

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ<sup>®</sup> №4

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

АПРЕЛЬ 2011 г. (676)

## RAUF<sup>®</sup> ТЕХНОЛОГИЯ ПОБЕДЫ

- **Выгодно строить**  
теплая стена, быстрая кладка, экономия раствора
- **Выгодно владеть**  
долговечность, ликвидность,  
экономия на отоплении и ремонте
- **Комфортно жить**  
экологичность, естественное кондиционирование,  
звукоизоляция

# №1



Крупноформатный поризованный кирпич

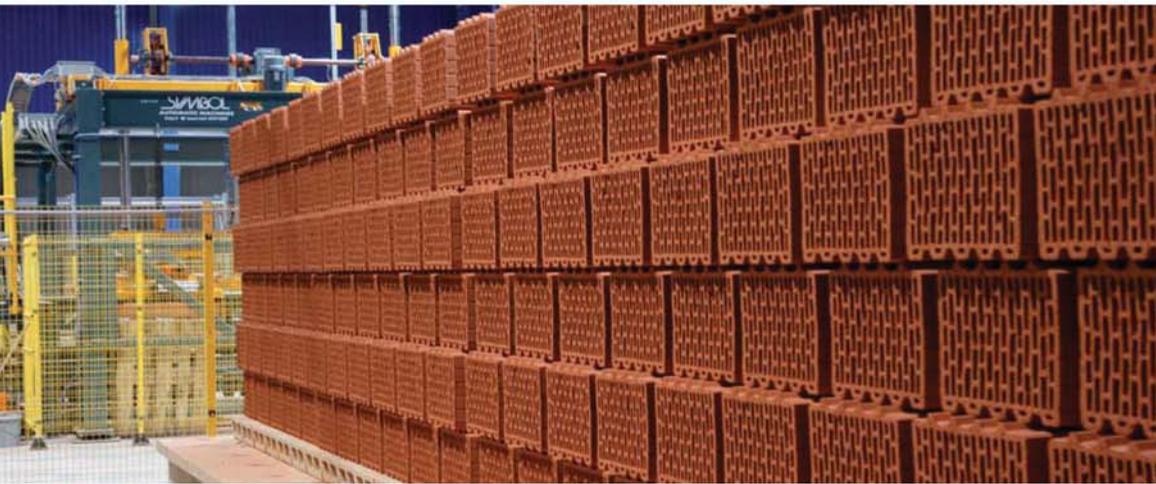
[www.rauf.ru](http://www.rauf.ru)

ПОБЕДА АСП  
КИРПИЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

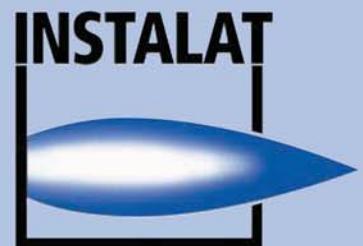


# TECTON

## Инновационные технологии для керамической промышленности



Транспортировочное  
оборудование на заказ  
[www.symbol-united.it](http://www.symbol-united.it)



Высокотехнологичные  
печи  
[www.instalat.nl](http://www.instalat.nl)



Сушильные установки  
с использованием  
нашей технологии  
[www.ceramdry.de](http://www.ceramdry.de)

Реклама

«Компания TECTON создает «под ключ» керамические заводы любой специализации согласно высочайшим стандартам качества»

Tecton GmbH – это объединение узкоспециализированных компаний, которые идеально дополняют друг друга при создании наилучших производств для выпуска:

- Кирпича всех видов
- Глазурованных керамических труб
- Огнеупорных изделий
- Кровельной черепицы
- Сантехнической керамики

**TECTON GmbH**  
Keramikanlagen  
Allgäuer Straße 20  
D-86381 Krumbach  
Germany  
Tel.: +49 (0)8282-88199-0  
Fax: +49 (0)8282-88199-89  
[info@tecton-germany.de](mailto:info@tecton-germany.de)  
[www.tecton-germany.de](http://www.tecton-germany.de)

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

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

**Главный редактор**  
ЮМАШЕВА Е.И.

**Редакционный совет:**  
РЕСИН В.И.

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

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

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

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

Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламы и объявлений

**Адрес редакции:**

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

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

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

К проведению IX Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС-2011 .....	4
Норский керамический завод – всегда среди лидеров! .....	5

### Технология и оборудование

Н.Г. ГУРОВ

<b>Заводы керамических стеновых материалов III поколения как современная база жилищного строительства в Российской провинции .....</b>	<b>6</b>
--	----------

Обосновано, что для дальнейшего развития керамической промышленности в регионах целесообразно строить заводы лицевого кирпича методом полусухого прессования мощностью около 25 млн шт. усл. кирпича в год. Представлен проект завода III поколения, который может быть реализован как с кольцевой, так и с туннельной печью. Со временем ассортимент выпускаемой продукции можно расширять за счет выпуска ячеисто-керамических блоков, обеспечивающих высокую теплозащиту ограждающих стен. Приведены основные технико-экономические показатели завода, технологическая схема и план.

А.И. КАЗАКОВ, Г.И. СТОРОЖЕНКО

<b>Оборудование для смешивания и гранулирования сыпучих материалов в производстве стеновой керамики .....</b>	<b>9</b>
---	----------

Представлены смесители и грануляторы различной конструкции для широкого спектра производств, связанных с переработкой порошков (сыпучих продуктов). Описаны технологические возможности оборудования и характеристики получаемых гранулированных продуктов. Показана эффективность использования оборудования в производстве керамических материалов, в частности для получения керамической тонкостенной черепицы полусухого прессования.

М. БРАЙТЕНМОЗЕР

<b>Индивидуальные решения от компании ФРЕЙМАТИК .....</b>	<b>12</b>
---	-----------

В.В. ЮРЧЕНКО

<b>Автоматизация упаковки керамического кирпича .....</b>	<b>14</b>
---	-----------

Приведены аналитические данные по развитию производства керамического кирпича в России с 2007 г. и дан прогноз до 2012 г. Описаны современные требования к упаковке керамического кирпича, показаны основные возможности компании «Спекта» по автоматизации упаковочных линий на заводах.

А.А. ГУЛАКОВ, И.Х. ТУХВАТУЛИН

<b>Производство бандажей для строительной индустрии .....</b>	<b>23</b>
---	-----------

Представлена работа Кушвинского завода прокатных валков по производству бандажей. Показаны отличия в изготовлении бандажей различными способами.

С.М. УСОВ

<b>Основные параметры энергосберегающей установки для сушки глины .....</b>	<b>25</b>
---	-----------

Приведены результаты расчета основных процессов, происходящих в установке, конструктивные параметры, тепловые режимы, значения энергетических потоков установки для линии производительностью 30 млн шт. кирпича пустотелого гонд, намечены перспективы максимального использования ее возможностей. Показано, что применение такой установки позволяет в несколько раз уменьшить затраты тепловой энергии на сушку глины.

В.Я. ТОЛКАЧЕВ

<b>Методы оценки технического и технологического состояния машин и механизмов керамического производства .....</b>	<b>28</b>
--	-----------

Приведены основные принципы реализации адсорбционно-термометрических методов в реальном технологическом процессе экструзии путем анализа системы глина – вода – машина. Теоретические выводы подтверждены при отработке технологического процесса производства керамического кирпича на экструзионной машине (экструдере 069/55) фирмы «Verdes», Испания.

С.А. ТОКАРЕВА, В.П. ПЕТРОВ

**Сушка сырцовых гранул при производстве особо легкого керамзита ..... 31**

Обосновано, что разрушение гранул и образование мелочи керамзита дестабилизирует процесс обжига и в итоге приводит к повышению плотности заполнителя. В свою очередь на прочность сырцовых гранул оказывает ряд факторов. Рассмотрены процессы внешнего и внутреннего тепло- и массопереноса, показаны причины возникновения усадочных напряжений и деформации при сушке. Выявлено влияние состава керамической пасты на параметры сушки сырцовых гранул и высушенных образцов. В результате обработки экспериментальных данных установлены математические зависимости, учитывающие влияние различных факторов на сушильные свойства гранул и позволяющие выполнять расчеты режимов сушки. Показано, что основное влияние оказывает дисперсность и количество вводимой глины.

## Сырьевая база отрасли

В.А. ИЛЬИЧЕВ, Н.И. КАРПЕНКО, В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ

**О развитии производства строительных материалов на основе вторичных продуктов промышленности..... 36**

Показано, что накопление и складирование техногенных отходов негативно сказывается на качестве жизни населения России. В тоже время техногенные отходы являются ценными вторичными продуктами промышленности и могут успешно использоваться в производстве различных строительных материалов. Рассмотрены возможные направления утилизации таких отходов как шлаки и шламы черной и цветной металлургии, золы ТЭЦ и ГРЭС. Обоснована целесообразность и экономическая эффективность применения различных шлаков в производстве цемента, бесклинкерных и малоклинкерных вяжущих и ВНВ, а также безобжиговых пористых заполнителей и бетонов. Показано, что за рубежом ВПП используются все активнее, в то время как в России в последние годы наблюдается тенденция производства материалов только из природного сырья. Представлены предложения для включения в Стратегию развития промышленности строительных материалов на период до 2020 г.

А.Ю. СТОЛБОВУШКИН, Г.И. СТОРОЖЕНКО

**Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов ..... 47**

Обоснована необходимость использования отходов углеобогащения, как в качестве основного сырья, так и в качестве источника энергии для производства изделий стеновой керамики в угледобывающих регионах России. Разработана инновационная технологическая схема производства керамического кирпича на основе отходов углеобогащения. Приведены результаты исследований эксплуатационных свойств керамических стеновых материалов на основе отходов обогащения. Показано, что изделия отвечают нормативным требованиям, а по некоторым показателям превосходят их.

Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, В.В. КУЗЬМИН

**Особенности влияния вида карбонатных включений на дутикообразование ..... 47**

Приведены результаты расчетно-графического анализа изменения массы, объемов и пористости различных видов карбонатов в процессе диссоциации при обжиге и последующей гидратации продуктов обжига. Определено влияние величины огневой усадки керамических изделий на значение резерва пористости в гидратированном дутике. Обосновано критическое значение огневой усадки, при которой возрастает вероятность разрушения керамических изделий от гидратации продуктов диссоциации карбонатных включений. Выявлены основные причины, определяющие интенсивность вредного воздействия карбонатных включений на качество керамических изделий.

**Инновационные технологии для кирпичных заводов средней и малой мощности ..... 50**

В.И. РЕЗНИК

**Возможности получения кирпича облицовочного и клинкерного светлых тонов на базе глин ПГ «Кислотоупор»..... 54**

Представлена краткая характеристика сырья, беложгущихся тугоплавких глин месторождений Курдюмовское и Центральное (Украина), а также опыт производства кирпича лицевого и клинкерного светлых тонов на основе глин ПГ «Кислотоупор».

А.П. ЗУБЕХИН, И.Г. ДОВЖЕНКО

**Повышение качества керамического кирпича с применением основных сталеплавильных шлаков ..... 57**

Рассматриваются основные закономерности изменения свойств керамических образцов, полученных из составов с различным содержанием сталеплавильных шлаков; проводится их сравнение с образцами базовых составов, применяемыми на заводах. Приводится состав керамической массы, позволяющий повысить качество выпускаемого керамического кирпича.

## Результаты научных исследований

А.М. САЛАХОВ, Г.Р. ФАСЕЕВА, Б.И. ГИЗАТУЛЛИН, Н.М. ЛЯДОВ, Н.В. БАЛТАКОВА

**Клинкерная керамика: от лаборатории к промышленному производству ..... 60**

С целью производства клинкерной керамики на действующем кирпичном заводе поставлена задача подбора состава масс и режимов тепловой обработки на основании данных о связи микроструктуры материала и его свойств. Изучена структурная неоднородность керамических материалов. Определен размер и форма пор, обеспечивающие высокие прочностные характеристики керамики. Показано влияние режимов обжига на структуру керамики.

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, Н.В. ПИГЛОВСКИЙ, Р.Ф. ГАЛИАХМЕТОВ, Е.В. РОМАНЮК

**Интерполяционные модели для расчета эффективности пылеулавливания в производстве строительных материалов ..... 63**

Рассмотрены особенности, преимущества и сфера применения расчетных интерполяционных моделей для оценки общей и фракционной эффективности пылеулавливания зернистыми фильтровальными слоями в производстве строительных материалов. Показано, что активная идентификация исследуемого динамического объекта предполагает не только проведение отсеивающих экспериментов для выявления основных факторов, влияющих на функцию отклика, но и априорное ранжирование, учитывающее мнение специалистов о степени влияния этих факторов. Установлена целесообразность интерпретации результатов безразмерными гидродинамическими комплексами – числами Рейнольдса, гомохронности Стокса, Кнудсена, Пекле и т. д. Показаны достоинства и недостатки экспериментально-статистических методов при получении расчетных интерполяционных моделей и целесообразность определения оптимальной гидродинамической области фильтрации пылегазовых потоков.

**Отрасль в современных условиях**

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, Я.И. ШЛЕГЕЛЬ

**Классификация изделий керамических облицовочных ..... 66**

Представлены к обсуждению ТУ 7484–2011 «Изделия керамические облицовочные», которые предлагается рассматривать как прототип соответствующего ГОСТа. Обоснованы принципы классификации облицовочных изделий, требования к прочности и морозостойкости. Приведена таблица унифицированных форм и фасонов облицовочных керамических изделий. Описаны технические приемы и оборудование для изготовления фигурных керамических изделий сложных форм.

Ю.В. ТЕРЕХИНА, В.Д. КОТЛЯР

**Управление качеством при организации производства керамического кирпича полусухого прессования ..... 74**

Дано обоснование необходимости разработки комплексной системы по управлению качеством при производстве керамического кирпича полусухого прессования. Предложен вариант алгоритма по организации производства с учетом положений ГОСТ Р ИСО 9001–2008 и стандартов серии ИСО 14000 по основам управления качеством.

**Материалы и конструкции**

В.А. КЛЕВАКИН

**Применение керамического крупноформатного камня для заполнения ограждений в монолитном и каркасном многоэтажном домостроении ..... 76**

Представлена новая продукция Ревдинского кирпичного завода – керамические блоки различного формата. Приведены технико-экономические показатели блоков. Показано, что несмотря на относительно высокую стоимость единицы продукции, цена 1 м<sup>3</sup> изделий, а также стоимость 1 м<sup>2</sup> стены вполне конкурентоспособна по сравнению с другими видами стеновых материалов. Описан новый инновационный продукт предприятия – большеформатный керамический блок с заполнением пустот минеральной ватой. Промышленный выпуск нового изделия планируется до конца 2011 г.

В.А. ЕЗЕРСКИЙ

**Клинкер. Технология и свойства ..... 80**

Дано определение клинкера. Обоснованы и сформулированы основные требования к сырьевым материалам для изготовления клинкерных изделий. Приведены физико-технические свойства клинкерных керамических изделий, показано, как они влияют на эксплуатационные качества и долговечность.

С.С. ОРДАНЬЯН, И.Б. ПАНТЕЛЕЕВ, Н.А. АНДРЕЕВА

**Кирпич старинный и современный: что лучше? ..... 82**

Представлены результаты сравнительных исследований образцов старинных кирпичей, извлеченных из различных кладок, эксплуатируемых более 100 лет, и образцов серийного кирпича, выпускаемого на одном из предприятий Санкт-Петербурга. Отмечено, что по прочности старинные кирпичи не уступают, а в некоторых случаях превосходят современные образцы, однако в основном обладают относительно низкой морозостойкостью, что объясняется различием технологии формования сырца и режимов обжига.

**КНАУФ-Акустика. Новое решение в области звукоизоляции помещений ..... 90**

Представлена новая серия материалов для применения в качестве звукопоглощающей облицовки стен в зданиях, а также в конструкциях подвесных потолков для улучшения акустических характеристик помещений под названием КНАУФ-Акустика на основе гипсокартонных листов. Приведены основные акустические характеристики плит в различных конструктивных вариантах и их основные достоинства.

**Юбилеры отрасли**

**Ярославскому заводу силикатного кирпича 80 лет ..... 92**

**Информация**

**Завод стеновых материалов ПОРЕВИТ. Экологично, технологично, надежно ..... 94**

**Производители силикатного кирпича объединились ..... 96**

**Новости ..... 98**

## **«Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС–2011»**

Реальные итоги 2010 г. показали, что оптимистичные заявления о начале выхода из кризиса строительного комплекса преувеличены и весьма серьезно. Аналитики сходятся во мнении, что реальный рост объемов производства в строительстве составил около 2%, что в лучшем случае можно считать предпосылкой к выходу из кризиса. Для промышленности строительных материалов, как самой зависимой отрасли строительного комплекса, 2011 г. может оказаться даже более тяжелым, чем 2009–2010 гг.

В этой ситуации как никогда возрастает значимость экономической эффективности производства строительных материалов и технологий строительства.

За последние 5–7 лет практически на всех крупных предприятиях промышленности стеновых керамических материалов прошло техническое перевооружение и реконструкция производства, построены новые заводы. Они расположены в основном вблизи крупных городов, потребляющих огромное количество высококачественной, разнообразной, но относительно дорогой продукции.

На повестке дня реконструкция (строительство) предприятий средней и малой мощности, которые составляют основу материальной базы строительства в регионах. Во многих регионах нет качественного глинистого сырья, они не могут потребить большое количество однотипной продукции, материальные возможности, как частных застройщиков, так и инвесторов существенно скромнее, трудоустройство населения является важнейшей социальной задачей региональных администраций. Поэтому производства в регионах должны быть гибкими, в меру автоматизированными, использовать местное природное и техногенное сырье, быстро реагировать на потребности рынка.

Однако все технические и технологические вопросы отрасли будут иметь значение только в том случае, если будет достигнута победа в битве за приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, которая развернулась при разработке свода Правил «Тепловая защита зданий». Ведь борьба за энергоэффективность и энергосбережение это не только надежда на большую экономию ресурсов и их эффективное использование, но и колоссаль-

ные расходы на достижение этих благих целей. Вопросы энергосбережения в строительстве напрямую затрагивают интересы производителей строительных материалов, так как от обоснованности установленных теплотехнических норм зависит объем применения тех или иных материалов, сложность конструкций зданий и сооружений, трудоемкость их возведения и долговечность. Поэтому можно с уверенностью сказать, что увеличение приведенного термического сопротивления ограждающих конструкций хотя бы на одну единицу обусловит развитие подотрасли так называемых эффективных утеплителей, которая фактически принадлежит зарубежным компаниям, и существенное снижение спроса на продукцию отечественных производителей штучных стеновых материалов.

В условиях выхода из кризиса необходимость объединения информационного пространства отрасли как никогда актуальна. Руководителям предприятий и специалистам необходимо общаться, обмениваться информацией, обсуждать насущные проблемы.

Проект КЕРАМТЭКС, инициированный в 2002 г. научно-техническим и производственным журналом «Строительные материалы»®, за годы своего существования стал признанным и авторитетным неформальным объединением профессионалов.

В 2011 г. по приглашению генерального директора ЗАО «Норский керамический завод» Ю.И. Марченко IX Международная научно-практическая конференция КЕРАМТЭКС–2011 состоится в одном из красивейших старинных русских городов Ярославле, который весной отметил свое тысячелетие. Она проводится при поддержке Правительства Ярославской области. Участники конференции посетят Норский керамический завод, который в середине 1970-х годов стал своеобразным символом возрождения кирпичной промышленности страны на новом техническом уровне.

**Премьерой проекта КЕРАМТЭКС станет I Специализированная тематическая выставка «Перспективные технологии в керамике», которая состоится 2–3 июня 2011 г. в ВК «Старый город».**

**К проведению IX Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС-2011» приурочен тематический номер журнала «Строительные материалы» №4–2011 г., который редакция предлагает вниманию читателей.**

**Организаторы конференции желают всем ее участникам плодотворной работы и успехов.**

*Генеральный директор  
ЗАО «Норский керамический  
завод» Ю.И. Марченко*

*Управляющий кирпичного объединения  
«Победа ЛСР»  
С.А. Бегоулев*

*Главный редактор журнала  
«Строительные материалы»®  
Е.И. Юмашева*





# Всегда — среди лидеров!

Началась история Норского керамического завода в 1971 г., когда было принято решение о строительстве самого современного по тем временам полностью автоматизированного завода, оснащенного импортным оборудованием. Проект завода был разработан институтом «Союзгипростром» совместно с итальянской фирмой «Морандо-Импиианти», которая выступила генеральным поставщиком оборудования. Всего в строительстве и комплектации Норского керамического завода приняло участие более 40 фирм из 11 стран мира. Началось строительство в январе 1973 г., а уже 1 июля 1977 г. государственная комиссия подписала акт приемки Норского завода керамических стеновых материалов в эксплуатацию.

С тех пор завод является одним из флагманов отечественной керамической промышленности, постоянно совершенствует технологию, расширяет ассортимент продукции, повышает ее качество. В советское время кирпич Норского керамического завода впервые в промышленности строительных материалов был отмечен «знаком качества СССР». Предприятие не утратило своих позиций и в настоящее время. Вся продукция, выпускаемая заводом, сертифицирована в системе ГОСТ-Р Госстандарта России. В январе 2002 г. предприятие получило международный сертификат качества по системе ISO 9001, в 2007 г. сертификат был в очередной раз подтвержден.



Генеральный директор Ю.И. Марченко



ЗАО «Норский керамический завод» – один из ведущих заводов России по производству керамических стеновых материалов, удовлетворяющих всем современным техническим и эстетическим требованиям. Ежегодно заводом выпускается более 90 млн шт. усл. кирпича.

В составе завода действуют четыре самостоятельные технологические линии, отличающиеся технологическими схемами производства и выпускающие широкий ассортимент востребованной рынком продукции.

Для улучшения качества и увеличения объемов выпуска продукции заводом ежегодно инвестируются значительные средства в реконструкцию и модернизацию производства, во внедрение нового программного обеспечения. За последние годы приобретены резательные автоматы, вальцы супертонкого помола сырья, новые прессы, автомат по упаковке и сортировке готовой продукции и др. В январе 2011 г. полностью реконструирована одна из технологических линий.

На Норском керамическом заводе уделяется большое внимание не только качеству продукции, но и снижению ее себестоимости. Например, в 2007 г. введена в строй мини-ТЭЦ, которая практически полностью обеспечивает потребность в энергоресурсах как самого завода, так и всей социальной сферы близлежащего поселка по очень низким тарифам.

Предприятие предлагает потребителю от фундаментного до лицевого кирпича, а также изделия с повышенными теплотехническими свойствами.

Большой популярностью пользуется кирпич лицевой цвета «Слоновая кость», пустотелый кирпич М250 («трехдырка»), камень керамический пористый. Эти виды продукции – своеобразная торговая марка завода, и они по достоинству оценены строителями многих регионов России и ближнего зарубежья. География поставок норского кирпича впечатляет: Москва и Подмосковье, Санкт-Петербург, Карелия, Архангельск, Вологда, Екатеринбург, Омск...



Мы ценим своих партнеров и всегда готовы к взаимовыгодному сотрудничеству.

Мы всегда открыты для профессионального общения и обмена опытом и рады приветствовать коллег – участников IX Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК-2011»

**1 июня 2011 г. на Норском керамическом заводе!**



Н.Г. ГУРОВ, канд. техн. наук, генеральный директор  
ЗАО «ЮжНИИСтром» (Ростов-на-Дону)

## Заводы керамических стеновых материалов III поколения как современная база жилищного строительства в Российской провинции

В настоящее время во главу государственной социальной политики поставлено обеспечение граждан России жильем. К жилью всех категорий предъявляются высокие требования безопасности, надежности и долговечности. В связи с этим повышается востребованность качественных строительных материалов, обеспечивающих надежность строительных конструкций, их высокую тепловую защиту.

Производители керамических стеновых материалов как никто должны осознать свою роль в созидании добротного, качественного, комфортного, долговечного, экологически чистого, энергосберегающего и пожаробезопасного жилья, срок службы которого составит более 100 лет.

Не вызывает сомнения, что керамические стеновые материалы вне конкуренции по таким показателям как экологичность, прочность, долговечность, эстетичность. Крупные современные заводы, построенные или полностью реконструированные (что суть одно и то же) в последние годы, выпускают именно такую продукцию, отвечающую всем современным техническим и эстетическим требованиям. Однако большинство производителей керамических стеновых материалов, в основном это кирпичные заводы небольшой мощности, по качеству и ассортименту продукции не отвечают требованиям рынка строительства жилья.

Положения СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» определили новые требования к техническим свойствам ограждающих конструкций, что обусловило резкое снижение объемов применения в конструкциях стен традиционной продукции кирпичных заводов.

Исходя из требований теплозащиты ограждающих конструкций, стены зданий должны быть многослойными. Задача производителей керамических стеновых материалов в партнерстве с отраслевой наукой добиться того, чтобы даже многослойная стена была керамической.

Например, двухслойной: первый, внешний защитный слой обложки здания из керамического лицевого кирпича заданного цвета и фактуры; второй, внутренний теплоизолирующий слой из керамических крупноформатных пустотно-поризованных блоков, либо из газокерамических камней (ячеистой керамики).

Ячеисто-керамические блоки можно выпускать размерами согласно ГОСТ 530–2007 от 4,5 до 14,5НФ плотностью 1000–650 кг/м<sup>3</sup> и прочностью М75–50. В случае развертывания промышленного выпуска этой продукции, они могут стать серьезными конкурентами во всем спектре теплоизоляционных материалов для жилищного строительства и других сфер применения.

Как уже было отмечено, новые высокопроизводительные заводы, выпуская широкий ассортимент керамической продукции, могут поставлять строителям не отдельные изделия, а стеновые комплекты, что весьма актуально в условиях требований к теплозащите зданий.

Несмотря на эффективность этих заводов и востребованность их продукции, дальнейшее их строительство на территории России, особенно в Сибири будет сдерживаться следующими факторами:

- отсутствием запасов высококачественного сырья для технологии пластического формования;
- высоким уровнем инвестиций ~ 22–25 млн р./ 1 млн шт. усл. кирпича мощности;
- длительным сроком окупаемости проекта ~ 8,5–10 лет;
- постоянной зависимостью от поставок инофирмами расходных материалов, запасных частей, комплектующих механизмов и др.

Такие заводы многим регионам просто не по карману. Что же делать? Как развивать повсеместно в стране кирпичное строительство в современных условиях?

Как вариант решения задачи развития керамической промышленности во всех регионах ЗАО «ЮжНИИСтром» (Ростов-на-Дону) и ООО «Баскей» (Новосибирск) предлагают концепцию создания новых мощностей и модернизации существующих заводов полусухого прессования с целью организации производства керамических стеновых материалов в такой номенклатуре, чтобы обеспечивать возведение полностью керамических ограждающих стеновых конструкций.

Предполагается, что реализация программы будет поэтапной:

**I этап** – строительство базовых мощностей по производству лицевого керамического кирпича, в том числе объемного окрашивания, мощностью 25 млн шт. кирпича в год и модернизация существующих заводов полусухого прессования.

**II этап** – строительство специализированных производств по выпуску ячеистой керамики мощностью 45–50 млн шт. усл. кирпича либо переориентация части мощностей на новых заводах полусухого прессования на выпуск ячеистой керамики.

Разработка проекта нового завода полусухого прессования практически завершена. Научные исследования по разработке наиболее оптимальной технологии производства ячеистой керамики и подбору аппаратного обеспечения ведутся в ЗАО «ЮжНИИСтром» под руководством канд. техн. наук Л.В. Котляровой без внешнего финансирования. Но уже в течение года могут быть доведены до стадии проектирования реального завода по производству ячеистой керамики.

Мы считаем, что споры о малоперспективности и даже «тупиковости» технологии производства кирпича полусухого прессования должны остаться в прошлом.

Малопривлекательный внешний вид, низкая прочность при изгибе и морозостойкость, высокая теплопроводность – все это «детские болезни», которые не будут присущи продукции завода керамического лицевого кирпича полусухого формования III поколения, проект которого разработан совместно ЗАО «ЮжНИИСтром» и ООО «Баскей».

**Расчетные технико-экономические показатели завода полусухого прессования III поколения  
по производству лицевого кирпича**

Наименование статей затрат	Ед. изм.	1 вариант.		2 вариант.	
		С автоматическим пакетированием кирпича-сырца		С ручной укладкой пакетов кирпича-сырца	
		туннельная печь	кольцевая печь	туннельная печь	кольцевая печь
Годовой выпуск продукции: – в натуральном выражении – в оптовых ценах	млн шт. млн р.	25 205	25 205	25 205	25 205
Сметная стоимость строительства	млн р.	334	291	322	279
Срок строительства	лет	1,5	1,5	1,5	1,5
Стоимость 1000 шт. кирпича	р.	8200	8200	8200	8200
Количество персонала, из них: – АУП – производственный персонал	чел.	67 19 48	74 19 55	84 19 65	92 19 73
Срок окупаемости с начала выпуска продукции	лет	5,4	4,9	5,3	4,7
Удельные капитальные вложения: – на 1000 шт. кирпича – на 1000 р. товарной продукции	р. тыс. р.	13,36 1,63	11,64 1,42	12,88 1,57	11,16 1,36
Выработка на одного работающего в год: – в натуральном выражении – в денежном выражении	тыс. шт. тыс. р.	373 3060	338 2770	298 2440,5	272 2228

К заводам I поколения мы условно относим технологию, когда чистые суглинки после подсушки дезинтегрировались в формовочный порошок и после сит поступали в пресс.

К заводам II поколения можно отнести технологии, когда шихта создавалась и перерабатывалась по пластическому способу в гранулы. Далее гранулы сушили и размалывали в стержневом смесителе в формовочный порошок, который после рассева поступал в пресс.

Предлагаемая технологическая схема завода лицевого кирпича III поколения отличается тем, что многокомпонентная шихта сушится и измельчается, а затем из порошка формируются гранулы.

Предполагаемые к использованию в качестве глинистого сырья компоненты (1–3 вида) шихты в определенном соотношении подаются на камневыведительные вальцы, после которых шихта укладывается в шихтозапасник емкостью 1200–1400 т.

После вылеживания (гомогенизации) шихта из шихтозапасника многоковшовым экскаватором подается через ящичный питатель на измельчительно-сушильную установку (ИСУ), в которой происходит сушка, помол и последующее накопление в бункерах по фракциям тонкодисперсного порошка. Тонина помола регулируется в зависимости от требуемых свойств будущих гранул и конечного продукта.

Из осадительных бункеров ИСУ порошок перекачивается в накопительные бункеры и далее дозировано подается в турболопастные смесители. В смесителях-грануляторах происходит формирование гранул заданного размера, при необходимости увлажнение, пластифицирование, ввод в состав гранул дополнительных компонентов. Все это позволяет реально управлять будущим качеством и свойствами конечного продукта. По пути транспортирования до расходных бункеров, установленных над каждым из формовочных прессов, сформированные гранулы подвяливаются, омываются горячим воздухом.

Из расходных бункеров гранулы, через мешалки-распределители поступают в формы прессы, где происходит формование прессованием кирпича-сырца. После выталкивания кирпича-сырца из пресс-формы, он поступает на конвейер-накопитель и далее робот пакети-

ровщик на площадочном конвейере формирует пакеты для садки в печь.

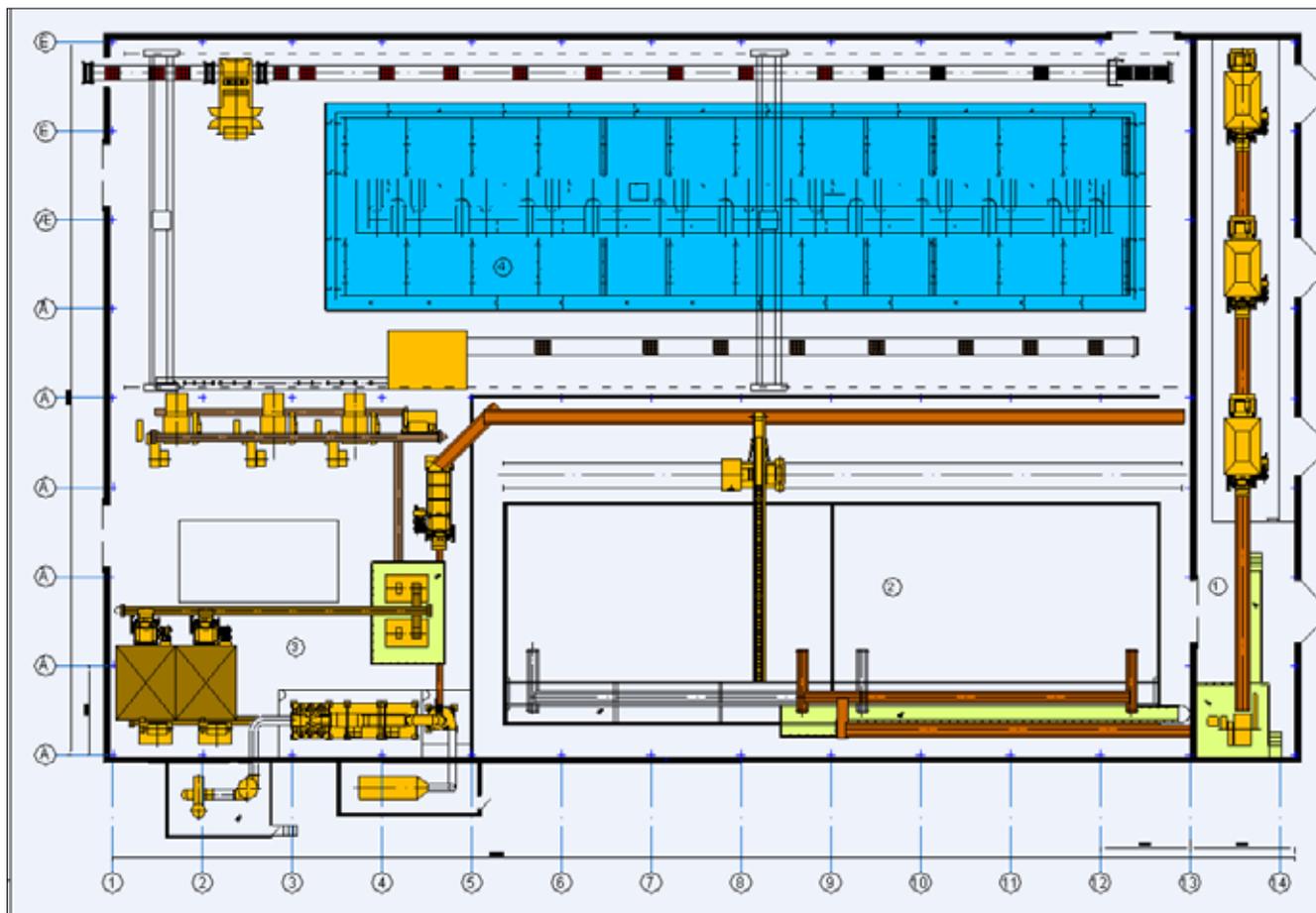
В случае применения в проекте кольцевой печи со съемным сводом предусмотрен импульсный прогрев пакетов с кирпичом-сырцом установкой СВЧ и мягкая досушка сырца в печи за счет увеличения строительных объемов обжигового канала.

В случае проекта с туннельной печью, робот-пакетировщик формирует пакеты с кирпичом-сырцом на обжиговых вагонетках, а подсушка пакетов ведется в предпечи-накопителе.

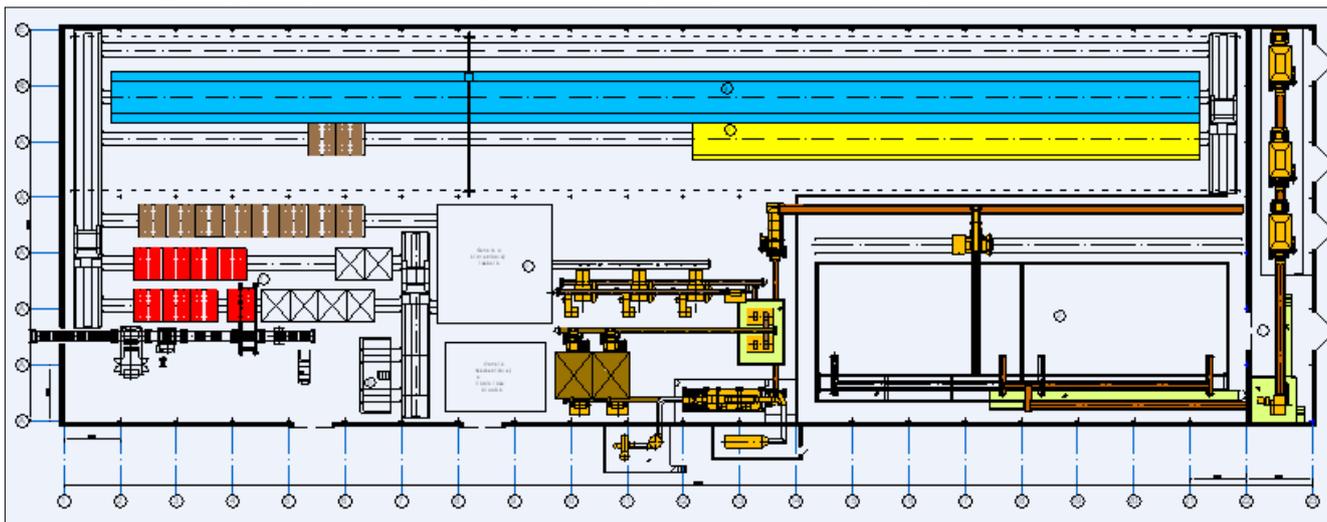
В таблице представлены ориентировочные данные технико-экономических показателей завода лицевого кирпича III поколения.

**Достоинства и преимущества предлагаемой технологической схемы завода лицевого кирпича полусухого прессования III поколения**

1. Предложенная технологическая схема позволяет заметно расширить сырьевую базу и вовлечь в хозяйственный оборот малопригодные для производства строительной керамики по другим схемам глинистые супеси и суглинки, в том числе закарбонатенные.
2. Завод лицевого кирпича полусухого прессования III поколения позволяет устойчиво производить качественный лицевой кирпич, в том числе объемного окрашивания, ни в чем не уступающий лучшим образцам лицевого кирпича пластического формования.
3. Для строительства завода полусухого прессования III поколения требуется вдвое меньше инвестиций, чем на создание аналогичных мощностей пластического формования.
4. Срок окупаемости такого завода также вдвое меньше.
5. Каждый завод создает около 80 рабочих мест, а применение продукции завода потребует создания примерно еще такого же количества новых рабочих мест в сфере строительства, что чрезвычайно актуально для многих регионов России.
6. На построенном заводе можно расширить ассортимент продукции за счет выпуска ячеистой керамики без больших дополнительных капитальных вложений. Мы не без основания считаем предложенный проект завода лицевого кирпича полусухого прессования



Компоновка завода полусухого прессования с кольцевой печью (вверху) и с туннельной печью (внизу)



III поколения вполне реализуемым вариантом государственно-частного партнерства по обустройству России добротнo и с умом.

Во все времена для молодой семьи – ячейки общества и будущего страны – было и остается самым важным приобрести или обрести экологичное, безопасное и долговечное жилье. Тогда семья сохраняется, в ней появляются здоровые дети. Тогда можно говорить о возрождении страны, росте народонаселения, ВВП и других показателях, составляющих основу жизни страны.

**Ключевые слова:** кирпич полусухого прессования, ячеистая керамика, измельчительно-сушильная установка, смеситель-гранулятор, импульсный прогрев.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
 ЗАО «ЮЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

**ЮжНИИСтром**

344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена 105/1  
 Тел.: (863)2-800-767, факс: (863)2-32-35-05  
 www.proektnii.narod.ru E-mail: proektnii@mail.ru

А.И. КАЗАКОВ, директор ООО «ДзержинскТЕХНОМАШ», (г. Дзержинск Нижегородской обл.),  
Г.И. СТОРОЖЕНКО, д-р техн. наук, директор ООО «Баскей» (Новосибирск)

## Оборудование для смешивания и гранулирования сыпучих материалов в производстве стеновой керамики

Повышение эффективности производства керамических стеновых материалов требует разработки и внедрения новых технологических процессов и оборудования, обеспечивающих получение высоких технико-экономических показателей керамического кирпича в условиях постепенного снижения качества глинистого сырья.

За последние годы были разработаны принципиально новые машины для дробления, тонкого помола и обогащения суглинков, позволяющие вести процесс переработки глинистого сырья сухим способом с высокими экономическими показателями [1]. В результате получают тонкодисперсные активированные порошки с высокой удельной поверхностью, которые с трудом смешиваются в обычных двухвальных смесителях, поэтому для получения однородной по влажности и составу керамической массы требуется их двухстадийная переработка с использованием дополнительно стержневых смесителей. В этой связи разработка комплексной технологии механохимической активации сырья, агрегатов и машин для ее реализации оказалась логически обоснованной и на практике доказала свою эффективность [2].

Оборудование для измельчения и активации материалов широко применяется за рубежом в большинстве отраслей промышленности. Ведущими разработчиками такого оборудования являются в настоящее время Монфредини (Италия) и Эйрих (Германия). В своем сообщении «Модель-дизайн гранул» М. Мюллер показал, как керамические массы могут быть более эффективно подготовлены с помощью специальной технологической операции смешивания – агломерации [3]. Свойства гранул, такие как распределение размера частиц, влагосодержание и прочностные характеристики, очень важны для дальнейшего технологического процесса формирования структуры сырцового изделия. Практика доказала,

что производство гранул с помощью смесителя Эйрих значительно более рентабельно по сравнению с другими методами получения однородных керамических масс различной влажности [3].

Вместе с тем агрегаты для активации, тонкого помола материалов и их смешивания в нашей стране используются в основном в химической промышленности, несмотря на то что внедрение их на предприятиях керамических стеновых материалов сегодня особенно актуально для повышения качества выпускаемой продукции и снижения ее себестоимости.

Смешивание в керамике – это энергоемкая технологическая операция, в которой скорость рабочих органов (лопастей) может составлять 2–40 м/с. Вид рабочих органов, направление вращения и входная мощность могут меняться в зависимости от задач и условий работы. Самыми распространенными машинами для смешивания керамических шихт и пресс-порошков являются одновальные, двухвальные и стержневые смесители, в которых скорость вращения рабочих органов составляет 2–4 м/с.

При переходе на технологические процессы смешивания, где скорость вращения увеличивается до 40 м/с, достигаются существенные технологические преимущества. Чем выше локальная скорость, а следовательно, и потребление энергии, тем выше качество смешивания или однородность, которая в большой степени обуславливается дисперсионным процессом смешивания.

Производственное предприятие ООО «Дзержинск-ТЕХНОМАШ» освоило выпуск нескольких типов оборудования для смешивания и грануляции, которые могут успешно использоваться в керамике. Оборудование внедрено на различных производствах и используется для смешивания и грануляции различных видов минерального сырья – это глинопорошки, мел, бентониты, трепелы,

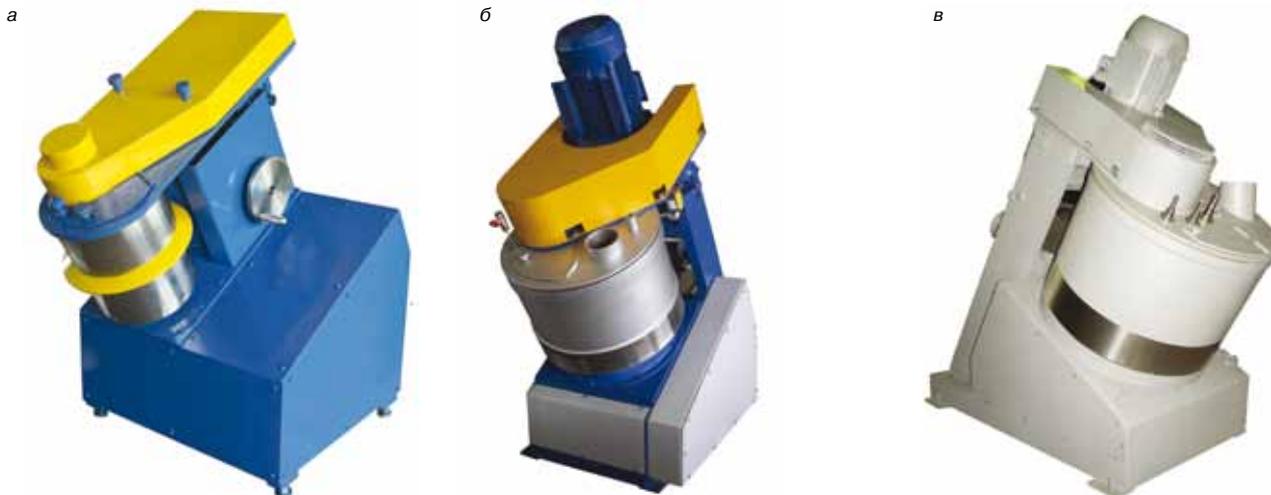


Рис. 1. Смесители-грануляторы: а – ТЛ-020; б – ТЛ-050; в – ТЛ-100

**Таблица 1**

Тип	Разовая загрузка, мах, кг	Мощность, кВт	Загрузка/выгрузка
ТЛ-020	5	1,3	Ручная
ТЛ-035	10	5,5	Ручная
ТЛ-050	50	8,5	Механическая
ТЛ-080	120	16–25	Механическая
ТЛ-100	320	20–30	Механическая
ТЛ-150	750	53–60	Механическая

**Таблица 2**

Тип	Разовая загрузка, мах, кг	Мощность, кВт	Загрузка/выгрузка
РП-007	5	1,5	Ручная
РП-100	70	7,5	Механическая
РП-500	350	18–22	Механическая

моющие средства, удобрения, тонкомолотые железные руды с присадками и водой, пигменты и т. д.

Смесители-грануляторы периодического действия типа «ТЛ» предназначены для получения однородных смесей и гранулированных продуктов с повышенными требованиями к грансоставу, форме и плотности (рис. 1). Диапазон использования – от приготовления простых сухих смесей до сложных красящих композиций; от введения жидких и пастообразных корректирующих добавок в керамическую порошковую основу с уничтожением комков до влажной грануляции. Основным узлом является высокооборотный смесительный ротор, помещенный в наклонный вращающийся корпус. Сложное турбулентное движение материала обеспечивает кратковременность процесса от нескольких секунд до 1–5 мин. Гранулы обычно имеют шарообразную форму или вид крупки и средний диаметр 0,8–1,5 мм. Гранулы можно получать узкого диапазона размеров  $D_{cp} \pm 0,4$  мм с выходом товарных фракций до 80%. Технические характеристики смесителей-грануляторов типа «ТЛ» представлены в табл. 1.

Смесители-грануляторы роторные периодического действия типа «РП» предназначены для получения однородных керамических смесей и гранулированных пресс-порошков (рис. 2). Длительность процесса перемешивания в таких смесителях 1–10 мин. Смеситель-гранулятор включает в себя цилиндрический корпус со штуцером для загрузки порошка и выгрузочным клапаном, устройствами для введения жидкой фазы и двумя смесительными ножевыми головками. Ножевые голов-

**Таблица 3**

Тип	Мощность, кВт	Производительность, т/ч	
		Грануляция	Смешивание
Р-020	5,5	0,8–1,5	1,5–5
Р-025	11–15	1–3	3–8
Р-030	22	2–5	6–10
Р-041	30	5–12	8–20
Р-050	55	20–50	20–80
Р-060	75	30–70	50–100
Р-080	132–160	60–100	100–200
Р-100	160	150–200	200–300



**Рис. 2.** Смеситель-гранулятор РП-050

ки установлены на боковой поверхности корпуса и предназначены для интенсификации процессов смешивания и гранулирования. Внутри корпуса помещен ротор, на котором крепится смесительный инструмент. Частота вращения ротора регулируется с помощью преобразователя частоты. Привод вращения ротора – мотор-редуктор. Смеситель-гранулятор комплектуется пультом управления для работы в полуавтоматическом режиме. Технические характеристики смесителей-грануляторов типа «РП» представлены в табл. 2.

Грануляторы тарельчатые типа «Т» могут использоваться во всех производствах, связанных с переработкой и выпуском сыпучих продуктов, как малотоннажных 0,5–1 т/ч, так и крупнотоннажных – до 15 т/ч, где нет жестких требований к гранулометрическому составу (рис. 3). Гранулы обычно имеют шарообразную форму, средний диаметр может колебаться в диапазоне от 3 до 20 мм.

Грануляторы прошли модернизацию. Рабочий орган устройства очистки борта тарели – ротор в виде ленточной спирали. Приводы устройств очистки борта и днища тарели выполнены от серийных мотор-редукторов. Грануляторы снабжены коллекторами подачи сжатого воздуха и связующего. Коллекторы соединены с форсунками через быстросъемные шланги с шаровыми кранами. Для интенсификации процесса гранулирования в тарели размещена направляющая потока материала.



**Рис. 3.** Гранулятор Т-250

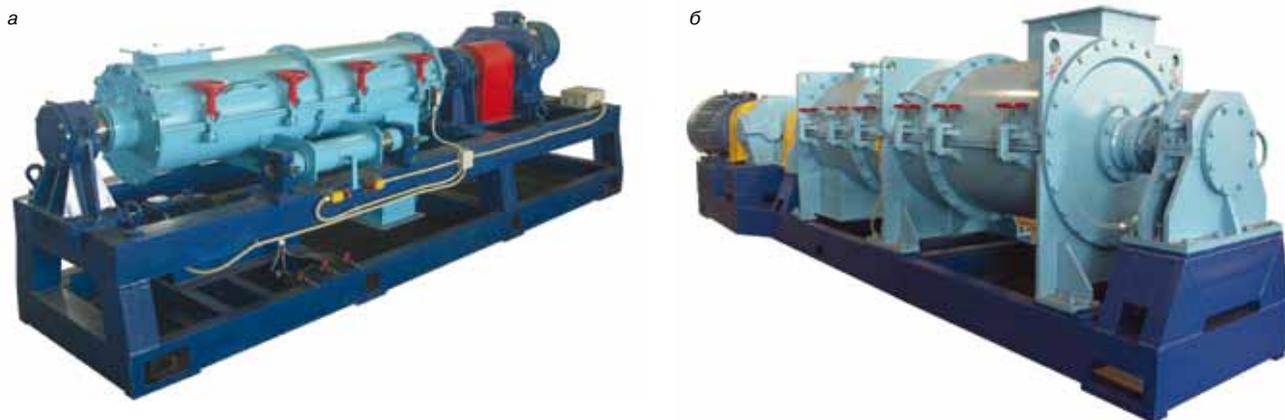


Рис. 4. Смесители-грануляторы: а – Р-041; б – Р-080

Форсунки помещены в шаровые шарниры для обеспечения подачи связующей жидкости в любую точку движущегося слоя, что обеспечивает возможность регулирования размера получаемых гранул.

