

## СОДЕРЖАНИЕ

**Учредитель журнала:**  
ООО Рекламно-издательская  
фирма «Стройматериалы»

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

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

**Главный редактор**  
ЮМАШЕВА Е.И.

**Редакционный совет:**  
РЕСИН В.И.

(председатель)  
БАРИНОВА Л.С.  
БУТКЕВИЧ Г.Р.  
ВАЙСБЕРГ Л.А.  
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.  
ВЕРЕЩАГИН В.И.  
ГОРИН В.М.  
ГОРНОСТАЕВ А.В.  
ГРИДЧИН А.М.  
ГУДКОВ Ю.В.  
ЖУРАВЛЕВ А.А.  
КОВАЛЬ С.В.  
КОЗИНА В.Л.  
ЛЕСОВИК В.С.  
ПИЧУГИН А.П.  
СИВОКОЗОВ В.С.  
ФЕДОСОВ С.В.  
ФЕРРОНСКАЯ А.В.  
ФИЛИППОВ Е.В.  
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

**Перепечатка**  
и воспроизведение статей,  
рекламных и иллюстративных  
материалов из нашего журнала  
возможны лишь с письменного  
разрешения главного редактора

**Редакция не несет ответственности**  
за содержание рекламы и объявлений

**Адрес редакции:**  
Россия, 117997, Москва,  
ул. Кржижановского, 13  
Телефон: (926) 833-48-13  
Тел./факс: (495) 124-3296  
124-0900  
E-mail: mail@rifsm.ru  
http://www.rifsm.ru

К проведению V Международной научно-практической конференции  
«Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС-2007» . . . . . 4

### Состояние и перспективы развития отрасли

С.В. КОЛЯДА  
**Перспективы развития жилищного строительства и производства основных  
конструкционных строительных материалов на период до 2010 года** . . . . . 5

Г.Р. БУТКЕВИЧ  
**Возможности расширения минеральной базы и прогнозирование  
развития подотраслей промышленности строительных материалов** . . . 10

А.И. АНАНЬЕВ  
**О нормативных требованиях, занижающих теплозащитные свойства  
и долговечность кирпичных стен зданий** . . . . . 12

С.А. БЕГОУЛЕВ  
**Опыт снижения теплотехнических требований к ограждающим  
конструкциям зданий в Северо-Западном регионе РФ** . . . . . 18

Б.П. ТАРАСЕВИЧ  
**Производители строительной керамики Республики Татарстан  
наращивают выпуск современной продукции** . . . . . 20

### Сырьевая база керамической промышленности

А.М. САЛАХОВ, Г.Р. ТУКТАРОВА, Р.М. НАФИКОВ, В.П. МОРОЗОВ  
**Современные методы исследований — путь к повышению  
эффективности керамического производства** . . . . . 23

Показано, что точное определение химического, минералогического и гранулометрического  
состава сырьевых материалов позволяет проектировать керамические массы и подбирать  
режимы обжига, при которых получается заданный фазовый состав обожженного  
материала. При этом можно добиться существенного улучшения качества продукции при  
более низкой температуре обжига.

Т.В. ВАКАЛОВА, В.М. ПОГРЕБЕНКОВ, В.И. ВЕРЕЩАГИН, И.Б. РЕВВА  
**Управление качеством строительной и теплоизоляционной  
керамики путем проектирования состава массы** . . . . . 27

Исследование процессов фазообразования и формирования структуры и свойств керамических ма-  
териалов с использованием природного сырья и техногенных сырьевых компонентов позволило ус-  
тановить технологические принципы их рационального использования, а также разработать составы  
и способы получения высококачественной строительной керамики.

В.Д. КОТЛЯР, Б.В. ТАЛПА  
**Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики** . . . . . 31

Показана возможность использования кремнистых опал-кристаллитовых пород (опок) в качестве  
сырья для строительной керамики. Исследовано влияние степени измельчения материала на физи-  
ко-механические свойства сырья, отформованного способом полусухого формования и черепка.  
Определены основные параметры производства.

Г.П. КОМЛЕВА  
**Объемное окрашивание и ангобирование лицевого керамического кирпича  
с использованием промышленных отходов** . . . . . 36

Показана возможность изготовления лицевого керамического кирпича из глины Малоступкинско-  
го месторождения (Ивановская область), как путем объемного окрашивания за счет введения же-  
лезооксидного шлама, так и нанесением ангобов светлых тонов на основе систем Печорская гли-  
на-Зубцовский песок-мел и Веселовская глина-Люберецкий песок-бой стекла.

### Лидеры отрасли

В.В. ГОМЗЯКОВ, В.А. КЛЕВАКИН, О.А. ИВАНОВА  
**Перспективы развития ОАО «Ревдинский кирпичный завод» на 2007 год** . . . . . 39

Е.В. НЕКРАСОВА  
**Качество винзилинского кирпича как отражение работы предприятия** . . . . . 42

## Технология производства строительной керамики

- И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, Г.Я. ШАЕВИЧ, Л.А. КАРАБУТ, А.В. НОСКОВ, В.А. АСТАФЬЕВ, Л.Н. МОЛОДКИНА, П.Л. КОТЕЛИН, Н.Л. КОВОРИЦКИЙ  
**Новые возможности установки «Каскад»** ..... 48  
 Приведены результаты апробации установки «Каскад», смонтированной в технологической линии Калачинского завода строительных материалов для производства кирпича светлых тонов из красножгущихся глин с добавками мела, зол и пигментов.  
 Ю.М. БАЖЕНОВ, БАК ДИНЬ ТХИЕН
- Энергосберегающая технология производства керамических строительных изделий во Вьетнаме** ..... 51  
 Предложена технология производства керамических строительных изделий с использованием энергии солнечной радиации при сушке сырца и приведены основные экономические показатели построенных во Вьетнаме по разработанной технологии керамических заводов.  
 В.М. ПОГРЕБЕНКОВ, А.Е. АБАКУМОВ, А.Г. ПЬЯНКОВ, В.В. ГОРБАТЕНКО
- Повышение износостойкости формующей оснастки ленточных прессов** ..... 54  
 Рассмотрено влияние износостойкости деталей формующей оснастки при пластичном формовании стеновой керамики на стабильность формы и размеров продукции, а также на стабильность сушки и обжига. Показаны преимущества корундовой керамики в сравнении с металлом при изготовлении оснастки.  
 А. А. АНАНЬЕВ, В. В. КОЗЛОВ, Г. Я. ДУДЕНКОВА, А. И. АНАНЬЕВ
- Долговечность лицевого керамического кирпича и камня в наружных стенах зданий** ..... 56  
 Рассмотрены основные причины разрушения лицевого кирпича и камня. Показано, что пустоты в кирпиче следует размещать так, чтобы их коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости были одинаковыми в тычковом и ложковом направлениях.  
 Б.К. КАРА-САЛ
- Улучшение эксплуатационных характеристик керамических изделий путем изменения параметров среды обжига** ... 60  
 Показано, что создание пониженного давления в зоне обжига позволяет обеспечить восстановительную газовую среду за счет выделяемых газов при обжиге глин, что значительно интенсифицирует спекание масс и повышает эксплуатационные свойства керамических изделий.  
 М.А. ТРУБИЦЫН, И.Н. КУЗИН
- Эффективная футеровка вагонеток туннельных печей керамической промышленности из алюмосиликатного керамобетона** ..... 64  
 Приведены результаты успешной промышленной эксплуатации печных футеровок из алюмосиликатных керамобетонных изделий. Показано, что с учетом фактических данных о службе печных вагонеток на ряде керамических производств планируемый срок эксплуатации футеровки на основе алюмосиликатных керамобетонных композитов будет составлять 5 лет или не менее 500 циклов нагрев-охлаждение.  
 Р.Х. ГУМАРОВ, М.Г. СИРАЗИН
- Футеровка вагонеток туннельных печей на основе отечественных материалов** ..... 67  
 Приведена технология капитального ремонта вагонеток. В технологии использованы металлические платформы вагонеток производства ПП «АЭРОТЕРМ» бетон на основе высокоглиноземистого цемента производства ООО «Консолит» и полифракционный шамотный наполнитель.  
 И.В. ДЕМИДОВ
- Использование водоотталкивающих пропиток при производстве и применении керамического кирпича** .... 69  
 Описаны кремнийорганические гидрофобизаторы серии «Пента» для защиты керамического кирпича в условиях производства, защиты фасадов из керамического кирпича, для предупреждения появления и ликвидации высолов.  
 А.Г. УРМАВШИН
- Современная упаковка керамического кирпича** ..... 71  
 Описано оборудование для упаковок палет стретч-пленкой и полиэстеровой лентой. Показаны преимущества применения стретч-пленки.

## Результаты научных исследований

- Е.Н. ГНЕЗДОВ, Ю.И. МАРЧЕНКО, Е.А. ПЕРЕЖИГИН  
**Разработка и внедрение измерительно-регистрающего комплекса для мониторинга процесса сушки керамических изделий** ..... 74  
 Описан автономный измерительно-регистрающий комплекс датчиков и приборов для мониторинга сушки керамических изделий по важнейшим параметрам (включая усадку) одновременно во многих точках по объему садки.  
 Е.С. КАКОШКО
- Повышение качества керамического кирпича путем микробиологической обработки сырьевых материалов** ..... 76  
 Исследована возможность интенсификации физико-химических процессов, протекающих в керамических массах, путем микробиологического воздействия силикатными бактериями *Bacillus mucilaginosus* на их глинистые составляющие и использования перспективной минеральной добавки — кварцевого диорита, что позволяет улучшить качественные характеристики керамического кирпича.  
 П.Г. КОМОХОВ, Ю.А. БЕЛЕНЦОВ
- Влияние растворной составляющей на качество кирпичной кладки** ..... 81  
 Показано, что растворная составляющая кладки является наиболее уязвимой при эксплуатации. Приведены технологические приемы, позволяющие увеличить прочность кладки, особенно при использовании пустотного кирпича.
- Доступное жилье по шведской технологии** ..... 85  
 Современные технологии строительства малоэтажных зданий из легких металлоконструкций, предлагаемые шведской промышленной группой Lindab позволяют собрать комфортабельный теплый дом в любом регионе за 2–3 месяца.  
 С.В. ФЕДОСОВ, В.Е. МИЗОНОВ, Е.А. БАРАНЦЕВА, Ю.Г. ГРАБАРЬ, И.В. НОВИНСКИЙ, Д.Ю. ФОЛОМЕЕВ
- Моделирование прогрева стеновых панелей при термической обработке** ..... 86  
 Предложена математическая модель прогрева стеновой панели, в которой панель рассматривается как плоская бесконечная пластина с переменными свойствами и переменными, но одинаковыми с обеих сторон граничными условиями.

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

## №8

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №2-2007 г.

### ВНИМАНИЕ!

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

**87723** каталог «Пресса России»

**20461** каталог агентства «Роспечать»

### СОДЕРЖАНИЕ

**Итальянские компании сохранили лидирующее положение в поставках оборудования для производства керамики в 2005 г.** . . . . . 2

Представлены данные Ассоциации итальянских производителей оборудования для керамического производства (АСИМАС) о поставках оборудования итальянскими производителями. Приводится структура экспортных поставок, в также распределение поставок по видам керамического производства и технологическим переделам. Показано, что главным рынком сбыта итальянского оборудования для керамической промышленности являются страны Ближнего Востока, по абсолютной величине экспорта самыми крупными потребителями остаются Иран и Турция. Среди керамических производств бесспорным лидером остается сектор производств керамической плитки. Больше всего экспортируется формовочного оборудования.

**Строительный комплекс Москвы: итоги 2006 г.** . . . . . 5

Представлены краткие итоги работы строительного комплекса Москвы за 2006 г. Отмечается, что в прошедшем году жилищное строительство являлось приоритетным направлением для Правительства Москвы. В связи с положительной динамикой демографической ситуации в столице увеличено строительство детских дошкольных учреждений. Другими важными направлениями деятельности московских строителей являются транспортное строительство и строительство в рамках межрегионального сотрудничества.

А.З. ЕФИМЕНКО

**Модель развития и размещения предприятий по производству стеновых материалов** . . . . . 6

Описана экономико-математическая модель региональной задачи развития и размещения предприятий стеновых материалов, при этом в качестве региона может быть принята территория области, республики или экономического района. При разработке оптимального плана учитывается влияние дополнительных условий, вытекающих из технологии и экономии выпуска строительных изделий. В качестве критерия оптимизации принят минимум суммарных затрат на производство, перевозку и потребления готовой продукции.

И.В. КОЗЛОВА, И.С. КОРШУНОВ

**Система электронного документооборота DocFactor: сферы применения в стройиндустрии и сравнительный анализ** . . . . . 8

Рассмотрены преимущества внедрения на предприятиях стройиндустрии системы электронного документооборота: возможность коллективной работы над документом, улучшение контроля исполнения документов, ускорение поиска и выборки документов по заданным критериям. Приведен сравнительный анализ существующих отечественных доступных по стоимости и простых для внедрения систем: 1С:Архив, Effect Office (Эффект Офис), DocFactor (ДокФактор).

В.П. КУЗЬМИНА

**Черепица с декоративной отделкой** . . . . . 11

Представлены основные достоинства керамической черепицы и способы ее укладки на крышу. Описаны основные способы декорирования черепицы из отличия и преимущества. Рассмотрены технологии декорирования с применением техногенных отходов, даны рецептуры составов для получения покрытий различного цвета.

**Всемирная организация интеллектуальной собственности подвела предварительные итоги за 2006 г.** . . . 14

Представлены предварительные итоги деятельности Всемирной организации интеллектуальной собственности за 2006 г. в рамках договора о патентной кооперации (РСТ). Отмечено, что лидерами по подаче заявок на патенты по системе РСТ остаются США, среди фирм на первом месте голландская компания «Philips Electronics N.V.». Россией в 2006 г. подано 483 заявки на международные патенты.

**Не забудьте оформить подписку своевременно!**

Телефон/факс: (926) 833-48-13, (495) 124-32-96, 124-09-00 E-mail: mail@rifsm.ru www.rifsm.ru





**«Развитие керамической промышленности России:  
КЕРАМТЭКС – 2007»**

Керамические стеновые материалы были и остаются основными материалами для возведения стен. В настоящее время, когда решение жилищной проблемы россиян правительство страны поставило в ряд приоритетных программ, потребность в качественных, экологических, долговечных материалах для строительства жилья постоянно возрастает.

По экспертным оценкам к 2010 г. строительство из мелкоштучных стеновых материалов будет преобладать как в малоэтажном, так и в многоэтажном строительстве и составит более 50% в общем объеме вводимого жилья. Однако керамическому кирпичу и блокам приходится делить рынок мелкоштучных стеновых материалов с силикатными кирпичом, ячеисто-бетонными, керамзитобетонными, пенополистиролбетонными блоками и другими материалами, производители которых ведут весьма успешную техническую и маркетинговую политику. В результате керамическому кирпичу приходится на рынке потесниться, в некоторых регионах весьма существенно.

По данным Росстата, в настоящее время в стране действует 460 кирпичных заводов различной мощности, расположенных во всех регионах России. Некоторые из них совсем новые, на них установлено комплектное импортное оборудование последнего поколения; часть предприятий проводит поэтапную реконструкцию, постепенно повышая качество продукции, расширяя ассортимент, увеличивая мощность. Однако большинство заводов средней и малой мощности не имеют возможности привлечь существенные инвестиции для технического перевооружения, поэтому вынуждены работать на изношенном оборудовании. Это обуславливает низкое качество кирпича, высокую энергоемкость производства и, как следствие, низкую конкурентоспособность на рынке.

Другой проблемой отрасли является сырьевая база. Месторождения высококачественных глин во многих регионах исчерпаны, в производство вовлекаются малопластичные глины, суглинки, различные промышленные отходы. Для получения качественного кирпича из такого сырья требуется его всестороннее изучение, под-

бор составов массы, отработка режимов сушки и обжига. В этой связи на предприятиях существенно возросла роль технологов, а их выпуск отечественными профильными вузами в последние 15 лет сократился в разы.

Кроме того, за последние годы были свернуты многие научные исследования в области строительной керамики, квалифицированные специалисты профильных исследовательских институтов ушли в другие сферы деятельности. Таким образом, к технологическим и сырьевым прибавилась кадровая проблема.

Во всех развитых странах решением общепромышленных проблем активно занимаются профессиональные ассоциации, союзы, партнерства. В задачи таких объединений также входят сбор, обработка и анализ информации о состоянии отрасли, объемах производства, направлениях научных исследований, организации финансирования различных отраслевых проектов. Ассоциация кирпичников с такими задачами у нас в стране до сих пор не создана.

При отсутствии союза специалистов, работающих в производстве керамического кирпича, журнал «Строительные материалы»® привлекает на свои страницы актуальную и оперативную информацию о работе предприятий и организаций, организует публикации ведущих ученых в области строительной керамики, встречи специалистов, объединенных общими интересами, поездки на профильные международные выставки.

Проведение Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС» стало традицией. 15–16 марта 2007 г. она состоится в пятый раз. За годы своего развития конференция «КЕРАМТЭКС» стала самым крупным и авторитетным форумом кирпичников России.

В конференции принимают участие руководители и специалисты научных и проектных организаций, машиностроительных фирм, поставщики оборудования из Беларуси, Германии, Италии, Испании, США, Франции, Чехии, и конечно, десятков заводов по производству строительной керамики из многих городов и областей России и стран СНГ.

**Организаторы конференции выражают благодарность  
руководству ОАО «Победа ЛСР» за спонсорскую поддержку.**



К проведению 5-й Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС–2007» приурочен тематический номер журнала «Строительные материалы»® №2–2007, который редакция предлагает вниманию читателей.



С.В. КОЛЯДА, советник, Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Москва)

## Перспективы развития жилищного строительства и производства основных конструктивных строительных материалов на период до 2010 года

### Анализ прогнозов строительных комплексов субъектов Российской Федерации

Принятие приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» потребовало переосмысления роли строительного комплекса страны в вопросах удовлетворения одной из самых острых и насущных проблем наших граждан – обеспечения жильем.

От всех мировых держав Российская Федерация отличается огромной территорией, которая с учетом климатических режимов, национальных строительных традиций, природных ресурсов, менталитета граждан и других аспектов предопределяет широкую гамму архитектурно-строительных решений в сфере жилищного и культурно-бытового строительства. Это, в свою очередь, накладывает требования к применяемым строительным материалам, изделиям и конструкциям.

Чтобы оценить эти особенности, Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Росстрой) совместно с органами исполнительной власти субъектов Федерации в 2006 г. провело анализ региональных прогнозов по объемам и структуре жилищного строительства, а также по объемам производства и потребления основных видов строительных материалов, изделий и конструкций на период до 2010 г.

Из номенклатуры строительных материалов выбрана основная группа конструктивных материалов: цемент, мелкоштучные стеновые материалы, сборный железобетон, изделия КПК. По сути, полученные данные представляют упрощенные показатели баланса производства и потребления каждого строительного материала в конкретном субъекте Российской Федерации.

Оценивая полноту и качество представленной информации, следует отметить, что ликвидация Госстроя России, изменение структуры аппаратов органов исполнительной власти в субъектах Российской Федерации за последние 2–3 года негативно сказались на качестве проведения мониторинга производственной базы строительного комплекса.

Отсутствие единых методических подходов и понимания специалистами регионов сути заполняемых ими опросных форм безусловно отразилось на достоверности информации по сравнению с реально реализуемыми проектами строительства жилья.

*Для данного обследования характерно, что в абсолютном большинстве органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в составе строительных комплексов действуют малочисленные группы (1–2 специалиста), которые эпизодически занимаются вопросами производства и потребления строительных материалов. А в штатных расписаниях ряда органов исполнительной*

*власти регионов специалисты по строительным материалам не предусмотрены.*

*Запрос даже по ограниченной номенклатуре основных строительных материалов вызвал затруднения той или иной степени у 47 регионов из 89. Из них в 10 субъектах (Воронежская, Ивановская, Курская, Орловская, Вологодская, Ленинградская, Саратовская и Иркутская области, Республика Карелия, Пермский край) специалисты строительных комплексов практически не располагают данными по ввозу и вывозу важнейших видов продукции.*

Оценивая показатели по отдельным регионам и Российской Федерации, следует обратить внимание настораживающие тенденции в жилищном строительстве и развитии производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Результаты обработки показателей по текущему состоянию и прогнозу ввода жилья на период до 2010 г., поступившие от руководителей строительных комплексов субъектов Российской Федерации, позволяют сделать следующие выводы.

#### Жилищное строительство

По сумме прогнозов субъектов Российской Федерации объем ввода в эксплуатацию жилья в 2010 г. составит **74,5 млн м<sup>2</sup>, или 170,4% к уровню 2005 г.** В то же время темпы роста объемов инвестиций в жилищное строительство оцениваются регионами в 226,6%, что в основном следует объяснить ожиданиями инфляционных процессов в рассматриваемом периоде. Общий объем капитальных вложений в производственную и непроизводственную сферы прогнозируется на 2010 г. в размере 6,07 трлн р., или 178,1% к уровню 2005 г.

Полученный суммарный прогнозный показатель не обеспечивает реализации установленного на 2010 г. задания по вводу жилья в объеме 80 млн м<sup>2</sup>.

По федеральным округам прогноз темпов роста ввода жилья в 2010 г. составит (в % к уровню 2005 г.): Центральный ФО – 138,9; Северо-Западный ФО – 210,2; Южный ФО – 213,4; Приволжский ФО – 166,5; Уральский ФО – 186; Сибирский ФО – 177,3; Дальневосточный ФО – 162,6.

Аналитические данные показывают, что в большинстве регионов Центрального, Приволжского, Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов не рассматриваются проекты резкого наращивания объемов жилищного строительства. По ряду регионов, лидирующих в настоящее время по объемам жилищного строительства, прогнозные темпы роста в 2010 г. представляются незначительными. Наиболее низкие темпы ввода жилья намечаются в % по отношению к 2005 г. (в скобках

указаны абсолютные объемы ввода жилья в 2010 г. в млн м<sup>2</sup>): в Белгородской области — 138,5 (1,15); в Московской области — 109,5 (5,8); в Москве — 139,8 (6,5); в Санкт-Петербурге — 114,4 (2,6); в Республике Башкортостан — 130,6 (2,1); в Республике Татарстан — 134 (2,2).

Имеются примеры другого характера: рост жилищного строительства в Калининградской области по прогнозам региона должен возрасти в 9,4 раза (2,5 млн м<sup>2</sup> жилья), в Ленинградской области — в 2,8 раза (1,5 млн м<sup>2</sup>), в Кировской области — в 3,5 раза (600 тыс. м<sup>2</sup>), в Пензенской области — в 2,4 раза (750 тыс. м<sup>2</sup>), в Самарской области — в 2,2 раза (2 млн м<sup>2</sup>), в Курганской области — в 4 раза (500 тыс. м<sup>2</sup>) и др.

В представленной структуре вводимого по прогнозу на 2010 г. жилья соотношение многоэтажного и индивидуального жилья (соответственно 65,1% и 34,9%) не претерпит существенных изменений по сравнению с 2005 г. (62,9% и 37,1%).

По федеральным округам в 2010 г. это соотношение (в %) показано в табл. 1.

Из приведенных данных видно, что **основным направлением в решении жилищных проблем населения, по мнению большинства органов исполнительной власти на местах, по-прежнему остается многоэтажное жилищное строительство.**

По отдельным типам строящегося жилья на ближайшие пять лет также не намечается резких изменений структуры.

**В многоэтажном строительстве** в 2010 г. будет преобладать жилье из штучных стеновых материалов. На его долю придется 24,6% от общего объема ввода в эксплуатацию (в 2005 г. — 25,9%). Доля крупнопанельного домостроения снизится с 20,1% до 18,3%. Незначительно возрастает роль монолитного и сборно-монолитного строительства.

Исключение составляет Калининградская обл., в которой ввод в эксплуатацию многоэтажного жилья прогнозируется со 167 тыс. м<sup>2</sup> в 2005 г. до 1,75 млн м<sup>2</sup> в 2010 г. (в 10,5 раз), в том числе: КПД — в 4,7 раза; монолитные дома — в 20 раз; сборно-монолитные — в 9,1 раза и из штучных стеновых материалов — в 12 раз.

**В индивидуальном жилищном строительстве** на долю домов, построенных из штучных стеновых материалов к 2010 г. будет приходиться 17,5 млн. м<sup>2</sup> жилья (23,5% от общего объема).

Деревянное домостроение оценивается регионами на уровне 8% от общего объема строительства.

Исключение по этому виду строительства составляет Воронежская обл., в которой ввод в эксплуатацию индивидуальных домов из лесоматериалов прогнозируется увеличить со 160 тыс. м<sup>2</sup> в 2005 г. до 600 тыс. м<sup>2</sup> в 2010 г. (в 3,8 раза), что составит 50% от всего ввода жилья по области.

Традиционно высок этот вид жилищного строительства в Сибирском (13,1% в общем объеме ввода жилья) и Дальневосточном федеральных округах (17,3%).

**Таблица 1**

Федеральный округ	Многоэтажное жилищное строительство	Индивидуальное жилищное строительство
Центральный	70,3	29,7
Северо-Западный	79,4	20,6
Южный	47,8	52,2
Приволжский	59,6	40,4
Уральский	76,6	23,4
Сибирский	65,2	34,8
Дальневосточный	70,6	29,4

На основании анализа поступивших данных можно сделать следующие выводы.

1. Низкие темпы ввода жилья по указанным округам и регионам могут говорить о слабой координирующей роли федерального центра в работе с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации по наращиванию жилищного строительства.

2. Для ввода в 2010 г. 80 млн м<sup>2</sup> жилья необходимо на всех уровнях власти срочно приступить к дополнительной проработке вопроса увеличения объемов строительства, а также уточнения прогнозных показателей по структуре вводимого жилья.

3. Вопрос размещения новых поселений региональными органами исполнительной власти должен быть проработан в тесной увязке с проблемами развития производительных сил, обеспечивающих занятость трудоспособного населения.

**Производство строительных материалов**

На основании обработанных данных субъектов Российской Федерации сводные показатели ожидаемых объемов производства основных видов строительных материалов, изделий и конструкций приводятся в табл. 2.

Приведенные темпы производства по рассматриваемой группе стройматериалов практически ниже темпа роста прогнозируемого объема ввода жилья (170,4%), из чего следует, что фактор строительных материалов не рассматривается органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации как основной и лимитирующий для выполнения заданий по жилищному строительству.

Кроме того, указанные темпы производства по данной группе стройматериалов практически не превышают темпов роста по общему объему капитальных вложений в производственную и непроизводственную сферы (178,1% к уровню 2005 г.).

При этом следует учитывать, что в сфере производственного строительства в настоящее время доминирует техническое переоснащение мощностей с высокой долей технологического оборудования, что не требует соответствующих темпов роста потребности в строительных материалах.

**Производство и потребление цемента**

В ходе реализации Национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» больше всего вопросов возникает по обеспечению нужд строительства цементом.

По данным органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации на 2010 г., прогноз по объему производства цемента составляет около 79 млн т, или 162% к 2005 г. (48,8 млн т).

**Таблица 2**

Наименование	2005 г.	2006 г.	2010 г.	2010 г. в % к 2005 г.
Цемент, млн т	48,76	52,61	78,97	162
Стеновые материалы, млрд шт. усл. кирпича	15,62	16,78	22,99	147,2
Сборный железобетон, млн м <sup>3</sup>	21,39	23,12	31,1	145,4
Изделия крупнопанельного домостроения, млн м <sup>2</sup> общей площади жилья	9,86	10,89	15,94	161,6



Намечается ввод в действие новых производств суммарной мощностью 37,2 млн т с доведением производственных мощностей в России до 99 млн т цемента.

В то же время предусмотренное выбытие действующих мощностей суммарно составит 3,5 млн т, что с учетом высокой степени износа основного технологического оборудования представляется крайне заниженным и может говорить о недостаточной информированности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации о намерениях собственников предприятий.

При этом если в Южном, Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах намечаемый уровень производственных мощностей обеспечивает покрытие их собственной потребности, то в Центральном федеральном округе в 2010 г. дефицит цемента составит 6,35 млн т, а в Северо-Западном федеральном округе – 9,4 млн т.

К основным техническим проблемам производства цемента, на которые следует обратить особое внимание, относятся вопросы обеспечения необходимым объемом услуг естественных монополий и их стоимости.

Топливо-энергетические затраты в себестоимости производства цемента составляют до 42%. В качестве альтернативного технологического топлива цементных заводов может рассматриваться использование угля взамен природного газа.

Железнодорожным транспортом в России поставляется 75% производимого цемента. Однако парк специализированных вагонов в последние 10–12 лет не обновляется, сильно изношен физически и морально. Доля тарифа в цене продажи цемента составляет около 10%.

Предприятия по производству цемента технически в состоянии использовать бытовые и промышленные отходы, как топливосодержащие для обжига цементного клинкера, так и в качестве минеральных добавок. Только за счет использования в качестве добавок металлургических шлаков при помоле цементного клинкера можно, не увеличивая мощности печей обжига, увеличить выпуск цемента на 600 тыс. т. При этом параллельно решается острейшая экологическая проблема. Однако в условиях действующего законодательства отходообразующие производства не побуждаются к переработке отходов в строительные материалы.

Сезонность спроса на цемент отрицательно влияет на финансовое положение производителей в зимний период, так как цемент достаточно быстро теряет потребительские качества и не подliegt длительному хранению. Частично эту проблему может решить создание региональных цементно-помольных установок, которые, работая на привозном клинкере, могут закупать его впрок для помола в период повышенного спроса на цемент.

**Таблица 3**

**Прогнозная потребность цемента по федеральным округам (в %)**

Федеральный округ	2005 г.	2006 г.	2010 г.
Центральный	38,1	35,8	33,9
Северо-Западный	16,2	16,4	17,1
Южный	11,4	11,4	13,2
Приволжский	13,9	15,8	16
Уральский	7,4	7,6	8
Сибирский	10,5	10,5	9,7
Дальневосточный	2,6	2,4	2,1

**Производство и потребление мелкоштучных стеновых материалов**

Суммарно многоэтажное и индивидуальное жильё из стеновых материалов в общем объеме ввода жилья в 2005 г. составило 52,6%. В 2010 г. его доля прогнозируется в 48,5%, а темпы роста строительства такого жилья на уровне 155,9%. Принимая во внимание, что аналогичный рост спроса на стеновые материалы будет и по другим направлениям капитального строительства (производственная и социальная сферы), следует ожидать увеличения потребности в этих материалах не менее чем в 1,6 раза.

Особенно резкий рост темпов строительства жилья с использованием мелкоштучных стеновых материалов намечается в Калининградской области: с 175 тыс. м<sup>2</sup> до 1,75 млн м<sup>2</sup> (в 10 раз). По данным Министерства жилищно-коммунального хозяйства и строительства Калининградской области, на территорию области в 2010 г. необходимо будет ввезти 420 млн шт. усл. кирпича стеновых материалов. С учетом изолированности территории области и сложностей с доставкой грузов заложенный рост ввода жилья в этом секторе представляется недостаточно просчитанным по материальным ресурсам.

В целом, по данным органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на 2010 г. прогноз по объему производства стеновых материалов составит около 23 млрд шт. усл. кирпича, или 147% к 2005 г. (15,6 млрд шт. усл. кирпича). Следует отметить, что по экспертным оценкам общая мощность предприятий по производству стеновых строительных материалов составляла около 18,7 млрд шт. усл. кирпича. Максимально были загружены мощности предприятий Уральского федерального округа – 71,7%, минимально – Сибирского федерального округа (44,9%)

По данным Росстата, к промышленности стеновых материалов относится 517 крупных и средних предприятий, в том числе 460 кирпичных заводов. Производства стеновых строительных материалов имеются во всех регионах России.

Ввод в действие новых производств намечается суммарной мощностью около 5,9 млрд шт. усл. кирпича с доведением производственных мощностей до 27,6 млрд шт. усл. кирпича. В то же время предусмотренное выбытие старых мощностей суммарно составит лишь 0,45 млрд шт. усл. кирпича, что с учетом высокой степени износа основного технологического оборудования представляется заниженным.

При этом в Северо-Западном, Южном и Дальневосточном федеральных округах намечаемый объем производства стеновых материалов в 2010 г. не обеспечивает покрытия собственных потребностей соответственно на 410,7, 471,3 и 3,5 млн шт. усл. кирпича.

**Таблица 4**

**Прогнозная потребность в стеновых материалах по федеральным округам (в %)**

Федеральный округ	2005 г.	2006 г.	2010 г.
Центральный	30,1	28,1	26,6
Северо-Западный	4,4	7,2	8,7
Южный	15,1	15,8	17,2
Приволжский	29,1	27,7	25,3
Уральский	9,5	9,4	10,1
Сибирский	10,1	10,2	10,7
Дальневосточный	1,6	1,5	1,3

К основным техническим проблемам при производстве мелкоштучных стеновых материалов относятся высокая степень морального и физического износа основных фондов с устаревшими топливо- и энергоемкими технологиями, недостаточная номенклатура выпускаемой продукции. Соответственно модернизация действующих предприятий должна быть направлена на замену физически изношенного оборудования на отечественное и частично импортное с внедрением современных систем массоподготовки, сушки и обжига кирпича.

Расширение производства стеновых материалов может осуществляться за счет создания технологических линий по производству ячеистого пено- и газобетона автоклавного и неавтоклавного твердения, стеновых блоков из керамзитобетона, пенополистиролбетона, гипсовых пазогребневых перегородочных плит.

**Производство и потребление сборного железобетона**

Несмотря на многократное падение объемов производства изделий и конструкций из сборного железобетона, они по-прежнему широко используются в строительстве объектов производственного и гражданского назначения, в том числе крупнопанельного домостроения.

В целом производство изделий и конструкций из сборного железобетона на 2010 г. прогнозируется в объеме около 31,1 млн м<sup>3</sup>, или 145,4% к уровню 2005 г.

Суммарная мощность производств изделий и конструкций из сборного железобетона в 2010 г. (на промышленном и строительном балансах) оценивается в 44,4 млн м<sup>3</sup>. Ввод в действие новых производств намечается суммарной мощностью 5,2 млн м<sup>3</sup>. В то же время предусмотренное выбытие старых мощностей составит свыше 1,5 млн м<sup>3</sup>. Очевидно, что приведенная цифра требует пересмотра с учетом необходимости коренной модернизации основного технологического оборудования и перехода на конструкции зданий современных архитектурно-строительных систем.

Традиционно изделия и конструкции из сборного железобетона производятся в регионах их потребления и по экономическим соображениям не являются продукцией, относимой к номенклатуре межрегиональных поставок.

Однако в Северо-Западном федеральном округе в 2010 г. суммарно прогнозируется дефицит по этой продукции, который вызван резким ростом потребности строительного комплекса Калининградской области, намечающей везти в 2010 г. свыше 1,37 млн м<sup>3</sup> изделий и конструкций из сборного железобетона. С учетом проблем с доставкой грузов на эту территорию такой рост объема поставок представляется малореальным.

К основным техническим задачам, которые предстоит решать собственникам предприятий по производству изделий и конструкций из сборного железобетона, следует отнести: создание гибких технологических линий

для заводов сборного железобетона, автоматизацию производства железобетонных конструкций массового применения; стимулирование создания конкурентоспособного отечественного оборудования для заводского производства железобетонных конструкций, бетонных и растворных смесей, а также расширение номенклатуры производства новых видов модульных опалубок.

**Производство и потребление изделий крупнопанельного домостроения**

Многократное падение объемов строительства крупнопанельного жилья соответственно привело к снижению производства изделий и конструкций крупнопанельного домостроения. В то же время потребность в этой продукции в структуре рынка жилищного строительства по-прежнему высока.

По данным регионов России, доля строительства крупнопанельного домостроения в 2010 г. прогнозируется в размере 23,3% от общего объема (в 2005 г. – 24,7%).

В целом производство изделий и конструкций крупнопанельного домостроения на 2010 г. прогнозируется в объеме свыше 15,9 млн м<sup>2</sup> общей площади жилья, или 161,6% к уровню 2005 г.

Суммарная мощность по производству продукции КПД в 2010 г. оценивается строительными комплексами регионов в объеме 20,7 млн м<sup>2</sup> общей площади жилья.

Ввод в действие новых производств намечается в объеме 3,1 млн м<sup>2</sup>, выбытие устаревших производств – свыше 0,9 млн м<sup>2</sup>.

Практически по всем регионам собственная потребность в продукции удовлетворяется за счет ее производства на месте. Исключение составил Северо-Западный федеральный округ, по которому, как указывалось выше, дефицит создан строительным комплексом Калининградской области.

К основным техническим задачам по производству изделий и конструкций крупнопанельного домостроения следует отнести:

- продолжение модернизации предприятий с ориентацией на производство энергоэффективных ширококорпусных крупнопанельных домов;
- освоение производства изделий и конструкций для зданий различных архитектурно-строительных систем, в том числе каркасных, сборно-монолитных, смешанных и др.;
- развитие монолитного и сборно-монолитного домостроения, снижение его стоимости и повышение качества;
- расширение производства эффективных материалов и изделий для малоэтажного и индивидуального жилищного строительства и продукции общестроительного назначения с использованием местных строительных материалов и энергосберегающих технологий;

**Таблица 5**  
**Прогнозная потребность в сборном железобетоне по федеральным округам (в %)**

Федеральный округ	2005 г.	2006 г.	2010 г.
Центральный	33,4	32,9	29,1
Северо-Западный	6,5	7,5	12,3
Южный	10,3	10,6	13,3
Приволжский	21,9	20,8	19,1
Уральский	13,6	13,4	13
Сибирский	11,1	11,7	10,5
Дальневосточный	3,2	3	2,6

**Таблица 6**  
**Прогнозная потребность изделий КПД по федеральным округам (в %)**

Федеральный округ	2005 г.	2006 г.	2010 г.
Центральный	45,6	40,7	41,3
Северо-Западный	7,7	8,2	9,5
Южный	8,4	9,3	13,3
Приволжский	12,2	13,7	17
Уральский	13,1	14,2	12,2
Сибирский	10,5	11,9	10,7
Дальневосточный	2,5	2,1	2,3



- создание на региональном уровне многопрофильных строительных объединений, способных осуществлять полный цикл строительства зданий, сооружений и инфраструктуры.

**Общие выводы по прогнозам**

В целом оценивая проведенный анализ по опросу субъектов Российской Федерации, необходимо отметить, что полученные данные должны стать основой для работы как с региональными строительными комплексами, так и с отраслевыми коммерческими и некоммерческими структурами по уточнению и углублению показателей работы предприятий по производству строительных материалов, изделий и конструкций, а также для совершенствования подходов к составлению среднесрочных и долгосрочных прогнозов их развития.

Для более глубокого анализа показателей прогнозов производства и потребления строительных материалов, изделий и конструкций, особенно по ряду субъектов Северо-Западного, Центрального и Уральского федеральных округов, представляется целесообразным провести кустовые (по округам) совещания с органами исполнительной власти Российской Федерации по проблемам ресурсного обеспечения потребности капитального строительства, ремонтно-эксплуатационных нужд и торговой сети.

Целью таких совещаний должна стать подготовка региональных программ (детальных прогнозов) развития строительного комплекса соответствующего субъекта, включающих вопросы развития материальной базы строительства.

Эти документы должны быть положены в основу программы государственно-частного партнерства в сфере строительства, определения мер взаимной ответственности государства и бизнеса за формирование рынка доступного жилья.

Одновременно с этим представляется целесообразным подготовить и представить в Правительство Российской Федерации комплекс мер по развитию промышленности строительных материалов Российской Федерации в 2007–2010 гг., в котором предусмотреть ряд правовых и организационных мероприятий по созданию условий для ускоренной модернизации действующих и созданию новых производственных мощностей на современной технологической основе. В этом документе должны найти решение следующие вопросы:

- переход на новые, гармонизированные с европейскими стандартами производимых материалов и методов их испытаний, увязанные с требованиями Федерального закона «О техническом регулировании»;
- стимулирование развития отечественного машиностроения;
- разработка экономических методов государственной поддержки создания новых эффективных видов строительных материалов и экспериментальных производств;
- выделение средств на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям развития отрасли;
- совершенствование государственной статистической информации и др.

Решение этих задач позволит обеспечить в необходимом объеме потребность строительного комплекса в качественных строительных материалах, в первую очередь для реализации Национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» с доведением в 2010 г. объемов ввода в эксплуатацию жилых домов до 80 млн м<sup>2</sup> в год.



**НОРСКИЙ  
КЕРАМИЧЕСКИЙ  
ЗАВОД**

**ЗАО «Норский Керамический Завод»**

**Кирпич керамический**

**для комплектации зданий**

*от фундаментного до облицовочного*





**150019 г. Ярославль, Красноперевальский пер., д 1.**  
**Тел./факс: (4852) 57-92-02, 57-98-68, 57-97-04, 57-93-55.**  
**www.norsk.yaroslavl.ru    norsk@yaroslavl.ru**

## Возможности расширения минеральной базы и прогнозирование развития подотраслей промышленности строительных материалов

В промышленности строительных материалов (СМ) наблюдается устойчивое увеличение объемов производства (табл. 1). В целом по стране рост объемов строительства опережает рост ВВП примерно в 1,5 раза. По отдельным подотраслям наблюдается значительный разброс показателей. Объем производства и потребления СМ в субъектах Российской Федерации зависит от их экономического положения. Такая зависимость прослеживается по долям объемов строительства. Так, за последние годы практически остается постоянной доля ряда областей Центрального региона при значительном (в 1,6 раза) росте доли Московской области и снижении доли Москвы в общем объеме строительства по стране.

В последние годы практически прекращены работы, связанные с анализом экономических показателей, разработкой доктрины технического прогресса, выработкой требований к продукции будущего. Без надежных данных по этим вопросам риски принятия решений о реконструкции и строительстве новых предприятий, организации выпуска новых видов продукции оказываются неоправданно высокими. Для некоторых отраслей народного хозяйства разрабатываются прогнозы на десятилетия вперед. Промышленность СМ в их число не входит.

Анализ показателей работы промышленности СМ за последний период позволил выявить корреляционную связь между индексами промышленного производства

подотраслей промышленности СМ и ВВП. Это дает возможность прогнозировать развитие конкретных подотраслей на среднесрочный период. Поэтому, имея прогнозные цифры роста ВВП и некоторых других макроэкономических показателей, можно составить представление о развитии подотраслей промышленности СМ, оценить перспективную емкость рынка сбыта продукции.

Горные предприятия промышленности СМ России перемешают около 1 млрд т горных пород. Только для производства нерудных строительных материалов в мире добывается более 6 млрд т различных полезных ископаемых, что превышает 1/3 общего объема добываемых твердых полезных ископаемых. Керамическая промышленность России потребляет примерно 25–30 млн т минерального сырья.

Высокие объемы горных работ, производимых горными предприятиями промышленности СМ, не соответствуют малочетному месту в сложившейся иерархии горных производств как в России, так и в мире. Это доказывает сопоставление данных о зарплате, фондо- и энерговооруженности рабочих. На горных предприятиях неоправданно высок травматизм. Производительность труда ниже, чем на предприятиях развитых стран, примерно в 10 раз, что объясняется не только высокой долей ручного труда и меньшей надежностью изношенного оборудования, преимущественно оте-

Таблица 1

Показатели	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Объем работ, выполненных в строительстве в сопоставимых ценах, % к предыдущему году	113,5	110,4	102,9	112,8	110,1	110,5
То же по некоторым субъектам РФ, % от объема по стране						
Калужская обл.	0,507	0,459	0,451	0,42	0,45	0,427
Московская обл.	4,302	4,305	4,007	3,989	5,701	7,024
Тульская обл.	0,702	0,545	0,499	0,539	0,496	0,539
Москва	15,841	15,138	15,23	16,7	15,851	12,164
Выпуск строительных материалов						
Цемент, млн т /% к предыдущему году	32,4/114	35,3/109	37,7/106,8	41/108,8	45,6/111,2	48,2/106,4
Сборный железобетон, млн м <sup>3</sup> /% к предыдущему году	18,3/116	19,8/108	20,1/102	21,1/105	22,6/107	23,2/103
Нерудные строительные материалы, млн м <sup>3</sup> /% к предыдущему году	190/114	197/103	192/97	211/110	230/109	270/104
Стеновые материалы, млрд шт. усл. кирпича / % к предыдущему году из них кирпич строительный, млрд шт. усл. кирпича / % к предыдущему году	13,3/- 10,7	13,5/102 10,8/101	14/104 11/102	14,1/101 11/100	14,8/105 11,4/104	15,2/104 11,3/99
ВВП в сопоставимых ценах, % к предыдущему году, %	110	105,1	104,7	107,3	107,2	106,4



Таблица 2

Разработка комплексных месторождений в США  
(данные по карьерам, добывающим сырье для производства  
строительных материалов в шт. Огайо)

Полезные ископаемые		Количество предприятий
основное	дополнительные	
Глина	Сланец	7
Песчано-гравийная смесь	Глина	8
То же	Известняк и глина	8
То же	Песчаник и глина	8
Известняк	Глина	4
То же	Глина и сланец	4
Песчаник	Глина и сланец	1
Прочие нерудные	Различные	13

качественного производства, но и национальными особенностями организации труда – малым привлечением специализированных подрядных организаций. Нельзя также не отметить, что карьеры керамической промышленности являются самыми землеемкими.

Керамическая промышленность, как и многие другие отрасли, потребляющие минеральное сырье, лишлась большинства месторождений качественного сырья, расположенных вблизи заводов. Месторождения или отработаны, или их территория застроена. В настоящее время расстояние перевозок сырья для большинства предприятий составляет несколько километров. По экспертной оценке затраты, включая транспортные расходы, достигают 1/5 эксплуатационных затрат. Перспектива введения в эксплуатацию новых месторождений, расположенных вблизи заводов, прозрачна. Хотя почти все месторождения полезных ископаемых можно считать комплексными, в отечественной практике горные предприятия создаются обычно для добычи единственного полезного ископаемого.

Во вскрышных и вмещающих породах месторождений разных полезных ископаемых содержится породы, которые пригодны для производства различных СМ. Вот пример, касающийся керамической промышленности. На многих месторождениях часть толщ вскрышных пород пронизана линзами и слоями суглинков и глин. Толща карбонатных пород разделена пластами древних глин, мощность которых достигает нескольких метров, карстовые полости также заполнены глинами. Однако эти попутные полезные ископаемые даже изучаются не во всех случаях и, как правило, не находят спроса. Следует отметить, что значительная часть зарубежных горных предприятий добывает более одного полезного ископаемого (табл. 2).

Культура комплексного использования или сохранения природных ресурсов, включая попутные полезные ископаемые и воду, о дефиците которой в глобальном масштабе нас постоянно извещают, в России прививается медленно, хотя реализация дополнительных полезных ископаемых становится источником получения прибыли, а не роста издержек на разработку, перемещение в отвал и оплату занимаемых отвалами земель. При валовой выемке вскрышных пород и бессистемной укладке в отвалы нередко вместе с отходами переработки эти техногенные ресурсы перемешиваются и к использованию в качестве минерального сырья оказываются непригодными.

Положение с формированием техногенных месторождений за последние годы ухудшилось. При функционировании плановой экономики можно было рассчитывать на компенсацию предприятию затрат по созданию техногенного месторождения, поскольку формирование нового образования сопряжено с дополнительными издержками.

Если исключить необходимость выполнения горно-технической рекультивации, то обычно руководителей горного производства мало заботит будущность нарушенных горными работами земель. Хотя их можно рационально и выгодно эксплуатировать. Но для этого нужно заблаговременно заботиться о рациональном использовании таких техногенных ресурсов, как выработанное пространство карьера, внешние отвалы, шламохранилища, технологические дороги. Они могут служить основой для создания рекреационных зон, водоемов с разведением в промышленных масштабах рыбы, ландшафтных парков. Котлованы карьеров могут использоваться также для размещения различных производств, в том числе повышенной опасности, складов, хранилищ и т. п.

Сокращение землеемкости и комплексное освоение недр требует решения в масштабе государства. Пока этого не происходит. Более того, из проекта Федераль-

ного закона «О недрах» исключено само понятие «техногенное месторождение». Представляется актуальным начать решение этих вопросов на региональном уровне.

Большие неиспользованные резервы повышения рентабельности производства кроются в организации работ. Доля зарплаты в эксплуатационных расходах на большинстве горных предприятий, добывающих различные полезные ископаемые, достигает 1/3 и даже больших значений. Поэтому снижение издержек на добычу сырья в значительной степени связано с повышением производительности труда. Кроме низкого уровня автоматизации сокращению числа персонала препятствуют устаревшие нормативы, которые надзорные органы не стремятся корректировать. Проектировщики продолжают пользоваться Нормами технологического проектирования, изданными 20 и более лет назад, то есть отражающими уровень знаний как минимум четвертьвековой давности. Бюджетные средства на корректировку нормативных документов последние годы не выделяются. Остается единственный путь – финансировать такие проекты, соединив усилия группы заинтересованных предприятий в составе некоммерческого объединения.

Характерными чертами переживаемого периода является концентрация предприятий промышленности СМ, в частности ее горных подотраслей. В Россию уже пришли крупнейшие производители СМ. Следует отметить, что в мировой практике с гигантскими компаниями, производящими сотни миллионов тонн различных СМ, мирно уживаются малые предприятия, которые производят конкурентоспособную продукцию. Создание крупных объединений позволяет оптимизировать издержки, повысить культуру производства и в результате повысить конкурентоспособность вошедших в ее состав предприятий.

В заключение следует сформулировать некоторые вопросы, решение которых представляется актуальным:

1. Выработка технической политики развития керамической промышленности и обоснование требований к СМ будущего.
2. Разработка планов развития областей на дальнюю перспективу, в которых предусматривается использование образуемых при ведении горных работ техногенных ресурсов и обеспечение минеральным сырьем производство основных видов СМ, в частности благодаря созданию техногенных месторождений.
3. Ревизия числящихся на балансе месторождений и установление источников финансирования формирования техногенных месторождений, разработка которых начнется через продолжительный отрезок времени.

