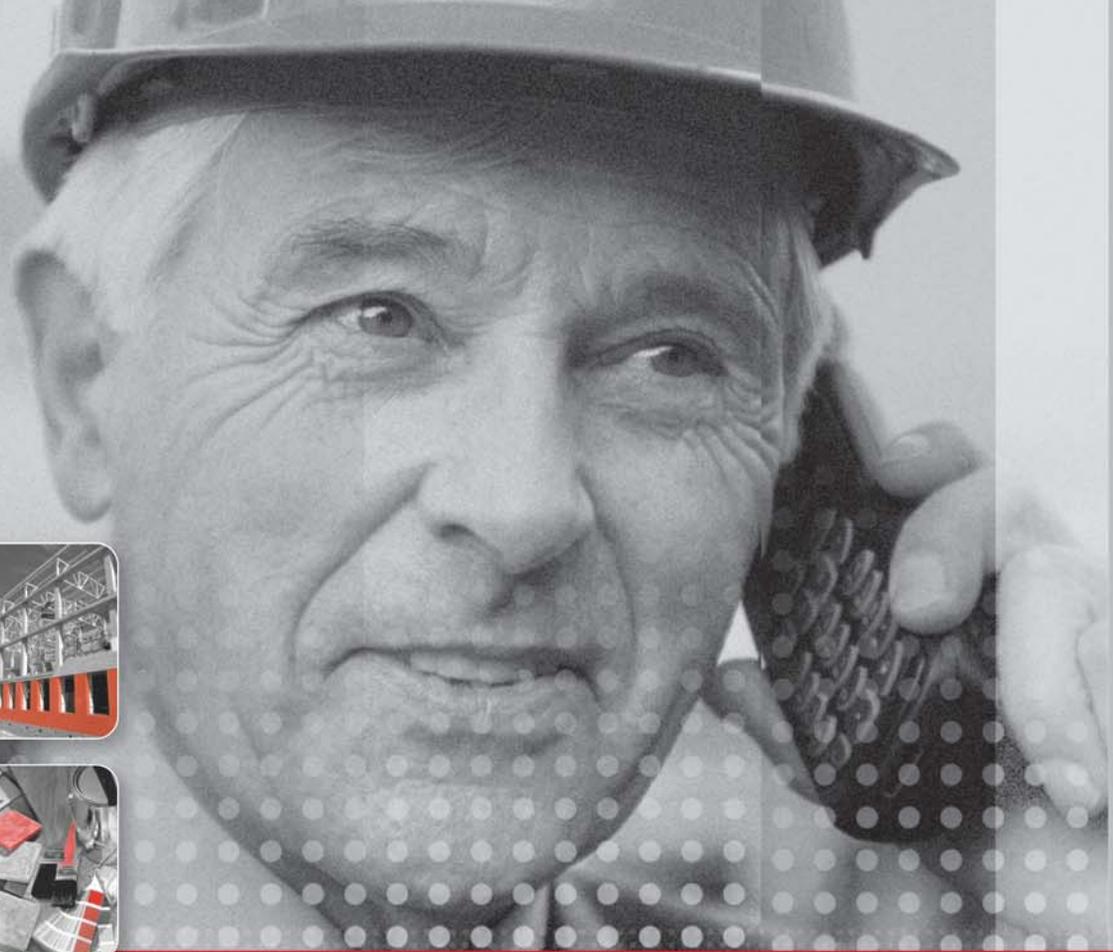
Таким образом, применение НПВ позволяет получать теплоизоляционные пенобетоны, прочностные характеристики которых превосходят ячеистые композиты на основе цементного вяжущего в 2–2,5 раза; возможно получение пенобетона с меньшей плотностью и улучшенными теплофизическими характеристиками (см. таблицу) [3]. Разработанные пенобетоны относятся к классу по прочности B1,5–B2,5 при марке по плотности D300–D500 соответственно. Технология получения НПВ и пенобетона на его основе является экологи-

чески чистой и целесообразной с экономической точки зрения.

Ключевые слова: наноструктурированное вяжущее, пенобетон, кремнеземсодержащие породы, перлит.

Список литературы

1. Пивинский Ю.Е. Высококонцентрированные керамические вяжущие суспензии. Исходные материалы, свойства и классификация // Огнеупоры. 1987. № 4. С. 8–20.
2. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: АСВ, 2006. 526 с.
3. Павленко Н.В., Череватова А.В., Строчкова В.В. Особенности получения рациональной поровой структуры пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего // Строит. материалы. 2009. № 10. С. 32–36.



Двенадцатая специализированная выставка

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 2011



26–29 ЯНВАРЯ
МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



www.osmexpo.ru

E-mail: osm@osmexpo.ru

Тел.: +7 (495) 925 65 61/62

Факс: +7 (499) 248 07 34

ВСЕЛУГ

ЗАВОДЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХИХ СМЕСЕЙ

- фасовочные машины
- интенсивные смесители
- весовые дозаторы
- виброклассификаторы
- рукавные фильтры
- системы управления на базе PC и PLC