Грануляторы тарельчатые типа «Т» поставляются с тарелями диаметром 1; 1,5; 2; 2,5; 3 м. Комбинация тарельчатого гранулятора со смесителем-гранулятором типа «Р» позволяет повысить производительность тарельчатого гранулятора на 15–40% за счет сокращения времени впитывания связующего и сокращения времени гранулообразования в тарельчатом грануляторе. После смесителя-гранулятора можно получить равномерно увлажненную смесь с некоторым количеством зародышей гранул или гранулированный продукт для дальнейшей закатки.

Изменяя количество подаваемого связующего в смеситель можно изменять влажность, грансостав смеси, подаваемой на тарельчатый гранулятор, и тем самым изменять время образования гранул и гранулометрический состав в тарельчатом грануляторе. Один из технологических вариантов: в смеситель подается 100% требуемого количества связующего, и увлажненная смесь закатывается в тарельчатый гранулятор.

Смесители-грануляторы непрерывного действия тип «Р» предназначены для получения в непрерывном режиме гомогенных смесей с высокой степенью однородности или гранул из сыпучих материалов. Получаемые гранулы обычно имеют вид крупки и размеры 0,3–3 мм, при этом средний диаметр гранул 0,8–1,4 мм.

Смесители-грануляторы представляют собой цилиндрический корпус со штуцерами загрузки и выгрузки продукта, форсунками для введения жидкой фазы (рис. 4). Внутри помещен соосный вал, снабженный запитывающими лопастями и перемешивающими и чистящими стержнями. Размер, количество, взаимное расположение, форма смесительного инструмента выбраны таким образом, что каждая группа стержней выполняет определенную функцию: образование гранул, уплотнение, очистку корпуса от налипшего продукта. Скорость вращения ротора 12–20 м/с. Турбулентный характер движения частиц в зоне гранулирования (смешивания), характеризующийся высокими относительными и абсолютными скоростями частиц и силами соударения, обеспечивает кратковременность процесса и получение однородных продуктов даже в тех случаях, когда количество и насыпной вес компонентов значительно отличаются друг от друга. Перемещение корпуса относительно смесительных лопастей обеспечивает очистку корпуса от налипшего продукта без остановки гранулятора. Технические характеристики смесителей-грануляторов типа «Р» представлены в табл. 3.

Совместные исследовательские работы технологов и производителей грануляционного оборудования пока-

зали, что использование высокоскоростных смесителей-грануляторов для приготовления пресс-порошка позволяет практически в 1,5–2 раза увеличить прочность керамического кирпича при сжатии и изгибе, снизить водопоглощение и повысить морозостойкость [4, 5]. Полученные результаты дают основание перейти на разработку основ технологии керамической тонкостенной черепицы полусухого прессования с использованием возможностей смесителей-грануляторов для получения пресс-порошков, по качеству не уступающих порошкам, полученным в распылительной сушилке. Это позволит производить кровельную черепицу, которая по своим геометрическим характеристикам будет более устойчивой, чем черепица пластического формования. Более малая масса кровельной черепицы полусухого прессования в перспективе позволит рассматривать абсолютно новые решения и для дизайна крыш [3].

#### Список литературы

1. *Стороженко Г.И., Болдырев Г.В., Дворников Н.А. и др.* Новые технологии переработки минерального сырья в строительстве // Строит. материалы. 2005. № 5 / Technology. С. 24–26.
2. *Стороженко Г.И., Угай Е.Б., Дворников Н.А. и др.* Принципы конструирования технологического оборудования для измельчения, сушки и классификации минерального сырья // Строит. материалы. 2006. № 8 / Technology. С. 20–22.
3. *Gerl S.* Innovative Preparation technologies for High Performance Building Materials // Tile&Brick International Manual. 2006. P. 56–60.
4. *Стороженко Г.И., Завадский В.Ф., Аллануров Ю.М., Пашков А.В.* Технология производства и сравнительный анализ пресс-порошков для строительной керамики из механоактивированного сырья // Строит. материалы. 1998. № 12. С. 6–7.
5. *Столбоушкин А.Ю.* Теоретическое и технологическое обоснование процесса грануляции дисперсных компонентов при получении керамического кирпича // Изв. вузов. Строительство. 2008. № 5. С. 41–47.

#### **ДЗЕРЖИНСКТЕХНОМАШ** **DZERGINSKTECHNOMASH**

#### **Грануляторы и смесители**

Россия, 606025, Нижегородская обл., г Дзержинск,  
пр. Циолковского, д. 15  
Тел. /факс: (8313) 26-88-78  
e-mail: dtmash@rambler.ru www.dtm.com.ru

М. БРАЙТЕНМОЗЕР, руководитель конструкторского отдела, ФРЕЙМАТИК АГ (Швейцария)

## Индивидуальные решения от компании ФРЕЙМАТИК

Швейцарская компания ФРЕЙМАТИК с 1923 года проектирует и производит полные комплекты оборудования для резания и перемещения кирпича.

Точность, простота эксплуатации и возможность интегрирования в любые действующие производственные линии – фирменный знак компании ФРЕЙМАТИК.

### «ФРЕЙМАТИК точен, как швейцарские часы»

Независимо от того, что разрабатывается – модернизация существующего оборудования или проектирование новой производственной линии, каждое техническое решение принимается специалистами ФРЕЙМАТИК в Швейцарии в тесном сотрудничестве с потребителем, так чтобы конечный результат полностью отвечал потребностям заказчика.

Каждая машина перед отправкой из Швейцарии полностью монтируется в цехах ФРЕЙМАТИК и проходит испытания в режиме холостого хода. Неотъемлемой частью заводской подготовки оборудования ФРЕЙМАТИК является комплектация электрическими кабелями необходимой длины для прямого подключения на месте эксплуатации. Это сводит к минимуму производственный простой во время ввода оборудования в действие на предприятии заказчика.

### ФРЕЙМАТИК в России

ФРЕЙМАТИК установил первый автомат для резки в России уже в 70-х гг. прошлого века. С тех пор более 25 кирпичных заводов в России были оборудованы машинами ФРЕЙМАТИК, что свидетельствует об удовлетворении требований российских заказчиков.

За прошедшие годы ФРЕЙМАТИК поставил не только линии резки MULTICUT для облицовочного кирпича и керамического камня, но также и некоторое количество АМ-универсальных резчиков и OMNICUT-резчиков для блоков и специальных изделий.

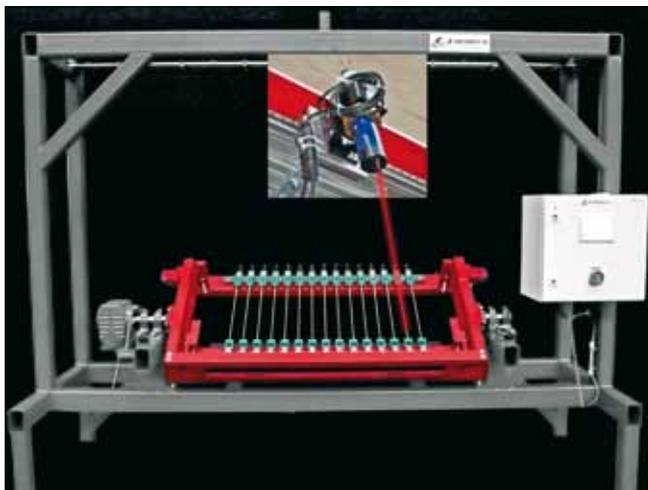
### Сотрудничество с ЗАО «ЦезРеф» в Москве

ЗАО «ЦезРеф» в Москве, представитель и партнер ФРЕЙМАТИК в России, оказывает всемерную помощь заказчику, от первоначальных контактов до ввода оборудования в эксплуатацию. Компания «ЦезРеф» заполняет свидетельство согласно техническому регламенту «О безопасности машин и оборудования» (Постановление Правительства РФ от 15.09.2009 г. № 753), выполняет все формальности по импорту, так же как и доставку заказчику.

ФРЕЙМАТИК, со своей стороны, остается в прямом контакте с заказчиком по проектированию, решению технических вопросов, вводу в эксплуатацию и послепродажному обслуживанию в течение всего времени проекта.

### MULTICUT: швейцарская точность для высшей эффективности

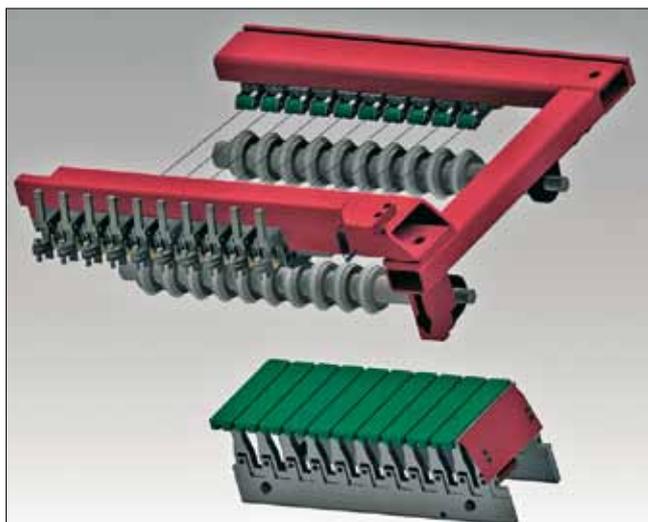
Многострунный резчик MULTICUT, самая любимая машина ФРЕЙМАТИК в России последних лет, специально разработан для производства кирпича с закруглением кромок и керамического камня с высокой производительностью. В зависимости от габаритов MULTICUT позволяет производить до 600 резов в час (рез за 5 с); также в зависимости от рабочей ширины позволяет производить до 32 стандартных кирпичей (кирпич ординарный лицевой) за один рез. Особое преимущество MULTICUT – это удобно регулируемая глубина закругления кромок (от 0,5 до 5 мм).



Настроечный инструмент для регулируемых сменных режущих элементов для MULTICUT



Многострунный резчик MULTICUT



Регулируемые сменные режущие элементы для MULTICUT



Многострунный резчик MULTICUT

### Новая разработка для MULTICUT: регулируемые комплекты сменных режущих элементов

До настоящего времени для всех производителей многострунных резчиков неразрешимой проблемой являлась различная усадка при обжиге кирпича при разных составах глиняной смеси для всей номенклатуры изделий.

Теперь, учитывая пожелания заказчиков, ФРЕЙМАТИК спроектировал регулируемые сменные режущие элементы для многострунного резчика MULTICUT. Благодаря специально разработанному настроечному инструменту требуемая ширина реза может быть установлена на кирпичном заводе точно и без дополнительных затрат для каждого состава глиняной смеси.

С настроечным инструментом регулирование происходит за пределами режущего оборудования, т. е. без остановки производства! — всего в два приема:

1. Ввод требуемой ширины реза и количества изделий на дисплее настроечного инструмента.
2. Линейный элемент, управляемый сервомотором и оснащенный лазерными излучателями, проектирует на сменном режущем элементе точные положения струны, пластины стола, ролика или диска закругления кромок. Таким образом, все режущие сменные

детали могут быть быстро и точно установлены в расчетном положении.

Основные преимущества регулируемых режущих сменных деталей:

- ширина реза может быть быстро и легко изменена в соответствии с необходимостью, как для изделий с различной усадкой, так и для производства малых партий изделий различных форматов;
- новые амортизированные узлы натяжения струн — эта разработка дает преимущество возможности использования более тонких режущих струн и обеспечивает более длительный срок службы;
- настроечный инструмент можно использовать для настройки устройств закругления кромок существующих резчиков MULTICUT, чтобы исключить затратную по времени операцию установки на существующих устройствах закругления кромок с заменой роликов или дисков.

Прежние заказчики ФРЕЙМАТИК смогут получить значительные преимущества от этой инновации, так как почти каждый действующий MULTICUT может быть оснащен новыми регулируемыми режущими сменными деталями.

Подробные разъяснения и консультации по данному предложению можно получить в компании «ЦезРеф» в Москве.



### ЗАО «ЦезРеф»

127055, Россия, Москва  
ул. Лесная, д. 43, стр. 1, оф. 224, 225  
Тел.: +7(499) 978-28-47  
Тел./факс: +7(499) 978-28-73  
www.cesref.ru  
main@cesref.ru

### FREYMATIK AG

Paleu Sura  
CH-7012 Felsberg, Switzerland  
Tel. +41 81 258 49 00  
Fax +41 81 258 49 01  
www.freymatic.com  
mail@freymatic.com

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

## Автоматизация упаковки керамического кирпича

После периода бурного роста цен и инвестиционной активности в 2006–2007 гг. на российском рынке производства кирпича 2009 г. оказался весьма сложным для многих предприятий отрасли. В 2007–2009 гг. в России было заявлено более 100 инвестиционных проектов, однако фактически подготовлено к реализации на момент начала кризиса не более 30 крупных проектов. Оказавшись в состоянии финансового кризиса, всем предприятиям отрасли пришлось либо отложить на будущее, либо отказаться от реализации новых инвестиционных проектов, снизить объемы или изменить структуру производства.

В результате общее снижение производства кирпича в России в 2009 г. составило 36,8%, а на 80 крупнейших предприятиях России – 41,7%. Цены на кирпич снизились более чем на 40%, доля импортного кирпича на российском рынке превысила 12%. Впервые доля производства керамического кирпича превысила 70% в общем объеме производства.

В подобных условиях особую остроту приобрела проблема получения актуальной новостной, статистической и аналитической информации о состоянии рынка кирпича и отраслей потребителей.

По данным информационного агентства «Инфолайн», динамика и прогноз производства до 2012 г. показывают явную тенденцию роста в ближайшие 2–3 года. Об этом свидетельствует также появившаяся в последнее время заинтересованность потребителей, активизация рынка и, как следствие, увеличение количества заказов строителей. Конечно, говорить о восстановлении рынка и уровня спроса 2008 г. пока рано, но наметившиеся тенденции показывают явный рост в 2012–2014 гг.

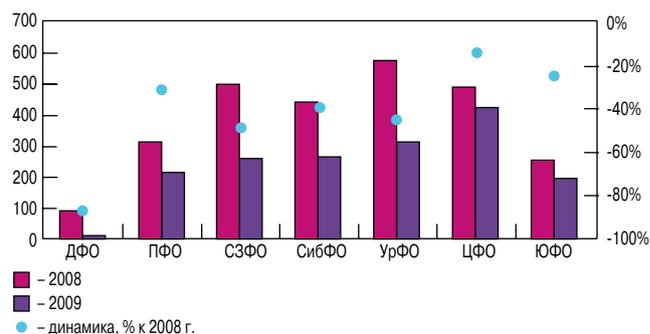
Производство керамического кирпича превышает производство силикатного в 1,7–2 раза. За исключением ряда областей, например Нижегородской, Саратовской, доля керамического кирпича является преобладающей. Большинство заводов по производству керамического кирпича было построено в 70–90-х гг. Часть заводов подверглась значительной модернизации, часть была построена на совершенно новых площадках. Появление в российской промышленности строительных материалов современных технологий компаний KELLER, LINGL, SERIC, BEDESCHI и др. позволило не только переоснастить заводы, но и значительно увеличить мощности производства при сохранении высокого качества продукции, снижении энергоемкости и трудовых ресурсов.

Упаковку керамического кирпича предопределила прежде всего технология его производства. Производство керамического кирпича довольно высоко автоматизировано, современные высокопроизводительные линии предусматривают в своем составе автоматические роботы-укладчики готовой продукции на поддоны. Плюс к этому хрупкость продукции, ее высокая стоимость заставили производителя всерьез задуматься о со-

хранности и доставке продукции до потребителя упакованной и без потерь. Поэтому в состав производственных линий включается оборудование для автоматической упаковки продукции в полиэтиленовую пленку и обвязки пластиковой лентой, а также автоматические маркировщики продукции.

За последние годы существенно изменились требования к качеству и целостности продукции, поступаю-

Динамика объема производства керамического кирпича на крупнейших предприятиях по федеральным округам в 2008–2009 гг., млн шт. усл. кирпича



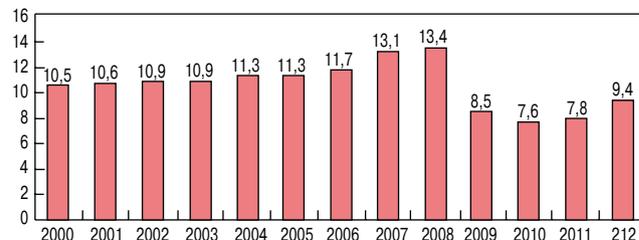
Структура производства кирпича на 80 крупнейших заводах в России по видам в 2009 г., %



Структура производства кирпича в России по видам в 2009 г., %



Динамика производства кирпича в России в 2003–2009 гг. и прогноз до 2012 г., млн шт. усл. кирпича





Автоматическая машина для горизонтальной обвязки



Автоматическая термоусадочная машина

щей на строительные площадки. Никто уже не хочет платить и переплачивать за поврежденные и некачественные материалы. Одновременно повысились знания и опыт в производстве и возведении зданий и сооружений, возросли требования к транспортировке продукции и технике безопасности. Кроме того, меняется культура производства, да и сама продукция значительно изменилась за последние годы. Кирпич стал более дорогим в изготовлении, появились новые виды цветного керамического кирпича, возросла стоимость ручного труда персонала. Это заставляет все серьезнее заниматься вопросами упаковки и задумываться об **автоматизации упаковочных процессов** на заводах по производству кирпича.

Компания Спекта (Spekta) профессионально занимается вопросами упаковки промышленной продукции более 18 лет на рынках стран СНГ и имеет многочисленные примеры сдачи «под ключ» линий автоматизированной упаковки. Проектирование линии под требования заказчика, техническая проработка всех деталей проекта, привязка к площадке, контроль изготовления, доставка, монтаж, сервисное обслуживание — вот слагаемые качества упакованной продукции.

В настоящее время компания может предложить относительно недорогие автоматические линии упаковки, предусматривающие в своем составе установки подачи поддонов, оборудование обмотки продукции в стретч-пленку и последующую обвязку ПЕТ лентой, надежно закрепляющую продукцию на поддоне. Это позволяет полностью отказаться от ручных методов упа-

ковки, значительно улучшить ее качество и надежность, обеспечить защиту продукции, исключив человеческий фактор и высвобождая персонал для других операций.

В зависимости от требований к объемам упаковки можно рассматривать оборудование, позволяющее упаковывать до 30 поддонов керамического кирпича в час. Изменение параметров упаковки, таких как количество слоев обмотки, использование ПЕТ ленты различной ширины, применение устройства укрытия верха продукции позволяет повысить надежность упаковки кирпича, его транспортной сохранности, что значительно расширяет географию поставок продукции и тем самым увеличивает количество потребителей.

Компактность автоматической линии упаковки позволяет разместить ее непосредственно на производственной площадке, тем самым используя для обеспечения работы линии существующее крановое хозяйство. Таким образом, сам автоматический процесс упаковки как бы интегрируется и становится частью автоматизации предприятия. Упакованная продукция может краном сниматься с линии и, минуя склады хранения, непосредственно отгружаться потребителю, сокращая этим производственные площади и освобождая значительные средства оборотного капитала.

Являясь ведущей компанией в области упаковки промышленной продукции и одновременно производителем стальной и пластиковой упаковочной ленты, Спекта готова к открытому диалогу и предлагает современные, эффективные решения в области упаковки и маркировки продукции, расходные материалы и сервис.



**CISMAC**  
total quality automation



since  
1974

**Flex-cut 650-460**

**Универсальный  
автомат резки**



Система резки, позволяющая производство всей гаммы продукции. Возможна как однострунная, так и многострунная резка со снятием кромки.

**Однострунная резка:**

- нарез бруса для последующей обработки в сочетании с системой Cismac Star-cut.

**Многострунная резка со снятием кромки для выпуска:**

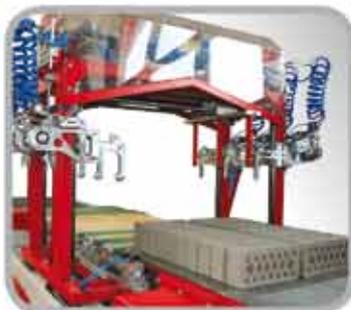
- полнотелого кирпича;
- пустотелого кирпича;
- ступеней;
- половых покрытий;
- облицовочных материалов.

**Форматы:**

Длина: неограниченная  
Ширина: до 650 мм  
Высота: до 460 мм

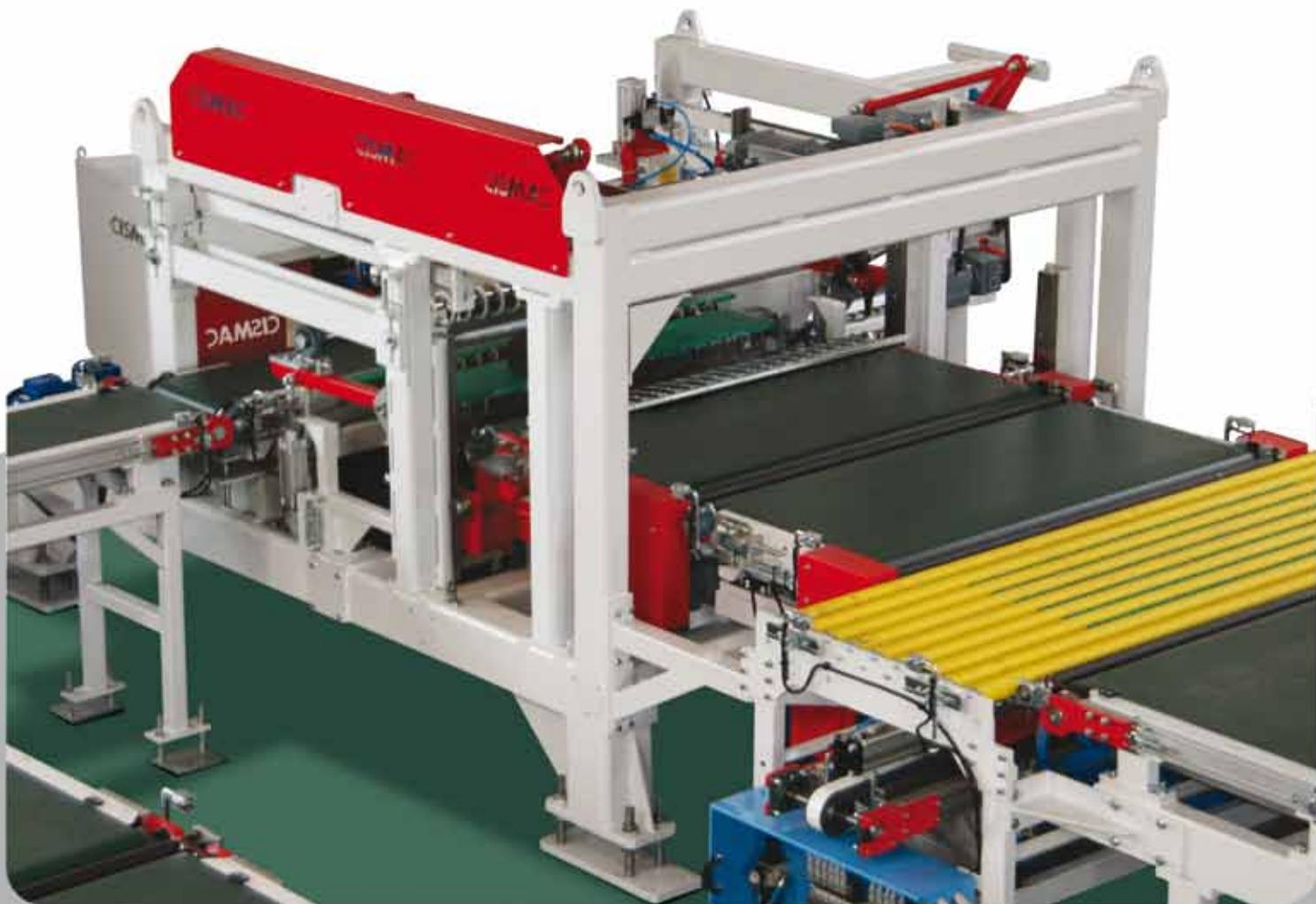
**Производительность:**

до 60 нарезов/мин



## Высокопроизводительный многострунный автомат резки

### Star-cut 1600-300/130



Система резки, которая сочетает высокую производительность с соответствующим уровнем отделки и качеством продукта. Возможна разработка персонализированной установки с расширенной автоматизацией управления.

#### Продукция:

- полнотелый кирпич;
- пустотелый кирпич;

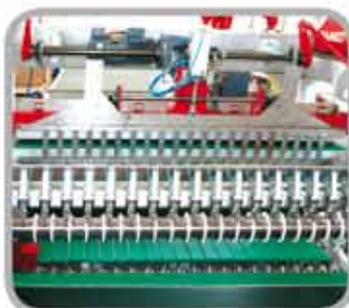
#### Форматы:

##### с нанесением фаски:

длина: макс. 1.600 мм  
ширина: от 45 до 138 мм  
высота: от 50 до 130 мм

##### без нанесения фаски:

длина: макс. 1.600 мм  
ширина: от 45 до 138 мм  
высота: от 50 до 180 мм



О.А. СУХАРЕВ, директор ООО «ЛОГИКА» (Самара)

## Инновации в кирпичном производстве. Автоматизация технологических процессов сушки и обжига керамического кирпича

История развития керамической промышленности тесно связана с поиском новых технологий и устройств, применение которых позволяет достигать поставленных целей более эффективно. Основных целей три: повышение качества продукции, увеличение количества продукции, повышение рентабельности производства. Любые инвестиции в производство будут эффективны, если они способствуют достижению поставленных целей. Любые инновации, применяемые на производстве, будут полезны, если они обеспечивают:

1. Повышение или как минимум стабилизацию показателей качества продукции.
2. Возможность производить больше продукции на тех же мощностях без снижения качества.
3. Увеличение рентабельности и, как следствие, получение дополнительной прибыли.

Повышение эффективности производства — это процесс постоянного наблюдения, анализа и внедрения чего-то нового. Работа ведется в основном по двум направлениям:

1. Нарботка личного опыта и применение его в дальнейшем. Положительная сторона данного подхода в том, что на конкретном предприятии накапливается определенный опыт. Это практическое знание, которое позволяет выполнять технологический процесс максимально эффективно. Логика технолога реализуется в производстве, и если это хороший технолог, то предприятию повезло. Минусы этого подхода в том, что требуется идеальная дисциплина исполнителей (рабочих, операторов) и полная зависимость предприятия от опыта конкретного человека (технолога), то есть полная зависимость производства от человеческого фактора. Такая форма развития и деятельности применима в основном на небольших предприятиях.



Шкаф управления АСУТП «КирЗавод». Включает в себя сервер, источники бесперебойного питания, платы ввода/вывода данных, платы коммутации и управления. Шкаф управления содержит локальную систему вентиляции

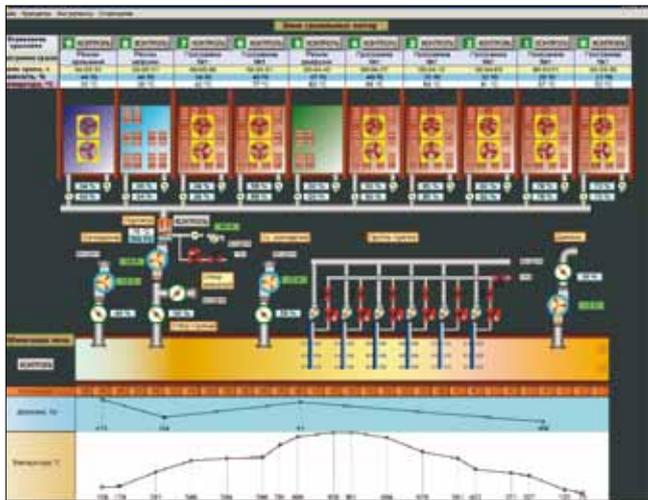
2. Использование в производстве новейших разработок, таких как роботизированные и автоматизированные производственные линии. С текущим уровнем развития науки и техники это направление представляется как наиболее эффективное. Роботизация

и полная автоматизация — это большой плюс, здесь минимум зависимости от человеческого фактора. Технологический процесс проходит с максимальной точностью; отступления и ошибки, вызванные плохой дисциплиной исполнителей, сведены к минимуму. Но есть и минусы. Обслуживание сложных систем требует наличия специалистов соответствующего уровня. Еще одним существенным моментом является то, что каждая новая порция сырья, поступающая с участка глиноподготовки, — это уже не то сырье, на которое была настроена технологическая линия. То есть глобальная автоматизация и роботизация возможны только при усреднении показателей. Автоматическая адаптация режимов сушки и обжига под новые условия в таких системах просто невозможна из-за особенностей их устройства.

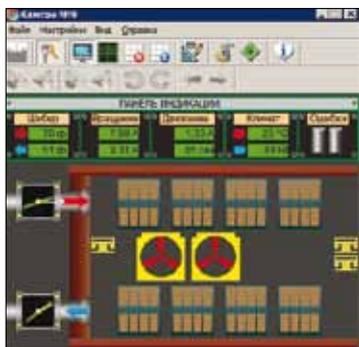
Идеальная технологическая линия по производству керамического кирпича способом пластического формования — это автоматически управляемая линия, которая не зависит от опыта конкретного человека, способная самостоятельно адаптироваться к сырью, производственным ситуациям, принимать решения, используя внутреннюю логику, основанную на опыте специалистов. Система должна иметь интуитивно понятный интерфейс и позволять технологу или операторам менять необходимые параметры без привлечения программистов. Стоимость такой системы и эффект от ее внедрения должны обеспечивать ее быструю окупаемость. При этом желательно, чтобы система могла сокращать потребляемые производственные ресурсы.

Компания «ЛОГИКА» предлагает для реализации на кирпичных заводах систему, которая полностью отвечает требованиям, описанным выше. АСУТП «КирЗавод» — автоматизированная система управления технологическим процессом сушки и обжига керамического кирпича создана в 2003 г. С 2004 г. она успешно работает на одном из действующих предприятий. Работы по созданию АСУТП «КирЗавод» выполнялись совместно с опытными технологами и непосредственно на действующем предприятии. Отличительной особенностью системы является то, что она способна самостоятельно принимать решения в ходе технологического процесса подобно опытному технологу. Управление технологическим процессом происходит с максимальной точностью в соответствии с заданной рецептурой. Это качество является принципиальным отличием АСУТП «КирЗавод» от других АСУТП, применяемых в отрасли. Интерфейс системы, визуализация действующего оборудования, настройки, архивы понятны и не требуют специальных знаний для использования. Технолог может самостоятельно внести любые изменения в настройках и алгоритмах работы системы, не прибегая к помощи программистов.

АСУТП «КирЗавод» может быть применена как основная система автоматизации, контроля и управления для сушильно-обжигового участка или в дополнение к уже существующей системе. В отдельных случаях



Мнемосхема – центральный программный интерфейс АСУТП «КирЗавод». Наглядное отображение всех управляемых и контролируемых устройств на рабочем месте оператора. Показывает в динамике работу устройств, их взаимодействие и т. д.



Модуль сушильной камеры. Графическое отображение программного модуля



Модуль вентиляции. Графическое отображение программного модуля.

можно использовать АСУТП «КирЗавод» для автоматизации, контроля и управления всей технологической линией завода, от участка глиноподготовки до упаковки.

Однако основное назначение системы – это автоматизированное управление участком сушки и обжига. С помощью уникальных программных алгоритмов, заложенных в основе системы, можно добиться максимально возможных показателей качества выпускаемой продукции. К примеру, после внедрения системы марка полнотелого кирпича повысилась с М75–М100 до М175, брак после сушки исчез полностью. Количество продукции, производимой заводом, увеличилось за счет сокращения брака и уменьшения времени сушки. Рентабельность производства существенно повысилась, в том числе и за счет сокращения потребления газа на 15%. Анализ полученных результатов показал, что окупаемость инвестиций на внедрение АСУТП «КирЗавод» составила 4,5 месяца.

В настоящее время идеальным местом для применения возможностей данной системы являются заводы с отсутствующей или частичной автоматизацией, где использование АСУТП «КирЗавод» даст максимальный эффект. Сокращение потребления газа на таких производствах может достигать 30%. Так же актуально применение АСУТП «КирЗавод» и на полностью автоматизированных заводах.

К примеру, в России есть много заводов, построенных 15–20 лет назад, которые оснащены контроллерами управления. Очень популярны в России системы для автоматического и полуавтоматического управления технологическим оборудованием, построенные на кон-

троллерах компании Siemens. Это надежные в работе устройства, которые применяются во всем мире. У Siemens все регламентировано, и надежность работы тоже гарантирована на срок до 20 лет. У этих заводов возникают большие проблемы: считающееся очень надежным оборудование понемногу начинает выходить из строя, пришло время его замены. Все эти заводы оснащены устройствами серии S-5, которая уже не производится, и для замены производителем предлагается текущая серия S-7. А это означает, что на заводах предстоит полная замена всех устройств автоматизации и управления на новую серию и проведение их полного перепрограммирования. Дополнительно замене подлежат проводные линии управления между устройствами, их работоспособность тоже ограничена 18–20 годами. Фактически для заводов это капитальный ремонт системы управления. Наши специалисты анализировали данную ситуацию и пришли к выводу, что оптимальным вариантом для таких заводов будет полная замена автоматики Siemens в пределах сушильно-обжигового участка на АСУТП «КирЗавод». Оставшиеся от демонтажа устройства Siemens можно использовать как подменный фонд до полного перехода на автоматизацию под управлением АСУТП «КирЗавод». Такой вариант экономически целесообразен, он более функционален и обеспечивает работоспособность основных узлов системы на срок не менее 20 лет. Более того, затраты на капитальный ремонт АСУТП в будущем, как минимум через 20 лет, станут гораздо меньше, чем при внедрении, и несоизмеримо меньше, чем, например, с устройствами Siemens, так как придется менять только коммутирующие и управляющие устройства. Все устройства управления и коммутаторы производят на нашем предприятии, и в случае смены серии мы всегда можем произвести любое количество запасных частей любой серии, так как все схемы и чертежи у нас сохраняются.

Мы предлагаем различные схемы оплаты при внедрении АСУТП «КирЗавод» – прямые платежи, лизинг, рассрочку, бартер. К каждому клиенту у нас индивидуальный подход. Мы гарантируем четкое исполнение договора, качественное выполнение работ, длительную гарантию и сервис. И самое главное – хорошие результаты от использования возможностей АСУТП «КирЗавод».

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления технологическим процессом, сушка кирпича, обжиг кирпича.

 **ЛОГИКА**

**ООО «ЛОГИКА»**

**443010, г. Самара,**

**ул. Галактионовская, 77-4**

**Телефон: (846) 225-44-52**

**E-mail: info@logica.su**

**www.logica.su**



**CLEIA**  
Engineering Innovation Automation



Компания CLEIA предлагает профессиональные и высококачественные технологические линии для решения самых сложных задач. Надежное и доступное оборудование CLEIA гарантирует высокую производительность, низкое энергопотребление, позволяет уменьшить производственные издержки и сократить вредное воздействие на окружающую среду. Опытная команда проектировщиков найдет наилучшее техническое решение для вашего производства, установит и наладит новые линии, проведет модернизацию имеющихся, осуществит ремонт и сервисное сопровождение.

#### Представительство в России

Москва, 101000, Покровский бульвар  
д. 4/17 стр.1 оф.12

Контакт : **Руслан Свинцкий**

Тел/факс : +7 495 937 70 25

Моб.: +7 919 105 80 51

Электронная почта :

[rouslan.svintsitski@cleia.fr](mailto:rouslan.svintsitski@cleia.fr)

Посетите нашу страницу в Интернете: [www.cleia.ru](http://www.cleia.ru)

Инжиниринговые решения «под ключ»

Реклама

... чтобы воздух  
оставался чистым!



## Система очистки дымовых газов и пылеуловительная техника



TOW автоматическая очистка вагонеток для туннельных печей - для повышения продолжительности их использования



Очистка дымовых газов для понижения концентрации HF, HCl, SOx и пыли



RTO термореактор для удаления органических вредных веществ



Пылеуловители для одновременной очистки нескольких источников пыли

Уже больше 45 лет фирма Hellmich занимается разработкой лучших решений по обеспылеванию и по очистке дымовых газов, для трубопроводов и приборостроения.

С высокой эволюционной компетентностью возникают все более подходящие, экономически работающие устройства для очистки больших площадей и машин, а также для очистки воздуха.



Опыт



Ноу-Хау



Решения



Чтобы воздух оставался чистым.

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



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

Реклама

**ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА**

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



автоматическая обработка измерений

диапазон 3...100 МПа

**УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С**  
ультразвуковой



поверхностное и сквозное прозвучивание

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

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

отрыв со скалыванием и скалывание ребра

предельное усилие 60 кН  
диапазон 5...100 МПа



**ПОС-2МГ4 П**



испытание прочности ячеистых бетонов

предельное усилие вырыва 2,5 кН

**ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ**

**ПДУ-МГ4 "Удар"**  
и ПДУ-МГ4 "Импульс"

определение динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог методом штампа,

диапазон: 5...370 МН/м<sup>2</sup> ("Удар")  
5...300 МН/м<sup>2</sup> ("Импульс")



**Прессы испытательные малогабаритные**

**ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4**



с гидравлическим приводом для испытания бетона, асфальтобетона, кирпича

- предельная нагрузка 100 / 500 / 1000 кН
- масса 70 / 120 / 180 кг

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

с ручным / электрическим приводом для испытания утеплителей на изгиб и сжатие при 10% линейной деформации

- предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
- масса 20 / 25 кг

**ПСО-10МГ4 КЛ**

испытание прочности сцепления в каменной кладке

предельное усилие отрыва 15 кН



**АДГЕЗИМЕТРЫ**

**ПСО-МГ4**

испытание прочности сцепления покрытия с основанием

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

**ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"**



стационарный и зондовый режимы

диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

**АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ**

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



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

**ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01**  
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ**

**ИТП-МГ4.03 "Поток"**

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

диапазон 10...999 Вт/м<sup>2</sup>  
-40...+70 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ**

**ВЛАГОМЕР-МГ4**



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

**ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

**ИПА-МГ4**



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

**ТЕРМОМЕТРЫ**

**ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01**



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

**ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ**

**ДО-40 / 60 / 80МГ4**

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых усилий 2...120 кН

диаметр арматуры 3...12 мм



**ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ**

**ЭИН-МГ4**

частотный метод

диаметр арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



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

УДК 669.162.213.23

А.А. ГУЛАКОВ, главный металлург, И.Х. ТУХВАТУЛИН, канд. техн. наук, заместитель главного металлурга, ОАО «Кушвинский завод прокатных валков» (Свердловская область)

## Производство бандажей для строительной индустрии<sup>1</sup>

Повышение требований к эксплуатационной стойкости бандажей валковых дробилок диктует развитие новых технологий изготовления бандажей.

Кушвинский завод прокатных валков производит бандажи только центробежным способом, позволяющим получать отливки с заданным рабочим слоем и плотной структурой. При центробежном способе расплав кристаллизуется в условиях действия центробежных сил, обеспечивающих формирование плотной структуры. При этом достигается минимальный спад твердости по глубине рабочего слоя. При стационарном литье крайне сложно обеспечить заданную глубину рабочего слоя с минимальным спадом твердости и в то же время получить демпферный слой с более низкой твер-

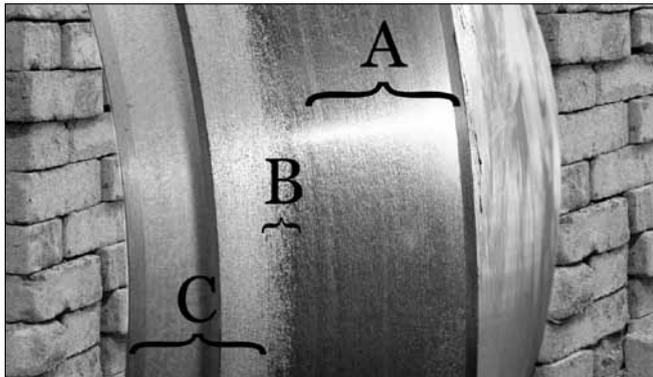


Рис. 1. Расположение структурных зон в центробежно-литом бандаже: А – рабочий слой; В – переходная зона; С – демпферный слой

достью, резко отличающейся от твердости рабочего слоя. Кроме того, при стационарном способе литья бандажей из чугуна или стали с повышенным содержанием хрома существенно возрастает опасность трещинообразования в отливках: чем больше содержание хрома, тем выше вероятность образования трещин. Центробежный способ позволяет получать отливки из высокохромистого чугуна и стали. Бандажи из хромоникелевого чугуна отливают двухслойными: первый слой (рабочий) — из отбеленного хромоникелевого чугуна; второй (демпфер) — из нелегированного чугуна. Между рабочим слоем и демпфером в процессе кристаллизации формируется переходная зона (рис. 1). Толщина рабочего слоя и демпфера регулируется количеством чугуна первого и второго слоев соответственно. Для обеспечения надежной свариваемости слоев необходимо строго соблюдать заданные температурные режимы заливки, что достигается постоянным контролем температуры с помощью высокоточных измерительных приборов.

До недавнего времени бандажи изготавливались из перлитного чугуна с пластинчатой формой графита (рис. 2). В настоящее время разработана технология литья бандажей из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (рис. 3). Этот вид чугуна с шаровидным гра-

фитом отличается от чугуна с пластинчатой формой графита более высокими прочностными характеристиками и ударной вязкостью, что повышает надежность эксплуатации бандажей (таблица).

Для литья бандажей из высокопрочного чугуна выплавляется чугун с низким содержанием серы, обуславливающим образование качественного графита шаровидной формы. После выплавки чугун подвергается модифицированию в два этапа: сначала чугун обрабатывается магнийсодержащим модификатором, затем вторичным графитизирующим модификатором, что позволяет сформировать равномерное распределение включений графита шаровидной формы малых размеров, обеспечивающих высокие механические свойства.

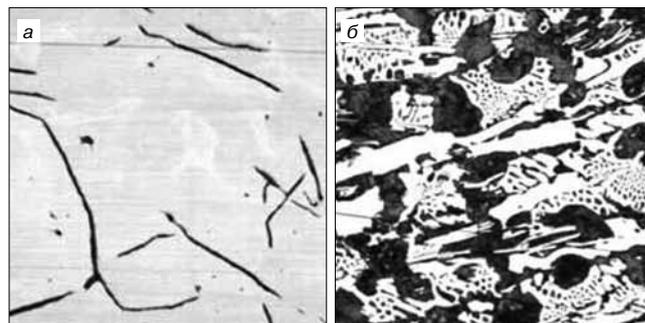


Рис. 2. Микроструктура чугуна с пластинчатым графитом, x100: а – нетравлено; б – травлено

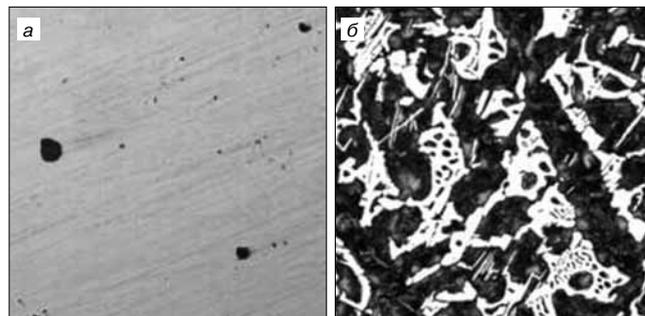


Рис. 3. Микроструктура чугуна с шаровидным графитом, x100: а – нетравлено; б – травлено

Форма графита	Предел прочности при изгибе, $\sigma_{и}$ , МПа	Ударная вязкость $a_{и}$ , Дж/см <sup>2</sup>	Твердость, HSc
Пластинчатая	400–450	1,5–2	65–75
Шаровидная	700–750	4–4,5	65–75

**Ключевые слова:** бандажи валковых дробилок, прокатные валки.

<sup>1</sup>Работа выполнялась под руководством доктора техн. наук Р.Х. Гималетдинова.



**Кушвинский завод прокатных валков ОАО «КЗПВ»**

624300, г. Кушва, Свердловская обл., ул. Первомайская, д. 38. Тел: (343) 345-09-10, факс: (34344) 7-50-25  
E-mail: rolls@kzpv.ru www.kzpv.ru

Торговый представитель: **Уральский завод прокатных валков ЗАО «УЗПВ»**

620102, г. Екатеринбург, а/я 47, ул. Посадская, д. 21, корп. 1, оф. 305  
Тел./факс: (343) 345-09-11 E-mail: zaouzpv@gmail.com



# САМЫЙ БОЛЬШОЙ ПРОЕКТ КОМПАНИИ LINGL В РОССИИ: КИРПИЧНЫЙ ЗАВОД ООО «ГАЗСТРОЙ»

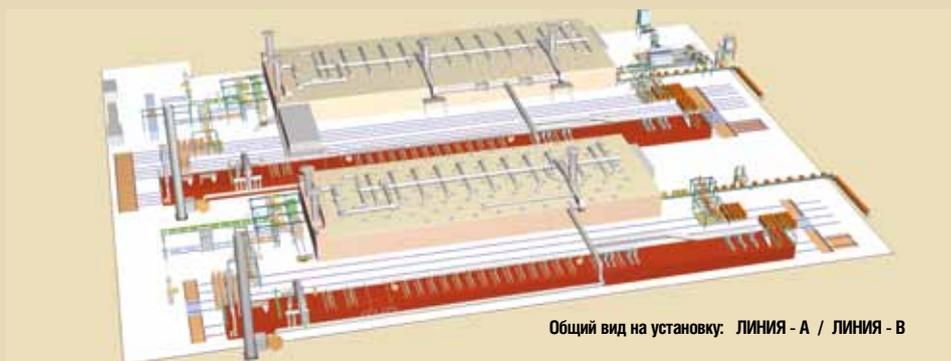


LINGL реализует для ООО «Газстрой» самый большой проект кирпичного завода в России. Кирпичный завод в п. Рябово (Ленинградская обл.) оснащен 2 комплектными производственными линиями, состоящими из машинных установок, сушилок и туннельных печей. На первой линии будут изготавливаться поризованные крупноформатные блоки мощностью 180000 т готовых изделий в год. Кульминационный момент проекта – это инсталляция установки для заполнения блоков минеральным гранулятом (для изготовления шлифованных и заполняемых крупноформатных блоков по принципу CORISO UNIPOR). Заказчик приобрел также шлифовальный центр Turbo фирмы LINGL для производства шлифованных кирпичей.

Вторая производственная линия предназначена для производства лицевого кирпича и клинкера. Годовая мощность этой линии составляет 120000 т.

Заказ на проектирование был выдан фирме LINGL в апреле 2009 г., и уже в сентябре 2011 г. первые кирпичи покинут печь в соответствии с планом.

LINGL очень гордится реализацией завода такой мощности в России. Детали и технологии проекта будут представлены управляющим фирмы LINGL г-ном Франком Аппелем на Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России – КЕРАМТЭК 2011» в Ярославле.



Общий вид на установку: ЛИНИЯ - А / ЛИНИЯ - В

Кроме того, компания LINGL представит на конференции КЕРАМТЭК свой новый сервисный центр. С основанием нового дочернего предприятия ООО «ЛИНГЛ СЕРВИС» в Санкт-Петербурге сервисная сеть LINGL получила четвертую сервисную базу во всем мире, которая заботится о клиентах, предлагая многочисленные сервисные услуги из портфеля сервисных услуг LINGL.



Монтажная ситуация – свод печи / горелочная установка – линия В



Монтажная ситуация – въезд в печь – линия В



Монтажная ситуация – сухая сторона и садочная установка – линия В

С.М. УСОВ, инженер-электрофизик (usov\_sm@mail.ru),  
ООО «Стройкерамика» (Новосибирск)

## Основные параметры энергосберегающей установки для сушки глины

Одним из путей экономии тепловой энергии в производстве кирпича является возвращение тепла, затраченного на испарение влаги при сушке глины. Сушильные барабаны, применяемые в кирпичной промышленности, не позволяют создать компактное устройство для возвращения тепла в силу своего принципа действия.

Цель работы – обоснование применимости устройства (рис. 1), предложенного в [1], для сушки глины при производстве кирпича полусухого прессования. В качестве примера приведены результаты расчета параметров установки для сушки глины в линии производительностью 30 млн шт. кирпича пустотелого/год.

Сушка глины путем непосредственного контакта с нагретой поверхностью теплообменника включает: нагрев до 120°C воды, поступающей под давлением в теплообменник, подачу ее в камеру сушки; загрузку глины и нагрев ее на теплообменнике; направление выделенного пара из герметичной камеры сушки в компрессор для сжатия, с последующей конденсацией его в конденсаторе. Поток воды из теплообменника, подогретый за счет конденсации пара, возвращается через насос и нагреватель в теплообменник сушильной камеры. Излишки горячей воды, образующиеся при конденсации, удаляются через клапан в резервуар. Перемещение глины по многоярусному теплообменнику осуществляется при помощи скребков, движущихся возвратно-поступательно вдоль поверхности теплообменника.

Экспериментальной основой расчета теплообменника служит опытный график (рис. 2), полученный при сушке глины на стенде. Стенд – круглое стальное основание диаметром 0,203 м с ровной поверхностью, по которой с помощью электродвигателя с редуктором движутся скребки, перемещающие и перемешивающие глину. Температура основания 115°C поддерживалась с помощью терморегулятора. Температуру измеряли термопарой, встроенной в основание. Для отслеживания изменения массы глины при сушке стенд с нагревателем установлен на площадку электронных весов. Частота прохождения скребков 27 раз/мин. Начальная масса глины влажностью 17%  $G_{г.л.}(17\%) = 426$  г. Масса абсолютно сухой глины составила  $G_{г.л.а.с} = 354$  г. Начальная температура глины:  $t_{г.л.нач} = 17^\circ\text{C}$ .

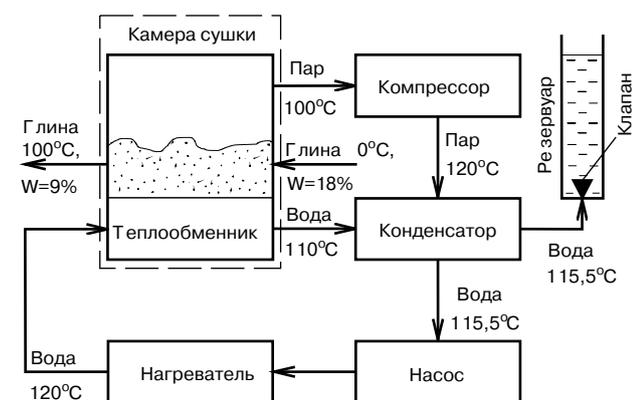


Рис. 1. Схема работы установки сушки с возвратом тепла, затраченного на испарение влаги

Из опытных данных вычислен удельный средний поток тепловой энергии от нагретой поверхности основания в глину  $q_{уд} = 6,3$  кДж/(с·м<sup>2</sup>). При вычислении  $q_{уд}$  учитывали тепловой поток на прогрев влажной глины до 100°C и тепловой поток на испарение влаги при сушке глины с 17 до 8% относительной влажности. Расчет теплопередачи в щелевом канале теплообменника произведен в соответствии с методикой расчета тонкослойных теплообменных аппаратов [2].