А.И. АНАНЬЕВ, д-р техн. наук, директор научного центра Российского общества инженеров строительства (РОИС)

## О нормативных требованиях, занижающих теплозащитные свойства и долговечность кирпичных стен зданий

Выполнение требований по энергосбережению при проектировании зданий привело к применению в строительстве более сложных конструктивных решений наружных стен с теплопроводными включениями и недолговечными теплоизоляционными материалами. Для обеспечения надежности и стабильности теплозащитных свойств таких стен значительно усилены требования к качеству строительных работ. Заложенные требования в технологические регламенты на возведение стен не всегда выполняются. Поэтому фактические теплопотери стен с мягкими утеплителями в условиях эксплуатации часто превышают проектные значения. Средства, затрачиваемые на восстановительные работы для приведения теплозащитных качеств стен в соответствие с проектными, превышают экономию, получаемую от снижения расхода тепла на отопление зданий. Если рассматривать в совокупности энергосбережение с затратами на ремонты стен новых конструктивных решений с недолговечными утеплителями, то они по экономическим условиям значительно уступают кирпичным.

Несмотря на признанное преимущество сплошных однородных кирпичных стен в снижении теплопотерь зданий, им в нормативных документах придают заниженную теплотехническую эффективность. Это создается использованием принципиально отличающихся мето-

дов в определении коэффициентов теплопроводности кирпича и камня от пенополистирольных, минераловатных плит и других теплоизоляционных материалов. Коэффициенты теплопроводности кирпича и камня, принимаемые для расчета теплозащитных качеств наружных стен согласно требованиям ГОСТ 26254–84 [1], определяются в кладке стены с учетом влияния раствора, качества работ, замерзшей влаги и фильтрации воздуха. Расчетные коэффициенты теплопроводности кирпичных кладок устанавливаются по результатам испытаний стен в эксплуатируемых зданиях или на фрагментах размером 2×2 м толщиной 0,38 м в климатической камере при температуре наружного воздуха, близкой к расчетной самой холодной пятидневки, но не теплее -20°C. Такой методический подход позволяет при проектировании теплозащиты наружных кирпичных стен с большой степенью вероятности установить расчетные теплопотери соответствующими фактическим, наблюдаемым в условиях эксплуатации. Расчетные значения коэффициентов теплопроводности, определенные по ГОСТ 26254–84, введены в СНиП II-3–79\* «Строительная теплотехника» [2] и автоматически вошли в Пособие СП 23-101–2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» [3] к СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» [4].

Такой же подход в основном использовался и для установления расчетных значений коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных материалов, введенных в вышеуказанные нормативные документы. При проектировании трехслойных стен и панелей обеспечивали конструктивные решения с теплопотерями, равнозначными сплошным кирпичным, при одинаковом значении приведенного сопротивления теплопередаче ( $R_0^{пр}$ ).

Расчетные коэффициенты теплопроводности пенополистирольных, минераловатных плит и других мягких утеплителей были всегда выше получаемых по методике ГОСТ 7076–99 [5]. В лабораторных условиях их испытывают на малых образцах размером 25×25×5 см при температуре +25°C без учета влияния замерзшей влаги, фильтрации воздуха и качества работ при возведении стен или изготовлении панелей. Для приведения полученных результатов в соответствие с аналогичными в натурных условиях вводились поправочные коэффициенты. Это видно из СНиП II-A.7–71 «Строительная теплотехника» (см. приложение 4, примечание 2) [6]. В последующих редакциях СНиП по строительной теплотехнике поправочные коэффициенты к  $\lambda$  вошли в конкретные расчетные значения коэффициентов теплопроводности. Это позволило их уравнивать со значениями, полученными при испытаниях стен в условиях эксплуатации.

С введением изменений № 3 СНиП II-3–79\* [7], увеличившими требуемый уровень теплоизоляции наружных стен в 3–3,5 раза, оказалось, что во многих регионах страны их невозможно выполнить с применением не только эффективных долговечных и огнестойких материалов, но также пенополистирольных и минера-

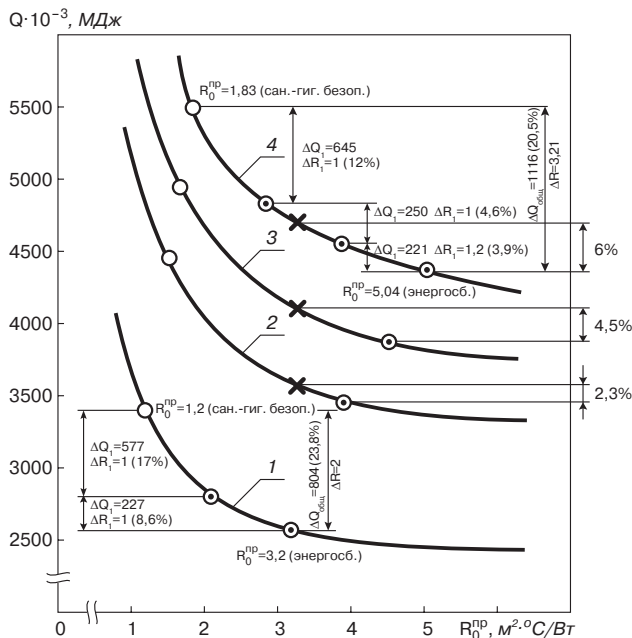


Рис. 1. Снижение теплопотерь жилого 9-этажного дома при увеличении теплозащитных качеств наружных стен: О – значение  $R_0^{пр}$  наружных стен из условий обеспечения санитарно-гигиенической безопасности; ⊙ – значение  $R_0^{пр}$  наружных стен из условий энергосбережения; 1 – г. Тверь (ГСОП=5014); 2 – г. Ханты-Мансийск (ГСОП=7200); 3 – г. Ленск, г. Уренгой (ГСОП=9000); 4 – г. Якутск (ГСОП=10394)



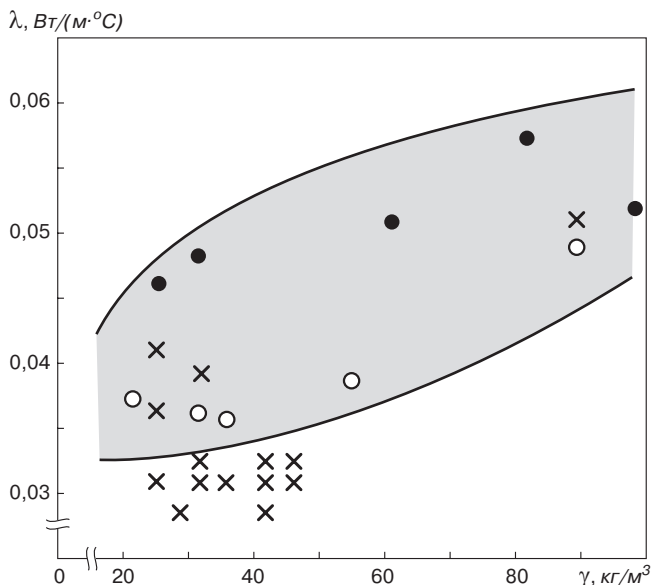


Рис. 2. Теплопроводность пенополистирольных плит: ● – по ГОСТ 26254; × – по ГОСТ 7076; ○ – зарубежные данные (практическая теплопроводность)

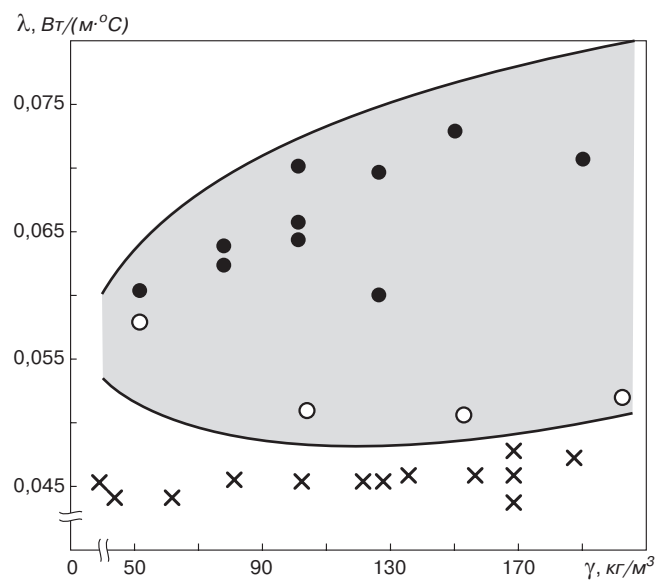


Рис. 3. Теплопроводность минераловатных плит: ● – по ГОСТ 26254; × – по ГОСТ 7076; ○ – зарубежные данные (практическая теплопроводность)

ловатных плит со значениями  $\lambda$ , определенными в условиях эксплуатации. Для обеспечения требуемого уровня теплоизоляции трехслойной панели или стены с гибкими металлическими связями из условий энергосбережения в Москве пришлось увеличить толщину пенополистирольных плит до 180 мм, а в Якутске – до 370 мм. При применении минераловатных плит расчетная толщина теплоизоляционного слоя в Москве должна составлять 315 мм, в Якутске – 550 мм. В наружных стенах с вентилируемым фасадом, насыщенным стальными связями с  $\lambda$  в 1450 раз, а с алюминиевыми в 5500 раз превышающих  $\lambda$  утеплителя, толщину пенополистирольных слоев требуется увеличивать в Москве до 400 мм, а минераловатных плит до 500–600 мм.

Если даже было бы технически возможно возводить стены с такой толщиной теплоизоляционного слоя, то этого не следовало бы делать из-за незначительной экономии тепла на отопление здания. Из рис. 1 видно, что увеличение  $R_{0}^{np}$  стен с  $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  (требуемое по санитарно-гигиеническим условиям) до  $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  снижает теплотери здания на 17%. Увеличение же  $R_{0}^{np}$  еще на одну термическую единицу приводит к снижению теплотери лишь на 8,6%. В г. Якутске увеличение  $R_{0}^{np}$  стен с 3 до  $4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  снижает теплотери на 4,6%, а до  $5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  всего на 3,9%.

С учетом энергозатрат на горячее водоснабжение и освещение получаемая экономия тепла многократно ниже затрат на капитальные ремонты недолговечных стен.

О нецелесообразности введения таких высоких требований к уровню теплоизоляции наружных стен отмечено в более чем ста публикациях и докладах на конференциях ведущими учеными страны. Для выхода из сложившегося положения авторами изменений № 3 СНиП II-3-79\* было решено принимать за расчетные значения коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных материалов экспериментальные данные, получаемые в лабораторных условиях по описанной выше методике ГОСТ 7076–99. Таким способом расчетные коэффициенты теплопроводности для пенополистирольных плит беспрессового формования плотностью  $40 \text{ кг}/\text{м}^3$  были снижены с  $0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$  до  $0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , т. е. на 20%, а изготовленных методом экструзии – до  $0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , т. е. на 40%. Для минераловатных плит плотностью  $175 \text{ кг}/\text{м}^3$   $\lambda$  снижены с  $0,077 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$  до  $0,046 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Эти данные введены в СП 23-

101–2004 [3] в качестве расчетных значений. Приведенные на рис. 2, 3 обобщенные отечественные и зарубежные данные из нормативных документов и литературных источников показывают, что новые данные не вписываются в область фактических значений теплопроводности пенополистирольных и минераловатных утеплителей, определенных в стенах при эксплуатации зданий.

В дополнение к этому в СНиП 23-02–2003 [4] снижен допускаемый минимальный уровень теплоизоляции наружных стен на 37%. Для климатических условий Москвы  $R_{0}^{np}$  требуемое с  $3,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  снижено до  $1,99 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Такой уровень теплоизоляции применительно к трехслойной панели с гибкими металлическими связями достигается при толщине пенополистирольных плит, равной 105 мм при  $\lambda_{\text{б}} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , а минераловатных плит – при толщине 121 мм с  $\lambda_{\text{б}} = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Если принять при этой толщине утеплителя значения коэффициентов теплопроводности, определенные в реальных конструкциях стен при эксплуатации зданий, т. е. соответствующие приведенным в СНиП II-3–79\* [2], то получим  $R_{0, \text{min}}^{np}$  этих же панелей, равными соответственно 1,63 и  $1,26 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Если руководствоваться предложениями Киселева И.Я. [8], то требуемое значение сопротивления теплопередаче стеновых панелей, утепленных пенополистирольными плитами, следует снизить еще на 30%, а минераловатными плитами – на 20%. Это предполагает сделать за счет снижения расчетного значения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов. Улучшенные таким способом значения  $\lambda$  пенополистирольных и минераловатных плит превзошли рекламные данные зарубежных фирм. Тогда требуемое значение  $R_{0, \text{min}}^{np}$  трехслойной стеновой панели с гибкими металлическими связями, утепленной пенополистирольными плитами, обеспечивается толщиной пенополистирольных плит 74 мм, а минераловатных – толщиной 97 мм. При значениях коэффициентов теплопроводности этих утеплителей, определенных в реальных условиях эксплуатации зданий, соответствующих приведенным в СНиП II-3–79\* [2], при отмеченных толщинах получили  $R_{0, \text{min}}^{np}$  соответственно 1,2 и  $1,04 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Таким образом, в результате снижения расчетных коэффициентов теплопроводности достигнуто уменьшение требуемой толщины теплоизоляционного слоя в панелях и стенах до рациональных значений. Это при-

Приведенное сопротивление теплопередаче стены, $R_0^{пр}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	Толщина слоя утеплителя, $\delta$ , мм	Коэффициент теплопроводности утеплителя, $\lambda_B$ , Вт/(м·°C)	Термическое сопротивление слоя утеплителя, $R$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	Удельные теплопотери через 1 м <sup>2</sup> стены, $q$ , Вт/м <sup>2</sup>
Стеновая панель, утепленная пенополистиролом ( $r = 0,7$ ; $t_B = 20^\circ\text{C}$ ; $t_{н.от.} = -3,1^\circ\text{C}$ )				
1,99	105	0,04	2,63	11,7
1,63	105	0,05	2,1	14,2
1,99	74	0,028	2,63	11,7
1,20	74	0,05	1,48	19,2
Стеновая панель, утепленная минватой ( $r = 0,7$ ; $t_B = 20^\circ\text{C}$ ; $t_{н.от.} = -3,1^\circ\text{C}$ )				
1,99	121	0,046	2,63	11,7
1,26	121	0,077	1,57	18,3
1,99	97	0,037	2,63	11,7
1,04	97	0,077	1,26	22,2
Кирпичная стена ( $\alpha_B = 6,75$ ; $r = 0,9$ ; $t_B = 20^\circ\text{C}$ ; $t_{н.от.} = -28^\circ\text{C}$ ; $t_{н.от.} = -3,1^\circ\text{C}$ )				
$R_0^{пр}$ требуемое по сан.-гиг. условиям $R_0^{пр} = 1,19$	Толщина стены $\delta = 640$ мм	$\lambda_{Б,кл.} = 0,64$	–	19,4

вело и к снижению требуемого минимального значения приведенного сопротивления теплопередаче ( $R_{0,min}^{пр}$ ) до значений, соответствующих требованиям по санитарно-гигиеническим условиям, существовавшим до введения в 1995 г. изменений № 3 СНиП II-3-79\* [7]. Практически предпринятые шаги привели к уравниванию требуемых теплозащитных качеств трехслойных конструкций наружных стен со сплошными кирпичными при равнозначных теплопотерях (см. таблицу).

Таким образом, проводившаяся на протяжении десяти лет кампания по снижению на 40–50% энергозатрат на отопление зданий за счет повышения теплозащиты стен закончилась безрезультатно [9, 10]. Если же учесть дополнительные средства, затрачиваемые на выполнение непредвиденных текущих и капитальных ремонтов недолговечных наружных стен с мягкими утеплителями, то следует считать, что она принесла отрицательный эффект.

Поскольку снижение коэффициента теплопроводности пенополистирольных и минераловатных плит на 44–52% достигнуто в результате перехода на другой метод испытаний, не учитывающий в полной мере фактических условий эксплуатации, они не могут быть приняты в качестве расчетных значений.

Следует отметить, что аналогичный прием был осуществлен и с кирпичом и камнем в 1980 г. при введении в действие ГОСТ 379-79 «Кирпич и камни силикатные» [11]. В то время НИИСФ была разработана методика определения теплопроводности кирпича и камня в лабораторных условиях на фрагменте, изготовленном без применения кладочного раствора [12]. В дальнейшем эта методика была рекомендована для испытания и керамического кирпича и камня. Но в связи с тем, что получаемые результаты испытаний по этой методике, не отражающей фактический влажностный режим и воздухопроницаемость кирпичных стен, а также влияние качества выполнения кладки и наличие раствора, отличались на 35–45% в лучшую сторону от получаемых при испытаниях в натуральных условиях (с фактическими теплопотерями), от нее отказались. Испытания кирпича стали продолжать выполнять по методике, изложенной в МРТУ 20-8-66 [13], а с 1984 г. — по ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» [1]. Заложенная в ГОСТ 26254-84 методика из

[13] позволяет в натуральных и приближенных к ним условиях климатической камере определять сопротивление теплопередаче слоистых и сплошных однородных стен, а также теплопроводность кладок и утеплителей в трехслойных стенах и панелях при фактических теплопотерях. С 2005 г. НИИЖБ — филиал ФГУП НИЦ «Строительство» оценивает теплотехническую эффективность ячеистого бетона и пенополистиролбетона по значению коэффициента теплопроводности блоков в кладке стены на клею и растворе по ГОСТ 26254-84, которые соответственно на 6–8% и 26–46% выше  $\lambda$  бетонов, определенных по ГОСТ 7076-99.

Таким образом, использование более жесткого метода, заложенного в ГОСТ 26254-84 для определения коэффициента теплопроводности кирпичных кладок, позволяющего получать достоверные данные, отвечающие фактическим теплопотерям кирпичных стен, поставило их в невыгодное положение по сравнению с трехслойными стенами. Теплопроводность утеплителя до сих пор определяют по ГОСТ 7076-99 в лабораторных условиях, не отвечающих реальной эксплуатации и фактическим теплопотерям через наружные стены. Сохранившийся льготный подход к определению теплопроводности пенополистирольных и минераловатных плит ограничил применение для наружных стен долговечных теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных материалов, проверенных длительным сроком эксплуатации в климатических условиях России.

Чтобы привести в соответствие по теплотехнической эффективности все строительные материалы, необходимо их испытывать по единой методике в климатической камере на однослойных, двухслойных и трехслойных эталонных фрагментах стен. При испытаниях следует определять не только сопротивление теплопередаче, но и расход тепловой энергии при одинаковом значении температурного перепада ( $t_B - t_n$ ) и коэффициентов теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ( $t_B - \tau_B$ ). Результаты испытаний теплоизоляционных материалов по ГОСТ 7076-99 [5] целесообразно использовать заводам для сравнения качества выпускаемой продукции.

Занижение теплозащитных качеств наружных кирпичных стен проявляется также при расчете теплопо-

ть через оболочку здания [3]. При расчете трансмиссионных теплопотерь значения коэффициента теплообмена  $\alpha_v$  для стен до 2003 г. принимались такими же, как и для окон, равными 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>·°С), а с 2003 г.  $\alpha_v$  для окон снизили до 8 Вт/(м<sup>2</sup>·°С), т. е. для стен он завышен, а для окон занижен.

Значения коэффициентов теплообмена отражают интенсивность передачи тепла через наружные ограждающие конструкции от внутреннего воздуха помещений и внутренних конструкций. Чем ниже теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций, тем холоднее их внутренняя поверхность и тем больше ее влияние на интенсивность теплообмена и передачу тепла ограждению. Поскольку сопротивление теплопередаче стен в 5–12 раз больше, чем окон, интенсивность теплообмена на их внутренней поверхности значительно ниже, чем на поверхности окон. При экспериментальной оценке теплозащитных качеств стен и окон эту разницу не учитывают и к полученному значению термического сопротивления в обоих случаях прибавляют почти одинаковое значение сопротивления теплопередаче ( $R_v = 1/\alpha_v$ ).

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что конвективный теплообмен у внутренней поверхности стен проходит в ламинарном режиме, а у внутренней поверхности окон — в турбулентном режиме, что и обуславливает необходимость принятия существенно отличающегося коэффициента конвективно-го теплообмена [14, 18] у стен от принимаемого для окон.

Изучение конвективного теплообмена с применением лазерного интерферометра [19] показывает, что при одинаковой температуре внутреннего воздуха в помещении он у стен с ламинарным движением воздуха проходит менее интенсивно, чем у окон с турбулентным режимом. Турбулентный режим движения воздуха на внутренней поверхности окна обусловлен более низкой температурой светопрозрачной части и более высоким температурным напором  $\Delta t^H$ . Эта же закономерность установлена и при исследованиях  $\alpha_v$  ограждений в климатической камере и натуральных условиях.

Сокращению дополнительных трансмиссионных теплопотерь через окна способствуют требования ГОСТ 26602.1–99 [20], предписывающие проводить испытания с установкой отопительного прибора вне зоны окна. Использование такого подхода к испытаниям позволяет искусственно завышать теплозащитные качества окон [21]. Хотя в условиях эксплуатации в целях избежания образования конденсата и наледей на внутренней поверхности стекол и увеличения комфортной рабочей зоны в помещениях отопительные приборы в обязательном порядке устанавливаются под окнами. Установка отопительного прибора под окном, по данным Савина В.К. [18], приводит к увеличению теплопотерь через окна на 20–50%. Эти дополнительные трансмиссионные теплопотери через окна компенсируют путем повышения нормативного значения  $\alpha_v$  для стен с 6,75 до 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>·°С), а для окон снижают с 9–11 до 8 Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

В итоге это приводит к занижению трансмиссионных теплопотерь оболочки здания и установке отопительных приборов недостаточной мощности.

Важной отличительной особенностью кирпичных зданий от каркасных, блочных, панельных и монолитных железобетонных является повышенная долговечность наружных стен. Опыт длительной эксплуатации зданий с наружными кирпичными стенами, облицованными лицевым кирпичом с морозостойкостью F25–F35, показал их безремонтное содержание на протяжении более 50 лет. Они соответствуют данным, приведенным в действующем нормативном документе ВСН58-88(р) [22], где продолжительность эксплуатации до капитального ремонта для кирпичных стен толщиной 2,5 кирпича установлена 50 лет.

Очевидно, что выглядит недоразумением предложение в [23] по межкапитальному ремонтному сроку для наружных стен из штучных материалов (кирпича) равному 25 лет в нормальных условиях эксплуатации. К таким предложениям необходимо относиться как к преднамеренному желанию записать долговечность сплошных кирпичных стен по сравнению с возведенными с применением мягких теплоизоляционных материалов. Тем более что для пенополистирольных плит в трехслойных стенах устанавливается долговечность (безремонтный срок службы) при 5% снижении теплозащитных свойств, равный 46,5 лет, а при снижении прочности утеплителя на 20% — 33,2 года. При этом долговечность наружного бетонного слоя с маркой по морозостойкости F300 в трехслойных стенах приведена соответствующей 27,5 лет.

В последние 10–15 лет на многих заводах страны освоена новая технология производства керамического кирпича и произведена модернизация оборудования, что способствует производству лицевого кирпича с маркой по морозостойкости до F50, а на некоторых заводах и до F100. Одновременно повышена и прочность кирпича. Это создало условия для пересмотра действующих нормативных сроков до капитального ремонта наружных стен. Обобщив данные по эксплуатации сплошных кирпичных стен зданий, облицованных лицевым кирпичом с морозостойкостью F50, ведущие специалисты страны сочли целесообразным в стандарте РОИС СТО 00044807-00102006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий» [24] увеличить продолжительность эксплуатации сплошных кирпичных стен до первого капитального ремонта до 80 лет.

В этом же стандарте расчетные значения коэффициентов теплообмена внутренней поверхности наружных стен приняты равными 6,75 Вт/(м<sup>2</sup>·°С), а окон — 10,7 Вт/(м<sup>2</sup>·°С). В стандарт РОИС также введены повышающие коэффициенты на теплопроводность теплоизоляционных материалов, определяемых в лабораторных условиях по ГОСТ 7076–99, равные 1,3 для используемых в вентилируемых конструкциях стен и 1,2 в вентилируемых. Приведены данные по теплопроводности кладок стен из полнотелого, пустотелого кирпича, крупноформатных керамических камней из пористой керамики, из ячеистобетонных, полистиролбетонных и керамзитобетонных блоков на клею и различных кладочных растворах.

Приведение в единую систему расчетных значений коэффициентов теплообмена стен и окон ( $\alpha_v$ ) и коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных материалов ( $\lambda$ ) позволяет при эксплуатации зданий обеспечивать равнозначные теплопотери различных конструкций кирпичных и трехслойных стен, а также окон при одинаковых приведенных сопротивлениях теплопередаче.

Стандарт РОИС «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий» разработан ведущими специалистами страны, утвержден РОИС, филиалами ФГУП НИЦ «Строительство» — ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и НИИЖБ, Национальным институтом технического регулирования, Самарским государственным архитектурно-строительным университетом, ОАО «Победа ЛСР». Одобрен и рекомендован Экспертным советом при администрации Президента РФ для применения в качестве нормативного документа в строительстве.

#### Список литературы

1. ГОСТ 26254–84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. М.: Госстрой СССР. 1985.
2. СНиП II-3–79\*. Строительная теплотехника. М.: Госстрой СССР. 1998.



3. СП 23-101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М.: ФГУП ЦПП. 2004 г.
4. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой РФ. 2003 г.
5. ГОСТ 7076–99. Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. М.: Госстрой РФ. 1999.
6. СНиП II-A.7–71. Строительная теплотехника. М.: Госстрой СССР. 1971 г.
7. Изменение № 3 СНиП II-3–79\*. Постановление Госстроя СССР №18-11 от 2.02.1994 г. «О тепловой защите строящихся зданий и сооружений».
8. *Киселев И.Я.* Повышение точности определения теплофизических свойств теплоизоляционных строительных материалов с учетом их структуры и особенностей эксплуатационных воздействий. Диссертация на соискание ученой степени д-ра техн. наук. М.: НИИСФ. 2006.
9. *Бондаренко В.М., Ляхович Л.С., Хлевчук В.Р. и др.* О нормативных требованиях к тепловой защите зданий // Строит. материалы. №12. 2000. С. 2–8.
10. *Лобов О.И., Ананьев А.И., Кувшинов Ю.Я.* Приведение теплозащитных качеств наружных стен зданий в соответствие с Федеральным законом «О техническом регулировании» // Международная техническая конференция «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». Москва. 2005.
11. ГОСТ 379–79. Кирпич и камни силикатные. Госстрой СССР. М.: 1979.
12. *Бутовский И.Н., Тачкова Н.А.* Теплотехнические испытания силикатных кирпича и камней // БСТ. 1980 г. №12.
13. МРТУ 20-8–66. Методы проверки теплозащитных качеств и воздухопроницаемости крупнопанельных ограждающих конструкций. М.: Стройиздат. 1967.
14. *Богословский В.Н.* Строительная теплофизика. М.: Высшая школа. 1982. 414 с.
15. *Ананьев А.И., Богословский В.Н., Коваленко Н.В.* Наружные кирпичные стены из эффективной кладки с повышенными теплозащитными качествами // Жилищное строительство. 1995. № 3.
16. *Михеев М.А.* Основы теплопередачи. М.-Л.: Госэнергоиздат. 1949.
17. *Лыков А.В.* Теоретические основы строительной теплофизики. Минск: Изд-во Академии наук БССР. 1961.
18. *Савин В.К.* Строительная теплофизика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение. М.: Лазурь. 2005. 425 с.
19. *Ананьев А.И., Комов В.М., Иванов Л.В.* Исследование теплообмена наружных кирпичных стен жилых зданий и нормирование теплозащитных качеств // Строительное обозрение № 3 (42). 2000.
20. ГОСТ 26602.1–99. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче. М.: Госстрой РФ. 1999.
21. *Лобов О.И., Ананьев А.И., Вязовченко П.А. и др.* В защиту отечественного строительства и промышленности строительных материалов // Строительный эксперт. 2001. №10–11.
22. ВСН 58-88 (р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. Госкомитет по архитектуре и градостроительству при Госстрое СССР. М. 1990.
23. *Александровский С.В.* Долговечность ограждающих конструкций М.: НИИСФ РААСН. 2004. 332 с.
24. Стандарт РОИС. СТО 00044807-00102006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. М.: ГУП ЦПП. 2006.

**ДОБАВКИ, пластификаторы для бетонов**

**ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:** алкидные, акриловые, полиуретановые

**КОЛЕРОВОЧНЫЕ ПАСТЫ на водной основе**

**ПИГМЕНТЫ:** органические, неорганические

**АКРИЛОВЫЕ эмульсии дисперсии**

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА КРАТА® ПИГМЕНТ И ПФ ТЕХНОХИМ**

**ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

**СМОЛЫ:** карбамидоформальдегидные, фенолформальдегидные

ОАО "Пигмент"  
392681, Россия, г.Тамбов, ул.Монтажников, 1  
(4752) 71-13-98, 72-11-51, т/ф: 71-46-67  
info@krata.ru  
http://www.krata.ru



Уральский научно-исследовательский институт  
строительных материалов

**УралНИИСтром**

# ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КИРПИЧА



**50 лет**  
на рынке  
жаростойких  
материалов  
и печестроения!

**Предлагаем:**

Проекты каркасных кольцевых печей новой конструкции со съёмным сводом



Проекты туннельных печей на 20, 30 и 60 млн шт. усл. кирпича из сборных крупноразмерных стеновых и сводовых элементов



Поставка комплектов сборных ограждающих конструкций туннельных печей полной заводской готовности



Поставка готовых изделий из жаростойкого бетона (горелочные камни, блоки футеровки вагонеток)



Поставка керамовермикулитовых изделий для кладки стен кольцевых печей и волокнистых огнеупоров для сводовых панелей

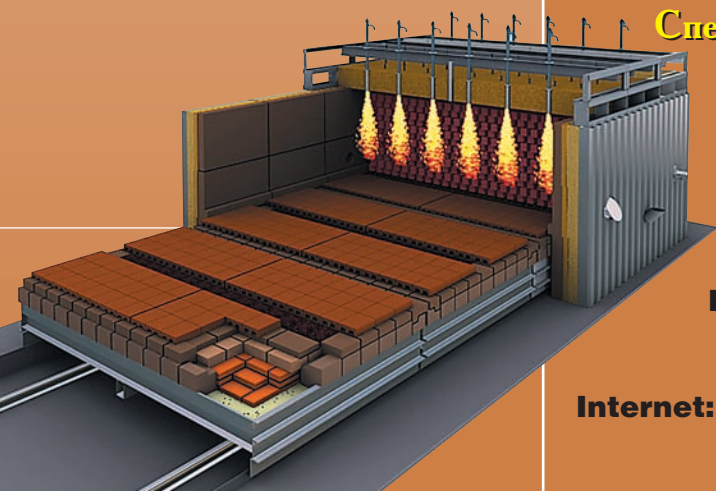


Поставка сухих смесей для приготовления жаростойкого бетона



Разработка технологических регламентов и рабочих чертежей для участков жаростойкого бетона с привязкой к условиям кирпичных заводов

**Специалисты института осуществляют помощь в организации производства жаростойкого бетона на предприятиях керамической промышленности.**



Россия, 454047, г. Челябинск, а/я 5177

Тел./факс: (351) 722-85-85

Тел.: (351) 725-28-19, 725-28-58

Internet: [www.vermiculite.ru](http://www.vermiculite.ru) e-mail: [info@vermiculite.ru](mailto:info@vermiculite.ru)



## Опыт снижения теплотехнических требований к ограждающим конструкциям зданий в Северо-Западном регионе РФ

В 90-е годы прошлого века в Российской Федерации вступил в действие Федеральный закон «Об энергосбережении» №28-ФЗ, который привел к ужесточению требований по теплотехнике. Изменение № 3 СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника» предписывало в два этапа увеличить требования к теплозащите ограждающих конструкций зданий [1].

Известно, что потери теплоты через наружные стены составляют не более 15–20%. Тем не менее основное ужесточение теплотехнических требований коснулось именно наружных стен зданий и сооружений [2, 3]. В Северо-Западном регионе России нормативное сопротивление теплопередаче наружных стен увеличилось с  $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$  до  $1,76 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$  на первом этапе изменений (с 1995 г.), на втором — до  $2,96 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$  (с 2000 г.).

Увеличение теплотехнических требований более чем в 2,5 раза привело к тому, что расчетная толщина наружных стен из рядового керамического кирпича должна была бы составлять 1,5 м и более. В связи с этим широко распространенные стены из керамического кирпича постепенно стали замещаться многослойными конструкциями с применением волокнистых и полимерных теплоизоляционных материалов, долговечность которых в климатических условиях России недостаточно изучена. В северных регионах страны наружные стены с уровнем теплоизоляции, заложенным в новые нормы, конструктивно невыполнимы даже с так называемыми эффективными утеплителями. Эти тенденции в строительстве поставили под угрозу само существование кирпичной отрасли России. Чтобы сохранить позицию керамического кирпича как основного мелкоштучного стенового материала для возведения наружных ограждений, кирпичные заводы должны были перейти на выпуск поризованной керамики. Однако в силу многих технологических особенностей производства такого материала его выпуск в России смогли освоить лишь несколько кирпичных заво-

дов. Но даже выпуск поризованных камней и блоков с теплопроводностью  $0,21\text{--}0,26 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{С})$  не позволял возводить кирпичные стены традиционной толщины 640 мм, полностью удовлетворяющие требованиям по теплотехнике. Для проектирования кирпичных стен толщиной 510–640 мм необходимо дополнительное снижение коэффициента теплопроводности до  $0,154\text{--}0,18 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{С})$ . Такой теплопроводностью обладают только сверхпоризованные крупноформатные керамические блоки плотностью до  $650\text{--}800 \text{ кг}/\text{м}^3$ , которые при этом имеют относительно низкие прочностные показатели (М35–М100), не позволяющие широко использовать их в многоэтажном кирпичном строительстве.

Постановлением Госстроя России № 113 от 26 июня 2003 г. с 1 октября 2003 г. был введен в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [4] взамен СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника». В этом документе дополнительно к нормированию теплозащитных качеств наружных стен по санитарно-гигиеническим условиям и по условиям энергосбережения введен третий показатель — по удельному расходу тепловой энергии на отопление здания. Требуемый уровень теплозащитных качеств наружных стен предлагается рассматривать во взаимосвязи с общим энергетическим балансом здания. Такой подход позволяет отступать от чрезмерно высокого нормативного уровня теплозащитных качеств наружных стен, заложенного только из условий энергосбережения. Этот же принцип был реализован в территориальных строительных нормах, которые введены во многих регионах Российской Федерации в 2003–2004 гг.

На территории Северо-Западного региона РФ действуют ТСН 23-340-2003 СПб «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите», которые устанавливают обязательные минимальные требования по теплозащите зданий.



Возведение многоэтажного жилого дома с применением керамического сверхпоризованного камня 10,8 НФ производства ОАО «Победа ЛСР»



Строительство многоэтажного жилого дома с применением керамического поризованного камня 4,5 НФ производства ОАО «Победа ЛСР»



Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $R_0^{пр}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые	4796	3,08	4,6	4,06	0,42	0,32
Общественные		2,64	3,52	2,98	0,4	0,3
Производственные		1,96	2,7	1,96	0,25	0,23

В данном документе также предложено два альтернативных подхода:

- предписывающий, когда нормативные требования предъявляются к отдельным элементам теплозащиты здания: минимально допустимое сопротивление теплопередаче наружных стен не менее 1,76 м<sup>2</sup>·°С/Вт;
- потребительский, в котором нормируется удельный расход тепловой энергии на отопление здания. В таблице указаны минимальные требования приведенного сопротивления теплопередаче для ограждающих конструкций Северо-Западного региона.

Предлагаемая в потребительском подходе величина минимально допустимого сопротивления теплопередаче наружных стен  $R_0 = 1,76 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$  не находит практического применения в проектах, поскольку применение этого решения приводит к завышенному расчетному расходу тепла на отопление здания.

Согласно предписывающему подходу применение термического сопротивления теплопередаче  $R_0 = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$  обеспечивает нормируемый отпуск тепла на отопление здания. Однако применение в конструкциях долговечных теплоизоляционных материалов приводит к повышению затрат на ремонты ограждающих конструкций здания, в ряде случаев требуется дополнительное проветривание и кондиционирование воздуха в жилых помещениях, что приводит к дополнительным ненормативным расходам энергии [5].

Таким образом, соблюдение требований по теплоизоляции для наружных стен по предписывающему подходу в климатических условиях Северо-Запада могли привести к повсеместному строительству объектов, утепленных недолговечными материалами, что значительно сократило бы срок службы стен, а значит, и всего здания в целом.

В связи со сложившейся ситуацией Ассоциация домостроителей и производителей строительных материалов Санкт-Петербурга и Ленинградской области вышла с предложением в правительства Санкт-Петербурга и Ленинградской области внести изменения в ТСН 23-340–2003 о снижении необоснованно завышенных требований по теплотехнике наружных стен зданий с целью возможности строительства наружных стен жилых зданий из традиционных керамических материалов. При этом было предложено учитывать не только теплотехнические характеристики материалов и конструкций, но и их долговечность.

Правительство Санкт-Петербурга оперативно отреагировало на предложение строительной общественности и поручило зональному научно-исследовательскому и проектному институту жилищно-гражданских зданий разработать изменения к ТСН, которые будут способствовать повышению качества строительства зданий и сооружений в Санкт-Петербурге, а также снижению затрат на их эксплуатацию. В этой работе принимали активное участие ведущие проектные организации Санкт-Петербурга и Ленинградской области: ФГУП «Ленгражданпроект», ОАО «ЛенжилНИИпроект», ОАО «Проектный институт №1», ЗАО «Архитектурная студия М4», ООО «А-Лен», ООО Архитектурное бюро «Прспект» и др.

ОАО «СПбЗНИИПИ» было предложено снизить приведенное сопротивление теплопередаче для наружных стен жилых зданий и сооружений с 3,08 до 1,76 м<sup>2</sup>·°С/Вт и компенсировать возросшие теплопотери за счет комплекса дополнительных мер, что позволит не выходить за рамки нормативов по удельному расходу тепловой энергии за отопительный период.

Таковыми дополнительными мерами являются:

- выбор оптимальных объемно-планировочных решений. Например, увеличение ширины здания на 2 м приводит к сокращению удельного теплопотребления в среднем на 20%;
- применение эффективной системы отопления с автоматическим регулированием подачи тепла на вводе в здание и установкой термостатов на отопительных приборах;
- уменьшение площади световых проемов и применение светопрозрачных конструкций с повышенной теплозащитой;
- утепление оконных откосов;
- применение принудительной системы вентиляции и т. д.

После принятия ТСН 23-340–2003 с изменениями №1 строительные и проектные организации стали широко использовать его в проектировании новых зданий и сооружений, так как заложенные требования позволяют строить однородные стены толщиной 640 мм из эффективного кирпича с коэффициентом теплопроводности не более 0,32 Вт/(м·°С) и толщиной 510 мм из кирпича с коэффициентом теплопроводности не более 0,24 Вт/(м·°С). Возведение однородных кирпичных стен не только улучшает качественные показатели строящихся объектов, но и гарантирует долговечность жилых домов в Северо-Западном регионе РФ.

#### Список литературы

1. СНиП II–3–79\* «Строительная теплотехника». Госстрой России. М. 1998.
2. Лобов О.И., Ананьев А.И., Вязовченко П.А. и др. В защиту отечественного строительства и промышленности строительных материалов // Строительный эксперт. 2001. № 10. С. 4–5; № 11. С. 10–12.
3. Кондратенко В.А. Теплозащита наружных стен: излишество или необходимость // Строительная инженерия. 2006. № 8. С. 7–8.
4. СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий». Госстрой России, М. 2004.
5. Старынин А.В. Введение новых требований по теплотехнике. Изменения и дополнения в ТСН 23–340–2003 СПб «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите» // Строительство и городское хозяйство Санкт-Петербурга и Ленинградской области. 2005. № 75 (февраль). С. 15–19.
6. Ананьев А.И., Кувшинов Ю.Я. Реализация Закона «О техническом регулировании» для проектирования и строительства долговечных энергосберегающих наружных стен зданий // Строительство и городское хозяйство Санкт-Петербурга и Ленинградской области. 2005. № 75 (февраль). С. 10–13.

Б.П. ТАРАСЕВИЧ, канд. техн. наук, ведущий советник Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан (Казань)

## **Производители строительной керамики Республики Татарстан наращивают выпуск современной продукции**

Приоритетные направления развития производства керамических стеновых материалов в республике определены подпрограммой «Устойчивое развитие строительного комплекса Республики Татарстан на 2006–2008 годы» [1]. Потребность строительного комплекса республики в стеновой керамике к 2010 г. оценивается на уровне 600 млн шт. усл. кирпича в год (из них 487 млн шт. стенового и 113 млн шт. лицевого), дефицит производственных мощностей составляет около 200 млн шт. стенового и 50 млн шт. лицевого кирпича.

В настоящее время объем производства стеновой керамики в республике составляет около 250 млн шт. усл. кирпича в год. Ежегодно в республику ввозится около 120 млн шт. усл. кирпича, в основном керамического.

Президентом Республики Татарстан М.Ш. Шаймиевым поставлена задача к 2009 г. сократить объем ввоза кирпича в республику за счет увеличения объемов местного производства и улучшения качества производимого кирпича. Выполнение поставленной задачи потребует модернизации действующих и строительства новых кирпичных заводов.

Для создания современных производственных мощностей по выпуску стеновой керамики Правительством Республики Татарстан в качестве инвестора привлечена австрийская компания «Wienerberger AG», приступившая к строительству нового кирпичного завода мощностью до 150 млн шт. усл. кирпича в год в п. Куркачи вблизи Казани. Компания известна как производитель комплектной системы керамического теплого домостроения POROTHERM, которая в дальнейшем может стать основой для освоения в республике перспективной технологии крупнопанельного кирпичного домостроения (быстровозводимых кирпичных зданий) [1, 2].

Свой вклад в развитие производства стеновой керамики в Республике Татарстан намерены внести также местные инвесторы, в том числе крупные региональные строительные компании, создающие собственную производственную базу.

Пионером в этой области является строительная фирма «ФОН» (Казань), специализирующаяся на строительстве многоэтажных жилых домов с несущими кирпичными стенами. Из-за низкой марочности местного керамического кирпича фирма «ФОН» в своей деятельности длительное время отдавала предпочтение строительству многоэтажных зданий из силикатного кирпича, потребляя его в объемах до 50 млн шт. усл. кирпича ежегодно.

Предусматриваемый фирмой переход к возведению жилья из стеновой керамики, а главное, намерение построить собственный завод по выпуску керамического кирпича свидетельствуют о позитивных изменениях в строительном бизнесе Республики Татарстан, и с этой точки зрения значимость данного проекта трудно переоценить.

Новый завод мощностью 60 млн шт. усл. кирпича в год планируется разместить в п. Ключищи на правом берегу р. Волги вблизи Казани. По вещественному составу и технологическим свойствам глинистое сырье Ключищенского месторождения является типичным для Казанской зо-

ны Республики Татарстан. Оно засорено карбонатными включениями, содержит до 60% пылеватых фракций, а глинистая фракция в сырье представлена преимущественно минералами группы монтмориллонита (сметитами).

По результатам заводских испытаний, проведенных в 1989 г. опытным заводом ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова на отечественном технологическом оборудовании, данное сырье было признано непригодным для производства керамического кирпича методом пластического формования с искусственной сушкой сырца из-за наличия карбонатных включений и неудовлетворительных сушильно-обжиговых свойств.

Принимая во внимание возможность измельчения карбонатных включений на современных вальцах супертонкого помола с зазором менее 1 мм, а также наличие новых моделей многозонных сушилок и туннельных печей, инвестором принято решение оснастить завод комплектной импортной технологической линией пластического формования, полученной «из одних и первых рук» при условии ее последующего шеф-монтажа, пуска наладки и сдачи в эксплуатацию «под ключ» с гарантией освоения проектной мощности, обеспечения качества готовой продукции согласно техническому заданию заказчика и соблюдения контрольных удельных норм по энергопотреблению завода.

По результатам исследований глинистого сырья Ключищенского месторождения ответственность за выполнение технического задания заказчика взяла на себя испанская фирма **Solincer**, входящая в состав промышленной группы **Solincer-Ingicer-Verdes**. Эта группа имеет большой опыт работы в России, где с участием фирмы **Verdes** были построены и успешно работают 15 керамических заводов по производству кирпича, черепицы и облицовочной плитки. Привлекательным моментом является то, что технические предложения группы сопровождаются предложением испанского банка BBVA по возможной схеме финансирования проекта (предоставление льготного кредита сроком до 7 лет либо схема лизинга оборудования).

Принципиальная схема технологической линии Solincer-Ingicer-Verdes приведена на рис. 1, а общая компоновка – на рис. 2.

Массоподготовительное и формовочное отделения линии комплектуются оборудованием Verdes, в том числе шарнирными вальцами супертонкого помола (модель LAVN – 092/1000), работающими с зазором 0,6 – 0,7 мм и вакуумным экструдером COMBI (модель 077 – C/65) с диаметром прессующего шнека 650 мм и давлением прессования до 3,5 МПа, оснащенным мундштуками Verdes и системой паропрогрева для облегчения формирования бруса и последующей сушки кирпича-сырца.

Операции резки и укладки сырца на сушильные вагонетки, их последующей разгрузки и садки кирпича на обжиговые вагонетки, а также пакетирования и упаковки готовой продукции выполняются автоматизированным машинным оборудованием Ingicer.

Для обеспечения бездефектной сушки сырца фирмой Solincer предложена не имеющая аналогов в Рес-

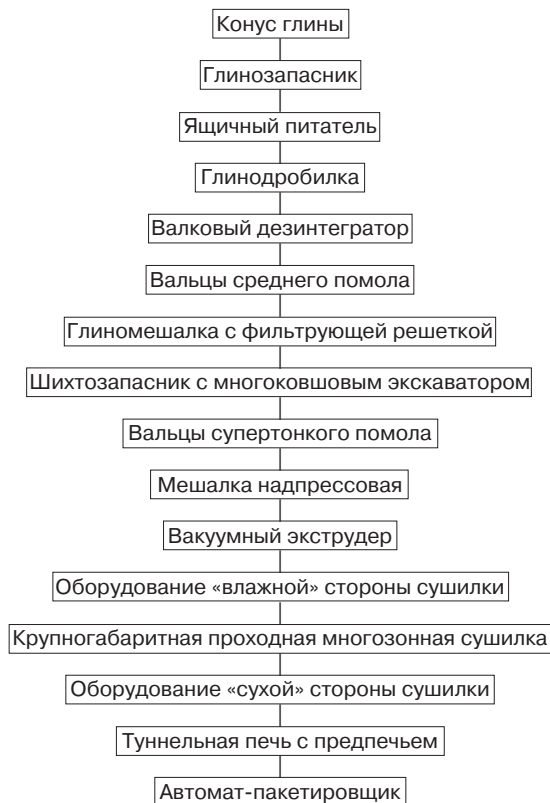


Рис. 1. Принципиальная схема производства керамического кирпича из глинистого сырья Ключищенского месторождения РТ.

публике Татарстан крупногабаритная проходная многозонная сушилка Solmix, оснащенная 105 коническими ротамиксерами Solinmix. Каждый из них имеет собственный нагнетающий вентилятор и привод поворота тубуса, вынесенные на кровлю сушилки, а также систему клапанов для регулирования соотношения между влажным рециркулятом и горячим сухим воздухом от печи и теплогенератора. За счет этого по длине сушилки создаются автономные зоны с разными режимами сушки — от мягкого в начале процесса до скоростного после достижения критической влажности и прекращения усадки сырца. Сушилка оснащена системами позонной рециркуляции, автономного подогрева и тур-

булизации теплоносителя за счет синхронного поворота тубусов ротамиксеров в каждом ряду, а также блоком компьютерного управления режимом сушки, автоматической загрузкой-выгрузкой сушильных вагонеток и подачей-отбором сушильных палет с программным обеспечением фирмы Solincer. Общие габариты сушилки рассчитаны исходя из срока сушки 72 ч и составляют 112,8×22,5×5,5 м. Температурно-влажностный режим по длине сушилки адаптирован к исследованным фирмой Solincer сушильным свойствам глинистого сырья Ключищенского месторождения.

Исходя из расчетного срока обжига 40 ч фирмой Solincer предложена современная автоматизированная туннельная печь с подвесным плоским сводом и объемом обжигового канала 153,9×4,5×1,8 м в комплекте с предпечью длиной 27,9 м. Кривая обжига и аэродинамический режим работы печи адаптированы к исследованным фирмой Solincer обжиговым свойствам глинистого сырья Ключищенского месторождения.

Контроль за соблюдением технологических параметров и управление технологическим процессом полностью автоматизированы и осуществляются с центрального компьютерного пульта.

Технологическая часть проекта выполняется фирмой Solincer, остальные части проекта разрабатываются местным проектным институтом.

Определенные планы по модернизации и развитию производства имеются также у действующих кирпичных заводов.

Среди местных производителей керамического кирпича наиболее крупным является НПО «Строительная керамика», в состав которого входят три предприятия:

- ООО «Камстройиндустрия», оснащенное технологической линией СЕРИК мощностью 60 млн шт. усл. кирпича в год. Планируется модернизация производства с целью повышения качества кирпича и выхода предприятия на проектную мощность;

- ОАО «Казанский КСМ» мощностью 62 млн шт. усл. кирпича в год, оснащенное отечественным технологическим оборудованием. Планируется реконструкция производства с целью повышения качества кирпича;

- ОАО «Елабужская керамика», оснащенное отечественной технологической линией мощностью 25 млн шт. усл. кирпича в год. На первом этапе планируется модернизация производства с целью повышения качества кирпича, на втором этапе — расширение производства с увеличением мощности завода до 50 млн шт. усл. кирпича в год.

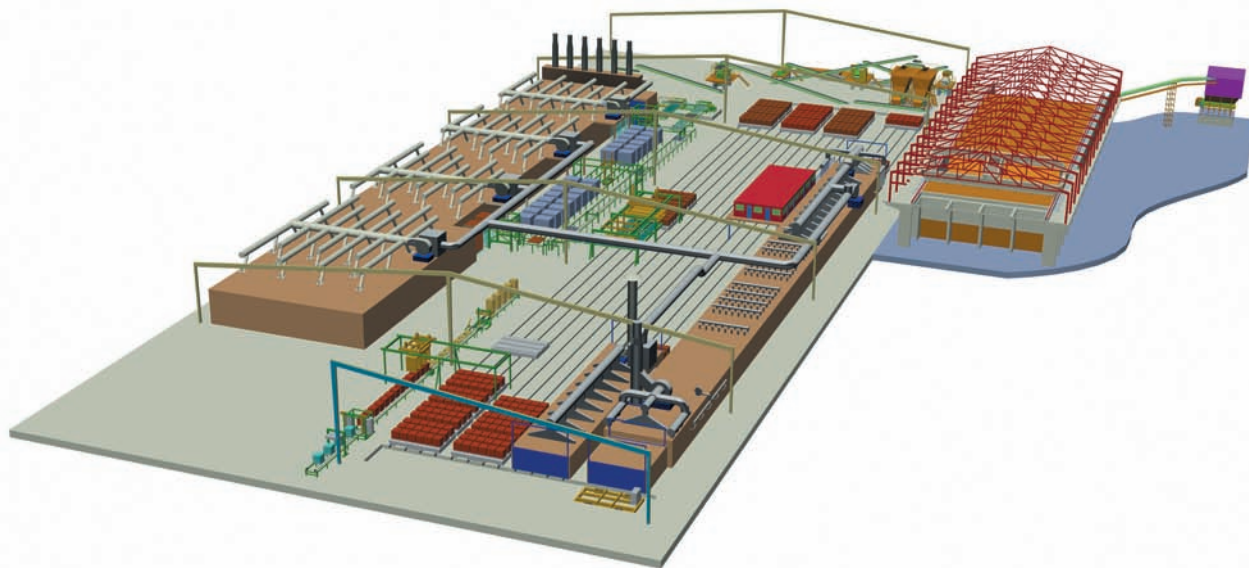


Рис. 2. Общая компоновка технологической линии Solincer-Ingicer-Verdes мощностью 60 млн шт. усл. кирпича в год



Одновременно НПО «Строительная керамика» прорабатывается вопрос о целесообразности завершения строительства Кошаковского завода керамических стеновых материалов вблизи Казани. Строительство этого завода мощностью 75 млн шт. усл. кирпича в год было начато в конце 80-х годов прошлого века за счет государственных капиталовложений. При переходе к рыночным отношениям реализация проекта была прекращена из-за отсутствия финансирования.

Среди других предприятий следует отметить инвестиционный проект ОАО «Алексеевская керамика» по увеличению мощности цеха пустотелого лицевого керамического кирпича с 3 до 10 млн. шт. в год.

К реальным достижениям относятся значительные инвестиции ОАО «АСПК» в модернизацию чешской линии ПСП мощностью 30 млн шт. усл. кирпича в год. В результате предприятию удалось увеличить долю пустотелого лицевого кирпича до 75% от общего объема производства завода и существенно расширить ассортимент выпускаемой продукции. В планах предприятия создание специализированного цеха по производству полнотелого лицевого кирпича.

Успехом ООО «Керамика-Синтез», оснащенного технологической линией ФУКС мощностью 15 млн шт. усл. кирпича в год, является освоение производства пустотнопоризованных стеновых камней – «теплой керамики», что позволило предприятию выйти на проектную мощность. Продукция завода отмечена дипломом I степени «Лучший товар Республики Татарстан 2006 года» и поставляется на московский рынок. В начале 2007 г. на предприятии были получены экспериментальные образцы новой перспективной продукции – заполненные вспученным перлитом пазогребневые керамические термоблоки «Сигета» с улучшенными теплоизоляционными свойствами.

В 2006 г. в республике завершено строительство небольшого кирпичного завода ООО «Пестречинская кера-

мика» мощностью 5 млн шт. усл. кирпича в год, оснащенного отечественным технологическим оборудованием.

Реализация представленных инвестиционных проектов позволит ликвидировать существующий в республике дефицит современных производственных мощностей по выпуску стенового керамического кирпича и камней ГОСТ 530–95 и таким образом выполнить поручение Президента Республики Татарстан по сокращению к 2009 г. ввоза кирпича в республику, а также создать предпосылки для последующей поставки стеновой керамики в другие регионы Российской Федерации.

Учитывая наличие в Республике Татарстан уникальной сырьевой базы – светложгущихся карбонатсодержащих мергелистых глин и опоковидных карбонат- и цеолитсодержащих опал-кристобалитовых пород в Тетюшском и Дрожжановском районах, следующей задачей является привлечение инвестиций для организации в республике крупного специализированного производства полнотелого и цветного лицевого керамического кирпича ГОСТ 7484–78 межрегионального значения [3].

**Список литературы**

1. Хуснуллин М.Ш., Тарасевич Б.П. Перспективы развития производства строительной керамики в Республике Татарстан // Строит. материалы. 2005. № 12. С. 60–63.
2. Хуснуллин М.Ш., Тарасевич Б.П. Эффективные строительные материалы и технологии для строительства доступного и комфортного жилья в Республике Татарстан // Строительные материалы: бизнес. 2006. № 6. С. 2–4. (Приложение к журналу «Строительные материалы». 2006. № 2.)
3. Хуснуллин М.Ш., Тарасевич Б.П. Производство лицевого керамического кирпича из высокочувствительного к сушке глинистого сырья // Строит. материалы. 2006. № 2. С. 10–13.

Основной деятельностью ОАО «АСПК» (Арский кирпичный завод) является производство высококачественного

**«АСПК»**

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**КЕРАМИЧЕСКОГО  
ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА**

Производство основано на технологии фирмы «Керамопроект» (Чехия) с использованием технологического оборудования фирмы PSP - engineering, отличающегося высокой степенью механизации и автоматизации. Завод производит лицевой керамический пустотелый кирпич по ГОСТ 7484-78 различной цветовой гаммы – «красный», «абрикос», «шоколад», «слоновая кость». Марка кирпича 125 – 150, морозостойкость F50, водопоглощение 9 – 10 %.



**ОАО «АСПК»**

Россия, Республика Татарстан, 422000  
г. Арск, ул. Кирпичная, 2  
Телефон: +7 (84366) 3-25-79, 3-33-79  
Факс: +7 (84366) 3-14-79, 3-30-43  
E-mail: root@aoaspk.arsk.tatarstan.ru  
Web: www.aspkarsk.narod.ru



РЕКЛАМА

А.М. САЛАХОВ, канд. техн. наук, Г.Р. ТУКТАРОВА, магистр, Р.М. НАФИКОВ, инженер, Казанский государственный технологический университет;  
В.П. МОРОЗОВ, канд. геол.-мин. наук, Казанский государственный университет

## Современные методы исследований – путь к повышению эффективности керамического производства

Отечественные и зарубежные исследователи уделяют большое внимание вопросам повышения эффективности производства строительных материалов. По нашему мнению, особого внимания специалистов заслуживает монография д-ра техн. наук В.С. Лесовика [1], богатая плодотворными идеями.

В течение XX столетия произошли существенные изменения в технологии строительной керамики [2]. С ростом объемов и географии строительства значительно расширялась сырьевая база, в производство стали вовлекать малопластичные суглинки, легкоплавкие полиминеральные глины.

Ручная добыча сырья в карьере сменилась дистанционно управляемыми высокопроизводительными машинами. Ручная глиноподготовка уступила место автоматизированным комплексам, при этом степень переработки существенно увеличилась. Ручную формовку вытеснили высокопроизводительные агрегаты – прессы-экструдеры с высокоточными агрегатами резки. Широкое распространение получают малоэнергоёмкие технологии сушки и обжига изделий.

Все это позволило производителям строительной керамики обеспечивать растущие объемы строительства, а также расширить номенклатуру производимых изделий и конструкций. К началу XXI в. изделия строительной керамики составляли 40% всех стеновых материалов и свыше 50% всех кровельных материалов [3].

Как правило, техническое переоснащение предприятий сопровождается возрастанием их единичной мощности. Например, динамика роста мощности предприятий Германии приведена в табл. 1 [3].

В Российской Федерации лишь четыре предприятия имеют мощность свыше 100 млн шт. усл. кирпича в год, 70% производимой в стране продукции выпускаются на

предприятиях производительностью менее 30 млн шт. усл. кирпича. Новые технологии имеют место лишь на отдельных предприятиях страны [4].

Уместно вспомнить, что еще в начале XX в. специалисты определяли химический состав глин, а также их пластичность. Несколько позже появились методы, хотя и недостаточно точные, определения гранулометрического состава глин, а также их чувствительности к сушке.

Режимы обжига на многих производствах были построены эмпирически и определялись возможностями имеющихся печей. В то же время важнейшие свойства керамических материалов (прочность, плотность, термостойкость и т. д.) в значительной степени обусловлены их фазовым составом и определяются совокупностью кристаллических и аморфных фаз, а также микроструктурой. Кроме того, на свойства керамических изделий оказывают влияние характер фазовых превращений, последовательность образования кристаллических фаз, источник их образования, а также дисперсность исходных компонентов.

Одной из важнейших задач современных исследователей и технологов в области керамики является проектирование состава массы и режимов обжига с целью получения заданного фазового состава.

Детальное изучение фазовых переходов дает возможность получения устойчивых структур, включая кристаллические новообразования при значительно более низких температурах, что обеспечивает снижение энергоёмкости производства.

Необходимо отметить, что в СССР большая часть исследований в области керамики осуществлялась на базе каолиновых глин, имеющих специфические характеристики (небольшую чувствительность к сушке, меньшую пластичность). Известно, что каолиновые глины характеризуются частицами более крупного размера. Гранулометрический состав чистых каолинов и монтмориллонитов приведен в табл. 2 [5].

Гранулометрический состав легкоплавкой полимерной глины по результатам исследований на современном определителе дисперсности представлен на рис. 1.

Доля частиц размером менее 2 мкм составляет порядка 30%, а частиц размером менее 0,5 мкм – до 2%.

Принципиально важным является то обстоятельство, что в настоящее время появилась возможность определять долю частиц размером менее 0,5 мкм, т. е. наночастиц, которые в значительной степени определяют сушильные и обжиговые характеристики керамических масс. По меткому определению д-ра техн. наук профессора Ю.В. Пивинского, высказанному на семинаре-совещании ученых, преподавателей и ведущих специалистов, работающих в области технологии керамики и огнеупоров (14–15 ноября 2006 г., БГТУ им. В.Г. Шухова), «в керамике наночастицы не пища, а приправа к пище, которая в значительной степени определяет ее вкус».

Таблица 1

Годы	Средняя мощность предприятий Германии, млн шт. кирпича NF*
1800	0,2–0,5
1860	0,5–1,5
1910	2–3
1930	3–5
1950	5–10
1970	30–60
1990	80–150

\* NF – нормального формата.



Таблица 2

Размеры частиц, мкм	Доля частиц в каолинах, %	Доля частиц в монтмориллонитах, %
2–1	66	2
1–0,5	21	31
0,5–0,2	7	16
0,2–0,1	6	12
<0,1	–	39

По непонятным обстоятельствам результаты исследований на основе каолиновых глин рядом авторов стали автоматически распространяться и на другие виды керамического сырья. В большинстве учебников СССР попало утверждение, что в результате обжига обязательно образуется муллит и именно ему наряду с существенной долей стеклофазы керамика обязана высокими прочностными характеристиками. В некоторых авторитетных зарубежных изданиях [6] также установилось ограничение на содержание в керамическом сырье монтмориллонитов.

После распада СССР наиболее крупные и хорошо изученные месторождения каолиновых глин остались в Украине. Большая часть месторождений России представлена полиминеральными глинами с чрезвычайно малой долей каолина. Указанные обстоятельства часто служили оправданием для производства низкого качества изделий и ограниченной номенклатуры.

Тем не менее еще в Средние века из этого же сырья производились изделия строительной керамики с чрезвычайно высокими даже по современным меркам прочностными и эксплуатационными характеристиками [7].

В процессе реализации программы ликвидации ветхого жилья в Казани нами были исследованы керамические кирпичи, отобранные при разборе зданий, прослуживших 150–200 лет. При этом установлено, что в этих зданиях ветхим было все, кроме кирпича, который, несмотря на длительную и не всегда правильную эксплуатацию, имеет марку по прочности 150–200. Характерно, что муллита в дифрактограммах старых кирпичей не обнаружено.

Фазовый анализ керамического кирпича, используемого для постройки Семиозерского монастыря (XVII в.), стены которого прекрасно сохранились, однозначно показал, что в составе кристаллической фазы также нет муллита. Минеральный состав отобранных образцов сложен воластонитом, гематитом, реликтами кварца и полевыми шпатами. Фазовый анализ также не выявил высокой доли стеклофазы.

Приведенные данные показывают, что изделия, которые не содержат муллита, имеют эксплуатационные характеристики не хуже, чем муллитсодержащие изделия.

При решении практических задач по заказам промышленных предприятий нами были исследованы различные керамические массы, включающие достаточно схожие по химическому составу красножгущиеся глины, два вида мергелей, а также песок и диатомит. Рентгенографические исследования проводились на образцах в диапазоне температуры 500–1200°C с интервалом 100°C. Динамика изменения фазового состава представлена на рис. 2, 3.

При сравнении композиции красножгущейся полиминеральной глины с глинистым мергелем Максимовского месторождения с композицией красножгущейся полиминеральной глины с мергелем Утяковского месторождения выявлено, что в интервале температуры 600–800°C идет разложение кальцита и доломита. При температуре 700°C доломит практически отсутствует. Одновременно идет образование пироксенов и периклаза (для системы красножгущаяся глина – утяковский мергель). Кристаллические новообразова-

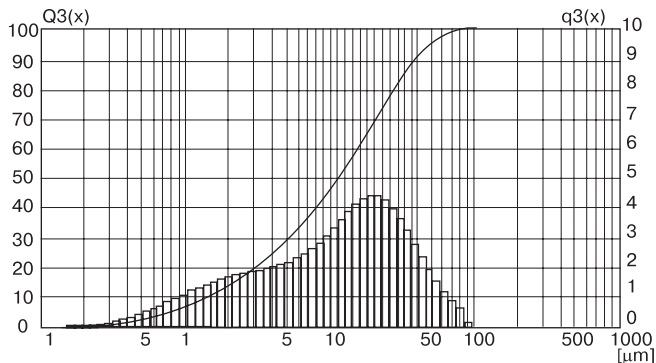


Рис. 1. Гранулометрический состав красножгущейся полиминеральной глины

Размер частиц, мкм	Количество частиц, %
<0,5	1,87
<1	6,49
<2	17,93
<5	29,68
<10	44,81
<20	67,79
<50	94,51
<100	100

ния в этих системах в значительной степени однотипны.

В системе с максимовским мергелем фиксируется отсутствие свободных оксидов щелочно-земельных металлов, что позволяет производить изделия высокого качества. Выделившийся при разложении кальцита CaO вступает в реакцию с реликтами глинистых минералов, образуя цепочечные силикаты.

В системе с утяковским мергелем фиксируется наличие периклаза ( $\beta$ -MgO), что приводит к потере прочности образцов данной системы, так как MgO малореакционноспособен и не образует пространственных силикатных структур.

В образцах с глинистым мергелем Максимовского месторождения периклаз не наблюдается по причине отсутствия доломита в исходном сырье.

При сравнении композиции мергеля Утяковского месторождения с кварцевым песком и композиции мергеля Утяковского месторождения с диатомитом фиксируется отсутствие воластонита в образце с песком. Образование его в образцах с диатомитом объясняется присутствием в исходном сырье аморфного кремнезема, способного вступать в реакцию с продуктами разложения кальцита и доломита при температуре 800–1000°C.

Также в системе мергель – диатомит фиксируются незначительные колебания аморфной стеклофазы. Однако при значительной огневой усадке в этой системе существенных изменений в содержании стеклофазы не установлено. Аналогичная картина наблюдается и в системе мергель – песок, однако в этом случае усадка намного меньше.

Наряду с изучением изменений фазового состава керамических систем представляет интерес изучение характера связей. Одним из критериев, свидетельствующих о завершении обжиговых процессов, является установление стабильных связей. Стабильность связей может быть охарактеризована состоянием, при котором степень ионности/ковалентности остается постоянной в значительном интервале температуры.

О степени ионности или ковалентности связей в различных керамических материалах можно судить по изменению электропроводности их водных вытяжек с помощью метода кондуктометрии.

Представленные на рис. 4 кривые отражают различное поведение глин различного состава. В интервале температуры 900–1200°C наблюдается некоторая стабилизация связей, где значения УЭП изменяются мало, что может свидетельствовать об образовании соединений с ковалентным типом связей.

Однако в случае с утяковским мергелем наблюдаются существенные изменения удельной электропроводности в рассматриваемом интервале температуры, что



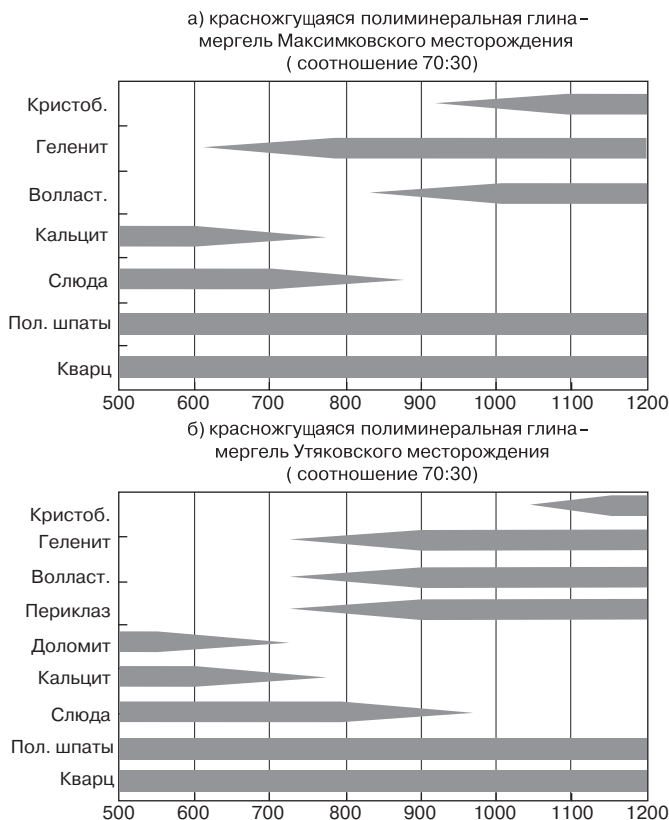


Рис. 2. Диаграмма изменений фазовых составов масс из красножгущейся полиминеральной глины с глинистым мергелем: а) Максимовского месторождения; б) Утяковского месторождения

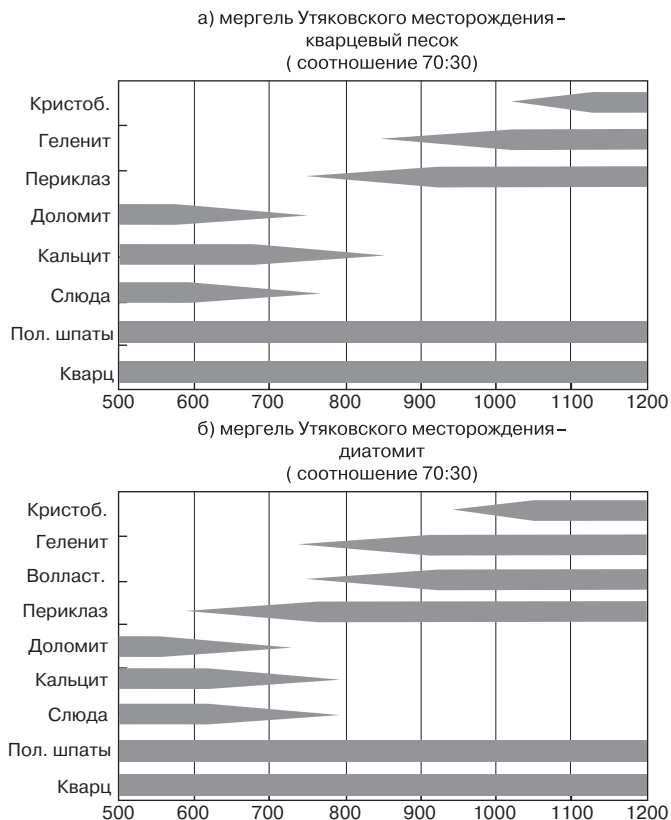


Рис. 3. Диаграмма изменений фазового состава композиций мергеля Утяковского месторождения: а) с кварцевым песком; б) с диатомитом Инзенского месторождения

говорит о значительной доле соединений с преимущественно ионным характером связей (периклаз).

На кривых 2, 3, 4, рис. 4, фиксируется значительное увеличение значения УЭП в интервале температур 700–900°C, что может указывать на разложение карбонатов, содержащихся в мергелистых глинах. Приведенные данные хорошо коррелируют с результатами, полученными другими методами изучения керамических материалов (рентгенофазовым, дериватографическим, ИК-спектроскопией).

Разработанные на основе отмеченных выше исследований рекомендации были использованы при корректировке технологических регламентов ряда предприятий.

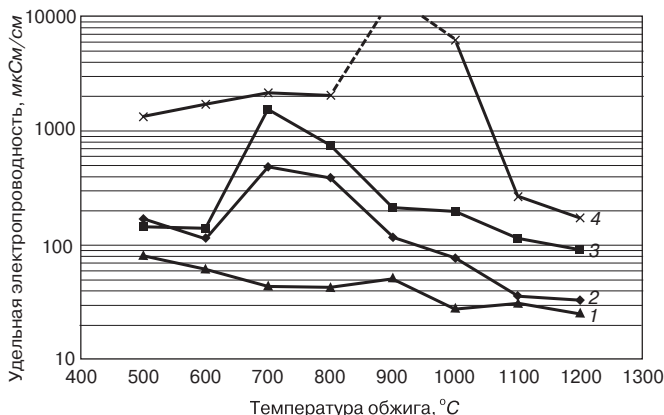


Рис. 4. Зависимость удельной электропроводности водных вытяжек: 1 – красножгущаяся полиминеральная глина; 2 – композиция красножгущаяся полиминеральная глина с мергелем Максимовского месторождения; 3 – мергель Максимовского месторождения; 4 – мергель Утяковского месторождения

На Казанском комбинате строительных материалов исследование динамики кристаллических новообразований позволило внести коррективы в режим обжига цеха № 4, что привело к снижению энергоемкости производства и повышению марочности кирпича с М100 до М150.

Аналогичные исследования для Саранского завода лицевого кирпича позволили расширить цветовую гамму производимых изделий.

На Шеланговском заводе керамического кирпича ООО «Керамика–синтез» [8] комплексное исследование сырья, режимов сушки и обжига позволило освоить производство пустотных изделий с комплексной поризацией (от выгорания добавок и разложения карбонатов). В результате кирпич 2NF с весом 3,2 кг имеет прочность М125.

Список литературы

1. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: АСВ. 2006. 526 с.
2. Industrie ceramique № 1000/ Mai–juin 2005. P. 33–46.
3. Willi Bender. Von Ziegelgott zum Industrieelektroniker. Born. 2004. 436 p.
4. Tile and Brick International Manual. 2006. P. 48.
5. Tecnologia ceramica / Le materie prime. Gruppo Editoriale Faenza Editrice S.p.A. 2001. 198 p.
6. Handbuch für die Ziegelindustrie. 1982. 950 p.
7. Салахов А.М., Туктарова Г.Р., Морозов В.П. Загадки керамических сфероконусов // Стекло и керамика. 2006. № 7. С. 25–28.
8. Сиразин М.Г. Теплая керамика – перспективный материал для жилищного строительства в России // Строит. материалы. 2006. № 4. С. 18–19.



# ALTA

## Прага

Чешская Республика  
120 00 Прага 2  
Карлово нам. 7  
тел.: +420 222 162 121  
факс: +420 222 162 134  
e-mail: altapraha@alta.cz

## Москва

Российская Федерация  
125 047 г. Москва  
ул. 2-ая Тверская-Ямская, 31/35  
тел.: +7 495 232 31 88  
факс: +7 495 232 31 89  
e-mail: altamo@aha.ru

## Кирпичные заводы

Компания АЛТА продолжает традицию чешских машиностроителей и, пользуясь их многолетним опытом в проектировании, конструировании, изготовлении и монтаже технологического оборудования кирпичных заводов, предлагает заказчикам как новые комплексные линии кирпичных заводов, так и оборудование для реконструкции и модернизации действующих предприятий.

### Мы оказываем следующие услуги:

- отбор представительных образцов глины, выполнение лабораторных испытаний и определение оптимального состава сырья и добавок;
- разработка предварительного технического решения завода;
- разработка проектной документации технологической части кирпичного завода или отдельного его цеха для обеспечения поставок и монтажа;
- разработка данных для проектной документации строительной части;
- поставка производственных корпусов;
- комплексная поставка технологического оборудования;
- квалифицированный надзор над монтажными работами путем шефмонтажа;
- наладка технологических линий, руководство опытной эксплуатацией, вывод завода на проектные показатели;
- обучение персонала заказчика по эксплуатации завода с учетом технологии производства и набора технологического оборудования;
- разработка технологических регламентов и методов контроля качества исходного сырья и готовой продукции;
- поставка запасных частей и техническое содействие в течение эксплуатации оборудования;
- предоставление заказчику товарного кредита на льготных условиях.

Мощность поставляемых нами линий с различной степенью механизации и автоматизации составляет от 15 до 60 млн шт. условного кирпича в год.

# www.alta.cz





УДК 666.3

Т.В. ВАКАЛОВА, канд. техн. наук, В.М. ПОГРЕБЕНКОВ, д-р техн. наук,  
В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, И.Б. РЕВВА, канд. техн. наук,  
Томский политехнический университет

## Управление качеством строительной и теплоизоляционной керамики путем проектирования состава масс

Стремительное развитие отечественного промышленного и гражданского строительства обуславливает необходимость увеличения производства экологически чистых, конкурентоспособных и недорогих стеновых и теплоизоляционных керамических материалов.

Особенностью сырьевой базы Западно-Сибирского региона является отсутствие высококачественного глинистого сырья и недостаток отошающих каменистых материалов, используемых в строительной керамике, в связи с чем возникает необходимость в изыскании путей и способов создания качественной керамики из низкосортного минерального сырья.

Пути получения высококачественной фасадной керамики на основе глинистого сырья пониженного качества определяются такими требованиями к ней, как декоративность лицевых поверхностей (отсутствие трещин, отколов, пятен и выцветов), отсутствие расслоений по контакту фактурного слоя с керамической матрицей в сочетании с его высокой прочностью и морозостойкостью.

Эффективность современных керамических производств, работающих по пластическому способу, в значительной степени зависит от операции сушки сырья, поскольку даже небольшое изменение сушильных свойств керамической массы в условиях отработанной технологии может снизить качество продукции и увеличить количество брака.

В направлении *повышения трещиностойкости кирпича-сырца* на основе обводненных и высокочувствительных к сушке легкоплавких глинистых пород (за счет доминирования монтмориллонита над гидрослюдой в тонкодисперсной части) наибольшую эффективность проявила цеолитовая порода с содержанием цеолитовых минералов не менее 60%, при введении которой уже в количестве 10–15% происходит резкое снижение коэффициента чувствительности к сушке в

3,5–4 раза без ухудшения связности массы (рис. 1), что объясняется особенностями строения цеолитовых минералов, в частности возможностью вхождения свободной воды керамической массы в полости каркасной структуры цеолитов (патент на изобретение № 2264364 РФ).

Установление причинно-следственной взаимосвязи вещественного состава легкоплавкого глинистого сырья и образования сульфатных высолов на поверхности керамических изделий позволило разработать *два способа устранения сульфатных высолов* на лицевых поверхностях фасадных керамических материалов путем создания влаго- и паронепроницаемых пленочных покрытий.

В частности, устранение высокообразования достигается за счет блокирования сквозных пор на лицевой поверхности кирпича-сырца с нанесенными покрытиями путем уплотнения поверхностных слоев изделия коагуляцией и флокуляцией глинистых частиц или внутрипоровой кристаллизацией при сушке компонентов покрытия (патенты на изобретения № 223245 и № 2223928 РФ). Это позволяет направленно регулировать влагоперенос с лицевых поверхностей на нерабочие и исключать опасность появления на них сульфатных высолов. Оба способа прошли апробацию в промышленных условиях.

Другими направлениями повышения качества лицевой строительной керамики являются объемное окрашивание керамической матрицы и сокращение красной керамической основы цветным ангобным покрытием.

Получение *окрашенного в объеме* керамического кирпича на основе легкоплавкого глинистого сырья возможно двумя путями: по широко известному способу отбеливания красножгущихся глин до желтых тонов карбонатсодержащей добавкой; путем комбинации разнородного глинистого сырья.

Разработанный *способ получения высокопрочного светложгущегося керамического кирпича* на основе низкосортного красножгущегося глинистого сырья базируется на принципе активации процессов структурообразования и формирования окраски керамической массы за счет использования комплексной минеральной добавки, состоящей из осветляющего компонента (карбонатного мергеля с содержанием известняка не менее 75%) и упрочняющего компонента – тонкодисперсной воластонитосодержащей породы или продукта ее обогащения – воластонитового концентрата, присутствие которых обуславливает создание в керамической матрице пространственного каркаса из взаимно переплетенных игл, что обеспечивает керамическому изделию постоянство размеров, высокую прочность и морозостойкость (патент на изобретение № 2266878 РФ). Кроме того, присутствие воластонита как кальцийсодержащего компонента в композициях с легкоплавкими глинами и карбонатными добавками подкрепляет их осветляющее действие, обеспечивая полную протекания реакций синтеза железосодержащих соединений с бесцветной или малоинтенсивной окраской.

*Принципы проектирования светлоокрашенного облицовочного керамического кирпича* на основе красной

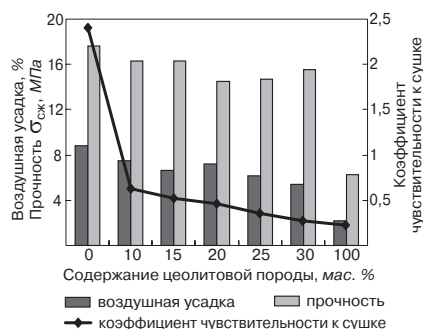


Рис. 1. Влияние добавки цеолитовой породы на технологические свойства легкоплавкой глины



Таблица 1

Компоненты	Содержание компонентов в шихте, мас. %				
	T-0	T-10	T-20	T-30	T-40
Глина легкоплавкая	100	90	80	70	60
Зола	–	10	20	30	40
<b>Свойства масс и полуфабриката</b>					
Число пластичности	11	10	9,1	8,6	8
Чувствительность к сушке $K_d$	2,4	1,8	1,6	1,2	0,9
Усадка воздушная, %	8,8	7,9	7	6,7	5,1
Прочность полуфабриката, $\sigma_{сж}$ , МПа	15,5	11,6	8,9	7,3	6
<b>Свойства изделий, обожженных при температуре 950–1050°C</b>					
Огневая усадка, %	9,5–10,7	9,3–9,5	7,2–8,5	6,6–8,4	4,6–6
Водопоглощение, %	10,8–11,6	12,4–14	12,8–15,4	15,4–16,5	16,7–18,9
Плотность, $\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	1,78–1,86	1,67–1,74	1,61–1,71	1,51–1,57	1,37–1,41
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,58–0,6	0,55–0,57	0,54–0,56	0,51–0,53	0,47–0,48
Прочность, $\sigma_{сж}$ , МПа	31,5–33,5	27,3–33,5	24,8–31,6	22,4–30,9	19,9–26,5
Ориентировочная марка кирпича, М	175–200	150–200	125–175	125–175	100–150

Таблица 2

Компоненты	Содержание компонентов в шихте, мас. %			
	Б-0	Б-10	Б-15	Б-20
Глина легкоплавкая	100	90	85	80
Зольные микросферы	–	10	15	20
<b>Свойства масс и полуфабриката</b>				
Число пластичности	10,1	9,1	7,2	6,5
Чувствительность к сушке $K_d$	1,7	0,9	0,5	0,3
Усадка воздушная, %	7,3	5,4	5	3,8
Прочность полуфабриката, $\sigma_{сж}$ , МПа	8,1	6,1	4,1	3,4
<b>Свойства изделий, обожженных при температуре 950–1050°C</b>				
Огневая усадка, %	6,5–7,5	4,5–5,5	5–5,2	4,1–4,4
Водопоглощение, %	13,5–13,7	15,9–17,7	18,5–20,3	20,7–22,8
Плотность, $\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	1,76–1,88	1,39–1,45	1,22–1,3	1,12–1,19
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,58–0,61	0,47–0,49	0,42–0,44	0,38–0,4
Прочность, $\sigma_{сж}$ , МПа	25,1–30,4	17,4–20,9	13,6–15,5	12,8–14
Ориентировочная марка кирпича, М	150–175	100–125	75	75

ножгущихся глин в комбинациях с беложгущимся, светложгущимся и карбонатсодержащим глинистым сырьем разработаны с учетом особенностей их химико-минералогического состава. Установлено, что при использовании светложгущихся глин с содержанием красящих оксидов 1,5–2,5% возможно введение в массу красножгущегося глинистого сырья (с содержанием  $Fe_2O_3$  более 3%) до 50%. При этом общее содержание CaO не должно

превышать 10 мас. %. В зависимости от общего содержания оксидов CaO и  $Fe_2O_3$  в массе варьируется цвет получаемого керамического черепка. Например, содержание в керамической массе оксида железа от 2 до 2,5% и оксида кальция от 3 до 4% обеспечивает светло-желтый цвет керамического кирпича.

Для декорирования лицевых поверхностей облицовочного кирпича традиционного красного цвета разработаны составы ангобов на основе

беложгущихся или светложгущихся глин с использованием волластонит-содержащей добавки в качестве структурообразующего компонента и боя бесцветного прозрачного стекла, выполняющего функции плавня (патент на изобретение № 2257364 РФ). Игольчатая форма кристаллов волластонита (рис. 2) обеспечивает хорошую укрывистость ангобного покрытия, а в сочетании с боем стекла – его адгезионную прочность. Блокирование открытых пор на ли-

Таблица 3

Свойство при температуре обжига, °С	Шифр пластифицированной массы*		
	Г-Г	Г-Ф	Г-С
$\sigma_{сж}$ , МПа /марка кирпича, М			
950	3/-	2,7/-	5,2/-
1000	8,2/-	11/-	12,8/М 75
1050	14,7/М 75	26,3/М 150	23/М 125
Плотность, $\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>			
950	1,1	1,13	1,13
1000	1,11	1,19	1,14
1050	1,14	1,34	1,2
Теплопроводность, $\lambda$ , Вт/(м·К)			
950	0,37	0,382	0,382
1000	0,374	0,404	0,385
1050	0,385	0,456	0,408

\* Масса содержит 40 мас. % легкоплавкой глины и 60 мас. % зольных микросфер.

цевой поверхности изделия за счет плотноспеченного ангобного слоя, приводящее к снижению общей влагонасыщенности изделия в процессе службы в строительных сооружениях, при достаточной прочности сцепления декоративного слоя с керамической основой не снижает морозостойкости декорированной облицовочной керамики.

Предложенные составы ангобов прошли апробацию в условиях действующего производства лицевого керамического кирпича. Разработанные покрытия помимо использования их непосредственно как ангобов рекомендуются также в качестве промежуточного слоя, маскирующего цвет керамической основы, с последующим нанесением легкоплавких прозрачных глазурей, что позволяет исключить использование дорогостоящих глухих глазурей в технологиях глазурованной облицовочной керамики.

При разработке составов *теплоизоляционной строительной керамики* использовали природное псевдопластичное сырье с внутрикристаллической пористой структурой основного породообразующего минерала — цеолитовую породу и непластичные техногенные компоненты с собственным высокопористым строением — золосодержащие отходы от горения твердого топлива в виде золы-уноса и зольных микросфер.

Порообразующее действие золы и зольных микросфер в керамических композициях с легкоплавкими глинами (рис. 3, 4) обусловлено как присутствием полых сферических частиц и наличием остаточного топлива в золе, так и препятствующими усадке при спекании физико-химическими процессами в системе глина — зола и глина — зольные микросферы (синтеза анортита и муллита, протекающих с увеличением молярного объема).

При использовании золы-уноса и зольных микросфер в технологии керамического кирпича пластического формования их предельное содержание в композициях с легкоплавкими глинами с числом пластичности не ниже 10 ограничивается 40 и 20 мас. % соответственно по причи-

не ухудшения формовочных свойств золосодержащих масс (табл. 1, 2).

Для производства керамического кирпича *полусухим способом* из масс с содержанием зольных микросфер в количестве от 30 до 80–98 мас. %, в которых золосодержащий материал играет роль структурообразующего компонента, а глинистая порода выполняет функции лишь связующей составляющей, золосодержащую массу необходимо пластифицировать.

Поиск компромисса между высокой пористостью и достаточной прочностью керамических материалов на основе таких композиций позволил предложить *способ приготовления полусухих масс*, согласно которому зольные микросферы предварительно увлажняются пластифицирующим компонентом, после чего увлажненный отощитель смешивается с подготовленной глиносвязкой. Такой способ приготовления пресс-порошка обеспечивает тесный контакт между увлажненной непластичной частицей и глиносвязкой, тонкодисперсная часть которой адгезионно схватывается с поверхностью микросферы и прочно удерживается на ней. Указанное действие пластифицирующих связок обеспечивает получение при

температуре обжига 1000–1050°С керамического кирпича плотностью 1200–1300 кг/м<sup>3</sup>, маркой не ниже М 125–М 150 (табл. 3).

Использование легкоплавких глин в смесях с зольными микросферами не обеспечивает получения керамики плотностью ниже 1100 кг/м<sup>3</sup>, поэтому для создания менее плотной структуры керамического изделия необходима замена глинистой составляющей на псевдопластичную цеолитовую породу как компонент с собственной структурной пористостью.

Увлажнение композиций пластифицирующей добавкой и обжиг изделий при температуре 1000°С обеспечивают получение прочного (17–22 МПа в зависимости от степени отощения) и высокоэффективного керамического кирпича плотностью 1030–1100 кг/м<sup>3</sup> с минимально гарантированной маркой не ниже М 100. Поднятие температуры обжига до 1050°С уплотняет и упрочняет керамическую матрицу, что обуславливает увеличение плотности изделия до 1150–1200 кг/м<sup>3</sup> и повышение марки керамического кирпича до М 150–М 175 (табл. 4).

Таким образом, установлено, что направленное регулирование процессов формирования структуры и

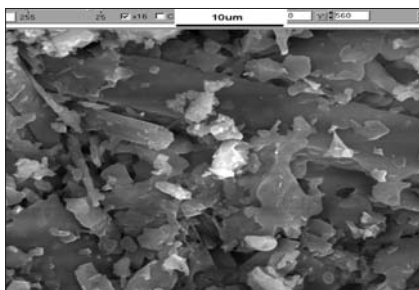


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок образца из ангобной массы, обожженного при температуре 1000°С:  $\times 3800$

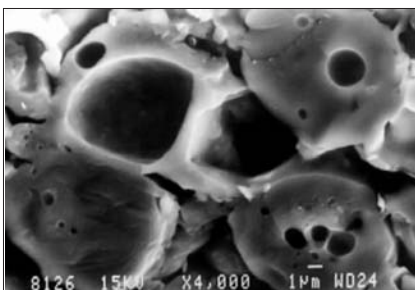


Рис. 3. Электронный микроснимок образца из композиции легкоплавкой глины (70%) и золы (30%), обожженного при температуре 1000°С:  $\times 4000$

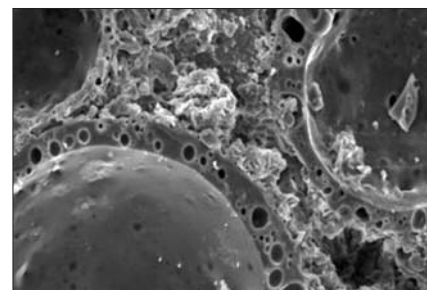


Рис. 4. Электронный микроснимок образца из композиций легкоплавкой глины (80%) и зольных микросфер (20%), обожженных при температуре 950°С:  $\times 1000$

Таблица 4

Свойство при температуре обжига, °С	Шифр массы				
	ЦЗМ-60	ЦЗМ-70	ЦЗМ-80	ЦЗМ-90	ЗМ-100
Прочность, $\sigma_{сж}$ , МПа / марка кирпича, М 950 1000 1050	10,3/- 22,2/М125 32,2/М175	9,99/- 19,6/М100 31,5/М175	10,1/- 18,6/М100 31,1/М175	10,2/- 17,1/М100 30,3/М175	10,6/- 18,2/М100 28,3/М150
Плотность, $\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup> 950 1000 1050	1,06 1,07 1,19	1,01 1,09 1,21	0,98 1,07 1,2	0,98 1,05 1,19	0,93 1,03 1,17
Теплопроводность, Вт/(м·К) 950 1000 1050	0,353 0,358 0,404	0,332 0,366 0,411	0,318 0,358 0,408	0,318 0,349 0,404	0,294 0,341 0,397

свойств *конструкционной* керамики, особенно в случае использования низкосортных тугоплавких и легкоплавких глин и суглинков, возможно при использовании корректирующих добавок *армирующеупрочняющего действия* за счет неизометрической (игольчато-волокнистой и короткостолбчатой) формы кристаллов, либо породообразующего минерала (диопсида и волластонита) самой добавки, либо

формирующейся в процессе ее терморазложения или физико-химического взаимодействия с другими компонентами керамической массы кристаллической фазы с игольчатым габитусом частиц (муллита, волластонита), создающих игольчатый сросток в теле керамической матрицы.

Создание высокопористых керамических структур возможно путем использования корректирующих природных и техногенных добавок

*пороформирующего действия* за счет структурной пористости породообразующего минерала природной добавки (цеолитовых пород); собственной пористой макроструктуры техногенной добавки (низкокальциевых зол и зольных микросфер); препятствующих усадке при спекании керамической массы; физико-химических процессов, протекающих с увеличением молярного объема (синтеза анортита и муллита).

9-я Казахстанская Международная Выставка

# СТРОИТЕЛЬСТВО

[www.astanabuild.kz](http://www.astanabuild.kz)






**Итека (Алматы)** - ул. Тимирязева, 42, 2 этаж,  
050057, Алматы, Казахстан, Тел.: +7 3272 583434,  
Факс: +7 3272 583444; E-mail: build@iteca.kz

**Итека (Астана)** - ул. Интернациональная, 5, кв. 23,  
013000, Астана, Казахстан; Тел.: +7 3172 580255  
Факс: +7 3172 580253; E-mail: astanabuild@iteca.kz

**16-18 мая 2007**

АСТАНА, КАЗАХСТАН,  
КОНГРЕСС-ХОЛЛ, СПОРТКОМПЛЕКС "АЛАТАУ"





В.Д. КОТЛЯР, канд. техн. наук, Ростовский государственный строительный университет;  
Б.В. ТАЛПА, канд. геол.-мин. наук, Ростовский государственный университет

## Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики

В настоящее время в качестве основного сырья для производства стеновых керамических изделий согласно ГОСТ 530–95 и ГОСТ 7484–78 рассматриваются глинистые породы, промышленные отходы угледобычи, углеобогащения, золы, шламы и др. и кремнистые породы – трепелы и диатомиты. Наибольшее значение в силу распространенности имеют, безусловно, глинистые породы, в частности суглинки. Однако несмотря на это, большинство кирпичных заводов, особенно на Юге России, испытывают трудности именно с сырьем. Объясняется это несколькими причинами.

Во-первых, большая часть качественного глинистого сырья для получения стеновой керамики уже выработана. Предприятиям приходится использовать сырье, содержащее карбонатные, сернистые примеси, обладающее неудовлетворительными керамическими свойствами (высокая чувствительность к сушке, большая усадка и т. д.).

Во-вторых, в силу своего генезиса суглинки, имея небольшую мощность отложений и покрывая почти сплошным чехлом дочетвертичные породы, очень изменчивы по вещественному составу и свойствам. Следствием этого является необходимость усложнения технологии, введения добавок и весьма ограниченный выпуск лицевого керамического кирпича. С другой стороны, спрос на стеновые изделия, обладающие меньшей средней плотностью и большей прочностью, непрерывно возрастает. Для лицевых изделий важным также является цвет, более предпочтительный светлых тонов (светложгущаяся керамика), получить который на основе суглинков достаточно сложно и дорого.

Одним из перспективных путей частичного решения этой проблемы на наш взгляд является использование в качестве сырья для стеновой керамики кремнистых опал-кристаллитовых пород, имеющих широкое распространение во многих регионах России.

К опал-кристаллитовым принято относить породы, определяющим компонентом которых является кремнезем в виде опала, кристаллита и их промежуточных разновидностей. Промышленную ценность среди них имеют диатомиты, опоки и трепелы [1]. За рубежом опал-кристаллитовые породы известны под общим названием диатомитов, к которым относятся все литологические разновидности.

Из группы кремнистых опаловых пород в качестве сырья для производства стеновых керамических материалов до настоящего времени используются только диатомиты и трепелы. Стеновые керамические изделия на основе диатомитов и трепелов обладают рядом положительных свойств: легкостью, хорошими звуко-, теплоизоляционными свойствами, способностью выдерживать скоростную сушку без появления при этом трещин и деформаций и др. Однако несмотря на это, диатомиты и трепелы как сырье для стеновой керамики широкого распространения не получили. В настоящее время на данном сырье работают лишь несколько кирпичных заводов. Связано это в первую очередь с особенностью их технологических свойств, а также с тем,

что для получения хороших показателей по прочности и морозостойкости стеновые материалы из диатомитов и трепелов, в силу структурных особенностей и минерального состава исходного сырья, требуют повышенной температуры обжига (более 1100°C).

Опоки – более плотные породы, их средняя плотность составляет 1,1–1,6 г/см<sup>3</sup>. Четко определенной границы между трепелами и опоками нет. Между тем опоки в группе кремнистых пород имеют наибольшую распространенность. Их запасы превышают в два раза запасы диатомитов и трепелов, вместе взятых [2]. До настоящего времени опоки в качестве сырья для стеновой керамики геологами, к сожалению, практически не рассматриваются. Хотя горнотехнические условия (большие мощности, выдержанный состав и многое другое) этому благоприятствуют.

В основу классификации опок положены их генетические, структурно-петрографические признаки и химико-минералогический состав. Выделяются отдельные опоки, «нормальные», глинистые, карбонатные, запесоченные и другие литологические разновидности. Классификации опок, отражающей взаимосвязь между структурой, вещественным составом, физическими свойствами и керамическими свойствами с учетом технологических особенностей при производстве стеновой керамики, до настоящего времени не разработано. Методика испытания глинистого сырья не может в полной мере применяться для кремнистого сырья. Необходимость разработки методики оценки керамических свойств именно для кремнистых пород является задачей актуальной.

Проведенные нами исследования позволили установить, что опоки и их переходные разновидности (глинистые, карбонатные, глинисто-карбонатные) являются вполне пригодным сырьем для производства стеновых керамических изделий. Более предпочтительным является полусухой способ прессования и сухая (полусухая) подготовка пресс-порошка. Как показывает опыт работы некоторых действующих предприятий, производство стеновой керамики способом полусухого прессования позволяет получить значительный технико-экономический эффект в сравнении с пластическим способом производства. В данном случае снижаются затраты тепла, электроэнергии, количество обслуживающего персонала и стоимость основных фондов.

Для определения свойств черепка, полученного на основе различных литологических разновидностей опок, а также влияния степени измельчения нами были отобраны лабораторно-технологические пробы опок 18 месторождений Юга России и Поволжья, которые характеризуют опоки как самостоятельную группу пород в целом.

Опоки имеют серую, голубовато-серую, желтую, желтовато-зеленоватую окраску, являются массивными и неяснослоистыми, различной крепости. Основная масса опок в шлифах сложена зеленовато-желтовато-серым веществом кремнисто-глинистого состава. Кремнистое вещество имеет коллоидно-микрочернистое строение и опал-халцедоновый состав. Глинистая составляющая вы-

Группа порошка	Содержание фракций, мм, %					
	2,5–1,25	1,25–0,63	0,63–0,315	0,315–0,14	0,14–0,071	менее 0,071
I	12,7–13,8	10,5–12,9	14,8–16,3	13,6–15,1	20,6–22,3	21,6–27,8
II	–	14,3–17,9	15,4–17	16,5–19,4	21–24,2	26,5–32,8
III	–	–	18,1–21,8	23,5–27	23,9–26,4	28,8–34,5
IV	–	–	–	27–31,1	30,1–33,2	42,9–49,7

ражена удлиненными пластинками гидрослюд. Терригенный материал (5–15%) представлен в основном мелко-, среднеалевритовыми (0,01–0,05 мм) зернами угловатого и слабоокатанного кварца. В большинстве случаев в опоках присутствует глауконит (1–4%) в виде округлых бледно-зеленых зерен с агрегатной поляризацией. Карбонатный материал выражен мелкими (0,02–0,1 мм) раковинками фораминифер, внешние стенки которых сложены тонкопластинчатым кальцитом, а внутренние – опалом. Кроме биогенного присутствуют мелкие комочки пелитоморфного кальцита (0,03–0,08 мм). Встречаются редкие сферические органические остатки (диатомей, губок), имеющие плохую сохранность, органогенная структура просматривается слабо. Размеры кремнистых скелетов 0,07–0,12 мм. Буроватые пятна в породе (по-видимому, сгустки глинистого вещества, пропитанного тонкодисперсными оксидами железа) имеют небольшие размеры и ориентированы чаще всего параллельно слоистости. Мелкие единичные пустоты в породе инкрустированы халцедоном. В качестве небольшой примеси присутствуют зерна пирита (0,04–0,07 мм).

Рашифровка данных рентгеновского анализа опок выявила полиминеральный состав изученных образований. Особенностью их является четко выраженный рефлекс кристобалита (408–410 пм), часто осложненный тридимитовым рефлексом (427–430 пм). Кроме отмеченных рефлексов наблюдается отражение в области 249–251 пм. Такое сочетание рефлексов соответствует опал-кристобалиту II [3].

Глинистые минералы представлены преимущественно гидрослюдами, в меньшей степени монтмориллонитом и каолинитом. Данное обстоятельство способствует более низким температурам спекания опок в отличие от диатомитов и трепелов, глинистой составляющей которых является в основном каолинит. Основным глинистым компонентом опок являются преимущественно гидрослюды [4].

На термограммах исследованных образцов наблюдается три или четыре эндотермических эффекта. Первый из них фиксируется при температуре 120°C. Он сопровождается потерей массы на 4,5–7,33% и связан с выделением адсорбированной воды. В интервале 545–675°C, наблюдается второй эндотермический эффект с потерей массы в пределах 3,25–4,7%. Этому интервалу соответствует выделение гидроксильной воды, находящейся в структуре опала и глинистых минералов. Следующий эндотермический эффект, наблюдаемый во всех образцах, отмечается при температуре 573°C, который не сопровождается потерей массы и сохраняет свою интенсивность также на кривой охлаждения и повторного нагрева. Этот эффект связан с α-β трансформацией кварца. Последний эндотермический эффект находится в интервале температур 775–810°C и связан с термической диссоциацией кальцита в карбонатных разностях опок. Максимальное содержание кальцита в изученных пробах, по данным термического и химического анализов, достигает 30%.