Средний перепад температур между водой и стенкой теплообменника:

$$\Delta t_{в.ст} = q_{уд} / \alpha_{в.ст},$$

где  $\alpha_{в.ст}$  – коэффициент теплопередачи вода–стенка теплообменника,  $\alpha_{в.ст} = \lambda_b \times Nu / d_{э.кв}$ , здесь  $\lambda_b = 2,47$  кДж/(м·ч·°C) – теплопроводность воды со средней температурой  $t_{воды} = 115^\circ\text{C}$ .

Эквивалентный диаметр щелевого канала теплообменника:

$$d_{э.кв} = 2 \times \delta_{канала},$$

где  $\delta_{канала} = 0,01$  м – высота щелевого канала теплообменника.

Для вычисления числа Нуссельта Nu определяется критерий Рейнольдса:

$$Re = \omega_b \times d_{э.кв} \times \rho_b / \mu_b = 1,05 \cdot 10^5,$$

где  $\omega_b = 1,39$  м/с – скорость течения воды в канале теплообменника;  $\rho_b = 950$  кг/м<sup>3</sup> – плотность воды со средней температурой  $t_{воды} = 115^\circ\text{C}$ ;  $\mu_b = 0,00025$  Н·с/м<sup>2</sup> – коэффициент динамической вязкости воды.

Значение критерия Рейнольдса ( $Re > 10000$ ) свидетельствует об установившемся турбулентном режиме течения теплоносителя в канале теплообменника. Поэтому число Нуссельта находится из выражения:

$$Nu = 0,021 \times Re^{0,8} \times Pr^{0,43} \times (Pr/Pr_{ст})^{0,25},$$

где критерий подобия Прандтля для воды со средней температурой  $t_{воды} = 115^\circ\text{C}$  равен  $Pr = 1,5$ ;  $(Pr/Pr_{ст})^{0,25} \approx 1$ , так как температура воды и температура стенки мало отличаются. В результате получаем  $\Delta t_{в.ст} = 0,7^\circ\text{C}$ .

Перепад температур на стенке теплообменника вычислен с использованием удельного среднего потока от нагретой поверхности в глину  $q_{уд}$  через стенку из хромистой стали с теплопроводностью  $\lambda_{ст.т.о} = 25$  Вт/(м·°C). Получено  $\Delta t_{ст} = 1,3^\circ\text{C}$ .

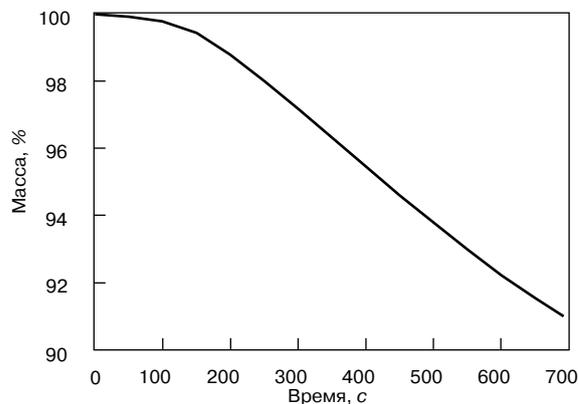


Рис. 2. График изменения массы глины при сушке на стенде

Тепловые потери через теплоизоляцию устройства сушки  $Q_{т.у.с}$  рассчитаны для площади теплоизолированной поверхности установки  $200 \text{ м}^2$ , толщины теплоизоляции  $0,05 \text{ м}$  и теплопроводности теплоизолятора корпуса установки  $\lambda_{т.у.с} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

Мощность электродвигателя водяного насоса вычисляется по перепаду давления, равному сумме потери напора при движении воды в канале и поворотах теплообменника [2], давления водяного столба в теплообменнике, с учетом КПД насоса и электродвигателя [3].

Мощность электродвигателя для привода компрессора вычисляется по разности конечного (при  $120^\circ\text{C}$ ) и начального (при  $100^\circ\text{C}$ ) теплосодержаний водяного пара, умноженной на массу сжимаемого пара с учетом КПД компрессора и электродвигателя [4].

Для минимизации содержания воздуха камера сушки должна быть герметичной. Давление пара в камере сушки поддерживается равным атмосферному. Изготовление и эксплуатация герметичной камеры не являются технически сложной задачей. Малое количество воздуха в паровоздушной смеси ( $0,6\%$ ) позволяет применить достаточно простой способ конденсации пара на водяных струях. По принципу работы конденсатор является противоточным паровым контактным подогревателем воды [5], в котором нагреваемый и охлаждаемый потоки вступают между собой в непосредственный контакт.

Пар, сжатый в компрессоре, движется вверх, навстречу струям воды, которая отдав часть тепловой энергии в теплообменнике камеры сушки, нагревается за счет конденсации пара. Для расчета конденсации пара на струях воды в присутствии неконденсирующихся газов использована зависимость [5]:

$$\lg\left(\frac{t_{п.вх} - t_{в.вх}}{t_{п.вх} - t_{в.вых}}\right) = 0,053 \times H \times \times (1 - \varepsilon)^7 / (Pr^{0,62}) \times [(\omega_{п.вх})^2 \times \rho_{п.} / (\sigma \times d_0)]^{1/3},$$

где  $\varepsilon$  – отношение массы воздуха к суммарной массе воздуха и пара на каждой ступени конденсатора;  $t_{в.вх}$  – температура воды на входе ступени конденсатора;  $t_{в.вых}$  – температура воды на выходе ступени конденсатора;  $t_{п.вх} = 120^\circ\text{C}$  – температура насыщения пара, подаваемого от компрессора;  $\omega_{п.}$  – скорость парогазовой смеси для каждой ступени конденсатора;  $\omega_{в.} = 1 \text{ м}/\text{с}$  – средняя скорость воды в струях;  $\sigma = 0,0057 \text{ кг}/\text{м}$  – коэффициент поверхностного натяжения воды при температуре  $115^\circ\text{C}$ ;  $\rho_{п.} = 0,89 \text{ кг}/\text{м}^3$  – плотность пара при температуре  $120^\circ\text{C}$ ;  $d_0 = 8 \text{ мм}$  – начальный диаметр струй;  $H$  – средняя высота падения струй ступени конденсатора;  $Pr = 1,5$  – число Прандтля для воды при температуре  $115^\circ\text{C}$ .

По этой формуле рассчитывается конденсация пара на струях воды для каждой ступени конденсации. Для начала вычисляется температура воды на выходе из нижней ступени конденсатора при условии суммарной конденсации во всех ступенях  $99\%$  пара. Затем определяется количество сконденсированного пара. После определения  $\varepsilon$  и  $\omega_{п.}$  для следующей выше ступени цикл расчета конденсации повторяется. Таким образом, просчитывается конденсация пара на всех ступенях конденсатора (рис. 3). Высота каждой ступени конденсации в расчете принята  $0,1 \text{ м}$ .

При использовании топливного нагревателя необходимо учесть потери тепла с отходящими газами [6]:

$Q_{о.г.нагр} = V_{нагр} \times t_{о.г.} \times (V_{п.г} \times C_{п.г} + V_0 \times (\alpha_{возд} - 1) \times C_{возд})$ , где  $t_{о.г.} = 200^\circ\text{C}$  – температура отходящих газов нагревателя;  $V_{п.г} = 8 \text{ м}^3/\text{кг}$  – объем продуктов горения топлива;  $C_{п.г} = 1,46 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$  – теплоемкость продуктов горения;  $V_0 = 7,7 \text{ м}^3/\text{кг}$  – расход воздуха для горения топлива;  $\alpha_{возд} = 1,2$  – коэффициент избытка воздуха для горения топлива;  $C_{возд} = 1,38 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$  – теплоемкость воздуха;  $V_{нагр} = Q_{топл} / Q_H^p = 0,021 \text{ кг}/\text{с}$  – количество топлива для нагревателя; здесь  $Q_{о.г.нагр} = Q_{у.с} - Q_{компр} - Q_{нас} = 594 \text{ кДж}/\text{с}$  – теплота, потребляемая установкой от нагревателя;  $Q_H^p = 29300 \text{ кДж}/\text{кг}$  – низшая теплотворность

Таблица 1

Значения материальных потоков установки

Наименование материального потока	Обозначение	Значение
Поток глины на входе устройства сушки	$G_{вх.к.с}$	3,9 кг/с
Скорость испарения влаги из глины в камере сушки	$G_{в.исп.к.с}$	0,35 кг/с
Поток воды через теплообменник камеры сушки	$G_{в.т.о}$	33 кг/с
Скорость течения воды в канале теплообменника	$\omega_{в.}$	1,39 м/с
Отношение массы воздуха к суммарной массе воздуха и пара на входе в компрессор	$\varepsilon_0$	0,006
Поток условного топлива для нагревателя установки	$V_{нагр}$	0,021 кг/с

Таблица 2

Значения энергетических потоков установки<sup>1</sup>

Наименование энергетического потока	Обозначение	Значение
Поток энергии на прогрев испаряемой воды до $100^\circ\text{C}^2$	$Q_{прогр.в}$	146 кДж/с
Поток энергии на испарение воды в камере сушки	$Q_{пара к.с}$	795 кДж/с
Количество тепловой энергии, запасаемое глиной в камере сушки <sup>2</sup>	$Q_{гл.к.с}$	431 кДж/с
Поток тепла в глину от теплообменника	$Q_{т.о}$	1372 кДж/с
Поток тепла при удалении излишков горячей воды из конденсатора устройства сушки в резервуар	$Q_{в.рез}$	172 кДж/с
Тепловые потери через теплоизоляцию устройства сушки	$Q_{т.у.с}$	12 кДж/с
Суммарное потребление тепловой энергии установкой	$Q_{у.с}$	615 кДж/с
Расчетная мощность электродвигателя водяного насоса	$N_{н.}$	4,8 кВт
Тепловой эффект от действия водяного насоса	$Q_{нас}$	4,2 кДж/с
Расчетная мощность электродвигателя для привода компрессора	$N_{к.}$	20 кВт
Тепловой эффект от действия компрессора	$Q_{компр}$	17 кДж/с
Потребление тепловой энергии установкой от нагревателя	$Q_{нагр}$	594 кДж/с
Потери тепла с отходящими газами нагревателя	$Q_{о.г.нагр}$	59 кДж/с
Теплота сгорания от топлива в нагревателе после учета потерь с отходящими газами	$Q_{топл}$	653 кДж/с (1866 кДж/кг)
<b>Примечания:</b>		
<sup>1</sup> Для пересчета энергетического потока из кДж/с в кВт делим его значение на $G_{в.исп.к.с} = 0,35 \text{ кг}/\text{с}$ .		
<sup>2</sup> Полагаем температуру глины на входе в сушку $0^\circ\text{C}$ .		

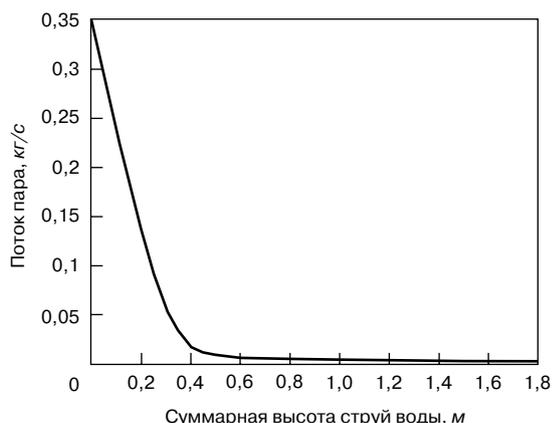


Рис. 3. График конденсации пара на струях воды от нижней ступени конденсатора до верхней

рабочего топлива (условное топливо). В результате вычисления получено  $Q_{0,г.нагр} = 59$  кДж/с.

В табл. 1–4 приведены основные параметры установок для сушки глины от 18 до 9% влажности.

Затраты тепловой энергии в устройствах сушки складываются из затрат на испарение воды, составляющих 2260–2380 кДж /кг влаги при температуре поверхности испарения 100–50°C, нагрев влажного материала, потери с отходящими газами и через теплоизоляцию корпуса устройства сушки. Общие затраты тепловой энергии при работе сушильных барабанов достигают 5900 кДж/кг влаги [7]. Для сушильного барабана почти все затраты являются невозвратными.

Общие затраты тепловой энергии в устройстве сушки (рис. 1), включая потери с отходящими газами, составляют 653 кДж/с, или 1866 кДж/кг влаги, испаренной из глины.

Из 653 кДж/с около 431 кДж/с аккумулируется в нагреваемой глине, что является резервом для экономии тепла при сушке кирпича-сырца (температура глины на выходе из сушилки 100°C), если формировать кирпич из горячей шихты без доступа воздуха. При наличии излишков тепловой энергии в сушильно-обжиговой печи эту тепловую энергию можно вернуть в установку для сушки глины. При таком построении технологической линии для производства кирпича невозвращенными затратами при сушке глины являются 34% общих затрат тепловой энергии, что в 10 раз меньше, чем при использовании сушильного барабана.

**Ключевые слова:** сушка глины, энергосбережение.

#### Список литературы

1. Усов С.М. Способ сушки сыпучих материалов и камера сушки для него. А. с. № 2348875 РФ // Опул. 10.03.2009. Б.И. №7. С. 1102.
2. Тарасов Ф.М. Тонкослойные теплообменные аппараты. М.—Л.: Машиностроение, 1964. 363 с.
3. Теплотехнический справочник / Под ред. В.Н. Юренина и П.Д. Лебедева. Т.1. М.: Энергия, 1975. 743 с.
4. Гельперин Н.И. Выпарные аппараты. М.—Л.: Госхимиздат, 1947. 380 с.
5. Разладин Ю.С., Сагань И.И., Стабников В.Н. Использование вторичных энергоресурсов в пищевой промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 231 с.
6. Справочник по производству строительной керамики / Под. ред. М.О. Юшкевича. М.: Госстройиздат, 1961. Т.1. 464 с.
7. Шлеель И.Ф. Агрегат подготовки сырья // Строит. материалы. 2002. № 2. С. 2.

## ИНФОРМАЦИЯ

### Научно-технический семинар

#### «Современный торкрет-бетон. Технология ремонта, восстановления и усиления строительных конструкций зданий и сооружений»

4 марта 2011 г. в Московском государственном строительном университете состоялся научно-технический семинар, посвященный особенностям использования торкрет-бетона в современных условиях при реконструкции и новом строительстве. Организаторами семинара выступили Институт строительства и архитектуры МГСУ, кафедра технологии строительного производства, Ученый совет отделения строительных наук РААСН. В работе семинара приняли участие специалисты ОАО «НИИЖБ им. А.А. Гвоздева», ОАО «ЦНИИС», ОАО «ЦНИИПромзданий», а также представители академического сообщества, работающие в области технологии торкретирования.

В рамках семинара был представлен ряд докладов представителей строительных компаний, научно-исследовательских и проектных институтов.

Выступление С.М. Баева, генерального директора ЗАО «Служба защиты сооружений», было посвящено современному состоянию технологии торкретирования в России и мировому опыту применения торкрет-бетона. Были освещены особенности современных технологий нового строительства, а также реконструкции и восстановления строительных конструкций



с использованием технологии торкретирования. В докладе было подчеркнuto, что преимущество торкретирования перед другими технологиями состоит в полной механизации процессов, возможности обработки вертикальных и потолочных поверхностей без опалубки и вибрирования и быстрым вводом в эксплуатацию отремонтированных зон за счет интенсивности набора прочности в условиях высоконапорного уплотнения.

Доклад заведующего сектором коррозии бетона ОАО «НИИЖБ им. А.А. Гвоздева» д-р техн. наук Н.К. Розенталя был посвящен коррозионному разрушению бетона конструкций и адекватным методам и технологиям ремонта. С результатами экспериментального исследования 48 составов торкрет-бетона присутствующих ознакомил заместитель заведующего лабораторией НИЦ «Строительных материалов и изделий» канд. техн. наук В.П. Иванов. В его сообщении были даны практические рекомендации по применению технологии торкретирования в работах по ремонту и усилению конструкций объектов транспортной инфраструктуры.

Заведующая лабораторией ОАО «НИИЭС» канд. техн. наук Т.А. Затворницкая выступила с докладом на тему «Применение торкрет-бетона для ремонта гидромеханических сооружений». Теоретическим основам уникальных характеристик и области применения фиброторкрет-бетона было посвящено информационное сообщение канд. техн. наук Ф.Н. Рабиновича.

В открытой дискуссии были отмечены современные проблемы применения технологии торкретирования для ремонта, восстановления и усиления строительных конструкций зданий и сооружений. Также была обоснована необходимость разработки нормативной и технической документации по применению торкрет-бетона на объектах морского, железнодорожного и автомобильного транспорта.

**По материалам Московского государственного строительного университета**

В.Я. ТОЛКАЧЕВ, д-р техн. наук, главный технолог ООО «Сибирский элемент» (Красноярск)

## Методы оценки технического и технологического состояния машин и механизмов керамического производства

Методы оценки технического и технологического состояния машин и механизмов керамического производства обычно сводятся к оценке зазоров в том или ином технологическом оборудовании, к выявлению причин брака, в основном формовочных на первых стадиях производственного процесса («драконов зуб», свилеобразная структура, S-образная трещина и т. д.), а также других видов брака, связанных с сушкой и обжигом. В литературе по производству керамических материалов дается ряд практических рекомендаций по ликвидации первичного брака, однако до настоящего времени никто не занимался глубоким анализом этих причин.

Авторами разработки «Адсорбционно-термометрические методы анализа дисперсных материалов» [1] выявлен ряд закономерностей, происходящих в дисперсных материалах при производстве тех или иных изделий. Выявленные закономерности положены в методологические основы экспресс-анализа и прогнозирования свойств исходных сырьевых компонентов и готовой продукции.

Проведенными наблюдениями (более глубокими в период 1993–2007 гг.) за работой машин и механизмов керамического производства установлено, что техническое состояние машины влияет на технологические свойства полуфабриката и готовой продукции. И хотя это известно давно, до настоящего времени никто не занимался глубоким анализом происходящих внутри машины технологических процессов и оценкой на основе этих данных технического состояния оборудования. Предложено использовать закономерности адсорбционно-термометрических методов для оценки технического и технологического состояния машин и механизмов керамического производства. На данный момент разработана программа для оценки технического состояния экструзионных машин [2–4]. Однако при

надлежащем подходе и подборе анализируемых характеристик разработка может быть перенесена на другие виды машин и механизмов — мельницы, смесители и т. д.

Сущность разработанного метода заключается в том, что в работающей машине происходит превращение одних видов энергии в другие. В частном случае в экструзионных машинах происходит превращение электроэнергии в полезную работу (процессы транспортирования приготовленной шихты, ее затворения, сжатия и в конечном итоге формования) и во вредную работу (кручение глиняной массы, трение массы о поверхности транспортирующей и формирующей частей машины, а также трение массы по самой массе в застойных зонах машины, т. е. превращение части затраченной электроэнергии на энергию трения и превращение последней в тепловую энергию).

Основная задача — достижение оптимальных технологических параметров работы машины за счет снижения затрат на превращение электрической энергии в тепловую.

Еще одной из основных причин начала выполнения исследований явилась слоистая структура керамического черепка (рис. 1), которая в свою очередь оказывает существенное влияние на физико-механические свойства готовой продукции.

При постановке задачи исследования высказано предположение, что изучение термодинамического режима работы машины, можно диагностировать трущиеся детали и прогнозировать технического состояния их отдельной части или всей машины в целом. В дальнейшем при более глубоком анализе системы глина—машина выявлено, что это тройная система глина—вода—машина. Анализировать можно систему в целом, а можно разделить попарно исходя из поставленной задачи — оценки технического или технологического состояния машины. Кроме того, получив информацию о тепловом состоянии



Рис. 1. Структура кирпича-сырца до внедрения мероприятий по ликвидации проворачивания массы

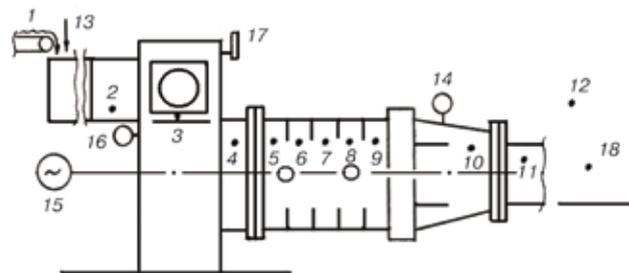


Рис. 2. Схема проведения измерений: 1 — конвейер подачи глины № 160, °С; 2 — корпус камеры предварительного сжатия, °С; 3 — корпус вакуум-камеры, °С; 4 — 9 — цилиндры, °С; 10 — выпорная головка, °С; 11 — брус, °С; 12 — окружающий воздух, °С; 13 — вода затворения, °С; 14 — давление экструзии, МПа (кг/см<sup>2</sup>); 15 — ток двигателя привода, А; 16 — защита, МПа (кг/см<sup>2</sup>); 17 — вакуум, %; 18 — производительность, резцов/мин

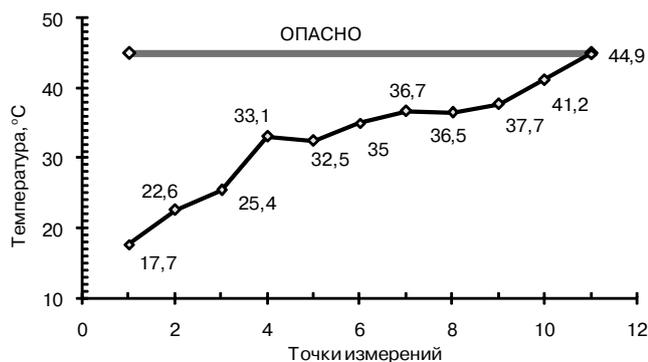


Рис. 3. Температурная характеристика системы глина-вода-машина

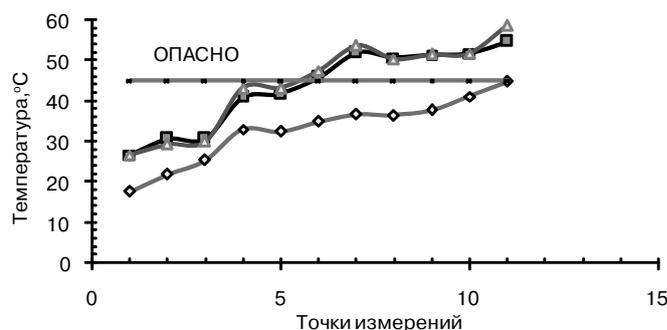


Рис. 4. Температурная характеристика системы глина-вода-машина (примеры)

машины, можно оценить, в каком технологическом режиме работает машина (нормальный или есть какие-либо отклонения), а также прогнозировать возможные технологические последствия, влияющие на качество готовой продукции. И если полученные результаты измерений не устраивают технолога по технологическим параметрам работы машины, возможно уже на этой стадии решать вопросы, связанные со срочностью проведения ремонтных работ.

Измерения по оценке технического состояния экструдера проводятся по схеме, приведенной на рис. 2.

Результаты измерений регистрируются в журнале, один из вариантов которого приведен ниже.

На рис. 3, 4 представлены температурные характеристики системы глина-вода-машина различных периодов эксплуатации. В идеальном состоянии температурная кривая должна быть близкой к прямой. Такое состояние присуще новой, еще не эксплуатированной машине. В процессе эксплуатации температурная кривая машины изменяется. Так, если ломаная температурная кривая не пересекает опасной температуры, то

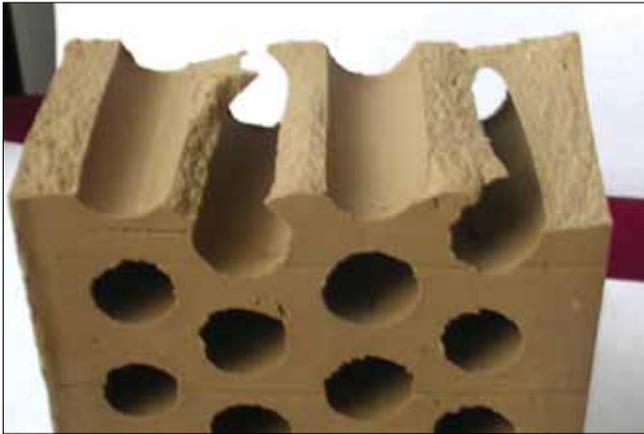
можно говорить о ее удовлетворительном состоянии. Если же кривая отличается от исходной (превышает опасную температуру или имеет отдельные пики), то это свидетельствует о неудовлетворительном состоянии узла или всей машины в целом. Однако это еще не все. Так, если температурная характеристика имеет все-таки ломаный вид (даже при удовлетворительном состоянии машины), то здесь можно говорить о несоответствии узлов формуемой части машины составу шихты или наоборот.

В таблице представлена форма журнала для регистрации результатов измерений.

Таким образом, стало возможным утверждать, что изменения температурной характеристики экструзионной машины свидетельствуют о ее техническом состоянии и о возможных последствиях технологического характера на структурные и физико-механические показатели в конечном итоге готовой продукции.

Анализируя термодинамические кривые состояния экструзионной машины, приведенные на рис. 3, 4, можно сделать следующие выводы.

Точка измерения	Дата, время, другие исходные данные							
	17.09.02 10.15 левая сторона	18.09.02 11.00 левая сторона	18.09.02 11.00 правая сторона	20.09.02 15.50 левая сторона	23.09.02 14.30 левая сторона	02.10.02 16.15 левая сторона	09.10.02 14.15 левая сторона	18.10.02 14.30 левая сторона
1		19,1	19,1	20,2	17,7	15,6	21	13,6
2	18,4	22,1	22,3	23,7	22,6	23,2	23,4	19,8
3	21,7	24,4	23,5	24,2	25,4	23,3	24,3	20,4
4	32,6	31,5	31,8	33,4	33,1	30,2	30,8	28,1
5	31	30,5	31,3	32,4	32,5	29,8	32,7	28,3
6	34,3	36,3	32,2	35,4	35	30,9	38	32,1
7	39,1	41	34	39,2	36,7	35,5	40,4	34,2
8	40	41,5	38,5	38,7	36,5	35,9	39,5	34,9
9	42,8	41,8	41,5	40,4	37,7	36,8	42,5	35,8
10	40,2	39,2	39,4	45,5	41,2	38,7	42,2	38,4
11	45,2	45,6	42,3	48,3	44,9	40,3	45,6	43,5
12	16	16,7	16,7	22,1	19,4	21,3	22,6	19
13		17	17	23,2	18,7	15,7	21	16
14		17	17	17	18	16	16,5	16
15		470	470	420	500	450	500	460
16					145	145	130	130
17					95	94	96	97
18					10	9	9,5	8



**Рис. 5.** Структура кирпича-сырца после внедрения мероприятий по ликвидации проворачивания массы

1. Первые превращения электрической энергии в тепловую происходят уже на первых стадиях смешивания и транспортировки керамической массы в смесителе и камере предварительного сжатия (рис. 3, 4, точки 1–2).

2. Нижние шнеки. Прокручивание керамической массы (концентрированной глиняной суспензии) в формующих шнеках начинается сразу же после ее попадания между витками шнека формующего цилиндра, о чем свидетельствует повышение температуры между точками измерений (точки 3–4).

Прокручивание сглаживается (выравнивается) с прохождением массой вакуум-камеры (точки 4–5).

Прокручивание массы увеличивается при ее прохождении через первую пару пальцев свилерезов (точки 5–6). Неожиданный вывод: несмотря на бытующее мнение, что пальцы свилерезы выравнивают массу, на самом деле это оказывается не так или не совсем так. Скорее всего они выполняют роль тормоза прокручивающегося потока массы, не более того.

Далее прокручивание массы увеличивается, о чем свидетельствует увеличение температуры (точки 6–7–8). Скорее всего, большими, чем по норме, зазорами между рубашкой и шнеками, либо возросшим износом самих рубашек (брони).

За счет торможения второй парой пальцев свилерезов температура падает (точки 8–9), что говорит об эффективности в их работе, т. е. они выполняют свою роль (в отличие от первой пары).

3. Повышение температуры выходящего из экструдера бруса закономерно ввиду разницы сечений выпорной головки и мундштука. Хотя предыдущие мероприятия и должны были выполнить свою функцию, на практике все выглядит несколько по-другому. Однако положительный эффект проведенной реконструкции машины дает неоспоримый результат в части улучшения структуры бруса и в части повышения сушильных качеств и марочности готовой продукции. А это главное (рис. 5).

Марка М125 стала редкостью за счет преобладания поступательного (прямолинейного) продвижения керамической массы в формующей части машины. Далее можно предполагать, что в цилиндре изменилось соотношение потоков: центральный и периферийный, снизилась прокрутка массы в шнеках, что, в свою очередь сказалось на температурной характеристике машины (рис. 3.) и на качестве готовой продукции.

4. Дополнительное снижение токовой нагрузки привода экструдера (с 560 до 480 А, а в период испытаний еще на 60 А) свидетельствует опять же о преобладании прямолинейной составляющей движения керамической массы в цилиндре экструдера над закручивающейся. Снижение токовой нагрузки – прямой итог сниже-

ния превращения электрической энергии в энергию трения и, как следствие, в тепловую.

Итак главная задача (токовая нагрузка) была главной, до тех пор пока марочность готовой продукции не упала до показателей, соответствующих марке М100 (рис. 1). В апреле 2002 г. автором предложено техническое решение, которое в корне изменило структуру керамического черепка (рис. 5). Марочность готовой продукции возросла до М150, М175, М200 и достаточно стабильно держится до настоящего времени. Токовая нагрузка, как отмечалось выше, снизилась.

Незамеченное ранее повышение температуры в зоне камеры предварительного сжатия, оказывается, также несет информацию о состоянии деталей и узлов формующей машины. Выявленное парение из камеры предварительного сжатия интуитивно, исходя из опыта работы подсказало, что необходимо вскрытие и осмотр этой части машины.

Таким образом, анализ кривых разогрева массы в экструзионной машине показал, что методика работает и в этой части машины. Следует более тщательно анализировать каждое изменение температурной картины всей машины и ее агрегатов.

**Выводы.**

1. Разработана методика диагностики технического, а с точки зрения технолога – технологического, состояния формующей машины.

2. Заложенные в разработке «Методы адсорбционно-термометрического анализа» методологические основы и открытые закономерности применимы в методике диагностики работы экструзионных формующих машин.

**Ключевые слова:** керамический кирпич, формование, формовочные экструзионные машины, технологическое состояние машин.

#### Список литературы

1. Толкачев В.Я., Бердов Г.И., Толкачева Н.П. Адсорбционно-термометрические методы исследования дисперсных материалов. Компьютерные технологии. Изд. 2-е. Красноярск: 2002. 270 с.
2. Толкачев В.Я. Диагностика экструзионных машин. Изд. 3-е. Красноярск: 2008. 55 с.
3. Толкачев В.Я. Технология качественной экструзии изделий из глин. Красноярск: Изд. Компьютерные технологии, 2009. 181 с.
4. Толкачев В.Я. Технологическая линия производства кирпича «AGEMAC» Красноярск: Изд. Компьютерные технологии, 2009. 602 с.

*Заявки на вышеперечисленные книги принимает автор*

**Валерий Яковлевич Толкачев**

660111, Россия, г. Красноярск,  
ул. Пограничников, д. 30,  
ЦПК ООО «Сибирский элемент»  
Телефон: +7(391) 256-47-34  
Факс +7(391) 256-49-98

С.А. ТОКАРЕВА, директор ЗАО «НИИкерамзит» (Самара); В.П. ПЕТРОВ, д-р техн. наук, Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## Сушка сырцовых гранул при производстве особо легкого керамзита

Вопросы сушки сырцовых гранул при производстве пористых заполнителей освещены в литературе недостаточно полно. Считается, что ввиду малости размеров в гранулах не возникает опасных напряжений, которые способны привести к значительным разрушениям. И если все же это происходит, то, по мнению ряда специалистов, не является серьезным нарушением технологии, поскольку образовавшиеся мелкие кусочки также вспучиваются. Практика, однако, показывает, что разрушение гранул, образование мелочи дестабилизирует процесс обжига, вынуждает снижать температуру вспучивания, что в конечном итоге ведет к повышению плотности заполнителей. Трещины, возникающие в гранулах по той же причине, снижают их прочность. Все это является неприемлемым для технологии высококачественного заполнителя.

**Тепло- и массоперенос в процессе сушки.** При сушке влажных материалов происходят одновременно два процесса: испарение влаги (массоперенос) и перенос тепла (теплообмен). Теплообмен, осложненный массопереносом, имеет специфические особенности по сравнению с чистым теплообменом.

Проблема сушки влажных материалов включает вопросы переноса тепла и массы внутри тела (внутренняя задача) и в пограничном слое на границе раздела фаз (внешняя задача). Результирующая интенсивность сушки зависит от условий переноса тепла и массы внутри тела и на границе раздела фаз. Интенсивность сушки максимальна, когда возможность переноса тепла и массы в пограничном слое соответствует возможности перемещения влаги и тепла внутри тела.

На интенсивность сушки влияют как внешние условия переноса тепла и массы, так и внутренние — перенос тепла и влаги внутри тела.

**Внешний тепло- и массоперенос.** Передача тепла к высушиваемому телу может осуществляться тремя путями — конвекцией, лучеиспусканием и теплопроводностью (кондукцией).

Конвективный теплообмен наблюдается при омывании тела газом (или жидкостью), имеющим температуру, отличную от температуры тела.

Уравнение теплообмена в стационарных условиях имеет вид:

$$Q = \alpha(t_c - t_n)F, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — коэффициент теплообмена,  $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$ ;  $t_c$  и  $t_n$  — температура соответственно среды и поверхности тела,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $F$  — поверхность испарения,  $\text{м}^2$ .

Коэффициент теплообмена зависит от гидродинамических условий обтекания тела жидкостью, газом, от свойств газа и т. д.

Условия переноса тепла от газа к телу описываются системами дифференциальных уравнений, которые не всегда могут быть решены применительно к конкретным условиям теплообмена. В этом случае экспериментально изучают условия теплообмена между телом и средой в зависимости от различных переменных факторов.

В практике сушки керамических материалов широкое применение нашли расчетные формулы А.В. Лыкова и А.Ф. Чижского [1, 2]. Скорость испарения воды с по-

верхности влажного материала согласно Чижскому можно вычислить по следующей формуле:

$$M = 1,1\beta_n(P_n - P_c), \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}), \quad (2)$$

где  $\beta_n$  — коэффициент массопереноса; по данным ВТИ,  $\beta_n = 0,00168 + 0,00128v$ ;  $P_n$  и  $P_c$  — парциальные давления насыщенного пара при температуре поверхности материала ( $t_n$ ) и среды ( $t_c$ ),  $\text{Н}/\text{м}^2$ .

**Внутренний тепло- и массоперенос.** Перенос массы внутри влажного тела может происходить в виде жидкости или пара, если фазовый переход осуществляется внутри капиллярного тела.

Коэффициент диффузии  $a_m$  зависит от влажности и температуры вещества. Для капиллярно-пористых тел с повышением влажности коэффициент диффузии увеличивается. Непрерывное увеличение  $a_m$  характерно для переноса влаги в виде пара; если же влага переносится в виде жидкости, значение  $a_m$  может оставаться постоянным. Для капиллярно-пористого коллоидного тела при наличии осмотической влаги изменение коэффициента  $a_m$  в зависимости от влажности происходит по сложной зависимости вследствие переноса влаги в виде пара и жидкости. По А.В. Лыкову коэффициент диффузии влаги равен:

$$a_m = [C/(1 - A\rho_w^e)] \cdot (T/1000)^n, \quad (3)$$

где  $A$ ,  $C$  и  $n$  — константы уравнения.

Для капиллярно-пористых тел (кварцевого песка и керамических паст, содержащих глину в количестве меньше 10%)  $A = 0,0032$ ;  $n = 20$ ;  $C = (0,7 - 50)105$ ; для капиллярно-пористых коллоидных тел (глин и керамических паст, содержащих глину в количестве более 10%)  $A = 0,0019$ ;  $n = 10$ ;  $C = 0,6 - 13$ .

Средняя интегральная влажность материала в условиях, когда на поверхности тела достигается гигроскопическая влажность и начинается период падающей скорости сушки, называется критической влажностью  $W_{кр}$ .

Значение критической влажности зависит от интенсивности сушки (скорости и температуры потока воздуха), размера тела и его начальной влажности. С увеличением скорости потока воздуха критическая влажность возрастает; также она зависит и от температуры среды при конвективной сушке. Критическую влажность в шарообразном теле по А.В. Лыкову можно определить из следующего выражения:

$$W_{кр} = W_r + 10Md/a_m D_0, \quad (4)$$

**Усадочные напряжения и деформации, возникающие при сушке.** В процессе сушки происходит усадка изделий, вызываемая удалением влаги. Неравномерность усадки может вызвать опасные напряжения, деформации и трещины. Усадка сырцовых гранул происходит в период постоянной скорости сушки и заканчивается после достижения гранулой критической влажности. Процесс усадки гранул можно представить в следующем виде. Влага, заполняя поры во влажном образце, образует на границе раздела гранула — воздух вогнутые мениски в капиллярах. В процессе сушки происходит испарение жидкости, и поверхностное натяжение ее в капиллярах увеличивается, что приводит к сжатию гранул. Размеры гранул сокращаются, до тех пор пока частички глины (порошка) не придут во взаимное соприкосновение, сопрождающееся трением между ними. Когда трение

достигнет величины, превосходящей силы поверхностного натяжения влаги в капиллярах, дальнейшее уменьшение размеров прекращается. Это соответствует моменту, когда средняя влажность гранул достигнет значения критической влажности  $W_{кр}$ . После этого усадка прекращается, а дальнейшее удаление влаги сопровождается лишь увеличением пористости гранул, так как капилляры освобождаются от находящейся в них влаги. Высушенные ранее наружные слои стремятся уменьшить свои размеры, а внутренние слои, сохраняющие первоначальный (или больший) размер, препятствуют усадке наружных. Происходит «недопущенная» усадка наружных слоев, и вследствие этого на поверхности гранул возникают растягивающие, а внутри – сжимающие усилия. Растягивающие напряжения по мере углубления внутрь гранулы постепенно уменьшаются и в нейтральных поверхностях становятся равными нулю (нейтральной условно можно назвать такую поверхность, в которой напряжения равны нулю, а влажность равна средней влажности тела). Затем знаки меняются, и начинают действовать сжимающие напряжения, которые достигают максимума в центре гранулы.

Несмотря на некоторую условность приведенной схемы напряжений, пользуясь законами теории упругости, А.В. Лыков показал, что величина возникающих напряжений в керамических изделиях пропорциональна разности влагосодержаний в центре и на поверхности изделия ( $\Delta w = U_{ц} - U_{пов}$ ) и коэффициенту линейной усадки  $\delta$ .

Таким образом, для данного конкретного материала критерием трещинообразования, определяющим допустимый режим сушки и возможность появления опасных напряжений и трещин, например во влажных гранулах, является максимально допускаемый перепад влажности между средней (интегральной) влажностью гранулы  $W_t$  и влажностью на ее поверхности  $W_{пов}$ , т. е.

$$\Delta w_{т. макс} = (W_t - W_{пов})_{макс}, \% \quad (5)$$

При условии параболического распределения влаги по сечению гранулы в период постоянной скорости сушки в качестве критерия трещинообразования можно и удобно использовать максимально допускаемый перепад влажности в центре гранулы  $W_{ц}$  и на ее поверхности  $W_{пов}$ .

Для шара численное значение максимально допускаемого перепада влажности между центром и поверхностью равно:

$$\Delta w_{макс} = 1,67(W_{ц} - W_{пов})_{макс}, \% \quad (6)$$

Для каждого материала и типа изделия существует своя максимально допустимая и безопасная в отношении образования трещин интенсивность (скорость) сушки гранул  $M_{макс}$ . В период постоянной скорости сушки (при условии, что перепад температуры в грануле  $\Delta t = 0$  и влага распределяется по закону параболы) максимально допустимую скорость сушки гранул диаметром  $d$  можно определить по следующему уравнению:

$$M_{макс} = a_m \cdot \Delta w_{макс} \rho_o / 100d, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}), \quad (7)$$

где  $\rho_o$  – плотность сухой керамической массы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $d$  – диаметр гранулы, м.

Минимально допустимую длительность обезвоживания сырца керамических тел сферической формы, безопасную в отношении возникновения трещин, в период постоянной скорости сушки  $Z_{1 мин}$  можно вычислить по формуле:

$$Z_{1 мин} = d^2(W_{нач} - W_{кр}) / 24a_m \Delta w_{макс}. \quad (8)$$

То есть минимальная безопасная скорость сушки в период усадки (период постоянной скорости сушки) пропорциональна квадрату диаметра гранулы.

И.М. Пиевским на основе значительного объема экспериментов и теоретических исследований доказано, что степень влияния интенсивности процесса сушки на внутренний массоперенос определяется гидрофильными свойствами материала (величиной мономо-

лекулярной адсорбции  $m$ ) [4]. Интенсивность испарения влаги с рабочей поверхности образца приводит к росту интенсивности внутреннего массопереноса, но с увеличением гидрофильности материала влияние интенсивности сушки на внутренний массоперенос уменьшается. Уменьшение коэффициента диффузии влаги с увеличением гидрофильных свойств материала объясняется увеличением в системе влаги более прочных форм связи. И.М. Пиевским получена следующая эмпирическая зависимость между коэффициентом диффузии влаги в материале и величиной мономолекулярной адсорбции:

$$a_m = 1 \cdot 10^{-4} / (0,054 + 0,612m), \text{ м}^2/\text{ч} \quad (9)$$

Количество связанной воды мономолекулярного слоя можно вычислить по формуле Лэнгмюра:

$$m = 100S_1 h \rho [c \cdot (P/P_s) / (1 + c \cdot P/P_s)], \quad (10)$$

где  $S_1$  – поверхность дисперсной фазы;  $h$  – толщина слоя воды мономолекулярного слоя, которую можно принять равной диаметру молекулы воды  $h = 2,76 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ ;  $\rho$  – плотность воды, равная единице;  $c$  – константа, характеризующая энергию адсорбции в первом слое;  $P/P_s$  – равновесное относительное давление.

Обработав результаты многочисленных экспериментов разных авторов, удалось установить, что между величиной мономолекулярной адсорбции и удельной поверхностью дисперсных материалов существует тесная корреляционная связь, которая с высокой вероятностью описывается следующим линейным уравнением:

$$m = 0,0225S, \% \quad (11)$$

где  $S$  измеряется в  $\text{м}^2/\text{г}$ .

Например,  $S = 100 \text{ м}^2/\text{г}$ , тогда  $m = 0,0225 \cdot 100 = 2,25\%$ ; или  $S = 4000 \text{ см}^2/\text{г} = 0,4 \text{ м}^2/\text{г}$  и  $m = 0,0225 \cdot 0,4 = 0,009\%$ .

Если предположить, что растрескивание гранул, происходящее в первом периоде сушки, вызвано возникающими в нем нормальными напряжениями  $\sigma_{xx}$ , превышающими предел прочности материала, то, опираясь на исследование [3], можно показать, что при интенсивности сушки  $M = 1,72 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  в поверхностных слоях гранул размером 20 мм возникают критические напряжения  $\sigma_{крит} = 100 \text{ кПа}$ , при которых в гранулах появляются трещины. То есть интенсивность сушки сырьевых гранул размером менее 20 мм не должна превышать  $M = 1,72 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  и прочность на разрыв керамической пасты при такой интенсивности сушки на конечном этапе не должна быть ниже величины  $\sigma_n = 100 \text{ кПа}$ .

Величину мономолекулярной адсорбции можно использовать в качестве критерия для сопоставления и оценки сушильных свойств сырья и расчетов состава шихты. В зависимости от величины мономолекулярной адсорбции керамические пасты предлагается делить на высокочувствительные  $m \geq (1,15 - 1,3\%)$  и малочувствительные  $m \leq 0,35\%$ .

Состав шихты, с позиций безопасной сушки гранул, может быть рассчитан по следующему уравнению:

$$m_{ш} = c_1 m_1 + c_2 m_2 + \dots + c_i m_i, \quad (12)$$

где  $c_1, c_2, \dots, c_i$  – доля компонентов в шихте;  $m_1, m_2, \dots, m_i$  – величины мономолекулярной адсорбции компонентов шихты; или

$$m_{ш} = 0,0225 (c_1 S_1 + c_2 S_2 + \dots + c_i S_i), \quad (13)$$

где  $S_1; S_2; \dots, S_i$  – удельная поверхность компонентов шихты.

Доказано, что рациональному составу шихты отвечает следующий оптимальный интервал величины мономолекулярной адсорбции:  $m_{опт} = 0,35 - 0,8\%$ .

Оптимальные параметры сушки сырьевых гранул. В табл. 1 приведены результаты экспериментов, реализованных с целью выявления влияния состава керамической пасты на параметры сушки сырьевых гранул и прочность высушенных образцов. Режим сушки во всех экспериментах был одинаковым и заключался в выдерживании сформованных образцов в помещении при температуре  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  в течение 48 ч [4].

Таблица 1

№ опыта	План опытов	m, %	$a_m \cdot 10^4$ кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	$M_{\text{макс}}$ кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	$z_{\text{мин}}$	$S$ , м <sup>2</sup> /г	$\sigma_{\text{ср}}$ , кПа	$W_p$ , %
1	abcde	0,549	2,58	11,1	4,02	24,4	126	13
2	bce	0,39	3,44	14,84	3,31	17,3	73	12,1
3	ac	0,12	7,85	45,22	0,67	5,3	50,6	11,4
4	cd	0,063	8,55	55,4	0,37	2,8	38,8	11,2
5	ab	0,54	2,59	10,89	3,87	24	114	12,8
6	bd	0,382	3,46	14,12	3,2	17	75,6	12
7	ade	0,111	7,88	43,65	0,59	4,9	44,2	11,2
8	e	0,055	8,62	54,06	0,32	2,4	27,8	11
9	Глина смышляевская	2,138	0,736	3,97	18	95	512	14,2
10	Глина кряжская	1,013	1,38	6,93	8,32	45	206,6	13,8

**Примечание.** В столбце двумя латинскими буквами обозначены верхние уровни факторов. Если буква отсутствует, значит, данный фактор находится на нижнем уровне. Буквой а обозначен 1-й фактор, b – 2-й, c – 3-й, d – 4-й, e – 5-й.

Таблица 2

Факторы	Верхний уровень, $x_i = +1$	Основной уровень, $x_i = 0$	Нижний уровень, $x_i = -1$	Интервал варьирования, $\Delta$
$X_1$ – вид глины	Смышляевская		Кряжская	
$X_2$ – содержание глины, %	25	15	5	10
$X_3$ – содержание НУЧ, %	8,5	5	1,5	3,5
$X_4$ – содержание ЛСТ, % (сверх 100%)	0,65	0,5	0,35	0,15
$X_5$ – удельная поверхность шлакового порошка, см <sup>2</sup> /г	4500	3500	2500	1000

Факторами, влияние которых на сушильные свойства керамических паст изучалось, являлись:

$X_1$  – вид глинистого сырья;

$X_2$  – содержание шлакового порошка;

$X_3$  – содержание НУЧ;

$X_4$  – содержание лигносульфонатов технических (ЛСТ);

$X_5$  – удельная поверхность шлакового порошка.

Условия кодирования факторов представлены в табл. 2.

Опыты проводили по плану дробной реплики вида 2<sup>5-2</sup>. План экспериментов приведен в графе 2 (табл. 1).

В графах 3–7 (табл. 1) приведены параметры сушки гранул, состав шихты которых определен матрицей планирования (вторая графа). Эти параметры вычисляли по следующим формулам:  $m(\%)$  – (11);  $a_m(\text{м}^2/\text{ч})$  – (9);  $M_{\text{макс}}$  (кг/(м<sup>2</sup>·ч) – (7);  $z_{\text{мин}}$  (мин) – (8). Суммарную поверхность компонентов шихт  $\Sigma S$ , (м<sup>2</sup>/г), вычисляли простым сложением поверхностей составляющих шихт.

В 8-й графе приведена прочность высушенных гранул на сдвиг, полученная экспериментальным путем.

В последней графе (табл. 1) приведены значения влажности образцов в момент их испытания. Эту влажность можно считать равновесной.

После высушивания прочность гранул на сдвиг увеличилась в среднем в 13 раз (от 6 до 20 раз). Только в четырех случаях – в 1-м, 5-м, 9-м и 10-м опытах прочность на срез оказалась выше контрольной величины  $\sigma_{\text{ср}} = 100$  кПа. Отметим, что эта величина получена для оптимальных значений  $m = 0,4 - 0,5\%$ . При значениях  $m \leq 0,4$  повышается влагопроводность материала и, как следствие, уменьшаются усадка и напряжения в гранулах, т. е. целостность гранул сохраняется и при более низкой прочности на сдвиг.

Обработкой результатов опытов методами регрессионного анализа установлены следующие линейные уравнения между некоторыми параметрами системы:

$$\sigma_{\text{ср}} = 68,8 + 15,0x_1 + 28,4x_2; \quad (14)$$

$$z_{\text{мин}} = 2,044 + 0,248x_1 + 1,556x_2; \quad (15)$$

$$m = 0,246 + 0,054x_1 + 0,189x_2. \quad (16)$$

В уравнениях значения факторов даны в кодовом масштабе.

Основное влияние на сушильные свойства гранул оказывают дисперсность и количество вводимой глины. Более дисперсная смышляевская глина оказывает и наибольшее влияние на прочность сырых и высушенных гранул.

Между прочностью на сдвиг высушенной до равновесной влажности керамической пасты и удельной поверхностью дисперсной фазы просматривается тесная корреляционная связь, коэффициент корреляции равен  $r = 0,9$ . Зависимость прочности пасты на срез от удельной поверхности дисперсной фазы достаточно надежно описывается линейным уравнением:

$$\sigma_{\text{ср}} = 5,45S \text{ кПа}. \quad (17)$$

Эту формулу и уравнения (14) – (17) можно применять при выполнении предварительных расчетов режимов сушки сырьевых гранул до равновесной влажности и предварительной оценки сушильных свойств разрабатываемых составов.

**Ключевые слова:** сырьевые гранулы, процесс сушки, растрескивание, тепломассоперенос.

#### Список литературы

1. Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 470 с.
2. Чижский А.Ф. Сушка керамических материалов и изделий: монография. М.: Стройиздат, 1971. 178 с.
3. Петров В.П., Макридин Н.И., Ярмаковский В.Н. Пористые заполнители и легкие бетоны. Материаловедение. Технология производства. Самара: СГАСУ, 2009. 435 с.
4. Пиевский И.М., Гречина В.В., Назаренко Г.Д., Степанова А.И. Сушка керамических материалов пластического формования: монография. Киев: Наукова думка, 1985. 142 с.



# CERAMICS CHINA 2011

Guangzhou Pazhou  
May·2011

[www.ceramicschina.net](http://www.ceramicschina.net)

## CCPIT Building Materials Sub-council

Phone: 86-10-88375093 Fax: 86-10-68362773

E-mail: [info@ceramicschina.net](mailto:info@ceramicschina.net) [mark@ccpitbm.org](mailto:mark@ccpitbm.org)

Official Magazine: Asian Ceramics



# В Москве открыт новый офис фирмы **KELLER HCW GmbH**

В ноябре 2010 г. компания KELLER HCW GmbH открыла новый офис. Интересы компании KELLER HCW представляет теперь ООО «Келлер Восток», что позволит выполнять заказы по модернизации, переоснащению оборудования, поставке запасных и быстроизнашивающихся частей, обеспечивая таким образом высококачественное обслуживание 16 кирпичных заводов, которые построены в России компанией KELLER HCW начиная с 1980 г.

Кроме того, все заводы, специализирующиеся на изготовлении строительной керамики, могут быть обеспечены необходимым оборудованием и деталями. В первую очередь это касается кирпичных заводов, фирмы-поставщики которых больше не существуют.



Новый офис ООО «Келлер Восток» в Москве



Сотрудники офиса: Готтфрид Ристль, Светлана Ходулапова, Азимжон Ахмедов, Константин Веревкин

## ООО «Келлер Восток» предлагает следующие услуги:

- Поставка качественных запасных и быстроизнашивающихся деталей внутри страны (за отечественную валюту) на следующих условиях:
  - DDP (поставка к заказчику с таможенным оформлением)
  - DAP (поставка к заказчику без таможенного оформления)
  - DAT (поставка до терминала без таможенного оформления)
- Работы по реконструкции, расширению, модернизации производства, включая комплексную производственную линию: отделение массоподготовки, станки и машины, сушилку, печь, участок разгрузки и упаковки.
- Наладка и техобслуживание, изменение систем управления (с S5 на S7), переход на другие форматы
- Телесервис
- Консультации и поддержка специалистов при переходе на новые виды сырья, вскрытие новых сырьевых карьеров, их профессиональная разработка, рекомендации по хранению сырья, исследование сырья
- Организация обучения по автоматизации, обслуживанию роботов, по системам управления роботами, по сервисному обслуживанию

## **КЕЛЛЕР ВОСТОК**

**Вы найдете нас в Интернете: [www.keller-hcw.ru](http://www.keller-hcw.ru)**

**ООО «Келлер Восток»**

**127287 г. Москва, ул. 2-я Хуторская, д. 38а, стр. 9, офис 31**

**Метро «Дмитровская» или «Динамо»**

**Тел.: +7 (495) 646 28 21. Факс: +7 (495) 646 28 34**

**Моб. тел.: +7 (495) 211 47 49**

В.А. ИЛЬИЧЕВ, д-р техн. наук, академик, первый вице-президент РААСН,  
Н.И. КАРПЕНКО, д-р техн. наук, академик, академик-секретарь РААСН,  
В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ, канд. техн. наук, зав. лабораторией НИИСФ РААСН, советник РААСН

## О развитии производства строительных материалов на основе вторичных продуктов промышленности

Под вторичными продуктами промышленности (ВПП) или вторичными минеральными ресурсами (ВМР) обычно понимают многотоннажные техногенные отходы. Этот давно устоявшийся общепринятый термин нельзя считать корректным. Так, выдающийся ученый-металлург академик АН СССР И.П. Бардин в своих трудах писал: «...металлургические шлаки – не отходы, а ценный строительный материал». В зарубежной практике термин «отходы» (англ. wastes) используют применительно только к бытовым отходам, а термин «вторичные продукты» (англ. by-products) – применительно к таким материалам, как металлургические шлаки, золы и шлаки ТЭС и т. п.

В 1996 г. Указом Президента РФ утверждена концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию и приняты федеральная целевая программа «Отходы», Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», Федеральный закон «О государственной экологической экспертизе». Вместе с тем загрязнение окружающей среды продолжает оставаться одной из актуальнейших проблем нашей страны [1, 2]:

- на свалках, полигонах и в хранилищах скопились миллиарды тонн отходов, из которых более 5% токсичные;
- ежегодно для складирования твердых вторичных продуктов промышленных предприятий выделяется более 2 тыс. га земельных площадей, пригодных для нужд сельского хозяйства и необходимых для развития жилищного строительства;
- из 1037 городов только 19% имеют благополучную или удовлетворительную экологическую обстановку;
- по разным источникам, утилизируется только от 5 до 10% общего объема промышленных отходов.

В январе 2008 г. при рассмотрении этой проблемы на заседании Совета безопасности Российской Федерации по вопросам экологии Президент РФ Д.А. Медведев предложил создать в стране *новую отрасль индустрии – отходоперерабатывающую*. Актуальность этого предложения очевидна не только с позиций решения экологической проблемы, но и также:

- с позиции обеспечения сырьевыми ресурсами строительной индустрии, которая потребляет до 50% общего объема добываемых природных ресурсов и на которую в структуре грузоперевозок приходится не менее 25%; следует учитывать, что износ активной части основных фондов горных предприятий страны составляет около 70%, а в производстве нерудных строительных материалов он еще выше; кроме того, во всем мире наблюдается прогрессирующий рост цен на природную минеральную продукцию, например, по данным Росстата, цены на щебень из плотных горных пород выросли за последние 5 лет почти на 100% [3]; наконец, известно,

что запасы природных ресурсов не беспредельны и многие из них находятся на грани истощения;

- с позиции необходимости сбережения энергетических ресурсов, что заставляет вести поиск аналогов традиционных строительных материалов (таких, например, как портландцемент), но существенно менее энергоемких, основой которых и являются, как будет показано ниже, низкоэнергоемкие продукты переработки ВПП [4];

– с позиции решения задачи освобождения огромных земельных площадей, занятых отвалами (особенно это относится к накопленным отвалам золошлаков ТЭС и ГРЭС), объем которых составляет почти 2 млрд т, из-за чего ситуация в энергетике приближается к критической, то есть если не начать интенсивную разработку отвалов одновременно с полной переработкой и утилизацией золошлаков текущего выхода, то, по оценкам специалистов-энергетиков, многие ТЭС и ГРЭС придется закрывать максимум через 5–10 лет.

Известно, что основными строительными материалами конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного назначения являются в настоящее время и остаются на обозримую перспективу бетоны: тяжелые, легкие (марок по плотности от D600 до D2000), особо легкие (марок от D150 до D500) и ячеистые (марок D500 и выше).

В соответствии с проектом «Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 г.» предполагается увеличить к 2020 г. производство для бетонов различных видов:

- цемента – с 52 до 98 млн т;
- продуктов переработки нерудных материалов (заполнителей бетонов) – с 0,13 до 0,37 млрд м<sup>3</sup>.

Если учесть, что кроме строительной индустрии будут развиваться и другие отрасли хозяйства страны, то возможные объемы изъятия природных сырьевых ресурсов могут вызвать губительные последствия для среды обитания человека при соответствующих объемах выбросов и накопления вторичных продуктов промышленности.

В то же время специалистами РААСН подсчитано, что рациональное использование многотоннажных ВПП только текущего выхода, прежде всего металлургии и топливной энергетике, причем по разработанным уже технологиям, позволяет удовлетворить потребности предприятий стройиндустрии в вяжущих и заполнителях для бетонов в настоящее время более чем на 50% [5].

**Переработка шлаков и шламов текущего (годового) выхода:**

А. *Черной металлургии* (доменного\*, ферросплавного, конвертерного и электросталеплавильного произ-

\* Имеются в виду объемы, остающиеся после удовлетворения потребностей цементной индустрии в использовании активных минеральных добавок из доменных граншлаков (до 20% по ГОСТ 10178–85 и до 35% по ГОСТ 31108–2003).

водства) в объеме около 55 млн т в год — в альтернативные традиционным строительные материалы позволит произвести:

- шлакопортландцемента и малоклинкерных (содержание цементного клинкера ЦК≤40%) композиционных вяжущих — более 30 млн т ежегодно;
- плотных заполнителей для тяжелых, в том числе мелкозернистых бетонов, — около 8 млн м<sup>3</sup> ежегодно;
- пористых заполнителей для легких, в том числе мелкозернистых бетонов, — около 12 млн м<sup>3</sup> ежегодно.

Б. *Цветной металлургии* (никелевого, медно-никелевого производства и производства глинозема для выплавки алюминия):

- композиционных малоклинкерных вяжущих (содержания ЦК≤50%) — около 3 млн т ежегодно;
- плотных заполнителей для тяжелых, в том числе мелкозернистых бетонов, — около 15 млн м<sup>3</sup> ежегодно;
- пористых заполнителей для легких мелкозернистых бетонов — около 2 млн м<sup>3</sup> ежегодно.

В. *Топливной энергетики* (золы-уноса и гранулированных шлаков ТЭС и ГРЭС):

- в композиционные малоклинкерные вяжущие (содержание ЦК≤40% при использовании основных зол и ЦК≤50% при использовании кислых зол) — в объеме около 12 млн т ежегодно;
- в пористые заполнители для легких бетонов — в объеме более 14 млн м<sup>3</sup> в год;
- в плотные заполнители для тяжелых бетонов — в объеме около 6 млн м<sup>3</sup> в год.

Таблица 1

Структура производства цемента в странах Евросоюза (по EN197-1:2000)

Тип цемента	Содержание мин. добавок, %	Доля в % по годам			
		1990	2000	2003	2009
CEM I	0–5	45	35,3	31,9	25
CEM II	6–35	43	49,6	52,1	57
CEM III,IV,V	36–95	12	15,1	16	20

Таблица 2

Структура производства цемента в странах Евразии

Страна	Общий объем производства цемента, млн т/год	Доля шлакопортландцемента в общем объеме, %	
		2004	2009
Китай	1,05	25,5	36
Индия	0,16	35	41
Япония	0,072	21,6	32
Южная Корея	0,056	18,8	27

Таблица 3

Структура производства цемента в России (по ГОСТ 10178)

Тип цемента	Доля от общего объема выпуска, %	
	1988 (СССР)	2009 (РФ)
Общий объем выпуска, млн т	137,7	52,5
ПЦ-Д0	8	32,5
ПЦ-Д5-Д20	61,5	59,4
ШПЦ	26	5
Прочие	4,5	3,1

Как будет показано ниже, использование таких альтернативных традиционным исходных материалов для бетонов позволит сократить энергетические и материальные затраты на производство бетонов и изделий из них более чем на 30%. Это становится особенно актуальным с постоянным ростом цен на энергоносители, что неминуемо влечет за собой рост цен на строительные материалы. Если учесть возможность разработки по соответствующим технологиям отвалов ВПП и переработки последних в альтернативные традиционным и более эффективные строительные материалы, то потребность предприятий стройиндустрии в сырье будет обеспечена в потенциальных объемах 2020 г.

**Цементы.** В первую очередь это касается цементной индустрии, развитие структуры которой в России идет в обратном направлении по сравнению с общемировыми тенденциями. Например, в странах Европы с целью сокращения объема изъятия природных ресурсов, в частности известняка, для производства цементного клинкера с целью *снижения энергозатрат на обжиг* и соответствующего сокращения объемов выброса CO<sub>2</sub> в атмосферу значительную часть клинкера (35–95%, в зависимости от типа и марки вяжущего) заменяют гидравлически активными минеральными добавками из ВПП, главным образом переработанными по соответствующим технологиям металлургическими шлаками, золами и шлаками ТЭС и др. Относительные объемы производства таких композиционных вяжущих, выпускаемых в соответствии с Евростандартом EN 197-1:2000 «Цементы. Часть I. Состав, технические требования», заметно растут, и, наоборот, доля чисто клинкерных (бездобавочных) цементов существенно сокращается [6].

По данным Cembureau of Europe and Portland Cement Association, производство цемента с минеральными добавками из ВПП от 36 до 95% СЕМ III, СЕМ IV, СЕМ V (шлакопортландцемента, пуццоланового и композиционного цемента) с 1990 г. по 2009 г. увеличилось с 12 до 20%, то есть более чем в 1,5 раза (табл. 1).

Аналогичная картина наблюдается и в цементной промышленности Северной Америки и Канады. Здесь в целях стимулирования производства так называемых смешанных цемента (Blended Cements) с содержанием АМД более 50% действует стандарт ASTM C595M–97 Blended Hydraulic Cement [7]. В США, например, отказались от производства собственного цементного клинкера исходя из интересов охраны окружающей среды и практически прекратили разработку карьеров известняка. Заводят цементный клинкер из Мексики и производят Blended Cements, смешивая клинкер с собственными техногенными отходами или продуктами их переработки.

Развитие структуры производства цемента в России происходит, к сожалению, в обратном направлении в сравнении не только со странами Европы, но и со странами Евразии. Например, производство шлакопортландцемента в России сократилось с 1990 г. с 25 до 5% (табл. 2–3).

В то же время ведущими институтами России (НИИЖБ, НИИЦемент, МГСУ, НИИСФ и др.) с участием специалистов РААСН разработаны и успешно апробированы на практике технологии производства малоклинкерных (экономия клинкера до 70%) композиционных вяжущих активностью 40–50 МПа на основе вторичных продуктов промышленности [4, 8, 9]. Такие вяжущие, названные Ю.М. Баженовым [9] многокомпонентными композиционными цементами, включают вяжущие низкой водопотребности ВНВ, получаемые совместным помолом цементного клинкера, дисперсных минеральных добавок из ВПП и добавки порошкообразного суперпластификатора типа С-3. Они включают также и тонкомолотые цементы (ТМЦ) [8] (того же типа, но без добавки С-3).

Таблица 4

Ориентировочные суммарные затраты технологического топлива на производство композиционных малоклинкерных вяжущих (КМВ) в сравнении с портландцементом той же активности

Вид цемента как вяжущего	Количество минеральной добавки, кг/т	Количество сухого С-3, кг/т	Расход на 1 т. вяжущего							Суммарный расход, кг у. т./%
			Условного топлива, кг			Электроэнергии, кВт/ч				
			на обжиг клинкера	на сушку добавки	всего	на различные техн. переделы	на помол	на С-3	всего	
ПЦ500-Д0	0	0	220	–	220	75	40	–	115	257/100
КМВ-50	500	10	110	10	120	38	60	35	133	162/63
КМВ-30	700	6	66	14	80	23	60	21	21	115/46

Таблица 5

Затраты технологического топлива на производство композиционных малоклинкерных вяжущих типов ВНВ и ТМЦ, приведенные к 1 м<sup>3</sup> бетона

Вид цемента	Общий расход энергии в кг у. т./м <sup>3</sup> бетона классов					
	В15 (М400)	В22,5 (М300)	В30 (М400)	В37,5 (М500)	В45 (М600)	В55 (М700)
ПЦ500-Д0	64,3	77,1	93,8	115,6	147,3	–
КМВ-50	–	48,6	56,7	76,1	84,5	–
КМВ-30	29,9	39,1	48,3	–	–	–

Энергозатраты на производство таких вяжущих от 1,5 до 2,5 раз, в зависимости от относительного содержания клинкера, от типа активных минеральных добавок и их содержания, ниже в сравнении с традиционными бездобавочными цементами тех же марок (табл. 4).

Энергозатраты на производство композиционных вяжущих в сравнении с традиционным бездобавочным портландцементом, приведенные к 1 м<sup>3</sup> бетона разных классов по прочности, также в среднем в 1,5–2 раза ниже (табл. 5).

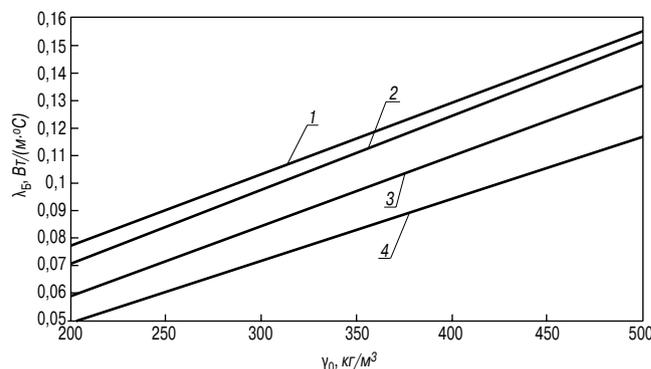
Имеются убедительные примеры эффективного использования и применения композиционных малоклинкерных вяжущих различных видов как в легких (конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных), так и в тяжелых бетонах.

Особое внимание здесь следует уделить классу низкотеплопроводных и низкосорбционно-активных композиционных малоклинкерных (содержание цементного клинкера от 10 до 40%) вяжущих на основе металлургических шлаков, шламов и золы-уноса. Разработка этого класса вяжущих впервые была начата НИИЖБ совместно с НИИСФ около 20 лет назад [4, 10] для конструкционно-теплоизоляционных бетонов (керамзитобетон, шлакопемзобетон и др.), применяемых ранее преимущественно в однослойных ограждающих конструкциях. При этом исходили из того, что цементный камень, составляющий до 40% от общего объема умеренно поризованного (объем воздухововлечения 10–12%) конструкционно-теплоизоляционного бетона, является его наиболее теплопроводным компонентом: по обобщенным данным различных исследователей, коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ ) портландцементного камня составляет от 0,54 до 0,72 Вт/(м·°С), в то время как величина  $\lambda$  зерна пористых заполнителей различных видов и разной плотности существенно меньше – от 0,15 до 0,3 Вт/(м·°С).

Применение низкотеплопроводных КМВ (табл. 6) наиболее эффективно в конструкционно-теплоизоляционных легких бетонах, применяемых для неармированных изделий, в частности для стеновых блоков, и особенно в теплоизоляционных бетонах, применяемых как для сборного варианта изделий, например в теплоизоляционных плитах, так и для монолитной теплоизоляции ограждающих конструкций. Для таких бетонов

не регламентируется содержание портландцементного клинкера с позиций обеспечения пассивирующего действия бетона по отношению к стальной арматуре, а именно не регламентируется условие необходимости поддержания щелочной среды в порах бетона [ $pH \geq 11,8$ ]. Очевидно, что применение в таких бетонах портландцемента нерационально ни с экономических позиций, ни с позиций обеспечения требуемых показателей тепло-технических свойств, учитывая отмеченную выше относительно высокую теплопроводность цементного клинкера. Здесь особенно эффективны малоклинкерные или даже бесклинкерные композиционные вяжущие (табл. 6).

Эффективность применения относительно низкотеплопроводных КМВ в особо легких бетонах конструкционно-теплоизоляционного (марок по плотности от D300 до D500) и теплоизоляционного (марок D150–D250) назначения иллюстрируется на примере полистиролбетона (ПБ) на рисунке. Видно, что величина  $\lambda$  ПБ для условия эксплуатации Б ниже на 25–35%, в зависимости от марки по плотности бетона, при изготовлении его на КМВ (с ЦК = 30%) и на 18–26% – при изготовлении на пластифицированном и активированном шлакопортландцементе (ПА ШПЦ).



Зависимость коэффициента теплопроводности ( $\lambda_B$ ) полистиролбетона (условие «Б» по СНиП 23-02–2003) от плотности его в сухом состоянии ( $\gamma_0$ ) при использовании вяжущих различных видов: 1 – портландцемент; 2 – шлакопортландцемент; 3 – пластифицированный и активированный шлакопортландцемент; 4 – композиционное малоклинкерное вяжущее (ВНВ-25) на основе доменного граншлака

Таблица 6

Вид и марка вяжущего	Коэффициент теплопроводности цементного камня ( $\lambda_{ц.к.}$ ) в сухом состоянии, Вт/(м·°С)
Портландцемент (ПЦ) вольский М500Д0	0,655–0,72
Портландцемент белгородский М400Д20	0,54–0,62
Шлакопортландцемент (ШПЦ) липецкий М400	0,49–0,525
Шлакопортландцемент староскольский пластифицированный активированный (ПА ШПЦ), $R_a = 50$ МПа	0,45–0,47
Композиционное малоклинкерное вяжущее (МКВ):	
– на доменном граншлаке $V_{ц.к.} = 30\% + С-3$ (ВНВ–30), $R_a = 40$ МПа;	0,39–0,41
– на доменном граншлаке $V_{ц.к.} = 50\% + С-3$ (ВНВ–50), $R_a = 50$ МПа;	0,42–0,44
– на бокситовом шламе $V_{ц.к.} = 50\%$ (ТМЦ–50), $R_a = 40$ МПа	0,44–0,46

Примеры применения КМВ указанного класса на практике:

– на заводе ЖБИиК «Череповецметаллургхимстрой» – композиционного малоклинкерного вяжущего (содержание клинкера всего 30–40%) типа вяжущего низкой водопотребности (ВНВ) на основе металлургического шлака ЧерМК (сейчас «Северсталь») [4].

– на заводе ЖБИ КМА «Проектжилстрой» успешно внедрена технология изготовления активированного и пластифицированного шлакопортландцемента [10].

Однако эти примеры, к сожалению, пока единичны. С начала приватизации цементной промышленности развитие ее идет только в одном направлении, действует только один принцип – подороже продать цемент. В результате производство низкоэнергоемкого, экономичного и в то же время самого эффективного в монолитном строительстве шлакопортландцемента (ввиду его относительно низкой экзотермии, что важно при бетонировании больших объемов) постоянно сокращается.

Далее следует отметить разработанную в последние годы технологию производства композиционного малоклинкерного вяжущего типа ВНВ нового поколения, а именно в отличие от вышеописанных видов высокомарочного (активностью от 65 до 84 МПа по ГОСТ 31108 и 30744) при содержании цементного клинкера соответственно от 30 до 70% [11].

Основа разработки высокомарочного малоклинкерного смешанного вяжущего – существенное повышение энергии связей (химических, физико-химических, ковалентных или квантово-механических) между гидратами и гидратами на частицах цементного клинкера с поверхностью минеральных компонентов из техногенных отходов в составе цементного вяжущего и бетона соответственно [12].

Высокоактивное смешанное вяжущее со сформированной таким образом внутрискруктурной плотной контактной зоной цементного камня характеризуется механохимически привитым металлоорганическим комплексом, т. е. в готовом продукте не содержится свободный модификатор  $M_{своб}$ , в данном случае свободный полинафталинсульфонат.

Такое вяжущее представляет собой, по существу, второе поколение известных вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) и названо авторами ЦНВ. Отличается оно от первого поколения ВНВ [4, 8, 9] кроме отсутствия  $M_{своб}$  и высокой активности при незначительном содержании ЦК тем, что может производиться на основе современных портландцементных клинкеров, характеризующихся массовым недожогом, обусловленным жесткой экономией цементными заводами резко подорожавшего технологического топлива. Обеспечивается эта возможность использованием специальной добавки, нейтрализующей образующиеся в ЦК с недожогом маргинальные фазы (алюминатные и ферритные) – противоположно заряженные примеси, которые могут вызывать

образование блуждающих токов и соответственно электрохимическую коррозию стальной арматуры.

Высокоактивное ЦНВ производится путем высокоинтенсивного помола клинкера или домолы цемента на его основе совместно с минеральными компонентами (добавками) из вторичных продуктов промышленности комплексной химической добавкой, включающей: нейтрализатор заряженных примесей в момент их выхода в жидкую фазу бетонной смеси, связывающий их в нормальные гидратные фазы и предотвращающий таким образом их последующее вредное влияние на прочность и долговечность армированного сталью бетона; водопонижающий компонент; ускоритель твердения.

Основные строительно-технические характеристики высокомарочных ЦНВ опытно-промышленных партий, с 2010 г. выпускаемых ЗАО «Геостром» в г. Сергиев Посад Московской области и успешно проверенных с участием НИИЖБ в высокопрочных бетонах, приведены в табл. 7.

Отмеченный выше опыт заводов ЖБИиК «Череповецметаллургхимстрой», ЖБИ КМА «Проектжилстрой» и ЗАО «Геостром» показывает, что наиболее эффективна организация целевого производства малоклинкерных композиционных вяжущих на предприятиях стройиндустрии, непосредственно использующих эти вяжущие в производстве изделий и конструкций. Данные предприятия стройиндустрии действуют в регионах (районах) дислокации крупных промышленных предприятий металлургии или объектов тепловой энергетики (крупных ТЭС или ГРЭС), производящих отходы, продукты переработки которых можно эффективно использовать в качестве компонентов композиционных вяжущих, впрочем, как и компонентов сырьевой шихты для производства пористых заполнителей.

**Заполнители.** Ведущими институтами страны, в первую очередь НИИЖБ, МГСУ, УралНИИЧМ, НИИкерамзит и др., с участием специалистов РААСН разработан ряд низкоэнергоемких и экологически чистых технологий производства заполнителей как для тяжелых, так и для легких конструктивных, в том числе высокопрочных, бетонов на основе крупнотоннажных вторичных продуктов промышленности [13]. При этом используются ВПП как текущего выхода, что наиболее эффективно, так и из отвалов промышленных предприятий, имеющих технологические карты этих отвалов и осуществляющих соответствующий контроль.

Наиболее эффективны в бетонах *безобжиговые пористые заполнители* из шлаков текущего выхода (шлаковых расплавов): доменных, ферросплавных и электротермофосфорных. Энергозатраты на их производство от 5 до 10 раз ниже в сравнении с заполнителями из природного сырья (плотными – из горных пород и пористыми – из глинистого сырья); себестоимость производства ниже в 3–5 раз. Эффективны и заполнители из золы сухого отбора (золы-уноса) и шлаков топ-

Основные строительно-технические характеристики высокомарочных ЦНВ (по данным ЗАО «Геостром»)

№ состава	Вид (вещественный состав) цемента	Доля клинкера, %	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг по ПСХ	Прочность при сжатии по ТУ <sup>1)</sup> с пониженным В/Ц, совпадающим по распылу конуса (140–150 мм) с нормальным В/Ц / по ГОСТ 31108 и ГОСТ 30744 с постоянным В/Ц, через сутки НВТ и после ТВО			
				1	3	28 с НВТ	после ТВО
1	ЦНВ-100	100	450	51,7/39,8	70,1/ –	92,5/78,2	80,5/59,6
2	ЦНВ-80: 10% ДГШ, 10% ПС	80	485	30,9/22,9	52,1/ –	92,5/84	54,1/50,9
3	ЦНВ-50: 25% ДГШ, 25% ПС	50	425	26,7/22,6	–	85,0/74,1	48,9/44,2
4	То же	50	505	30,7/26,7	–	92,1/77,2	58,3/47,6
5	ЦНВ-30: 35% ДГШ, 35% ПС	30	570 <sup>2)</sup>	12/8,9	–	81,7/65,6	49,3/28,1
6	ЦНВ-70: 30% зола-уноса ТЭС	70	385 <sup>3)</sup>	25,8/21,3	49,8/42,2	82,2/72,5	–

**Примечания:** НВТ – нормально-влажностное твердение; ТВО – тепловлажностная обработка (пропаривание) по ГОСТ 10178 и ГОСТ 30744; ПС – песок строительный (кварцевый) с модулем крупности 2,5.

<sup>1)</sup> ТУ 21-26-20-92 «Вязущие низкой водопотребности». НИИЦемент, ВНИИЖелезобетон, НИИЖБ, 1992.

<sup>2)</sup> В ЦНВ составов 1–5 использовался алитовый клинкер традиционного для цемзаводов РФ состава (мас. %): C<sub>3</sub>S – 62–65; C<sub>2</sub>S – 12–15; C<sub>3</sub>A – 5–6; C<sub>4</sub>AF – 14–15, остальное – примеси; в составе 6 использовался алитовый клинкер минералогического состава по Хэгерману (мас. %): C<sub>3</sub>S – 60; C<sub>2</sub>S – 17; C<sub>3</sub>A – 10; C<sub>4</sub>AF – 10.

<sup>3)</sup> При изготовлении ЦНВ состава 6, включающего золу-уноса без содержания углерода средней основности, использовалась мельница с сепаратором 5-го поколения, обеспечивающим регулирование фракционного состава сухой смеси в направлении увеличения содержания средней фракции (5–30 мкм) до 75 мас. %.

ливной энергетики, в частности безобжиговый зольный гравий.

Эти технологии, успешно апробированные в некоторых индустриальных регионах (безобжиговый зольный гравий – в ЗАО «Иркутскзоллопродукт»; гравий из шлаков ТЭС (шлакозит) – в Тольятти; пористые заполнители из металлургических шлаков – в Липецке и Череповце), могут быть эффективно адаптированы к другим регионам.

Основные трудности здесь – в отсутствии политики стимулирования со стороны государства производителей ВПП и их потребителей – предприятий стройиндустрии. **Необходимы соответствующие законодательные акты.** Это отражено по предложению РААСН в вышеуказанной «Стратегии». В настоящее время затруднительно внедрить в других регионах даже такую получившую мировое признание технологию, как успешно действующая с 1998 г. на Новолипецком меткомбинате (НЛМК) низкоэнергетическая технология переработки шлаков текущего выхода в остеклованный пористый гравий для легких бетонов различного назначения, в том числе высокопрочных (класс до В50 включительно).

Целесообразно отметить, что практически по аналогии с развитием структуры цементной промышленности в нашей стране развитие структуры отрасли производства заполнителей для бетонов также идет в противоположном направлении в сравнении с общемировыми тенденциями.

Так, в промышленном комплексе стран Европы интенсивно сокращается высокоэнергетическая разработка карьеров для переработки в заполнители нерудных материалов, которые заменяют заполнителями как плотными, так и пористыми на основе продуктов переработки ВПП. По данным Международной федерации по бетону и железобетону (fib), доля последних в общем объеме производства и применения заполнителей для бетонов увеличилась с 1990 г. с 25% до 38%. Наблюдаются явные тенденции к ее прогрессирующему увеличению (прогноз на 2020 г. – более 50%).

В строительном комплексе нашей страны доля заполнителей из ВПП, наоборот, постоянно сокращается – с 10% в 1990 г. до 4% в 2000 г. Причина та же – рыночная политика монополий, не учитывающих государственные интересы.

**Бетоны.** Практически теми же причинами, которые отмечены для цементной индустрии и производства заполнителей, можно объяснить прогрессирующую разницу в сравнении с общемировыми тенденциями в развитии структуры отрасли бетона и железобетона. Так, в развитых странах Европы, США, Канаде, Японии наблюдается явная тенденция преимущественного применения конструкционных, в том числе высокопрочных, легких бетонов на пористых заполнителях, главным образом из вторичных продуктов промышленности.

За последние 20 лет доля конструкционных легких бетонов увеличилась в строительном комплексе зарубежных стран с 23% до 37% (доля перекрытий зданий из легких бетонов – с 40% до 70%, а в высотных зданиях – до 90%). В Великобритании и Австрии, например, где предъявляются особенно жесткие требования к сбережению природных ресурсов и охране окружающей среды, более 1/3 всего объема несущих конструкций зданий выполняется из легких бетонов классов по прочности до В50 (М650) включительно на основе таких пространственных в Европе видов заполнителей, как зольный гравий (LYTAG), а в Австрии – пористый гравий из доменных шлаков.

В строительном комплексе нашей страны все наоборот: в 1960–1970-е гг. в период подъема жилищного строительства с применением сборного железобетона возводились в различных регионах страны жилые здания с практически всеми строительными конструкциями, в том числе несущими, из легких бетонов. Работало более 450 предприятий по производству пористых заполнителей, доля конструкционного легкого бетона доходила до 20–25%; к 2000 г. эта доля снизилась до 5%.

И это несмотря на то что легкие бетоны различного назначения (и конструкционные, и конструкционно-теплоизоляционные, и теплоизоляционные) являются, по существу, универсальным строительным материалом, в котором наиболее эффективно утилизируются вторичные продукты промышленности.

Есть основание полагать, что положение начнет меняться в лучшую сторону после создания Международной федерацией по бетону и железобетону (fib) с участием специалистов РААСН нормативных документов по новым технологиям легких бетонов с модифицирован-

ной структурой, в том числе высокопрочных (классов до В80 включительно или марки М1000 при марке по плотности D1800), изготавливаемых на низкоэнергоемких пористых заполнителях, преимущественно продуктах переработки металлургических шлаков текущего выхода, зол и шлаков топливной энергетики, и по проектированию конструкций из таких бетонов [14, 15].

Эти нормативные документы созданы в развитие международного стандарта по бетону и железобетону (CEB-FIP Model Code 90, Design Code, Comite Euro-International Du Beton, Stuttgart, 1990) и вошли как обязательное приложение к последней его редакции — Model Code 2010, утвержденной на Конгрессе fib в Вашингтоне в октябре 2010 г.

Начавшемуся новому подъему легкогобетонного строительства, причем уже на более высоком техническом уровне, безусловно, способствуют разработанные за последние 10–15 лет инновационные технологии производства низкоэнергоемких высокопрочных пористых заполнителей на основе металлургических шлаков, зол и шлаков тепловой энергетики и производства на их основе модифицированных легких бетонов с высокими показателями прочности (классов В30–В60) при относительно низкой плотности (марок D1500–D1800) и при высокой долговечности (морозостойкости до F1500 и водонепроницаемости до W20) [16].

Способствует этому также успешный опыт работы на крупнейших домостроительных комбинатах страны, таких как Томский и Новочебоксарский, современных технологических линий по производству сборных железобетонных конструкций, в частности так называемых длинных стенов с беспалубочным формированием наиболее эффективных легкогобетонных конструкций [17].

Выявленные значительные преимущества в основных строительно-технических свойствах модифицированных конструктивных легких бетонов, особенно на пористых шлаковыми заполнителях, в сравнении с равнопрочными тяжелыми бетонами на природных плотных заполнителях определяют безусловную необходимость значительного расширения области их применения.

#### Резюме

*Крупнотоннажные вторичные продукты промышленности (ВПП), прежде всего вторичные продукты металлургии и теплоэнергетики, должны рассматриваться как долговременный источник вторичного минерального сырья (ВМС) при производстве по экологически чистым технологиям альтернативных традиционным и существенно более эффективных (значительно — в разы менее энергоемких и более экономичных) композиционных малоклинкерных вяжущих, пористых и плотных заполнителей, бетонов новых модификаций на их основе. Комплексное применение ВМС и продуктов его переработки, преимущественно химически взаимосочетаемых, кроме значительной экономии материалов и энергетических ресурсов способствует сохранению природного минерального сырья при одновременном освобождении окружающей среды от техногенных отходов, выполняя природоохранную функцию.*

Для успешного решения соответствующих задач по технологической модернизации стройиндустрии, отраженных в проекте Минрегиона РФ «Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 г.»\*, необходимо следующее:

1. Разработать порегиональный кадастр крупнотоннажных вторичных продуктов промышленности (или ВМС), перспективных для производства на их основе альтернативных традиционным и более эффективных вяжущих, заполнителей, активных минеральных добавок — наполнителей для бетонов. В качестве приложе-

ний кадастр должен содержать основные характеристики вторичных продуктов промышленности, на основании анализа которых должна быть выполнена экспертная оценка ВПП для определения эффективности переработки их в те или иные альтернативные строительные материалы или их компоненты.

2. Составить каталог разработанных и успешно апробированных в отдельных регионах низкоэнергоемких и экологически чистых технологий переработки крупнотоннажных ВПП в альтернативные традиционным строительные материалы или их компоненты и изделия.

3. В целях расширения номенклатуры ВПП, потенциально эффективных для переработки в альтернативные строительные материалы и разработки новых экологически чистых, наименее энергоемких технологий, составить соответствующую программу с технико-экономическим обоснованием и рассмотреть ее в Минрегионразвития РФ с целью утверждения и соответствующего инвестирования. При составлении этой программы обязательно следует учитывать, что приоритетным направлением является переработка ВПП на месте их образования и создания таким образом безотходных технологий на промышленных предприятиях России.

4. Ввести обязательную сертификацию продуктов переработки отходов и строительных материалов на их основе с учетом требований экологической безопасности.

5. Разработать законодательные акты, запрещающие разработку новых карьеров природных строительных материалов в регионах действия предприятий, образующих крупнотоннажные вторичные продукты промышленности.

6. Разработать соответствующую налоговую политику, обеспечивающую заинтересованность инвесторов, производителей вторичного минерального сырья и его потребителей — предприятий стройиндустрии в переработке ВПП в эффективные, конкурентоспособные строительные материалы и изделия.

7. Создать межотраслевой центр на базе РААСН с привлечением ведущих специалистов других организаций по координации исследовательских, проектных и производственных работ в области создания и внедрения новых (или внедрения наиболее эффективных уже разработанных исходя из условий регионов) низкоэнергоемких и экологически чистых технологий переработки крупнотоннажных ВПП различных производств и использования продуктов их переработки в строительные материалы и изделия.

8. В целях инвестирования разработки и внедрения с адаптацией к условиям регионов технологий переработки вторичных продуктов промышленности необходимо создать экологический фонд из средств, получаемых за счет платы за землю, занимаемую отвалами этих отходов, а также за транспортирование отходов в отвалы и содержание последних.

**Ключевые слова:** *вторичные продукты промышленности, вторичные минеральные ресурсы, шлакопортландцемент, малоклинкерные вяжущие, композиционные вяжущие, безобжиговые пористые заполнители, легкие бетоны.*

#### Список литературы

1. Ильичев В.А. Строительный комплекс в век информационных технологий и один день без них // Архитектура и строительство Москвы. 2002. № 2–3. С. 46–50.
2. Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с

\* Проект разрабатывался с участием специалистов Российской академии архитектуры и строительных наук.

- применением техногенного сырья // Строит. материалы. 2009. № 12. С. 8–11.
3. *Буткевич Г.Р.* Резервы промышленности нерудных строительных материалов // Строит. материалы. 2008. № 5. С. 11–13.
  4. *Малинина Л.А., Шелыкина Т.П., Ярмаковский В.Н.* Об использовании крупнотоннажных отходов энергетики и металлургии в производстве малоэнергоёмких бетонов // Строит. материалы. 1994. № 6. С. 21–23.
  5. *Карпенко Н.И., Малинина Л.А., Чиненков Ю.В., Ярмаковский В.Н.* О рациональных путях ресурсного обеспечения Национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» с учетом возможностей регионов // Труды общего собрания РААСН. Т. 1. М.–СПб, 2006. С. 64–72.
  6. *Кертон Ф.* Перспективы рынка шлаковых цемента в Европе // Цемент и его применение. 2006. № 5. С. 12–16.
  7. *Хайдер Й.* Заменители клинкера в цементной промышленности // Цемент. Известь. Гипс. ZKG International. 2006. № 2. С. 26–31.
  8. *Ярмаковский В.Н., Малинина Л.А.* Новые принципы утилизации техногенных отходов // Российская архитектурно-строительная энциклопедия «Наука, материалы и технологии в строительстве России XXI века». Т. V. М.: Госстрой РФ, ВНИИСТПИ, 1998. С. 166–211.
  9. *Баженев Ю.М.* Многокомпонентные композиционные цементы и бетоны // Труды Международной конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее». Т. V. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2003. С. 713 (секция бетонов и композиционных материалов).
  10. *Ярмаковский В.Н.* Композиционные вяжущие для легких бетонов с высокими показателями теплотехнического качества // Труды Международной конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее». Т. IV. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2003. С. 85–96.
  11. *Юдович Б.Э., Зубехин С.А. и др.* Цемент низкой водопотребности: Новые результаты и перспективы // Сб. Научные труды II Всероссийской (международной) конференции «Бетон и железобетон – пути развития». Т. 3. «Вяжущие для бетонов и растворов». М., 2005. С. 613–623.
  12. *Юдович Б.Э., Зубехин С.А., Раховский В.И., Климов С.Б.* Новое о модели цементного камня и материалов на его основе // Труды XXIII Международного совещания начальников лабораторий цементных заводов. М., Стройиздат, 2010.
  13. *Петров В.П., Макридин Н.И., Ярмаковский В.Н.* Пористые заполнители и легкие бетоны. Материаловедение. Технология производства. Самара: Самарский ГАСУ, 2009. 436 с.
  14. *Lightweight Aggregate Concrete. Codes and standards. State-of-report prepared by Task Group 8.1. CEB-FIP (fib), Stuttgart, 1999, pp. 156.*
  15. *Lightweight Aggregate Concrete. Recommended extension to Model Code 90, Guide. Identification of research needs, technical report. Case Studies, State-of-report, CEB-FIP (fib), Stuttgart, 2000, pp. 430.*
  16. *Ярмаковский В.Н., Семченков А.С.* Конструкционные легкие бетоны новых модификаций – в ресурсоэнергосберегающих строительных системах зданий // АCADEMIA. Архитектура и строительство. № 3. 2010. С. 31–39.
  17. *Юдин И.В., Ярмаковский В.Н.* О совершенствовании технологии заводского домостроения (из опыта Новочебоксарского ДСК) // Строит. материалы. 2010. № 1. С. 9–12.

Реклама

## «Холдинговая компания «Регионтрансстрой»

**организует поставку высококачественных нерудных строительных материалов**

- щебень габбро-диабаз**
- гранитная крошка**
- известняк**
- песок мытый**
- гранит**
- и сеяный**

**для изготовления высококачественных бетонных и асфальтобетонных смесей.**

*Гарантированные своевременные поставки из базовых карьеров  
в любых объемах железнодорожным, речным и автомобильным транспортом  
по выгодным ценам.*

**Дополнительный входной контроль каждой партии в независимой  
аккредитованной лаборатории на кафедре дорожно-строительных материалов МАДИ  
за счет «ХК «Регионтрансстрой».**

**Москва, Левобережная ул., д. 12. E-mail: info@hkrts.ru, т.: (495) 4581632**

А.Ю. СТОЛБОУШКИН, канд. техн. наук,  
Сибирский государственный индустриальный университет (Новокузнецк);  
Г.И. СТОРОЖЕНКО, д-р техн. наук, директор ООО «Баскей» (Новосибирск)

## Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов

Ежегодные объемы складированных на территории нашей страны отходов обогащения углей, руд и минерального сырья составляют около 15 млн т [1]. Только в Новокузнецке три обогатительные фабрики каждый год укладывают вблизи «города-сада» 1 млн т отходов углеобогащения. Такие объемы техногенного сырья явились причиной строительства 20 лет назад вблизи одной из обогатительных фабрик (Абашевская ЦОФ) первого и единственного в Сибири предприятия по выпуску керамического кирпича на основе отходов мощностью 100 тыс. тонн в год.

В настоящее время большинство углеобогажительных фабрик Кузбасса имеют устаревшее оборудование и технологии, в результате чего качество обогащения угля не соответствует ни международным стандартам, ни техническим отраслевым нормам. В итоге содержание угля в отходах обогащения колеблется от 17 до 26%, что приводит к ежегодным его потерям в Кузбассе от 12 до 15 млн т.

Нестабильный состав и высокое содержание угля в отходах затрудняет, а порой делает невозможным их использование в производстве стеновой керамики, по качеству отвечающей современным требованиям. Главной причиной остановки кирпичного завода, работавшего в Новокузнецке на углеотходах Абашевской ЦОФ, явилось повышенное содержание углерода в сырье, что привело к нарушению теплового баланса печи, низкому качеству и малопривлекательной цветовой гамме керамического кирпича.

Проведенный анализ выявил основные причины постепенного ухудшения качества изделий – нестабиль-

ность состава и «слабая» массоподготовка техногенного сырья. Таким образом, при существующем положении углеотходы не могут служить сырьевой основой для строительства современных кирпичных заводов.

Несмотря на негативные тенденции в сфере накопления и утилизации промышленных отходов, следует признать, что в нашей стране существуют примеры инновационных технологических решений, которые позволяют рассматривать отходы углеобогащения не только как сырьевую, но и как энергетическую базу предприятий по выпуску керамических стеновых материалов.

Предлагаемая технологическая идея заключается в организации глубокой переработки отходов обогащения углей непосредственно на кирпичном заводе, где необходимо осуществлять их вторичное обогащение с целью получения угольного топлива для основного производства. Образующиеся в процессе обогащения «хвосты» стабильного состава с минимальным содержанием углерода должны использоваться в качестве основного сырья для производства керамического кирпича.

Основанием для реализации предлагаемой стратегии являются существующие проекты по глубокой переработке отходов углеобогажительных фабрик. К ним относятся магнитная и криомагнитная сепарация, масляная агломерация и другие, которые позволяют извлечь до 80–90% угля из отходов [2–5]. При указанной степени извлечения и при использовании на 1000 шт. кирпича нормального формата 2,5 м<sup>3</sup> пустой породы (хвостов) вместе с ней образуется 500 кг условного топлива в виде обогащенного угля. Этого количества достаточно не только для обжига кирпича, полученного из отходов, но и для производства в газогенераторных установках электроэнергии, которую можно использовать в основном производстве.

Такой подход к решению проблемы переработки и использования отходов углеобогащения позволит создать эффективную инновационную технологию производства изделий стеновой керамики, схема которой показана на рис. 1. Для проверки гипотезы были проведены исследования возможности не только вторичного обогащения отходов, но и получения из хвостов керамических изделий по схеме (рис. 1).

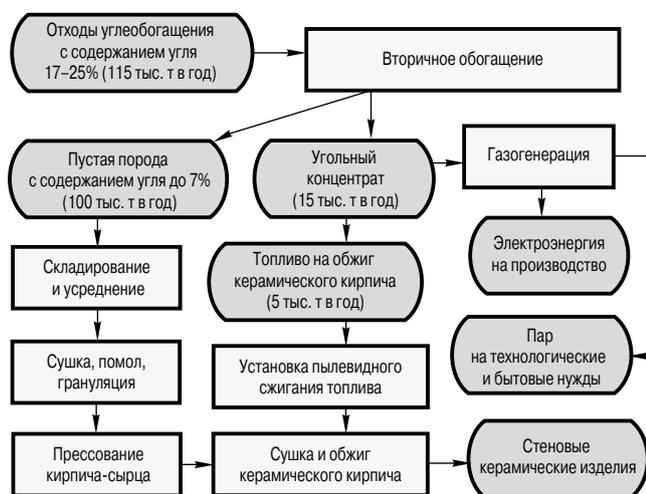


Рис. 1. Технологическая схема производства стеновых керамических изделий на основе отходов углеобогащения

Таблица 1

Наименование обогатительной фабрики	Содержание фракций, %		
	глинистые, менее 0,005 мм	пылеватые, 0,05–0,005 мм	песчаные, более 0,05 мм
Кузнецкая	24,97	5,03	70
ЗСМК	7,93	44,07	48
Абашевская	29	22	49

Таблица 2

Наименование обогатительной фабрики	Массовая доля компонентов на высушенное вещество, %									
	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	SO <sub>3</sub>	ППП
Кузнецкая	51,5	14,9	0,86	6,42	2,6	1,4	2,52	1,46	0,1	10,7
ЗСМК	53,2	18,6	0,69	8,04	2	1	2,1	1	0,2	8,6
Абашевская	54,99	16,9	0,72	3,68	3,48	1,99	2,25	1,43	0,13	13,6
Абашевская после вторичного обогащения	60,4	16,8	0,66	5,21	3,87	1,89	2,21	1,67	0,13	7,12

Таблица 3

Содержание суглинка в составе шихты, %	Физико-механические показатели				
	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент водостойкости	Морозостойкость, циклов
0	1634	17	13,3	0,8	не менее 25
10	1654	16,7	16,4	0,93	не менее 35
20	1674	16	18,3	0,83	не менее 45
30	1680	18,5	18,7	0,87	
40	1676	18,3	18,2	0,89	

Таблица 4

Содержание добавки ОМП в составе шихты, мас. %	Физико-механические показатели				
	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент водостойкости	Морозостойкость, циклов
0	1674	18,5	18,7	0,87	не менее 45
1	1750	16,2	22,5	0,88	не менее 50
2	1807	14,4	29,1	0,87	
3	1652	15,1	24,9	0,84	
5	1424	13	17,3	0,94	

По гранулометрическому составу (табл. 1) изучаемые отходы относятся к грубодисперсному сырью с преобладанием песчаной (ЦОФ «Кузнецкая») и пылевой (ЗСМК) фракций.

По химическому составу (табл. 2) отходы Абашевской ЦОФ имеют повышенное содержание углерода, о чем свидетельствует высокое значение потерь при прокаливании.

Минеральный состав отходов углеобогащения представлен кварцем, полевыми шпатами, карбонатами. Основным минеральным фоном глинистых фракций отходов являются гидрослюда (преимущественно гидромусковит) и минералы группы каолинита.

Исследования проводились на отходах углеобогащения Абашевской ЦОФ. На первом этапе осуществлялось обогащение отходов, целью которого было получение угольного концентрата и «хвостов» с минимальным

содержанием углерода для производства керамики. Обогащение проводилось на лабораторном высокоградienteжном магнитном сепараторе в Институте ядерной физики СО РАН [6]. После извлечения углеродсодержащей части отходов (около 7% концентрата с  $Q_n = 4500$  ккал/кг) химический состав хвостов существенно изменился (табл. 2), что положительно сказалось на свойствах изделий. После вторичного обогащения отходов из них полусухим способом прессования был получен керамический кирпич устойчивой марки М100 с водопоглощением 15–17% и морозостойкостью не менее 25 циклов.

Для получения более высоких марок кирпича с морозостойкостью более 50 циклов было принято решение обогатить хвосты глинистой породой. В качестве добавки использовался новокузнецкий суглинок, умеренно пластичный, низкодисперсный, который отно-

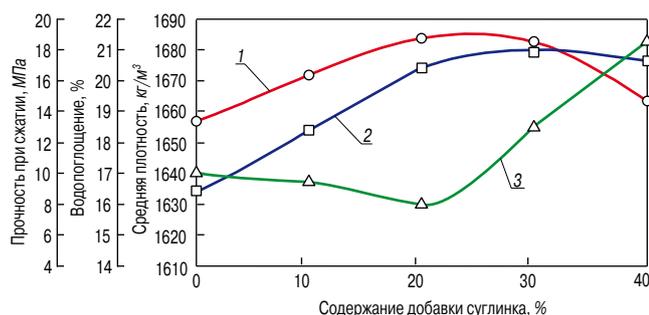


Рис. 2. Влияние добавки суглинка на прочность при сжатии (1), среднюю плотность (2) и водопоглощение (3) керамических образцов на основе отходов углеобогащения

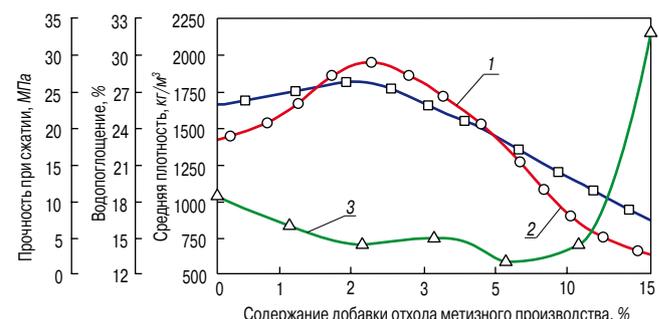


Рис. 3. Влияние добавки отхода метизного производства на прочность при сжатии (1), среднюю плотность (2) и водопоглощение (3) керамических образцов на основе отходов углеобогащения

сится к легкоплавкому, низкотемпературному, сильно-спекающемуся сырью. По минеральному составу суглинок относится к группе полиминеральных глин каолинит-монтмориллонит-гидроslюдистого типа.