Химический состав изученных проб опок изменяется в широких пределах, %: ППП – 1,85–18,9; SiO<sub>2</sub> –

66,98–83,5; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,76–12,95; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO – 1,39–4,8; CaO – 0,24–17,9; MgO – 0,43–1,39; SO<sub>3</sub> – 0,03–0,97; TiO<sub>2</sub> – 0,1–0,62; K<sub>2</sub>O – 1,13–2,85; Na<sub>2</sub>O – 0,15–0,78.

Средняя плотность опок изменяется в пределах от 1,15 до 1,52 г/см<sup>3</sup>. В воде они не размокают или размокают при незначительных механических воздействиях. По химико-минералогическому составу и структурным признакам отобранные разности опок были разделены на четыре группы: опоки «нормальные» с небольшим количеством глинистого вещества и терригенных примесей, опоки глинистые, опоки карбонатные и глинисто-карбонатные.

Для изучения влияния степени измельчения материала на физико-механические свойства сырца, отформованного способом полусухого прессования, и свойства обожженного черепка из каждой пробы готовились четыре шихты различного гранулометрического состава. Высушенные до воздушно-сухого состояния пробы пропускались через щековую и молотковую дробилки до прохождения через сито с отверстиями 2,5; 1,25; 0,63 и 0,315 мм. Полученные порошки были разделены на четыре группы: I < 2,5 мм; II < 1,25 мм; III < 0,63 мм и IV < 0,315 мм. Зерновой состав для каждой группы полученных порошков представлен в таблице.

Основным производственным переделом при изготовлении керамических изделий полусухим способом является процесс прессования сырца из сыпучей массы.

Предварительными экспериментами было установлено, что формовочная влажность опоко-порошков должна варьироваться в среднем от 12 до 22%. Результаты исследований влияния дисперсности и формовочной влажности пресс-порошков на прочность отпрессованного сырца показали увеличение дисперсности (в изученных пределах); прочность при сжатии сырца возрастает в 2–3 раза и составляет у глинистых разностей 2,2–4,5 МПа, у карбонатных разностей 1,1–2,5 МПа; формовочная влажность в значительной мере оказывает влияние на прочность сырца, и оптимальной для данных давлений прессования является 13–17%. В наших экспериментах применялось двухстороннее двухступенчатое прессование: первая ступень – 50, вторая – 100–300 кг/см<sup>2</sup>. При более высоких давлениях прессования, как показали испытания на стандартных изделиях (250×120×65 мм), велика вероятность появления перепрессовочных трещин.

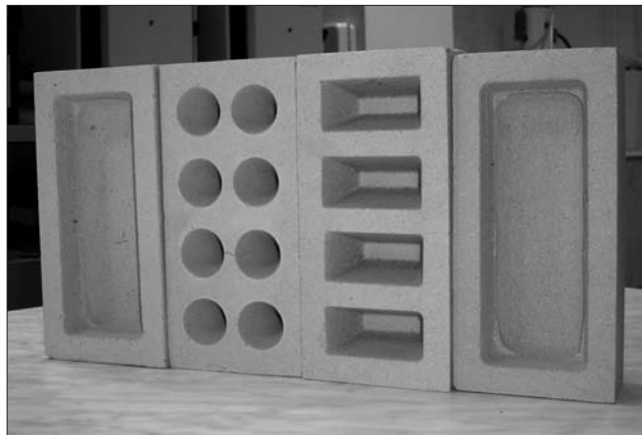
Обжиг образцов проводился при температуре 950–1050°C. При уменьшении наибольшей крупности частиц измельченных опок с 2,5 до 0,315 мм механическая прочность обожженного материала при прочих равных условиях возрастает в 1,5–2,5 раза. Так, при формовочной влажности 17% и давлении 200 кг/см<sup>2</sup> прочность при сжатии обожженных образцов для глинистых опок составила 22–34 МПа, для глинисто-карбонатных 19–31 МПа, для «нормальных» 13–24 МПа и для карбонатных 7–20 МПа. В сравнении с глиняным черепком черепок на основе опок обладает повышенной прочностью при изгибе. Особенно это характерно для глинисто-карбонатных опок. При этих условиях наименьшую

среднюю плотность имеют образцы на основе карбонатных опок (1,18–1,33 г/см<sup>3</sup>), наибольшую на основе глинистых (1,38–1,54 г/см<sup>3</sup>). Это обстоятельство позволяет прогнозировать возможность получения пустотных конструкционных изделий средней плотности 800–1200 кг/м<sup>3</sup>. Следует отметить, что значения средней плотности черепка на основе опок на 15–35% ниже соответствующего показателя изделий, изготовленных из традиционного глинистого сырья. Тонина помола опок значительного влияния на водопоглощение не оказывает. Для глинистых разновидностей опок оно составляет 17,9–24%, для карбонатных 28,5–30,6%. Данный параметр предопределяется прежде всего первичным вещественным составом, микроструктурными особенностями сырья и степенью спекания.

Проведенные исследования позволяют на наш взгляд считать опоки перспективным сырьем для производства эффективной стеновой керамики. Проведенные заводские испытания подтвердили лабораторные исследования. Получен пустототельный кирпич, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 530–95 и ГОСТ 7484–78. На рисунке показаны некоторые виды кирпича из опытной партии.

Следует сказать, что цвет черепка, полученный на основе опок, имеет преимущественно светлые тона – розовый, бежевый, желтый, оранжевый. Это является важным свойством для лицевых изделий.

Разработанный нами материал выгодно отличается от традиционно используемых аналогов как по техническим характеристикам, так и в экономическом отношении. Приведенные исследования решают прикладную задачу практического использования опок для производства светложгущегося лицевого конструкционно-теплоизоляционного кирпича нового поколения.



Некоторые виды кирпича опытной партии

#### Список литературы

1. Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям кремнистых пород. М.: Министерство природных ресурсов Российской Федерации. 2005. 40 с.
2. *Дистанов У.Г.* Кремнистые породы СССР. Татарское книжное издательство. 1976. 412 с.
3. *Сеньковский Ю.Н.* Литогенез кремнистых толщ Юго-Запада СССР. Киев: Наукова Думка. 1977. 128 с.
4. *Дистанов У.Г., Копейкин В.А., Кузнецова Т.А. и др.* Кремнистые породы (диатомиты, опоки, трепелы) верхнего мела и палеогена Урало-Поволжья. Казань. 1970. 331 с.

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

по машинам для промышленности строительных материалов

**п р е д л а г а е т :**

**Полный комплекс услуг или их часть по строительству, реконструкции и техническому перевооружению кирпичных заводов мощностью от 5 до 80 миллионов штук условного кирпича в год**

- исследование сырья, разработка технологического регламента;
- комплексное проектирование, монтаж и пуско-наладка;
- комплектная и единичная поставка оборудования, тепловых агрегатов и систем управления;
- вывод производства на проектные показатели;
- сервисное обслуживание, поставка запчастей;
- улучшение качества выпускаемой продукции, расширение ее ассортимента за счет совершенствования технологии действующих производств.

\*\*\*

**Институт может выполнить техническую экспертизу действующих предприятий и оборудования.**

\*\*\*

**Современные системы автоматического управления и регулирования (САУ и Р).**

\*\*\*

**Автоматизация проектируемых и действующих производств с комплектной поставкой, пуско-наладкой, сдачей «под ключ» и последующим обслуживанием САУ и Р, создаваемых на базе современной микропроцессорной и компьютерной техники отечественных и зарубежных фирм-производителей.**

\*\*\*

**Заводы по производству ячеистобетонных блоков годовой мощностью от 20 до 35 тыс. м<sup>3</sup>.**

\*\*\*

**Участки по формованию S-образной ленточной черепицы методом пластического формования, в том числе оснащение действующих кирпичных заводов участками такого типа.**



**НИИСтроммаш**

Россия, 188300, г. Гатчина, Ленинградская область, уп. Железнодорожная, 45  
 Телефон: (81-371) 3-96-19; факс: (81-371) 3-78-44  
 e-mail: niism@gtn.ru www.niistrommash.ru

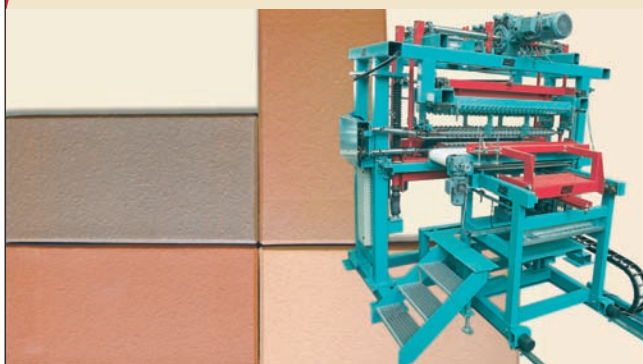
Р Е К Л А М А



# LINGL

Be wise - LINGLize.

## КАЧЕСТВО



Подъемно-верный отрезной станок «Kompakt»

«Made by LINGL» – этот знак качества у наших клиентов во всем мире порождает улыбку. Давно не секрет, что машины и установки фирмы LINGL из-за их превосходного качества\* считаются наилучшей инвестицией в будущее предприятия. Наши ведущие технологии производства кирпича в любое время дают нашим клиентам возможность в полном объеме использовать совершенство полученных изделий в соревновании за доли рынка. Если Вы хотите также улыбаться – обращайтесь к нам!

\* По опросу Malik Management Zentrum St.Gallen/CH с мая 2005 г. установки фирмы LINGL считаются лучшими при сравнении качества.

Приглашаем посетить стенд фирмы LINGL

на выставке MosBuild-Batimat 2007

MosBuild

Пав. 5, Hall 2

Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik  
GmbH & Co. KG  
Nordstraße 2, D-86381 Krumbach  
Tel. +49 (0)82 82-825-0, Fax -510  
lingl@lingl.com · www.lingl.com

## Компания "ВНИИР"

Компания "ВНИИР" поставляет оборудование для промышленных лабораторий различного профиля:



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

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



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

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



Комплексные передвижные лаборатории



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



# 2007 China (Zibo) International Ceramics Industry Exhibition

Международная выставка

Промышленной Керамики 2007 Китай (Зибо)

**September 6-9, 2007**

**6-9 сентября 2007**

**The second largest exhibition  
for the ceramics industry in China**

**Вторая по величине выставка  
для керамической промышленности в Китае**

## SPONSORS

## СПОНСОРЫ:

China Federation of Industrial Economics  
China Building Ceramics & Sanitary Ware Association  
China Federation of Logistics and Purchasing

Китайская Федерация Индустриальной Экономики  
Китайская Ассоциация производителей Строительной  
керамики и Санитарно-технического оборудования  
Китайская Федерация Логистики и Потребителей

## ORGANIZERS

## ОРГАНИЗАТОРЫ:

Zibo Municipal Government  
Zibo International Convention & Exhibition Center  
Unifair Exhibition Service Co., Ltd.

Муниципальное Правительство г. Зибо  
Международный Выставочный Центр г. Зибо  
Unifair Exhibition Service Co., Ltd

## SUPPORTERS

## ПОДДЕРЖКА:

Ministry of Commerce of the People's Republic of China  
The People's Government of Shandong Province  
China National Light Industry Council  
China Building Material Industry Association

Министерство экономики Китайской народной Республики  
Народное правительство провинции Шандун  
Министерство легкой промышленности Китая  
Ассоциация промышленности строительных материалов Китая

**FOR MORE INFORMATION, PLEASE FEEL FREE TO CONTACT:**

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:**



**新之联展览服务有限公司**

UNIFAIR EXHIBITION SERVICE CO., LTD.

Add: Rm. 902-903, Daxin Building,  
No. 538 Dezheng North Road,  
Guangzhou, China 510045

Tel: 0086 20 8327 6369 / 8327 6389

Fax: 0086 20 8327 6330 / 8327 6350

E-mail: [czcie@unifair.com](mailto:czcie@unifair.com)

Website: <http://czcie.unifair.com>

**Simultaneity with:**

**2007 China (Zibo) International Ceramics Expo**

**2007 World Ceramics Purchasing Fair**

# CZCIE

## 2007 China (Zibo) International Ceramics Industry Exhibition

## Объемное окрашивание и ангобирование лицевого керамического кирпича с использованием промышленных отходов

Лицевой кирпич выполняет одновременно две функции: является конструктивным материалом и позволяет отделывать фасады зданий без их последующего оштукатуривания и окрашивания. Он обладает высокой долговечностью, благодаря чему фасады зданий сохраняют свою декоративность без ремонта многие десятилетия [1, 2]. В последние годы он все шире используется в отечественной архитектуре, однако пока выпускается не во всех регионах страны в необходимом объеме. Проблема производства лицевого кирпича стоит и перед заводами Ивановской области, не выпускающими данный вид продукции.

В зависимости от соотношения и вида добавок в шихте, температуры и газовой среды в печи могут быть получены изделия широкой цветовой гаммы. Для наших исследований из существующих способов производства были выбраны объемное окрашивание керамической массы и ангобирование кирпича. Так как при объемном окрашивании необходим большой расход красителей, что удорожает продукцию, была изучена возможность применения в качестве окрашивающей добавки железоксидного шлама, являющегося отходом при производстве анилина [3]. Это важно и с экологической точки

зрения, так как он образуется в больших количествах, но в отличие от мировой промышленности в нашей стране применяется недостаточно. Кирпич при этом получается темноокрашенным. Для изготовления кирпича светлых тонов применяли ангобирование.

При объемном окрашивании кирпича массы для пластического формования готовили из глины Малоступкинского месторождения (Ивановская область), золы ТЭЦ-3 (Иваново), местного кварцевого песка (составы представлены в табл. 1) и железоксидного шлама Заволжского химического завода (Ивановская область) следующего состава (мас. %): Fe – 6, FeO – 21, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 67, остальное примеси.

Подготовку сырьевых материалов, формование образцов пластическим способом, их сушку и обжиг (в лабораторной печи при 1000°C) проводили по обычной методике.

Было проведено две серии опытов:

1 – содержание компонентов в массах варьировали в соответствии с симплекс-решетчатым планом [4] для четырехкомпонентной системы (табл. 2);

2 – исследовали влияние содержания железоксидного шлама в массах от 0 до 8%, причем шлам вводили

Таблица 1

Сырьевые материалы	Массовая доля компонентов, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ППП
Глина малоступкинская	60,84	16,66	0,68	4,4	3,13	3,13	1,15	2,6	7,41
Зола ТЭЦ-3	45,50	11,96	1,9	16,88	10,69	1,47	0,23	0,54	10,83
Песок карьерный	91,87	3,19	–	2,47	1,28	0,71	–	–	0,48

Таблица 2

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %						
	Номер состава						
	1–1	1–2	1–3	1–4	1–5	1–6	1–7
Глина малоступкинская	80	60	60	60	70	70	70
Песок карьерный	10	20	10	10	15	10	10
Зола ТЭЦ-3	10	10	20	10	10	15	10
Шлам железоксидный	0	10	10	20	5	5	10

Таблица 3

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %				
	Номер состава				
	2–1	2–2	2–3	2–4	2–5
Глина малоступкинская	80	80	80	80	80
Песок карьерный	10	9	8	7	6
Зола ТЭЦ-3	10	9	8	7	6
Шлам железоксидный	0	2	4	6	8



Таблица 4

№ состава	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Коэффициент структурности
1-1	24,5	11	13,9	0,78
1-2	18,5	9	15,5	0,8
1-3	17,5	8	16,2	0,74
1-4	22,5	11	16,5	0,84
1-5	26	9,5	14,6	0,79
1-6	19,5	9,5	16,1	0,78
1-7	37	11,5	12,3	0,74
2-1	24,5	11	13,9	0,78
2-2	27,5	16	10,5	0,8
2-3	36	16	11	0,82
2-4	42	15	9,7	0,75
2-5	48	16	10,3	0,82

Таблица 5

№	Нормированные переменные			В натуральном масштабе, мас. %		
	Z <sub>1</sub> (глина)	Z <sub>2</sub> (песок)	Z <sub>3</sub> (мел)	X <sub>1</sub> (глина)	X <sub>2</sub> (песок)	X <sub>3</sub> (мел) или (бой стекла)
1	1	0	0	90	10	0
2	0	1	0	65	35	0
3	0	0	1	65	10	25
4	0,5	0,5	0	77,5	22,5	0
5	0,5	0	0,5	77,5	10	12,5
6	0	0,5	0,5	65	22,5	12,5
7	0,33	0,33	0,33	73,5	18,3	8,2

за счет количества песка и золы при постоянном содержании глины и соблюдении соотношения песка и золы, равного 1:1 (табл. 3).

В табл. 4 приведены результаты исследования полученных образцов. В качестве косвенного метода для оценки морозостойкости определяли коэффициент структурности ( $k_c$ , должен быть менее 0,85).

Очевидно, что при высокой прочности при сжатии и изгибе образцы, кроме состава 1-1, не удовлетворяют требованиям для лицевого кирпича по водопоглощению ГОСТ 7484-78.

При проведении второй серии опытов отмечено, что при увеличении содержания шлама в составе масс возрастает предел прочности при сжатии и изгибе, а также к снижению водопоглощения. Воздушная (7,6-8%), огневая (0,1-0,3%) усадки, коэффициент структурности лежат в допустимых пределах.

Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать следующее содержание компонентов для объемно-окрашенных масс: глина 70-80%, песок 6-10%, зола 6-10%, шлам 4-10%. Введение железоксидного шлама позволяет получить образцы темно-коричневого цвета.

Подобное влияние железоксидного шлама на изученные свойства объясняется главным образом тем, что оксид железа (FeO), являющийся одним из основных составляющих шлама, при введении в небольших количествах активно участвует в процессе жидкофазного спекания, так как образует легкоплавкие эвтектики. Известно [5], что оксид железа при обжиге вступает в реакции с оксидами алюминия и кремния с образованием герцинита FeO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и фаялита FeO·SiO<sub>2</sub>, а также благоприятно влияет на кристаллизацию муллита, хотя при температуре обжига 1000°C он образуется в небольшом количестве.

При подборе ангобов в качестве сырьевых материалов использовали глины Печорского и Веселовского месторождений, кварцевые пески Зубцовского и Люберецкого месторождений, мел молотый и бой бесцветного тарного стекла. Ангобы готовили совместным мокрым помолом сырьевых материалов в соответствии с рецептурой (влажность 60%) и процеживанием суспензии через сито 025. Ангобы наносили на поверхность свежеформованных образцов из массы ОАО «Ивстройкерамика», сушили и обжигали при 1000°C в лабораторной печи с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Для определения свойств собственно ангобов пластическим способом формовали образцы из ангобных масс, сушили и обжигали их при тех же условиях. Изучали следующие свойства ангобов: пределы прочности при сжатии и изгибе, водопоглощение, усадку и термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР).

Для оптимизации эксперимента был реализован симплекс-решетчатый план Шеффе типа {3, 2} решетки [4] в локальном участке концентрационного треугольника печорская глина-песок зубцовский-мел, вершины которого соответствуют точкам 1, 2 и 3 (табл. 5).

После составления матрицы планирования и определения свойств образцов (табл. 6) были проведены соответствующие расчеты и получены приведенные полиномы для вычисления водопоглощения ( $B$ ) и предела прочности при изгибе ( $\sigma_{изг}$ ) для изученного локального участка:

$$B = 13,5 - 17,3 \cdot x_2 - 4,2 \cdot x_3 + 30,2 \cdot x_2 \cdot x_3 + 38,4 \cdot x_2^2 + 4,5 \cdot x_3^2;$$

$$\sigma_{изг} = 19,7 - 1,0 \cdot x_2 - 15,5 \cdot x_3 - 10,7 \cdot x_2 \cdot x_3 - 60,8 \cdot x_2^2 + 14,7 \cdot x_3^2,$$

где  $x_2$  и  $x_3$  – содержание соответственно песка и мела в шихте (%).

Таблица 6

Характеристика	Номер состава							
	1	2	3	4	5	6	7	0**
Предел прочности при сжатии, МПа	37	40	41	29	45	39	47	15
Предел прочности при изгибе, МПа	19/20*	12/12	16/27	16/17	16/22	14/17	18/20	6
Водопоглощение, %	12,2/17	12,2/15,3	12,7/7,8	11,6/14,8	12,3/11	12,3/12,7	12,6/13,9	13,9
ТКЛР в интервале (20–400)°С, $\alpha \cdot 10^7$ , град <sup>-1</sup>	46	49	86,4	43,7	60,4	65	58,4	63,5

\* перед чертой значение показателя ангоба, содержащего мел, за чертой – бой стекла;  
 \*\* масса ОАО «Ивстройкерамика» состава (мас. %): глина малоступкинская – 78,8; зола ТЭЦ-3 – 10,6; песок карьерный – 10,6, опилки – 0,66 (сверх 100% шихты).

Проведение опытов в контрольной точке 7 подтвердило адекватность полученных моделей. Разность ( $d$ ) расчетных и экспериментальных значений свойств составила соответственно для водопоглощения ( $d_1$ ) и прочности на изгиб ( $d_2$ ) следующие величины:

$$d_1 = |B_{расч} - B_{эксп}| = |11,8 - 12,6| = 0,8;$$

$$d_2 = |\sigma_{расч}^{изг} - \sigma_{эксп}^{изг}| = |15,6 - 18,0| = 2,4.$$

Указанные расхождения расчетных и экспериментальных данных входят в пределы доверительного интервала как по водопоглощению, так и по прочности.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что прочность образцов, приготовленных из ангобных масс, превышает прочность кирпича в 2–3 раза как при испытаниях на сжатие, так и на изгиб.

Определенной зависимости прочности при сжатии от состава ангоба не выявлено. Предел прочности на изгиб (табл. 6) снижается при увеличении в составе ангоба содержания песка или мела за счет глины (составы 1, 4, 2 и 1, 5, 3 соответственно), а также песка за счет мела (3, 6, 2).

Водопоглощение образцов всех составов довольно близко (11,6–12,7%) и ниже, чем у образцов, приготовленных из массы ОАО «Ивстройкерамика» (13,9%). Воздушная усадка была обычной (5,5–6,5%), а огневая усадка (0,6–0,9%) у всех ангобов несколько выше, чем у образцов из массы ОАО «Ивстройкерамика» (0,5%), но лежит в допустимых пределах.

Наряду со свойствами ангобов определяли свойства ангобированных образцов, приготовленных из массы завода «Ивстройкерамика». В связи с тем, что толщина ангобного покрытия невелика (0,2–0,3 мм), их прочность на изгиб (6–7 МПа) близка к прочности неангобированных образцов (6 МПа) и значительно ниже показателей, приведенных для самих ангобов (табл. 6). Водопоглощение ангобированных образцов (13–13,5%) является средним между неангобированными образцами (13,9%) и собственно ангобами (табл. 6).

Результаты изучения ТКЛР (табл. 6) свидетельствуют о том, что за исключением составов № 3 и 6 удовлетворяется требование:  $\alpha_{ангоба} \leq \alpha_{кирпича}$ . ТКЛР значительно увеличивается при введении мела вместо соответствующего количества песка (составы 2, 6, 3) или глины (составы 1, 5, 3). Это объясняется тем, что кремнезем, обладая весьма низким ТКЛР, способствует снижению термического расширения изделий, а оксид кальция, наоборот, повышает ТКЛР. По данным рентгенофазового анализа, в ангобах, содержащих мел, после обжига обнаружили геленит  $Ca_2Al_2SiO_7$ , а также  $\beta$ -кварц и  $\gamma$ -тридимит.

Окраска ангобного покрытия была светло-бежевой.

Для получения ангобов белого цвета провели исследование в системе веселовская глина–люберецкий песок–бой стекла. Соотношение компонентов принято та-

ким же, как и в предыдущей серии опытов (см. табл. 5). Результаты испытаний приведены в табл. 6 (за чертой).

Сравнивая соответствующие свойства ангобов, можно заметить, что составы с одинаковым содержанием глины, песка и мела или стеклобоя в ряде случаев обеспечивают получение ангобов с различными свойствами. Особо выделяются ангобы на основе составов 3 и 5: введение стеклобоя по сравнению с мелом позволяет получить ангобы, имеющие более высокую прочность при изгибе и низкое водопоглощение. Это объясняется тем, что стеклобой, являющийся готовой стеклофазой, способствует более полному спеканию ангоба. Водопоглощение ангобов (составы 1, 4, 2), в которые входит веселовская глина, по сравнению с теми, в которых содержится менее тугоплавкая печорская, более высокое.

При увеличении содержания глины за счет песка (составы 2, 4, 1), а также стеклобоя как за счет глины (1, 5, 3), так и за счет песка (2, 6, 3) прочность при изгибе возрастает. Водопоглощение в первом случае незначительно увеличивается, а во втором и третьем снижается в связи с усилением спекания ангоба при увеличении содержания стеклобоя в составе ангоба. Воздушная усадка ангобов этой серии составляла 5–6%. Огневая усадка колебалась от 3,5 и 3,2 % (составы 3 и 5) до 0,4 % (состав 2).

Предел прочности при изгибе ангобированных изделий колебался от 6 МПа (состав 2) до 10 МПа (состав 5), а водопоглощение – от 12,3 до 13,4%. Таким образом, ангоб, приготовленный из состава 5, ТКЛР которого составлял  $54 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>, обладает лучшим комплексом свойств.

Полученные результаты позволяют рекомендовать при изготовлении лицевого кирпича из глины Малоступкинского месторождения использовать объемное окрашивание массы путем введения железистого шлама для получения кирпича темно-коричневого цвета. Для получения лицевого кирпича со светлой поверхностью целесообразно применять ангобы.

**Список литературы**

1. Альперович И.А. Лицевой керамический кирпич объемного окрашивания // Строит. материалы. 1993. № 7. С. 5–9.
2. Песцов В.И., Большаков Э.Л. Современное состояние и перспективы развития производства лицевого кирпича // Строит. материалы. 1997. № 6.
3. Образование, свойства и направления утилизации железистого шлама процессом восстановления нитросоединений чугуна стружкой: Обзорная информация // Серия «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». М.: НИИТЭХИМ. 1989. Вып. 7 (86).
4. Ахназарова С.А., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М.: Высшая школа. 1978. 319 с.
5. Августиник А. И. Керамика. Л.: Стройиздат. 1975. 592 с.

В.В. ГОМЗЯКОВ, генеральный директор, В.А. КЛЕВАКИН, начальник ПТО, О.А. ИВАНОВА, зам. начальника ПТО, ОАО «Ревдинский кирпичный завод» (г. Ревда Свердловской обл.)

## Перспективы развития ОАО «Ревдинский кирпичный завод» на 2007 год

Современное строительство ежегодно наращивает объемы, и традиционные отечественные материалы и технологии уже не всегда удовлетворяют современным требованиям. В связи с этим возникает острая необходимость разработки новых и совершенствования существующих строительных материалов и технологий с учетом современных требований и задач, стоящих перед строительной отраслью.

ОАО «Ревдинский кирпичный завод» является передовым предприятием не только Свердловской обл., но и строительной отрасли России. С 2005 г. Ревдинский кирпичный завод стал работать в соответствии с международными стандартами менеджмента качества ИСО 9001. Для того чтобы получить сертификаты международного бюро TÜV Nord, служба качества предприятия совместно со всеми подразделениями провела огромную работу по разработке и внедрению процедур систем менеджмента качества. В результате на предприятии снизился выпуск несоответствующей продукции, улучшилась трудовая дисциплина. Также в 2005 г. центральная заводская лаборатория получила аккредитацию в УЦСМ, что позволило проводить испытания и выдавать заключения о качестве строительных материалов, производимых сторонними организациями.

В 2006 г. предприятие единственное в России получило сертификаты соответствия IQ NET интегрированной системы экологического менеджмента ISO 14001 и системы управления промышленной безопасностью и здоровьем OHSAS 18001, а также получило диплом I степени X Всероссийского конкурса на лучшую строительную организацию, предприятие строительных материалов и стройиндустрии, проводимого Российским союзом строителей.

ОАО «Ревдинский кирпичный завод» является многопрофильным предприятием. Наряду с основным керамическим производством активно и динамично развивается выпуск железобетонных изделий.

Специалистами завода была произведена переоснастка формовочной машины, переделана пресс-форма

для производства бетонных бортовых камней на длину формовочного станда 90 м; в 2005 г. был получен патент № 51566 на производство бетонных бортовых камней методом безопалубочного формования.

В 2005 г. железобетонные плиты перекрытий РКЗ единственные в области были испытаны в лаборатории ВНИИПО (г. Балашиха). В результате испытаний им присвоена I степень огнестойкости.

На предприятии изучено влияние комплексных добавок на прочность и трещиностойкость бетона, применяемого для изготовления железобетонных плит перекрытий безопалубочным формованием на линии «Тэнсиланд» [1]. В июле 2006 г. была произведена экспериментальная формовка железобетонной перемычки на этом оборудовании. В октябре 2006 г. произведены успешные испытания готового изделия с запасом прочности в два раза.

На 2007 г. в направлении производства бетонных и железобетонных изделий планируются работы:

- получение высокомарочных бетонов;
- снижение расхода цемента с сохранением высоких прочностных показателей;
- внедрение новых высокоактивных добавок;
- использование технологии активации малоактивных материалов.

**В кирпичном производстве главный курс взят на получение широкой цветовой гаммы продукции.** В настоящее время освоено пять видов цветного керамического кирпича: «Шоколад»,

«Осенний лист», «Белый город», «Карамель», «Сахара». В 2006 г. заводом выпущено более 10 млн шт. кирпича объемного окрашивания.

Для получения цветного кирпича специалистами ОАО «РКЗ» были проведены исследования минералогического и химического состава глинистого сырья. На предприятии в настоящее время используется несколько видов глин (табл. 1, 2).

Для получения цветов, наиболее популярных на рынке Свердловской и Тюменской областей, была проведена серия опытов по вариации содержания глин и комплексных добавок, а также температурных режимов обжига.

При удалении химически связанной воды, входящей в состав глинистого вещества, кристаллическая решетка материала разрушается, и глина теряет пластические свойства. Удаление химически связанной воды начинается примерно с температуры 350°C, а отдача главной массы этой воды — при температуре 450–500°C и может продолжаться до температуры 925°C. В этот период происходит усадка изделий и снижение их механической прочности. Одновременно с отдачей химически связанной влаги оксид железа FeO в результате окисления переходит в оксид железа Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Глина меняет окраску и в зависимости от вариации глин и добавок terracottovый цвет красножгущихся глин Ревдинского месторождения меняется с получением черепка широкой цветовой гаммы. Химический состав применяемых глин колеблется в широких пределах [2].

Виды глин, применяемых на РКЗ

Таблица 1

Месторождение	Тип глины	Минералогический состав
Ревдинское	Красножгущиеся, элювиальные	Монтмориллонит, кварц, эпидот, лимонит, альбит, мусковит
Ревдинское-Южное	Красножгущиеся, делювиальные	Монтмориллонит, кварц, амфибол, лимонит
Ледянское	Красножгущиеся, элювиальные	Гидрослюда, монтмориллонит, хлоритовые сланцы
Белкинское	Беложгущиеся, делювиальные	Каолинит

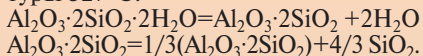


Химический состав глин, применяемых на РКЗ

Компоненты глин	Массовые доли компонентов, %			
	Ревдинское месторождение		Ледянское месторождение	Белкинское месторождение
	элювиальная (тощая)	делювиальная (жирная)		
SiO <sub>2</sub>	50,54	56	50,54	55,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,98	16,55	18,98	20,6
TiO <sub>2</sub>	0,74	1,16	0,74	1,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,86	7,89	10,86	1,7
FeO	0,86	0,37	–	–
CaO	3,24	2,91	3,24	0,19
MnO	0,22	0,17	–	–
MgO	2,38	1,93	2,38	0,5
K <sub>2</sub> O	1,32	1,59	1,32	0,77
Na <sub>2</sub> O	3,04	1,22	3,04	0,75
SO <sub>3</sub>	–	–	0,057	–
ППП	7,82	10,21	7,82	–

Спекание керамических материалов, при котором происходит формирование основных свойств готовой продукции, идет в несколько этапов. Первоначально происходит образование жидкой фазы, посредством которой идет взаимодействие между частицами, после чего начинается процесс кристаллизации муллита  $3Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ; при максимальной температуре происходит перекристаллизация с получением пор, которые помогают диффузионному процессу равномерного распределения и гомогенизации на структурном уровне – стеклофазы, муллита и кристаллов SiO<sub>2</sub>.

Термодинамическое разложение каолинита на метакаолин и воду становится возможным с температуры 527°C:



Образование муллита начинается при температуре 900°C;

$3Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$  образует игловидные, призматические или волокнистые кристаллы с ясно различимой совершенной спайностью. Именно образование муллита и различных шпинелевидных модификаций SiO<sub>2</sub> обеспечивает возможность получения высокомарочного керамического кирпича разных цветов.

Перспективным направлением развития ОАО «РКЗ» является увеличение объемов выпуска кирпича с керамическим (глазурным) покрытием однократного обжига [3]. Химический состав глазури очень близок к химическому составу керамики, что обеспечивает близкие коэффициенты линейного термического расширения для глазури и поверхности кирпича и, как следствие, высокую стойкость и прекрасный внешний вид глазурного покрытия.

Технология производства глазурованного кирпича отлажена на заводе с 2003 г. Покрытие наносится на высо-

шенный кирпич-сырец, который затем направляется на обжиг. При этом глазурь растекается, проникает в верхний слой керамического черепка и приобретает блеск. За 2006 г. на предприятии выпущено более 1 млн шт. глазурованного кирпича. Цветовая гамма глазури достаточно разнообразна, но наиболее востребованными архитекторами и строителями являются желтый и синий цвета.

Также на предприятии разработаны глазурные покрытия, имитирующие цвета и рисунок природных камней – дымчатого опала, малахита



При строительстве дома для работников завода использовали кирпич объемного окрашивания



Жилой дом в Екатеринбурге облицован глазурованным кирпичом РКЗ



Глазурное покрытие «Дымчатый опал»



Современные изразцы Ревдинского кирпичного завода, изготовленные по старинным образцам; используются для реставрации памятников архитектуры и храмов



и мрамора. Кирпич, декорированный таким образом, применяется для внутренней и внешней отделки зданий (камины, колонны, входные группы, беседки). В настоящее время завод выполняет заказ на изготовление партии кирпича, глазурованного под мрамор, для отделки спортивного комплекса в микрорайоне Кольцово Екатеринбурга. Уже выпущено 40 тыс. шт. кирпича этого вида.

Интересным и перспективным направлением развития предприятия является выпуск изразцов для реставрации архитектурных памятников России. Изразцы Ревдинского кирпичного завода установлены во многих храмах и монастырях. В 2006 г. ОАО «Ревдинский керамический завод» получено благодарственное письмо Патриарха всея Руси Алексия II за реставрацию изразцами печей храмового комплекса о. Валаама.

Значительные работы проводятся в направлении получения нового вида продукции – высокоэффективного пустотелого керамического поризованного блока. Большое внимание, уделяемое внедрению этого эффективного материала в производство, полностью соответствует мировой тенденции развития жилищного строительства. Керамические строительные материалы обладают рядом бесспорных преимуществ, благодаря которым они составляют примерно 70% от общего объема используемых материалов в жилищном строительстве.

К основным тенденциям в мировом производстве керамических строительных материалов относятся:

- расширение доли производства лицевого кирпича;
- расширение ассортимента керамических изделий;
- повышение теплосберегающих свойств керамических изделий за счет повышения пустотности керамических блоков и поризации их структуры.

Сотрудники цеха № 2 по выпуску лицевого кирпича совместно с конструкторами отдела главного ме-

ханика и специалистами производственно-технического отдела выполнили работы по подбору состава шихты, провели серию опытов, в которых использовались различные выгорающие добавки, такие как опил, целлюлоза, перлит, торф, уголь. Совместно со специалистами отдела главного механика разработана и отлажена фильера пресса, которая позволяет выпускать крупноформатные блоки с пустотностью 42%. Произведена отладка теплотехнических процессов сушки и обжига данного вида продукции.

Для отработки состава шихты была произведена экспериментальная формовка поризованного кирпича в цехе № 1, поризация структуры составила 10%.

Опытная партия поризованных керамических блоков размерами 384×255×70 мм была выпущена в цехе № 2. Испытания показали, что коэффициент теплопроводности полученных поризованных керамических камней составляет 0,22 Вт/(м·°С). Для сравнения, коэффициент теплопроводности обычного керамического лицевого кирпича 0,39 Вт/(м·°С).

Маркетинговые исследования рынка строительных материалов показывают высокий интерес к изделиям поризованной керамики. В настоящее время совместно со специалистами строительных организаций проводятся работы по определению оптимальных геометрических размеров крупноформатного поризованного блока в целях использования в региональном строительстве. Поризованный блок – это будущее, которое будет осуществляться на новых технологических линиях, которые в скором времени появятся на Ревдинском кирпичном заводе.

В настоящее время керамический кирпич испытывает постоянное давление со стороны новых стеновых материалов и конструкций, производители которых стремятся увеличить свою долю рынка. Задачами производителей керамического кирпича в этих условиях являются

ся производство продукции высокого качества и широкого ассортимента, отвечающего самым высоким требованиям потребителей. Тогда керамический кирпич навсегда останется самым востребованным стеновым строительным материалом. Ревдинский кирпичный завод с этими задачами успешно справляется.

#### Список литературы

1. Капустин Ф.Л., Гомзяков В.В., Клевакин В.А. Современный подход к повышению качества бетона // Стройкомплекс Среднего Урала. № 3. 2006.
2. Семериков И.С., Михайлова Н.А. Основы технологии художественной керамики. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2006. С. 57.
3. Коцеев И.Д., Гомзяков В.В., Клевакин В.А. Производство цветного керамического кирпича // Вестник УГТУ-УПИ. 2005. №14. С. 186.
4. Гомзяков В.В., Клевакин В.А., Муравьева Н.Н., Иванова О.А. Поризованная керамика – материал будущего // Новости строительной индустрии. 2005. № 5. С. 35.

**РЕВДИНСКИЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ ЗАВОД**

**УГМК UMMC** УРАЛЬСКАЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

623258, Россия, Свердловская обл. г. Ревда-5

Тел.: (34397) 2-71-17,  
Факс: (34397) 2-71-17

E-mail: info@revkz.ru www.revkz.ru



Е.В. НЕКРАСОВА, главный технолог ЗАО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов» (Тюменская обл.)

## Качество винзилинского кирпича как отражение работы предприятия

Винзилинский завод керамических стеновых материалов (ВЗКСМ) – крупнейший в Тюменской области производитель керамического кирпича. Уже почти 19 лет он обеспечивает строителей качественным и экологически чистым строительным материалом. Продукция завода традиционно пользуется спросом и поставляется практически во все города Тюменской области. Сильная управленческая команда позволила предприятию добиться немалых успехов: ежегодно увеличиваются объемы выпуска кирпича, расширяется ассортимент, улучшается качество продукции, внедряются новые технологии управления.

Винзилинский завод керамических стеновых материалов начал свою работу в 1988 г. Тогда на предприятии было установлено технологическое оборудование, произведенное предприятиями Миндормаша СССР в кооперации с фирмой «Униморандо» (Италия). Проектная мощность завода составила 75 млн усл. шт. кирпича в год.

Основной сырьевой базой предприятия было выбрано Кыштырлинское месторождение керамзитовых глин, расположенное в 12 км от завода. В качестве отощающих добавок используется намывной песок озера Андреевское и дегидратированная глина.

В настоящее время основным видом продукции завода является пустотелый утолщенный керамический кирпич марок 125 и 150, морозостойкостью более 50 циклов.

С того момента, когда линия была сдана в эксплуатацию, завод выпустил более 800 млн усл. шт. кирпича. Объем выпускаемой заводом продукции растет с каждым годом. Если в 1997 г. было выпущено 25 млн усл. шт. кирпича, то в 2005 г. предприятие произвело уже 63,7 млн усл. шт. кирпича. По итогам работы в 2006 г. выпуск составил 64,7 млн усл. шт. кирпича.

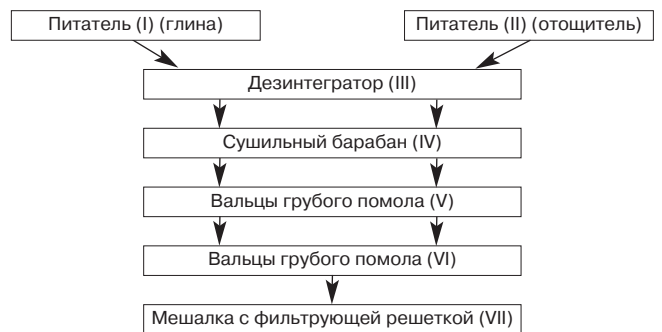
Такие высокие результаты требуют организации не только четкой технологической и производственной дисциплины, но и внесения определенных корректив в проектные решения. Поэтому значительные усилия специалистов предприятия были направлены на оптимизацию процесса производства.

Туннельная сушилка завода согласно проекту имела задачу и отбор теплоносителя поверху. В результате та-

кого решения разница температуры по сечению сушилки достигала 10–15°C. Такой градиент температуры обуславливал большое количество сушильного брака и нестабильное качество продукции. Простое техническое решение позволило значительно сгладить существующую проблему. В зоне отбора теплоносителя в нижней части сушилки были проделаны отверстия в стене, в результате чего половина отработанного теплоносителя отбирается понизу.

Большую роль в стабилизации процесса сушки кирпича сыграла разработка и внедрение программы равномерного передвижения вагонеток по рабочим путям сушилки. По заданию технологической службы без привлечения сторонних организаций с данной задачей справилась заводская служба АСУ ТП. Ею же внедрена новая программа продвижения печных вагонеток.

Любой производитель керамического кирпича знает, какую роль играет качество переработки массы и качество ее перемешивания. В нашем случае при наличии в шихте трех составляющих компонентов это особенно важно. В проектном варианте цепочка переработки имела следующий вид:



Как видно из представленной схемы, смешивание компонентов шихты происходило только на седьмой позиции. До глиномешалки компоненты шихты перерабатывались и перемешивались по отдельности.



Резка бруса



Садка кирпича на печные вагонетки



Установив между сушильным барабаном и вальцами грубого помола демонтированный пресс СМК-376, теперь выполняющий роль двухступенчатой мешалки, на выходе из него, уже на третьей позиции мы получили тщательно перемешанную и перетертую шихту. Кроме повышения качества кирпича при этом значительно уменьшилась запыленность производственного участка.

В ходе совершенствования производства обратили внимание и на товарный вид отгружаемой продукции. Пакеты с кирпичом с марта 2005 г. упаковываются в стрейч-пленку. За счет этого сократился до минимума бой кирпича при отгрузке и доставке.

Еще одним этапом в работе предприятия стал выпуск кирпича с цветным полимерным покрытием. Весной 2005 г. налажена линия по производству кирпича с оригинальной лицевой поверхностью. Такой кирпич высоко оценен современными архитекторами благодаря большому разнообразию цветов и фактур – более 500 видов. Применение такого кирпича позволяет реализовать яркие индивидуальные проекты не только при кладке, облицовке и декорировании наружных стен зданий и сооружений, но и при внутренней отделке помещений.

Специалисты завода тесно сотрудничают со специалистами Тюменской государственной архитектурно-строительной академии. Качество кирпича с полимерным покрытием поверхностей протестировано и подтверждено испытательной лабораторией кафедры «Строительные материалы. Технологии производства».

Возрастающая потребность строительного рынка в лицевом кирпиче обуславливает еще одно направление развития предприятия. Характеристики используемого сырья не позволяют выпускать качественную лицевую продукцию, поэтому были проведены соответствующие исследовательские работы и принято решение о добавлении в формовочную массу привозного сырья. В июле 2006 г. выпущена опытная партия лицевого кирпича с использованием каолиновой глины.

В планах развития завода – установка автомата многострунной резки кирпича, формирующего трехстороннюю фаску. Оборудование уже доставлено на завод и планируется, что в марте 2007 г. кирпич ВЗКСМ приобретет улучшенный вид.

К сожалению, оборудование массоподготовки, установленное на заводе, не обеспечивает необходимой степени переработки сырья. Минимальный зазор, которого удалось добиться на вальцах СМК-339, – 2 мм. Этого явно недостаточно, поэтому в настоящее время прорабатывается вопрос о выборе другого оборудования. Решение этого вопроса должно быть найдено до января 2008 г., чтобы при проведении планового ремонта завода установить новое оборудование в технологическую цепочку.

Но истинное качество керамического кирпича, как и других строительных материалов и конструкций, определяется не только оснащенностью предприятия совершенным оборудованием. Одним из важных составляющих является трудовая и технологическая дисциплина. С февраля 2003 г. на заводе внедряется система «Упорядочение». Подобная система есть практически на всех японских промышленных предприятиях. Ее суть заключается в наведении чистоты и порядка, укреплении дисциплины и создании безопасных условий труда с участием всего персонала. Следующей ступенью управления должно стать внедрение системы общего производительного обслуживания оборудования (Total Productive Maintenance).

Все эти мероприятия позволяют продукции Винзилинского завода керамических стеновых материалов занимать лидирующие позиции среди аналогичных материалов. Качество винзилинского кирпича неоднократно было отмечено на профессиональных выставках и получило положительные отзывы экспертов.



Готовая продукция упаковывается в стрейч-пленку



Кирпич с цветным полимерным покрытием позволяет создавать разнообразные архитектурные решения



Дома из керамического кирпича стали украшением Тюмени



**Винзилинский**  
**завод керамических**  
**ВЗКСМ стеновых материалов**

**625530 Тюменская обл.,**  
**п. Винзили, ул. Вокзальная, 1**  
**Тел./факс: (3452) 77-74-15, 77-74-22**  
**www.vzksm.ru**

КОЛЛЕГИ



**Почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» присвоено Р.З. Рахимову**

Доктор технических наук, профессор Казанского государственного архитектурно-строительного университета Равиль Зуфарович Рахимов возглавляет кафедру строительных материалов. Он является автором и соавтором 489 научных публикаций. Основные направления деятельности Равиля Зуфаровича как ученого находятся в области исследования и прогнозирования долговечности композиционных материалов; разработки и исследования свойств строительных материалов на основе и с применением местного сырья природного и техногенного происхо-

ждения; местных сырьевых ресурсов и рационального их использования в производстве строительных материалов республик и областей Поволжского территориального региона РФ.

Равиль Зуфарович подготовил 11 кандидатов наук и одного доктора наук, является председателем специализированного Совета по защите кандидатских и докторских диссертаций. С 1993 г. избран членом-корреспондентом Российской академии архитектуры и строительных наук. Р.З. Рахимов является инициатором и руководителем коллективов по разработке постановлений Кабинета министров РТ по структурной перестройке базы строительной индустрии РТ и рациональному использованию местного сырья; «Целевой комплексной программы устойчивого развития строительного комплекса Республики Татарстан на 2005–2010 гг.» и др. Р.З. Рахимов – заслуженный деятель науки и техники Татарской АССР, почетный работник высшего профессионального образования России, награжден знаком «Почетный строитель России».



**К 50-летию генерального директора ЗАО «НИИКерамзит» В.М. Горина**

Свою трудовую жизнь Владимир Михайлович Горин посвятил научной деятельности. После окончания в 1979 г. Куйбышевского инженерно-строительного института он был направлен на работу в Государственный научно-исследовательский институт по керамзиту НИИКерамзит, где прошел путь от инженера до генерального директора ЗАО «НИИКерамзит».

В сложные годы перестройки В.М. Горин возглавил институт, сохранил его научный потенциал. Научные интересы юбиляра связаны с разработкой новых строительных материалов, технологией их производства и внедрением в промышленное и гражданское строительство. Владимир Михайлович активно занимался вопро-

ми создания жаростойкого бесцементного вяжущего, разработкой огнезащитных покрытий, легких жаростойких бетонов и высокопрочных огнеупоров. При этом большое внимание уделялось использованию отходов промышленности.

Под руководством В.М. Горина создан и развивается НО «Союз производителей керамзита и керамзитобетона», который объединил керамзитовые предприятия РФ и ближнего зарубежья, является Председателем Государственной аттестационной комиссии Самарского Государственного архитектурно-строительного университета.

Владимир Михайлович Горин является автором более 50 научных публикаций, 12 авторских свидетельств и патентов на изобретения, награжден серебряной медалью ВДНХ СССР.

*Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»®, сердечно поздравляют Владимира Михайловича с 50-летием, желают ему крепкого здоровья, неиссякаемой энергии и дальнейших творческих успехов.*

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Стройиндустрия Ханты-Мансийского автономного округа пополнилась новым производством**

В январе 2007 г. в г. Нижневартовске на ОАО «Строительно-промышленный комбинат» запущена новая линия по производству железобетонных конструкций. Линия «Тенсиланд» позволяет получать железобетонные плиты длиной 30–50 м, которые затем распиливаются на плиты нужного размера. По мнению специалистов, новая линия даст возможность примерно на 30% удешевить вы-

пуск плит и почти вдвое увеличить производство железобетонных конструкций для строительства жилья.

В 2006 г. в округе был построен почти 1 млн м<sup>2</sup> жилья, что более чем в 1,5 раза превышает уровень 2005 г. Планируется, что в 2007 г. этот объем составит более 1 млн м<sup>2</sup>, а в ближайшие два-три года достигнет 1,5 млн м<sup>2</sup> жилья. В Нижневартовске в 2006 г. было введено 85 тыс. м<sup>2</sup> жилплощади, а в этом году планируется сдать более 100 тыс. м<sup>2</sup>.

Пресс-служба ХМАО

**«Сибирский цемент»: итоги 2006 г.**

Цементные заводы холдинга в 2006 г. произвели 4,383 млн т цемента. Для сравнения, в 2005 г. – 3,529 млн т цемента. Таким образом, производство увеличилось на 24%.

ООО «Топкинский цемент» (Кемеровская обл.) за 2006 г. произвело 2,452 млн т цемента (в 2005 г. – 1,943 млн т); ООО «Красноярский цемент» (Красно-

ярский кр.) – 842 тыс. т (в 2005 г. – 732 тыс. т); ОАО «Ангарскцемент» (Иркутская обл.) – 841 тыс. т (в 2005 г. – 697 тыс. т); ООО «Тимлойский цементный завод» (Республика Бурятия) – 246 тыс. т (в 2005 г. – 155 тыс. т).

По материалам ХК «Сибирский цемент»



НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**СУ-155 подвело итоги 2006 г.**

Более 1,32 млн м<sup>2</sup> возведенного и сданного жилья — так общий итог работы группы компаний СУ-155 в 2006 г.

В Москве компания сдала 587,2 тыс. м<sup>2</sup> жилья. При этом практически 30% площадей строилось по городскому заказу. Значительно расширено строительство компании в Московской обл. и других регионах: в Московской области сдано 617,9 тыс. м<sup>2</sup> жилья.

В 2006 г. СУ-155 особенно активно осваивала регионы: Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Иваново, Калининград, Тулу. Всего здесь сдано более 120 тыс. м<sup>2</sup> жилья.

На реконструкцию и модернизацию производств строительных материалов и машиностроения СУ-155

планировало направить порядка 5 млрд р, в результате освоения которых на Домодедовском заводе ЖБИ введен в строй асфальтовый завод, смонтирован завод по производству топливных гранул из древесины в Вологодской обл., в Домодедовском районе Московской обл. построена линия по производству кирпича.

Среди наиболее интересных производственных задач, которые компании еще предстоит решить, — налаживание собственного производства вентилируемых фасадов, а также унификация серии домов И-155.

По материалам  
группы компаний СУ-155

**Rohm and Haas планирует масштабные инвестиции и увеличение продаж в России и странах СНГ**

Представители компании Rohm and Haas (США) объявили о работе над четырьмя инфраструктурными проектами, включающими создание местного производства в основных бизнес-подразделениях, а также о строительстве в Турции завода по производству полимерных добавок, который в будущем станет платформой для импорта продукции в Россию и страны СНГ.

К 2010 г. компания Rohm and Haas, специализирующаяся на разработке и развитии инновационных технологий для индустрии специальных химических

материалов, планирует провести масштабные инвестиции и увеличить объем продаж в России и странах СНГ в 2,5 раза до 100 млн USD по сравнению с 40 млн USD в 2006 г. Для достижения таких показателей необходимо добиться среднегодового роста на 15 % в каждом бизнес-подразделении. Это планируется сделать путем обеспечения всех функциональных потребностей подразделений — укрепления местной технической поддержки; усовершенствования схемы поставок, усиления резерва персонала для ускорения введения инновационных и адаптированных продуктов.

Собственная информация

**Поставки хризотил-асбеста на мировой рынок увеличились**

Некоммерческая организация «Хризотил-асбестовая ассоциация» представила результаты работы хризотил-асбестовой отрасли России и СНГ: в 2006 г. поставки на мировой рынок составили 1,25 млн т хризотил-асбеста.

Основными добывающими компаниями этой отрасли являются ОАО «Ураласбест» (Свердловская обл.), ОАО «Оренбургские минералы» (Оренбургская обл.) и АО «Костанайские минералы» (Республика Казахстан). Совокупные разведанные запасы хризотил-асбестовых руд этих месторождений оцениваются в 3079,6 млн т или в среднем на 150 лет работы хризотил-асбестовой промышленности. Доля добывающих компаний СНГ в мировом объеме добычи хризотил-асбеста составляет 60,8%.

В 2006 г. из России и Казахстана было поставлено 642,9 тыс. т хризотила на рынки дальнего зарубежья, что на 29,1 тыс. т больше, чем в 2005 г. Основными иностранными рынками сбыта хризотила являются страны Средней, Восточной и Юго-Восточной Азии. На сегодняшний день основными партнерами добывающих предприятий

СНГ в этом регионе являются Индия (+21,4% от объемов 2005 г., или 42,9 тыс. т), Иран (+200% от объемов 2005 г., или 25,6 тыс. т), Китай (+16,9% от объемов 2005 г., или 36,2 тыс. т), Таиланд, Вьетнам, Индонезия.

По результатам 2006 г. страны СНГ по-прежнему остаются основными потребителями хризотил-асбеста в мире. Перерабатывающие предприятия хризотил-асбестовой отрасли СНГ потребили в 2006 г. 611 тыс. т хризотил-асбеста (в том числе Россия — 363 тыс. т, Украина — 110,3 тыс. т, Узбекистан — 62,3 тыс. т, Белоруссия — 26 тыс. т, Кыргызстан — 25,5 тыс. т).

Производство шифера в России в 2006 г. увеличилось на 4,55% и составило 2026,2 млн условных плит. В сегменте шифера основной объем приходится на так называемый серый шифер. В 2006 г. объем производства асбоцементных труб составил более 11 тыс. усл. км, что на 1,14% выше показателей прошлого года. В 2006 г. Россия сохранила за собой звание самого крупного производителя и потребителя хризотил-асбеста в мире.

По материалам  
НО «Хризотил-асбестовая ассоциация»

ПОЛЕЗНЫЕ КНИГИ

Франк Фрессель  
**Ремонт влажных и поврежденных  
солями строительных сооружений**

М.: Издательство «Пэинт-Медиа». 320 стр.

В книге рассмотрены физические, химические и биологические причины, вызывающие разрушение строительных материалов. Подробно проанализировано воздействие влаги в комбинации с солевой нагрузкой на бетон, природный камень, кирпич и камни для

кладки, растворы, штукатурку, гипс, известь, цемент, древесину. Приведены методы обследования объектов. Большое внимание уделено санированию старых зданий и архитектурных памятников. Описаны современные способы устранения повреждений, базирующихся на инженерных расчетах.

Представлен перечень материалов для выполнения ремонтных работ, их характеристики.

Книга предназначена для специалистов в области строительства и реставрации зданий и памятников архитектуры.





# От карьера до готовой продукции

На мировом рынке фирма «KELLER HCW GmbH» занимает лидирующую позицию по выпуску станков и оборудования для кирпичных заводов «под ключ», производственных линий, а также отдельных единиц оборудования в области грубой керамической промышленности. Местонахождение фирмы: Германия, земля Северный Рейн–Вестфалия.

Фирма «KELLER HCW GmbH» существует более 100 лет и на сегодняшний день занимает одну из ведущих позиций в области модернизации и выпуска оборудования для грубой керамической промышленности. Кроме того, фирма «KELLER HCW GmbH» разрабатывает и выпускает контрольно-измерительные приборы для нужд промышленности, занимается решением вопросов автоматизации оборудования и производственных линий, а также изготавливает специальные станки для синтетической промышленности.



Интервью с Председателем Совета Федерации ФС РФ С.М. Мироновым



Универсальное отрезное устройство



Камерная сушилка



Туннельная печь с установкой горелок на своде

Одним из новейших кирпичных заводов в России является кирпичный завод «Тербунский Гончар» в селе Тербуны по производству облицовочного кирпича, на котором хотелось бы остановиться более подробно.

Село Тербуны расположено в Липецкой области в Центральной России, на 52° северной широты и 56° восточной долготы, примерно 450 км южнее города Москвы. Одним из близлежащих крупных городов является город Липецк, расположенный на северо-востоке примерно в 100 км от села Тербуны.

Липецкая область охватывает территорию около 24100 км<sup>2</sup> с числом населения около 1,2 млн жителей.

Кирпичный завод по производству облицовочного кирпича в селе Тербуны был спроектирован фирмой «Келлер ХЦВ ГмБХ», расположенной в Иббенбюрене-Лаггенбеке (Германия) и фирмой «Ритер», расположенной в Констанце, совместно с российским институтом ОАО «Белпромпроект», находящимся в Белгороде.

Подрядчиком строительных работ выступила фирма ООО «Атомэнергомонтаж», г. Москва. Необходимо отметить и тот факт, что данный проект был лично поддержан главой администрации Липецкой области Олегом Юрьевичем Королевым с целью обеспечения преимущественно сельского населения высококачественным строительным материалом.

Кирпичный завод в селе Тербуны получил название ООО «Тербунский Гончар».

На торжественной церемонии пуска завода 4 октября 2006 года присутствовали председатель Совета Федерации ФС РФ Сергей Михайлович Миронов, глава администрации Липецкой области Олег Юрьевич Королев, другие высокопоставленные представители Липецкой области и Тербунского района, в числе которых в первую очередь следует назвать инвестора Михаила Алексеевича Селиванова.

Базой служит расположенное примерно на расстоянии 15 км от села Тербуны в юго-восточном направлении месторождение глин рядом с деревней Касинка.

Потребность в сырье для производства 40 млн штук облицовочного кирпича в год составляет примерно 450 т в день.

Производительность кирпичного завода составляет 40 млн штук в год – базовый формат NF 250×120×65 мм с пустотностью 27%.

Производительность, базовый формат:

40.000.000 NF шт. облицовочного кирпича в год

800.000 NF шт. облицовочного кирпича в неделю

114.285 NF шт. облицовочного кирпича в сутки, обжиг

8.890 NF шт./час

Базовый формат NF согласно нормам ГОСТ 7484–78 и EN 771-1

1. NF облицовочный кирпич 250×120×65 мм с пустотностью 27%

Прочие форматы:

2. NF полнотельный кирпич 250×120×65 мм без пустот

1. NF блок 250×120×88 мм с пустотностью 35%

1. NF блок 365×240×238 мм с пустотностью 50%

В ближайшем будущем запланировано строительство и модернизация очередных заводов в Российской Федерации: пуск завода в эксплуатацию в Московской области – в Павловском Посаде – производительностью 60 млн шт. кирпича в год, реконструкция завода в Калининграде и ряд других проектов.

# Наша передовая технология – Ваш коммерческий успех



Ультрасовременное оборудование и технологические линии убеждают своей быстротой и разнообразностью: высококачественное производство международного масштаба!

Отточенные решения технических деталей ведут к успеху и надежности. Модернизация оборудования и внедрение новшеств обеспечивают оптимизацию технологических процессов, быстроту и эффективность производства и гарантируют дополнительный экономический потенциал.

**KELLER HCW**

Фирма КЕЛЛЕР ХЦВ ГМБХ

Международный  
выставочный центр  
**Выставка Mosbuild 2007**

MosBuild 

3 – 6 апреля 2007 года  
в Москве на Красной Пресне

Стенд фирмы Келлер ХЦВ:  
павильон № 5, здание № 2

KELLER HCW GmbH • Абонентный почтовый ящик 2064 • 49470 г. Иббенбюрен-Лаггенбек • Германия  
Представительство в России / СНГ: Г-н Готфрид Ристль • ул. Кульнева, д. 3 • 121170 г. Москва  
Телефон: +7 495 258 39 35 • Телефакс: +7 495 258 39 49 • Мобильный телефон: +7 495 10 64 749  
Электронная почта: ristl@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru



УДК 666.3.022

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, канд. техн. наук, генеральный директор, Г.Я. ШАЕВИЧ, исполнительный директор, Л.А. КАРАБУТ, канд. техн. наук, начальник отдела, А.В. НОСКОВ, начальник лаборатории, В.А. АСТАФЬЕВ, начальник отдела, Л.Н. МОЛОДКИНА, технолог, П.Л. КОТЕЛИН, начальник отдела, Институт Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов – ООО «ИНТА-СТРОЙ» (Омск); Н.Л. КОВОИЦКИЙ, директор ОАО «Калачинский ЗСМ» (Омская обл.)

## Новые возможности установки «Каскад»

Сообщение о разработанной в нашем институте [1, 2] серии новых глиноперерабатывающих установок «Каскад» вызвало большой интерес у специалистов кирпичной отрасли.

В настоящее время установка «Каскад-13» изготовлена и смонтирована в технологической линии Калачинского завода строительных материалов, где проводятся всесторонние промышленные испытания.

Первые результаты апробации установки в составе промышленной технологической линии позволяют утверждать, что у кирпичников появилась новая эффективная глиноперерабатывающая установка, обладающая уникальной способностью перемешивания и перетиравания массы, что позволяет значительно повысить качество кирпича.

Возможности нового глиноперерабатывающего агрегата позволили специалистам института начать цикл лабораторных работ по получению кирпича светлых тонов из распространенных красножгущихся глин. В настоящее время ряд заводов выпускает такой кирпич, но, как правило, для его производства используются дефицитные, часто привозные, светложгущиеся глины.

Задача осветления красножгущихся глин была решена путем введения мела или других карбонатсодержащих добавок в состав шихты [3, 4]. Однако широкое внедрение этих методов в производство сдерживалось необходимостью тщательного перемешивания, что предполагает

последовательное применение нескольких перерабатывающих машин и значительно усложняло технологию.

Особое место в решении комплексной задачи производства керамического кирпича светлых тонов занимает возможность использования многотоннажных карбонатсодержащих отходов – гранулированного шлака и высококальцинированной золы. Утилизация этих отходов является проблемой практически для всех крупных городов.

Наши исследования были проведены на глине Калачинского карьера и гранулированном шлаке Магнитогорского металлургического комбината (табл. 1).

Образцы изготавливались пластическим формованием и полусухим прессованием с массовым содержанием измельченного гранулированного шлака 20%, 30%, 40%, 50%.

Изготовление образцов с окрашивающими добавками пластическим способом производили из керамической массы, в которую добавляли молотый гранулированный шлак и пропускали через лабораторную установку «Каскад-1». Далее из полученной шихты вручную формовали образцы с использованием матрицы размером 50×24×12 мм.

По способу полусухого прессования изготовление образцов осуществлялось по следующей схеме: керамическую массу с влажностью 20–24% с добавкой измельченного гранулированного шлака обрабатывали на установке «Каскад-1»; полученную керамическую шихту высушивали до влажности 12%; полуфабрикат пресс-порошка измельчали. Полученный пресс-порошок имел следующий гранулометрический состав: 2–3 мм – 25%, 1,25–2 мм – 25%, 1,25–0,63 мм – 50%. Прессование образцов осуществлялось на гидравлическом прессе с удельным усилием прессования 35 МПа.

После обжига в муфельной печи получились образцы от красного до светло-желтого цвета (рис. 2).

Испытания полученных образцов на прочность и морозостойкость проведены по экспресс-методу Н. Гиршвальда [5]. Данный метод является косвенным. Заключение

Таблица 1

Сырьевой материал	Массовое содержание компонентов, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	S
Гранулированный шлак	38	11	0,25	–	40	7,5	0,25	0,86	0,85
Калачинская глина	69,5	13,5	–	5,7	5,1	2,1	0,18	0,47	–

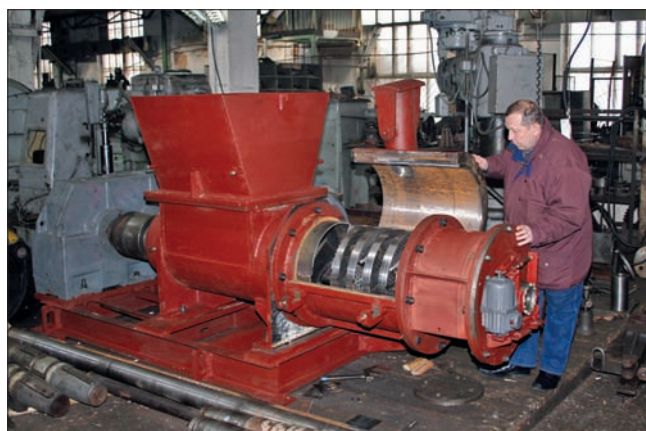
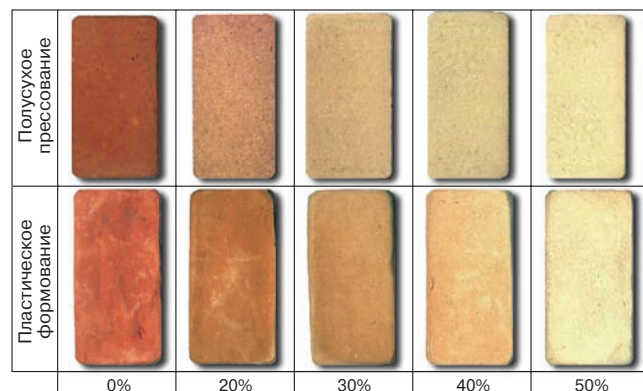


Рис. 1. Установка «Каскад-13» подготовлена к монтажу в технологическую линию (крышка смесительной камеры поднята)



Массовая доля измельченного гранулированного шлака в шихте, %

Рис. 2. Цветовая гамма образцов, полученных методами полусухого прессования и пластического формования с различным содержанием гранулированного шлака



Таблица 2

Показатели	Кирпич пластического формования	Образцы из калачинской глины	Образцы из глины, обработанной в уста- новке «Каскад-1»	Образцы, содержащие гранулированный шлак, мас. %			
				20	30	40	50
Предел прочности при сжатии, МПа	12,3	34,2	40,5	36,6	41,5	42,3	45,1
Водопоглощение ( $B_n$ ), %	12,24	12,61	13,66	14,71	14,14	14,51	15,73
Водопоглощение при кипячении ( $B_k$ ), %	14,07	14,66	14,53	15,48	14,88	15,6	17,29
Коэффициент структурности, $k_c$	0,87	0,86	0,94	0,95	0,95	0,93	0,91

Таблица 3

Вид добавки	Массовая доля добавки, %	Температура обжига, °С	Цвет керамических образцов
Мел	5	1000	Розовый
	20		Светло-розовый
Светложгущаяся глина	20	1050	Кремевый
TiO <sub>2</sub>	4	1050	Светло-розовый
Комплексная добавка: мел + зола	30 (15 + 15)	1000	Кремевый
	30 (10 + 20)		Кремевый насыщенный
	30 (20 + 10)		Светло-кремевый
Пигменты фирмы «Пигмент ДОК» коричневый черный	2–4	1050	Светло-коричневый
			Серый
Красный пигмент производства Южная Корея	2–4	1050	Темно-бордовый

ние о морозостойкости изделий делается по значению коэффициента структурности  $k_c$ , который определяется как отношение водопоглощения при нормальной температуре воды ( $B_n$ ) к водопоглощению при кипячении ( $B_k$ ):

$$B_n = (m_2 - m_1) / m_1 \cdot 100,$$

$$B_k = (m_3 - m_1) / m_1 \cdot 100,$$

$$k_c = B_n / B_k,$$

где  $m_1$  – масса обожженного образца;  $m_2$  – масса образца, насыщенного водой в нормальных условиях;  $m_3$  – масса образца, насыщенного водой после кипячения.

По данной методике керамические изделия считаются морозостойкими, если значение нормативного коэффициента структурности  $k_c^n$  не менее 0,85. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что обработка массы в установке «Каскад» позволяет существенно повысить прочность и морозостойкость керамических изделий. Для наглядного подтверждения высокой эффективности установки «Каскад-1» были сформованы образцы с 40% гранулированного шлака. Одна партия сырья пропусклась через «Каскад-1», а перемешивание другой партии осуществлялось традиционным методом. На рис. 3 показана структура поверхности полученных обожженных образцов.

Видно, что без активного перемешивания гранулированный шлак распределяется неравномерно с образованием отдельных конкреций и мало влияет на изменение цветности (рис. 3б). Также было отмечено снижение прочности и морозостойкости этих образцов (коэффициент структурности  $k_c = 0,83$ ).

Были опробованы и другие добавки, влияющие на цвет керамики (табл. 3).

В результате экспериментов возникла идея получения многоцветных поверхностей кирпича. Ряд полученных образцов представлен на рис. 4.

Технология получения многоцветного кирпича может быть весьма многообразна. Это широкое поле для дальнейших исследований. Однако даже подбор составов для получения однотонных светлых тонов черепка требует в каждом случае индивидуальной экспериментальной работы.

Вальцы, бегуны, глинорастиратели, прослужившие верой и правдой более 100 лет кирпичной промышленности, были изобретены в конце позапрошлого века. Новый принцип обработки керамического сырья, разработанный в институте ИНТА-СТРОЙ, позволяет исключить из технологической цепочки многие известные глиноперерабатывающие машины и заменить их установкой «Каскад». Высокое качество подготовки сырья предполагает переход производства кирпича на качественно более высокий уровень.

*Широкомасштабные экспериментальные работы с другими видами глин и вторичного сырья позволят двигаться дальше по пути повышения эффективности кирпичного производства. Приглашаем к сотрудничеству в этом интересном и перспективном деле!*

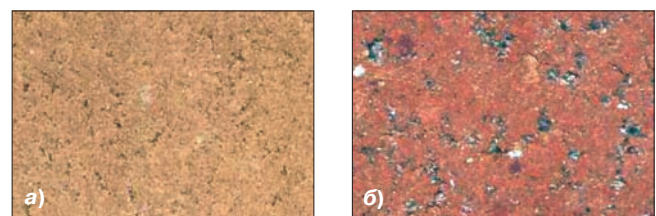


Рис. 3. Структура поверхности при добавлении 40% граншлака: а) сырье проходило обработку на «Каскаде»; б) сырье перемешивалось в лопастном смесителе

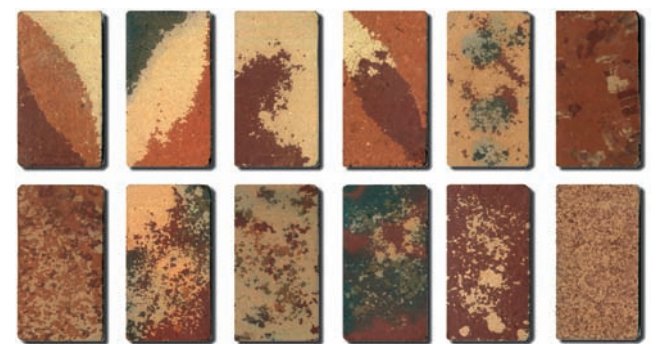


Рис. 4. Экспериментальные образцы многоцветной керамики

Для увеличения объема исследований руководством института принято решение о поставке лабораторных установок «Каскад-1» и «Каскад-2» для исследовательских институтов и заводских лабораторий по цене себестоимости изготовления (230 тыс. р. и 310 тыс. р. соответственно).

Мы уверены, что задача использования самых многотоннажных и распространенных золошлаковых отходов ТЭС в кирпичном производстве становится реальной, если в технологическую линию установить «Каскад-13». При частичной активации сырья на дисембраторе [2] возможно введение до 80% золы в состав керамической шихты.

Параллельно с проведением всесторонних испытаний на Калачинском ЗСМ специалисты института разрабатывают более мощную установку «Каскад-14» производительностью до 35 т/ч.

### Список литературы

1. Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Карабут Л.А., Пащикова Е.Б., Спитанов В.В., Астафьев В.А. Установка «Каскад» для кирпичной промышленности // Строит. материалы. 2005. № 2. С. 20–22.
2. Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Астафьев В.А., Карабут Л.А. Промышленная установка «Каскад-13» для глиноподготовки // Строит. материалы. 2005. № 10. С. 30.
3. Золотарский А.З., Шейнман Е.Ш. Производство керамического кирпича. М.: Высшая школа. 1989. 263 с.
4. Альперович И.А. Керамические стеновые и теплоизоляционные материалы в современном строительстве // Строит. материалы. 1996. № 12. С. 22–24.
5. Книгина Г.И., Вершинина Э.Н., Тацки Л.Н. Лабораторные работы по технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей. М.: Высшая школа. 1977. 223 с.

## ОМСК

**23 мая 2007 года**

в рамках Сибирской строительной недели  
(22–25 мая 2007 г.)

### СЕМИНАР:

**«Новое оборудование  
в кирпичной промышленности.  
Опыт использования  
и технологические возможности  
установок «Каскад-13» и ВЗС»**

Организатор семинара:

**Институт Новых Технологий и Автоматизации  
промышленности строительных материалов  
(ООО «ИНТА-СТРОЙ»)**

Стоимость участия в семинаре – 2 500 рублей  
(включая НДС 18 %).

В стоимость включается: бронирование гостиницы, участие в семинаре одного представителя фирмы, трансфер: Омск – Калачинск – Омск, посещение ОАО «Калачинский ЗСМ» – демонстрация установок «Каскад-13» и ВЗС, обед в день проведения семинара, фуршет.

Необходимо подтвердить до 10 мая 2007 г. свое участие в семинаре по контактному телефону/факсам: (3812) 440-470, 440-471, 440-472 или e-mail: info@inta.ru (Гудалов Олег Викторович). По запросу вам будут отправлены форма ЗАЯВКИ и ПРОГРАММА семинара.



# Как по нотам ...



## Институт новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов

Комплектные заводы по выпуску лицевого керамического кирпича «под ключ».

Комплекты оборудования по выпуску пенобетона.

Высокоэффективные перистальтические насосы «Помпаж» для перекачки пенобетона и других подобных продуктов.

Серия промышленных установок «Каскад» для высокоэффективной первичной переработки глины.

Серия сертифицированных составов «Унисоль» для удаления высолов с кирпичной кладки.

Органический пенообразователь для приготовления легких пенобетонов и оборудование для его производства.

Поставка, отладка технологии.

Россия, 644113, Омск-113, ул. 1-я Путевая, 100

Тел./факс: (3812) 440-471, 440-472, 420-608

E-mail: info@inta.ru

www.inta.ru

Ю.М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, академик РААСН;  
 БАК ДИНЬ ТХИЕН, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

## Энергосберегающая технология производства керамических строительных изделий во Вьетнаме

Технологическая линия для современного производства строительной керамики предусматривает глубокую и тщательную переработку сырья с вылеживанием в шихтозапаснике, сушку в крупногабаритных туннельных сушилках, обжиг в туннельной печи, а также полную автоматизацию всех технологических процессов от приема сырья до выдачи готовой продукции.

Однако в зависимости от социально-экономических, природных и климатических условий в каждой стране надо найти индивидуальный подход к решению задач по выбору технологии производства керамических строительных изделий, таких как стеновые, облицовочные, плитки для полов (изделия грубой керамики) и производственной мощности их технологической линии.

В России, как показывают технико-экономические расчеты [1], в современных рыночных условиях завод мощностью менее 10 млн шт. условного кирпича в год будет практически нерентабельным. Строить заводы мощностью 30 и более млн шт. условного кирпича в год тоже представляется нецелесообразным, так как цена перевозки готового кирпича на расстояние выше 200 км практически сравнивается с ценой самого кирпича.

Вьетнам располагается на небольшой площади 328 тыс. км<sup>2</sup>, но протяженность его морского побережья вдоль Тихого океана составляет 3260 км, а наименьшее расстояние границы от востока к западу в центральном Вьетнаме лишь 50 км. Исходя из этих условий оптимальную мощность заводов по производству керамических строительных изделий, строящихся в больших городах, таких как Ханой, Хо-шимин, можно выбрать 20, 25 и 30 млн шт. условного кирпича в год, а в других провинциальных промышленных центрах – 15, 10 и 5 млн шт. условного кирпича в год.

Основным сырьевым компонентом, используемым в производстве керамических строительных изделий во Вьетнаме, являются обычные легкоплавкие глины с числом пластичности от 17 до 25. Результат исследования глин основных месторождений [2] показывает, что нужно добавить в исходные глины от 20 до 35 массовой доли мелкого песка с модулем крупности  $M_{кр} = 1,5$  для повышения качества и расширения ассортимента эффективных изделий. Для улучшения свойств керамического черепка массу обогащают молотым углем Куан нин класса 5–6 в количестве от 3 до 6,24 массовой доли.

Продолжительность активного хранения сырьевой смеси на открытой площадке с водяным орошением, механическая обработка глиняной массы, обеспечивающая необходимую тонкость измельчения компонентов шихты, равномерное увлажнение и гомогенизация массы играют большую роль при производстве эффективных пустотелых изделий. Формование эффективных пустотелых изделий осуществляют на ленточном вакуум-прессе при разрежении в вакуум-камере не менее 90 кПа и формовочной влажности бруса 19,5–24%.

На заводах по производству изделий строительной керамики в европейских странах в большинстве случаев процесс сушки сырья пластического формования производится на большегрузных каркасных сушильных вагонетках с использованием перемещающихся внутри туннельных сушилок вентиляторов большого диаметра.

Теоретически и практически известно, что сушка керамических изделий пластического формования должна быть ступенчатой: мягкой в период формирования структуры материала и интенсивной после окончания этого процесса. Поэтому во Вьетнаме, стране с

Таблица 1

№ образца	Массовые доли компонентов, %			Формовочная влажность, %	Влажность, %		
	Глина месторождения	Песок Красной реки	Молотый уголь Куан нин, сверх 100%		критическая	равновесная при 35°С, φ=60%	
1	Ха Лонг	80	20	6,24	23,5	11,21	6,3
2		65	35		20,7	11,14	5,6
3	Ким шен	80	20	6,24	24	12,45	6,5
4		65	35		21,2	11,54	5,8
5	Суан май	80	20	6,24	22,7	12,51	6,1
6		65	35		20,4	11,5	5,5
7	Донг ан	80	20	6,24	22,2	12,3	6
8		70	30		20,6	11,74	5,4
9	Суан хоа	80	20	6,24	21,9	11,13	6,1
10		70	30		20,1	9,34	5,35
11	Куэ во	80	20	6,24	21,5	11,99	5,9
12		65	35		19,5	11,01	5,2



Таблица 2

Место отбора образцов	Физико-механические свойства				
	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, кг/см <sup>2</sup>	Прочность при изгибе, кг/см <sup>2</sup>	Износостойкость по песку, г/см <sup>2</sup>
<b>Двухпустотный кирпич</b>					
Верхние ряды садки	1154	13,84	38,41	32,02	–
В центре садки	1346	7,61	68,61	112,38	–
В боковой колонне	1337	9,5	63,19	89,04	–
На решетке	1177	13,21	57,71	50,52	–
<b>Плитка для полов</b>					
В центре садки	2210	7,3	–	85,9	0,28
<b>Облицовочная черепица</b>					
В центре садки	2170	7,2	–	230,8	–

влажным жарким климатом, процесс мягкой сушки керамического сырца целесообразно проводить на площадке с использованием энергии солнечной радиации, а интенсивную сушку – в искусственных сушилках.

Исследуемые составы (табл. 1) из глин основных месторождений во Вьетнаме имеют критическую влажность 9,34–12,51%. Продолжительность естественной сушки масс (при относительной влажности воздуха в цехе 60% и его температуре 35°C) до критического состояния составляет от 105 до 132 ч, а до равновесного (5,2–6,3%) – от 9 до 10 сут.

Кинетика влагоотдачи и воздушной усадки исследуемых глиняных составов при естественной сушке в самый жаркий период года (температура воздуха в цехе ежедневно в течение суток колеблется от 26 до 42°C) приведена на рис. 1.

Анализ экспериментальных данных, представленных на рис. 1, показывает, что для исследуемых составов различных глин их влагоотдача при естественной сушке до состояния критической влажности достигала более 60%, например от 61,28% (состав из глины Суан май) до 77,5% (состав из глины Ха лонг). Равновесная влажность всех составов устанавливается на 10-й день сушки. Таким образом, сырые образцы, изготовленные из составов 2, 5, 6, 7, 8, 9 и 10 (табл. 1), могут перейти на искусственную сушку с более жестким режимом после 5-дневной естественной сушки в цехе со стеклянной кровлей, а остальные – после 6-дневной естественной сушки. Надо отметить, что по достижении составами критической влажности при естественной сушке интенсивность их влагоотдачи сильно убывает. Поэтому в дальнейшем технологически и экономически нецелесообразно продолжать их сушить в цехе.

Для обеспечения бездефектной естественной сушки сырца керамических изделий в жаркие солнечные дни, когда температура воздуха в цехе превышает 35°C, верхние ряды клеток свежеформованного сырца следует изолировать в дневное время (от 11 до 17 ч) от непосредственного воздействия солнечных лучей. Для этого клетки сверху укрывают защищающими листами. Покрывать надо только верх клеток, нельзя загораживать их боковые стороны, а также проходы между клетками, что может нарушить нормальную циркуляцию воздуха. Вид садки крупноразмерного сырца керамических изделий на сушильной площадке и на обжиговой вагонетке приведен на рис. 2. По этой схеме садки достигается максимальная равномерность испарения влаги из сырца при сушке, после сушиллки остаточная относительная влажность образцов находится в пределах от 3,5 до 4,2%.

Обжиг керамических изделий при совместной садке осуществляется в туннельных печах вьетнамского производства. Следует отметить, что для интенсивного выгорания введенного в состав шихты топлива предусмотрена установка топливных трубочек не только в зо-

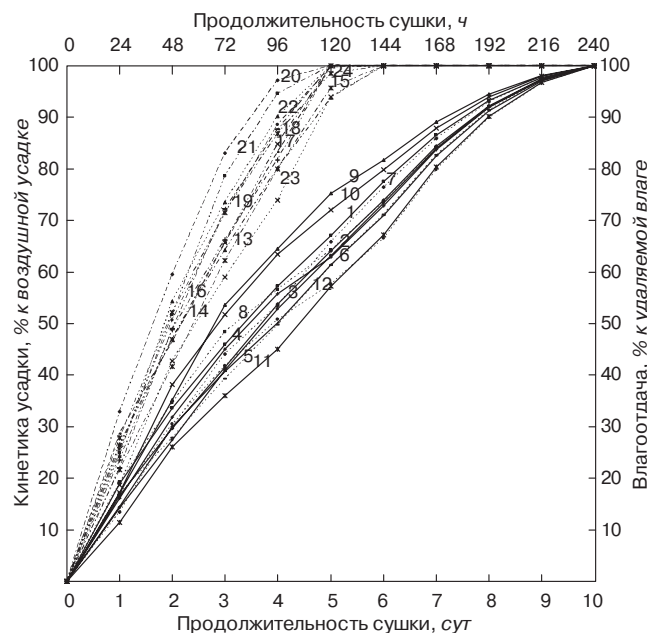


Рис. 1. Кинетика влагоотдачи и усадки при естественной сушке до равновесного состояния: 1–12 – влажность образцов; 13–24 – воздушная усадка тех же составов

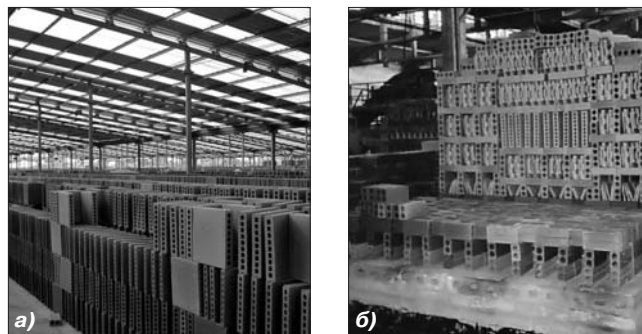


Рис. 2. Вид садки крупноразмерного сырца керамических изделий: а – укладка двойных плиток размером 400×400×50 мм на крытой широкопролетной площадке с композитной кровлей; б – оптимальный вариант совместной садки двухпустотного кирпича, плитки для пола и разной черепицы

Таблица 3

Статьи расхода	Производительность в год, млн шт. условного кирпича				
	5	10	15	20	30
Технологическое оборудование, млрд вьетнам. донг	1,27	1,9	6,07	6,64	2,8
Строительно-монтажные работы, млрд вьетнам. донг	3,36	4,63	5,47	7,23	11,86
Прочие расходы, млрд вьетнам. донг	0,07	0,66	0,77	0,99	2,34
Сумма капвложений, млрд вьетнам. донг	4,7	7,2	12,5	14,86	17
Сумма капвложений, млн USD	0,294	0,45	0,78	0,929	1,06
Сумма капвложений, млн р.	7,87	12,07	20,92	24,89	28,47
Расход усл. топлива на 1000 шт. усл. кирпича вьетнамского формата (220×110×60 мм), кг	132	124	118	112	106
Расход усл. топлива на 1000 шт. усл. кирпича российского формата, кг	176	166	158	150	142
Стоимость 1 шт. мощности российского формата, USD	0,0788	0,0605	0,0699	0,0582	0,0475

не обжига, но и в зоне подготовки, т. е на участке с температурой 600–800°C. При оптимальной совместной садке на одной вагонетке различных изделий достигается равномерность их сушки в туннельных сушилках и в сушильной части туннельной печи, но качество обжига изделий, находящихся в разных местах садки, разное. Это доказано определением физико-механических свойств двухпустотного кирпича, плитки для пола, облицовочной черепицы, обожженных при 1000°C, отобранных с различных участков садки на вагонетке, значения которых приведены в табл. 2.

Изделия, находящиеся при обжиге в центре садки, имеют максимальную прочность, а изделия на верхних рядах садки имеют минимальную прочность.

Плитки для полов имели хорошие механические свойства, особенно по показателю износостойкости, они относились к классу А по Вьетнамскому стандарту TCVN 1450:1986. У плиток для полов в условиях эксплуатации, где относительная влажность окружающего воздуха приближается к насыщению, объем открытых пор станет резервной емкостью для всасывания капель воды, которые накапливаются на их поверхности. Это количество воды испарится, когда температура поверхности плиток станет выше точки росы окружающего воздуха. Такое явление, присущее влажному и жаркому климату, во Вьетнаме называется «ном». Эта особенность способствует применению неглазурованных керамических плиток для облицовки нижних цокольных этажей в жилых и общественных зданиях во Вьетнаме.

На поперечном разрезе (рис. 3) кирпичей и плиток обнаружена сердцевина черного цвета. На снимках видно различие в размерах пор в этих зонах. При одном и том же масштабе увеличения в черной зоне поры имеют различную конфигурацию и гладкую поверхность. Общий объем пор в черной зоне меньше, чем в красной зоне, но их диаметр больше. Отличие в структуре черепка

в красной и черной зонах объясняется тем, что в процессе его обжига внутри образцов образуется восстановительная газовая среда, возникающая за счет частичного сгорания тонкомолотого угля вследствие недостатка кислорода. Благодаря этому спекание черепка черной зоны более полное, чем в красной зоне. Доказано, что минералы в черной и красной зонах одни и те же. Мелкие поры в черной зоне преобразовались в крупные поры с толстой стенкой и гладкой поверхностью. Такой характер пор в двух этих зонах керамического черепка свидетельствует о различной среде или разной температуре их образования при обжиге.

Подобная картина наблюдается и для изделий других заводов. Сравнительная оценка технико-экономических показателей производства эффективных пустотелых керамических стеновых изделий, выпускаемых во Вьетнаме, показала следующие их преимущества по сравнению с производством полнотелого кирпича: снижение расхода сырья на 26–35%, снижение расхода топлива на 15% и более, сокращение трудовых затрат до 20%, уменьшение себестоимости продукции на 15–20%. Расчеты показали, что экономия на 1000 шт. условного кирпича от использования энергии солнечной радиации при естественной сушке составляет 37,16 кг условного топлива и от использования отходящих газов туннельной печи при искусственной сушке составляет 34,34 кг условного топлива. Общая экономия условного топлива при сушке составляет 71,5 кг на 1000 шт. условного кирпича.

Технико-экономические показатели керамических заводов, построенных во Вьетнаме по энергосберегающей технологии, для всех вариантов мощности приведены в табл. 3. Разработана и апробирована технология производства керамических строительных изделий с максимальным использованием энергии солнечной радиации.

Список литературы

1. Кондратенко В.А., Пешков В.Н., Следнев Д.В. Проблемы строительства и реконструкции кирпичных производств // Строит. материалы. 2004. № 2. С. 3–5.
2. Бак Динь Тхиен, Баженев Ю.М. Совершенствование технологии производства керамических строительных материалов во Вьетнаме // Строит. материалы. 2006. № 7. С. 84–86.
3. Шлегель И.Ф. Перспективы повышения качества кирпича // Строит. материалы. 2000. № 2. С. 30–31.

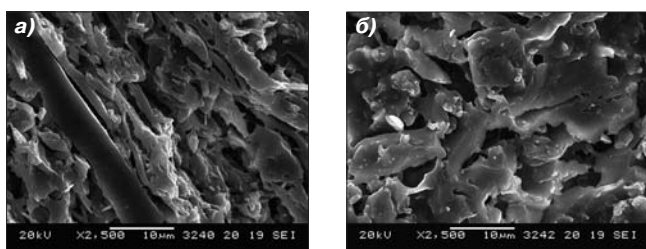


Рис. 3. Микрофотография керамического черепка кирпича завода Донг ан: а – красная зона; б – черная зона

В.М. ПОГРЕБЕНКОВ, д-р техн. наук, Томский политехнический университет;  
 А.Е. АБАКУМОВ, зам. директора по технологии ООО НПФ «СтройПокрытие» (г. Чебоксары);  
 А.Г. ПЬЯНКОВ, канд. техн. наук, В.В. ГОРБАТЕНКО, канд. техн. наук, Томский политехнический университет

## Повышение износостойкости формующей оснастки ленточных прессов

В последние годы на рынке стеновых керамических материалов наблюдается устойчивое стремление к сужению допустимого интервала колебаний геометрических размеров изделий. Номинальные размеры и предельно допустимые отклонения установлены ГОСТ 530–95 и ГОСТ 7484–78 и являются обязательными показателями качества.

Выделяют четыре основные группы факторов, обуславливающих нестабильность геометрических размеров керамических изделий:

- нестабильность состава сырьевых материалов, приводящая к изменению технологических свойств;
- несовершенство проведения операций по дозировке, усреднению и массопереработке компонентов шихты;
- изменение параметров формования сырца в связи с износом деталей прессов;
- неоднородность режима тепловой обработки изделий.

Таким образом, стабильность формы и размеров выпускаемой продукции предприятия является одним из существенных косвенных признаков стационарности всего технологического процесса по производству керамических стеновых материалов, который должен учитываться при анализе работы технологических линий.

Рассмотрим влияние износоустойчивости деталей формующей оснастки при пластичном формовании стеновой керамики на стабильность формы и размеров продукции, а также на стабильность процессов сушки и обжига.

За счет абразивного воздействия глиномассы на большему износу подвергается калибрующая рамка, определяющая размеры сечения выходящего из мундштука бруса, а также керны-пустотообразователи, формирующие внутренние технологические пустоты бруса. Очевидно, что длина  $a$ , ширина  $b$  и пустотность  $p$  керамических изделий являются переменными величинами, которые состоят из базовой составляющей  $A, B, P$ , периодической составляющей, зависящей от абразивности шихты  $x$ , износостойкости материалов рамки и кернов  $y$ , срока их эксплуатации  $t$  и совокупности возмущающих факторов  $\xi$ :  $a = f(A, x, y, t, \xi)$ ;  $b = f(B, x, y, t, \xi)$ ;  $p = f(P, x, y, t, \xi)$ .

Базовые размеры выходного отверстия калибрующей рамки  $A$  и  $B$  рассчитывают с учетом номинальных размеров  $a$  и  $b$ , упругого расширения бруса на выходе из пресса, а также величины воздушной и огневой усадки.

Возмущающие факторы  $\xi$  определяются стабильностью свойств сырья и параметров технологических процессов.

Параметры  $x$  и  $y$  взаимосвязаны и относительно стабильны при работе на одном составе шихты.

Следовательно, изменение длины, ширины и пустотности изделий напрямую связано со сроками эксплуатации формовочной оснастки (количеством выпущенной продукции). При  $\Delta a$  и  $\Delta b$  свыше нормативных производится замена формующей оснастки, и величины  $a, b, p$  резко изменяют свои значения до базовых. Таким образом, в технологии стеновой керамики имеется циклический процесс с периодом  $T$ , равным периоду замены деталей формующей оснастки.

Для оценки влияния вышеуказанного процесса на стабильность работы участков технологической линии необходимо учитывать как амплитуду колебаний отдельных показателей, так и их периодичность.

В процессе износа деталей формующей оснастки ленточного пресса постепенно увеличивается площадь поперечного сечения бруса и уменьшается суммарная площадь поперечного сечения пустот. Это приводит к росту длины и ширины изделий и соответственно их объема и массы.

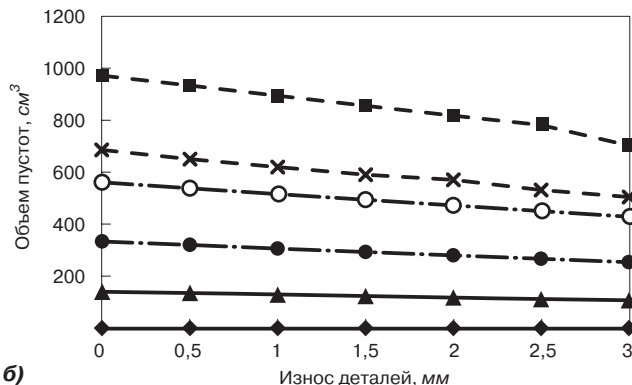
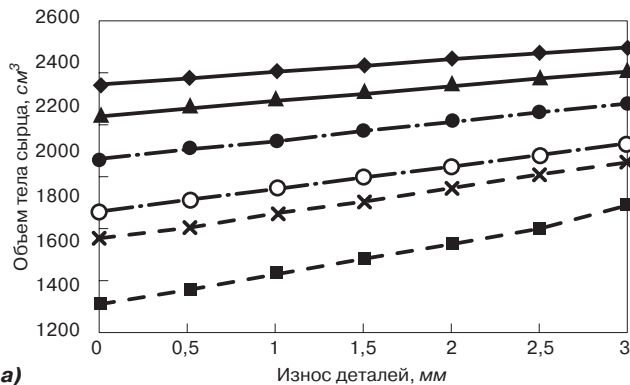
На рисунке приведены расчетные зависимости изменения объема тела сырца керамического кирпича и пустот в нем от степени износа деталей формующей оснастки. Влияние износостойкости пустотообразователей на стабильность массы и размеров сформованных изделий становится преобладающим при формовании эффективной стеновой керамики с пустотностью более 30%. В данных случаях технологом рекомендуется вести раздельный контроль износа калибрующих рамок и кернов, причем смену комплекта кернов или калибрующих рамок желателно разносить во времени с целью снижения амплитуды колебания параметров.

Рассмотрим частный случай производства керамического кирпича на комплексе СМК-350. При достижении проектной мощности суточный выпуск продукции составляет порядка 200 тыс. шт. усл. кирпича. Средний период цикла от формовки сырца до выхода из печи (с учетом промежуточного накопления в сушилках и перед печью) составляет шесть суток. За этот период при формовании в «один ручей» формируется порядка 1,2 млн шт. усл. кирпича. Исходя из опытных данных срок службы металлических кернов и калибровочных рамок составляет 5–7 суток или 1–1,4 млн шт. сформованного условного кирпича.

Следовательно, на предприятии возможна ситуация, когда цикл формовка–сушка–обжиг равен циклу смены формующей оснастки (калибрующая рамка + керны). При этом амплитуда колебаний массы сырца может составлять 10–12%. Негативное воздействие на стабильность технологических параметров обуславливается пульсирующей асимметрией, когда в зоне охлаждения печи находится продукция с минимальной массой, в то время как в сушилках размещается продукция с максимальной массой. Данное обстоятельство в совокупности с рядом иных факторов может привести к периодическому повышению уровня брака при сушке сырца.

Для повышения износостойкости формующей оснастки на заводах используют различные варианты упрочнения поверхности металла – закалку, цементацию, напыление нитрида титана, хромирование и др. Эффект от такого поверхностного упрочнения есть, но незначительный, что обусловлено небольшой толщиной упрочняющего покрытия. Выход видится в замене материала кернов и калибровочной рамки с металла на другой, более износостойкий. Анализ промышленно выпускаемых и используемых такого рода материалов показывает, что наиболее подходящей для этих целей является корундовая керамика.





Изменение объема тела сырца (а) и объема пустот (б) от степени износа формующей оснастки: пустотность —  $\blacklozenge$  — 0%,  $\blacktriangle$  — 6%,  $\bullet$  — 13%,  $\circ$  — 22%,  $\times$  — 30%,  $\blacksquare$  — 40%.


Промышленностью освоено несколько видов корундовой керамики, отличающихся составом и количеством вводимых для снижения температуры спекания добавок — ВК-95, ВК-94-1, ВК-94-2 и др. По своей износостойкости эти виды керамики близки между собой, поскольку содержат в своем составе примерно одинаковое количество кристаллической фазы — корунда (около 90%). Технология горячего литья под давлением из термопластичных шликеров позволяет получать керны практически любой формы с идеальной воспроизводимостью размеров.

Опыт многолетней эксплуатации кернов из корундовой керамики на более чем 20 кирпичных заводах показал, что срок их службы составляет от 3 до 6 месяцев, и также зависит от абразивности масс, производительности формовочной линии, но не зависит от конфигурации пустот (щелевых, квадратных, круглых, ромбовидных и т. д.). На некоторых заводах с производительностью от 15 до 26 млн шт. кирпича в год комплект корундовых кернов служил до 9 месяцев. В случае использования износостойких корундовых кернов причиной смены керновой сборки является износ (утончение) металлических кернодержателей. Для увеличения срока службы кернодержателей можно их защищать тонкостенными корундовыми трубками, которые на некоторых заводах к тому

же используются в качестве «тормозов», выравнивающих скорость истечения бруса по его поперечному сечению.

Калибрующую рамку изготавливают из металла, а внутреннюю ее поверхность футеруют корундовой керамикой. В зависимости от требований керамической «вкладыш» изготавливают с разным углом захода, различного профиля, в том числе и для формирования рифленого кирпича. В случае использования двухручейкового пресса требуется небольшая модернизация формующей плиты с увеличением расстояния между брусками. Срок службы керамической футеровки рамки соизмерим со сроком службы кернов и для разных заводов составляет от 2 до 6 месяцев. В случае износа футеровки рамки сверх нормы не требуется изготовления новой металлической рамки — клеивается новая футеровка. Это снижает стоимость калибрующей рамки.

Таким образом, использование износостойкой корундовой керамики при изготовлении элементов формующей оснастки позволяет на несколько месяцев отодвинуть возмущающее воздействие, связанное с циклическим изменением массы кирпича при замене изношенных кернов и рамки, и сгладить его амплитуду, если производить смену кернов и рамки не одновременно, а поочередно, через половину временного периода их службы.



**Научно-производственная фирма «СтройПокрытие»**

**ПРЕДЛАГАЕТ НОВУЮ ТЕХНОЛОГИЮ**

**ПРОИЗВОДСТВО КИРПИЧА С ПОЛИМЕРНОЙ ГЛАЗУРЬЮ**

**НПФ СтройПокрытие**

- широкая цветовая гамма и разнообразие фактурного слоя продукции;
- гарантия соответствия цвета различных партий продукции согласно каталогу RAL;
- высокая адгезия полимерной глазури к поверхности кирпича;
- долговечность и атмосферостойкость продукции;
- решение проблем с высолами кирпичной кладки;
- доступность расходных материалов;
- простота эксплуатации;
- низкая себестоимость продукции;
- монтаж «под ключ» и обучение сотрудников предприятия специалистами НПФ «СтройПокрытие»;
- гарантийное и послегарантийное обслуживание;
- бесплатная консультационная помощь.