При проведении экспериментальных исследований методом полусухого прессования было отформовано пять составов образцов из суглинка и отходов Абашевской ЦОФ после извлечения из них горючей части. Результаты испытаний полученных керамических образцов представлены в табл. 3 и на рис. 2. Очевидно, что оптимальное содержание суглинка в шихте составляет 20–30%.

Для интенсификации процесса спекания и повышения морозостойкости обожженных изделий было принято решение использовать в качестве плавня отход метизного производства ОАО «Запсибметкомбинат», образующийся в виде шлама после нейтрализации кислых железосодержащих обработанных травильных растворов. После сушки шлама получается порошок красного цвета, характерного для гематита. Удельная поверхность шлама составляет около  $700 \text{ м}^2/\text{кг}$ , насыпная плотность в рыхлом состоянии –  $650 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Из шихт, содержащих 70 мас. % «хвостов», 30 мас. % суглинка и различное количество шлама метизного производства, полусухим способом было отпрессовано семь серий образцов-цилиндров диаметром 45 мм и высотой 45–50 мм. Влажность пресс-масс составляла 9–10%, давление прессования – 18–20 МПа. Обжиг

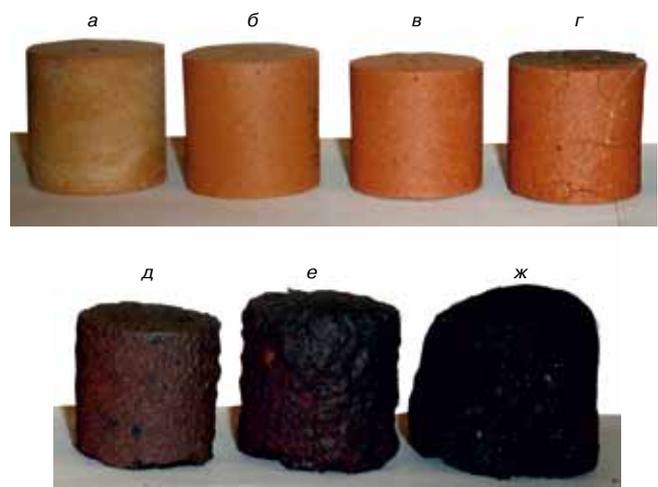


Рис. 4. Влияние добавки отхода метизного производства на обжиг керамических образцов из отходов углеобогащения; количество добавки, мас. %: а – 0; б – 1; в – 2; г – 3; д – 5; е – 10; ж – 15

проводился при  $950^\circ\text{C}$  с изотермической выдержкой при максимальной температуре в течение 90 мин. Результаты испытаний приведены в табл. 4 как средние значения из 5 измерений.

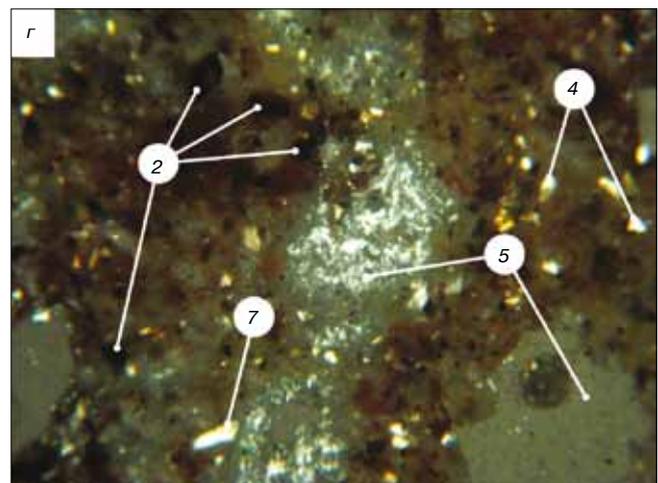
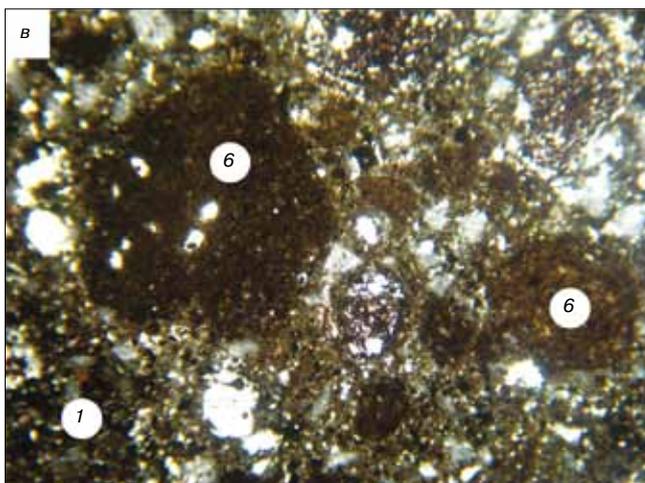
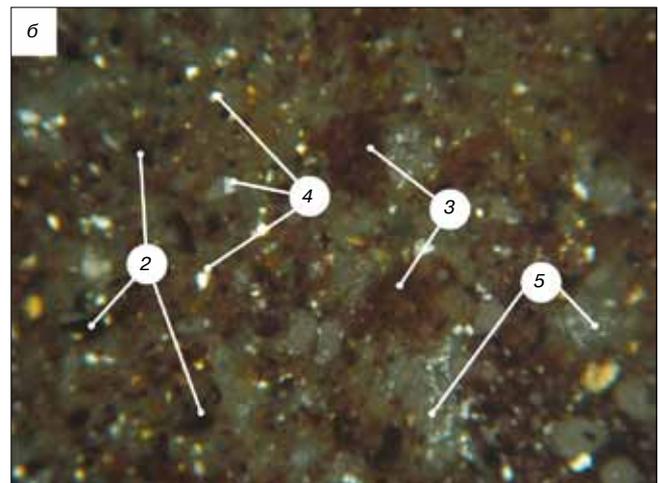
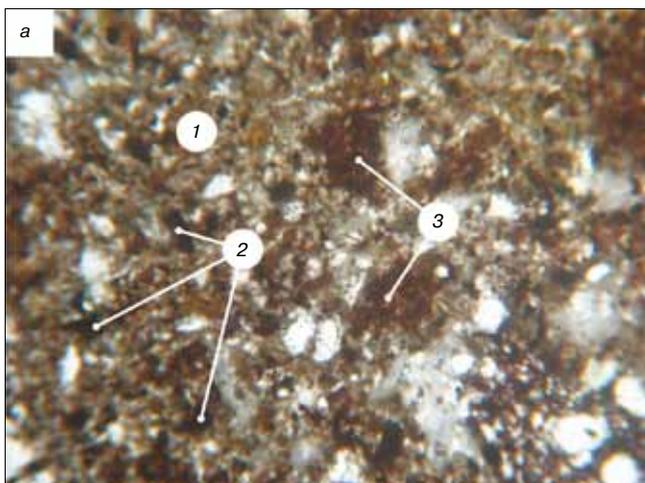


Рис. 5. Микрофотографии отдельных участков керамических образцов на основе отходов углеобогащения, обожженных при  $950^\circ\text{C}$ , шлиф, проходящий свет: а – николи II,  $50\times$ ; б – николи X,  $50\times$ ; в – николи II,  $85\times$ ; г – николи X,  $120\times$ ; 1 – мелкозернистая структура с равномерно распределенными зернами кристаллических фаз; 2 – точечные включения темного цвета; 3 – уплотненные конгломераты сложного фазового состава; 4 – кварц; 5 – аморфизованное вещество; 6 – аллотриоморфные новообразования бурой окраски; 7 – полевой шпат

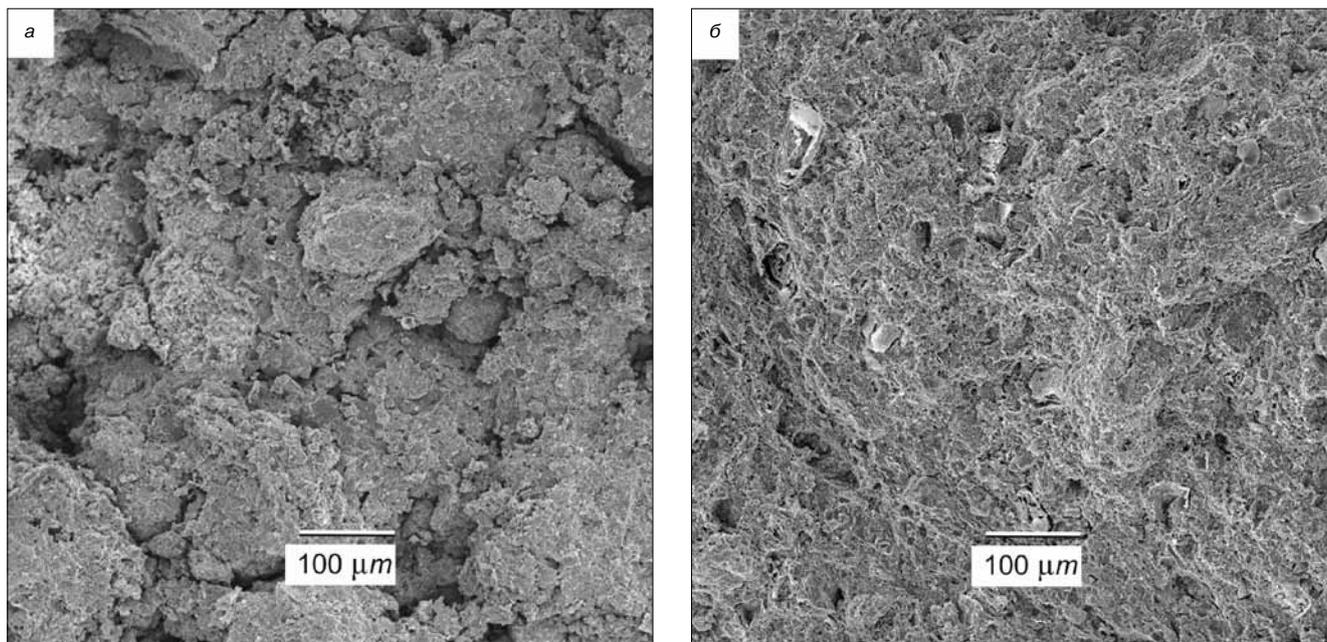


Рис. 6. Микроструктура образцов на основе отходов углеобогащения; растровый электронный микроскоп: а – высушенный сырец; б – обожженный при 950°C керамический камень

Влияние добавки шлама метизного производства на физико-механические свойства керамических образцов на основе отходов углеобогащения показано на рис. 3, 4. Установлено, что введение добавки шлама метизного производства в количестве 1–2 мас. % приводит к повышению прочности (до 50%), средней плотности и снижению водопоглощения обожженного керамического черепка, что свидетельствует об интенсификации процессов жидкофазного спекания материала.

Наилучшие показатели наблюдаются у образцов, содержащих 2 мас. % добавки-плавня и имеющих ровную поверхность темно-красного цвета без выпловок и микротрещин. При этом увеличение количества отхода метизного производства до 5 мас. % является критическим, после которого происходит оплавление и вспучивание образцов (рис. 4).

Петрографические исследования образцов из оптимизированных шихт на основе ОУО (рис. 5) показали, что структура керамического черепка является мелкозернистой с равномерно распределенными включениями желтовато-бурого цвета. Зерна в исследуемом материале не имеют отчетливых ограничений и при скрещенных николях производят агрегатную поляризацию. При изучении шлифов с введенным анализатором отчетливо просматриваются мелкие (до 200 мкм) анизотропные кристаллы кварца и полевого шпата.

Промежутки между зернами кристаллических фаз заполнены микронными каемками аморфизованного вещества, образовавшегося при обжиге в присутствии железа в закисной форме. Введение отхода метизного производства в состав шихты приводит к интенсивному образованию пиропластичной фазы, что подтверждается выплавками аморфизованного вещества серого цвета внутри образцов, связывающего отдельные кристаллические зерна в единое целое и способствующего спеканию керамического черепка (рис. 5).

Изучение структуры керамического черепка под растровым электронным микроскопом (рис. 6, б) подтверждает формирование сплошной равномерно зернистой структуры с обилием мелких пор (1–20 мкм), образовавшихся в процессе обжига при выгорании остатков углерода.

Результаты проведенных исследований были апробированы в цехе по производству керамического кирпича ЗАО «Новокузнецкремстрой-Н» (Новокузнецк). На основе отходов углеобогащения получен керамический кирпич марки М150, F25, имеющий водопоглощение 16–18% и среднюю плотность 1670–1700 кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, проведенные исследования показывают реальную возможность и насущную необходимость в угольных районах нашей страны использовать отходы углеобогащения как в качестве основного сырья, так и в качестве источника технологического топлива для энергоемкого производства изделий стеновой керамики.

**Ключевые слова:** отходы углеобогащения, энергетическое угольное топливо, техногенное сырье, стеновая керамика, пресс-порошок.

#### Список литературы

1. *Щадов В.М.* Переработка углей в России в XXI веке // Уголь. 2007. № 8. С. 28–31.
2. *Цукерман И.С.* Экономическая эффективность безотходной технологии в угольной промышленности // Сб. научных трудов «Охрана природы при разработке угольных месторождений». ВНИИОСуголь. Пермь, 1982. С. 9–11.
3. *Пелевин А.Е., Цыпин В.Ф., Колтунов А.В., Комлев С.Г.* Высокоинтенсивные магнитные сепараторы с постоянными магнитами // Изв. вузов. Горный журнал. 2001. № 4–5.
4. *Килин В.И., Якубайлик Э.К.* Изучение магнитных свойств и процессов магнитной сепарации абаканских магнетитов с целью снижения потерь железа при их обогащении // ФТПРПИ. 2002. № 5. С. 106–111.
5. Патент № 2170620. Магнитный сепаратор. А.Г. Звезгинцев, С.А. Елфимов Опубл. в БИ 2001, № 20 (ч. 1).
6. *Бочкарев Г.Р., Ростовцев В.И., Воблый П.Д. и др.* Высокоградийный магнитный сепаратор для обогащения слабомагнитных руд // ФТПРПИ. 2004. № 2. С. 94–99.

Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, д-р техн. наук, В.В. КУЗЬМИН, канд. техн. наук,  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## Особенности влияния вида карбонатных включений на дутикообразование

Карбонатные породы являются одной из наиболее распространенных вредных примесей в кирпично-черепичных глинах. По классификации М.О. Юшкевича и М.И. Рогового [1] карбонатные примеси встречаются в глинах в трех структурных формах: в виде тонкодисперсных равномерно распределенных пылеватых частиц, составляющих с остальной частью породы однородную массу; в виде рыхлых примазок и мучнистых стяжений; в виде плотных каменистых конкреций, которые являются включениями. В соответствии с действующей нормативной документацией (ГОСТ 21-78-88 «Сырье глинистое (горные породы) для производства керамического кирпича и камней») многие месторождения глинистого сырья (по количеству, размеру и активности карбонатных включений) не допускаются для использования. В то же время до конца не изучен вопрос о влиянии вида карбонатных включений на интенсивность дутикообразования.

По происхождению карбонатные кальциевые породы делятся на три группы – осадочные, органогенные и метаморфические. Внутри каждой группы слагающий их кальцит может быть разной степени кристалличности: зернистокристаллический, мелкокристаллический и крупнокристаллический – мел, известняк-ракушечник, оолитовый известняк, известняк, мрамор и другие. Кроме чистых разновидностей известняков, состоящих на 95–99% из кальцита, наиболее широко распространены известняки, загрязненные примесями сопутствующего доломита и глинистых пород – доломитизированные, мергелистые известняки и мергели.

Исследованиями, выполненными под руководством В.И. Калашникова, установлено, что генетическое происхождение карбонатных пород оказывает влияние на взаимодействие их с известью и кинетику набора прочности карбонатнонаполненных композиций [2].

Роль карбонатных включений на дутикообразование определяется их видом, дисперсностью и количеством. Основными карбонатами, которые встречаются в кирпично-черепичном сырье, являются следующие минералы: кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), магнезит ( $\text{MgCO}_3$ ), доломит ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) [3, 4]. В процессе обжига чистых карбонатных пород происходит разложение (диссоциация) карбонатов кальция и магния по следующим реакциям:



На степень разложения карбонатов влияют температура обжига и плотность пород. Диссоциация карбонатов происходит при разной температуре. Разложение  $\text{CaCO}_3$  начинается при  $600^\circ\text{C}$ , но реакция не идет до конца и протекает медленно. При повышении температуры обжига выше  $900^\circ\text{C}$  скорость разложения известняка резко возрастает. Так, по данным А.В. Монастырева [4], если скорость продвижения зоны диссоциации при температуре  $950^\circ\text{C}$  принять за единицу, то при тем-

пературе  $1050^\circ\text{C}$  она увеличивается в 1,8 раза, а при температуре  $1150^\circ\text{C}$  – в 4 раза.

Разложение  $\text{MgCO}_3$  начинается при температуре  $400^\circ\text{C}$ , полное разложение происходит начиная с  $710^\circ\text{C}$ . Природный магнезит ( $\text{MgCO}_3$ ) при  $800\text{--}950^\circ\text{C}$  превращается в каустический магнезит.

Термическая диссоциация доломита происходит при  $765\text{--}895^\circ\text{C}$ . Разложение доломитизированного известняка идет в две стадии: вначале разлагается  $\text{MgCO}_3$ , а затем при более высокой температуре  $\text{CaCO}_3$ . Образующаяся при  $700\text{--}750^\circ\text{C}$  окись магния при дальнейшем нагревании спекается и рекристаллизуется, теряя при этом в значительной степени способность к гидратации [4].

Общепринятые интервалы декарбонизации углекислого магния составляют  $500\text{--}700^\circ\text{C}$ , а углекислого кальция –  $700\text{--}1150^\circ\text{C}$  [5].

Продуктами диссоциации карбонатов являются  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ , которые могут оставаться в свободном виде или исполнять роль плавней, снижать температуру спекания и уменьшать интервал спекания. В свободном виде они относятся к вредным включениям, что связано с возможной их гидратацией с парами воды, которые содержатся в окружающем воздухе. Гидратация этих оксидов, сопровождаемая увеличением объема, может привести к разрушению керамических материалов.

По данным О.В. Соловьевой и И.В. Смирновой, объем продуктов гидратации в 2–3 раза больше первоначального объема [6]. Вследствие этого в теле изделия возникают внутренние напряжения, что приводит или к образованию трещин и последующему разрушению изделий, или к возникновению отколов на их поверхности. Известковые включения, присутствующие в изделиях и вызывающие такие последствия, получили общепринятое название дутики. Так как процесс образования  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или, как обычно принято говорить, гашение извести в обожженных изделиях протекает крайне медленно, то очень часто вредное действие карбонатных включений сказывается не сразу после обжига, а иногда только через 20–40 дней и более. Имеются даже случаи разрушения кирпича в результате гашения присутствующей в ней извести уже в кладке стен.

Роль карбонатов определяется размером (дисперсностью) карбонатных зерен, исходным составом карбонатных зерен, составом и количеством примесей. Если образующаяся после разложения карбонатов известь ( $\text{CaO}$ ) присутствует в тонко распределенном виде, то она легко переведется в силикатный или алюмосиликатный расплав и может оказать положительное влияние на спекание и соответственно на повышение прочности. Избыток ее влечет за собой опасность деформации изделий в процессе обжига и сокращение интервала спекания.

Генетическое и морфологическое разнообразие карбонатных пород чрезвычайно широко. При столь широ-

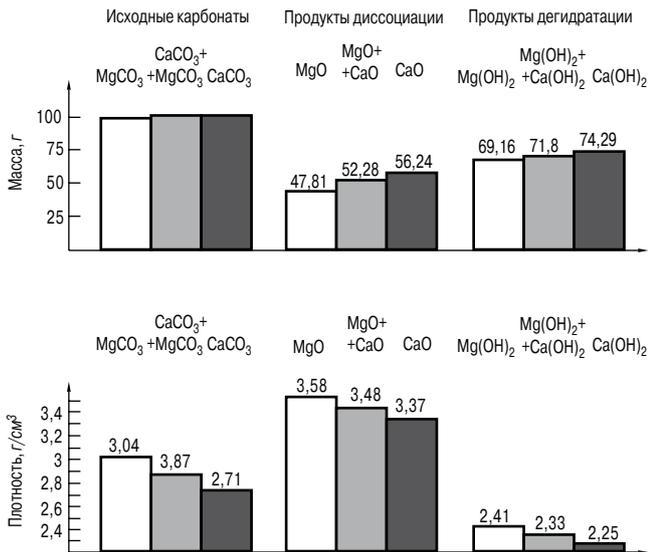


Рис. 1. Изменение массы и плотности карбонатов в процессе диссоциации и последующей гидратации

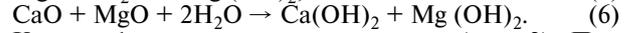
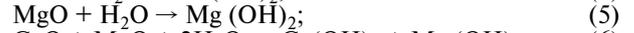
ком разнообразии известняковых пород совершенно очевидно, что влияние их на дутикообразование в керамических изделиях будет различным. Но независимо от вида исходной карбонатной породы образующиеся комочки извести (CaO и MgO), находясь в керамической обойме, подвергаются вместе с керамической матрицей огневой усадке. Отрицательное воздействие извести будет определяться активностью извести, структурой этого включения и прочностью керамического черепка, расстоянием между отдельными включениями CaO и расстояниями включений от поверхности. Под действием находящейся в воздухе влаги CaO гасится, при этом происходит значительное увеличение объема, которое может привести к разрушению кирпича. Очевидно, что вред, оказываемый известковыми включениями, тем больше, чем крупнее зерна включений, чем больше их количество и меньше толщина изделий, а также чем меньше прочность изделий.

Предполагается, что структура образующихся оксидов кальция и магния определяется видом исходного карбоната и свойствами глинистого сырья, в первую очередь пластичностью и величиной огневой усадки.

Для определения влияния вида исходных карбонатных минералов на дутикообразование были проанализированы структурные изменения, происходящие с ми-

нералами при диссоциации и последующей гидратации. Были выполнены два варианта сравнения: при одинаковой массе исходных минералов и при одинаковом объеме.

Если сопоставить изменение массы трех минералов с исходной массой 100 г, то продукты диссоциации, которые образуются по формулам (1)–(3), а также последующие продукты гидратации, которые образуются по формулам (4)–(6), будут иметь разные значения массы (рис. 1).



Каждая фаза имеет свою плотность (рис. 2). При этом плотность магниевого карбоната и последующих из него продуктов выше кальциевых. Плотность доломита имеет промежуточное значение. При обжиге плотность оксидов увеличивается, продукты же их гидратации имеют более низкую плотность.

Для определения плотности и объема продуктов диссоциации учитывалось, что контракция в результате диссоциации карбонатов при обжиге соответствует огневой усадке, что связано с тем, что процессы диссоциации идут параллельно процессам спекания. Величина огневой усадки для изделий строительной керамики, изготовленных пластическим способом формования, находится в пределах 4–10%. Расчеты по определению плотности и пористости карбонатного включения выполнены для трех величин огневой усадки: 5, 7 и 10%.

Характеристики дутика (средняя плотность и пористость) при различных значениях огневой усадки представлены на рис. 2. Величина пористости продуктов диссоциации определяется видом исходного карбоната и величиной огневой усадки. Как следует из рис. 2, с увеличением значений огневой усадки возрастает средняя плотность и соответственно снижается пористость. Минимальная пористость соответствует дутику, состоящему из CaO, а максимальная – из MgO.

Изменение объемов в результате диссоциации карбонатов и спекания керамического черепка показано на рис. 3. Контракция была определена по методике [7]. Одинаковая масса исходных карбонатов и различная их плотность определяют неравные объемы. Из рис. 3 видно, что наименьший объем занимает MgCO<sub>3</sub>, у которого наименьшая плотность. Если принять объем магнезита за 100%, то объем доломита будет на 5,65%, а кальцита – на 12% больше. В карбонатном включении при обжиге объем, занимаемый оксидами при различных значениях огневой усадки, не меняется, так как масса и плот-

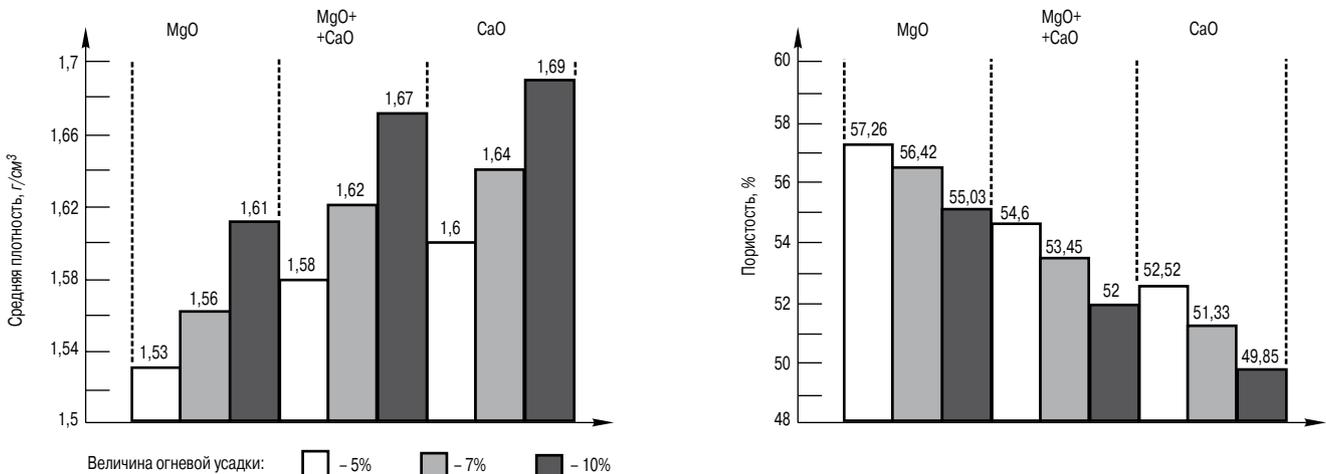


Рис. 2. Характеристика дутика при различных значениях огневой усадки

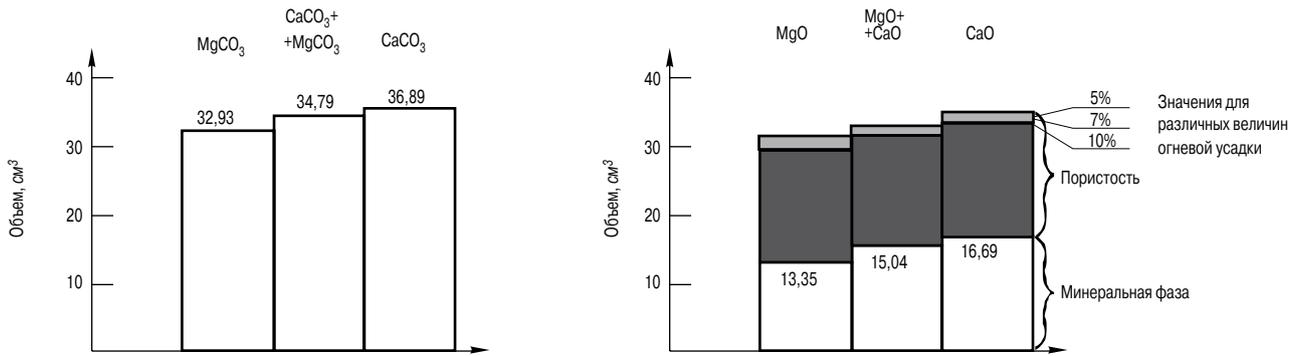


Рис. 3. Изменение объемов

ность фазы постоянны. Изменяется величина пористости. За счет гидратации происходит увеличение объема, так называемая контракция. Значения контракции следующие:

	Контракция	
$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$	97,8%	В 1,98 раза
$\text{CaO} + \text{MgO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2$	105%	В 2,05 раза

Продукты гидратации заполняют прежде всего пустоты в самом дутике, но оказывают расклинивающее воздействие на керамическую матрицу. Если керамическая матрица не разрушается при гидратации дутика, то резерв пористости в гидратированном дутике, заключенном в керамической обойме, после завершения процесса гидратации зависит от вида исходного карбоната и величины огневой усадки. Как следует из расчетных данных, приведенных на рис. 4, наибольшее количество свободных пор остается при образовании  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , а наименьшее – при образовании  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Если величина усадки 10%, то пор при гидратации  $\text{CaO}$  практически не остается. Различие величин резервной пористости у рассматриваемых карбонатов определяется условиями сравнения. Если сопоставлять одинаковые массы карбонатов, то разница меньше, чем при сопоставлении карбонатов с одинаковым исходным объемом. С учетом полученных данных уровень отрицательного воздействия различных карбонатов был определен по следующим показателям: величина контракции, резерв свободных пор после гидратации и активность оксидов. Как следует из вышеприведенных данных, наибольшая величина контракции наблюдается при гидратации  $\text{MgO}$ . Но принимая во внимание тот факт, что резерв свободной пористости у карбонатного

включения с гидратированным  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  выше, чем у  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (рис. 4), а активность  $\text{MgO}$  ниже активности  $\text{CaO}$ , наиболее сильное отрицательное воздействие из трех карбонатных минералов оказывает кальцит. Интенсивность отрицательного воздействия у рассматриваемых карбонатов располагается в следующем ряду: кальцит > доломит > магнезит.

Проведенный анализ позволил выявить основные причины, определяющие интенсивность вредного воздействия карбонатных включений. К числу основных причин относятся:

- вид включений;
- вид и количество примесей на поверхности включений;
- величина огневой усадки;
- прочность керамического черепка.

Вероятность разрушения возрастает при увеличении огневой усадки и уменьшении прочности керамического черепка (керамической матрицы). Если величина огневой усадки более 10%, то вероятность разрушения от гидратации возрастает. При недостаточной прочности керамического черепка возможно разрушение изделий за счет гидратации дутика, даже если не вся его пористость заполнена продуктами гидратации. Чем выше прочность керамического черепка, тем выше вероятность сохранения керамической матрицы и размещения продуктов гидратации в объеме, занимаемом дутиком.

**Ключевые слова:** стеновая керамика, карбонатные включения, дутики.

Список литературы

1. Юшкевич М.О. Технология керамики. М.: Литер. по строительству, 1969. 350 с.
2. Калашников В.И. К вопросу оценки прочности карбонатнаполненных композиций // Известия вузов. Строительство. 2000. № 9. С. 31–35.
3. Смольянинов Н.А. Практическое руководство по минералогии // Определитель минералов. М.–Л.: Государственное изд-во геологической литературы, 1948. 428 с.
4. Монастырев А.В. Производство извести / Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1975. 224 с.
5. Болдырев А.С., Золотов П.П., Люсов А.Н. и др. Строительные материалы: Справочник. М.: Стройиздат, 1989. 567 с.
6. Соловьева О.В. Использование в керамическом производстве глин с включениями карбонатных пород. М.: Промстройиздат, 1957. С. 72.
7. Бабков В.В. Объемные изменения в реакциях гидратации и перекристаллизации минеральных вяжущих веществ // Цемент и его применение. 1998. № 4. С. 16–19.

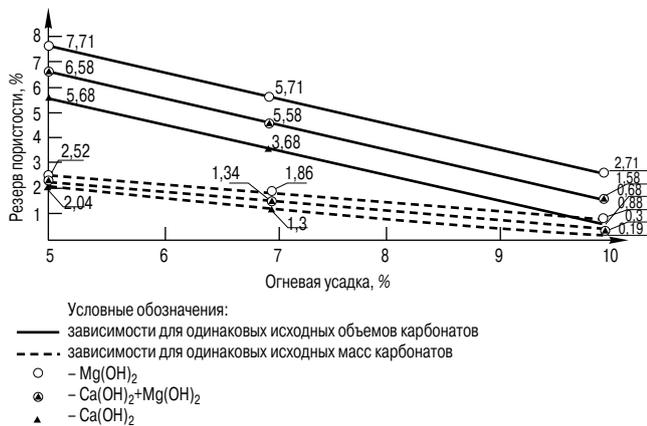


Рис. 4. Влияние вида исходного карбоната и величины огневой усадки изделия на изменение резерва пористости в гидратированном дутике, заключенном в керамической обойме

# Инновационные технологии для кирпичных заводов средней и малой мощности

Научно-практический семинар с таким названием состоялся 15–16 марта 2011 г. в Омске в рамках международного многопрофильного проекта КЕРАМТЭКС. Данное мероприятие стало продолжением практики проведения научно-практических семинаров по актуальным для определенной профессиональной аудитории направлениям. Первый семинар в рамках КЕРАМТЭКС состоялся мае 2010 г. в Краснодарском крае и показал, что такой формат не менее актуален, чем традиционная конференция КЕРАМТЭКС. Организатором семинара выступила редакция журнала «Строительные материалы»® при поддержке ООО «ИНТА-строй», ООО НПП «Баскей» и Ассоциации производителей керамических стеновых материалов (АПКСМ).



Г.Д. Ашмарин



В.Я. Толкачев



В.И. Билан



Ю.В. Федотов



Г.И. Стороженко

В семинаре приняли участие более 40 руководителей и ведущих специалистов кирпичных заводов, машиностроительных и инженеринговых организаций, ученых отраслевых научно-исследовательских организаций и вузов из Кемеровской, Новосибирской, Омской, Ростовской, Свердловской, Томской, Челябинской, Читинской областей, Красноярского и Хабаровского краев, Республик Беларусь и Украина, а также коллеги из Испании.

Главной темой семинара стала технология производства керамического кирпича методом полусухого прессования. Ее актуальность обусловлена тем, что в данный метод весьма распространен в Восточной и Западной Сибири, Казахстане и других регионах России и стран СНГ, где отсутствуют высококачественное сырье для производства кирпича пластическим формованием. Почему для проведения семинара был выбран Омск? В декабре 2010 г. в Омске произошло знаменательное для отечественной кирпичной промышленности событие. Впервые за постсоветский период в России создано и запущено комплектное оборудование для производства кирпича полусухого прессования, полностью разработанное и изготовленное силами Института новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов («ИНТА-строй»). К этому событию шел почти двадцать лет. И вот новый завод представлен коллегам. Но об этом ниже.

Как отметил в своем выступлении на семинаре первый заместитель министра промышленной политики, транспорта и связи Омской области **В.И. Белов**, область всегда имела высокоразвитый машиностроительный комплекс. В настоящее время он продолжает вполне успешно развиваться. В 2010 г. по сравнению с 2009 г. был достигнут рост промышленного производства 108,3%, при этом в металлургии рост составил 144%, в производстве строительных материалов – 131%, в производстве промышленного оборудования – 130%.

В.И. Белов подчеркнул, что запуск опытно-экспериментального комплектного завода «ИНТА-строй» является иллюстрацией потенциала омского машиностроения, практически все оборудование для нового завода было изготовлено на машиностроительных предприятиях Омской области.

Генеральный директор НПП «Баскей», д-р техн. наук **Г.И. Стороженко** рассказал об опыте строительства и эксплуатации заводов полусухого прессования в районных центрах Красноярского края. Он отметил, что опыт

предприятий, переживших кризис 1998 г., позволил выявить ряд «узких» мест в технологии и организации производства. Например, для условий Сибири необходимо иметь крытый шихтозапасник с месячным запасом сырья; пресс-порошок целесообразно гранулировать и т. д.

Новый проект завода по производству лицевого кирпича методом полусухого прессования, разработанный совместно ЗАО «ЮЖНИИСТРОМ» и НПП «Баскей», представил канд. техн. наук, генеральный директор института «ЮЖНИИСТРОМ» **Н.Г. Гуров** (читайте статью Н.Г. Гурова в этом номере журнала).

Опыт производства керамического кирпича полусухого прессования на кирпичном заводе «Тамдем-ВП» (Ростовская обл.) сравнительно новый. О внедрении технологии с использованием кремнеземистых опал-кристобалитовых пород рассказал главный инженер предприятия **Ю.И. Небежко**.

С позицией одного из старейших специалистов кирпичной промышленности, генерального директора ВНИИСТРОМ им. Петра Петровича Будникова, канд. техн. наук **Г.Д. Ашмарина** специалисты отрасли знакомы давно. Геннадий Дмитриевич обоснованно считает, что потенциальные возможности технологии производства керамического кирпича методом полусухого прессования до сих пор полностью не раскрыты и не используются. Несомненно, что такое производство компактнее, требует меньше оборудования, существенно сокращается общий вагонеточный парк. В общем случае возможно снизить объем капиталовложений из расчета на единицу продукции минимум в 1,5 раза.

Большой практический интерес участников семинара вызвали доклады о конкретных видах оборудования. **В.М. Погребенков**, д-р техн. наук, профессор Томского политехнического университета, представил современную отечественную формовочную оснастку, которая позволяет улучшить структуру бруса при пластическом формовании. **Р.Я. Ахтямов**, канд. техн. наук, генеральный директор института «УралНИИСТРОМ», рассказал, как организовать на действующем кирпичном заводе производство элементов блочной футеровки вагонеток из жаропрочного бетона на шлакощелочном вяжущем. Выступление **И.В. Билана**, зам. генерального директора АОЗТ «Красный Октябрь» (Украина) убедило присутствующих, что у отечественного машиностроения (что же поделывать, если Украина теперь за граница) еще есть «порох в пороховницах».

Следует отметить, что формат научно-технического семинара располагал к активным профессиональным дискуссиям и обсуждениям, которые не прекращались ни во время заседаний, ни во время перерывов.

Конечно, главной интригой прошедшего семинара стало посещение офиса и экспериментального производства «ИНТА-строй». Действительно, лучше один раз увидеть и все потрогать, чем читать статьи сотрудников института в журнале «Строительные материалы»<sup>®</sup>.

Итак, **вниманию коллег был представлен опытный завод по производству керамического кирпича полусухого прессования мощностью 2 млн шт. усл. кирипча в год** (для промышленной реализации подготовлены комплекты документации на заводы мощностью 10 и 20 млн шт. усл. кирипча в год). В технологии можно использовать кроме низкосортных суглинков также золу ТЭЦ и техногенные отходы других производств, например гранулированный металлургический шлак.

Технологическая линия включает **склад сырья** (глинозапасник), агрегат загрузки сырья **ШЛ 521**, где происходит первичное измельчение, а затем



И.Ф. Шлегель



Керамическая птица счастья





Масса на выходе из «Каскада»

К. Жулио в музее «ИНТА-строй»



дозированная подача на дальнейшую переработку. В агрегате подготовки сырья **ШЛ 522 «Суховей»** происходит одновременная сушка и измельчение глины по ходу перемещения в барабане. Затем сырьевая масса поступает в установку **ШЛ 383К «Каскад»**, где происходит камневыведение и гомогенизация сырья. Для перемешивания, усреднения и гранулирования пресс-порошка предназначен стержневой смеситель **ШЛ 526**.

Формование кирпича происходит в одноместном прессе **ШЛ 503**. Сушка, обжиг и пакетирование кирпича происходит на полностью автоматизированной линии **ШЛ 540**. В ней применены проходные сушилки-печи шахтного (вертикального) типа.

На предприятии сдержанный скепсис гостей сменился неподдельным интересом. Они облазили каждый уголок, заглянули во все агрегаты (следует отметить, что все агрегаты массоподготовки, являющиеся в других технологических решениях источником пыли, выполнены закрытыми). Специалисты института не успевали отвечать на вопросы коллег.

В целом посещение института «ИНТА-строй» никого не оставило равнодушным: кто-то сразу был готов обсуждать практические вопросы сотрудничества, кто-то заинтересовался отдельными единицами оборудования (в частности, «Каскадом»), кто-то переживал «технологический» шок от того, что завод работает...

Игоря Феликсовича Шлегеля коллеги долгое время считали мечтателем, подвергали сомнению его технические идеи, которыми он постоянно щедро делился на страницах журнала, не верили в работоспособность шахтной печи. Теперь каждый специалист может лично увидеть работающий завод полусухого прессования с шахтными тепловыми агрегатами, правда пока маленький.

На достигнутом И.Ф. Шлегель не остановится. В настоящее время идет активная подготовка к строительству собственного завода мощностью 20 млн шт. усл. кирпича в год. Дорогу осилит идущий.

**Е.И. Юмашева**



# Специальная модификация для суперустойчивости к сползанию

гидроксиэтилцеллюлоза  
гидроксипропилметилцеллюлоза

гидроксиэтилметилцеллюлоза  
метилцеллюлоза  
карбоксиметилцеллюлоза

HEC

MP

MAT

ME

MET

MC



РОССИЯ

УКРАИНА

БЕЛАРУСЬ

КАЗАХСТАН

**Штукатурка гипсовая**  
ручная, машинная

**Адгезивы**  
цементные

**Клеи для фасадного утепления**

Новые марки MAT, MET:

- улучшенное открытое время - до 35 мин.,
- стойкость к сползанию для тяжелой плитки,
- использование при высокой и низкой температуре



Группа компаний  
«Единая Торговая Система»

Тел. +7 812 703 103 5

[www.utsrus.com](http://www.utsrus.com)

В.И. РЕЗНИК, руководитель центра качества ПГ «Кислотоупор» (Донецк, Украина)

## Возможности получения кирпича облицовочного и клинкерного светлых тонов на базе глин ПГ «Кислотоупор»

Срок эксплуатации и долговечность любого строения напрямую зависят от качества используемых материалов. Это своего рода аксиома, о которой знают не только строители, но и компании-заказчики.

Многие в качестве основного строительного материала выбирают кирпич, что вполне оправданно: благодаря своим высоким техническим показателям он хорошо себя зарекомендовал. Внешняя красота, стиль и дизайн здания во многом определяются вкусами его хозяина, а также качеством исполнения работы, но не только это играет важную роль. Все основные черты будущего дома закладываются гораздо раньше — на этапе, когда подбирается материал, а получить качественный кирпич можно, используя только качественное сырье.

Одной из главных составляющих любого керамического кирпича является глина. Глины Курдюмовского месторождения Украины обладают рядом отличительных особенностей, которые приведены ниже.

Промышленная группа «Кислотоупор» — эффективное развивающееся предприятие, которое успешно функционирует на рынке более 10 лет и включает два глинодобывающих предприятия, гипсовый карьер, агропредприятие и научно-производственное объединение.

Добываемые глины Курдюмовского месторождения марок Курдюм-3, К-3 и К-П с силикатным модулем 2,9–3,6 наиболее пригодны для выпуска кирпича, как клинкерного, так и лицевого. По минералогическому составу это каолинитово-гидрослюдистые глины. Глинистая составляющая представлена каолинитом, гидрослюдой и смешанно-слоистыми образованиями.

Каолинит имеет единую модификацию, мелкочешуйчатое и тонкочешуйчатое строение, низкое дву-преломление. Степень преобразования и кристалличности невысокая. Чешуйки гидрослюды нередко в разной степени деградированы, расслаиваются на отдельные листочки, постепенно переходя в разбухающую фазу, а затем в смешанно-слоистые об-

разования. Смешанно-слоистые образования представляют собой переслаивание очень тонких слоев гидрослюды и минеральной массы, представленной пакетами монтмориллонита. Клаустическая составляющая представлена кварцем, полевым шпатом и слюдястыми минералами псаммоалевритовой размерности. Полевые шпаты представлены микроклином и плагиоклазом. Слюда — в виде биотита и мусковита. Акцессорные минералы представлены зернами циркона, апатита и турмалина.

Одной из важных характеристик глинистого сырья, влияющей на механическую прочность, является содержание свободного кварца, а в этих глинах оно в пределах 34–40%.

Исходя из всех этих характеристик, можно отметить, что данные глины идеально подходят для изготовления кирпича любого вида и, учитывая низкое содержание красящих оксидов ( $Fe_2O_3 + TiO_2$ ), любой цветовой гаммы от белого до насыщенного абрикосового цвета.

Поскольку эти глины среднепластичные и нечувствительные к сушке, они отлично формируются и хорошо ведут себя в сушке. В связи с тем, что эти глины являются каолинитогидрослюдистыми, формовочная влажность шихтовой смеси 13–15% — это дает хорошее уплотнение бруска в момент формования, а следовательно, имеет предпосылку к бы-

строй и качественной сушке и хорошей механической прочности готового изделия.

По опыту использования этих глин для производства кирпича на ряде предприятий России и Украины, в частности на ООО «ОСМ и БТ», ОАО «Аксацкий кирпичный завод», ООО «Керамейя» и др., глины Курдюмовского месторождения имеют большой интервал спекания от 80 до 100°C, что позволяет уверенно вести обжиг изделий и варьировать температурный режим.

Знание химического состава глины, используемой в производстве строительных материалов, а именно кирпича лицевого и клинкерного, имеет довольно ограниченный практический интерес, так как технологическое поведение глин в большей степени зависит от минералогического и гранулометрического составов. Поэтому глины Курдюмовского месторождения не являются продуктами шихтовки 2–3 видов глинистого сырья, а имеют постоянный минералогический состав, что очень важно для производства.

Контроль качества глины осуществляется непрерывно от бурения скважин и разведки карьера и продолжается в процессе добычи и подготовки к транспортировке. Прежде чем попасть к потребителям, глина вылеживается на складской площадке с переброской буртов через каждые 2–3 месяца под контролем лабо-

Таблица 1

Фазовый минеральный состав	Минеральные компоненты, %		
	Сорт К-3	Сорт Курдюм-3	Сорт К-П
Каолинит	42,4	27,4	36,4
Гидрослюда	9,1	13,1	8
Смешанно-слоистые образования	5,8	9	5,5
Кварц	32,2	41,5	40,9
Микроклин	1,5	1,5	0,9
Плагиоклаз	0,7	1,2	0,8
Слюда обломочная	6,8	3,6	5,5
Акцессорные минералы	1,1	2,2	1,9
Сидерит	-	0,5	



Таблица 2

Марка	Химический состав в пересчете на прокаленное вещество, %								ППП
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
К-3	73,9	21,73	0,9	1,1	0,37	0,47	1,85	0,23	6
Курдюм-3	68,8		0,8-1	1,3	0,27	0,39	1,99	0,45	7
К-П	78	17,5	0,8	1,1	0,45	0,4	1,75	0,26	5,2

ратории. Поэтому компания «Кислотоупор» уверена в качестве своего сырья.

На базе ООО «НПП «Геоинвест» работает Центр качества, задачей которого является не только постоянный контроль за качеством материала на всех этапах производства, но также исследования и разработки рецептур под задачи потребителя. Также выполняются комплекс лабораторных исследований сырья, испытание готовой продукции, разработка, лабораторное тестирование с постановкой на поток опытных масс и глазурей для кирпича, керамогранита, плитки для пола, плитки облицовочной, санитарных строительных изделий, изоляторов, технологический аудит предприятий, составление технологических регламентов, классификаторов брака с идентификацией и методами устранения.

Лаборатории Центра качества оснащены новейшим оборудованием фирмы Phillips для проведения тестирования сырья и готовых шихтовых составов как экспресс-методом, так и методом «мокрой химии».

Наши специалисты не только разрабатывают рецепт шихты на конкретную продукцию и под каждого отдельного потребителя, но и отрабатывают всю режимную карту производства, включая режимы сушки и обжига, проводят лабораторное тестирование и выпуск полупромышленной и промышленной партий.

Большое внимание работники Центра качества уделяют повышению своего профессионального уровня, постоянно обучаются новым методам исследований. Один раз в месяц проводится контрольная проверка результатов своих испытаний в лабораториях сторонних организаций.

Специалистами Центра качества совместно с технологической служ-

Сорт	Тонкодисперсные фракции, %				
	0,063	0,063–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	менее 0,001
К-3	9,8	19,84	1,08	16,16	50,12
Курдюм-3	3,2	13,6	14,36	31,8	37,04
К-П	10,8	31,12	7,16	20,04	30,88

Таблица 3

бой Аксайского кирпичного завода (Ростовская обл.) отработан рецепт кирпича на основе глины сорта К-П Курдюмовского месторождения цвета «солома». Была произведена опытно-промышленная партия по рецепту специалистов Центра качества ПГ «Кислотоупор». Получены положительные результаты: кирпич соответствует ГОСТ 530–2007, и в настоящее время Аксайский кирпичный завод выпускает кирпич цвета «солома» на базе глины сорта К-П.

Также проведены работы по получению кирпича светлых тонов на базе сырья «ВВКЗ» (г. Ржев Тверской области) и глины сорта К-П, где получены положительные результаты.

На ООО «Керамейя» (г. Сумы, Украина) произведена опытно-промышленная партия клинкерного кирпича цвета «янтарь», соответствующего по всем параметрам марке 300 согласно ТУ У В. 2. 7 – 26.4-34327895 – 001:2008.

В настоящее время специалисты Центра качества ведут совместную разработку с технологической службой Норского керамического завода (Ярославль) рецептуры кирпича цвета «слоновая кость». Проведено параллельно с технологической службой завода лабораторное тестирование глины сортов К-П и К-3 совместно с местными глинами Ярославской области. Получен положительный результат. Также оказана технологиче-

ская помощь специалистам завода в получении неоседающей суспензии мела для нужд производства.

Многолетний производственный опыт, компетентность высококвалифицированного персонала являются гарантом качества нашей продукции.

За время работы ПГ «Кислотоупор» не получила ни одной подтвержденной рекламации по качеству продуктов группы, доказательством чего является приобретенный имидж и незапятнанная репутация поставщика высококачественного сырья для керамической промышленности.

Промышленная группа «Кислотоупор» – надежный и честный партнер, на которого можно положиться.

**Ключевые слова:** глинистое сырье, облицовочный кирпич, клинкерный кирпич, лабораторные исследования сырья и готовой продукции

Промышленная группа «Кислотоупор»



**КИСЛОТОУПОР**  
ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА

- добыча огнеупорной беложгущей глины
- разработка рецептур для керамической промышленности

**www.kisloutopor.com.ua**  
**e-mail: info@kisloutopor.com.ua**  
**Тел./факс: +380-62-389-60-03**

Для уменьшения  
себестоимости:

## Качество и Инновации

Футеровка огнеупорами  
для вагонеток печи

Огнеупоры для свода и  
стен

Ручные и автоматические  
системы чистки вагонеток

 **FORGESTAL**

Camí Ral. 104 - Polígon Industrial Sud  
08292 Esparraguera (Barcelona)  
Tel. 93 777 87 07 - Fax 93 777 87 14  
forgestal@forgestal.com  
www.forgestal.com

Установка огнеупоров вагонеток и системы чистки на  
Брамтон Брик (США)



Реклама





TALLERES FELIPE VERDÉS, S.A.

comercial@verdes.com • www.verdes.com

АГЕНТЫ (Россия): Гулий Николай

394024, г.Воронеж, ул.Ленина, д.86А, кв.38 моб. +7 (960) 118 3528 - тел. +7 4732 44 99 60

Реклама

А.П. ЗУБЕХИН, д-р техн. наук, И.Г. ДОВЖЕНКО, инженер, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)

## Повышение качества керамического кирпича с применением основных сталеплавильных шлаков

В настоящее время в условиях рыночной экономики наблюдается высокий спрос на рядовой и лицевой керамический кирпич. Это обусловлено реализацией в различных регионах страны национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», строительством олимпийских объектов в г. Сочи и модернизацией промышленности. Как известно, важнейшим фактором эффективности экономики является выпуск конкурентоспособной продукции, обладающей высокими физико-механическими, эксплуатационными и эстетико-потребительскими свойствами.