**428003, Чувашская Республика, г.Чебоксары, ул. Ярославская, 29, оф. 205**  
**тел. 8 903-346-75-63; факс (8352) 62-77-26** <http://www.stroipokritie.ru/> <http://www.stroipokritie.narod.ru/>

удк 620.19

А.А. АНАНЬЕВ, инженер, «ОАО ВНИИСТРОМ им. П. П. Будникова»;  
 В.В. КОЗЛОВ, гл. технолог ОАО «Голицынский керамический завод»;  
 Г.Я. ДУДЕНКОВА, канд. техн. наук, ОАО «ВНИИСТРОМ им. П. П. Будникова»;  
 А.И. АНАНЬЕВ, д-р техн. наук, директор научного центра РОИС

## Долговечность лицевого керамического кирпича и камня в наружных стенах зданий

Лицевой кирпич применяется для отделки практически всех видов типов стен, выполненных из кирпича, мелких и крупных блоков, а также утепленных минераловатными, пенополистирольными и другими мягкими плитными утеплителями. В последние годы широкое распространение получил пустотелый керамический кирпич для облицовки стен с вентилируемыми фасадами.

Опыт эксплуатации сплошных кирпичных стен показывает, что их долговечность зависит не только от физических свойств кирпича, но и от способа облицовки, формы и расположения пустот, а также от температурно-влажностного режима помещений здания. Например, в кирпичных стенах, облицованных одним и тем же лицевым кирпичом с одинаковой морозостойкостью, фасады в одних случаях начинают разрушаться на 25–30-м году эксплуатации, а другие более 50 лет не имеют малейших признаков разрушения. В настоящей работе изучение причин преждевременного разрушения керамического кирпича и камня выполнялось в наружных стенах жилых и общественных зданий. Теплозащитные свойства наружных стен и температурно-влажностный режим помещений зданий приведены в таблице.

Наружные стены в обследованных зданиях выполнены из полнотелого керамического кирпича, облицованы с наружной стороны семищелевыми керамическими кирпичами или девятищелевыми камнями. Общая толщина стен без внутреннего отделочного слоя составляет 640 мм. Стены ду-

шевых и ванных помещений с внутренней стороны облицованы глазурованной керамической плиткой, выполняющей функции пароизоляционного слоя. Экспериментальное значение сопротивления теплопередаче наружных стен в стенах жилого здания практически не отличалось от проектного значения. В административных зданиях значение  $R_0$  было на 17–24% ниже проектного. Снижение  $R_0$  стен вызвано повышением влагосодержания кирпичной кладки несущей части стены и местными разрушениями лицевого слоя из пустотелого кирпича и камня. Так, среднее значение массового отношения влаги кирпичной кладки стены, облицованной восьмищелевым камнем, составляет 2,4%, что на 0,4% выше нормативного значения. Влажность кирпичной кладки, облицованной семищелевым кирпичом, превысила 2,9% (рис. 1). Причиной существенного переувлажнения конструктивной части стены стал образующийся конденсат при сильных морозах на внутренней поверхности стен, особенно углов и других узлов и сопряжений с конструкциями здания.

При этом необходимо отметить существенное перераспределение влаги в зоне контакта основной конструктивной части кирпичной стены с лицевым кирпичом и камнем. Так, влажность в стене, облицованной керамическим кирпичом на границе с тычковыми камнями, на 0,9% выше, чем на границе контакта с ложковыми рядами. Значение же влажности наружной керамической диафрагмы, контактиру-

ющей с наружным воздухом в сильные морозы февраля, на 1,2% выше у ложковых рядов (рис. 1). В стенах, облицованных щелевым пустотелым камнем с перевязкой с основной частью стены, также зафиксировано заметное увеличение влажности на границе с лицевым кирпичом.

Влажностный режим наружных керамических стенок лицевых кирпичей и камней в ложковых рядах кладки стен нестабилен во времени. Особенно это заметно в феврале–апреле. С наступлением зимне-весенних периодических похолоданий и потеплений происходит сначала увеличение, а затем снижение влагосодержания наружных стенок ложковых рядов кирпичей и камней. Влагосодержание керамических наружных стенок изменяется от 2,3% до 0,2%. Влагосодержание керамических наружных стенок тычковых рядов кирпичей и камней более стабильно и составляет 0,6–0,2%. Большому влагосодержанию кирпичей и камней тычковых рядов облицовочного слоя способствует частичное его нахождение в плоскости максимального увлажнения, проходящей на расстоянии 160–210 мм от наружной поверхности стены. Следует отметить, что в данном случае она совпадает и с плоскостью минимальной температуры в стене при температуре наружного воздуха  $-20 - -25^{\circ}\text{C}$ , т. е. приближенной к расчетной температуре самой холодной зимней пятидневки  $-28^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). При температуре наружного воздуха  $-10,5^{\circ}\text{C}$ ,

Температурно-влажностный режим помещений	Температура наружного воздуха $t_n, ^{\circ}\text{C}$	Температура поверхности $t_s, ^{\circ}\text{C}$		Плотность теплового потока $q, \text{Вт/м}^2$	Массовое отношение влаги в стене $\omega, \%$		Сопротивление теплопередаче наружных стен $R_0, \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт}$	
		внутренней	наружной		расчетное (нормативное)	экспериментальное	проектное по СНиП II-3-79* (до 1995 г.)	экспериментальное
$t_n=18^{\circ}\text{C}$ $\phi_n=55\%$	-12,5	14,6	-8,7	23,3	2	1,8	1,1	1,15
$t_n=25^{\circ}\text{C}$ $\phi_n=50\%$	-10,5	19,5	-8,6	33,1	2	2,4	1,16	0,96
$t_n=25^{\circ}\text{C}$ $\phi_n=55\%$	-11,2	19,2	-8,5	34,2	2	2,9	1,21	0,92

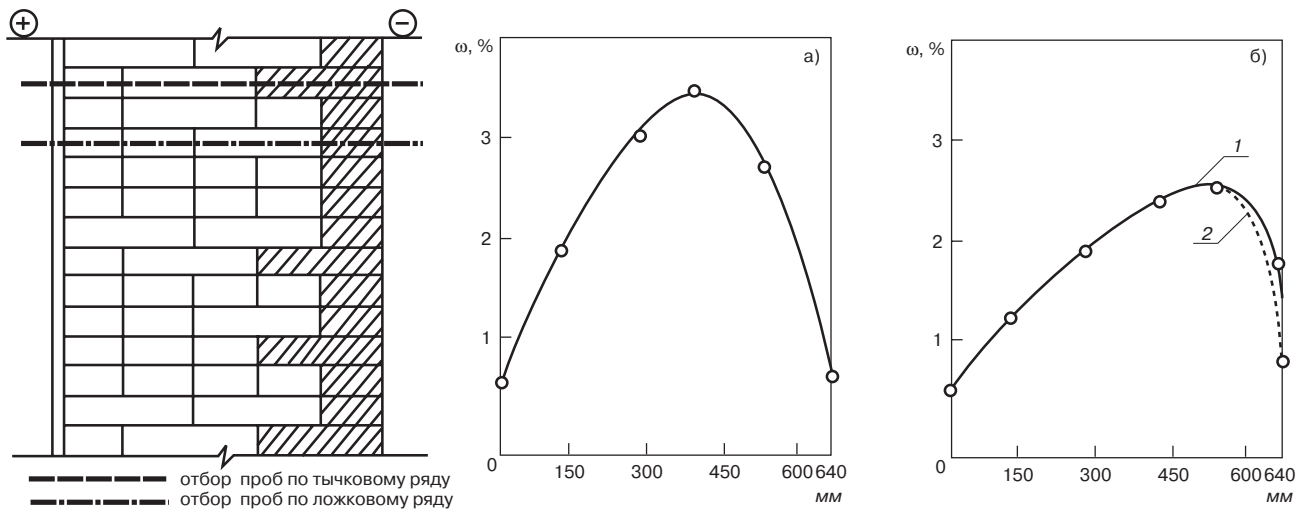


Рис. 1. Влажностный режим кирпичной стены, облицованной семищелевым керамическим кирпичом: а – в плоскости расположения тычковых лицевых кирпичей; б – в плоскости расположения ложковых лицевых кирпичей; 1 – в феврале; 2 – в апреле;

соответствующей средней температуре трех зимних месяцев отрицательная изотерма проходит на расстоянии 16 см от наружной поверхности стены. Ложковые же кирпичи облицовочного слоя в обоих наруж-

ных температурных условиях находятся полностью в зоне отрицательной температуры.

При вскрытии пустот в лицевых кирпичах и камнях ложковых рядов кладки в зимний период с установившейся температурой наружного воздуха  $-20 - -28^\circ\text{C}$  на поверхности керамических стенок было обнаружено наличие инея, влажность наружных стенок камней составила 2,3%. В кирпичах и камнях тычковых рядов наличие инея не зафиксировано. Такое же влагосодержание зафиксировано при потеплении, когда иней растаял и влага была поглощена порами и мелкими трещинами керамических стенок. При очередном похолодании часть поглощенной влаги в керамических стенках перешла в твердую фазу (лед). Возникшее напряжение при переходе воды в лед привело к разрушению наружных стенок ложковых рядов лицевых керамических камней и кирпичей.

Наступившее после этого потепление и воздействие солнечной радиации способствовали таянию льда и высушиванию наружных стенок лицевых керамических материалов. Степень снижения влагосодержания керамических стенок обусловлена длительностью периода наступившего потепления, активностью солнечной радиации и относительной влажностью наружного воздуха. Отобранные пробы после двухнедельного потепления при отсутствии дождя показали, что влагосодержание наружных керамических стенок лицевых кирпичей и камней понизилось до 0,2–0,6%. Циклические наружные температурные воздействия не оказывают такого существенного влияния на изменение влажностного режима стенок камней тычковых рядов. Поэтому наружные стенки лицевых камней тычковых рядов практически не разрушаются (рис. 3).

Проведенные испытания по ГОСТ 7025–91 на морозостойкость кирпичей и камней, отобранных из наружных стен подвальных помещений, не подвергавшихся воздействию отрицательной температуры, показали, что они выдерживают 30–35 циклов попеременного объемного замораживания и оттаивания. Вместе с тем установлено, что долговечность одних и тех же керамических лицевых материалов одинаковой марки по морозостойкости в условиях эксплуатации наружных стен может существенно отличаться. На различие в сроках службы оказывает влияние расположение пустот в кирпичах и камнях, а также их расположение в кладке стены.

Отличающееся расположение пустот в лицевых керамических материалах в тычковом и ложковом направлениях создает в наружном слое стен участки с пониженными теплозащитными свойствами и увеличивает диффузию водяного пара к наружным керамическим стенкам кирпичей и камней ложковых рядов кладки. Происходящие в зимне-весенний и осенне-зимний периоды года криогенные фазовые переходы

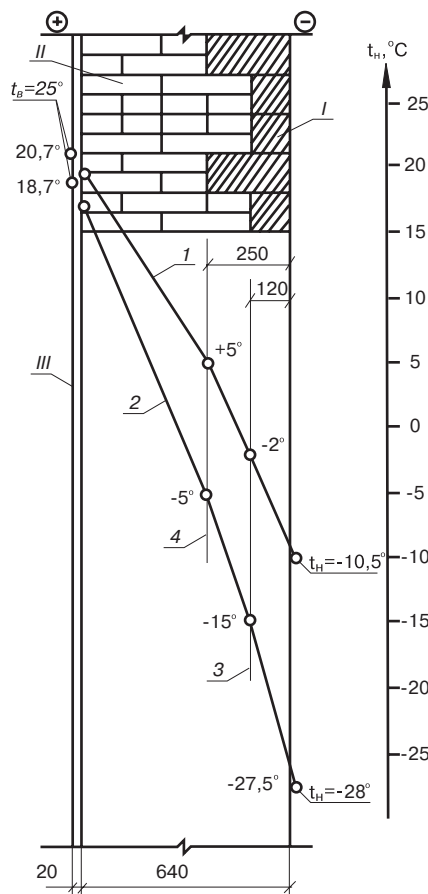
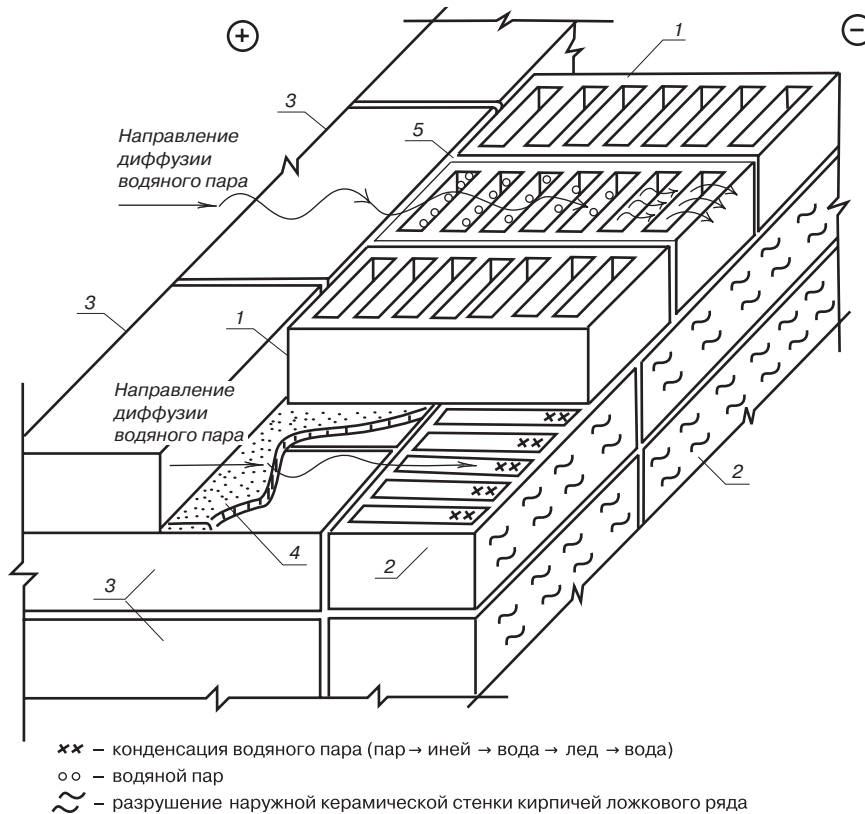


Рис. 2. Температурный режим кирпичной стены, облицованной восьмищелевым керамическим кирпичом: 1 – ( $t_n = -10,5^\circ\text{C}$ ,  $t_n = 25^\circ\text{C}$ ); 2 – ( $t_n = -28^\circ\text{C}$ ,  $t_n = 25^\circ\text{C}$ ); 3 – распределение температур по границе несущей части стены с ложковым рядом облицовочного слоя; 4 – то же с тычковым рядом облицовочного слоя. I – слой облицовочных керамических камней; II – кладка из рядового кирпича; III – внутренний отделочный слой



Рис. 3. Фрагмент фасада здания с разрушающимися лицевыми камнями





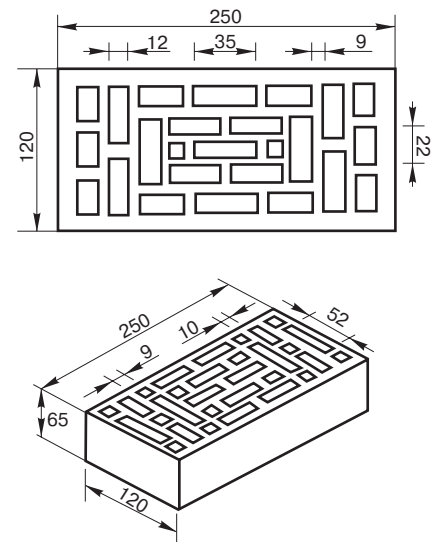
**Рис. 4.** Модель диффузии водяного пара через лицевой слой кладки сплошной кирпичной стены с облицовочным слоем из лицевого семищелевого кирпича: 1 – лицевые семищелевые керамические кирпичи тычкового ряда; 2 – то же ложкового ряда; 3 – полнотелые керамические кирпичи несущей части стены; 4 – горизонтальный растворный шов; 5 – то же, вертикальный

влаги в таком лицевом слое стены (пар → иней → вода → лед → вода) приводят к ускоренному разрушению наружных керамических стенок лицевых камней и кирпичей ложковых рядов.

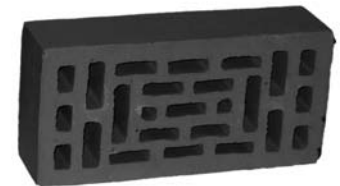
По данным натуральных исследований, теплопроводность девятищелевого керамического камня и семищелевого кирпича в тычковом направлении составляет 0,35–0,4 Вт/(м·°C), в ложковом – 0,6 Вт/(м·°C). Такое существенное различие в теплопроводности лицевых керамических материалов от расположения в кладке по отношению к направлению теплового потока приводит к снижению термического сопротивления лицевого наружного слоя кладки при равнозначной толщине 13 см в зоне ложковых рядов на 48–68% по сравнению с наружным слоем из тычковых кирпичей или камней. Это объясняется наличием разного количества пустот, расположенных перпендикулярно направлению теплового потока. У тычковых лицевых материалов в кладке количество пустот в лицевом слое составляет 7–9 шт., а у тычковых – 1 шт. Наличие большего количества поперечных керамических диафрагм в камнях и кирпичах тычковых рядов повышает сопротивление паропроницанию в этой зоне кладки до

0,757–0,846 м<sup>2</sup>·ч·Па/мг по сравнению с образованной ложковыми рядами, равного 0,476 м<sup>2</sup>·ч·Па/мг. Пониженное сопротивление паропроницанию и теплозащитных свойств кирпичей и камней ложковых рядов лицевого слоя по сравнению с тычковыми привели к повышению диффузии водяного пара и ухудшению температурно-влажностного режима лицевого слоя кладки стены.

Из представленной модели диффузии водяного пара (рис. 4) видно, что его движение через ложковые ряды существенно отличается от проходящего через тычковые ряды. В тычковых рядах кирпичей продвижению водяного пара к наружной поверхности стены препятствуют четыре керамические диафрагмы и четыре воздушные прослойки с общим сопротивлением паропроницанию 0,846 м<sup>2</sup>·ч·Па/мг. При той же толщине слоя 130 мм в ложковых рядах продвижению водяного пара к наружной поверхности стены препятствуют две керамические диафрагмы, одна воздушная прослойка и одна диафрагма из цементно-песчаного раствора с общим сопротивлением паропроницанию 0,476 м<sup>2</sup>·ч·Па/мг. Температура водяного пара на расстоянии 130 мм от наружной поверхности стены в обоих случаях при t<sub>н</sub> = -10,5 °C; t<sub>в</sub> = 25 °C составляет



**Рис. 5.** Конструкции лицевых керамических кирпичей с рациональным расположением пустот



**Рис. 6.** Лицевой керамический кирпич с рациональным расположением пустот, выпущенный ОАО «Голицынский керамический завод»

-2 °C (рис. 2). В тычковом ряду количество водяного пара проходящего через четыре диафрагмы и четыре воздушные прослойки постепенно уменьшается в результате потерь на их увлажнение, поэтому наружная керамическая диафрагма тычкового кирпича увлажняется незначительно, – до 0,6% (рис. 1).

Выполненные исследования показывают, что для лицевого керамического кирпича и камня, используемого с перевязкой с кладкой сплошных кирпичных стен, целесообразно пустоты размещать так, чтобы их коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости были одинаковыми в тычковом и ложковом направлениях. Это позволяет повысить теплозащитные качества и морозостойкость кирпича. Конструкции таких кирпичей представлены на рис. 5. Выпущенный кирпич при испытаниях на морозостойкость по ГОСТ 7025–91 выдержал 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания при незначительной потере массы и без существенного изменения внешнего вида.

www.mosbuild.com

Главная выставка года

**MosBuild**

3-6 апреля 2007, Москва  
Экспоцентр на Красной Пресне



building materials  
& equipment

Строительные  
материалы и оборудование

- Строительная химия
- Сухие смеси
- Кровельные материалы, конструкции для крыш
- Изоляция
- Фасадные материалы
- Строительные леса
- Опалубка
- Лесо-, пиломатериалы
- ПВХ материалы, оргстекло
- Сэндвич-панели
- Профнастил, металлоконструкции
- Цементы / бетоны и оборудование
- Кирпич, строительные блоки
- Промышленные / наливные полы
- Быстровозводимые конструкции
- Системы водоотвода и дренажа
- Станки и оборудование
- Тара, упаковка, сетки, пленка
- Строительная техника
- Безопасность труда в строительстве
- Строительные услуги

**В рамках выставки – комплексные консультации по проектированию и строительству загородных домов от ИД Красивые Дома.**

Получить дополнительную информацию Вы можете на официальном сайте выставки [www.mosbuild.com](http://www.mosbuild.com)

**ОРГАНИЗАТОР:**



ITE  
Москва: +7 495 935 7350  
Лондон: +44 (0)20 7596 5130/5172  
[www.mosbuild.com](http://www.mosbuild.com)



GIMA  
Germany  
T: +49 (40) 235 2440  
[www.gima.de](http://www.gima.de)

Информационная  
поддержка:



При содействии:



На правах рекламы.

## Улучшение эксплуатационных характеристик керамических изделий путем изменения параметров среды обжига

При создании эффективных и ресурсосберегающих технологий производства керамических изделий актуальной задачей является усовершенствование способов обжига с учетом химико-минералогических особенностей сырья, так как формирование эксплуатационных характеристик материалов происходит именно при термической обработке. В традиционном способе интенсификации спекания масс путем введения легкоплавких добавок задействован только один технологический параметр — температура.

Недостаточная оценка роли других параметров среды обжига, таких как давление и состав газовой фазы, в известной мере ограничивает возможности и сдерживает развитие технологии обжига керамических изделий.

Исследование процессов, протекающих при термической обработке глинистых пород, показало, что на спекание керамических масс влияет восстановительный характер газовой среды.

Влияние искусственно созданной восстановительной газовой среды [1] путем подачи газов-восстановителей в зону обжига на спекание керамических масс незначительно, так как это способствует протеканию восстановительных реакций только в наружных слоях черепка, а основные процессы фазообразования происходят внутри материала.

Вместе с тем установлено [2], что при обжиге легкоплавких глинистых пород различного химико-минералогического состава выделяется от

10 до 35 г/см<sup>3</sup> газообразных и других летучих компонентов. При этом наблюдается выделение активных газов-восстановителей — водорода и оксида углерода, что свидетельствует о восстановительном характере газовой среды внутри черепка. Однако постоянная диффузия кислорода во внутренние слои материала не способствует протеканию восстановительных реакций. Поэтому для эффективного использования выделяемых активных газов для восстановительных реакций необходимо устранение диффузии молекул кислорода во внутренние слои черепка.

Известно, что на основании принципа Ле-Шателье в системах с летучими компонентами образование газовой фазы и кристаллизация новообразований имеют место только тогда, когда внутреннее давление в материале превосходит внешнее. Следовательно, для ускорения образования активных газов и спекания масс необходимо искусственно ослабить внешнее давление среды обжига. Данный посыл послужил научной основой данной работы.

Для создания пониженного давления в зоне обжига лабораторная печь была помещена в закрытый металлический колпак, откуда откачивался воздух вакуумным насосом до остаточной величины 0,5–1 мм. рт. ст. Особенностью обжига в условиях пониженного давления является исключение диффузии кислорода воздуха во внутренние слои черепка из-за постоянного удаления газообразных продуктов при работе системы

откачки, что позволяет активно протекать восстановительным реакциям при спекании керамических масс.

При выполнении работы использованы сукпакская монтмориллонитовая и шеминская гидрослюдистая глины (Республика Тыва), химический состав которых представлен в табл. 1.

Изучение процесса газовой выделения сукпакской и шеминской глины при обжиге в условиях пониженного давления (0,5–1 мм. рт. ст.) масс-спектрометрическим анализом показало, что в пределах 350–950°C суммарное содержание активных газов H<sub>2</sub> и СО в объеме выделяемых газов колеблется от 15 до 60%. Повышенное содержание водорода и оксида углерода связано с протеканием реакции между углеродным остатком органических веществ и химически связанной водой.

Анализ динамики выделения газов (рис. 1) показывает, что в области высокой температуры 750–950°C, где формируется структура и фазовый состав среды черепка, образование водорода усиливается, а оксида углерода уменьшается.

Создание пониженного давления в зоне обжига способствует более раннему началу всех термических реакций с образованием газообразных продуктов. В связи с отсутствием диффузии молекул кислорода во внутренних слоях черепка, при пониженном давлении значительно ранее и интенсивнее идут реакции восстановления оксидов железа — магнетита и вюстита.

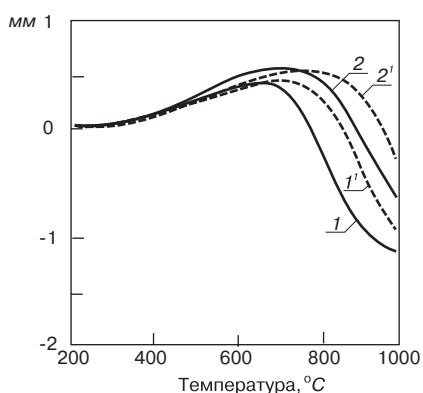
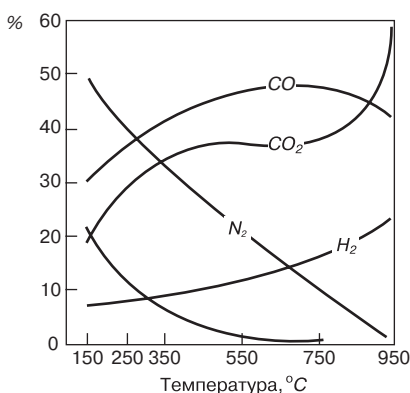
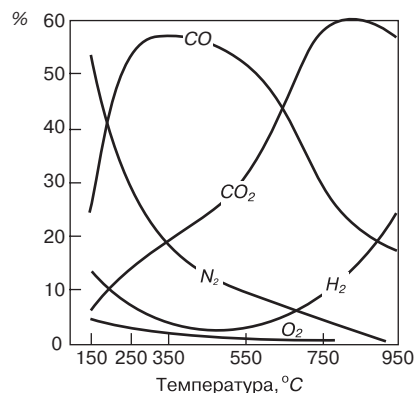


Рис. 1. Динамика газовой выделения при нагревании онгар-ховунской (а) и шеминской (б) глины в условиях пониженного давления

Рис. 2. Изменения линейных размеров: 1, 2 — при нормальном давлении; 1', 2' — при пониженном давлении



Таблица 1

Материал	Массовая доля компонентов									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ППП	в том числе органические вещества, %
Онгар-ховунская глина	56,54	15,64	0,81	6,22	7,38	0,82	1,8	1,61	9,18	0,68
Шеминская глина	61,22	16,43	0,83	7,68	0,9	2,58	2,16	1,55	6,65	0,84

Таблица 2

Вид глины	Температура обжига, °С	Пониженное давление			Нормальное давление		
		Огневая усадка, %	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Огневая усадка, %	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа
Онгар-ховунская глина	700	3,7	18	29	1,5	18,7	19,5
	800	6,1	16,7	38,3	2,6	17,8	30,5
	900	6,6	15,1	49,5	4	16,6	37,7
	1000	7,9	12,6	57,3	6,5	14,8	48,7
	1050	Деформировались			10,1	13,2	58,4
	1100	Деформировались			13	10,1	72,1
Шеминская глина	700	1,1	16,8	27	0,4	18,1	24,6
	800	1,7	14,1	33,3	1,1	16,5	30,1
	900	2,6	11,5	42,5	2	14,4	32,2
	1000	5,9	8,1	58,7	5,7	10,8	43,5
	1050	11,3	4,3	82,6	9,7	8,5	52,5
	1100	Деформировались			17,2	6,3	79,8

Результаты специальной ядерной гамма-резонансной спектроскопии показали, что в образцах шеминской глины, обожженных при 950°C в условиях пониженного давления, 80–85% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> переходит в активную форму FeO. Исследование модификационных превращений железистых соединений при обжиге глинистых пород в условиях пониженного давления, когда за счет выделяемых газов создается восстановительный характер газовой среды, показывает, что образование FeO происходит через магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) с участием СО и напрямую из гематита (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) с участием углерода. Высокая реакционная способность вюститита позволяет образовать железистую стеклофазу с продуктами раннего разложения и аморфизации глинистых минералов.

В связи с ранним началом образования стеклофазы при пониженном давлении в восстановительной газовой среде усадка образцов начинается на 80–100°C раньше, чем при нормальном давлении (рис. 2). При этом наблюдается бóльшая линейная усадка, что свидетельствует о более интенсивном спекании массы при пониженном давлении.

В восстановительной газовой среде с пониженным давлением и высоким содержанием вюститита в образцах (диаметр и высота 25 мм) шеминской глины, обожженных при 900°C, образуются соединения герценит (d/n 0,469; 0,245; 0,202 нм) и фаялит (d/n 0,422; 0,224; 0,196 нм), что в случае окислительного обжига при нормальном давлении не зафиксировано.

В результате обжига в среде с пониженным давлением и восстановительным характером, созданным за счет выделяемых газовых продуктов, улучшаются эксплуатационные свойства керамических изделий, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 2.

По результатам петрографического и электронно-микроскопического анализа в образцах онгар-ховунской и шеминской глины, обожженных при 900–1000°C в условиях пониженного давления, стеклофаза распределена равномерно, зона контакта стеклофазы с кварцем и другими частицами трудноразличима, что свидетельствует о растворении поверхностных слоев последних в стеклофазе. При нормальном давлении стеклофаза наблюдается в виде отдельных скоплений, при этом

контуры стеклофазы, кварца и других составляющих отчетливо видны, выделяются ярко-красные внутренние рефлексы гематита.

Как видно из табл. 2, при термической обработке в условиях пониженного давления с сильно восстановительной газовой средой формируется структура черепка с меньшей открытой пористостью, что значительно снижает водопоглощение материала. Кроме того, морозостойкость образцов, обожженных при 800–1000°C в условиях пониженного давления и в сильно восстановительной газовой среде, в 2–3 раза больше, чем при нормальном давлении.

Значительное повышение морозостойкости керамических изделий, обожженных при пониженном давлении, связано с особенностями структуры черепка, изменением механизма миграции и разрушающего действия замерзающей воды, с преобладанием крупных пор в структуре образцов.

Приведенные данные показывают, что улучшение эксплуатационных характеристик керамических изделий, обожженных в условиях пониженного давления и восстановительного характера газовой среды, связано с изменением процесса спекания:

- уменьшение давления газовой среды смещает начало термических реакций в сторону более низкой температуры;
- принудительное удаление кислорода и азота (воздуха) позволяет газообразным продуктам реакций ( $H_2$  и  $CO$ ) создать внутри и снаружи материала восстановительный характер газовой среды;
- постоянное интенсивное удаление газообразных веществ устраняет возможность их взрывоопасного накопления и способствует более интенсивному протеканию твердофазовых реакций за счет тесного контакта твердых частиц;
- восстановительный характер газовой среды способствует переходу железистых соединений в активную форму – вюстит, который участвует в образовании железосодержащей стеклофазы с повышенной смачивающей способностью, обеспечивающей соединение твердых частиц.

Еще одной особенностью обжига при пониженном давлении является возможность получения керамических изделий с различной окраской (желто-красной, красной, красно-коричневой, серой, темно-серой) из одной и той же формовочной массы в зависимости от величины остаточного давления (от 1,3 до  $1,3 \cdot 10^5$  Па) и ха-

рактера (окислительный или восстановительный) газовой среды. Изменение цвета изделий связано с окислением хромофоров. При пониженном давлении, когда содержание кислорода сведено к минимуму и преобладают  $H_2$  и  $CO$ , многие компоненты сырья в результате восстановительных реакций образуют соединения с низким коэффициентом диффузного отражения. Серая и темно-серая окраска черепка после обжига при пониженном давлении обеспечивается частичным сохранением неокисленного углерода и восстановлением  $Fe_3O_4$ , а также образованием железосодержащей стеклофазы и железистых шпинелей с малым показателем диффузного отражения. Интенсивность окраски при этом регулируется величиной остаточного давления. Получение светлых тонов при измененных параметрах среды обжига зависит от стадии снятия разряжения или запуска воздуха.

Результаты опытно-промышленных испытаний на Кызылском кирпичном заводе путем обжига полнотелого и пустотного кирпича в вакуумной электрической печи с рабочим объемом 2 м<sup>3</sup> подтвердили данные экспериментальных исследований. Кирпич на основе онгар-ховунской глины, обожженной при 950°C в условиях пониженного давления, имел

прочность при сжатии 14,7 МПа с водопоглощением 10,8%, а при нормальном давлении соответственно – 11,2 МПа и 16,8%. Морозостойкость кирпича составила более 50 циклов против 15 циклов. При этом в условиях пониженного давления продолжительность подогрева и изотермической выдержки сократилась в 2 раза.

Таким образом, с помощью относительно простого технологического приема – создания пониженного давления в зоне обжига и использования газообразных продуктов термических реакций, можно интенсифицировать спекание глинистых пород и соответственно улучшить эксплуатационные характеристики керамических изделий.

**Список литературы**

1. *Садунас А.С.* Роль газов, выделяющихся из глины в создании сред обжига керамических материалов // Материалы науч.-техн. конф. «Окислительно-восстановительные процессы в силикатных системах». Вильнюс, 1968. С. 74–75.
2. *Нехорошев А.В.* Теоретические основы технологии тепловой обработки неорганических строительных материалов. М.: Стройиздат. 1978. 232 с.



**СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО  
СКБ СТРОЙПРИБОР**  
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

**ПГМ-100 / ПГМ-500 / ПГМ-1000**

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



---

**ПОС-30(50)МГ4 «Отрыв»**



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

**ИПС-МГ4.03**



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

---

**ПСО-МГ4**



Измерители прочности сцепления защитных и облицовочных покрытий с основанием по ГОСТ 28089, ГОСТ 28574, а также усилия вырыва анкерных болтов и тарельчатых дюбелей.  
Максимальное усилие отрыва:  
ПСО-2,5МГ4.....2,45кН (250кгс)  
ПСО-5МГ4.....4,9кН (500кгс)  
ПСО-10МГ4.....9,8кН (1000кгс)

**ПОС-50МГ4 «Скол»**



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

---

**Влагомер-МГ4У**



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


**ПОС-2МГ4П**



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

---

**ИПА-МГ4**



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

**ИТП-МГ4 «100/250»**



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

---

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

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

ВЗВЗР





С.Петербург  
**Ленэкспо**



**РЕСТЭК**  
ВЫСТАВОЧНОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ



**Балтэкспо**

# Крупнейшие строительные выставки России

# 2007



международный

строительный

## форум

интерстройэкспо

# 17-21 апреля

## Санкт-Петербург «Ленэкспо»

Павильоны - 3,4,5,6,7,8

- ИНТЕРСТРОЙЭКСПО**
- ТЕПЛОВЕНТ**
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ**
- ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
в СТРОИТЕЛЬСТВЕ**
- СТРОИТЕЛЬСТВО И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**
- ИНСТРУМЕНТ И ОБОРУДОВАНИЕ  
в СТРОИТЕЛЬСТВЕ**
- АВТОСПЕЦТЕХНИКА**
- КРОВЛЯ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**
- ОКНА, ДВЕРИ, ВОРОТА.**
- САНТЕХНИКА**
- УМНЫЙ ДОМ**
- ИНТЕРЬЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ  
в СТРОИТЕЛЬСТВЕ**
- ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**
- РОССИЙСКАЯ СТРОЙИНДУСТРИЯ**  
ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
- ЗАГОРОДНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ**
- МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
КОНГРЕСС  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ**



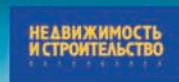
Деловой партнер



Генеральный  
информационный спонсор



Генеральный  
информационный партнер



Информационный партнер



Креативный партнер



Погъежики®

[WWW.INTERSTROYEXPO.COM](http://WWW.INTERSTROYEXPO.COM)

Оргкомитет:

тел.: +7 (812) 325 7570,  
факс: +7 (812) 325 7572

e-mail: [baltexpo@baltexpo.spb.su](mailto:baltexpo@baltexpo.spb.su)



## Эффективная футеровка вагонеток туннельных печей керамической промышленности из алюмосиликатного керамобетона

Важным фактором повышения эффективности современных керамических производств является модернизация существующих обжиговых печей и освоение новых туннельных печей с шириной канала до 7 м. Подвижной под теплотехнических агрегатов формируется из печных вагонеток, футеровка которых работает в наиболее жестких условиях. Такая футеровка испытывает ударные нагрузки при садке пакетов полуфабриката и съеме готовой продукции, в результате механического контакта вагонеток друг с другом, а также многократно подвергается воздействию скачкообразной тепловой нагрузки. Поэтому огнеупорная футеровка обжиговых вагонеток должна обладать комплексом трудновосместимых эксплуатационных свойств: высокой механической, термомеханической и конструкционной прочностью, термостабильностью линейных размеров и хорошей термостойкостью; низкой теплопроводностью и минимальной массой для снижения нагрузки на транспортирующие устройства и увеличения емкости садки. Немаловажными показателями являются технологичность монтажа и ремонта футеровки, а также ее стоимость.

Мировой и отечественный опыт показывает, что достижение высокой стойкости футеровок вагонеток туннельных печей определяется успешностью сочетания двух основополагающих подходов — материаловедческого и конструктивного.

С точки зрения материаловедения в настоящее время выделяют два приоритетных направления. Это использование специальных обжиговых огнеупорных изделий, прежде всего кордиеритового состава. Признанным лидером в этом направлении является фирма «Burton» (Германия). Высококачественные огнеупоры этой фирмы демонстрируют хорошую стойкость. Однако относительно высокая стоимость сдерживает их широкое внедрение на российских заводах при текущем ремонте даже тех печных вагонеток, где изначально были установлены огнеупоры «Burton» [1].

Другим перспективным направлением является применение в футеровках неформованных огнеупоров или изделий из огнеупорных (жаростойких) бетонов. Однако использование жаростойких бетонов на пор-

ландцементе, глиноземистом цементе, жидком стекле на современном этапе в большинстве случаев является нецелесообразным [2, 3].

Хорошие эксплуатационные результаты (оборотность 100–200 циклов) получены для бетонов на высокоглиноземистом цементе и для шлакощелочного бетона в композиции с легкими теплоизоляционными материалами — керамзитом и керамовермикулитом [3, 4]. Однако присутствие в составе бетонов гидравлически твердеющих кальцийсодержащих цементов при термическом нагружении до 1000–1100°C обуславливает процессы деструкции и приводит к деградации структуры футеровочного материала. Поэтому вполне закономерно, что при выполнении футеровок печных вагонеток из жаростойкого бетона нового типа с пониженным содержанием цемента до 2–8% [5] при прочих равных оптимальных условиях (зерновой и вещественный состав материала, конструкторские решения) достигается повышение их стойкости до 400–500 циклов. Подобные бетоны представляют собой многокомпонентные композиты, включающие полифракционный огнеупорный наполнитель, ультрадисперсные синтетические порошки, диспергирующие и пластифицирующие добавки.

Применение малощелочных бетонов в тепловых агрегатах цветной и черной металлургии экономически оправданно, однако высокая стоимость делает целесообразность их использования в керамической промышленности весьма спорным.

Вместе с тем в России разработана и уже на практике доказала свою высокую эффективность альтернативная технология бесцементных бетонов — керамобетонная технология, которая базируется на принципиально новых, не имеющих аналогов за рубежом технологических принципах [6]. Если в зарубежных малощелочных бетонах или их российских аналогах реологические и связующие свойства, как правило, определяются наличием в составе специальных ультрадисперсных синтетических компонентов, то в керамобетонах функцию связующего выполняют высококонцентрированные керамические вяжущие суспензии (ВКВС), которые можно получить из доступных и относительно недорогих сырьевых материалов.

Как показывает многолетний опыт службы в тепловых агрегатах различных керамических производств, с самой лучшей стороны зарекомендовали себя алюмосиликатные керамобетоны на шамотно-кварцевых ВКВС [7, 8]. ЗАО «Теплохиммонтаж» на своей производственной базе организован цех по выпуску огнеупорных масс и фасонных изделий различной номенклатуры из алюмосиликатного керамобетона мощностью до 3 тыс. т продукции в год.

В 2002 г. производственное объединение ООО «ОСМиБТ» (г. Старый Оскол Белгородской области), выпускающее широкий ассортимент керамической продукции строительного и санитарно-бытового назначения, обратилось к компании ЗАО «НК-Теплохиммонтаж» с просьбой оказать техническое содействие по замене фу-

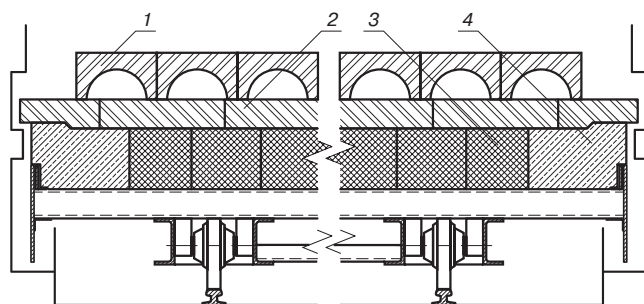


Рис. 1. Структурная схема футеровки вагонетки: 1 — подовый канальный камень; 2 — керамобетонные плиты перекрытия; 3 — легкий изоляционный слой; 4 — жаростойкие легковесные блоки

теровки печных вагонеток цеха керамического кирпича, так как импортная (итальянская) футеровка после эксплуатации в течение 7 лет начала приходить в негодность.

Специалистами компании «НК-Теплохиммонтаж» был разработан новый керамобетонный композит алюмосиликатного состава марки ШМЛ-40, в котором оптимально сочетаются свойства муллитового и шамотного материалов. Высокие термомеханические свойства муллитовой фазы наряду со спецификой физико-механических и структурных характеристик шамотной составляющей позволили получать недорогие безобжиговые огнеупорные изделия сложной конфигурации, максимально адаптированные к условиям службы футеровок туннельных печей для обжига керамического кирпича.

С учетом передового мирового и отечественного опыта была разработана конструкция футеровки вагонетки, обеспечивающая возможность быстрого проведения полного капитального ремонта огнеупорной части или частичной замены отдельных элементов, выходящих из строя в процессе эксплуатации (рис. 1).

По периметру вагонетки устанавливаются бортовые блоки из керамобетонного композита ШКБИ-5 с эффективной пористостью для снижения теплопотерь. Для защиты от ударных нагрузок на блоки укладываются линейные плиты. В случае разрушения можно производить их быструю замену. Средняя часть заполняется теплоизоляционным огнеупорным материалом плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>. Затем укладываются плиты перекрытия, которые защищают теплоизоляционный слой. Плиты перекрытия и линейные плиты изготовлены из алюмосиликатного керамобетона ШМЛ-40. Для исключения недожога нижних рядов кирпича формируется канализованный под из канальных камней высотой 160 мм (рис. 2, 3).

Основные показатели свойств материалов, применяемых в разработанной футеровке, приведены в таблице.

По утвержденному проекту в ООО «ОСМиБТ» поэтапно произведена замена футеровок на 37 вагонетках. Первые вагонетки прошли уже свыше 350 циклов и продолжают работать. В настоящее время продолжается поэтапная замена футеровок парка печных вагонеток.

Снижение общей массы и хорошие теплоизоляционные свойства футеровки печной вагонетки позволили совместно со специалистами цеха керамического кирпича провести промышленный эксперимент по установке дополнительного ряда кирпича. С этой целью на пяти обжиговых вагонетках были установлены канальные камни высотой 120 мм, а также снижена высота общей футеровки с 330 мм до 310 мм без нарушения теплозащитной функции. После прохождения через печь по результатам технического контроля качественные показатели готовой продукции соответствовали нормативным (рис. 4).

Расчеты специалистов цеха керамического кирпича ООО «ОСМиБТ» показали, что при садке дополнительного 14-го ряда на все вагонетки производительность печи увеличится на 18%.

На Железнодорожном кирпичном заводе (ЖКЗ) на вагонетках обжига кирпича традиционно использовали бетонную футеровку, а в качестве подставок под садку сырца — шамотный кирпич ША № 5 Семилукского огнеупорного завода. Брак по недожогу нижних рядов кирпича составлял до 10%. Подставки растрескивались после первых проходов через обжиговую печь. Постоянно проводились текущие ремонты имеющейся чешской футеровки огнеупорным бетоном на основе глиноземистого цемента и шамотного заполнителя. Бетонная футеровка находилась в работе не более 6 месяцев, после чего требовались ее ремонт и реставрация.

Специалистами ЗАО «Теплохиммонтаж» в соответствии с техническим заданием ЖКЗ был разработан проект футеровки печной вагонетки, позволяющий исключить описанные недостатки и предусматривающий

Показатель	Марка	
	ШКБИ-5	ШМЛ-40
Массовая доля на прокаленное вещество, %:		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не менее	35	38
SiO <sub>2</sub> , не более	52	50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , не более	2	2
Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	1,6–1,7	1,9–2,05
Предел прочности при сжатии, Н/мм <sup>2</sup> , не менее:		
после 1100°C	20	30
после 1000°C	25	40
Пористость открытая, %	Не менее 24	Не более 22
Температура начала размягчения под нагрузкой, °C, не менее	1370	1450
Термостойкость, циклы 1000°C–воздух	Более 100	Более 100
Дополнительная линейная усадка (рост) при 1150°C, %	Отсутствует	Отсутствует



Рис. 2. Рабочий процесс монтажа элементов футеровки



Рис. 3. Общий вид футеровки печных вагонеток из алюмосиликатного керамобетона



Рис. 4. Стык вагонеток с футеровкой, применявшейся ранее (садка 13 рядов кирпича), и с новой керамобетонной футеровкой (садка 14 рядов кирпича)



возможность установки дополнительного ряда кирпича. Совместно со специалистами ЖКЗ разработана конструкция канального камня арочного типа высотой 80 мм. Всего произведена замена футеровки на 35 вагонетках, а с момента футеровки первой вагонетки в безремонтном режиме прошло более двух лет. Установка подовых камней обеспечила снижение брака нижних рядов до 2%, а уменьшение толщины футеровки как результат улучшения ее теплофизических показателей дало возможность устанавливать дополнительный ряд садки кирпича-сырца.

Представители французской фирмы CERIC, проанализировав работу футеровки, поставляемой на ООО «ОСМиБТ», предложили произвести замену футеровки на 15 вагонетках Саранского завода лицевого кирпича (СЗЛК), где функционируют печи этой фирмы. В сжатые сроки был разработан проект футеровки печной вагонетки, произведены и поставлены комплекты. Под руководством специалистов компании «Теплохиммонтаж» были проведены шеф-монтажные работы на первых пяти вагонетках с обучением персонала СЗЛК. В настоящее время ведется контроль работы футеровки вагонеток с целью принятия окончательного решения по замене футеровки на всем парке вагонеток.

Также в развитие партнерского сотрудничества с французской фирмой CERIC и в соответствии с подписанным контрактом подготовлены к поставке во Францию комплекты усовершенствованных керамобетонных футеровок для проведения капитального ремонта печных вагонеток на заводе керамического кирпича в г. Марселе.

По расчетам специалистов компании «Теплохиммонтаж» гарантийный срок эксплуатации футеровки обжиговых вагонеток на основе композиционного

алюмосиликатного керамобетона будет составлять 5 лет, или не менее 500 циклов нагрев—охлаждение.

### Список литературы

1. *Ахтямов Р.Я., Абызов А.Н.* Изделия из жаростойкого бетона для футеровки вагонеток туннельных печей и организация их производства на кирпичных заводах // Строит. материалы. 2005. № 2. С. 36–37.
2. *Шахов И.И.* Совершенствование футеровок вагонеток туннельных печей для обжига кирпича // Строит. материалы. 2001. № 1. С. 20–21.
3. *Александров И.Э., Мамбетшаев Э.С., Басимова Т.Х.* Разработка и эксплуатация огнеупоров для футеровки вагонетки обжига строительного кирпича // Стекло и керамика. 2006. № 9. С. 15–16.
4. *Ахтямов Р.Я.* Применение эффективных теплоизоляционных материалов и жаростойких бетонов в футеровках печей обжига керамического кирпича // Строит. материалы. 2004. № 2. С. 26–28.
5. *Денисов Д.Е., Жидков А.Б., Кахмуров А.В.* Применение огнеупорных бетонов для изготовления и ремонта футеровок вагонов туннельных печей кирпичных заводов // Строит. материалы. 2003. № 4. С. 18–19.
6. *Пивинский Ю.Е.* Керамические и огнеупорные материалы. Избранные труды. Т. 2. Санкт-Петербург: Стройиздат. 2003. 688 с.
7. *Немец И.И., Трубицын М.А., Саушкин В.А.* Безобжиговые фасонные огнеупоры на основе шамотно-кварцевых вяжущих композиций // Огнеупоры. 1989. № 10. С. 35–38.
8. *Немец И.И., Трубицын М.А.* Термоустойчивые алюмокремнеземистые бетоны на основе шамотно-кварцевых вяжущих суспензий // Огнеупоры. 1994. № 4. С. 2–6.



## НК - ТЕПЛОХИММОНТАЖ

### Огнеупорные легковесные изделия НК: ШЛ, МЛЛ, КЛ



**Мы гарантируем:**

- Высокую прочность при малом удельном весе;
- Точность геометрических размеров (отклонения  $\pm 0,5$  мм);
- Возможность изготовления штучных экземпляров;
- 10 лет эксплуатации;
- Профессиональный сервис.

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



УДК 66.042.23

Р.Х. ГУМАРОВ, руководитель сектора огнеупорных материалов ООО «Консолит» (Москва),  
 М.Г. СИРАЗИН, главный инженер Шеланговского керамического завода  
 ООО «Керамика Синтез» (Республика Татарстан)

## Футеровка вагонеток туннельных печей на основе отечественных материалов

На российских огнеупорных и керамических заводах, использующих туннельные печи, по-прежнему актуальны проблемы стабильности геометрических размеров и надежности футеровки вагонеток.

Первая проблема определяет качество продукции и количество брака. Вторая – производительность действующих туннельных печей. При этом значительная часть российских и иностранных специалистов считает, что применение качественных огнеупоров отечественного производства, в том числе высокоглиноземистых цементов марки ВГКЦ-70-1, для футеровки вагонеток либо сомнительно, либо нецелесообразно. Положительный опыт применения российских огнеупоров получен на Шеланговском керамическом заводе (Республика Татарстан).

Вагонетки туннельных печей Шеланговского керамического завода, поставленные австрийской фирмой «FUX», за пять лет эксплуатации в значительной степени выработали свой ресурс, и возникла необходимость в их капитальном ремонте и частичной замене.

Был изучен опыт ремонта футеровки вагонеток туннельной печи на Каширском кирпичном заводе огнеупорными бетонами на основе высокоглиноземистого цемента ВГКЦ-70-1, производимого фирмой «Консолит». В результате разработана технология ремонта вагонеток Шеланговского керамического завода.

На Шеланговском керамическом заводе испытано 12 экспериментальных вагонеток, изготовленных исключительно с применением материалов и узлов российского производства.

Металлические платформы вагонеток (шасси) были изготовлены ПП «АЭРОТЕРМ» (Иваново). После установки на рельсы платформы прошли входной контроль.

Особое внимание уделено состоянию днищ платформ – произ-

ведена рихтовка, выверка и подварка сомнительных участков. По периметру каждой платформы уложены огнеупорные изделия, изготовленные из огнеупорного бетона на основе высокоглиноземистого цемента ВГКЦ-70-1 и полифракционного шамотного заполнителя. Использовались три вида изделий: передние, задние и угловые. Геометрические параметры изделий аналогичны керамическим изделиям фирмы «FUX». Температурные швы заполнялись огнеупорной ватой.

На дно платформ укладывался теплоизоляционный диатомитовый кирпич. Затем поверхность, покрытая кирпичом, делилась клиновыми деревянными досками на равные по площади прямоугольные карты. В подготовленную таким образом опалубку заливался огнеупорный бетон. Состав бетона: полифракционный шамотный наполнитель марки ЗШБ – 65%; цемент ВГКЦ-70-1 – 35%. При этом опалубка устанавливалась таким образом, чтобы температурные швы обрамления и прямоугольных карт совпадали.

Залитый бетон выдерживался не менее 2 ч, по истечении которых опалубка демонтировалась и была готова к повторному использованию. В температурные швы после демонтажа опалубки укладывалась огнеупорная вата.

Подовый футеровочный камень, заранее изготовленный из бетона, укладывался строго горизонтально на поверхность карт с применением подушки из раствора. Состав подушки: шамот мелкой фракции – 60%; цемент ВГКЦ-70-1 – 40% от массы наполнителя.

Через 2 ч после окончания сборки футеровки вагонетки направлялись в сушилку, где обрабатывались теплоносителем с относительной влажностью 100%, после чего вагонетки вводились в эксплуатацию.

Разработанная технология позволила снизить себестоимость вагонеток, значительно снизить стои-



Ремонт футеровки печной вагонетки

мость затрат на футеровку по сравнению с импортной комплектацией.

В связи со 100% износом вагонеточного парка руководством ООО «Керамика Синтез» принято решение о полной замене импортной футеровки всех 106 вагонеток. По мнению специалистов Шеланговского завода, данная конструкция вагонетки кардинально улучшает устойчивость садки кирпича и позволяет увеличить ресурс работы вагонеток.

Предложенная технология позволяет все огнеупорные изделия изготавливать в условиях любого кирпичного завода при наличии подготовленного квалифицированного технического персонала.

В настоящее время до 91% вагонеток, эксплуатируемых на кирпичных заводах России, находится в неудовлетворительном техническом состоянии. Предложенная технология позволяет решить одну из ключевых проблем кирпичных заводов. В результате внедрения подтверждена технико-экономическая целесообразность предлагаемой технологии, которая превосходит зарубежную по критериям качества и долговечности.

Новая технология позволила заметно улучшить температурно-влажностный режим сушилки и тепловой баланс печи. Достигнуто улучшение качества кирпича и повышение производительности туннельной печи.



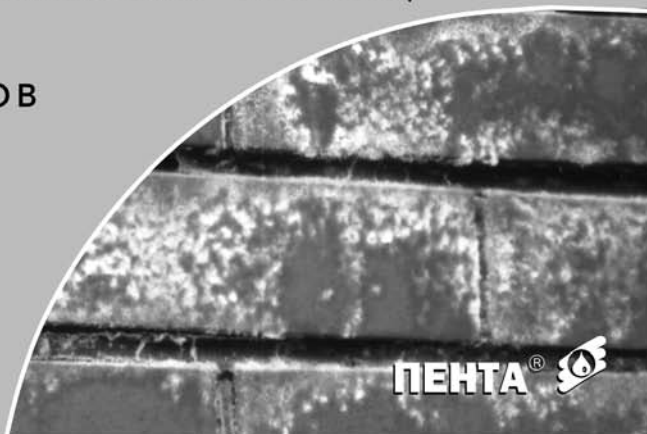
**ООО «Консолит»**  
**Отдел продаж специальных цементов**  
**Тел./факс: (495) 500-09-24    www.consolit.ru**

# Гидрофобизаторы НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ:

(силиконовые водоотталкивающие составы)

- пропитки
- добавки для бетонов

# Очистители фасадов ОТ ВЫСОЛОВ



Москва: (495) 730-05-30 (опт), 730-58-51 (розн.).  
Санкт-Петербург: (812) 324-60-51, 324-60-52.  
Тольятти: (8482) 39-21-61, 20-38-04.  
Красноярск: (3912) 75-56-68, 75-56-69.  
Новосибирск: (383) 334-04-46, 334-04-52.

Ростов-на-Дону: (863) 220-36-23, 247-69-66.  
Екатеринбург: (343) 323-35-40, 323-31-57.  
Минск: +375 (17) 211-71-96, +375 (29) 742-45-42.  
Харьков: +38 (057) 759-06-68, +38 (067) 577-35-02.  
[www.penta-91.ru](http://www.penta-91.ru)

ВЕРХНИЙ

3-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

17-18 апреля 2007



## ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Санкт-Петербург

ЛЕНЭКСПО

6 ПАВИЛЬОН

Адрес оргкомитета: Россия, 190068  
Санкт-Петербург  
а/я 597

Тел. в Москве: +7 (095) 580 54 36

Тел. в СПб: +7 (812) 380 65 72

703 71 85

335 09 91

Факс: +7 (812) 335 09 92

Организаторы: Академический научно-технический центр «АЛИТ», ЗАО «Балтэкспо». При поддержке: Федерального агентства по строительству и ЖКХ, Правительства Санкт-Петербурга, Правительства Ленинградской области



[www.aquastop.ru](http://www.aquastop.ru)

## Использование водоотталкивающих пропиток при производстве и применении керамического кирпича

### Защита от воды

Воздействие воды, солей и мороза на строительные конструкции может ухудшить внешний вид, резко ускорить процессы старения, разрушения дома. Особенно подвержены разрушению в нашем суровом климате строительные материалы, обладающие высокой пористостью.

Например, кирпичная кладка разрушается за счет замерзания воды в порах, капиллярах и трещинах керамического кирпича. Даже защитный слой цементно-песчаной штукатурки не является гарантией от морозного разрушения.

Миграция воды вызывает появление высолов (белых пятен) на поверхности кирпича, которые не только портят внешний вид здания, но и способствуют разрушению кладки. Появление новых марок керамического кирпича широкой цветовой гаммы, особенно светлых оттенков, делает борьбу с высолами особенно актуальной.

Расширение номенклатуры продукции обуславливает вовлечение в производство новых видов глинистых и других сырьевых материалов. Это обуславливает появление ранее не встречавшихся высолов. Например, содержание в глине ванадия вызывает образование ванадата алюминия, проявляющегося в виде зеленых высолов на поверхности керамического кирпича.

Наиболее эффективной защитой от высолообразования является применение водоотталкивающих средств — гидрофобизаторов. В результате обработки поверхность пор строительных материалов, обычно хорошо смачиваемых водой, перестает смачиваться, а вместо капиллярного подсоса возникает капиллярное противодействие, величина которого определяется физико-химическими свойствами гидрофобизатора.

Одним из лучших видов гидрофобизаторов являются кремнийорганические соединения — силиконы, которые наиболее удачно сочетают оптимальную гидроразрывную стабильность, легкость фиксации моле-

кул на поверхности строительных материалов, длительность сохранения гидрофобного эффекта и его интенсивность. Кремнийорганические молекулы, химически фиксируясь в поверхностном слое за счет наличия активных групп, «ощетиниваются» углеводородными радикалами наружу, навстречу воде, образуя тончайшую пленку силикона.

Крайне важно, что применение кремнийорганических гидрофобизаторов не препятствует нормальному воздухообмену конструкции (поверхность «дышит»), не изменяет внешнего вида, фактуры способствует уменьшению загрязнения фасадов и повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций.

### Защита керамического кирпича в условиях производства

Наиболее экономичными (соотношение цена/качество) являются водорастворимые гидрофобизаторы, такие как «Пента-811», представляющие собой 50–55% водный раствор метилсиликоната калия.

Также в условиях производства важно, что состав представляет собой водный раствор и является пожаровзрывобезопасным.

Экономичность определяется тем, что даже разбавление водой в 30–100 раз обеспечивает защиту керамического кирпича от высолов и снижает водопоглощение в требуемых пределах.

Существует два основных метода применения водоотталкивающих пропиток:

- погружение кирпича в раствор гидрофобизатора;
- обработка через форсунки трех лицевых частей кирпича.

При обработке всего кирпича погружением водопоглощение не должно быть меньше допустимого по ГОСТу для обеспечения необходимой адгезии с кладочным раствором и прочности кладки.

Второй метод удобен тем, что можно добиться желаемой степени водопоглощения, регулируя концентрацию и расход гидрофобизатора.

Разнообразие используемого сырья и производство различных видов кирпича требует подбора концентрации и метода нанесения гидрофобизатора.

Водопоглощение керамического кирпича на разных заводах колеблется от 6 до 20%. Например, кирпич Ревдинского завода имеет водостойкость 7–8%. С целью защиты от высолов светлых марок кирпича, в первую очередь от упомянутых ранее солей ванадата алюминия, на нем применяется гидрофобизатор «Пента-811К», разбавленный 1:30.

В таблице приведены результаты лабораторных испытаний на Норском кирпичном заводе по обработке керамического кирпича цвета «слоновая кость», которые показали, что разбавление 1:90 позволяет обеспечить водопоглощение в пределах 6–7% и отсутствие высолов при капиллярном подсосе в солевом растворе.

Степень разбавления раствора «Пента-811К»	Среднее количество поглощаемого раствора, г/шт.	Расход гидрофобного раствора на 1000 шт. кирпича, л	Среднее водопоглощение, %
1:60	267	4,5	3,81
1:70	296	4,2	4,46
1:80	296	3,7	5,47
1:90	296	3,3	6,47
1:100	296	3	11,5
1:110	296	2,7	14,2



**Защита фасадов и сооружений из керамического кирпича**

При обработке фасадов также наиболее экономичным является состав «Пента-811».

Экономичность определяется тем, что обработку строительных материалов проводят разбавленными водой в 12–20 раз растворами. Гидрофобизации подвергают сухую поверхность сооружений, строительных материалов. Работу удобно проводить валиком, кистью. При этом водные «рабочие» растворы проникают именно туда, куда стремится попасть вода. Обработанные поверхности приобретают водоотталкивающие свойства после высыхания на воздухе. Эффект повышения водостойкости продолжает затем увеличиваться в течение 5–11 суток. Причем процесс улучшения качества материалов идет далее и в условиях увлажнения.

Эффективными гидрофобизаторами являются органо-растворимые составы на основе метилгидридсилоксанов («Пента-824»), особенно для силикатного кирпича, известняка, тротуарной плитки. За счет использования органического растворителя можно добиться высокой степени пропитки.

Разработаны новые гидрофобизаторы («Пента-820») на основе алкилалкокси-силоксанов. Использование в качестве растворителя изопропилового спирта и химическая природа силикона позволяет наносить этот гидрофобизатор на влажную поверхность, что очень важно при обработке подвалов и пр.

После гидрофобизации дождевая вода не проникает не только через качественный материал, но и через трещины шириной до 0,5 мм (кирпичная стена, швы между панелями, блоками).

Эффект появления водоотталкивающих свойств в трещинах, порах, капиллярах используют для предотвращения капиллярного подсоса воды из почвы в кирпичную кладку, известняк и пр. Пропитка кирпичных стен подвалов, цоколей зданий в Москве, Санкт-Петербурге позволила восстановить водоизоляционные свойства кладки, устранить намокание конструкций. Пропитку обычно ведут через скважины с шагом 12 см. При давлении около 1 м водного столба достигается пропитка кирпича «рабочим» раствором на 6–7 см. Эффект ликвидации капиллярного подсоса наблюдается более 10 лет. Расход концентрата 5–10 кг/м<sup>3</sup> кладки.

Однако гидрофобизация не может защитить при высоком давлении воды. В зоне ниже уровня грунтовых вод в условиях действия напорной воды следует проводить гидроизоляцию.

Сами силиконы (кремнийорганические полимеры) и материалы на их основе отличает высокая термическая, окислительная, атмосферная стойкость, долговечность. Грамотно выполненная гидрофобная защита на их основе, увеличивающая срок службы строительных материалов, действует 5 лет и более. При ослаблении эффекта обработку сооружений можно повторить.

Благодаря двойной природе силиконы (сочетание неорганической «кварцевой» части и органических радикалов) хорошо фиксируются на поверхности, в капиллярах неорганических строительных материалов, в первую очередь на активных центрах, ответственных за удерживание молекул воды.

**Предупреждение появления высолов и их ликвидация**

Наряду с предотвращением воздействия воды большое значение особенно для кладок из керамического кирпича имеет предотвращение образования высолов на поверхности сооружений.

Причина высолов — миграция водных растворов солей и оснований из объема кладки на поверхность конструкций и их высыхание. Вода и водные растворы могут поступать в кирпичную кладку из почвы в результате ка-

пиллярного подсоса. Соли могут поступать с водой извне в условиях морского климата. К их образованию приводят кислотные дожди. Наиболее распространенная причина образования высолов в нашем регионе — это наличие солей и оснований в самих строительных материалах — кладочном растворе и кирпиче. Источником же воды является вода затворения кладочных растворов и косые дожди. На образование высолов в этих случаях влияет в первую очередь качество строительных материалов — наличие противоморозных добавок, ускорителей твердения, количество щелочей в составе цемента. Очень важна химическая природа высолов — обычно кристаллических солей ионной структуры.

Дополнительной гарантией от появления высолов является и модификация кладочного раствора, основного источника солей. Введение с водой затворения 0,3–0,5% продуктов «Пента-811», «Пента-818» от массы цемента наряду с эффектом, описанным выше, препятствует и появлению высолов.

Испытания показали, что свойства высолов на различных зданиях могут резко отличаться. Некоторые смываются водой, например если они образованы хорошо растворимыми противоморозными добавками в кладочный раствор. Но нередко образуются трудно-смываемые или несмываемые водой высолы. Это объясняется более сложными процессами, чем просто вымывание и высыхание солей. Вынос на поверхность диссоциированных на ионы солей и оснований из различных участков кладки может сопровождаться реакциями обмена катионов и анионов, карбонизацией углекислым газом воздуха. Образуются новые соли, которые имеют различную растворимость.

Все это подтверждает большая номенклатура солей, отличающихся растворимостью в воде:

- растворяются или хорошо растворяются: карбонаты калия и натрия; хлориды калия, натрия, бария, кальция и магния; сульфаты алюминия, калия, натрия, магния и железа; нитраты калия, натрия, железа, кальция, алюминия и бария; фосфаты и силикаты калия и натрия;
- плохо растворяются: карбонаты бария, магния, кальция и железа; сульфат бария; ортофосфат, пирофосфат кальция, алюминия, железа; силикат кальция.

Таким образом, вымываемые водой соли кальция, железа, алюминия, бария, магния могут на поверхности превращаться в нерастворимые или плохо растворимые в воде высолы.

В последнее время появились различные «смывки» для высолов на кислотной основе. Рекомендуется наносить их на десятки минут для разрыхления твердых образований, которые затем удаляются холодной, горячей водой или водой под высоким давлением. Для очистки применяют, в частности, очистители фирмы «Пента», которые при такой же или лучшей эффективности значительно дешевле импортных аналогов.

Более сложный вариант работ возникнет в том случае, если смывка высолов приводит к вымыванию новых порций солей из глубины кладки и появлению «нового» высолов. В этом случае рекомендуется провести после механической очистки предварительную гидрофобизацию поверхности для образования защитного барьера на глубину до 1 см, препятствующего вымыванию солей из объема кладки. Через сутки (при температуре воздуха выше +10°C) проводят следующую стадию — смывку высолов и промывку участка водой. И после полного высыхания кладки при отсутствии высолов проводится финишная гидрофобизация поверхности.

Таким образом, гидрофобная обработка кирпича на этапе производства или кирпичных строительных конструкций во время эксплуатации способствует сохранению привлекательного внешнего вида и долговечности конструкции.

## Современная упаковка керамического кирпича

Производители любой продукции все больше внимания уделяют ее качественной упаковке. К ним приходит понимание, что важно не только произвести качественные материалы, но и доставить их до потребителя в том виде, в котором они сошли с конвейера завода.

В настоящее время на рынок приходят новые современные упаковочные материалы, например стретч-пленка и полиэстеровая (РЕТ) упаковочная лента, а также оборудование.

Стретч-пленка (от английского *stretch* — растягивание, вытягивание, удлинение) — это упаковочный материал, обладающий способностью обратимо растягиваться с удлинением до 300% и выше. После растяжения стретч-пленка не только сохраняет прочность, но и стягивает упакованный груз, способствуя его стабильности.

К основным свойствам стретч-пленки относятся:

- прелестреч — это величина, характеризующая степень растяжения пленки по отношению к ее длине до растяжения, измеряется в процентах. Например, при прелестрече 150% длина 1 м пленки после растяжения составит 2,5 м;
- упругое восстановление — способность пленки сжиматься после снятия растягивающего усилия. Данное свойство определяет качество удержания груза пленкой. Например, если упругое восстановление составляет 60%, то длина пленки, растянутой до 2,5 м, впоследствии уменьшится до 1,9 м. С помощью этого свойства стретч-пленка сжимает груз на палете и обеспечивает его стабильность;
- высокая прозрачность материала существенно облегчает контроль и учет содержимого грузов на любом этапе транспортировки, обеспечивает красивый внешний вид;
- липкость слоев пленки по отношению друг к другу — не требуется дополнительных средств для закрепления пленки на палете, что облегчает процесс упаковки;
- гибкость и стойкость к разрыву, проколу, удару, что способствует защите груза от повреждений и загрязнений (при наличии верхнего упаковочного листа);
- возможность применять пленку при широком диапазоне температуры.

В России стретч-пленку стали использовать относительно недавно, хотя в Европе она производится с 70-х годов XX века. Ее появление стало возможным благодаря разработке новых технологий и материалов, в частности линейного полиэтилена низкой плотности — ЛПЭНП (LLDPE), из которого она изготавливается. Распространение стретч-пленки на российском рынке происходит постепенно. Это связано с необходимостью покупать специальное оборудование для упаковки грузов в стретч-пленку, так называемых палетообмотчиков. Однако смена технологии и материалов для упаковки постепенно происходит, так как это дает возможность сократить затраты на заключительной стадии упаковочного цикла и однозначно улучшить качество упаковки готовой продукции.

В настоящее время стретч-пленка используется в основном для упаковки пищевых продуктов. Компания «АЕТ» предлагает применение данного материала для

упаковки строительной продукции, которую традиционно упаковывают в термоусадочную пленку. Стретч-пленка по сравнению с термоусадочной имеет ряд существенных преимуществ:

- экономия энергии — отсутствие операций в термоусадочной камере;
- экономия материала — для упаковки при сохранении прочих условий по прочности упаковываемого груза необходимо в 2–3 раза меньше пленки по массе;
- экономия складских площадей для хранения упаковочных материалов;
- оборудование для упаковки в стретч-пленку более компактно и занимает меньшую производственную площадь, простое в эксплуатации и обслуживании;
- стабильность качества упаковки;
- морозостойчивость — стретч-пленка не разрушается при минусовых температурах;
- возможность изменения плотности упаковки (количества витков намотки) в зависимости от дальности транспортировки и требований, предъявляемых к упаковке.

Полиэстеровая (РЕТ) лента также недавно появилась на рынке упаковочных материалов. Имея высокие прочностные характеристики, сопоставимые со стальной лентой, полиэстеровые ленты превосходят металлические по ряду параметров:

- эластичность, или возвратная память — способность после натяжения ленты удерживать упаковываемый груз под напряжением;
- меньшая масса — легче металлической ленты в четыре раза;
- травмобезопасна в работе, так как у нее нет острых краев;
- не ржавеет, может храниться долгое время, не теряя своих свойств;
- экологична — легко утилизируется, возможно сжигать в топках котельных и т. п.;
- стойкость к ударным нагрузкам и химическому воздействию, высокая морозостойкость (до  $-50^{\circ}\text{C}$ );
- эстетичный внешний вид упаковки;
- не наносит повреждений упаковываемому материалу.

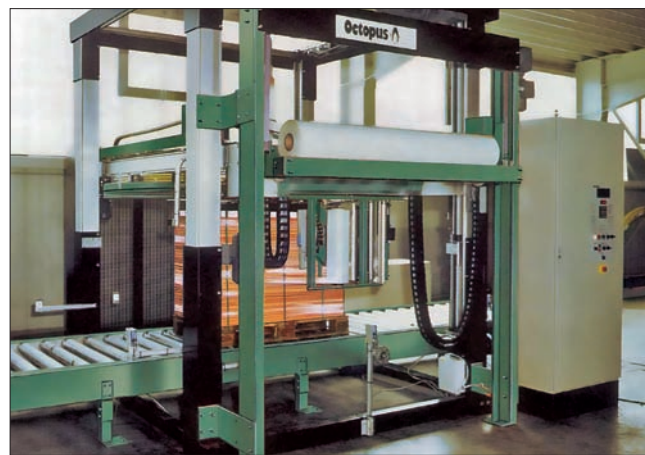
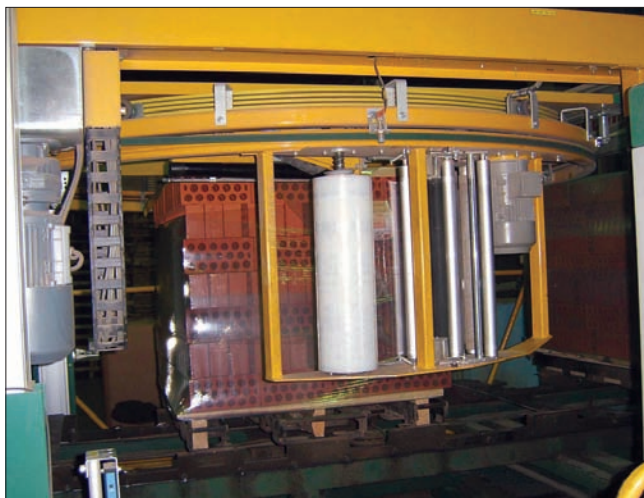


Рис. 1. Общий вид установки для обмотки пакетов стретч-пленкой





**Рис. 2.** Кольцевая обмотка пакета стретч-пленкой

Превосходные механические свойства полиэстеровой упаковочной ленты позволяют применять ее в различных отраслях промышленности, в том числе и для упаковки тяжелых грузов, таких как керамический кирпич с массой поддона до 2–3 т. Большой коэффициент упругости обеспечивает высокую степень поглощения ударов и толчков при транспортировке грузов, а также во время погрузочно-разгрузочных работ. Лента может скрепляться как металлическими замками, так и при помощи сварки. Обе технологии гарантируют высокую надежность скрепления.

Натяжение ленты со временем не становится слабее. Она не чувствительна к ультрафиолетовому излучению. Эти особенности делают полиэстеровую ленту идеальным обвязочным материалом. Если объем груза уменьшается, то это компенсируется лентой за счет ее способности к обратной деформации. Величина относительного удлинения для полиэстеровых лент составляет 8–12%.

Другим важным для потребителей свойством является стойкость к температурным воздействиям. Морозостойкость полиэстеровых лент достигает  $-50^{\circ}\text{C}$ , жаростойкость — до  $+80^{\circ}\text{C}$ .

Все вышеперечисленные преимущества упаковочных материалов нельзя применить, не имея современного упаковочного оборудования. Спектр оборудования для упаковки достаточно широк. Остановимся на высокопроизводительных автоматических машинах, предназначенных для работы в конвейерных системах и рассчитанных на высокую производительность.

Для упаковки в стретч-пленку в настоящее время самыми высокопроизводительными являются машины с кольцевыми системами обмотки, способные упаковывать до 120 поддонов в час. Компания «SIGNODE» разработала серию машин OSTOPUS с кольцевой обмоткой, встраиваемых в конвейерные системы, так называемых палетообмотчиков.

Машины OSTOPUS предназначены прежде всего для предприятий, занимающихся массовым производством, где определяющими факторами являются скорость производства, надежность работы, а также экономичность. В этих машинах упаковочная пленка обертывается вокруг поддона с изделиями с помощью закрепленной на вращающемся кольце головки предварительного растяжения стретч-пленки. Этим достигается высокая производительность, а также экономия упаковочной пленки до 60% по сравнению с конкурирующим аналогичным оборудованием. При кольцевом методе обертывания груза предотвращается нагрузка на поддон с изделиями, а также на конструкцию оборудования, возникающая в результате воздействия центробежных сил.



**Рис. 3.** Установка для обвязки поддона полиэстеровой лентой

По прибытии поддона с продукцией на пост упаковки происходит его позиционирование в палетообмотчике, затем следует автоматическое закрепление конца стретч-пленки на поддоне с продукцией и сразу же начинается цикл обмотки в пленку в соответствии с предварительно выбранной программой. По окончании цикла обмотки происходит автоматическое обрезание пленки от рулона и термическое приклеивание конца пленки к поддону с продукцией. Обернутый в пленку поддон с продукцией направляется на пост обвязки лентой или на склад готовой продукции, и одновременно в устройстве прибывает следующий поддон с продукцией. Пленкой покрывается более половины собственной высоты поддона, чем достигается плотная упаковка. Для защиты груза от атмосферных воздействий сверху разработана модель OSTOPUS с автоматическим подающим устройством верхней покрывающей пленки. Компания «SIGNODE» выпускает палетообмотчики, которые позволяют упаковывать поддоны с продукцией диаметром до 2800 мм.

Рассмотрим наиболее востребованные варианты палетообмотчиков OSTOPUS.

OSTOPUS JUNIOR — полностью автоматическая упаковочная машина, которая упаковывает продукцию на палетах в стретч-пленку наиболее оптимальным и экономичным способом. Настройки машины позволяют производить упаковку грузов различных размеров и типов без необходимости изменения параметров упаковки, палеты различных типов можно подавать в машину в произвольном порядке. Упаковочная головка OSTOPUS JUNIOR оснащена устройством предварительного растяжения пленки, позволяющим производить престретч до 250%. Натяжение пленки на изделии остается таким же, как было установлено программой, независимо от формы и размеров груза. Величины натяжения упаковки и конечного натяжения задаются независимо, и поэтому процесс упаковки стабилен. Установка оборудована устройством автоматической сварки и обрезки пленки в конце цикла упаковки. Пользователь может производить выбор программы упаковки. Такие параметры, как схема упаковки, количество нижних и верхних, а также промежуточных слоев, могут быть описаны в самой программе упаковки.

Машины OSTOPUS B 1600/1800/2100/2300B/BF/BTS/BFT — надежное и экономичное решение для обмотки палет. Груз на паллетах различной высоты и размера обматывается автоматически. Независимо от размера и формы палеты качество намотки остается одинаковым. OSTOPUS B может быть оснащен устройством для подачи верхнего листа, который предохраняет



груз от пыли и влаги. Механизм предварительного растяжения OSTOPUS B способен растягивать пленку более 300%. OSTOPUS B также оборудован устройством автоматической сварки и обрезки пленки в конце цикла упаковки. Высота обмотки, начальная точка, количество слоев в различных положениях задаются программой. В качестве опций на данный тип машин можно установить автоматическую смену рулонов стретч-пленки и автоматическую подачу защитных картонных уголков.

Машины OSTOPUS S 1800/2300/2800S/ SF/STS/ SFTS – палетообмотчики, усовершенствованные в соответствии с новейшими технологиями и знаменитым кольцевым методом. Упаковочный рулон пленки разматывается из кольца и вращается вокруг пакета. Кольцо поднимается и опускается в соответствии с программой упаковки. Так как кольцо может быть точно позиционировано в любой точке, то упаковка в стретч-пленку может быть начата и закончена на любой требуемой высоте. Благодаря регулируемой по высоте конструкции рамы OSTOPUS S пригоден для различной высоты пакетов и конвейеров. К особенностям модели можно отнести уравновешенную стальную упаковочную раму, опирающуюся на полиуретановые валы для бесшумной и мягкой работы.

Одним из главных достоинств применения палетообмотчиков для упаковки кирпича является возможность регулирования количества слоев стретч-пленки, накладываемых на пакет. Например, если необходимо транспортировать груз на дальние расстояния, можно обмотать его большим количеством витков стретч-пленки, тем самым придав пакету повышенную прочность. И наоборот, если предстоит доставить кирпич до ближайшей стройки, то можно сделать минимальное количество обмоток и сократить расходы на упаковку.

Если же необходимо достигнуть особой прочности пакета, например для транспортировки по железной дороге, можно применить комплексную упаковку, используя помимо обмотки стретч-пленкой упаковку полиэстеровыми лентами. Для этого компанией «Signode» разработана серия автоматических упаковочных машин для горизонтальной или вертикальной обвязки пакетов. Выбор типа ленты и схема упаковки зависит от размера, массы и ряда других параметров упаковываемого пакета.

Все автоматические упаковочные машины рассчитаны для установки в существующие конвейерные системы, обладают высокой скоростью работы, надежны, не требуют сложного технического обслуживания и просты в эксплуатации. Оператору, обслуживающему линии упаковки, достаточно производить замену рулонов с упаковочной лентой и контролировать процесс работы автомата.

Упаковочная головка SIGNODE AK200, которая в основном применяется в упаковочных автоматах, имеет широкий диапазон регулировок, которые позволяют использовать полиэстеровые ленты различной ширины и толщины. Данная упаковочная головка работает по принципу сварки трением. Прочность сварного соединения достигает 95% от прочности упаковочной ленты. Скорость подачи ленты вокруг пакета равна 1,25 м/с. Усилие натяжения ленты регулируемое и достигает 4500 Н. По желанию заказчика как отдельная опция поставляются упаковочные головки с усилием натяжения до 6000 Н. Упаковочная головка АК200 специально проектировалась для тяжелых условий эксплуатации и хорошо зарекомендовала себя в различных отраслях промышленности, в том числе для упаковки строительных материалов. Возможно также поставлять автоматические упаковочные машины, которые способны при обвязке уплотнять пакеты с продукцией, если это необходимо.

Специалисты компании «АЕТ» совместно с инженерами компании «Signode» могут спроектировать любую конструкцию автоматической машины, которая



Рис. 4. Упакованные поддоны вывозятся на склад готовой продукции

удовлетворит требования для упаковки самой разнообразной продукции. Наша компания осуществляет полный цикл поставки оборудования, начиная с проектирования и подбора оптимального варианта упаковочного оборудования и материалов и заканчивая шеф-монтажом, запуском в работу и обучением технологического и ремонтного персонала. Мы также предоставляем гарантийное и послегарантийное обслуживание, поставку запасных частей и консультирование по вопросам, связанным с обслуживанием и эксплуатацией установленного оборудования.

Обратившись к нам, вы всегда получите квалифицированную консультацию по вопросам транспортной упаковки своей продукции.



- Инжиниринг и продажа упаковочного оборудования и упаковочных материалов производства фирмы Signode с европейских заводов и со складов в Москве и Красноярске.
- Обеспечение запасными частями действующего оборудования, сервисное обслуживание упаковочного оборудования.
- Консультации по вопросам технологии упаковки.

**Комплексные решения по вопросам упаковки в следующих отраслях:**

- черная и цветная металлургия;
- гофрокартонное производство;
- целлюлозно-бумажная промышленность;
- производство строительных материалов;
- групповая упаковка в пищевой промышленности, в том числе в табачной отрасли;
- групповая упаковка в портах и раскрепление грузов на судах;
- упаковка на складах.

*А также поставка высококачественных стальных лент тип APEX и высокопрочных лент тип Magnus и пластиковых полиэстеровых и полипропиленовых лент всех размеров.*

**ООО «АЕТ»**

105082, Москва, ул. Большая Почтовая, д. 36, стр.1, 4-й этаж  
Тел.: (495) 975-80-72, 975-80-73 Факс: (495) 975-80-71  
E-mail: aetmsk@co.ru www.aetgroup.ru

**ООО «АЕТ-Красноярск»**

660093, Красноярск, ул. Вавилова, д.1, стр. 48  
Тел.: (3912) 45-63-63 Факс: (3912) 45-63-63  
E-mail: aet.krs@mail.ru www.aetgroup.ru

Реклама

УДК 666.3.047

Е.Н. ГНЕЗДОВ, канд. техн. наук, Ивановский государственный энергетический университет;  
Ю.И. МАРЧЕНКО, генеральный директор, Е.А. ПЕРЕЖИГИН, зам. директора,  
Норский керамический завод (Ярославль)

## Разработка и внедрение измерительно-регистрающего комплекса для мониторинга процесса сушки керамических изделий

В настоящее время существует необходимость в автономных регистрирующих комплексах приборов для мониторинга процессов низкотемпературной термо-влажностной обработки материалов производственного назначения.

Целью исследования была разработка и внедрение автономного измерительно-регистрающего комплекса датчиков и приборов «Март» нового поколения для мониторинга процесса сушки керамических изделий по важнейшим параметрам (включая усадку) одновременно во многих точках по объему садки.

Приборные комплексы нового поколения должны обеспечить детальную информацию, то есть получить пространственно-временное поле для основных параметров сушки.

Сушка керамических изделий может проходить в различных условиях и разнообразными способами [1–3]. Поэтому требования к комплексу датчиков и приборов будут зависеть от конструкции сушильного агрегата и режима сушки. Работы проводили на сушилке туннельного типа, которая конструктивно состоит из двух каналов, разделенных промежуточной стенкой.

В первом туннеле расположены параллельно два рельсовых пути для продвижения вагонеток, во втором туннеле находятся рельсовые пути для одного ряда вагонеток и, кроме того, есть рельсовые пути для возвратно-поступательного движения рециркуляционных вентиляторов вдоль сушильных вагонеток. В первом канале над потолком установлены реверсивные вентиляторы для рециркуляции сушильного агента в поперечном

сечении канала и выравнивания тем самым температуры и влажности теплоносителя и кирпича-сырца по ширине и высоте канала.

Керамические изделия располагают с зазорами 10–30 мм на 10 полках вагонеток, которые заходят поочередно на 1-й и 2-й пути первого канала. Вагонетки продвигают по мере заталкивания новых вагонеток. На выходе из первого канала вагонетки с помощью специального лафета на поперечных рельсовых путях передают во второй канал, по которому они двигаются в обратном направлении.

Движение кирпича-сырца на вагонетках и теплоносителя организовано в каналах по принципу противотока с поперечной рециркуляцией. Для входа теплоносителя имеются три отверстия, расположенных по концам второго канала и в его середине.

Сушилка работает в полунепрерывном режиме, в смену (12 часов); заталкивание вагонеток идет через каждые ~15 минут в течение ~9 часов, а в остальное время движения вагонеток в каналах сушилки нет. В результате керамические изделия, зашедшие в сушилку в начале и конце смены, подвергаются сушке по различным термовлажностным режимам.

Разработанный автономный измерительно-регистрающий комплекс датчиков и приборов «Март» состоит из следующих элементов, основу которых составляют модули НПП «Интерприбор» (Челябинск):

1. Центральный блок предназначен для программирования работы всего комплекта, контроля регистрации и отображения на дисплее информации, поступающей от различных датчиков через адаптеры.
2. Три адаптера, к каждому из которых подключается по 8 датчиков. Адаптер имеет также разъемы для подключения к центральному блоку и следующему адаптеру.
3. Устройство для термостатирования вторичных приборов, обеспечивающее приемлемые условия их эксплуатации [4].

Датчики перемещения (их всего 4) имеют по две лапы (фиксированную и подвижную) с отверстиями для винтового крепления. Каждая из четырех пар датчиков температуры и влажности среды смонтирована в одном цилиндрическом корпусе с крышкой, которая играет роль фильтра. Датчики температуры смонтированы в цилиндрических неметаллических корпусах диаметром 6 мм. Всего таких пальчиковых датчиков (ПД) семь: по 2 на первом и втором адаптерах и 3 датчика на третьем адаптере. Каждый из двух датчиков температуры поверхности залит компаундом в металлическую чашку диаметром 15 мм и толщиной 5 мм. Датчик теплового потока ПТП-1 представляет собой плоский диск толщиной 2 мм, окаймленный металлическим кольцом диаметром 27 мм, внутри которого в темной затвердевшей массе компаунда находится батарея биметаллических термоэлементов.

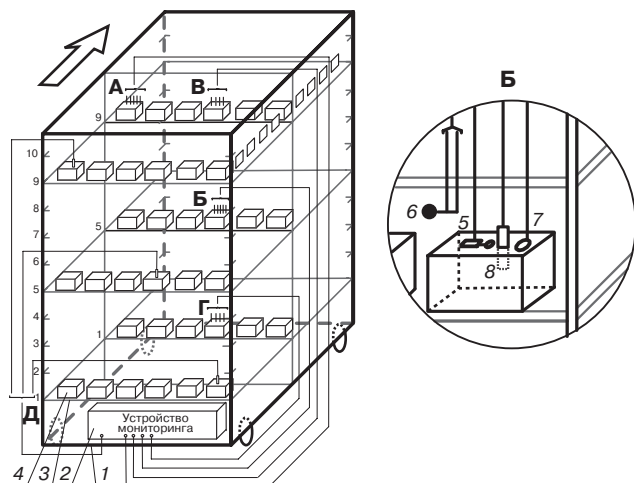


Схема расположения устройства мониторинга и датчиков на вагонетке: 1 – вагонетка; 2 – устройство мониторинга; 3 – полка вагонетки; 4 – кирпичи; 5 – датчик усадки; 6 – датчик влажности и температуры среды; 7 – датчик температуры поверхности кирпича; 8 – датчик температуры внутри кирпича

Технические характеристики элементов комплекса «Март» следующие:

Общее количество датчиков	24
Длина линии связи центрального блока с адаптерами, не более, м	200
Максимальное количество регистрируемых отсчетов (в отсчете 24 параметра)	~10000
Датчик перемещения:	
– диапазон измерения, мм	0 ÷ 10
– разрешающая способность, мм, не хуже	0,01
– нелинейность, %	1,0
Датчик температуры:	
– диапазон измерения, °С	-55 ÷ +125
– основная погрешность, %	0,5
Датчик относительной влажности:	
– диапазон измерения, %	0 ÷ 100
– основная погрешность, %	2,0
Датчик теплового потока ПТП-1:	
– диапазон измерения, Вт/м <sup>2</sup>	10 ÷ 1000
– основная погрешность, %	4,0
Периодичность отсчетов, задаваемая пользователем:	
– минимальная, с	20
– максимальная, ч	59
Время хранения информации при отключенном питании	не ограничено
Интерфейс связи с компьютером	RS-232
Питание	Ni-Cd аккумуляторы, 2 шт.; внешний блок питания, 5,5 В

Автономный комплекс «Март» многократно использовался для мониторинга параметров сушки керамических изделий на линии «С» ЗАО «Норский керамический завод» в г. Ярославле. Во время этих экспериментов были сформулированы и отработаны элементы методики применения комплекса «Март» на этапах подготовки, проведения эксперимента и обработки результатов в среде Excel с получением цветных графиков как всех параметров сразу, так и отдельных выделенных групп параметров.

Ниже дано описание расположения датчиков на вагонетке по схеме (см. рисунок). Основные группы датчиков А, Б, В, Г были расположены в средней плоскости вагонетки, перпендикулярной направлению движения. Группа датчиков А помещалась на 9-й полке в крайнем левом верхнем камне и около него; группа Б находилась в самом центре садки, группы В и Г соответственно над ней в центре 9-й полки и под ней в центре 1-й полки (счет полок снизу вверх). Три датчика температуры группы Д были помещены в центре камней по диагонали на задней плоскости вагонетки: слева сверху на 9-й полке, в центре на 5-й полке и внизу справа на 1-й полке. Такое размещение групп датчиков было выбрано для того, чтобы сравнить динамику сушки предположительно в наиболее горячих точках (в углах садки) и в наиболее холодных точках (в центре садки). Общее время сушки составило 32 ч 20 мин, в течение которых через каждую минуту снимались и регистрировались в памяти прибора все параметры процесса сушки.

Результаты мониторинга параметров сушильного процесса были представлены графически (в статье графики не приводятся, а дается их описание).

По графикам усадки видно, что резко выделяется режим усадки для камня, находящегося в садке сверху слева. Здесь на протяжении первых 6 часов сушки влажность теплоносителя была самой низкой по поперечному сечению вагонетки – ~90%, а температура 34–32°С чуть выше, чем в других местах. Поэтому усадка началась уже через ~3 ч и шла в медленном темпе следующие ~6 ч.

В центре садки по вертикали – группы Б, В, Г. Усадка началась позже и в основном проходила по схожим графикам. Но были и отличия: во-первых, раньше всего усадка началась в самом центре садки (группа Б) и шла очень медленно – около 6 ч. Интересно отметить, что на подробном графике видно, что линия усадки вначале идет вверх на величину ~0,07%. Влажность окружающей среды здесь была 100%, температура падала с 33°С

до 30°С. Возможно, в этих условиях происходила конденсация влаги на поверхности камня, поскольку температура поверхности камня была чуть ниже температуры окружающей среды, а температура центра камня еще ниже. Спад измеряемых температур на начальном участке сушки наблюдался во всех экспериментах, он продолжался 5–6 ч и составлял 3–4°С.

По различным графикам (в статье не приводятся) видно, что если усадка в камне на краю садки сверху слева практически закончилась уже через 16 ч, то по центру садки сверху и внизу усадка продолжалась еще 4–5 ч (до конца 1-го канала), а в центре садки она продолжалась еще около 3 ч (в начале 2-го канала).

Сравнительный анализ результатов мониторинга параметров сушки позволяет сделать следующие выводы.

1. Наиболее проблемными являются два участка сушилки:

– начальный (4–5 позиций), где существуют подсосы воздуха из цеха и горячего теплоносителя из 2-го канала сушилки. Здесь неравномерное температурно-влажностное поле теплоносителя;

– средний, где из-за подвода горячего сухого теплоносителя повышается температура и снижается влажность воздуха в сушилке, причем имеют место большие градиенты этих параметров из-за плохого перемешивания свежего теплоносителя с общим его потоком.

2. Сушка и усадка изделий в основном заканчиваются в первом канале сушилки.

3. Усадка изделий сильнее зависит от влажности, чем от температуры теплоносителя. Величина усадки в результате сушки колеблется от 3,8% (над центром вагонетки сверху) до 5,2% (в центре садки на вагонетке).

4. Существуют значительные перепады средних температур и влажностей теплоносителя по высоте и ширине каналов, эти перепады легко определяются по графикам в любой момент времени.

5. Температура теплоносителя внизу первого канала заметно выше, чем сверху, что естественно. Это свидетельствует о том, что, вероятно, достаточно значительная часть потока теплоносителя идет в обход садки вдоль пустого пространства под нижней полкой.

6. Колебания влажности и температуры теплоносителя под воздействием потолочных и напольных рециркуляционных вентиляторов велики вблизи самих вентиляторов и быстро ослабевают при удалении от них. Ступенчатое изменение температуры внутри изделий свидетельствует об эффективности работы вентиляторов в целом.

На основании этих данных сформулированы рекомендации по совершенствованию конструкции и режима работы сушильного агрегата туннельного типа с полунепрерывным режимом работы.

#### Список литературы

1. Гинзбург Д.Б., Деликишкин С.Н., Ходоров Е.И., Чижский А.Ф. Печи и сушилки силикатной промышленности / Под ред. Будникова П.П. М.: Госстройиздат. 1963. С. 344.
2. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы». 2003. 496 с.
3. Кондратенко В.А. Керамические стеновые материалы: оптимизация их физико-технических свойств и технологических параметров производства. М.: Композит. 2005. 512 с.
4. Гнездов Е.Н., Ракутина Д.В., Бухмиров В.В., Батуев М.И., Киселев В.В., Петров Е.В. Устройство для измерения и регистрации параметров термообработываемых изделий при повышенных температурах. Патент на полезную модель №48630 // Оpubл. 27.10.2005 г. Б.И. №30



Е.С. КАКОШКО, младший научный сотрудник,  
Белорусский государственный технологический университет (Минск)

## Повышение качества керамического кирпича путем микробиологической обработки сырьевых материалов

Качество керамического кирпича во многом зависит от состава и свойств глинистых материалов, а также от флюсующей способности пород, используемых в качестве отошающих компонентов массы.

Почти все глинообразующие минералы находятся в кристаллическом состоянии, которое часто является метастабильным. Кристаллическая решетка таких минералов может радикально изменяться под действием температуры, среды, давления и других факторов [1].

Для улучшения однородности и качества глинистых материалов и повышения эффективности технологического процесса в промышленности традиционно применяют несложные приемы — естественную обработку (вылеживание, промораживание), усиленную механическую обработку на бегунах, вальцах, глиномялках, вылеживание механически обработанной глины, обработку глины паром и др.

В последние годы перспективным методом воздействия на глинистое сырье является микробиологическая обработка активным реагентом — живой культурой силикатных бактерий, способных в процессе жизнедеятельности разрушать силикаты и алюмосиликаты и, следовательно, значительно изменять природную текстуру и свойства глинистых минералов. Литературные данные о биологической обработке свидетельствуют о ее эффективности для улучшения качественных характеристик керамических масс на основе высококачественных глин Украины [2, 3]. Однако глины Республики Беларусь значительно отличаются от украинских глин. Они характеризуются полиминеральностью состава, и в частности значительным содержанием гидрослюда, а также примесных минералов кварца, карбонатных и железистых включений, что оказывает негативное влияние на реологические, структурно-механические, сушильные и другие свойства керамических масс, а также на процессы спекания материалов на их основе.

В настоящей работе исследовано влияние микробиологического воздействия силикатные бактерии *Bacillus mucilaginosus* на глинистые составляющие керамических масс.

Культура *Bacillus mucilaginosus* в виде спорового материала получена в МолдНИИСтромпроект (г. Кишинев, Молдова). В лаборатории кафедры биотехнологии и биологии Белорусского государственного технологического университета она проверена на однородность и культивирована. В результате был приготовлен жидкий препарат силикатных бактерий с различным содержанием бактериальных клеток ~ 150; 100 и 75 млн шт. в 1 мл препарата для обработки глины.

Предварительные исследования [4] показали, что наиболее благоприятное влияние силикатные бактерии оказывают при введении их в жидкотекучие системы (керамические шликеры) с влажностью 38–50%, поскольку небольшая вязкость системы и ее малая пластическая прочность создают оптимальные условия для жизнедеятельности бактерий, усиливая их проникаю-

щую способность, а также способствуют более свободной миграции органических продуктов, выделяемых в процессе жизнедеятельности бактерий. В результате диспергации глинистой составляющей шликера увеличивается количество частиц в единице объема и соответственно число их контактов, прочность которых ниже, чем в необработанном бактериями шликере. Это связано с действием продуктов жизнедеятельности бактерий, адсорбирующихся на частицах массы и ослабляющих прочность контактов, что вызывает увеличение подвижности частиц. В результате образуется более развитая структура, приближающаяся к коагуляционной. Таким образом, улучшаются реологические свойства шликеров, они становятся более агрегативно-устойчивыми, разжижаются при меньшем количестве электролитов.

В качестве объекта исследования использована масса для производства кирпича Обольского керамического завода (Витебская обл., Шумилинский р-н), содержащая легкоплавкую глину месторождения Заполье 85 мас. % и отошающую минеральную добавку — гранитные отсеви Микашевичского месторождения 15 мас. % (ТУ 21 РБ 352–91. «Кирпич керамический для дымовых труб»). На предприятии применяется шликерный способ подготовки керамической массы.

Глина легкоплавкая месторождения Заполье относится к группе каолинито-монтмориллонито-гидрослюдистых глин, характеризуется полиминеральностью состава, большим содержанием свободного кварца (32,1 мас. %), является полукислой, низкодисперсной (содержание частиц размером менее 0,001 мм 27,13%, более 0,06 мм — 2,21%), умеренно пластичной (число пластичности 12,3), среднечувствительной к сушке (коэффициент чувствительности к сушке 1,1). Массовые доли компонентов глины, %: SiO<sub>2</sub> — 57,6; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 14,91; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 5,51; Na<sub>2</sub>O — 0,76; K<sub>2</sub>O — 3,8; MgO — 1,89; CaO — 6,61; TiO<sub>2</sub> — 0,72; ППП — 8,2.

Микробиологическая обработка глины проводилась с целью повышения дисперсности, увеличения числа пластичности, снижения коэффициента чувствительности к сушке, повышения прочности изделий в воздушно-сухом и обожженном состоянии.

Обработка глины включала увлажнение водными суспензиями, содержащими 2–4 мл жидкого препарата бактерий *Bacillus mucilaginosus* с содержанием бактериальных клеток ~ 300–600 млн шт. в пересчете на 100 г сухого вещества до требуемой технологической влажности 48%. Количество воды в технологии корректировалось в зависимости от количества вводимого жидкого препарата. Опытные пробы глинистых биообработанных суспензий выдерживались в закрытом виде при комнатной температуре и в термостате при температуре 30±1°С в течение 72, 120 и 168 ч. Наряду с биообработанными пробами выдержке при аналогичных условиях подвергалась глинистая суспензия без бактерий (контрольная).

Таблица 1

Свойство	Образец из керамической массы	
	контрольной	подвергнутой микробиологической обработке*
Число пластичности	11,5	13,3
Коэффициент чувствительности к сушке	0,85	0,42
Воздушная линейная усадка, %	6,7	4,8
Водопоглощение, %	14,7	13,2
Пористость, %	24,88	24
Общая усадка, %	8,36	7,3
Предел прочности при сжатии, МПа	30,8	35,4

\* Оптимальные параметры микробиологической обработки: содержание бактериальных клеток ~ 600 млн шт. в пересчете на 100 г сухого вещества; выдержка 120 ч при температуре (30±1)°С.