Сравнительно малые запасы высококачественных глин обуславливают необходимость применения ресурсосберегающих технологий производства керамического кирпича, в частности за счет использования местного низкосортного глинистого сырья и промышленных отходов.

В последнее время в различных опубликованных источниках [1–4] приводятся сведения о перспективах использования вторичного сырья (отходов различных отраслей промышленности) в производстве строительных материалов. Данное направление, называемое рециклингом, стало актуальным вследствие ежегодного увеличения количества образующихся на различных предприятиях отходов, которые зачастую вывозятся на специальные полигоны, занимая огромные площади и ухудшая состояние окружающей среды. Преимущество рециклинга состоит в том, что при возвращении отходов в производственный цикл снижается материалоемкость производства, повышается его рентабельность, устраняется отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду при долговременном хранении. Это позволяет создавать ресурсосберегающие технологии, являющиеся важнейшим условием повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Целью работы явилось повышение качества керамического кирпича на базе низкосортного глинистого сырья с применением вторичных сырьевых материалов электрометаллургического производства (сталеплавильных шлаков).

При проведении исследований в качестве пластичных материалов использовались легкоплавкие кислые суглинки Маркинского месторождения с пластичностью 11,3 и Октябрьского месторождения с пластичностью 15,8 (Ростовская обл.). В качестве непластичных материалов в керамических массах применялись глинистый сланец, горелая порода, зола ТЭЦ, сталеплавильные шлаки (СШ), получаемые на различных переделах электрометаллургического производства (СШ-1 и СШ-2). Химический состав используемых компонентов керамических масс приведен в табл. 1. Для изучения свойств керамического кирпича образцы изготавливали из масс, шихтовые составы которых приведены в табл. 2.

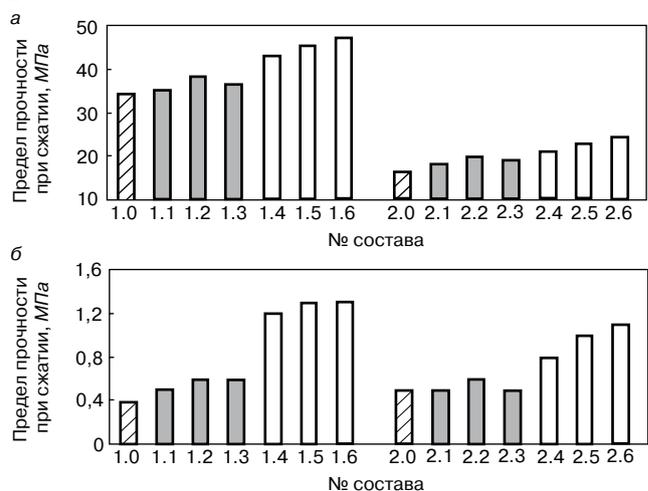
Перед формованием производилась подготовка компонентов, включающая помол гранулированного шлака СШ-1 и просеивание через сито № 09. Гранулометрический состав шлака СШ-2 представлен преобладающей фракцией с размером зерен менее 1 мм, вследствие

чего отсутствует необходимость его измельчения. Керамические образцы формовали пластическим способом с влажностью 20% и 23%. Отформованные образцы сначала высушивали при комнатной температуре, а затем в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ . Обжиг керамических образцов проводили в муфельной печи при температуре  $1000^\circ\text{C}$  с изотермической выдержкой в течение одного часа. Физико-механические и эксплуатационные свойства обожженных образцов определяли по стандартным методикам [5]. Определение предела прочности при сжатии проводили на образцах куба со стороной 35 мм, предела прочности при изгибе – на балочках  $20 \times 20 \times 80$  мм; усадку, среднюю плотность, водопоглощение и морозостойкость определяли на образцах-плитках  $60 \times 30 \times 14$  мм. Результаты исследования приведены в табл. 3.

Из приведенных данных видно, что водопоглощение всех образцов находится в пределах 13–19%, что соответствует требованиям ГОСТ 530–2007 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия». По мере увеличения содержания шлаков в шихте происходит снижение показателя воздушной усадки образцов. Вместе с этим отмечается повышение огневой усадки (до 2,1%) и средней плотности образцов. По мере увеличения процентного содержания СШ-1, СШ-2 в керамических массах отмечается повышение морозостойкости образцов (на 12–17 циклов) по сравнению с образцами базовых составов № 1.0 и № 2.0.

Анализ зависимостей пределов прочности керамических образцов при сжатии и изгибе от содержания шлака (рисунок) позволили установить следующее.

Наибольшую прочность как при сжатии, так и при изгибе имеют образцы на основе керамических масс, содержащих в качестве компонента шлак СШ-2. Причем максимальное значение прочности имеют образцы составов № 1.5 и 1.6, полученные на основе



Зависимости предела прочности на сжатие (а) и на изгиб (б) для составов: ▨ – базовые; ■ – на основе СШ-1; □ – на основе СШ-2

**Таблица 1**

Наименование компонента	Содержание, мас. %												
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	ППП	Σ
Суглинки:													
Маркинский	57,19	5,32	11,75	0,68	9,26	1,94	0,7	0,48	1,21	0,13	0,14	11,2	100
Октябрьский	58,58	4,42	12,35	0,66	8,48	1,94	1,33	2,11	0,21	0,13	0,01	10,14	100,36
Шлаки:													
СШ-1	18,8	11,73	0,6	1,14	36,4	26,56	0,7	–	–	–	2,32	1,7	99,95
СШ-2	40,48	4,43	1	0,94	44,8	3,8	0,61	–	–	–	–	3,7	99,76
Глинистый сланец	55,87	8,62	21,53	1,01	1,88	2,88	0,4	0,74	0,2	0,23	0,38	6,26	100
Зола ТЭЦ	37,77	8,4	15,21	0,38	2,6	1,46	0,68	2,73	0,54	0,23	–	30	100
Горелая порода	58,23	6,22	23	1,24	0,6	2,6	1,86	4,35	1,39	–	–	0,51	100

**Таблица 2**

Наименование компонента	Содержание компонента для составов, %													
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
Суглинки:														
Маркинский (1);	75	85	80	75	85	80	75	–	–	–	–	–	–	–
Октябрьский (2)	–	–	–	–	–	–	–	60	85	80	75	85	80	75
СШ-1	–	15	20	25	–	–	–	–	15	20	25	–	–	–
СШ-2	–	–	–	–	15	20	25	–	–	–	–	15	20	25
Глинистый сланец	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Зола ТЭЦ	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–
Горелая порода	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–

**Таблица 3**

Наименование	Показатели свойств составов													
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
Водопоглощение, %	15	13	14	17	16	16	16	19	15	15	16	16	17	17
Усадка, %:														
воздушная	6	5,7	5,3	5	4,1	3,6	3,4	6,3	5,9	5,6	5,4	4,6	3,9	3,6
огневая	1,4	1,5	1,3	1,1	1,9	2	2	1,2	1,4	1,2	1,1	2,1	2,1	2,1
общая	7,4	7,2	6,6	6,1	6	5,6	5,4	7,5	7,3	6,8	6,5	6,7	6	5,7
Средняя плотность, г/м <sup>3</sup>	1840	1862	1877	1893	1776	1803	1825	1565	1752	1765	1780	1678	1700	1720
Предел прочности, МПа:														
при сжатии	33,7	34,5	39,1	36,3	42,2	45,3	47	16,1	17,7	19,5	18,1	20,6	22,3	24,2
при изгибе	0,4	0,5	0,6	0,6	1,2	1,3	1,3	0,5	0,5	0,6	0,5	0,8	1	1,1
Морозостойкость, цикл	30	40	42	30	45	47	47	28	36	40	32	43	45	45

маркинского суглинка с содержанием шлака СШ-2 20% и 25% и характеризующиеся повышенной морозостойкостью (47 циклов). Пределы прочности при сжатии и изгибе образцов на основе октябрьского суглинка (рис. 1) значительно ниже, чем у образцов на основе маркинского суглинка. Образцы, содержащие шлак СШ-1, имеют предел прочности при сжатии и изгибе значительно ниже как на основе октябрьского, так и маркинского суглинков. Причем значения предела прочности образцов на основе октябрьского суглинка почти в 2 раза ниже, чем соответствующие показатели на основе маркинского суглинка.

Таким образом, применение шлака СШ-2 в качестве компонента в количестве 20–25% улучшает все послеобжиговые свойства керамического кирпича на основе октябрьского суглинка, а особенно маркинского.

Кроме того, введение СШ-2 в керамическую массу способствует осветлению черепка, изменяя его цвет с красного на желтый и бежевый при использовании маркинского и октябрьского суглинков соответственно. Как

установлено А.П. Зубехиным с соавторами [6], красный цвет кирпича в базовом образце, как и в других образцах, не содержащих шлака СШ-2, обусловлен повышенным содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – в пределах от 4,42 до 6,15%. В этом случае железо находится в кирпиче в виде самостоятельной фазы гематита α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, коэффициент отражения которого составляет 6,5% по МС-20, что и предопределяет его окраску от красного до красно-коричневого цвета. Химический состав образцов керамических масс № 1.6 и 2.6 характеризуется более высоким содержанием CaO (около 18%), а также повышенным количеством щелочных оксидов (табл. 4). Это приводит к существенным изменениям в фазовом составе и кристаллохимическим превращениям в структуре черепка.

Установлено [7], что при наличии повышенного содержания CaO и щелочных оксидов увеличивается количество жидкой фазы в процессе спекания керамики, что приводит к изменению фазового состава железосодержащих фаз, а также к образованию твердых растворов некоторых алюмосиликатных фаз с ионами Fe<sup>3+</sup>.

Таблица 4

Наименование керамической массы	Содержание, мас. %												
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	ППП	Σ
1.0	56,86	6,15	14,2	0,76	7,42	2,18	0,63	0,55	0,96	0,16	0,2	9,97	100,04
1.6	53,01	5,1	9,06	0,75	18,15	2,41	0,68	0,36	0,91	0,1	0,17	9,33	100,03
2.0	54,35	5,58	15,05	0,72	5,73	1,98	1,31	2,68	0,51	0,12	0,01	12,19	100,23
2.6	54,06	4,42	9,51	0,73	17,56	2,41	1,15	1,58	0,16	0,1	0,07	8,53	100,28

Таблица 5

Наименование фазы	Количество Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	КО, % по МС-20
Гематит α-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100	6,5
Метакаолинит Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>	–	91,8
	0,5	64,7
Анортит CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>	3	36,7
	–	88
	0,5	37
	1	25,7
Стеклофаза состава, мас. %: SiO <sub>2</sub> – 76 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 15 K <sub>2</sub> O – 9	3,00	16,2
	–	91,1
	0,5	88
	1	85,4
	3	79,8

Результатами исследований методом РФА убедительно подтверждено, что в фазовом составе керамического черепка № 1.6 отсутствует железосодержащая фаза гематита α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. На рентгенограмме идентифицированы следующие кристаллические фазы: β-кварц (3,33; 2,12; 1,81Å), анортит (3,20; 2,51Å), волластонит (2,97; 2,47Å), геленит (2,04; 2,44Å), а также фиксированное интенсивное гало, свидетельствующее о повышенном содержании стеклофазы.

По мнению авторов, осветление черепка при использовании красножгущихся суглинков обусловлено фиксацией значительного количества Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в стеклофазе, а также за счет образования твердых растворов алюмосиликатных фаз с ионами железа (табл. 5).

Как видно из табл. 5, при внедрении даже 3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в стеклофазу КО составляет 79,8%, что более чем в 10 раз выше по сравнению с КО α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (6,5%). Коэффициент отражения метакаолинита при замещении в нем иона Al<sup>3+</sup> на Fe<sup>3+</sup> по схеме значительно снижается до показателя 36,7%.

Таким образом, основываясь на полученных данных, можно заключить, что применение основного стапеллавильного шлака СШ-2 в качестве компонента в грубозернистых керамических массах способствует увеличению прочностных, технико-эксплуатационных и эстетико-потребительских свойств керамического кирпича, что повышает его конкурентоспособность.

**Ключевые слова:** керамический кирпич, ресурсосберегающие технологии, промышленные отходы, суглинки.

#### Список литературы

1. Рассказов В.Ф., Ашмарин Г.Д., Ливада А.Н. Производство строительных материалов с использованием техногенных отходов. // Стекло и керамика. 2009. № 1. С. 5.

2. Каптюшина А.Г., Бондаренко Г.В. Использование отходов в производстве строительных материалов // Строит. материалы. 2008. № 2. С. 38–40.
3. Верещагин В.И., Шильцина А.Д., Селиванов Ю.В. Моделирование структуры и оценка прочности строительной керамики из грубозернистых масс // Строит. материалы. 2007. № 6. С. 38–40.
4. Гороховский А.В., Мещеряков Д.В., Бурмистров И.Н. и др. Теплоизоляционный материал на основе боя стекла, подвергнутого механохимической активации // Стекло и керамика. 2010. № 1. С. 6–9.
5. Практикум по технологии керамики / Под ред. И.Я. Гузмана М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. 336 с.
6. Зубехин А.П., Голованова С.П., Яценко Н.Д. и др. Спектроскопические и кристаллохимические основы белизны и цветности силикатных материалов // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2007. № 5. С. 40–43.
7. Голованова С.П., Зубехин А.П., Лихота О.В. Отбеливание и интенсификация спекания керамики при использовании железосодержащих глиен // Стекло и керамика. 2004. № 4. С. 9–11.

Центр Бетонных Технологий  
при поддержке  
Технического Университета Дрездена  
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева  
ООО «Эм-Си Баухеми»  
Ассоциации «Железобетон»

## Конференция Обследование, ремонт и усиление железобетонных конструкций

15 – 16 июня 2011 г.

Санкт-Петербург

#### Тематика:

- Виды и классификация повреждений: трещины, полости, коррозия арматуры, химическая и физическая деградация бетона, повреждение защитных покрытий.
- Методика обследования зданий и конструкций: цели, последовательность, разрушающие и не разрушающие методы, мониторинг, лабораторный инструментальный анализ результатов.
- Стратегии восстановления требуемых свойств: определение требований к объектам ремонта, остаточное время эксплуатации, оценка целесообразности различных вариантов ремонта, учет условий для проведения работ, обеспечение качества ремонтно-восстановительных мероприятий.
- Основные методы ремонта и восстановления: репрофилирование, устранения трещин, реалкализации, защиты от коррозии и химических воздействий, гидрофобирование, защитные покрытия, активные и пассивные методы катодной защиты.
- Принципы выбора материалов для ремонта и защиты: принцип физической, механической и химической совместимости, учет технических возможностей, ожидаемых нагрузок и долговечности.
- Новые технологии усиления конструкций: усиление полосками из углеродного волокна, усиление текстильным армированием.

#### Место проведения:

#### Центр Бетонных Технологий

Адрес: Санкт-Петербург, пр. Авиаконструкторов, д. 35, корп. 4  
Условия участия и подача заявок телефон: +7 (812) 331-81-84  
Козлова Наталья – тел. +7 962 706 87 03  
e-mail: natalia.kozlova@beton-center.ru www.beton-center.ru

удк 666.3

А.М. САЛАХОВ, канд. техн. наук, НПП «Клинкерная керамика КФУ»; Г.Р. ФАСЕЕВА, магистр техники и технологии, зав. лабораторией, филиал ЗАО «ФОН» «Ключищенская керамика»; Б.И. ГИЗАТУЛЛИН, физик, Казанский федеральный университет; Н.М. ЛЯДОВ, физик, Казанский физико-технический институт РАН; Н.В. БАЛТАКОВА, канд. физ.-мат. наук, НПП «Клинкерная керамика КФУ» (Республика Татарстан)

## Клинкерная керамика: от лаборатории к промышленному производству

Знания о связи между внутренней структурой вещества и его поведением в различных условиях становятся важным инструментом создания материалов с заданными свойствами путем прямого синтеза структур, обеспечивающих эти свойства. Именно такая задача поставлена перед недавно созданным научно-производственным предприятием «Клинкерная керамика КФУ», специалистами которого совместно с ведущими научными центрами страны и передовыми предприятиями осуществляют исследования и разработки высокопрочных керамических материалов (клинкерных), в том числе строительного назначения.

Перед строительным материаловедением в настоящее время ставятся весьма амбициозные задачи [1]:

- разработка материалов нового поколения (сверхплотных и высокопрочных, ультрапористых высокотеплоэффективных, коррозионно-стойких и т. д.), которые образно можно называть экстрим-материалами;
- развитие теории структурообразования и модифицирования структур композитов, опирающейся на фундаментальные знания физики и химии твердого состояния, физико-химической механики, механики структурированных систем, материаловедения конструкционных и функциональных материалов.

Известно, что высокие прочностные свойства керамических материалов могут быть достигнуты при модификации широко распространенных легкоплавких глин опал-

кристобалитовыми породами, отличающимися тонкопористой структурой и повышенной химической активностью. При росте температуры обжига с 1000 до 1150°C прочность образцов при сжатии и при изгибе существенно возрастает [2]. Методом ртутной порометрии показано, что с подъемом температуры обжига существенно снижается средний диаметр пор. Однако известно, что метод ртутной порометрии имеет некоторые ограничения в нанометровой области. Для изучения пор нанометрового диапазона в Институте физики Казанского федерального университета был применен метод ядерного магнитного резонанса на протонах, использование которого позволило проследить динамику изменения структуры наноразмерных пор. Одновременно проводились электронно-микроскопические исследования и рентгенофлуоресцентное изучение состава микрообъемов образца.

Одним из критериев долговечности стеновых керамических материалов является показатель морозостойкости, который в большой степени зависит от характера порового пространства черепка, т. е. от количества и размера пор, от их соотношения. Согласно классификации Международного союза по теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) пористые твердые тела классифицируются следующим образом: микропористые – с размерами пор менее 2 нм; мезопористые – с размерами пор от 2 до 50 нм; макропористые – с размерами пор более 50 нм.

Таблица 1

Колебания атомарного состава керамического материала

Элементы	Доля в различных фрагментах образца, %					
O	62,13	42,17	63,94	70,04	72,95	
Mg	0,54	0,51	–	–	0,17	
Al	4,14	2,88	4,39	0,71	1,13	
Si	28,65	45,08	23,2	28,26	25,16	
K	1,12	1,62	0,73	0,5	0,28	
Ca	0,65	0,89	3,09	–	0,11	
Fe	2,69	6,85	4,66	0,13	0,2	

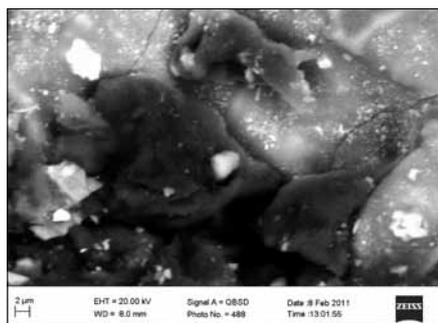


Рис. 1. РЭМ-фото керамического материала. Обжиг при 1150°C

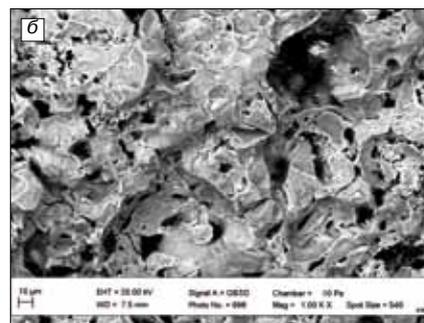
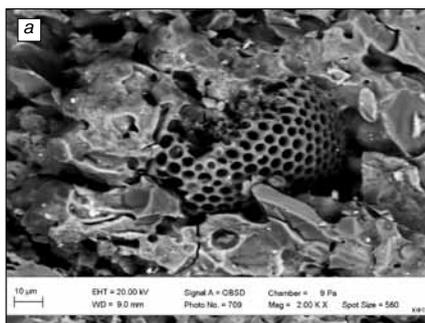


Рис. 2. РЭМ-фото керамического образца. Обжиг при 1100°C: а – выдержка 2 ч; б – выдержка 6 ч

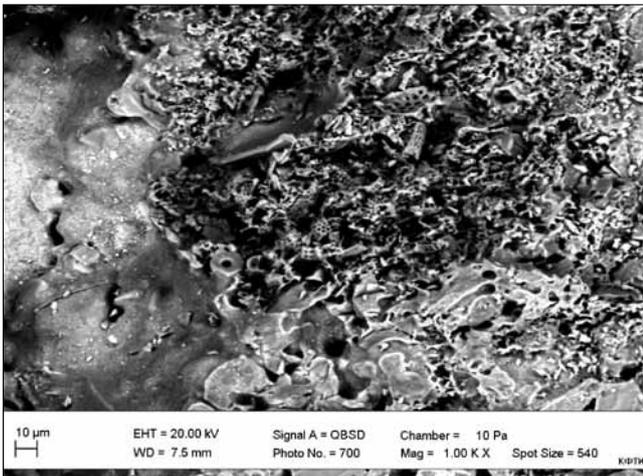


Рис. 3. РЭМ-фото керамического образца. Обжиг при 1100°C, выдержка 6 ч. Выявлена неравномерность структуры на мезоуровне

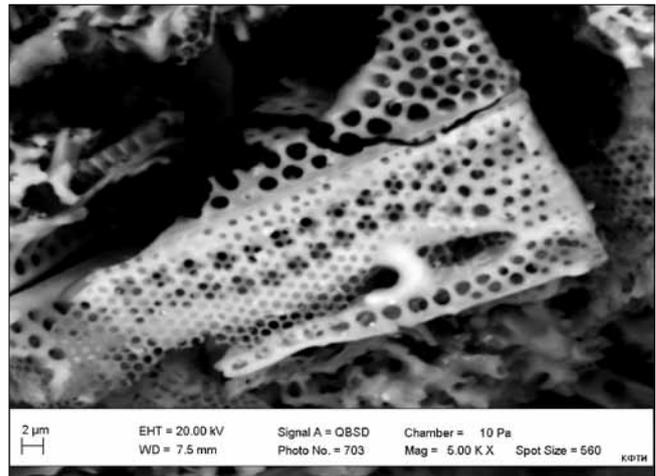


Рис. 4. РЭМ-фото керамического образца. Выдержка при 1100°C 6 ч. Атомарный состав: O – 70,4%; Na – 0,3%; Al – 0,71%; Si – 28,26%; K – 0,2%; Fe – 0,13%

Пористые материалы в большинстве случаев обладают сложной нерегулярной стохастической структурой. Отдельные поры, составляющие в совокупности пространство пор, отличаются по форме, размерам, ориентации и кривизне поверхности (рис. 1).

Как известно [3], индивидуальные морфологические особенности пор как объемных фазовых неоднородностей обусловлены их генезисом. Это касается как закрытых, так и открытых пор. Различные виды пористости, хотя и в различной степени, связаны с процессами газовой выделения и газопоглощения. Для изделий строительной керамики, на наш взгляд, наиболее подходящей является модель твердого тела, полученного путем агрегации дисперсных частиц, согласно которой поры представляют собой зазоры между неплотно сросшимися конгломератами частиц, образующими сетчатый каркас.

Для повышения долговечности изделий стеновой керамики была поставлена задача повышения их прочности и морозостойкости. Известно, что на прочность и морозостойкость керамических материалов влияет ряд факторов [4]. В качестве одного из этапов на пути решения задачи повышения прочности и морозостойкости было принято решение оптимизировать режим обжига. При производстве керамического клинкера вместо подъема температуры обжига до 1150°C было предложено увеличить время выдержки изделия с 2 (рис. 2, а) до 6 ч (рис. 2, б) при температуре 1100°C при различных количествах модифицирующих добавок.

В то же время, электронно-микроскопические исследования выявили неравномерность структуры на мезоуровне (рис. 3).

На рис. 3 видны неравномерности структуры как на микро-, так и на мезоуровнях. Неравномерность структуры сопровождается значительным разбросом атомарного состава в различных точках исследуемого образца.

Атомарный состав микрообъема образца (рис. 4) подтверждает такой вывод.

#### Методика и результаты экспериментов в заводской лаборатории

Исследовались керамические образцы, полученные из легкоплавкой глины с различным содержанием модификатора. Способ формования – ручная набивка в металлические формы. Размер образцов 50×50×50 мм. Обжиг осуществлялся в муфельной печи с постоянной скоростью набора температуры 1°C в минуту, охлаждение вместе с печью. Выдержка при конечной температуре составляла 2 ч, 6 ч (табл. 2).

Анализ приведенных в табл. 2 данных позволяет сделать следующие выводы:

- для всех исследуемых композиций при обжиге отмечается существенное снижение водопоглощения, повышение плотности и прочности в интервале температуры 1050–1100°C;

- увеличение времени выдержки при температуре 1100°C с 2 до 6 ч приводит к увеличению прочностных характеристик. С ростом содержания модификатора влияние времени выдержки на прочность, водопоглощение и плотность возрастает, что свидетельствует о существенном изменении структуры материала.

Исследование распределения пор по размерам показало, что характер этого распределения в зависимости от времени выдержки при температуре 1100°C существенно

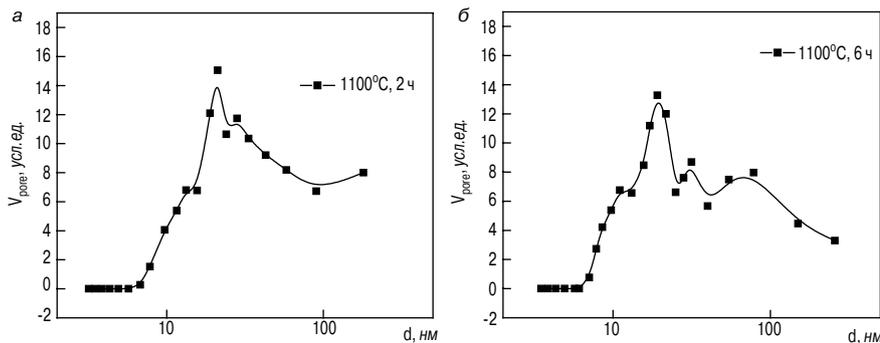


Рис. 5. Распределение пор в образце: а – выдержка при 1100°C 2 ч; б – выдержка при 1100°C 6 ч

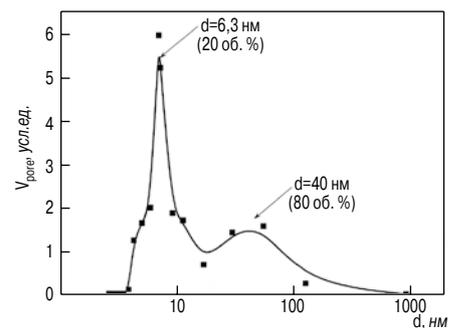


Рис. 6. Распределение пор в образце. Обжиг при температуре 1175°C. Средний диаметр пор 37 нм

Таблица 2

Характеристики образцов при различных режимах обжига

Состав, % по объему Глина Ключищенского месторождения / диатомит Инзинского месторождения	Формовочная влажность, %	Воздушная усадка, %	Температура обжига, °С	Общая усадка, %	Прочность при сжатии, $R_{сж}$ кг/см <sup>2</sup>	Водопоглощение, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
			Время выдержки				
100/-	23	8,5	900/2 ч	8,5	91,2	13,5	1,784
			950/2 ч	9	132,2	13,41	1,801
			1000/2 ч	9,7	143,5	13,35	1,801
			1050/2 ч	9,8	153,7	11,15	1,818
			1100/2 ч	12,87	245,05	4,6	2,021
			1100/6 ч	12,96	336,6	3,03	2,144
90 /10	25	8,4	900/2 ч	8,5	174,5	15	1,719
			950/2 ч	9,1	93,1	14,89	1,72
			1000/2 ч	9,1	108,3	14,58	1,738
			1050/2 ч	9,4	146,2	13,83	1,756
			1100/2 ч	12,2	254,3	5,91	1,925
			1100/6 ч	13,8	474,75	3,66	2,074
80/20	27	8,1	900/2 ч	8,1	131,7	17	1,673
			950/2 ч	8,2	138,3	16,8	1,685
			1000/2 ч	8,3	138,3	16,63	1,688
			1050/2 ч	9	149,1	15,82	1,8
			1100/2 ч	12	327,9	8,89	1,855
			1100/6 ч	13,1	564,5	3,89	2,085
70/30	29	8,2	900/2 ч	8,2	93,9	19,9	1,53
			950/2 ч	8,3	121,4	19,71	1,568
			1000/2 ч	8,7	145,9	19,03	1,575
			1050/2 ч	8,9	193,5	17,53	1,655
			1100/2 ч	13,2	275,1	9,82	1,838
			1100/6 ч	14,46	385,8	5,15	1,92

изменяется: вместо одного пика при 20 нм, соответствующего максимальному объему пор (рис. 5, а), появляются три пика при 20, 30, и 70 нм (рис. 5, б).

Аналогичная структура пор зафиксирована у образца керамики, полученного из композиции легкоплавкой глины с диатомитом при температуре обжига 1175°С (рис. 6). Изделие отличается высокой прочностью (свыше 800 кг/см<sup>2</sup>) и повышенной плотностью (свыше 2,1 г/см<sup>3</sup>), что позволяет его отнести к керамическому клинкеру с мезопористой структурой.

Такое распределение пор по размерам позволяет провести аналогию со структурой опалов. Опал представляет собой гидрогель диоксида кремния SiO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O с переменным содержанием воды, имеющий следующий химический состав: SiO<sub>2</sub> – 65–90 мас. % ; H<sub>2</sub>O – 4,5–20%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – до 9%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – до 3%; TiO<sub>2</sub> – до 5%. Благородные опалы состоят из однородных по размеру сферических частиц α-SiO<sub>2</sub> диаметром 150–450 нм, которые, в свою очередь, образованы из более мелких глобулярных структур диаметром 5–50 нм [5].

**Выводы**

На первом этапе освоения промышленного производства керамических клинкерных материалов на заводе «Ключищенская керамика» получена опытная партия изделий прочностью 25 МПа.

Отмеченная неравномерность структуры на мезоуровне ставит задачу совершенствования массоподготовки.

Дальнейшее повышение прочности может быть достигнуто путем повышения дисперсности керамической массы.

**Ключевые слова:** керамика, размеры пор, прочность, структурная неоднородность, оптимизация обжига.

**Список литературы**

1. Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии: Материалы XV Академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции. Т. 1. Казань: КГАСУ, 2010. 574 с.
2. Салахов А.М., Кабиров Р.Р., Салахова Р.А., Нефедьев Е.С., Ильичева О.М. ОАО «Алексеевская керамика на инновационном пути создания высокотехнологического производства // Строит. материалы. 2010. № 12. С. 16–19.
3. Черемский П.Г., Слезнев В.В., Бетехтин В.И. Поры в твердом теле. М.: Энергоатомиздат, 1990. 390 с.
4. Эшби М., Джонс Д. Конструкционные материалы. Полный курс. Учебное пособие/М. Эшби, Д. Джонс – Перевод 3-го английского издания – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010. 672 с.
5. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под. ред. Ю.Д. Третьякова. М.: Физматлит, 2010. 456 с.

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук, Е.В. РОМАНЮК, канд. техн. наук (scercso@mail.ru), Воронежская государственная технологическая академия.  
 Н.В. ПИГЛОВСКИЙ, ведущий инженер (piglovsky@vagon.vrn.ru), Воронежский вагоноремонтный завод;  
 Р.Ф. ГАЛИАХМЕТОВ, директор по развитию (grf@rosizvest.ru), ООО «Росизвесть»;

## Интерполяционные модели для расчета эффективности пылеулавливания в производстве строительных материалов

Критериальные расчетные зависимости, полученные на основе классических уравнений гидродинамики, не учитывают ряда специфических особенностей фильтрования полидисперсных аэрозолей и поэтому не всегда адекватно отражают процесс обеспыливания газов зернистыми слоями.

Экспериментально-статистические методы, несмотря на ограниченные области применения, позволяют с высокой точностью решать ряд вопросов, связанных с применением зернистых слоев для обеспыливания газов. При решении многофакторных экстремальных задач, к которым относится процесс фильтрования, преимущество этих методов очевидно: возможность построения математической модели при отсутствии сведений о совместном действии различных механизмов процесса; получение информации об одновременном влиянии ряда факторов; интерпретация результатов и анализ физики процесса; рациональная стратегия организации эксперимента с минимальными затратами; создание условий для оптимального управления процессом.

Как известно, процесс фильтрования пылегазового потока зернистыми слоями характеризуется несколькими функциями отклика. Обычно трудно найти такое сочетание влияющих факторов, при котором одновременно достигаются экстремумы всех функций отклика. Поэтому процесс фильтрования зернистыми слоями оптимизируют при ограничении числа факторов и критериев оптимальности.

Предварительно выполняют поиск влияющих факторов и области их определения, при которых достигается намеченный уровень функции отклика [1,2]. Нами установлено [3], что доминирующие размерные факторы ( $d_s$  – эквивалентный диаметр поровых каналов;  $w$  – линейная скорость перед фронтом зернистого слоя;  $H$  – толщина этого слоя, определяющие процесс фильтрования;  $\tau$  – время фильтрования) в интересующей нас области ( $10^{-1} < Re < 10$ ;  $10^{-4} < Stk < 10^{-1}$ ), где  $d_s$ ,  $w$ ,  $H$ , определяющие безразмерные комплексы –  $Re$ ,  $Stk$ , и  $Ho$  (числа Рейнольдса, Стокса и гомотронности соответственно) и  $\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления.

Применение экспериментально-статистических методов обусловлено трудоемкостью пылегазовых замеров, недостаточной представительностью локальных замеров массовой концентрации  $z$  и линейной скорости  $w$ ; невозможностью управлять параметрами дисперсного состава пыли – средним медианным диаметром частиц и средним квадратическим отклонением логарифма диаметров частиц  $\bar{d}_m$  в отдельности; неконтролируемым временным дрейфом этих величин; широким

диапазоном параметров оптимизации и связанными с этим трудностями обеспечения их статистической эффективности; экономической нецелесообразностью достижения экстремальных значений функций; необходимостью предварительного определения области оптимума на основе априорной информации и последующего тщательного исследования формы поверхности отклика.

При анализе и выборе многофакторных дробных реплик и неполных блок-планов предпочтение следует отдавать более простому плану, который даст надежные результаты на узком фронте.

При значительной кривизне поверхности отклика целесообразно использовать центральное композиционное планирование, в частности, ортогональное и ротатабельное [4], которое позволяет получить многочлен вида:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n + b_{12} x_1 x_2 + \dots + b_{(n-1)n} x_{n-1} x_n + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + \dots + b_{nn} x_n^2. \quad (1)$$

Уравнения регрессии при этом дают возможность не только предсказать значения функции отклика для заданных условий эксперимента, но и получить информацию о форме поверхности отклика. Исследование этой поверхности необходимо для выбора оптимального технологического режима. Такая задача особенно актуальна при конструировании интерполяционных моделей из безразмерных комплексов, характеризующих процесс.

Экспериментально-стратегические методы эффективны [5–10] при оценке и прогнозировании важнейших характеристик процесса (общего и фракционных коэффициентов проскока по массовой и счетной концентрациям), составлении соответствующих критериальных уравнений и номограммировании полученных результатов.

Особенно перспективно применение этого метода для процесса обеспыливания газов зернистыми слоями при постепенном закупоривании пор. В этом случае [6] коэффициент проскока пыли  $K$  определяют по формуле:

$$K = f(w, d_s, H, \tau, z_n, \bar{d}_m, \sigma). \quad (2)$$

При традиционном экспериментальном исследовании функции (2) поочередно варьируют каждый фактор и эксперимент занимает длительный период времени, в течение которого происходят неконтролируемые изменения модельной пыли, отдельных деталей или узлов установки и даже настроения обслуживающего персо-

нала. Поэтому конечные результаты эксперимента трудно сопоставить с начальными.

В этих условиях рационально планировать эксперимент по методу Бокса–Уилсона [7] с последовательной реализацией небольших серий опытов при варьировании сразу всеми факторами. Это дает возможность быстро подойти к области оптимума. В [11] в качестве модельной пыли использован полидисперсный аэрозоль – два типа кварцевой пыли со следующим логарифмически нормальным распределением размеров частиц:  $\bar{d}_m = 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ ;  $\sigma = 0,405 \text{ м}$  и  $\bar{d}_m = 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}$   $\sigma = 0,280 \text{ м}$ . Факторы  $\bar{d}_m$  и  $\sigma$  в отдельности практически неуправляемые, поэтому они объединены в один управляемый фактор  $\bar{d}_m \sigma$ .

Натуральные значения  $\tilde{x}$  факторов  $w, d_3, H, \tau, z_H, \bar{d}_m, \sigma$  обозначены соответственно через  $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \tilde{x}_4, \tilde{x}_5, \tilde{x}_6$ . Кодированные факторы, уровни варьирования, коэффициенты регрессии  $b_i$  и ошибки их определения рассчитаны по [7].

Уравнение регрессии:

$$\ln K^{-1} = 2,205 - 0,337x_1 - 0,362x_2 + 0,461x_3 + 0,866x_4 + 0,189x_5 \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что в рассмотренных интервалах варьирования факторов  $K$  симбатно с  $w$  и  $d_3$  и антибатно с  $H, \tau$  и  $z_H$ . При этом чем больше коэффициент регрессии, тем сильнее влияние соответствующего фактора.

Описанная методика использована при выборе параметров и расчете эффективности слоевого зернистого фильтра в процессе организации высокоэффективного пылеулавливания в производстве ряда строительных материалов.

При исследовании зернистых слоев особый интерес представляет определение фракционных коэффициентов проскока дисперсной фазы. Эти коэффициенты наиболее представительны при оценке разделяющей способности зернистого слоя, так как они показывают, какие фракции дисперсной фазы и в какой степени задерживаются перегородкой.

Однако традиционные методы определения фракционных коэффициентов проскока не позволяют получить представительные данные об изменении разделяющей способности зернистых слоев во времени. В этих условиях особенно эффективны экспериментально-статистические методы. Для решения этой задачи успешно использована регулярная реплика 24-1. План опытов имел вид: (1),  $ac, ad, bc, bd, abcd, ab, cd$  [7]. Матрица была рандомизирована по таблице случайных чисел.

Регрессионные уравнения, адекватно описывающие искомую функцию отклика соответственно для двух фракций дисперсной фазы аэрозоля  $<2 \cdot 10^{-6}$  м и  $(2-5) \cdot 10^{-6}$  м, выраженные через натуральные переменные, имеют вид:

$$\ln K_{<2 \cdot 10^{-6} \text{ м}} = -0,312 - 0,273w + 169d_3 - 35,84H - 0,259 \cdot 10^{-3}\tau - 267wd_3 + 26,1 \cdot 10^3d_3H; \quad (4)$$

$$\ln K_{(2-5) \cdot 10^{-6} \text{ м}} = -2,345 - 0,961w + 1670d_3 - 40,61H - 0,695 \cdot 10^{-3}\tau - 2060wd_3 + 16,9 \cdot 10^3d_3H. \quad (5)$$

Экспериментально-статистические методы изучения фракционных коэффициентов проскока использованы и при получении интерполяционных моделей для оценки и прогнозирования эффективности зернистых слоев по счетной концентрации частиц дисперсной фазы в пылегазовом потоке [8].

Описанные интерполяционные модели использованы для оценки и прогнозирования фракционных коэффициентов проскока по счетной концентрации при разработке зернистого фильтра из пористых металлов для тонкой очистки газов от пыли, образующейся при производстве керамических пигментов.

При переходе к критериальным интерполяционным моделям, описывающим процесс фильтрования с постепенным закупориванием пор, целесообразно уменьшить число независимых переменных путем рационального конструирования безразмерных отношений.

В дальнейшем принято, что каждый безразмерный комплекс – это отношение двух конкурирующих факторов, определяющих течение процесса. Такое определение позволяет рассматривать каждое безразмерное отношение как индивидуальную независимую переменную и получить зависимость вида:

$$\phi(z_K / z_H, d_3 / wt, d_3 / H) = 0. \quad (6)$$

В соответствии с  $\omega$ -теоремой зависимость между указанными переменными можно представить в виде критериального уравнения, содержащего три обобщенные переменные.

Коэффициент проскока  $K = z_K / z_H$ , представляющий целевую функцию процесса, снижается с уменьшением размеров каналов в зернистом слое, но возрастает с уменьшением количества прошедшего сквозь фильтр аэрозоля  $wt$  и толщины зернистого слоя  $H$ , что соответствует сущности процесса.

Для получения адекватной интерполяционной модели использовано факторное планирование эксперимента. В опытах, как и ранее, использована кварцевая пыль со следующим логарифмически нормальным распределением частиц:  $\bar{d}_m = 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ ,  $\sigma = 0,405 \text{ м}$ .

Фильтрующим слоем служил кварцевый песок. Независимые переменные меняли в следующих пределах:  $w = 0,2 - 0,8 \text{ м/с}$ ,  $d_3 = (0,735 - 1,715) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $H = (40 - 100) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $\tau = 300 - 1800 \text{ с}$ ,  $z_H = (0,875 - 1,281) \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ . При этом  $5,1 \cdot 10^{-7} < d_3/wt < 2,87 \cdot 10^{-5}$  и  $7,35 \cdot 10^{-3} < d_3/H < 4,3 \cdot 10^{-2}$ .

Предварительными опытами установлен нелинейный характер исследуемой зависимости, что делает перспективным аппроксимацию ее полиномом первой степени. В то же время полином второй степени хорошо описывает процесс, и полиномы более высокой степени практически не используют.

Статистическую эффективность параметра оптимизации  $K$  обеспечивают вводом вспомогательной переменной  $y = \ln K^{-1}$ . Кодированные значения  $x$  факторов  $d_3/wt$  и  $d_3/H$  обозначают соответственно через  $x_1$  и  $x_2$ . Расчеты по методике, изложенной в [7, 9, 10] позволили получить:

$$\ln K = -1,773 + 1,050x_1 + 0,834x_2 - 0,782x_1^2 - 0,525x_2^2 + 0,147x_1x_2. \quad (7)$$

**ПОДПИСКА**  
**НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ**  
**журнала «Строительные материалы»®**



<http://ejournal.rifsm.ru/>

Как следует из уравнения (7), в рассмотренных интервалах варьирования коэффициенты регрессии линейных эффектов положительны, следовательно, значение  $K$  симбатно с безразмерными отношениями  $d_3/wt$  и  $d_3/H$ . Это соответствует представлениям о закономерностях рассматриваемого процесса.

Относительные отклонения экспериментальных данных и расчетных, полученных по уравнению (7), изменяются от 0,03 до 7,06 %, что свидетельствует об удовлетворительном совпадении экспериментальных и расчетных значений целевой функции.

Реализация экспериментально-статистических методов связана с определенными расходами. Для сокращения этих расходов необходимо ограничить факторное пространство, что достигается выделением оптимальной гидродинамической области фильтрования, соответствующей минимальному проскоку пыли.

**Ключевые слова:** априорное ранжирование, идентификация объекта, интерполяционные модели, общая и фракционная эффективность.

#### Список литературы

1. Горемыкин В.А., Красовицкий Ю.В., Панов С.Ю., Логинов А.В. Энергосберегающее пылеулавливание при производстве керамических пигментов // Воронеж: Воронежский государственный университет, 2001. 296 с.
2. Krasovitzkij Ju. W. Zur Frage der mathematischen Modellierung der Filtration heterogener Systeme mit fester disperser Phase. – Kurzreferate «Mechanische Flüssigkeitsabtrennung», 10. Diskussionstagung, 11–12 October, 1972.– Magdeburg, DDR. S. 12–13.
3. Горский В.Г., Адлер Ю.П. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия, 1974. 264 с.
4. Красовицкий Ю. В., Жужиков В.А., Красовицкая К.А., Лыгина В. Я. Определение фракционных коэффициентов проскока зернистых фильтровальных перегородок // Хим. пром. 1976. № 4. С. 301–302.
5. Красовицкий Ю.В., Жужиков В.А., Красовицкая К.А., Терехин Р.М. Об использовании факторного планирования эксперимента при исследовании процесса фильтрации с постепенным закупориванием пор // Теор. основы хим. технол. 1977. Т. XI. № 5. С. 786–788.
6. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1971. 283 с.
7. Красовицкий Ю.В., Карнеева Н.Ю., Красовицкая К.А. Критериальные модели для оптимизации процесса фильтрования гетерогенных систем через пористые зернистые структуры // Модели и алгоритмы оптимизации сложных систем: Сб. науч. тр. Воронеж. политехн. ин-та. – Воронеж, 1985. С. 47–51.
8. Иванов А.З., Круг Г.К., Чирков И.М. Экспериментально-статистические методы получения математического описания и оптимизации сложных технологических процессов. М.: НИИТЭхим, 1964. 54 с.
9. Евстратов В.Ф., Шварц А.Г. Планирование эксперимента и применение вычислительной техники в процессе синтеза резины. М.: Химия, 1970. 136 с.
10. Красовицкий Ю.В., Жужиков В.А., Красовицкая К.А., Лыгина В.Я. Разделение аэрозолей фильтрованием при постоянной скорости процесса и постепенном закупоривании пор перегородки // Хим. пром. 1974. № 4. С. 296–299.

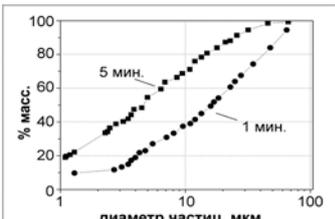


### Лабораторные мельницы “Активатор” для заводских и исследовательских лабораторий.

Реклама



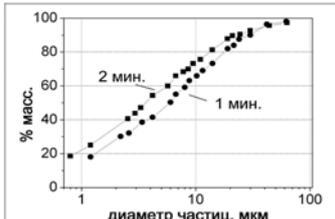
**Активатор-2SL**



Для пробоподготовки материалов



**Активатор-4M**



Для наработки небольших партий материалов



**Активатор-2S**

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

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

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

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, канд. техн. наук, генеральный директор, Я.И. ШЛЕГЕЛЬ, инженер, ООО «ИНТА-Строй» (Омск)

## Классификация изделий керамических облицовочных

Вопрос о необходимости разработки нового стандарта на лицевой кирпич [1, 2] поднимался неоднократно. Специалистами Института новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов («ИНТА-Строй») разработаны технические условия ТУ 7484-2011 «Изделия керамические облицовочные».

Кратко содержание этого документа представлено в статье и предполагает обсуждение со специалистами отрасли в целях создания нового ГОСТа на керамические облицовочные изделия.

Технические условия ТУ 7484-2011 базируются на следующих основных положениях.

1. К изделиям керамическим облицовочным относят кирпич, кирпич полуторный, блок и брус – всего 12 типоразмеров (табл. 1).
2. Размеры выбраны из условия перевязки изделий, уложенных не только на постель, но и на ложок, и на тычок, что необходимо для выполнения фигурной кладки [3]. Современные размеры кирпича одинарного формата (ИФ) 250×120×65 мм, заимствованные из зарубежной практики в начале прошлого века вместе с кирпичеделательным оборудованием, этой цели не отвечают. Старорусский формат был близок к предлагаемому размеру 290×140×65 и перевязывался во всех направлениях. Этим и объясняется богатство форм старинных зданий.
3. Исходя из опыта кирпичного строительства последних лет представляется целесообразным облицовочные керамические изделия делать только полнотельными [4].
4. Разработчики старых стандартов на керамические изделия постоянно вводили «специфичные» требования к предельным отклонениям размеров этих изделий. Но ведь есть система допусков, которая принята в других отраслях и руководствуется СТ СЭВ 145–75. Представляется целесообразным применить этот стандарт в части допусков на свободные размеры керамического кирпича (табл. 2).
5. Прочность керамических облицовочных изделий в значительной степени определяет долговечность зданий. Современные технологии позволяют достигать марки кирпича по прочности 200 и выше. Кроме того, имеются уже завершённые научные исследования, разработаны технологические приемы, которые позволяют значительно повысить марочность кирпича на действующих заводах. К сожалению, многие решения остаются нереализованными. Поэтому в ТУ мы разделили керамические изделия по прочности на марки от М200 до М800 (табл. 3).
6. К изделиям керамическим облицовочным должны

предъявляться более высокие требования по морозостойкости, чем в ГОСТ 530-2007. Это обусловлено более жесткими условиями эксплуатации облицовочного слоя в современных комбинированных кладках. Поэтому в ТУ предусмотрены показатели по морозостойкости от F35 до F200.

7. Предусмотрено 16 основных цветов и неограниченное количество оттенков и комбинированных цветов.
8. В зависимости от внешних дефектов изделия подразделяются по сортности или бракуются.
9. Определены правила приемки и испытаний.

Самым сложным оказался вопрос об упорядочении фигурных керамических изделий. К этой теме мы обращались более 20 лет [5], однако приемлемого решения не было найдено. Из различных источников информации набралось более сотни всевозможных видов фигурного кирпича, как старинного, так и современного отечественных и зарубежных производителей. Эти формы никак не поддавались какой-либо систематизации, пока не было предложено все виды фигурного кирпича разбить на 8 различных фасонов, а внутри каждого фасона расположить их по мере усложнения формы. Таким образом, получилась таблица, состоящая из 8 вертикальных и 8 горизонтальных строк (всего 64 ячейки), похожая на периодическую таблицу элементов Д.И. Менделеева. Видимо, архитектурные элементы также имеют свою периодичность и «архитектурный вес», как и атомы вещества.

Первый вертикальный столбец назван «Фасон П» – когда фигура образована одной или двумя прямыми линиями; второй – «Фасон ПП» – образован прямыми линиями больше двух; третий – «Фасон Р» – фигура образована одним радиусом; четвертый – «Фасон ПР» – фигура образована прямыми линиями и радиусом при преимуществе прямых линий; пятый – «Фасон РП» – фигура образована радиусом и прямыми линиями, причем протяженность радиуса больше; шестой – «Фасон РР» – многорадиусная лицевая сторона; седьмой – «Фасон РРП» – фигура образована несколькими радиусами и прямыми линиями; восьмой – «Фасон ОП» – фигура образована переменным радиусом (овалом) и прямыми линиями.

Горизонтальные строки образованы тремя тычковыми профилями (малый, средний и глубокий), тремя угловыми профилями (также малый, средний и глубокий), одним ложковым и одним ложково-тычковым.

Таблица 2

Размер, мм	Предельное отклонение (+/-), мм	
	Сорт 1	Сорт 2
50–80	0,95	1,5
80–120	1,1	1,75
120–180	1,25	2
180–250	1,45	2,3
250–315	1,6	2,6
315–400	1,8	2,85

Таблица 1

Кирпич	Кирпич полуторный	Блок	Брус
Габаритные размеры изделий (L×B×H), мм			
190×90×40	190×90×65	190×140×90	190×40×28
290×140×65	290×140×90	290×190×140	290×65×40
390×190×90	390×190×140	390×290×190	390×90×65

Таблица 3

Марка изделий, М	Предел прочности, МПа				*Соответствует классу прочности по ГОСТ 26633-91 (для сравнения)
	При сжатии		При изгибе		
	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца	
200	20	17	3,4	1,7	B15
250	25	20	3,9	2	B20
300	30	25	4,4	2,2	B25
400	40	35	5,4	2,7	B35
500	50	45	6,4	3,2	B40
600	60	50	7,4	3,7	B50
700	70	60	8,4	4,2	B55
800	80	70	9,4	4,7	B60

При такой систематизации некоторые клетки таблицы оказались незаполненными, а другие – переполненными. Для целей унификации в каждой клетке оставлено по 4 формы, пустые клетки заполнены. Всего получилось 256 видов фигурной поверхности (табл. 4).

Фигурные керамические изделия представлены в табл. 4 в безразмерном виде, хотя в ТУ 7484-2011 они имеют вполне определенные очертания, а их размеры представлены через средний размер, принятый за модуль.

Например, при размере блока 290×190×140 мм за модуль принимается размер 190 мм, а все остальные размеры представлены в частях модуля. Для кирпичика с размерами 290×140×65 мм модулем будет величина 140 мм.

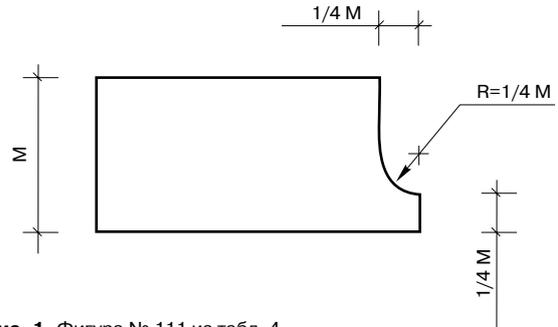


Рис. 1. Фигура № 111 из табл. 4

Таблица 4

	Фасоны лицевой поверхности															
	I Фасон П		II Фасон ПП		III Фасон Р		IV Фасон ГР		V Фасон РП		VI Фасон РР		VII Фасон РРП		VIII Фасон ОП	
ТМ тычковый малый	1	2	33	34	65	66	97	98	129	130	161	162	193	194	225	226
	3	4	35	36	67	68	99	100	131	132	163	164	195	196	227	228
ТС тычковый средний	5	6	37	38	69	70	101	102	133	134	165	166	197	198	229	230
	7	8	39	40	71	72	103	104	135	136	167	168	199	200	231	232
ТГ тычковый глубокий	9	10	41	42	73	74	105	106	137	138	169	170	201	202	233	234
	11	12	43	44	75	76	107	108	139	140	171	172	203	204	235	236
УМ угловой малый	13	14	45	46	77	78	109	110	141	142	173	174	205	206	237	239
	15	15	47	48	79	80	111	112	143	144	175	176	207	208	239	240
УС угловой средний	17	18	49	50	81	82	113	114	145	146	177	178	209	210	241	242
	19	20	51	52	83	84	115	116	147	148	179	180	211	212	243	244
УГ угловой глубокий	21	22	53	54	85	86	117	118	149	150	181	182	213	214	245	246
	23	24	55	56	87	88	119	120	151	152	183	184	215	216	247	248
ЛО ложковый	25	26	57	58	89	90	121	122	153	154	185	186	217	218	249	250
	27	28	59	60	91	92	123	124	155	156	187	188	219	220	251	252
ЛТ ложково- тычковый	29	30	61	62	93	94	125	126	157	158	189	190	221	222	253	254
	31	32	63	64	95	96	127	128	159	160	191	192	223	224	255	256



Рис. 2. Общий вид установки ГАР с поворотной головкой

В ТУ на каждый вид керамического изделия разработан свой лист с размерами и примерами применения. На рис. 1 показана в качестве примера фигура № 111.

Все фигуры выполнены из однотипных элементов. Например, радиусы применены от 1/16 до 4 модулей (1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1/3, m, 2m, 4m) – углы 30°, 45° и 60°; разбивка тычка выполнена тоже правильными дробями 1/16m, 1/8m, 1/4m, 1/2m.

Сразу возникает вопрос: кто же все это будет делать и каким образом? Для создания широкой номенклатуры фигурных изделий все методы, известные в керамической промышленности, не подходят. Кирпичные заводы, освоившие несколько видов фигурного кирпича, через некоторое время прекращают их выпуск, так как для экономики конкретного предприятия такое производство практически ничего не дает, а зачастую при переналадке нарушает технологический цикл. Напрашивается решение, когда процесс фигурной обработки выведен из технологического процесса производства кирпича. И такое решение есть и применяется строителями, занятыми возведением элитных коттеджей, когда фигурный кирпич получают вручную, путем обработки на наждачном станке целого кирпича. Такая обработка на порядок повышает стоимость.

Однако в машиностроении на протяжении ряда лет успешно применяется способ гидроабразивной резки, позволяющий получить любые формы реза по заданной программе. Тем более что существует классификация, использующая унифицированные элементы, разработана программа на 256 видов изделий не представляет технической сложности.

Станки гидроабразивной резки для получения фигурных керамических изделий могут быть установлены не только на заводе, выпускающем полнотельный лицевой кирпич, но и в местах его реализации – на строительных рынках, базах комплектации, в строительных организациях, ориентированных на строительство из кирпича.

В ТУ 7484–2011 представлен также ряд таких изделий, как балясины, полубалясины и розетки, которые в старину формовались вручную и использовались для строительства уникальных сооружений. Например, розетки использованы при обрамлении куполов храма Василия Блаженного. Возможность механизированного изготовления таких изделий появилась благодаря применению поворотной головки к станку гидроабразивной резки (ГАР), которая разработана нашим институ-

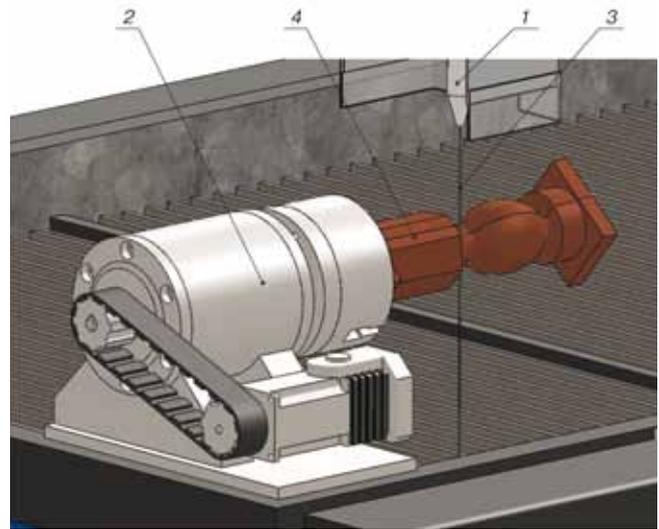


Рис. 3. Процесс токарно-гидроабразивной обработки двух деталей: 1 – режущая головка ГАР; 2 – поворотная головка; 3 – режущая струя; 4 – заготовка.

том. На рис. 2 показан общий вид станка, на рис. 3 – процесс обработки, а на рис. 4 – готовые полубалясины, которые могут быть использованы для оформления архитектурных стеновых элементов.

На рис. 5 приведены некоторые виды розеток из ТУ. Представляют интерес ложковые профили, которые могут быть получены из табл. 4 путем принятия за модуль наибольшего размера керамического изделия. Они могут быть обозначены теми же цифрами с буквой Б в начале.

Перспективными также являются продольно-тычковые профили, в которых за модуль принимается наименьший размер. Причем эти профили могут быть выполнены в четырех исполнениях, как показано на рис. 6, а их форма может быть выбрана из табл. 4.

Таким образом, на базе предлагаемого ТУ 7484–2011 может быть получено более 3 тыс. различных форм размеров керамических облицовочных изделий.

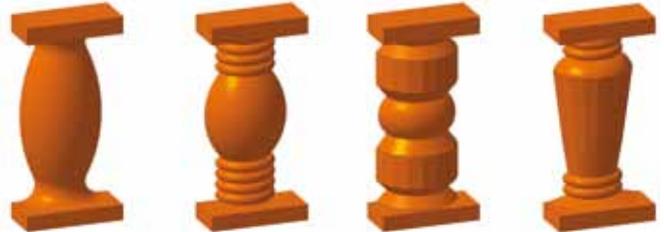


Рис. 4. Некоторые виды полубалясин

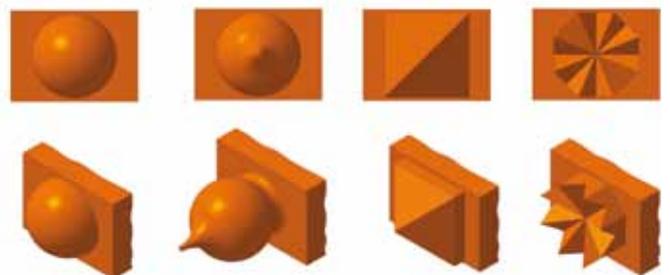


Рис. 5. Некоторые виды розеток а б в г

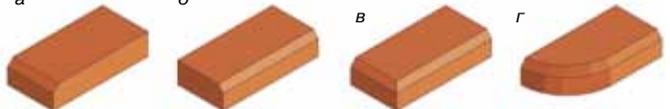


Рис. 6. Продольно-тычковые профили: а – М17А; б – М17Б; в – М17В; г – М17Г

А с учетом цветов и оттенков может быть получено бесконечное множество архитектурных фрагментов, что окажет благотворное влияние на облик наших домов и улиц.

**Список литературы**

1. Шлегель И.Ф. Необходим пересмотр не только ГОСТ 530-95 // Строит. материалы. 2002. № 10. С. 6–8.
2. Шлегель И.Ф. Сложившаяся ситуация в строительстве требует восстановления ГОСТа на лицевой кирпич // Строит. материалы. 2010. № 7. С. 53–56.
3. Шлегель И.Ф. Одна из проблем в отрасли стеновых материалов // Строит. материалы. 2000. № 4. С. 20–21.
4. Шлегель И.Ф. Эффективен ли пустотелый кирпич? // Строит. материалы. 2006. № 7. С. 41–43.
5. Шлегель И.Ф., Пономарев В.Д., Цыбин С.В. Производство облицовочного архитектурного кирпича // Строит. материалы. 1993. № 5. С. 19.

Организациям и специалистам, заинтересованным в обсуждении разработанного институтом **ТУ 7484** как прототипа соответствующего ГОСТа, брошюра высылается при наличии запроса по стоимости, соответствующей цене печатания плюс стоимость пересылки.



**Россия, 644113, Омск, ул. 1-я Путевая, 100**  
**Телефон: (3812) 44-04-71,**  
**факс: (3812) 44-04-70**  
**E-mail: info@inta.ru**

**www.inta.ru**

**СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

**В издательстве «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»  
 Вы можете приобрести специальную литературу**

**Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»**  
 Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева.

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



**Книга «Керамические пигменты»**  
 Авторы – доктора техн. наук Г.Н. Масленникова, И.В. Пищ

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

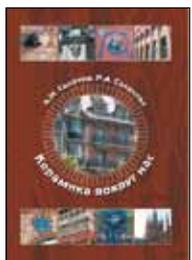
Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок. Будет полезна для специалистов других отраслей промышленности, где применяются высокотемпературные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



**Книга «Керамика вокруг нас»**  
 Авторы – А.М. Салахов, Р.А. Салахова

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

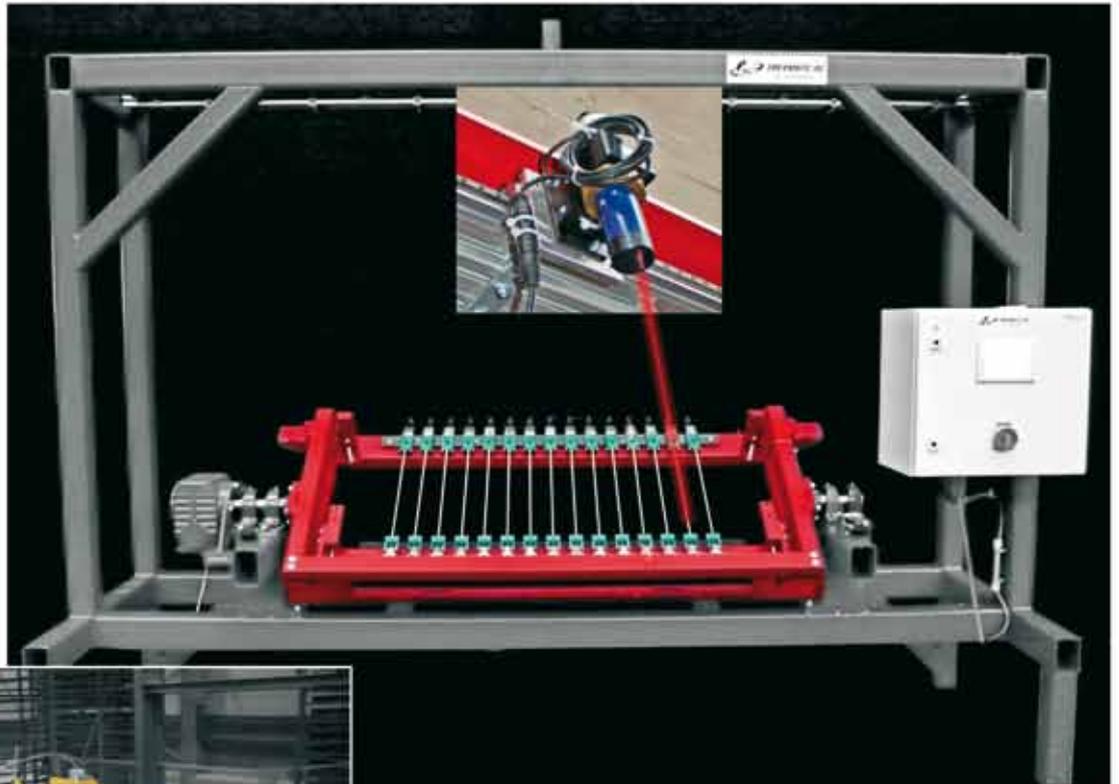
Книга предназначена специалистам предприятий, производящих керамические материалы, ученым-материаловедам, преподавателям, аспирантам и студентам, всем заинтересованным лицам.



**Подробнее на [www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)**

**Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»**  
**Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru**

# НАСТРАИВАЕМЫЙ КОМПЛЕКТ СМЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЯ



**Новый ПАТЕНТ  
компании ФРЕЙМАТИК –  
несомненная выгода для  
каждого заказчика**

## **Преимущества:**

- **Пожелания заказчиков** по специальной длине резания решены быстро и недорого.
- **Поправки на усадку** при любых составах шихты и смесей – никаких проблем.
- **Устранено время простоя** при переустановке оборудования для снятия фаски.
- **Обрыв режущих струн сведен к минимуму** благодаря использованию новой системы натяжки струн.

Представительство ФРЕЙМАТИК АГ в России:  
ЗАО «ЦезРеф», 127055, Москва, ул. Лесная, д.43, стр.1, оф. 224 - 225  
Тел. (499) 978-28-47 Тел./факс (499) 978-28-73 main@cesref.ru www.cesref.ru



# **FREYMATIC AG**

Оборудование для производства кирпича CH-7012 Felsberg / Switzerland  
Тел. +41 81 258 49 00 Факс +41 81 258 49 01 mail@freymatic.com www.freymatic.com

## LINGL создает сервисный центр в России



В декабре 2010 г. фирма ЛИНГЛ открывает новую дочернюю компанию ООО «ЛИНГЛ Сервис» в Санкт-Петербурге. Это будет уже четвертый сервисный центр в мире, который будет обслуживать клиентов, используя многочисленные предложения из сервисного портфеля ЛИНГЛ. Наряду со снабжением запасными и быстроизнашивающимися частями ЛИНГЛ предлагает услуги по инспектированию предприятий, техническому обслуживанию и пусконаладочные работы. Основными задачами центра является также контроль состояния оборудования с использованием таких услуг, как: термография, диагностика колебаний температуры, определение мест утечки сжатого воздуха, информационная система менеджера и телесервис. Мероприятия по реконструкции, модернизации и оптимизации существующего оборудования с целью повышения экономичности являются составной частью предложения по сервисным услугам компании ЛИНГЛ.

Существенное конкурентное преимущество новой дочерней компании ООО «ЛИНГЛ Сервис» заключается в простом и быстром снабжении российских заказчиков запасными и быстроизнашива-

ющимися частями для поставленного ранее оборудования. Российские клиенты получают дальнейшее преимущество – оптимизированное и малозатратное выполнение заказа. Теперь приобретение запасных частей будет внутренним делом – обширные импортные договоры и приобретение валюты останутся в прошлом. Отпадет и таможенное оформление с большими затратами времени и средств на таможенную, таможенных брокеров, и экспедиторов и т.д. Оплата заказов будет производиться в российских рублях, а обслуживание клиентов будет осуществляться опытными российскими сотрудниками ЛИНГЛ в Санкт-Петербурге.

ООО «ЛИНГЛ Сервис» будет обслуживать клиентов компании на месте с помощью российских техников по сервисному обслуживанию. Значительно сократятся сроки оформления визы и высокие командировочные расходы для техников по сервисному обслуживанию из Германии.

С образованием ООО «ЛИНГЛ Сервис» фирма ЛИНГЛ сделала следующий шаг для обеспечения всеобъемлющего и профессионального сервисного обслуживания клиентов на местах.

ЛИНГЛ Сервис 24 часа ++49 (0) 700 - 82 82 82 50

### Сервисный центр в России:

ООО «ЛИНГЛ Сервис»  
196 247 Санкт-Петербург, Ленинский проспект, 160,  
Офис 305Россия  
Тел.: +7 812 703 4199, Факс: + 7 812 703 4199  
lingl.russia@gmail.com

### Hans-Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG

Нордштрассе 2  
D-86381 Крумбах  
Контактное лицо: г-н Бернд Браун  
Телефон +49 (0)82 82/825-746  
Факс +49 (0)82 82/825-749  
b.braun@lingl.com www.lingl.com

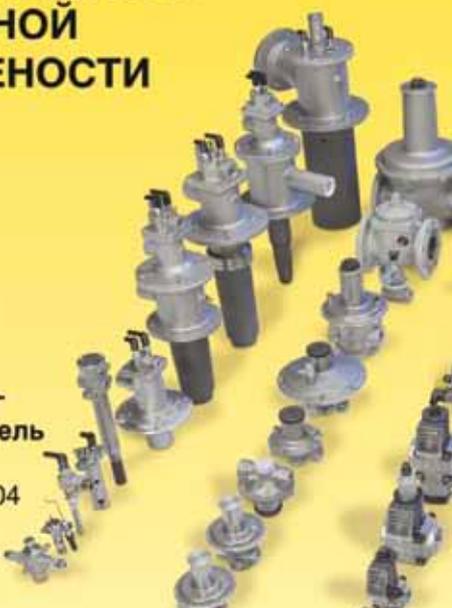


**ПОСТАВКА ГАЗОВОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ  
АВТОМАТИКИ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧЕЙ  
ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ  
И СТЕКОЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



**ООО «ВОЛГАТЕРМ» -  
официальный представитель  
«Elster GmbH» в России**  
Тел. (831) 278-57-01, 278-57-04  
факс (831) 278-57-02  
www.kromschroeder.ru  
volgaterm@kromschroeder.ru





**СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ  
ОБУЧЕНИЕ, НАЛАДКА**

Реклама



## Подготовительная техника фирмы АЙРИХ со всеми решениями из одних рук



**смешивание – сушка – гранулирование – тонкий помол**

**Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG**  
Postfach 1160, 74732 Hardheim, Germany  
Phone: +49 (0) 6283 51-0, Fax: +49 (0) 6283 51-325  
E-Mail: [eirich@eirich.de](mailto:eirich@eirich.de), Internet: [www.eirich.com](http://www.eirich.com)

**ООО «Айрих Машинентехник»**  
129343 Москва, ул.Уржумская 4, строение 2  
Россия  
тел: + 7 495 771 68 80  
факс: + 7 495 771 68 79  
эл.адрес: [info@eirich.ru](mailto:info@eirich.ru)



# EIRICH

**The Pioneer in Material Processing**



18-20 мая

2011

**AstanaBuild**

АСТАНА, КАЗАХСТАН

**13-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА "СТРОИТЕЛЬСТВО"**

 СТРОИТЕЛЬСТВО  
 ИНТЕРЬЕР  
 ДОРОЖНОЕ  
 СТРОИТЕЛЬСТВО

 ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ  
 ОКНА И ДВЕРИ, ФАСАДЫ  
 КЕРАМИКА И  
 КАМЕНЬ

 Для дополнительной информации посетите официальный сайт выставки: [www.astanabuild.kz](http://www.astanabuild.kz)

**Iteca** (Алматы) - Алматы, Казахстан,  
 050057, ул.Тимирязева, 42, 2 этаж,  
 Тел.: +7 727 2583434;  
 Факс: +7 727 2583444;  
 E-mail: build@iteca.kz

**Iteca** (Астана) - Астана, Казахстан,  
 010000, ул. Ағыбай батыра, 5, оф. 23,  
 Тел.: +7 7172 58 02 55;  
 Факс: +7 7172 58 02 53;  
 E-mail: astanabuild@iteca.kz

**18-20 мая 2011 г.**  
**Екатеринбург**  
**КОСК «Россия, Высоцкого, 14»**

Организатор:



форум


**ИННОВАЦИИ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**
**ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!**

 тел/факс: (343) 355-00-49, 355-01-49  
 e-mail: [olga@unexpo.ru](mailto:olga@unexpo.ru), [www.unexpo.ru](http://www.unexpo.ru)

Ю.В. ТЕРЕХИНА, инженер, В.Д. КОТЛЯР, канд. техн. наук,  
Ростовский государственный строительный университет

## **Управление качеством при организации производства керамического кирпича полусухого прессования**

В промышленности строительных материалов в настоящее время четко обозначились тенденции интенсивного развития и внедрения энергосберегающих технологий, производства эффективных по технико-экономическим параметрам материалов и изделий, необходимости поиска и использования новых нетрадиционных сырьевых ресурсов, решения проблем повышения качества продукции, разработок, внедрения и совершенствования менеджмента качества, соблюдения требований экологических стандартов. Указанные тенденции отражаются и на промышленности стеновой керамики. Проблемами кирпичного производства обеспокоены как специалисты предприятий-изготовителей, так и специалисты научно-исследовательских организаций. Благодаря периодическим специализированным средствам массовой информации, проводимым научно-практическим конференциям и семинарам на широкое обсуждение выносятся различные вопросы. Однако до настоящего времени на этих мероприятиях мало поднимается вопросов о разработке общей системы управления качеством как для отдельного производства, так и для всей отрасли в целом. Система управления качеством подразумевает комплексный подход к организации производства, его работы и развития, к решениям существующих и возникающих проблем в области управления и качества. Нами предпринята попытка создать такую систему применительно к производству кирпича методом полусухого прессования, которая требует широкого обсуждения [1–3].

Организация производства керамического кирпича методом полусухого прессования в современных условиях — процесс достаточно сложный, продолжительный, требующий постоянного внимания как сторон, занимающихся его организацией, так и в дальнейшем участников процесса производства и реализации продукции. Нами предложен алгоритм, позволяющий создать современный завод по производству керамического кирпича методом полусухого прессования, отвечающий требованиям мировых стандартов в области менеджмента качества и экологии, выпускающий конкурентоспособную продукцию. Технология полусухого прессования керамического кирпича взята за основу как актуальное направление развития производства стеновой керамики, получившее широкое распространение в России в связи с наличием широкой сырьевой базы, возможностью использовать отечественное оборудование и энерго- и материалосберегающие технологические решения, а также в связи с мобильностью и гибкостью производственного процесса.

На начальной стадии создания предприятия должны соблюдаться существующие требования к организации производства, а также учитываться перспективы развития. При построении алгоритма акцент делался на положения ГОСТ Р ИСО 9001–2008 «Системы менеджмента качества. Требования» и стандартов серии ИСО 14000 по основам управления качеством.

Первый этап алгоритма включает:

1. Анализ рынков всех уровней (местного, регионального, федерального) с позиции спроса-предложения,

ценовых категорий, номенклатуры представленной продукции и объемов потребления.

2. Изучение требований действующих нормативных документов на кирпич керамический — основную продукцию и на возможную второстепенную продукцию (бой, керамическая крошка, заполнители и т. д.).

3. Рассмотрение требований международных стандартов, зарубежной номенклатуры продукции и патентных предложений относительно технических решений, технологических подходов, сырьевых материалов [4].

На основании полученных данных выбирают номенклатуру продукции для производства, определяют производительность завода с позиций занятия своей ниши и перспективы сбыта на рынках.

Далее встает вопрос о выборе собственного месторождения основного сырья или поиск поставщиков сырьевых материалов. На наш взгляд, предпочтительным является приобретение месторождения. Рассматриваются разведанные месторождения, обзор фондовых материалов, а также варианты поисковых работ и использование нетрадиционного сырья. По итогам поисково-оценочных работ принимается решение о выборе потенциально возможных участков для детальной разведки. При этом учитываются предварительные исследования качественных характеристик сырья и технико-экономические расчеты.

Следующий этап — лабораторно-технологические испытания сырья, включающие обязательные операции для определения пригодности потенциальных сырьевых материалов для производства кирпича керамического по технологии полусухого прессования и определения физико-механических характеристик планируемой продукции. На данном этапе определяются с конкретным месторождением (поставщиком), разрабатываются составы шихты (использование сырья в чистом виде или с добавками) и определяются оптимумы технологических свойств. После чего устанавливаются технологические параметры производственного процесса — влажность пресс-порошка, давление прессования, температура сушки, режим обжига и т. д. Определяются возможные показатели качества продукции. Обязательным этапом, входящим в лабораторно-технологические испытания, являются ползаводские и заводские испытания сырья на действующих предприятиях, что позволяет по итогам данных испытаний корректировать (по необходимости) требуемые технологические свойства и конкретизировать требования к технологическому оборудованию для обеспечения выпуска выбранной номенклатуры продукции с соответствующим уровнем качества. Лабораторно-технологические испытания являются очень важным этапом, на котором не следует экономить финансовые и временные ресурсы.

Следующий этап состоит из процесса оформления лицензии на разработку месторождения (заключение договора с поставщиками), составления бизнес-плана и начала проектирования завода.

Местонахождение завода определяют путем решения логистических задач с учетом близости транспортных путей, расположения коммуникаций и согласования предложенных вариантов с требованиями СНиПов и

ГОСТов. При проектировании завода учитываются данные, полученные при проведении лабораторно-технологических испытаний, установленные технологические параметры производственного процесса, уровень качества продукции, планируемая производительность предприятия, требования нормативных документов по эффективности производства и экологическим нормам.

При подборе технологического оборудования рекомендуется рассмотреть несколько вариантов комплектации технологической линии и по каждому варианту провести FMEA-анализ для выявления оптимального варианта комплектации. Применение данного метода при проектировании способствует решению следующих задач:

- получению сведений о риске альтернативных вариантов и их оценке при проектировании технологической линии;
- идентификации недостатков технологии и определению мер по их устранению;
- сокращению дорогостоящих заводских экспериментов при запуске и наладке производства.

Итогом данного этапа является проект технологической линии, принятый к строительству.

Следует обратить внимание, что оборудование для организации технологического процесса рекомендуется выбирать по возможности российского производства, что позволит избежать дополнительных затрат по гарантийному обслуживанию и ремонту, обеспечению комплектующими и расходными материалами. В данный этап следует включить разработку графика планово-предупредительных работ для технологического оборудования с учетом рекомендаций производителя. Параллельно со стадией проектирования принимается решение об организации заводской лаборатории или о заключении договоров со сторонними организациями для проведения испытаний продукции. При создании лаборатории в составе предприятия выделяются помещения, набираются компетентные сотрудники, составляется перечень контролируемых характеристик и параметров, соответственно подбирается испытательное оборудование и средства измерения, разрабатывается Положение об испытательной лаборатории и рассматривается подготовка к оформлению свидетельства о состоянии средств измерения в испытательной лаборатории.

Важным моментом является автоматизация процессов производства, позволяющая организовать контролируемый технологический процесс с возможностью управления параметрами производства, что подразумевает уход от человеческого фактора, ведет к снижению рисков возникновения дефектов полуфабриката и готовой продукции.

Подбор персонала при организации производства и создании системы управления качеством является важным ключевым моментом. На основании проекта предприятия составляется штатное расписание и прописываются должностные инструкции. Каждый сотрудник должен соответствовать занимаемой должности (наличие специального образования), понимать и принимать персональную ответственность за свои действия, быть заинтересованным в результатах своего труда (моральное и материальное стимулирование).

Этап пусконаладки (от 3 до 9 месяцев, с выходом на проектную мощность) в организации производства керамического кирпича методом полусухого прессования определяет готовность предприятия к стабильному выпуску продукции, в данный промежуток времени корректируются технологические параметры пресс-порошка и оборудования для получения продукции заданного уровня качества, а также рассматривается взаимосвязь подразделений в общей схеме системы управления качеством.

После установления стабильных параметров технологического процесса и получения продукции заданного качества составляется технологический регламент

предприятия и карты контроля качества, которые позволяют организовать процесс контроля и управления производством и качеством выпускаемой продукции.

Следующий этап – продвижение продукции на рынке, включающий в себя разработку рекламных мероприятий (теле- и радиоформаты, печатная форма, раздаточный материал, наружная реклама), участие в выставках, выгодные условия продаж. Параллельно осуществляется организация обязательной обратной связи покупатель–производитель для сбора и анализа информации по качеству кирпича и принятия решений по структуре выпускаемой номенклатуры продукции.

В ходе работы предприятия проводят анализ существующей технологии на предмет узких (дефектообразующих) мест и предлагаются варианты по их устранению. Для контроля стабильности процессов производства и качества готовой продукции предлагается внедрение статистического контроля с применением инструментов управления качеством, дающего возможность отслеживать эффективность производственных и корректирующих мероприятий.

Следующим этапом в развитии производства и повышении качества керамического кирпича является этап подготовки к сертификации продукции и параллельно подготовка к внедрению системы менеджмента качества с дальнейшей возможностью сертификации на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001–2008. На данном этапе также оценивается возможность сертификации предприятия на соответствие ГОСТ Р ИСО 14001. Данные процедуры позволят предприятию повысить уровень управления качеством, упорядочить процессы управления, повысить конкурентоспособность продукции. И главное, не останавливаться на достигнутых результатах, а следовать принципу постоянного улучшения.

Представленный алгоритм по организации производства керамического кирпича методом полусухого прессования дает возможность эффективно организовать процесс производства и структуру предприятия, расставить акценты на важных этапах при проектировании и затратах на их проведение, избежать ненужных процессоемких и затратных мероприятий, внедрить систему управления качеством, представить на рынок конкурентоспособную продукцию и получить максимальную прибыль.

**Ключевые слова:** кирпич керамический, система управления качеством, организации производства, сырье, технология.

#### Список литературы

1. Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Небежко Ю.И. Перспективы развития производства керамического кирпича полусухого прессования // Строит. материалы. 2010. № 2. С. 6–7.
2. Котляр В.Д., Терехина Ю.В. Управление качеством при производстве кирпича керамического полусухого прессования из кремнистых пород // Материалы X Юбилейной Международной научно-практической конференции «Качество, стандартизация, контроль: теория и практика». Киев, 2010. С. 85–87.
3. Котляр В.Д., Терехина Ю.В. Организация производства кирпича керамического способом полусухого прессования // Сб. трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» СТТ-2010. Томск, 2010. С. 134–135.
4. Управление качеством: Уч. пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро / Под общей редакцией И.И. Мазура. М.: Омега-Л, 2005. 400 с.

В.А. КЛЕВАКИН, главный инженер,  
ОАО «Ревдинский кирпичный завод» (г. Ревда Свердловской области)

## **Применение керамического крупноформатного камня для заполнения ограждений в монолитном и каркасном многоэтажном домостроении**



Рис. 1.



Рис. 2.

Технология сборно-монолитного каркасного домостроения является одной из самых эффективных в строительстве, как экономически, так и качественно. Ее основа — несущий каркас из железобетонных элементов — колонн, предварительно напряженных ригелей различного сечения и плит перекрытия. В соответствии с расчетом в каркас включаются диафрагмы жесткости. Высокая степень заводской готовности железобетонных изделий позволяет обеспечивать высокое качество несущих конструкций вне зависимости от времени года и ряда других субъективных факторов.

В зависимости от проектных решений заполнение ограждающих стен в каркасно-монолитном домостроении может быть любым: кирпич, керамические крупноформатные камни, ячеисто-бетонные и керамзитобетонные блоки, навесные панели, монолитный пенобетон или керамзитобетон.

Керамический кирпич обладает высокими физико-механическими характеристиками, это один из самых экологичных и долговечных строительных материалов. Доля кирпичных индивидуальных домов составляет до 35% от существующего малоэтажного фонда жилой недвижимости. Срок эксплуатации кирпичного дома более 100 лет. Основной недостаток кирпичного домостроения — трудоемкость строительства (сроки возведения составляют в среднем 6–12 мес), а также достаточно высокая себестоимость кладки, которая в России осуществляется только вручную. Кроме того, теплотехнические свойства кирпичных стен традиционной конструкции, например толщиной в два с половиной кирпича, выполненные из рядового многопустотного кирпича, не соответствуют современным требованиям по теплозащите.

Существенно расширить применение керамических стеновых материалов в домостроении позволяет применение кладки с использованием эффективного утеплителя, а также применение пустотно-поризованных блоков и крупноформатных керамических камней. Именно по-этому специалисты ОАО «Ревдинский кирпичный завод» с 2006 г. отработывали технологию производства крупноформатных керамических камней. С 2008 г. налажен выпуск промышленных партий камня керамического крупноформатного 8,3НФ (500×170×190 мм). В строительном сезоне 2010 г. предприятие расширило ассортимент, и теперь завод выпускает камни: 2,1НФ, 7НФ, 8,3НФ, 10,7НФ, 14,3НФ с пазогребнем. В настоящее время производительность технологической линии по выпуску керамических камней составляет 12 млн шт. усл. кирпича в год (или 840 тыс. шт. блоков 14,3НФ в год), что обусловлено фактическим спросом на данный вид продукции. Максимальная производительность

	<p><b>623258, Свердловская обл.</b>  <b>г. Ревда, ул. Кирзавод, 4</b>  <b>Телефон/факс: (34397)</b>  <b>27-117 (приемная),</b>  <b>27-716 (отдел сбыта)</b>  <b>E-mail: info@revkz.ru</b>  <b>www.revkz.ru</b></p>
	<p>Уральская горно-металлургическая компания</p>
	<p>Уральская горно-металлургическая компания</p>
	<p>Уральская горно-металлургическая компания</p>
	<p>Уральская горно-металлургическая компания</p>

Реклама

Таблица 1

Характеристика	Камень керамический ОАО «РКЗ» 14,3НФ	Блок из автоклавного ячеистого бетона 19,2НФ
Размеры, мм	510×250×219	625×250×240
Средняя плотность при равновесной влажности, кг/м <sup>3</sup>	800	600
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,16	0,12–0,14
Морозостойкость, циклы	100	100
Марка по прочности при сжатии	M125–M150	M50
Индекс звукоизоляции, Дб	52	39
Усадка при высыхании, мм/м	не дает усадки	0,56



Рис. 3.



Рис. 4. Крупноформатный камень с заполнением пустот минеральной ватой производства ОАО «РКЗ»

предприятия по выпуску новых видов продукции – до 30 млн шт. усл. кирпича в год (или 2 млн шт. блоков 14,3НФ в год).

Применение керамического кирпича в многоэтажном домостроении всегда было дорогостоящим, и часто застройщики выбирали более дешевые материалы. Теперь все преимущества керамической продукции и конкурентоспособная цена сочетаются в крупноформатном камне, что позволяет более широко использовать его для заполнения стен в каркасно-монолитном домостроении и успешно конкурировать с блоками из ячеистого бетона.

Главными недостатками ячеисто-бетонных блоков являются повышенная адсорбция влаги, что может снижать его теплотехнические характеристики и со временем приводить к усадке и возникновению деформаций, а также относительно низкая механическая прочность газобетона, обуславливающая необходимость использования дорогостоящего специального крепежа при устройстве навесных фасадов.

Этих недостатков лишен керамический крупноформатный камень, что делает его универсальным материалом как для строительства малоэтажных зданий, так и для заполнения стен в каркасно-монолитном домостроении (табл. 1).

Но несмотря на все плюсы керамического крупноформатного камня его цена по абсолютной величине является самой высокой из других штучных стеновых материалов. В табл. 2 представлен сравнительный расчет стоимости 1 м<sup>3</sup> готовых изделий, показывающий, что цена за 1 шт. и за 1 м<sup>3</sup> керамического крупноформатного камня ниже цены за аналогичный объем для блоков из высокомарочного ячеистого бетона.

Однако сравнение стоимости готовых изделий не убеждает строителей в экономической эффективности применения керамических камней: считается, что ведение кладочных работ на строительном растворе и использование кладочной сетки в несколько раз увеличивают себестоимость 1 м<sup>2</sup> стены. Данные табл. 3 показывают, что, несмотря на подобные расходы, 1 м<sup>2</sup> стены из крупноформатного камня ОАО «РКЗ» дешевле, чем из ячеистых блоков.

Специалисты ОАО «РКЗ» совместно с ЗАО «Екатеринбурггорпроект» провели исследования возможности применения керамического камня в монолитном домостроении. В результате сделаны следующие выводы: стоимость кладки 1 м<sup>3</sup> стены из крупноформатного камня производства ОАО «РКЗ» дешевле, чем кладки из ячеисто-бетонных блоков. Также отмечено, что керамический крупноформатный камень для применения в составе наружных стен жилых домов по всем технико-экономическим характеристикам лучше блоков из ячеистого бетона. И это можно считать достижением технических специалистов предприятия!

С 2009 г. в городах Центральной России появилась тенденция строить жилые дома, используя крупноформатные керамические блоки, так как в этой части страны сосредоточены крупнейшие производители тепловой керамики: «Винербергер кирпич» (POROTHERM) (Владимирская обл.); кирпичное объединение «Победа ЛСР» (RAUF) (Санкт-Петербург); группа компаний TEREX (POROTEREX) (Калужская обл., п. Товарково), Самарский комбинат керамических материалов (KERAKAM). Отпускная цена на продукцию этих производителей конкурентоспособна на строительных рынках Европейской части России.

**Таблица 2**

Стеновой материал	Цена за 1 шт. р.	Цена за 1 усл. ед. р.	Количество в 1 м <sup>3</sup>	Цена за 1 м <sup>3</sup>
Камень керамический 14,3 НФ	79	5,52	36	2844
Блок из ячеистого бетона 19,2НФ	112,5*	5,83	27	3037,5

**Таблица 3**

Затраты	1 м <sup>2</sup> с камнем керамическим 14,3НФ	1 м <sup>2</sup> с блоком из ячеистого бетона
Расход блоков	18,3 шт. / 1445,7 р.	18,6 шт. / 1890 р.
Раствор строительный (3000 р./м <sup>3</sup> )	20 кг / 60 р.	–
Клей КЦЗ (25 кг – 175 р., расход на 1 м <sup>3</sup> – 26 кг)	–	17,2 кг / 120,6 р.
Минеральная вата для утепления фасада**	Расход одинаковый	
Кладочная сетка*** (8,5 р./ п. м)	3 п. м / 25,5 р.	–
Дюбели	8 шт / 68 р.	8 шт. / 50 р.
ИТОГО	1599,2 р.	2060,6 р.

**Примечания:**  
 \* Возможно как применение теплого раствора, так и с противоморозными добавками.  
 \*\* Расход утеплителя при строительстве из керамического блока аналогичен при применении ячеисто-бетонного блока. Стандартная толщина минераловатного утеплителя 10 см, при использовании утеплителя с такой толщиной и учитывая коэффициент теплопроводности крупноформатных камней 0,16 Вт/(м·°С), конструкция имеет запас по теплопередаче стены 0,27 Вт/м<sup>2</sup>.  
 \*\*\* Вид применяемой кладочной сетки: сетка кладочная полипропиленовая применяется для предотвращения падения раствора в пустоты кирпича. Размер ячейки 5×5 мм, размер рулона 0,5×100 п. м, стоимость 8 р./п. м в розницу.

Керамические блоки производства СККМ, одного из лидеров на рынке поризованной керамики, занимающего ведущие позиции уже почти 5 лет, широко применяются для заполнения ограждений в многоэтажном монолитном домостроении (рис. 1–3).

ОАО «РКЗ» ведет работу в данном направлении с лета 2010 г., так как только в этом году предприятию удалось выйти на значительный производственный объем по выпуску керамических крупноформатных блоков.

В настоящее время на ОАО «РКЗ» завершена разработка вариантов проектных решений конструкций наружных стен многоэтажных зданий с использованием керамических камней для применения в строительстве многоэтажных жилых домов, а также рассматривается вопрос выпуска доборных элементов керамических блоков, уменьшающих объем их резки при устройстве дверных и оконных проемов в стенах.

В декабре 2010 г. на ОАО «РКЗ» выпущен первый керамический камень, заполненный минеральной ватой (рис. 4). Это новая тенденция европейского рынка строительных материалов, которая в России освоена на единственном заводе группы компаний TEREX в Калужской области. Фактическая величина коэффициента теплопроводности камня с заполнением составляет  $\lambda=0,066$  Вт/(м·°С). По завершении комплекса работ в 2011 г. на ОАО «ОКЗ» планируется приступить к выпуску промышленных партий данного вида блока.

Данный керамический камень можно использовать в качестве однослойной стеновой конструкции, так как запас по прочности и теплопроводности превышает расчетные показатели в два раза.

После введения повышенных нормативных требований по теплоизоляции зданий в 1996 г. произошло существенное снижение спроса на традиционный керамический кирпич. При возведении ограждающих стен стали применяться непроверенные в российских климатических условиях многослойные конструкции с так называемыми эффективными утеплителями, оказавши-

мися впоследствии недостаточно долговечными. Ошибки проектировщиков и строителей чуть было не стали причиной полного запрещения использования керамического кирпича в облицовках трехслойных ограждающих стен многоэтажных зданий.

Распространение получили ячеистые бетоны автоклавного и неавтоклавного твердения; во многих регионах страны в короткий срок были построены высокопроизводительные заводы по выпуску ячеисто-бетонных блоков, производители которых развернули активную маркетинговую работу и сумели занять определенную долю рынка мелкоштучных стеновых материалов. В переломный момент включились производители систем навесных фасадов и скрепленной теплоизоляции.

«Бум» новых технологий в строительстве наводнил наши города объектами, безопасностью и долговечностью которых весьма неоднозначна. Основная причина этого – недостаточная изученность поведения тех или иных материалов и конструкций в российских климатических условиях, а также повсеместное нарушение технологий строительства, которые применительно к многослойным конструкциям очень жесткие.

Разработка и массовое производство керамических стеновых материалов нового поколения (большеформатных, поризованных, с повышенными теплотехническими свойствами) – ответ отечественной керамической промышленности на повышение теплотехнических требований.

Применение керамических крупноформатных камней позволит строить дома со стенами, отвечающими требованиям энергосбережения, при этом обладающие высокой долговечностью, надежностью и экологической безопасностью.

**Ключевые слова:** Ревдинский кирпичный завод, керамический кирпич, крупноформатные керамические блоки, блоки с заполнением пустот минеральной ватой, стоимость кладки.

В.А. ЕЗЕРСКИЙ, канд. техн. наук, генеральный директор  
ООО «Научно-исследовательский институт керамики» (г. Гжель Московской обл.)

## Клинкер. Технология и свойства

В последние годы все более популярными и востребованными на отечественном рынке становятся клинкерные изделия. До недавнего времени вся клинкерная продукция была импортной. Современные отечественные предприятия, оснащенные новым оборудованием, имеющие автоматизированные системы управления процессами, вполне могут наладить выпуск клинкерной продукции. Уже есть примеры выпуска клинкерных материалов на российских кирпичных заводах. Однако для широкого круга потребителей клинкерные материалы остаются относительно новой продукцией, на нее нет отечественной нормативной базы, отсутствуют традиции применения клинкерных материалов. Поэтому целесообразно осветить вопросы технологии и свойств этого вида керамической продукции.

**Определение:** клинкером называют кирпич, плитку или фасонные изделия, обожженные до высокой степени спекания черепка без остеклования поверхности и без признаков деформации.

В зависимости от области применения различают:

- **дорожный клинкер** (кирпич и плитка, применяемые для мощения дорог, тротуаров, пешеходных дорожек и т. п.);
- **технический клинкер** (водостойкие клинкерные изделия для гидротехнических сооружений, для полов общественных и промышленных зданий, в том числе с высокой эксплуатационной нагрузкой, кислотоупорные материалы для футеровки резервуаров и отделки хранилищ в производствах с агрессивными условиями (кирпич и плитка различных фасонов);
- **стеновой клинкер** (кирпич и фасадная плитка, применяемые в гражданском строительстве в качестве облицовочных материалов, в том числе для возведения двух- и трехслойных стеновых ограждений).

### Требования к сырью и материалам

Для производства клинкерных изделий применение легкоплавких гидрослюдисто-монтмориллонитовых глин проблематично. В большинстве случаев в состав шихты необходимо добавлять тугоплавкие каолиновые глины. Чтобы получить прочные и долговечные клинкерные изделия, необходимо учитывать особенности физико-химического состава и технологические свойства глин.

На основании собственных исследований, а также с учетом результатов известных работ по получению клинкерной продукции специалистами Научно-исследовательского института керамики были сформулированы следующие основные требования к глинистому сырью.

**Химический состав.** Наиболее важным при подборе состава шихты является соотношение оксидов кремния, алюминия, железа, кальция, магния, натрия и калия.

Повышенное содержание  $\text{SiO}_2$  придает черепку клинкера хрупкость, увеличивает пористость и водопоглощение, снижает устойчивость к резким изменениям температуры.

Наиболее важная составляющая сырья при производстве клинкерного кирпича — оксид алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . При повышении его содержания в процессе обжига происходит снижение вязкости расплава и уменьшение деформации изделий. Как правило, легкоплавкие кирпичные глины содержат недостаточное количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Например, на Гомельском заводе (Республика Беларусь) применялся суглинок с содержанием оксида алюминия всего 8,1%. Его содержание увеличивали путем добавления в шихту каолиновых глин. Оптимальное содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в шихте 17–25%.

Содержание оксида железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в глинистом сырье не должно превышать 6–7%, так как в процессе обжига оксид железа (III) под влиянием восстановительной среды при 1000°C интенсивно переходит в оксид железа (II) —  $\text{FeO}$ , который вступает в реакцию с кремнеземом, образуя легкоплавкий фаялит  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ . Вследствие этого в изделиях вблизи поверхности образуется сплошная корка, препятствующая удалению углекислого газа и газообразного кислорода, высвобождающегося в результате термической диссоциации  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Кроме того, фаялит растворяется в соляной кислоте с образованием желеобразного кремнезема, что снижает кислотостойкость клинкера. Оксиды железа оказывают влияние и на окраску изделий после обжига. В зависимости от соотношения  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  цвет изделий изменяется от вишнево-красного до темно-фиолетового.

Содержание оксида кальция в сырье должно быть не более 7–8%. Повышенное содержание  $\text{CaO}$  в глине обуславливает уменьшение интервала спекания. Углекислый газ, образующийся при разложении  $\text{CaCO}_3$ , увеличивает пористость изделия. При высоком содержании в глине  $\text{CaO}$  в начале процесса спекания может происходить медленное расширение, а затем вследствие образования жидкой фазы резкое плавление и деформация изделий, в особенности под нагрузкой (нижние ряды садки кирпича). Также возможно образование вздутий на спекшейся поверхности изделий. Очень важно, чтобы  $\text{CaO}$  в глине находился в тонкодисперсном состоянии.

Оксида магния  $\text{MgO}$  в глинистом сырье должно быть не более 3–4%. У глин, содержащих  $\text{MgO}$ , интервал спекания несколько больше, однако существенный недостаток магнезиальных глин заключается в том, что они имеют относительно большую усадку.

Щелочные оксиды  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  содержатся в керамических глинах в количестве 1,5–4,5%. При недостаточном спекании или слишком высокой температуре обжига необходимо корректировать состав шихты добавлением плавней.

Для оценки обжиговых качеств глин также используется кремнеземистый модуль. Хорошие глины для

производства клинкера характеризуются кремнеземистым модулем 3–4,5. При высоком значении кремнеземистого модуля возрастает хрупкость изделий, снижается прочность и морозостойкость. При низком значении возникают трудности при производстве изделий, т. е. уменьшается интервал спекания в процессе обжига, увеличивается вероятность появления деформаций.

Однако ориентироваться при подборе шихты только на этот показатель неверно. Для определения поведения изделий в обжиге специалистами института разработана методика и устройство для определения деформации под нагрузкой в процессе обжига. Экспериментально подобраны режим обжига, величина нагрузки и предельная деформация. На основании полученных результатов разработана методика расчета нагрузок и высоты садки клинкерного кирпича.

**Минералогический состав.** Кирпичные глины являются преимущественно гидрослюдисто-монтмориллоновыми или полиминеральными и, как правило, без добавок непригодны для производства клинкера.

При высоком содержании глинистого вещества (более 35–40%) в массу необходимо добавлять отощители либо тощие суглинки с малым содержанием глинистого вещества. Трудности могут возникать при повышенном содержании гидрослюды (более 10–15%). В этом случае уменьшается интервал спекания и наступает быстрая деформация при максимальной температуре обжига.

Недопустимыми примесями являются крупные включения кальцита и доломита, а также некоторых железистых соединений, таких как пирит и сидерит.

Повышенное содержание в глинах газообразующих минералов и добавок (органические примеси и др.) затрудняет получение клинкера высокого качества из-за возможности вспучивания при обжиге и получения черепка повышенной пористости.

**Гранулометрический состав.** Для производства клинкера предпочтительны тонкодисперсные глины, так как в этом случае можно получить более плотную структуру сырца, а также интенсифицировать процесс спекания керамического камня.

**Пластичность** не является определяющим показателем при производстве клинкера. Наиболее пригодны для этих целей среднепластичные глины. Но в большинстве случаев используется многокомпонентная шихта.