До настоящего времени на Обольском керамическом заводе при изготовлении керамического кирпича для дымовых труб в качестве отошающего компонента массы использовались некондиционные отсевы (фракция до 1 мм), образующиеся при производстве дорожного щебня на Микашевичском РУПП «Гранит» (Брестская обл.), которые представлены смесью гранитоидных пород и метадиабазов (гранитных отсевов).

В среднем массовые доли компонентов составляют, %: SiO<sub>2</sub> – 60,23; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 15,21; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 8,59; Na<sub>2</sub>O – 2,45; K<sub>2</sub>O – 4,41; MgO – 3,21; CaO – 4,31; TiO<sub>2</sub> – 0,92; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,35; MgO – 0,19. Минералогический состав гранитных отсевов, объем. %: плагиоклаз 25–40, микроклин 2–35, кварц 30–35, биотит 3–5, эпидот 1–3.

Для приготовления минеральной добавки гранитные отсевы дробили до прохождения на сите с размером сетки № 05. Затем осуществлялось смешение минеральной добавки с контрольной и биообработанными пробами глинистых суспензий.

Получение пластической массы осуществлялось путем частичного обезвоживания керамических суспензий методом фильтрации на лабораторном фильтр-прессе. Формование опытных образцов в виде кирпичиков размером 60×10×25 мм производилось пластическим способом. Следует отметить, что оптимальная формовочная влажность биообработанных масс была ниже, чем контрольной. После сушки в термощкафу при 100°С образцы обжигались в электрической печи при 1000 и 1050°С.

В результате изучения основных свойств опытных образцов установлено, что использование микробиологической обработки глин способствует увеличению содержания частиц размером менее 1 мкм, повышению пластичности, предела прочности в воздушно-сухом состоянии. Рост пластичности обусловлен как повышением дисперсности масс, так и действием продуктов жизнедеятельности бактерий. Высокая прочность сырца и полуфабрикатов в воздушно-сухом состоянии обеспечивается действием коллоидных соединений кремнезема, гидроксидов железа, алюминия, полисахаридов, кремний- и металлоорганических продуктов, образующихся в процессе жизнедеятельности бактерий и обладающих клеящей способностью [5, 6].

Для обожженных образцов из биообработанной массы (содержание бактериальных клеток ~ 600 млн шт. в пересчете на 100 г сухого вещества и выдержкой 120 ч) уже при температуре 1000°С предел прочности при сжатии имел такие же значения, как для контрольного образца, обожженного при температуре 1050°С. Однако повышенное содержание свободного кварца в гранитных отсевах и небольшое количество плагиоклазовой составляющей обуславливает при понижении температуры обжига недостаточную степень спекания.

В табл. 1 приведена сравнительная характеристика опытных образцов из контрольной и микробиологически обработанной при оптимальных условиях керамической массы, обожженных при температуре 1000°С.

В настоящее время ведется интенсивная разработка Микашевичского месторождения строительного камня в северо-восточном направлении. Добываемые породы представлены преимущественно кварцевыми диоритами. Запасы добываемой породы, глубина ее залегания составляет 7–30 м, что делает добычу кварцевых диоритов легкодоступной [7].

Химический состав диорита кварцевого, мас. %: SiO<sub>2</sub> – 54,18; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 16,71; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11; TiO<sub>2</sub> – 1,07; CaO – 6,47; MgO – 3,01; Na<sub>2</sub>O – 3,6; K<sub>2</sub>O – 2,3; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,8; SO<sub>3</sub> – 0,06; CO<sub>2</sub> – 0,14; ППП – 1,14 [8].

По количеству оксида кремния диорит кварцевый относится к средним горным породам. Минералогический состав, об. %: плагиоклаз 50–60; микроклин 1–5; кварц 5–12; биотит 10–20; амфибол 5–15; эпидот 4–7.

Значительное содержание в диоритах плагиоклаза способствует образованию легкоплавких эвтектик при обжиге, что приводит к появлению большего количества расплава в сравнении с использованием в массах гранитных отсевов.

Диорит кварцевый – интрузивная, магматическая, малокварцевая порода мелкозернистой структуры, характеризующаяся повышенным содержанием оксидов щелочных металлов и оксидов железа, что обеспечивает равномерное объемное окрашивание изделий и улучшает их прочностные характеристики. Кроме того, диорит кварцевый содержит небольшое количество кварца, что способствует снижению трещиноватости изделий. Повышенное суммарное содержание оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов (ΣR<sub>2</sub>O+RO = 15,38 мас. %) обеспечивает расширение интервала спекания и интенсифицирует этот процесс.

С целью использования преимуществ кварцевого диорита был изменен экспериментальный состав керамической массы путем замены гранитных отсевов на кварцевый диорит. Содержание сырьевых компонентов варьировалось в следующих пределах, мас. %: глина легкоплавкая месторождения Заполье 75–85; диорит кварцевый 15–25 [9].

Опытные образцы изготавливали по аналогичной технологии, как и при использовании гранитных отсевов. Микробиологическая обработка глинистой суспензии осуществлялась при оптимальных параметрах.

Учитывая, что керамическая масса содержит высокодисперсную глинистую составляющую, подвергнутой микробиологической обработке, и диорит, способствующий расширению интервала спекания, температура обжига была снижена и составляла 950–970°С.

Составы и основные свойства керамической массы и изделий приведены в табл. 2.

Как видно из приведенных данных, все свойства опытных масс, а также керамических изделий, полученных на их основе, имеют лучшие показатели, чем образцы, изготовленные из заводской массы.

Микробиологическая обработка легкоплавкой глины «Заполье» оказывает влияние и на поведение ее при нагревании, что подтверждается данными ДТА [10]. Несмотря на повышение дисперсности глины, снижается

Таблица 2

Наименование компонентов и свойств	Составы керамических масс, мас. %, и показатели свойств			Заводской состав, мас. %, и показатели свойств
	1	2	3	
Глина легкоплавкая месторождения Заполье	85	80	75	85
Диорит кварцевый	15	20	25	–
Гранитные отсевы	–	–	–	15
Число пластичности	13,3	12,9	12,1	11,5
Линейная воздушная усадка, %	4,88	3,76	4,24	6,7
Коэффициент чувствительности к сушке	0,42	0,36	0,33	0,85
Предел прочности при изгибе кирпича-сырца, МПа	2,2	2,17	2,26	1,8
Температура обжига, °С	950–970	950–970	950–970	1000
Общая усадка, %	7,3	6,5	6,2	8,36
Водопоглощение, %	12,63	13,19	13,7	14,7
Пористость, %	25,21	26,28	26,3	26,88
Предел прочности при сжатии, МПа	35,4	34,6	40,2	30,8

ее коэффициент чувствительности к сушке и воздушная усадка при 100°С, что объясняется изменением форм связи воды и значительным расширением температурного интервала ее удаления. Это позволяет ускорить процесс сушки полуфабрикатов без опасности возникновения деформаций и трещин. За счет выделения органических продуктов при жизнедеятельности живых организмов и их склеивающей способности прочность образцов в высушенном состоянии увеличивается на 20–25%, что немаловажно при автоматизированном производстве изделий.

Для внедрения способа микробиологической обработки керамической массы потребуется организация небольшого участка приготовления биореагента из спорового материала с использованием специальной питательной среды в ферментаторах с постоянной температурой, а также корректировка состава массы и температурных параметров сушки и обжига.

Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о возможности интенсификации физико-химических процессов, протекающих в керамических системах и материалах на их основе путем микробиологического воздействия на глинистые составляющие масс. Использование активированной биообработанной глины в составе масс для производства керамического кирпича позволит не только повысить его качественные характеристики, но и сократить топливно-энергетические затраты за счет ускорения процесса сушки и снижения температуры обжига на 30–50°С. Использование кварцевых диоритов в качестве отошающей минеральной добавки в керамической массе будет способствовать расширению сырьевой базы керамической промышленности Республики Беларусь.

Список литературы

1. *Евтушенко Е.И., Кравцов Е.И., Кащеева И.Ю., Сыса О.К.* Структурная неустойчивость глинистого сырья // *Стекло и керамика.* 2004. № 5. С. 23–25.
2. *Власов А.С.* Биологические методы обогащения минерального сырья и технологических смесей при

производстве керамики // *Химия и технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.* Л., 1989. С. 155–165.

3. *Баранов В.В., Вайнберг С.Н., Власов А.С. и др.* Реологические свойства шликера, обработанного бактериями // *Стекло и керамика.* 1985. № 4. С. 18–19.
4. *Какошко Е.С., Дятлова Е.М., Бирюк В.А., Заяц Н.И.* Исследование влияния микробиологической обработки на технологические свойства глин различного минералогического состава // *Стекло и керамика.* 2005. № 6. С. 10–15.
5. *Маркевич Р.М., Дятлова Е.М., Какошко Е.С., Крепская М.В.* Выделение из местного сырья бактерий, способных к разложению силикатов // *Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия III. Химия и технология органических веществ.* 2002. Вып. X. С. 25–28.
6. *Маркевич Р.М., Какошко Е.С., Кротович И.В., Дятлова Е.М.* Изменение микробиологического состава образцов глин в процессе вылеживания // *Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия III. Химия и технология органических веществ.* 2003. Вып. XI. С. 138–142.
7. *Основы геологии Беларуси / Под общ. ред. А.С. Мохнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева, Я.И. Аношко.* Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси. 2004. С. 355–356.
8. *Химические анализы горных пород кристаллического фундамента Белоруссии: Справочник.* Минск: Наука и техника. 1988. С. 64–66.
9. *Керамическая масса для изготовления стеновых изделий: пат. 7280 Респ. Беларусь, МПК7 С 04 В 33/04 / Е.М. Дятлова, Е.С. Какошко, В.А. Бирюк, С.Е. Баранцева, М.А. Якимчик; заявитель Белорус. гос. технологич. ун-т. № а20021038; заявл. 18.12.2002; опубл. 30.09.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2005. № 3. Ч. 1. С. 153.*
10. *Дятлова Е.М., Какошко Е.С., Бирюк В.А., Маркевич Р.М.* К вопросу об улучшении качества глинистого сырья // *Весті Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фізіка-тэхн. навук. Мінск.* 2003. № 3. С. 49–53.



13-я международная выставка

# & СТРОИТЕЛЬСТВО РЕМОНТ 15 – 19 мая 2007

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РЕГИОНОВ РОССИИ

КРУПНЕЙШАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА СТРАНЫ БАЗОВАЯ ВЫСТАВКА СОЮЗА СТРОИТЕЛЕЙ УРАЛА

Официальная поддержка:

■ Федеральное агентство по строительству и ЖКХ

■ Торгово-промышленная палата Российской Федерации

■ Союз строителей Урала



■ более 70 городов и 20 регионов Российской Федерации

■ более 25 тысяч посетителей

■ более 600 участников

■ более 15 тысяч кв.м площади: 4 павильона и 4 открытые площадки



ПЕРМСКАЯ  ЯРМАРКА  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

[www.expoperm.ru](http://www.expoperm.ru)

г. Пермь, Бульвар Гагарина, 65  
тел/факс: (342) 262-58-20, 262-58-59  
e-mail: kazuk@expoperm.ru

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Петербургский государственный университет путей сообщения  
ООО «Пенобетон 2000» • АНИТЦ «Сократ» • ООО «Максимус»

приглашают на

**международную научно-практическую конференцию**

**Санкт-Петербург, Россия**

**ПЕНОБЕТОН**

**19-21 июня 2007**

Тенденции развития и использования пенобетона.

Теория композиционного пенобетона.

Материалы, технологии и свойства монолитного пенобетона.

Сырьевые материалы, технология и свойства пенобетонных изделий.

Строительное производство и конструкции на основе пенобетона.

**2007**

**FOAM CONCRETE**

при информационной поддержке журналов

**ЦЕМЕНТ**  
и его применение

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®**

Ученый секретарь конференции  
д-р техн. наук, профессор  
Масленникова Людмила Леонидовна

Секретарь  
Рупасова Инна Владимировна

Тел./Факс: (812) 310-93-92, 310-64-85  
Тел.: (812) 768- 86-44, 310-17-25  
E-mail: penobeton-2007@yandex.ru  
[www.pgups.ru/penobeton-2007](http://www.pgups.ru/penobeton-2007)

# РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

20-22 ноября 2007  
МОСКВА  
ЦМТ

www.dry-mix.ru, mixbuild@mail.lanck.net

**EXPO** *Mix*

8-я Международная  
специализированная выставка  
**СУХИЕ СМЕСИ БЕТОНЫ И РАСТВОРЫ**

*Mix* **BUILD**

9-я Международная  
научно-техническая конференция  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СУХИХ  
СМЕСЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Техно**  
*строи*

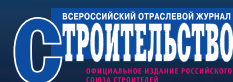
4-й Московский международный  
фестиваль строительных технологий  
**ДОСТУПНОЕ И КОМФОРТНОЕ  
ЖИЛЬЕ**

Оргкомитет: 190068, Россия, Санкт-Петербург, а/я 597  
Москва: +7 (495) 580 54 36  
СПб: +7 (812) 380 65 72  
703 71 85, 335 09 92  
mixbuild@mail.lanck.net  
www.dry-mix.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ: Академический научно-технический центр «АЛИТ», компания «АЛИТ Информ». ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: правительства Московской области, Федерального агентства по строительству и ЖКХ РФ. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА: журнал «Строительные Материалы», журнал «Строительство».



**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ**





П.Г. КОМОХОВ, д-р техн. наук, академик РААСН, Ю.А. БЕЛЕНЦОВ, канд. техн. наук, Петербургский государственный университет путей сообщения

## Влияние растворной составляющей на качество кирпичной кладки

Современные представления о кирпичной кладке как о простом материале не позволяют развиваться теоретическим и практическим аспектам ее широкого применения.

Представления о наибольшем влиянии физико-механических свойств кирпича на свойства кладки не отражают действительности. Влияние качества кирпича не вызывает сомнения, но это не единственная причина низкого качества всей кладки. Важно учитывать свойства раствора, квалификацию каменщика и технологию кладки. Квалификация персонала и технология кладки мало подвержены изменениям, но существуют другие пути улучшения качества кладки в короткие сроки. Одной из основных причин низкой прочности кладки является недостаточная изученность влияния свойств раствора на свойства кладки как композиционного материала. При выборе раствора в соответствии с требованиями СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции» оговариваются только показатели прочности при сжатии, величина адгезии к кирпичу при отрыве, плотность, подвижность и водонепроницаемость раствора. Однако существует много не учитываемых в этих документах факторов, определяющих прочность, надежность и долговечность кладки как материала для несущих и ограждающих конструкций. Правильный выбор раствора позволяет повысить качество и долговечность кладки, снизить влияние квалификации каменщика, трудоемкость возведения. Особенно важно учитывать растворную составляющую при использовании жестких цементных растворов, поскольку их применение приводит к увеличению неоднородности поля напряжений и деформаций, возникновению участков концентрации напряжений в кладке, приводящих к местным нарушениям структуры и в дальнейшем к выходу материала из работы.

В настоящее время жесткие цементные растворы получили широкое применение. Жесткие цементные растворы существенно отличаются по деформативности от кирпича, что приводит к образованию мелких трещин в кладке, а значит, к снижению ее долговечности (рис. 1).



Рис. 1. Образование микротрещин в растворных швах и кирпиче при использовании жестких цементных растворов

Важнейшим аспектом более широкого применения кирпичной кладки является обеспечение долговечности и предотвращение образования трещин на раннем этапе ее эксплуатации. Поскольку именно растворная составляющая кладки более уязвима при эксплуатации, показатель ее морозостойкости будет определяющим. Пример выкрашивания раствора из швов кладки при длительной эксплуатации показан на рис. 2. Показатель морозостойкости раствора должен быть не менее чем в 2 раза выше кирпича. Различие требований по морозостойкости кирпича и раствора обусловлено попаданием влаги в поверхностный слой кладки, скапливанием ее в порах раствора или в зоне контакта кирпича и раствора. При переходах через ноль это приводит к местным нарушениям структуры и выкрашиванию поверхности кладки.

Для наружных конструкций широко используется пустотный кирпич. Причинами столь широкого использования пустотного кирпича являются экономические интересы производителей кирпича; возможность сокращения расхода сырья и энергии; технологические факторы, позволяющие упростить получение качественного кирпича; нормативно-техническая база [2].

В настоящей работе рассмотрена обоснованность использования пустотного кирпича и блоков. При традиционном применении пустотного кирпича теплотехнические свойства кладки мало изменяются по сравнению с кладкой из полнотелого кирпича, так как технология возведения приводит к заполнению пустот раствором. Предотвратить подобные неблагоприятные последствия возможно, например, путем раскладки ткани в горизонтальных швах при использовании крупноформатных блоков или использования тонких швов. Однако эти приемы приводят к существенному увеличению трудоемкости возведения, разделению кладки на отдельные горизонтальные блоки и к высоким требованиям к поверхности кирпича.



Рис. 2. Пример выкрашивания растворных швов кладки



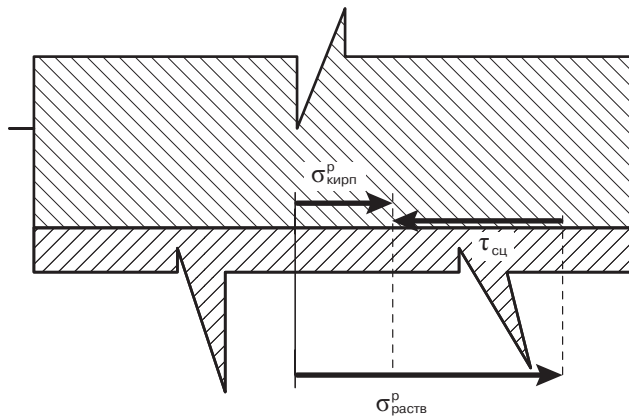


Рис. 3. Схема определения требуемой величины прочности сцепления кирпича и раствора:  $\sigma_{\text{кирп}}^p$ ,  $\sigma_{\text{раств}}^p$  – прочность при растяжении кирпича и раствора соответственно

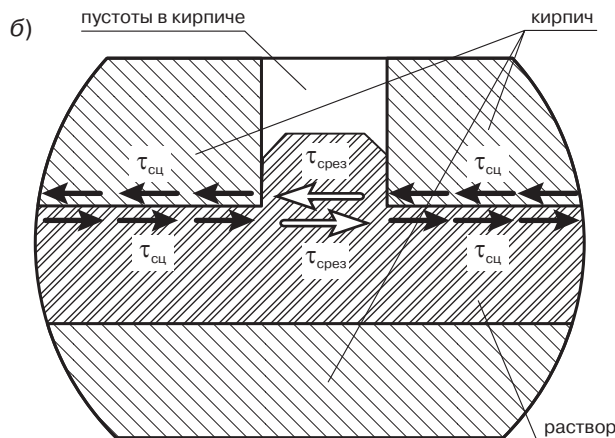
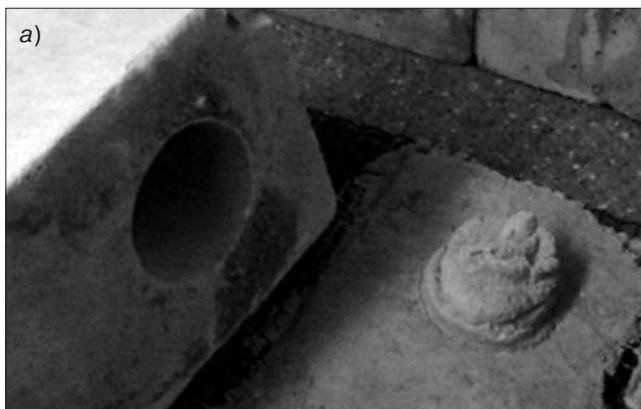


Рис. 4. Влияние заполнения пустот кирпича раствором швов: а) частичное заполнение швов раствором; б) схема влияния

Повышение качества кирпичной кладки при использовании пустотного кирпича возможно за счет технологических и конструктивных приемов, например использования сухого кирпича, что ускорит отбор воды из раствора и в короткий период снизит его подвижность, предотвратив при этом проникание раствора в пустоты кирпича. Снижение подвижности раствора за счет уменьшения количества воды затворения или увеличения фракции мелкого заполнителя (до 7–8 мм) обеспечивает расклинивание его в швах и предотвращает проникание раствора в пустоты кирпича. Принятый способ увеличения вододерживающей способности раствора с использованием суперпластификаторов не всегда обоснован, поскольку возможно снижение прочности сцепления кирпича и раствора, особенно при использовании силикатного кирпича. При необходимости для устранения указанных

недостатков целесообразно использовать так называемые естественные пластификаторы (известь, глина) в ограниченных количествах, что обеспечивает требуемую подвижность и сохраняет прочность сцепления.

Необходимо отметить, что кроме отрицательных сторон проникновение раствора в пустоты кладки несет положительный эффект: упрощается раскладка раствора в горизонтальных швах, поскольку часть раствора выдавливается в пустоты; увеличивается прочность сцепления на срез кирпича и раствора; снижается вероятность растрескивания кладки и др.

Остановимся подробнее на способе увеличения прочности сцепления на срез в зоне контакта. При отсутствии пустот напряжения в зоне контакта будут иметь вид в соответствии со схемой, представленной на рис. 3. Величина прочности сцепления кирпича и раствора для обеспечения единства деформации растворных швов и кирпича должна быть больше расчетной прочности кладки, равной 2,4 МПа, и соответствовать  $\tau_{\text{сц}} = 0,24 - 0,36$  МПа; для кладки прочностью порядка 5 МПа – составлять  $\tau_{\text{сц}} = 0,5 - 0,75$  МПа. Такое соотношение величин позволит получить монолитный материал и обеспечить совместную работу кирпича и раствора швов кладки. Добиться этого сложно, поскольку величина прочности сцепления при использовании обычного цементно-песчаного раствора и кирпича составляет величину порядка 0,2–0,3 МПа.

При наличии частичного заполнения пустот схема изменяется (рис. 4). Вид заполненного участка для силикатного кирпича с круглыми пустотами (раствор цементно-песчаный, состав 1:3; В/Ц=0,7; ОК=12–13 см) приведен на рис. 4а, схема влияния частичного заполнения раствором пустот кирпича приведена на рис. 4б.

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что кладка – сложный композиционный материал и его качество зависит от множества факторов. Для получения наиболее эффективного материала не обязательно применять компоненты – кирпич и раствор с максимальными параметрами, необходимо использовать эффект их совместной работы [2]. Условием совместной работы является сложная структура кирпичной кладки, обусловленная взаимодействием элементов различных геометрических размеров и уровня значимости [3]. При использовании пустотного кирпича есть положительные и отрицательные эффекты, которые, с одной стороны, снижают ее теплотехнические свойства при заполнении части пустот раствором, с другой – снижают трудоемкость и стоимость возведения, увеличивают однородность кирпичной кладки за счет лучшего сцепления кирпича и раствора. Компенсировать недостатки кладки из пустотного кирпича можно путем совершенствования технологии возведения (использовать кирпич с фрезерованными поверхностями и тонкими клеящими швами), повышения требований к квалификации персонала, оптимального подбора составов раствора под конкретный вид кирпича. Это не может не отразиться на основных показателях материала и повысить его технико-эксплуатационные свойства – прочность, деформативность, трещиностойкость и долговечность.

Список литературы

1. Шлегель И. Ф. Эффективен ли пустотелый кирпич? // Строит. материалы. 2006. №7. С. 41–43.
2. Прошин А.П., Данилов А.М., Гарькина И.А. и др. Синтез строительных материалов со специальными свойствами на основе системного подхода // Изв. вузов. Строительство. 2003. № 7. С. 43–47.
3. Беленцов Ю.А. Комохов П.Г. Структурная механика кирпичной кладки. Совершенствование методов армирования кирпичной кладки // Строит. материалы. 2004. №1. С. 46–48.

УДК 543

А.Р. ГИЗЗАТУЛЛИН, канд. техн. наук, директор, Казанский завод крупнопанельного домостроения № 3; О.Р. КАРАТАЕВ, канд. техн. наук, Е.А. ХАМЗИНА, инженер, А.В. ТАНЕЕВА, канд. хим. наук, В.Ф. НОВИКОВ, д-р хим. наук, Казанский государственный энергетический университет

## Распределение загрязняющих веществ в воздушной среде Казанского домостроительного комбината

В настоящее время выбросы промышленных предприятий в окружающую среду достигли таких размеров, что в крупных промышленных центрах уровни загрязнения по многим ингредиентам существенно превышают допустимые санитарные нормы [1]. Многие токсичные вещества, попадающие в атмосферный воздух, вообще не контролируются, так как их содержание не регламентируется.

Завод крупнопанельного домостроения № 3 Казанского домостроительного комбината расположен на промышленной площадке в юго-восточной части Казани в промышленной зоне Советского района. Ближайшая жилая зона находится с южной стороны предприятия на расстоянии 425 м, с юго-западной – 675 м.

На предприятии имеется до 40 источников загрязнения атмосферного воздуха, из которых выбрасывается широкий спектр загрязняющих веществ, в основном неорганической природы. В состав завода КПП входят цеха по производству бетонной смеси, которые загрязняют окружающую среду неорганической пылью. Для армирования железобетонных конструкций имеется производство изделий, где арматурная сталь подвергается механической обработке на станках-ножницах. Затем производятся сварочные работы по изготовлению сеток и каркасов, в результате чего окружающая среда загрязняется неорганической пылью, оксидами железа, марганца и другими соединениями. Загрязняющие вещества,

выделяющиеся при производстве сварочных работ, выбрасываются в атмосферный воздух через крышные вентиляторы и в дальнейшем через вентиляционную трубу.

Формовочные цеха выпускают различные виды железобетонных изделий для строительства. В них основными источниками выделения загрязняющих веществ являются сварочные посты и узлы смазки форм, где образуется неорганическая пыль, минеральное масло, нефтепродукты, а также оксиды железа и марганца.

Ремонтно-механический цех загрязняет окружающую среду неорганической пылью, оксидами железа, углерода, марганца, диоксидами азота, углерода и серы.

В результате сгорания газообразного топлива в котельной предприятия образуются диоксиды азота, оксиды углерода, серы, углеводороды, которые выбрасываются в атмосферный воздух через дымовую трубу.

Автотранспортный цех загрязняет окружающую среду диоксидом азота и серы, а также сажей, оксидом углерода, керосином и углеводородами.

Достоверная оценка состояния воздушного бассейна промышленных регионов и влияние на них антропогенных факторов может быть получена на основе мониторинга загрязняющих веществ и контроля за источниками их поступления [2, 3]. Решение этих проблем возможно только при создании непосредственно на предприятии локальной сети экологического мониторинга, оснащенной современной аналитической аппаратурой.

Таблица 1

Наименование	Критерии качества атмосферного воздуха [8]				Количество выбросов, т/год
	Класс опасности	ОБУВ	ПДК м.р.	ПДК с.с.	
Железа оксид	3	–	–	0,04	1,204
Марганец и его соединения	–	–	0,01	0,001	0,033
Азота диоксид	2	–	0,085	0,04	12,734
Сажа	3	–	0,15	0,05	0,003
Серы диоксид	–	–	0,5	0,05	0,033
Углерода оксид	4	–	5	3	45,788
Керосин	–	1,2	–	–	0,021
Масло минеральное	–	0,05	–	–	0,003
Пыль неорганическая, содержащая SiO <sub>2</sub> от 20 до 70%	3	–	0,3	0,1	5,403
Пыль неорганическая, содержащая SiO <sub>2</sub> менее 20%	3	–	0,5	0,15	2,968

**Примечание.** ПДК м.р. – максимально-разовая, ПДК с.с. – среднесуточная, ОБУВ – ориентировочно-безопасный уровень воздействия.

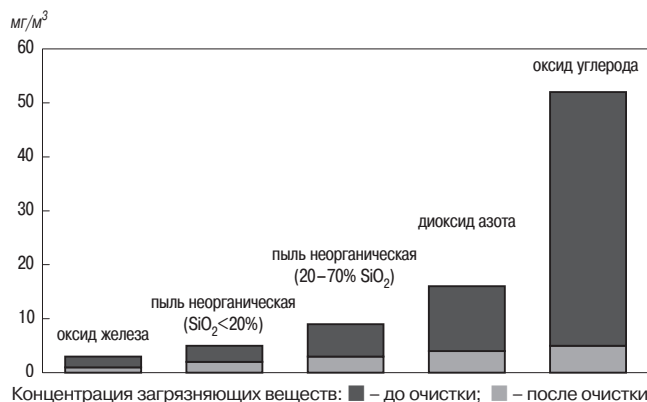


Таблица 2

Компонент	Максимально-разовая норма ПДК, ПДК м.р., мг/м³	Максимально-разовая концентрация	Класс опасности
Кислород (O <sub>2</sub> )	–	11%	–
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	0,085	0,01 мг/м³	2
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	0,03	75 мг/м³	2
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> )	–	36%	–
Бензол (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	1,5	36 мг/м³	2
Изопентан (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	100	0,018%	4

На Казанском домостроительном комбинате в первую очередь был определен перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от стационарных источников. Исходными данными, принятыми для расчета нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ), были взяты материалы инвентаризации источников поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от работы технологических установок предприятия. В результате натурных исследований проведено уточнение качественных и количественных показателей выбросов исследуемых источников загрязнения. Было установлено появление новых источников загрязнения атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне предприятия, проведена оценка параметров и данных по мощности выбросов [4–7].

В табл. 1 приведен перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух в результате работы технологических установок. Общее содержание выброса в атмосферный воздух составляет 67,26 т/год.

Установленные на этом этапе загрязняющие вещества входят в перечень веществ, которые контролируют ответственные за это государственные органы надзора.

В результате химических реакций, постоянно протекающих в атмосферном воздухе, постоянно образуются новые органические вещества, более токсичные для организма человека, чем исходные. Поэтому дальнейший этап этой работы заключался в определении органических загрязнителей атмосферного воздуха и расширении перечня анализируемых веществ.

На основе известных методик расчета концентраций вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны предприятия, были составлены карты рассеивания вредных примесей, установлены зависимости степени концентрации загрязняющих веществ от их очистки.

На рисунке показана картина рассеивания загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной зоны предприятия до очистки и после очистки.

Для качественного и количественного определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе был использован газохроматографический метод в сочетании с индикаторными трубками, которые позволяют контролировать концентрацию компонентов непосредственно в процессе производства [8].

В табл. 2 приведены результаты определения концентрации выбросов в атмосферный воздух из парового котла Казанского домостроительного комбината.

Для устранения указанных недостатков разработаны технологии очистки от газообразных примесей, попадающих в атмосферный воздух от работы технологических установок Казанского домостроительного комбината [9].

С целью снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух системы вытяжной вентиляции производственных участков, а также пневмотранспорт сыпучих материалов оснащены пылеулавливающими установками, циклоном ЦН-15, а также рукавными фильтрами СМЦ-166.

Для обеспечения экологической безопасности Казанского домостроительного комбината необходимо проводить регулярные наблюдения за составом и концентрацией загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от технологических установок. Это позволит рационально продолжать мероприятия по совершенствованию способов очистки технологических выбросов от конкретных примесных соединений, поступающих в окружающую природную среду от стационарных и мобильных источников.

Список литературы

1. Салова Т.Ю., Громова Н.Ю., Шкрабак В.С., Курмашев Г.А. Основы экологии. Аудит и экспертиза техники и технологии. СПб.: Лань. 2004. 335 с.
2. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Гидрометеиздат. 1991.
3. Шлычков А.П., Жданова Г.Н., Тунакова Ю.А., Будников Г.К. Создание репрезентативной сети мониторинга: Определение приоритетного списка вредных веществ, подлежащих контролю в воздушном бассейне городов // Мониторинг. 1997. № 1. С. 19–24.
4. ГОСТ 17.2.3.02–78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М.: Изд-во стандартов. 1979. 85 с.
5. ОНД–86 Госкомгидромет. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометеиздат. 1987. 64 с.
6. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л.: Гидрометеиздат. 1987. 38 с.
7. Временное методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. Новороссийск: НГУ. 1985. 25 с.
8. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Энциклопедия «Экометрия»: Серия справочных изданий / Под ред. проф. Л.К. Исаева. Санкт-Петербург: Крисмас+. 1998. 851 с.
9. Александров Ю.Б., Александров Б.В., Халитов К.Ф. и др. Экологический мониторинг промышленных предприятий хроматографическими методами // Тез. докладов XVII ежегодной международной интернет-конференции молодых ученых и студентов по современным проблемам машиноведения. Москва. 21–23 декабря 2005 г. С. 257.



# Доступное жилье по шведской технологии

Современные технологии строительства малоэтажных зданий из легких металлоконструкций, предлагаемые шведской промышленной группой Lindab, позволяют собрать комфортабельный теплый дом в любом регионе за 2–3 месяца. Сборка такого дома происходит легко, без трудоемких процессов благодаря идеально подогнанным по размеру и тщательно промаркированным деталям заводского производства. В России подобным образом уже возводят поселки и складские помещения, коттеджи и общежития. В таких домах уже живут в Сибири и Подмоскowie, на Сахалине и на побережье Финского залива.

Преимущества быстрого строительства очевидны: вложения в такие проекты окупаются в кратчайшие сроки. Конструкции для каркасов, изготовленные из высококачественной стали, имеют малую массу, их можно сравнительно легко доставить в труднодоступные районы. Причем такие дома можно возводить в условиях вечной мерзлоты, в сейсмоопасных зонах и в скалистой местности, поскольку они не требуют устройства мощного фундамента и применения тяжелой техники для монтажа. Основным инструментом для сборки таких домов являются шуруповерты.

Дома на основе легких металлических конструкций не сразу получили признание в России, так как традиции возведения жилья из кирпича, бетона и дерева очень сильны и более привычны в российском климате. Но скандинавские технологии не менее приспособлены к холодам и высоким снеговым нагрузкам и выдерживают перепады температуры от  $-65$  до  $+45$  °С. При этом они в случае применения эффективной теплоизоляции экономичны в эксплуатации — требуют минимальных затрат на обогрев и позволяют обходиться без капитального ремонта в течение 50 лет.

Шведские идеи прижились на российской почве, свидетельством чему стали растущие год от года продажи продукции Lindab. Все больше дилеров появляется у компании. Активно появляются также российские фирмы, чья деятельность связана с производством металлических конструкций для быстрого строительства.

Компания Lindab — один из мировых лидеров имеет более чем полувековой опыт строительства подобных зданий и современное компьютеризированное производство, совершенствуемое в содружестве с учеными. Поэтому разницу в качестве аналогичной продукции разных марок потребители и строители сразу же чувствуют. Профили Lindab изготавливаются строго по размеру, никакой подгонки деталей не бывает и отходов на стройплощадке не остается. Все детали тщательно пронумерованы и упакованы согласно спецификации, в результате чего нет дополнительных трудозатрат.

В каркасах зданий используется только высокопрочная шведская сталь, которая обеспечивает соответствующие прочностные характеристики домов.

Кроме того, компания Lindab предлагает своим партнерам не только компоненты, но и технологию — обучает монтажу и проектированию, оснащает специальными компьютерными программами, позволяющими ускорить процесс проектирования зданий.

Дилеров не просто учат проектировать из компонентов Lindab дома любой сложности — они получают программное обеспечение, позволяющее быстро подготовить полноценный проект, рассчитанный на определенную нагрузку и климатическую зону. Программа делает привязки элементов, компоновку профили и страхует проектировщика от ошибок. Таким образом, проект каркаса здания площадью 200–300 м<sup>2</sup> с готовыми спецификациями для производства создается за один день, экономия заказчику время и деньги. По самым скромным подсчетам такой дом обойдется на 50 USD за 1 м<sup>2</sup> дешевле, чем если бы его проектированием занималась сторонняя организация.

Программное обеспечение обновляется два раза в год. Последнее новшество — русификация программы. Это программное обеспечение ориентировано в первую очередь на строителей, проектировщиков, архитекторов, которые дважды в год могут проходить обучение у специально приезжающих в Россию шведских специалистов.

Промышленная группа Lindab лидирует по многим направлениям на рынке продуктов из тонколистовой стали и технических решений в этой области. Компания основана более 45 лет назад на юге Швеции. Свою деятельность начала с производства водостоков Rainline.

Lindab сегодня — это 125 представительств в 28 странах, производственные мощности в 18 странах, 4600 служащих, российские сертификаты соответствия на всю продукцию.

По результатам исследований ЦНИИПСК им. Мельникова дома из ЛСТК Lindab разрешено строить и эксплуатировать при максимально низких температурах до  $-65$  °С.

*По материалам компании Lindab*



## Мы создаем настоящие ценности

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

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

  
www.lindab.ru

Реклама

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, В.Е. МИЗОНОВ, д-р техн. наук, Е.А. БАРАНЦЕВА, канд. техн. наук, Ю.Г. ГРАБАРЬ, И.В. НОВИНСКИЙ, Д.Ю. ФОЛОМЕЕВ, инженеры, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

## Моделирование прогрева стеновых панелей при термической обработке

Тепловлажностная обработка стеновых панелей является весьма энергоемкой и продолжительной составляющей их производства. Поскольку панель является массивным телом, равномерного прогрева она достигнет за довольно значительное время, а неравномерность прогрева приводит к появлению термических напряжений и связанных с ними дефектов, а также к неравномерному протеканию физико-химических процессов в материале панели, что может привести к снижению ее качества. Задача осложняется и тем, что при прогреве могут значительно меняться теплофизические свойства материала. Поэтому достоверная информация о кинетике прогрева панели при ее тепловлажностной обработке (ТВО) имеет важное значение при формировании режимов технологического процесса.

В настоящей статье рассматривается математическая модель прогрева панели как плоской бесконечной пластины с переменными свойствами и переменными, но одинаковыми с обеих сторон граничными условиями третьего рода, отражающими переменность температуры (Т) обработки на разных стадиях процесса. Уравнение нелинейной теплопроводности и соответствующие краевые (для половины толщины пластины) и начальные условия для этой задачи имеют вид [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\lambda(T,t)}{c(T,t)\rho(T,t)} \frac{\partial T}{\partial x} \right); \quad (1)$$

$$\alpha(T_{in}(t) - T) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0}; \quad \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0; \quad (2)$$

$$T(x,0) = T_0(x), \quad (3)$$

где  $c$ ,  $\rho$  и  $\lambda$  – удельная теплоемкость, плотность и теплопроводность материала пластины, в общем случае зависящие не только от текущей температуры, но и от времени;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи от источника теплоты с переменной в общем случае температурой  $T_{in}(t)$  к поверхности панели;  $t$  – время.

Поскольку для этих условий аналитическое решение уравнения теплопроводности, описывающего данный процесс, вряд ли возможно даже при его линейном варианте, в основу построения модели положена ячеечная

схема. Согласно этой модели панель представляет собой совокупность  $m$  прямоугольных ячеек,  $\Delta x = L/m$  (рис. 1). Считается, что в каждой ячейке все параметры равномерно распределены по ее объему. Время также считается дискретным, т. е. тепловое состояние панели рассматривается через малые конечные промежутки времени  $\Delta t$  [2].

Тепловое состояние ячейки в некоторый момент времени может быть представлено вектором-столбцом запасов теплоты в ячейках:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_{m-1} \\ Q_m \end{bmatrix} \quad (4)$$

Спустя время  $\Delta t$  это распределение изменится. Для того чтобы его описать, рассмотрим тепловое взаимодействие в цепи, состоящей только из двух ячеек 1 и 2.

В соответствии с законом Фурье полное количество тепла, переданное путем теплопроводности от ячейки 1 к ячейке 2 за время  $\Delta t$ , равно:

$$\Delta Q = -\lambda_1 S \frac{T_2 - T_1}{\Delta x} \Delta t = -\lambda_1 S \frac{T_2}{\Delta x} \Delta t + \lambda_1 S \frac{T_1}{\Delta x} \Delta t. \quad (5)$$

Выразив температуру через запас теплоты в ячейках, получим:

$$\Delta Q = -\frac{\lambda_1}{c_2 \rho_2} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} Q_2 + \frac{\lambda_1}{c_1 \rho_1} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} Q_1. \quad (6)$$

Поскольку  $Q_1^{k+1} = Q_1^k - \Delta Q$  и  $Q_2^{k+1} = Q_2^k + \Delta Q$ , эти выражения удобно записать в матричном виде:

$$\begin{Bmatrix} Q_1^{k+1} \\ Q_2^{k+1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{\lambda_1}{c_1 \rho_1} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} & \frac{\lambda_1}{c_2 \rho_2} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} \\ \frac{\lambda_1}{c_1 \rho_1} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} & 1 - \frac{\lambda_1}{c_2 \rho_2} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} Q_1^k \\ Q_2^k \end{Bmatrix}, \quad (7)$$

который уже легко обобщить на произвольное число ячеек. Обозначим матрицу в уравнении (7) через  $P_Q$ . Это трехдиагональная матрица, все элементы которой нули, кроме элементов, лежащих на главной и примыкающих к ней диагоналям. Эти элементы вычисляются по формулам:

$$P_{Q^{j+1},j}^k = -\frac{\lambda_j^k}{c_j^k \rho_j^k} \frac{\Delta t}{\Delta x^2}; \quad (8)$$

$$P_{Q^{j-1},j}^k = \frac{\lambda_{j-1}^k}{c_j^k \rho_j^k} \frac{\Delta t}{\Delta x^2}; \quad (9)$$

$$P_{Q^{j,j}}^k = 1 - P_{Q^{j-1},j}^k - P_{Q^{j+1},j}^k, \quad (10)$$

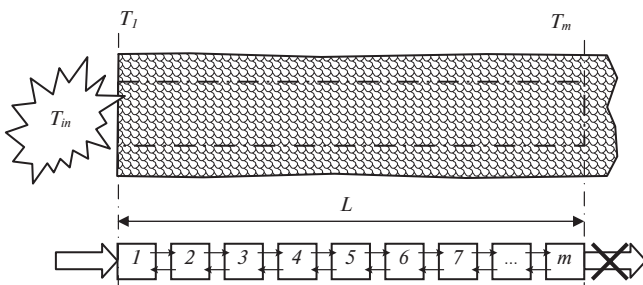


Рис. 1. Расчетная схема процесса и его ячейечная модель

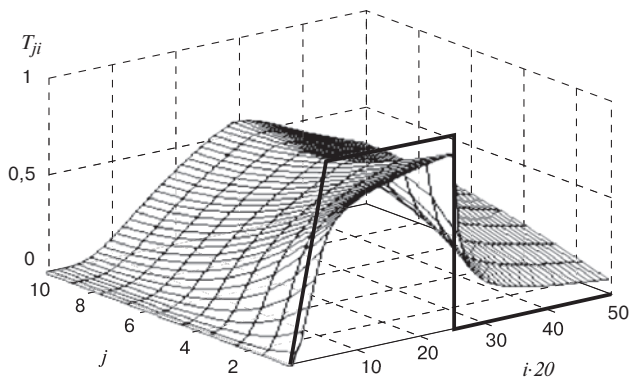


Рис. 2. Пример эволюции распределения температуры в панели при заданной программе нагрева и охлаждения

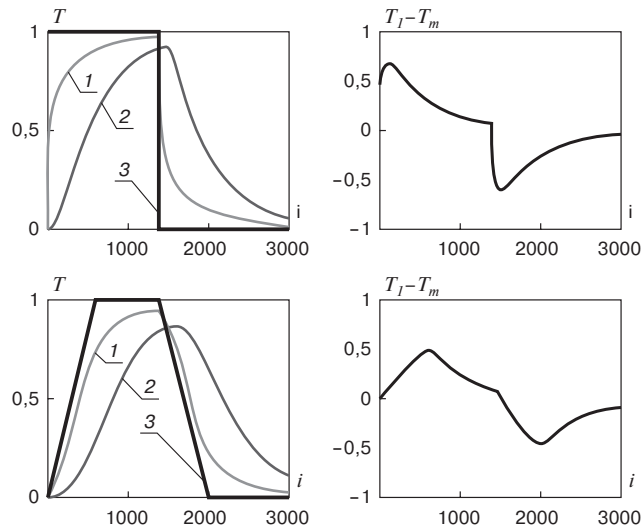


Рис. 3. Сравнение кинетики нагрева и охлаждения поверхности (1) и центральной зоны панели (2) при различных программах работы нагревателя (3)

и могут изменяться на каждом временном переходе в зависимости от того, какие допущения сделаны относительно теплофизических свойств материала.

В работе [2] было показано, что переходная матрица для температуры получается транспонированием матрицы для теплоты, т. е.  $P_T = P_Q^T$ . Тогда изменение распределения температуры по толщине панели, обусловленное теплопроводностью, может быть описано рекуррентным нелинейным матричным равенством:

$$T^{k+1} = P_T(T^k) * T^k, \quad (11)$$

где  $T$  – вектор-столбец температуры, аналогичный вектору (4).

Внешний теплообмен учитывается через функцию источника теплоты в первой ячейке, контактирующей с этим источником. Ее температура после  $k$ -го перехода составит:

$$T_1^{k+1} = T_1^k + \frac{\alpha^k}{c_1^k \rho_1^k} \frac{\Delta t}{\Delta x} (T_{in}^k - T_1^k) = T_1^k + a^k (T_{in}^k - T_1^k), \quad (12)$$

где  $a^k$  – приведенный безразмерный коэффициент теплоотдачи, в общем случае меняющийся во времени.

Описание (11), (12) вместе с правилами построения матрицы  $P_T$  (8)–(10) дает полное численное решение задачи нелинейной теплопроводности при нестационарных нелинейных граничных условиях третьего рода.

Расчетные примеры моделирования процесса ТВО показаны на рис. 2, 3. Все расчеты выполнены в услов-

ных относительных единицах. Рис. 2 иллюстрирует расчетные возможности модели и показывает изменение распределения температуры при программе нагрева и охлаждения, показанной жирной линией на графике (линейный рост температуры источника – выдержка при постоянной температуре – скачкообразный переход к охлаждению).

На рис. 3 показано сравнение прогрева периферийной и центральной зон панели (слева), а также разность между этими температурами (справа) при различных программах изменения температуры греющей среды.

Из сравнения графиков видно, что переход к плавному нагреву и охлаждению позволяет уменьшить поперечные неоднородности температуры и, очевидно, уменьшить отрицательные эффекты, вызываемые неоднородностями. Несмотря на очевидность этого факта, предложенная модель позволяет выполнять количественные оценки и отыскивать рациональные программы изменения температуры при ТВО панелей. Необходимо подчеркнуть, что на совершенно такой же алгоритмической основе может быть построена модель для описания нелинейного массопереноса, что, однако, выходит за рамки настоящей статьи.

#### Список литературы

1. Федосов С.В., Кисельников В.Н., Шертаев Т.У. Применение методов теории теплопроводности для моделирования процессов конвективной сушки. Алма-Ата: Гылым. 1992. 167 с.
2. Berthiaux H., Mizonov V. Applications of Markov Chains in Particulate Process Engineering: A Review // The Canadian Journal of Chemical Engineering. 2004. V.85. No. 6. Pp. 1143–1168.

22 Всероссийская  
выставка

**20-22**  
марта

2007  
ВОЛГОГРАД

**ВОЛГОГРАДСКИЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ФОРУМ**



Выставочный центр  
«ВолгоградЭКСПО»  
тел./факс: (8442)  
49-19-29, 26-50-59  
www.volgogradexpo.ru



Волгоградский  
Выставочный Центр  
«РЕГИОН»  
тел./факс: (8442)  
26-51-86, 24-26-02  
www.vzr.ru

Генеральный спонсор:

Генеральный информационный спонсор:






## **Требования к материалам, направляемым в группу журналов «Строительные материалы»® для опубликования**

В группе журналов «Строительные материалы»® публикуются оригинальные статьи, нигде ранее не опубликованные и не предназначенные для одновременной публикации в других изданиях.

Научные статьи рецензируются специалистами.

*Библиографические списки* цитируемой, использованной литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания. Порядковый номер в тексте заключается в квадратные скобки.

В начале статьи указывается УДК.

Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы»® для опубликования, должны оформляться в соответствии с *техническими требованиями*.

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word (рекомендуемый объем 10 страниц машинописного текста или 10 тыс. знаков, включая таблицы и рисунки; размер шрифта 14, печать через 1,5 интервала, поля 3–4 см) и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf и **не должен содержать иллюстраций**;
- **единицы физических величин должны быть приведены в Международной системе единиц (СИ)**;
- **для названий химических соединений необходимо придерживаться терминологии, рекомендуемой ИЮПАК**;
- графический материал (*графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т.п.*) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw (версии не выше v.12), Adobe Illustrator (версии не выше CS2) и

сохранен в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps соответственно.

**Сканирование графического материала и импортирование 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 (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

*Весь материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:*

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института) с указанием, является ли работа диссертационной;
- распечаткой, лично подписанной авторами;
- рефератом на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени и ученого звания (звания в негосударственных академиях наук не указывать), должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов.
- иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте группы журналов [www.rifsm.ru/avtoram.php](http://www.rifsm.ru/avtoram.php).

## **Как оформить подписку на журнал «Строительные материалы»®**

### **На почте:**

**Индексы 70886, 87723 – по объединенному каталогу «Пресса России»  
79809, 36108, 20461, 36109 – по каталогу агентства «Роспечать»  
61970 – по каталогу «Издания органов научно-технической информации»**

### **В редакции:**

**Заявки на подписку принимаются по факсу (495) 124-32-96, 124-09-00 или по электронной почте [mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru)**

### **Через Интернет:**

**На сайте журнала «Строительные материалы»® [www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru) разделе «Подписка» ([www.rifsm.ru/podpiska.php](http://www.rifsm.ru/podpiska.php))**

### **Альтернативная подписка:**

<b>«Агентство Артос-Гал»</b>	<b>(495) 160 58 47 504 13 45</b>	<b>«Экс-Пресс»</b>	<b>(495) 234 23 80</b>
<b>«Вся пресса»</b>	<b>(495) 787 34 47</b>	<b>«Урал-Пресс»</b>	<b>(495) 257 86 36 (343) 375 80 71</b>
<b>«Информ Наука»</b>	<b>(495) 787 38 73</b>	<b>«Агентство «Коммерсант-Курьер»</b>	<b>(495) 614 25 05 (843) 291 09 82</b>
<b>«Интер-почта»</b>	<b>(495) 500 00 60</b>	<b>РУП «Белпочта», Минск, Беларусь</b>	<b>(375-17) 227 20 31</b>
<b>«Красносельское агентство «Союзпечать»</b>	<b>(495) 707 12 88 707 16 58</b>		