**Чувствительность к сушке.** Для полнотелых клинкерных изделий пригодны составы шихты с малой чувствительностью к сушке, для пустотелых – с малой или средней чувствительностью.

**Спекаемость.** Интервал спекания легкоплавких глин составляет 20–80°C, огнеупорных глин – 300–400°C. Составы шихты из таких глин подбираются экспериментальным путем, так чтобы интервал спекания составлял не менее 80–100°C.

Таким образом, составы шихты для производства клинкера следует разрабатывать с учетом химического, минерального состава глин, их дисперсности, пластичности, чувствительности к сушке и других показателей. При этом необходимо учитывать влияние различных компонентов и их сочетания для получения шихты, позволяющей получить клинкерные изделия с заданными свойствами.

Институтом изучены и рекомендованы в качестве добавок к легкоплавким кирпичным глинам при низком содержании каолинита следующие каолиновые глины: латненская (Воронежская область), Б. Карповка или кшенская (Курская область), лукошкинская и чибисовская (Липецкая область), владимирская (Ростовская область), новоорская (Оренбургская область), нижеуельская (Челябинская область), кондровская и ульяновская (Калужская область), пе-

чорская (Псковская область), андреевская «Веско-техник», курдюмовская, новорайская, краматорская и другие глины Дружковского рудоуправления (Украина). Исследование физико-химических и технологических свойств этих глин, особенностей их поведения при использовании в составе шихты с легкоплавкими кирпичными глинами позволило установить их преимущества и недостатки.

При использовании пластичных глин, в особенности с высоким содержанием монтмориллонита, в состав шихты добавляют отощители: кварцевый песок, тонкоизмельченный шамот из клинкерного боя и др. Кварцевый песок добавляют в количестве не более 15–20%, так как большее содержание песка неблагоприятно влияет на плотность и морозостойкость клинкера.

При недостаточном спекании или слишком высокой температуре обжига необходимо корректировать состав шихты добавлением плавней: полевого шпата, пегматита, нефелина, сиенита, талька, пирофиллита и др.

### Свойства клинкерных изделий

Прочностные свойства керамики традиционно считаются одним из важнейших показателей. При получении клинкера с заданным водопоглощением при правильном подборе состава шихты и соблюдении технологических режимов часто прочность оказывается выше показателей, устанавливаемых нормативными документами разных стран. Так, по данным наших испытаний, при водопоглощении не более 2–2,5% предел прочности при сжатии клинкера может превышать 200–250 МПа, при изгибе – 20–32 МПа, при водопоглощении 2–4% предел прочности при сжатии, как правило, выше 80–100 МПа, при изгибе выше 12–18 МПа.

**Водопоглощение.** Показатель водопоглощения имеет преобладающее значение, в особенности это касается клинкерных изделий, применяемых для гидротехнических сооружений, мощения дорог, тротуаров, пешеходных дорожек и т. п. Получение клинкера с заданным водопоглощением является одной из самых сложных задач.

**Долговечность** – важнейшая характеристика клинкерных изделий, определяемая по показателю морозостойкости. Морозостойкость также коррелирует с величиной водопоглощения. Необходимо отметить, что по результатам наших испытаний при значении водопоглощения менее 2,5% морозостойкость во всех случаях составляла 300 циклов без признаков разрушения.

**Средняя плотность** керамического камня для дорожного клинкера хорошего качества должна составлять 2,1–2,32 кг/дм<sup>3</sup>, для стенового – не менее 1,9 кг/дм<sup>3</sup>.

**Сопrotивление истиранию** – важный показатель для дорожного клинкера. Испытания, проведенные в институте, показывают, что для качественного дорожного клинкера сопротивление истиранию должно составлять 0,2–0,4 г/см<sup>2</sup>.

**Сопrotивление удару.** Сопrotивление удару оценивается по специальной методике и характеризует хрупкость материала. Как известно, хрупкость присуща всем керамическим материалам. Учитывать хрупкость необходимо при производстве клинкера с низким водопоглощением (не более 2–2,5%). Важно получить материал, имеющий оптимальное соотношение кристаллической и аморфной фаз. Очевидно, что чем больше будет в керамическом камне кристаллической фазы, например муллита, воластонита, анортита и др., тем выше будет устойчивость к ударам. Этот показатель необходим для оценки стойкости к движению транспортных средств

дорожного покрытия, покрытия полов в производственных помещениях и др.

**Антипроскальзывающая стойкость.** Данный показатель необходимо определять для изделий, применяемых для мощения дорог, изготовления полов, ступеней, особенно участков, на которые могут попадать влага и маслянистые вещества.

**Химическая стойкость** оценивается по показателям кислотостойкости и щелочестойкости. Кислотостойкость клинкера соответствует классам А и Б по ГОСТ 474–90 «Кирпич кислотоупорный» и составляет более 97,5%. Измеренная щелочестойкость составляет 75–80%.

**Теплопроводность** клинкера достаточно высока и составляет 0,9–1,2 Вт/(м·К). Показатель не играет особой роли в общей теплопроводности стены, так как клинкер в первую очередь выполняет защитные и эстетические функции.

Стойкость к образованию пятен, расширение под воздействием влаги, стойкость к тепловым ударам, тепловое расширение — показатели, которые определяются для клинкерных изделий специального назначения или по требованию потребителя.

### Достоинства клинкера

1. Распространенность глинистого сырья для производства клинкера.
2. Благодаря многообразию формы, цвета, вида поверхности клинкерных изделий он придает неповторимый вид и индивидуальность конструкциям стен, цоколей, тротуаров и т. д.
3. Долговечность клинкерных изделий определяется неизменностью во времени его основных физико-технических и эксплуатационных свойств.

4. Не вызывает сомнений экологичность клинкерных изделий, ведь они изготавливаются путем обжига только из глины и песка.
5. Устойчивость к химической, биологической коррозии, грибку, водорослям и мхам, которые могут вызывать аллергию.
6. Стеновой клинкерный кирпич отличается высокими шумозащитными характеристиками (показатель изоляционной способности 40–50 дБ).
7. При облицовке стеновым клинкерным кирпичом трехслойная стена обеспечит прекрасный микроклимат летом и тепловой комфорт зимой.
8. Клинкерные изделия абсолютно не боятся солнечного ультрафиолета и сохраняют свой цвет на протяжении многолетней эксплуатации.
9. Абсолютная огнестойкость.
10. Многообразие дизайнерских решений при использовании клинкерных изделий совместно с другими материалами, например с деревом, стеклом и др.
11. Не требует восстановления и ремонта, поскольку благодаря низкому водопоглощению клинкерного кирпича и плитки на них не оседает грязь. Клинкер очень неприхотлив в уходе.

Высокие физико-механические показатели, многообразие архитектурных решений вызывает возрастающий интерес к клинкеру; по стоимости он становится конкурентоспособным с каменными облицовочным материалам.

**Ключевые слова:** клинкер дорожный, технический, стеновой, требования к глинам, прочность, водопоглощение, долговечность, сопротивление истиранию, сопротивление удару, антипроскальзывающая стойкость, химическая стойкость.

ПРАВИТЕЛЬСТВО УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА  
ОР «СОЮЗ СТРОИТЕЛЕЙ УДМУРТИИ»  
УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «УДМУРТИЯ»

ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ГОРОД 100 ЛЕТ

24–27 мая / 2011

**ТЕМАТИКИ ВЫСТАВКИ**

- Строительные материалы, конструкции и изделия
- Отделочные и облицовочные материалы, элементы интерьера
- Строительные технологии и услуги
- Оборудование для строительства, специализированная техника
- Гражданское и промышленное строительство, малоэтажное домостроение
- Энергосберегающие технологии и оборудование
- Инженерное оборудование
- Оборудование, техника и технологии для ЖКХ, услуги в ЖКХ
- Архитектурное и ландшафтное проектирование
- Кредитование, лизинг, банковские услуги

**Место проведения:**  
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9 (ФОЦ «Здоровье»)  
тел./факс: (3412) 733-532, 733-581, 733-585, 733-587, 733-591, 733-664  
e-mail: gorod@vcudmurtia.ru; [www.gorod.vcudmurtia.ru](http://www.gorod.vcudmurtia.ru)

информационные партнеры:

**ПРОМЫШЛЕННЫЙ** **СОВЕТСКИЙ ПАРК** **ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КОММЕРСАНТ**

интернет-спонсоры:

**ROSFIRM.ru** **PromPortal.ru** **Baza-8.ru**



С.С. ОРДАНЬЯН, И.Б. ПАНТЕЛЕЕВ, доктора техн. наук, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет);  
Н.А. АНДРЕЕВА, канд. техн. наук, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

## **Кирпич старинный и современный: что лучше?**

Кирпич как строительный материал имеет давнюю историю и используется с незапамятных времен. Упоминания о кирпиче имеются уже в Библии: «И сказали друг другу: наделаем кирпичей и обожжем огнем. И стали у них кирпичи вместо камней» (Ветхий завет. Бытие. Гл. 11–3). Вплоть до нашего времени во многих странах имел широкое распространение необожженный кирпич-сырец, часто с добавлением в глину резаной соломы. Применение в строительстве обожженного кирпича также восходит к глубокой древности (постройки в Египте, 3–2 тысячелетие до н. э.).

До XIX в. техника производства кирпича оставалась примитивной и трудоемкой. Формовали его вручную, сушили только летом, обжигали в напольных печах-временках, выложенных из высушенного кирпича-сырца. В середине XIX в. были сконструированы кольцевая обжиговая печь и ленточный пресс, обусловившие переворот в технике производства кирпича. В это же время появились глинообрабатывающие машины – бегуны, вальцы, глиномялки. Тем не менее на большинстве мелких предприятий по-прежнему использовалась немеханизованная технология кирпича, что обуславливалось причинами экономического характера. По мнению В.В. Инчика, «красный кирпич имел вполне удовлетворительные даже с современной точки зрения физико-механические характеристики: прочность, морозостойкость, долговечность и цвет» [1].

Существует и другое мнение, что современный кирпич, несмотря на все достижения науки и техники, уступает по ряду характеристик кирпичу старинному. В противоположность этому можно привести результаты исследований свойств старого кирпича [2], опровергающих превосходство старинного кирпича над современным. По данным авторов, прочность исследованного кирпича при сжатии соответствует 5–6 МПа, или марке 50, в то время как марка по прочности при сжатии современного полнотелого рядового кирпича практически у всех производителей не ниже 200.

До настоящего времени попыток внести ясность в этот вопрос с точки зрения материаловедения не предпринималось, и представленная работа частично восполняет этот пробел.

В качестве объектов исследования выбран ряд кирпичей, изъятых из построек Санкт-Петербурга конца XIX – начала XX в. Современные образцы отобраны из партий лицевого полнотелого одинарного кирпича производства ОАО «Победа ЛСР» (предприятие «Ленстрой-керамика»). Характеристика и внешний вид исследуемых образцов представлены в табл. 1.

Все старинные кирпичи имеют сильный разброс по размерам, у большинства образцов, за исключением кирпича № 7 – СТРЪЛИНЪ-187, отмечены неровные и выпуклые грани, разнотолщинность, большой разброс по массе (3,88–4,48 кг); отклонение от плоскостности достигает 5 мм; у большинства на ложке хорошо видны трещины, расслоение.

Все изученные старинные кирпичи изготовлены формованием набивкой в деревянные формы, об этом свидетельствует прежде всего наличие клейм, не дефор-

мирующих постель, а также отсутствие видимых следов мундштучного формования и разрезки бруса струной, хорошо заметные на современном кирпиче (№№ 9, 10). Другие видимые нарушения геометрии (сколы, шербины) могут быть следствием небрежной выемки кирпича из кладки.

Производители кирпича и места изъятия сосредоточены в Санкт-Петербурге и области, что характерно для этого строительного материала: в прошлом производство старались максимально приблизить к источнику сырья и потенциальному потребителю.

Часть партии кирпичей была подвергнута испытаниям по ГОСТ 530–2007 (на цельных кирпичах) в ЦЗЛ ОАО «Победа ЛСР». Результаты испытаний представлены в табл. 2.

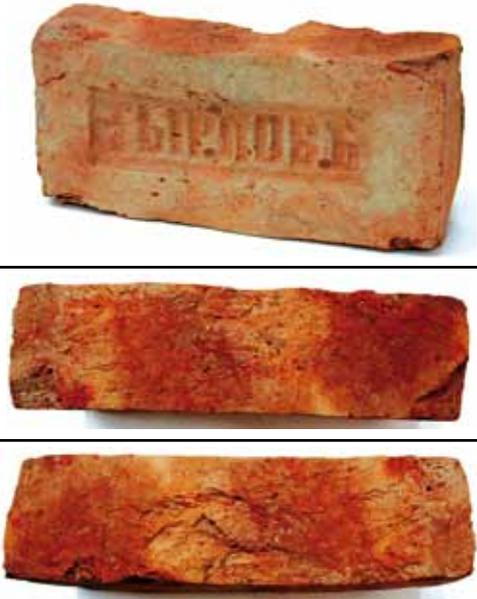
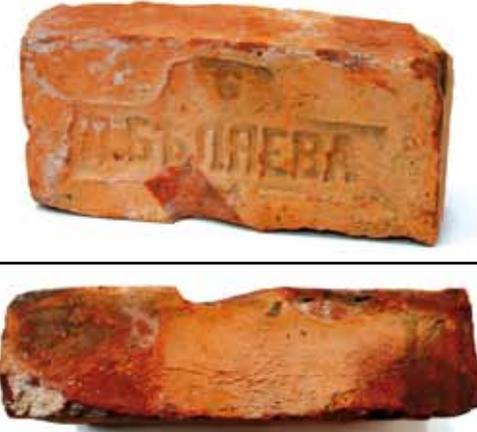
Обращает на себя внимание высокая прочность старинных кирпичей, показавших по требованиям ГОСТ 530–2007 марочность М100, М250, а по прочности при изгибе – даже М300. При этом водопоглощение образцов, а следовательно, и пористость, весьма высокая и составляет, за исключением двух образцов, 13–18%. Соответственно морозостойкость старинного кирпича невысокая – менее 15 циклов. Однако с учетом того факта, что изученные образцы прослужили в стенах зданий более 100 лет, полученный результат можно считать весьма удовлетворительным. При этом напомним, что практически все здания из кирпича в Санкт-Петербурге постройки XVIII – начала XX в. в обязательном порядке оштукатуривали и окрашивали, что защищало кирпичные стены от насыщения влагой и дальнейшего промораживания. Такая технология строительства позволяла использовать кирпич с низкой морозостойкостью, тем более в климатической зоне с достаточно мягкими зимами. Эффективные системы отопления зданий способствовали сохранности кирпичных стен. В случае нарушения штукатурного слоя происходило достаточно быстрое разрушение кирпичной кладки (рис. 3), что и произошло со старым кирпичом при испытании на морозостойкость после 15 циклов замораживания-оттаивания (рис. 4). На этом фоне резко выделяется образец № 1 ТЫРЛОВЪ, выдержавший без каких-либо разрушений 60 циклов замораживания-оттаивания в интервале от –15°C до +15°C (рис. 5).

В настоящее время большинство кирпичных зданий строится с открытой кладкой, что резко повышает требования к морозостойкости современного кирпича.

Старые кирпичи в отличие от современных практически никогда не имели темной сердцевины, которую часто называют пережогом и считают браком, снижающим прочность. Это весьма распространенное заблуждение.

Прежде всего пережог не может быть внутри кирпича, так как при обжиге прогрев кирпича происходит от внешних граней к середине; таким образом, поверхность кирпича не может иметь температуру меньшую, чем внутренние слои, и пережог может грозить в первую очередь внешним слоям тела кирпича. На самом деле появление черной или серой сердцевины кирпича является следствием изменения окраски за счет восстанов-

Таблица 1

№ образца	Изображения	Исторические данные	Размеры*, визуальное описание
1		<p><b>Кирпич «ТЫРЛОВЪ»</b></p> <p>Потомственный почетный гражданин, купец второй гильдии Дмитрий Иванович Тырлов-Жданков производил кирпичи на выкупленных в 1893 и 1896 гг. соответственно заводах И. Д. Соболева и А. И. Фукса. Первый завод располагался возле села Усть-Ижора, а второй – в колонии Овцино, недалеко от завода Стрелиных.</p> <p>Условия эксплуатации: по данным владельца кирпича, он извлечен из старинного камина дома, которому более 100 лет.</p> <p>По данным книги «Кирпичные заводы России на 1903 год», данный завод расположен в Ивановской волости, деревня Кормчино, 1 стан колония Овцино, берег реки Невы.</p> <p>(<a href="http://www.v-smimov.ru/p151.htm">http://www.v-smimov.ru/p151.htm</a>)</p>	<p><b>Образец № 1 (ТЫРЛОВЪ)</b></p> <p>Масса – 4,29 кг Размеры, мм Постель – 258÷268×118÷124 Ложок – 257÷269×72÷73 Тычок – 121÷125×71÷73</p> <p>Плоскостность** Постель – до 4 мм Ложок – до 5 мм Все грани кирпича, кроме постели с клеймом, выпуклые</p>
2			<p><b>Образец № 2 (ТЫРЛОВЪ)</b></p> <p>Масса – 4,4 кг Размеры, мм Постель – 259÷267×123÷129 Ложок – 256÷262×73÷75 Тычок – 123÷129×74</p> <p>Плоскостность** Постель – до 4 мм Остальное – до 2 мм Все грани кирпича, кроме постели с клеймом, выпуклые</p>
3		<p><b>Кирпич «П.БЕЛЯЕВА»</b></p> <p>Клеймо «П. БЕЛЯЕВА». Владелец завода – Беляев Петр Абрамович, затем фирма «Н-ки П. Беляева». Годы производства 1850–1917.</p> <p>Кирпичи произведены на заводах купца первой гильдии Петра Абрамовича Беляева. В 1860 г. его жена Е.Я. Беляева купила в Малой Рыбачкой слободе два кирпичных завода (ранее выкупленных у казны коллежским советником П. Моносковым и купеческим сыном И. Ширковым), рядом построила лесопильный завод и объединила эти предприятия под эгидой фирмы «Петра Беляева Наследники». Продолжателями дела были ее сыновья Митрофан, Сергей и Яков.</p> <p>(<a href="http://www.aroundspb.ru/gallery.php?path=/variety/photos/brick&amp;im=img_0043.jpg">http://www.aroundspb.ru/gallery.php?path=/variety/photos/brick&amp;im=img_0043.jpg</a>)</p>	<p><b>Образец № 3 (П.БЕЛЯЕВА-6)</b></p> <p>Масса – 4,25 кг Размеры, мм Постель – 245÷253×116÷123 Ложок – 256÷262×73÷75 Тычок – 115÷124×72÷76</p> <p>Плоскостность** Постель – до 3 мм Остальное – до 2 мм Все грани кирпича, кроме постели с клеймом, выпуклые, неровные</p>

№ образца	Изображения	Исторические данные	Размеры*, визуальное описание
8		<p>(<a href="http://www.vbgcity.ru/?q=ru/node/3080">http://www.vbgcity.ru/?q=ru/node/3080</a>)</p>	<p><b>Образец № 8</b> (П.БЪЛЯЕВА-117)</p> <p>Масса – 3,88 кг Размеры, мм Постель – 250 ÷ 257 × 120 ÷ 125 Ложок – 251 ÷ 256 × 69 ÷ 71 Тычок – 119 ÷ 122 × 70 ÷ 72</p> <p>Плоскостность** Постель – до 3 мм Остальное – до 1,5 мм Все грани кирпича, кроме постели с клеймом, выпуклые, достаточно ровные</p>
4		<p><b>Кирпич «КОЛПИНО»</b></p> <p>Набор кирпичей заводов крестьянина Василия Ефимовича Захарова (1826–1882), который унаследовал вместе с братом «старый» завод 1790 г. в селе Усть-Ижора от отца Ефима Кузьмича, который был старшим сыном основателя династии заводчиков Кузьмы Захарова. В.Е. Захаров (клеймо «В.З» с номером и без него) полностью модернизировал завод в 1882–1884 гг. и передал свое дело сыновьям Александру и Михаилу (всевозможные клейма «МЗ» в сочетаниях с точками, номерами и рамками, «М.В. Захаров»). Дело Александра унаследовала его жена Мария Тимофеевна и его три сына, которые открыли фирму «Наследники А.В. Захарова» и с 1910 г. до революции выпускали кирпичи с клеймом «КОЛПИНО».</p> <p>(<a href="http://www.v-smirnov.ru/p61.htm">http://www.v-smirnov.ru/p61.htm</a>)</p>	<p><b>Образец № 4</b> (КОЛПИНО-20)</p> <p>Масса – 4,23 кг Размеры, мм Постель – 250 ÷ 260 × 123 ÷ 127 Ложок – 250 ÷ 255 × 73 ÷ 75 Тычок – 115 ÷ 124 × 69 ÷ 78</p> <p>Плоскостность** Постель – до 5 мм Ложок выпуклый – до 2 мм</p>
6		<p><b>Кирпич «СТРЬЛИНЬ»</b></p> <p>Кирпичи произведены на заводах крестьянина, а позже купца и потомственного почетного гражданина Макария Тимофеевича Стрелина. Один из заводов, построенный в 1875 г., располагался по реке Славянке в селе Усть-Ижора и был куплен у купчихи Анны Семеновны Вандруховой в 1882 г. Второй завод находился в колонии Овцино на правом берегу Невы и был построен в 1897 г. Использовались как простое клеймо «М.С.», так и с полным написанием фамилии «Стрелинь» (различными шрифтами, а также с инициалами М.Т.). Дело впоследствии продолжили сыновья Алексей Макарович (использовал клеймо «АМС») и Василий Макарович. Скорее всего около 1910 г. появилось совместное клеймо «Бр. Стрелины».</p> <p>Из кирпичей, изготовленных на заводе Макария Стрелина, было построено здание Суворовского музея (в строительстве музея участвовали ведущие заводы Санкт-Петербурга, выполнявшие работы со значительными скидками или безвозмездно).</p> <p>(<a href="http://www.v-smirnov.ru/p141.htm">http://www.v-smirnov.ru/p141.htm</a>)</p>	<p><b>Образец № 6</b> (СТРЬЛИНЬ-85)</p> <p>Масса – 4,01 кг Размеры, мм Постель – 247 ÷ 253 × 118 ÷ 124 Ложок – 248 ÷ 252 × 72 ÷ 77 Тычок – 118 ÷ 123 × 73 ÷ 76</p> <p>Плоскостность** Постель и тычок – до 5 мм Ложок выпуклый – до 2 мм Кирпич разнотолщинный</p>

№ образца	Изображения	Исторические данные	Размеры*, визуальное описание
5		<p><b>Кирпич Н.М.С.</b></p> <p>Известный завод купца Николая Михайловича Слепушкина в дер. Усть-Славянка, около поселка Рыбацкое, ведет свою историю с основателя дела поэта-крестьянина Федора Никифоровича Слепушкина, построившего первый завод в 1829 г. Неизвестно, как долго функционировал этот завод, но в 1866 г. имеется упоминание о заводе некоей Ксении Слепушкиной (использовала клеймо «К.С.» в характерной рамке). В конце XIX в. этим заводом владели Н.М. Слепушкин и его брат Александр Михайлович. Завод выпускал также кирпичи с клеймом Слепушкиных и вертикальной буквой «С» на маломерных кирпичях, называемых «кабанчиками». Завод работал по крайней мере до 1895 г.</p> <p>(<a href="http://www.v-smirnov.ru/p142.htm">http://www.v-smirnov.ru/p142.htm</a>)</p>	<p><b>Образец № 5</b> (Н.М.С.)</p> <p>Масса – 4,01 кг Размеры, мм Постель – 245÷252×120÷128 Ложок – 240÷250×65÷74 Тычок – 122÷127×65÷74</p> <p>Плоскостность** Постель – до 5 мм Ложок выпуклый – до 2 мм Кирпич неровный, разнотолщинный</p>
7			<p><b>Образец № 7</b> (СТРЪЛИНЬ-187)</p> <p>Масса – 4,48 кг Размеры, мм Постель – 257÷262×129÷133 Ложок – 260÷262×75÷80 Тычок – 129÷132×76÷80</p> <p>Плоскостность** Постель, ложок и тычок – до 2 мм Кирпич ровный</p>
9, 10		<p><b>Кирпич «ЛСК»</b></p> <p>Кирпич произведен на заводе «Ленстройкерамика» ОАО «Победа ЛСР» (Ленинградская область, г. Колпино) в 2011 г.</p> <p>(<a href="http://www.pobedalsr.ru/">http://www.pobedalsr.ru/</a>)</p>	<p><b>Образец № 9</b></p> <p>Масса – 4,19 кг Размеры, мм Постель – 253÷254×122 Ложок – 253÷254×65÷66 Тычок – 121÷122×65÷66</p> <p>Плоскостность** Постель – до 2 мм Ложок и тычок – до 1 мм Кирпич ровный</p> <p><b>Образец № 10</b></p> <p>Масса – 4,13 кг Размеры, мм Постель – 248÷249×119÷120 Ложок – 248÷249×65÷66 Тычок – 118÷119×65÷66</p> <p>Плоскостность** Постель – до 2 мм Ложок и тычок – менее 1 мм Кирпич ровный</p>

\* В соответствии с ГОСТ 530–2007 (п. 4.2.4) предельные отклонения номинальных размеров кирпича и камня не должны превышать на одном изделии, мм: по длине ±4, по ширине ±3, по толщине кирпича лицевого ±2, кирпича рядового ±3.

\*\* В соответствии с ГОСТ 530–2007 (п. 4.2.6) отклонение от плоскостности граней изделий более 3 мм не допускается.

Таблица 2

№	Производитель кирпича	Размеры, мм	Масса в сухом состоянии, кг	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Морозостойкость, циклы	Примечание	
Старинный кирпич									
1	ТЫРЛОВЪ	258×73×124	4322	7,5		–	продолжается	Цвет излома равномерный красный (рис. 1)	
2	ТЫРЛОВЪ	249×69×116	4284	–	пара №№ 2–4 12 (M100)	–	–		
3	ТЫРЛОВЪ	266×74×126	4414	14,1		–	–		
4	ТЫРЛОВЪ	248×72×120	4108	–	–	–	менее 15 циклов		
5	ТЫРЛОВЪ	260×71×125	4398	–	пара №№ 5–7 26,3 (M250)	–	–		
6	ТЫРЛОВЪ	251×73×128	4474	9,4		9,6 (>M300)	–		
7	ТЫРЛОВЪ	260×71×121	4388	–		–	–		
8	ТЫРЛОВЪ	258×72×126	4424	13,6	–	4,6 (>M300)	–		
9	СТРЪЛИНЪ	257×70×127	4294	14,3	–	–	менее 15 циклов		–
10	СТРЪЛИНЪ	265×76×128	–	–	–	–	–		–
11	П.БЪЛЯЕВА	----×73×118 <sup>1</sup>	–	–	–	–	–		–
12	П.БЪЛЯЕВА	262×72×130	3990	18,8	–	–	менее 15 циклов		–
13	Н.М.С.	254×70×121	–	–	–	–	–		–
14	КОЛПИНО	----×75×121 <sup>1</sup>	–	–	–	–	–		–
Современный кирпич М200 F75									
15	Ленстройкерамика	249×118×65	4000	7,3	31,2 (M300)	6,52 (>M300)	более 75	На изломе темная сердцевина (рис. 2)	
16		250×120×65	4010	7,8	42 (M400)	10,23 (>M300)	более 75		

<sup>1</sup> образец имеет сколы, не позволяющие измерить его длину.

Таблица 3

№ образца	Производитель	Количество испытанных образцов	Водопоглощение, %	Открытая пористость, %	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при сжатии, МПа
1	ТЫРЛОВЪ	6	9,1	18	1,98	6,6	24,2
2	ТЫРЛОВЪ	8	11	20,9	1,91	7,5	20,5
3	П.БЪЛЯЕВА-6	8	12,5	23,8	1,91	10,6	33
4	КОЛПИНО-20	5	9,7	18,7	1,93	4,2	28
5	Н.М.С.	6	6	12,6	2,11	10	28,8
6	СТРЪЛИНЪ-85	6	2,9	6,5	2,26	12,3	35,4
7	СТРЪЛИНЪ-187	6	15	26,7	1,78	3,7	11,5
8	П.БЪЛЯЕВА-117	6	10,7	21,1	1,98	6,7	22,2
10	Ленстройкерамика	5	6,8	15	2,19	3,7	33,1

ления оксида железа (III) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до оксида железа (II) FeO, который имеет как раз серый цвет. Появление темной (серой или черной) сердцевины, никак не отражающейся на прочности, – неизбежная плата за рост производительности и сокращение времени обжига при использовании скоростных туннельных печей. Из-за слишком быстрого обжига процесс выгорания органических примесей в глине создает восстановительную среду в теле кирпича за счет выделения СО, удаление которого и поступление свежих порций кислорода за счет пористости процесс не быстрый и требует значительного времени. При изготовлении старинного кирпича использовались напольные печи, обжиг в которых длился от нескольких дней до недель, времени хватало на выгорание полностью органики и окисления вновь FeO до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Внедрение в производство прогрессивных в свое время кольцевых печей Гофмана сокращало длительность обжига не настолько, чтобы это явление становилось постоянным.

Вторая часть партии кирпича изучена в СПбГТИ (ТУ) на фрагментах, полученных распиловкой алмазной пилой на прямоугольные балочки размером (110–120)×(30–35)×(30–35) мм для определения предела прочности при изгибе и кубики с ребром 30 мм для определения предела прочности при сжатии. Образцы обоих видов предварительно были использованы для определения водопоглощения, открытой пористости и

кажущейся плотности. Количество образцов для испытаний каждого вида не менее 5. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Результаты испытаний выпиленных образцов хорошо согласуются с результатами испытаний целых кирпичей и подтверждают вывод – старинный кирпич не уступает в прочности кирпичу современному. Вновь



Рис. 1. Излом кирпича ТЫРЛОВЪ



Рис. 2. Излом современного кирпича (ОАО «Победа ЛСР», предприятие «Ленстройкерамика»)

Таблица 4

Номер образца	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 10
Характеристика									
$V_{пор}, \text{см}^3/\text{г}$	0,039	0,294	0,132	0,146	0,081	0,043	0,191	0,279	0,07
$S_{уд}, \text{м}^2/\text{г}$	0,05	24	1,2	3,3	5,4	0,42	2,9	12,1	1,8
Преобладающий радиус пор, нм	1250	8000; 1500; 9	390; 33	1830; 150; 18,5	19200; 1250; 13	590; 26	1500; 590; 150	16900; 9600; 1500; 35; 10,5	120; 26



Рис. 3. Разрушенные колонны (Конюшенная пл.)



Рис. 4. Кирпич П.БЪЛЯЕВА, разрушившийся после 15 циклов замораживания-оттаивания



Рис. 5. Образец № 1 кирпич ТЫРЛОВЪ после 60 циклов испытаний на морозостойкость

подчеркнем, что старинные кирпичи имеют высокую пористость (за исключением образцов № 5 и 6, выше кирпича современного), находились длительное время в эксплуатации в неизвестных условиях.

К вышесказанному следует добавить, что несовершенство метода формования старинных кирпичей (ручная набивка колотушкой или ногами в деревянные формы), отсутствие отдельной операции выделения включений приводило к формированию сильнодефектной текстуры – на изломах и гранях образцов имеются крупные включения, каверны, расслоение (рис. 6). И тем не менее прочность высока, порой превосходит прочность современного кирпича.

Изучение поровой структуры осуществлялось методом ртутной порометрии. Результаты представлены в табл. 4. Сравнительный анализ интегральных и дифференциальных порограмм исследованных образцов показывает, что порометрический объем пор образцов

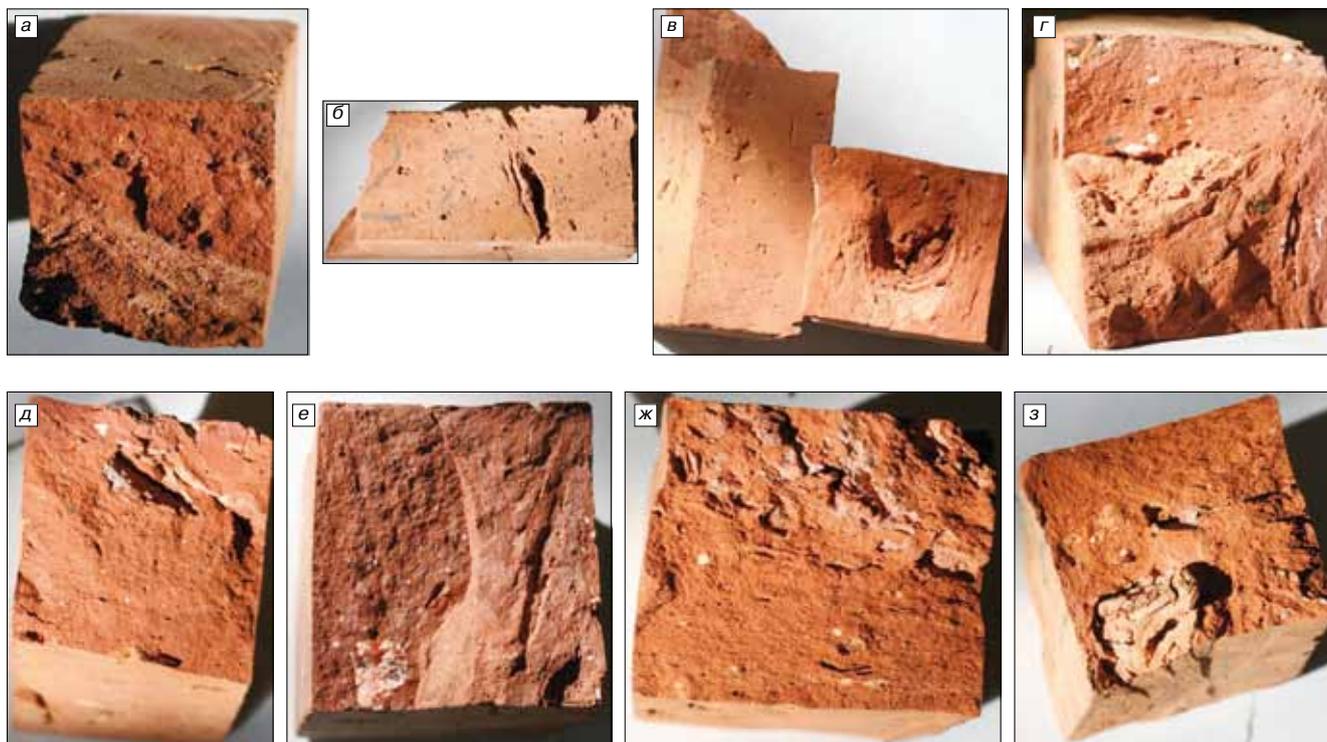


Рис. 6. Дефекты формовки старинных кирпичей: а – № 1 – ТЫРЛОВЪ; б – № 2 – ТЫРЛОВЪ; в – № 2 – ТЫРЛОВЪ; г – № 5 – Н.М.С.; д – № 5 – Н.М.С.; е – № 6 – СТЪЛИНЪ-85; ж – № 7 – СТЪЛИНЪ-187; з – № 7 – СТЪЛИНЪ-187

№№ 1 и 6 практически одинаков (0,39 и 0,43 см<sup>3</sup>/г), однако сильно различаются величины удельной поверхности (0,05 и 0,42 м<sup>2</sup>/г), что объясняется различным распределением пор по размерам. В образце № 1 преобладают макропоры с преобладающим размером 1250 нм, в то время как у образца № 6 больше мезопор размером 590 и 26 нм. Объемы пор образцов №№ 5 и 10 близки по величине (0,081 и 0,07 см<sup>3</sup>/г соответственно). Различие в величине  $S_{уд}$  (5,4 и 1,8 м<sup>2</sup>/г) объясняется наличием в образце № 5 более мелких мезопор. Близки по величине объемы пор у образцов №№ 2 и 8 (0,294 и 0,279 см<sup>3</sup>/г соответственно) и образцов №№ 3 и 4 (0,132 и 0,146 см<sup>3</sup>/г). Различие в величинах удельной параметрической поверхности образцов объясняется различием количественного и качественного составов мелких мезопор, в основном и определяющих величину  $S_{уд}$ .

В работе исследована теплопроводность отдельных образцов кирпичей, результаты представлены на рис. 7.

### Выводы

Современный кирпич, произведенный на современном автоматизированном оборудовании, не превосходит по прочностным характеристикам старый кирпич ручного изготовления. С учетом более высоких значений пористости, неизбежных дефектов текстуры и длительного срока эксплуатации следует признать превосходство по физико-механическим параметрам кирпичей более чем столетней давности.

С другой стороны, современный кирпич, как правило, обладает значительно большей морозостойкостью и способен успешно служить в кирпичной кладке без специальных мер защиты от увлажнения и промерзания. Можно утверждать, что если бы изучаемый в работе старинный кирпич в свое время был использован для

внешней незащищенной кладки, вряд ли мы сегодня держали его в руках.

Сопоставляя старинную и современную технологии, можно отметить следующее. Наиболее вероятной причиной полученных результатов испытаний является разница в длительности наиболее важной технологической операции — обжига, составлявшая для старых кирпичей от нескольких дней до нескольких недель, в то время как современный кирпич обжигается в туннельной печи примерно 40 ч и менее. В результате при более длительном нахождении кирпича-сырца в зоне максимальной температуры происходит более полное спекание глинистых частиц, что повышает прочность керамического камня. Косвенным подтверждением являются результаты измерения теплопроводности: несмотря на более высокие значения водопоглощения (12,5% для образца № 3 и 9,7% для образца № 4 против 6,8% для образца № 10), образец № 10 демонстрирует наименьшую теплопроводность, которая напрямую зависит от площади контактного перешейка между спекшимися глинистыми частицами.

Сравнительные испытания старого и нового кирпича на завершены. Предстоит изучение микроструктуры, модельные испытания, сравнительный химический анализ. Работа продолжается, результаты будут обязательно опубликованы.

### Список литературы

1. *Инчик В.В.* Технология изготовления кирпича в Санкт-Петербургской губернии в XVIII веке // Строит. материалы. 2004. № 2. С. 52–55.
2. *Терентьев Н.С.* Кирпич в памятниках истории и культуры XVII – начала XX в. в Тюменской области // Строит. материалы. 2010. № 4. С. 76–78.

ДВЕНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

# ЭКСПОКАМЕНЬ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
«КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 2, ЗАЛ В  
РОССИЯ, МОСКВА

## 2011

**ОРГАНИЗАТОРЫ:**

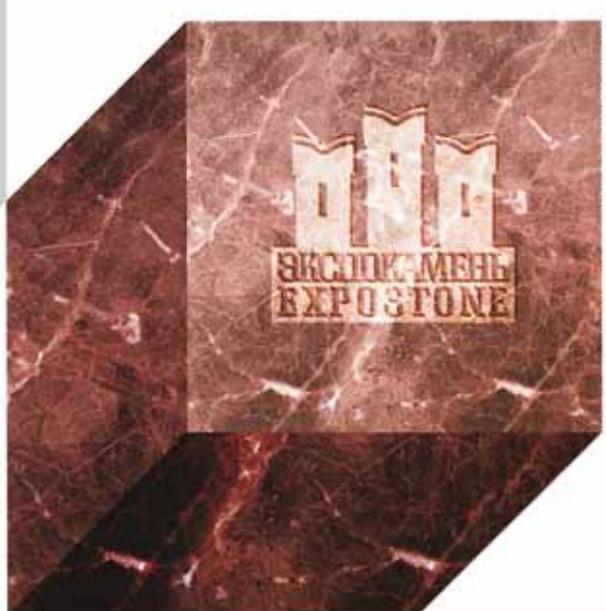
- ТОРГОВО-ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭКСПОСТРОЙ»
- ИНВЕСТИЦИОННАЯ ГРУППА АБСОЛЮТ
- КОМИТЕТ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РФ ПО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВУ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖКХ

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**

- РОССИЙСКОГО СОЮЗА СТРОИТЕЛЕЙ
- РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА ИНЖЕНЕРОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

**ПРИ УЧАСТИИ:**

- АССОЦИАЦИИ «ЦЕНТР КАМНЯ» (РОССИЯ)
- «HUMMEL GMBH» (ГЕРМАНИЯ)
- «CONFINDUSTRIA MARMOMACCHINE – Assomarmomacchine» (ИТАЛИЯ)



ДОБЫЧА, ОБРАБОТКА, ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

31.3

ИЮНЯ



[www.expostone-russia.ru](http://www.expostone-russia.ru)

**КОНТАКТЫ:**  
Тел: +7 (495) 779 1109, +7 (499) 127 3881  
E-mail: [expostone@expostroy.ru](mailto:expostone@expostroy.ru),  
[expro@expostroy.ru](mailto:expro@expostroy.ru)

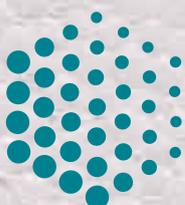
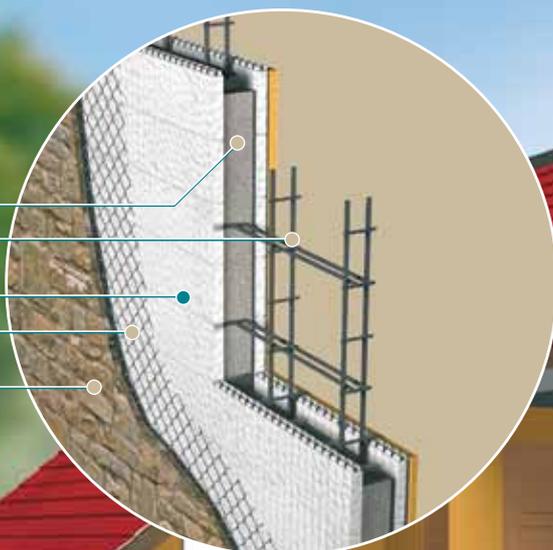
# НЕСЪЕМНАЯ ОПАЛУБКА ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

В основе технологии несъемной опалубки лежит использование стеновых пустотелых элементов из пенополистирола самозатухающих марок. Из этих элементов осуществляется сборка стен, внутренние полости которых армируются и заполняются бетоном. В ходе одной технологической операции сооружается монолитная бетонная стена, утепленная как с внешней, так и с внутренней стороны.

Пенополистирол способен длительное время нести высокую механическую нагрузку, не подвергаясь деформации, а высокая влагостойкость обеспечивает долговечность конструкции и увеличение срока службы сооружения в целом.

За 60 лет успешного применения пенополистирол зарекомендовал себя как один из самых востребованных в мире утеплителей: 8 из 10 частных домов в Европе утеплены качественным пенополистиролом!

бетон  
арматура  
пенополистирол из ALPHAPOR  
полимерная сетка  
декоративная облицовка



alphapor

Использование нового сырья европейского качества ALPHAPOR гарантирует высокие свойства, экономичность и безопасность пенополистирола. Созданный по австро-норвежской технологии вспенивающийся пенополистирол ALPHAPOR предназначен для производства теплоизоляции, несъемной опалубки, пенополистирольных блоков для строительства дорог и мостов, упаковки бытовой техники и пищевой упаковки. Все марки ALPHAPOR соответствуют строгим

европейским нормам по гранулометрическому составу, плотности и физико-механическим характеристикам, а благодаря содержанию антипиренов, материалы из ALPHAPOR пожаробезопасны.

**ALPHAPOR — ОСНОВА  
СОВРЕМЕННОГО УТЕПЛЕНИЯ**

[www.alphapor.ru](http://www.alphapor.ru)

# КНАУФ-Акустика

## новое решение в области звукоизоляции помещений

Жизнь в мегаполисе в настоящее время трудно представить без шума. Неприятные, слишком громкие звуки, доносящиеся извне, не просто досаждают, но являются источником дополнительного стресса в жизни горожан, и без того напряженной. Зачастую уровень шума превышает допустимые нормы. Продолжительная по времени шумовая нагрузка наносит вред здоровью.

К сожалению, современные строения отличаются слабой звукоизоляцией. По мнению специалистов, в первую очередь это связано с преобладанием монолитно-каркасных зданий, снижением массы ограждающих конструкций, свободной планировкой квартир, проектированием офисов Open Space.

Практика показала, что общими проблемами звукоизоляции современных зданий являются недостаточная звукоизоляция межэтажных перекрытий по показателю ударного шума, ограждений по воздушному шуму и инженерного оборудования в технических помещениях (котельные, насосные, вентиляционные, трансформаторные и др.). Поэтому звукоизоляция таких помещений является не дополнительной опцией, а необходимостью. Фирма КНАУФ предлагает в России свое решение, целью которого является обеспечение акустического комфорта.

В январе 2011 г. фирма КНАУФ представила в России новую технологию в области звукоизоляции в виде серии материалов под названием КНАУФ-Акустика. Новая продукция создана для применения в качестве звукопоглощающей облицовки стен в зданиях, а также в конструкциях подвесных потолков для улучшения акустических характеристик помещений.

Флагманом акустической серии являются плиты КНАУФ-Акустика. Основой новинки стал многолетний бестселлер фирмы – гипсокартонный КНАУФ-лист. Плиты КНАУФ-Акустика представляют собой перфорированные гипсокартонные листы с обрезанными кромками различной формы и наклеенным на тыльную сторону звукопоглощающим слоем нетканого полотна. Увеличение звукопоглощающей способности поверхности помещения, т. е. устранение эффекта эха, достигается за счет уменьшения интенсивности отраженных звуковых волн от перфорированных поверхностей.

Как показали испытания, конструкции с использованием плит КНАУФ-Акустика обладают повышенным звукопоглощением. В зависимости от вида конструкции и типа перфорации коэффициент звукопоглощения  $0,2 < \alpha < 1$ . Благодаря этому плиты КНАУФ-Акустика без ограничений могут использоваться для облицовки поверхностей в таких помещениях, как студии звукозаписи, кинотеатры, в том числе домашние, лингафонные кабинеты, колл-центры, аэропорты и вокзалы, офисы, кабинеты, залы переговоров, торговые залы, коридоры, больничные помещения, гостиницы, дома отдыха, учебные заведения, учреждения общественного питания.

### Акустические характеристики плит

В НИИ Строительной физики были проведены испытания по определению акустических характеристик плит в различных конструктивных вариантах по ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний». В зависимости от величины воздушного промежутка (относа) и наличия или отсутствия заполнения полости минераловатными изделиями плиты КНАУФ-Акустика можно отнести к различным классам звукопоглощения по ГОСТ 23499-79 (табл. 1).

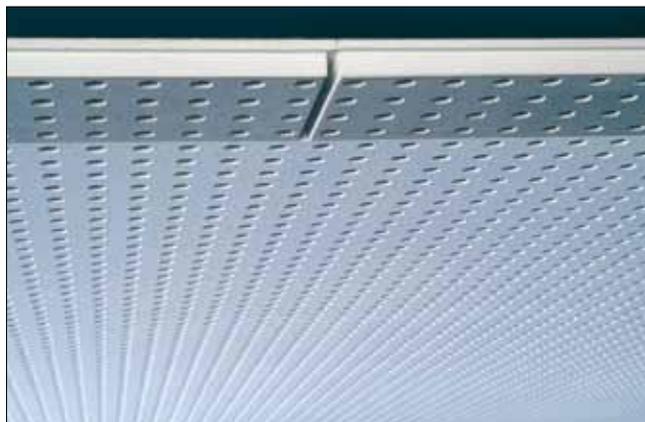


Таблица 1

Дизайн плит	Глубина воздушного промежутка (относ), мм	Заполнение минеральной ватой	Класс звукопоглощения по ГОСТ 23499 <sup>1</sup>
Д01 Сплошная прямая круглая перфорация 8/18 R, коэффициент перфорации 15,5%	60	-	НСВ-322
	60	+	НСВ-212
	200	-	НСВ-222
	200	+	НСВ-212
Д02 Сплошная прямая квадратная перфорация 12/25 Q, коэффициент перфорации 23,9%	60	-	НСВ-322
	60	+	НСВ-212
	200	-	НСВ-222
	200	+	НСВ-212

<sup>1</sup> Принадлежность материала или конструкции к тому или иному классу принято записывать в виде формулы, например НСВ-123. Эта формула означает, что на низких частотах (Н) значения коэффициента звукопоглощения (КЗП) превосходят 0,8, т. е. изделие обладает высокими звукопоглощающими качествами в этом диапазоне частот (класс 1); на средних частотах (С) значение КЗП лежат в пределах 0,4–0,8 и на высоких частотах (В) значение КЗП в пределах 0,2–0,4 (класс 3).

Таблица 2

Тип перфорации	Форма отверстий	Тип размещения отверстий	Размер отверстия, мм	Шаг перфорации, мм
8/18 R	Круглая	Прямые ряды	8	18
12/25 Q	Квадратная	Прямые ряды	12	25

Таблица 3

Обозначение дизайна	Рисунок перфорации	Тип перфорации	Коэффициент перфорации, %	Размеры плит		Масса плит, кг/м <sup>2</sup>
				Ширина, мм	Длина, мм	
Д01	Сплошная прямая круглая перфорация	8/18 R	15,5	1188	1998	~ 9,1
Д02	Сплошная прямая квадратная перфорация	12/25 Q	23,0	1200	2000	~ 8,5

### Тип перфорации и дизайн плит

В отличие от прародителя – гипсокартонного листа помимо утилитарных свойств плиты КНАУФ-Акустика обладают еще и эстетическими достоинствами. В зависимости от требований дизайна плиты могут производиться с покрытием из нетканого полотна белого и черного цветов. Кроме того, новый продукт выпускается с различным рисунком перфорации, благодаря чему плиты имеют различные параметры звукопоглощения. В настоящее время выпускается два вида плит Кнауф-Акустика, которые отличаются формой отверстий (круглые или квадратные); со временем предполагается дополнить ассортимент КНАУФ-Акустика новыми типами с более разнообразными рисунками.

Типы перфорации приведены в табл. 2.

В зависимости от рисунка перфорации дизайн плит подразделяют на следующие виды:

- сплошная перфорация, выполненная равномерно по всей плоскости плит;
- блочная перфорация, выполненная сгруппированными блоками.

В зависимости от рисунка и типа перфорации различают два вида дизайна плит (табл. 3). Каждый дизайн плит имеет свой рисунок перфорации и, как следствие, различный коэффициент звукопоглощения. Для каждого дизайна плит существуют свои размеры, обусловленные необходимостью соблюдения единого дизайна на смежных плитах.

Отличием плит КНАУФ-Акустика от подобных изделий из полимеров является то, что они более пожаробезопасны, так как, по сути, являются производным гипсокартонной плиты. Гипс, составляющий основу изделий, обладает уникальными экологическими свойствами и создает комфортную среду обитания благодаря своей способности впитывать излишнюю влагу из воздуха и отдавать ее обратно при снижении влажности воздуха в помещении. Негорючесть гипса также является одной из важнейших характеристик, которая обеспечивает высокие потребительские свойства. Санитарно-эпидемиологическая безопасность плит подтверждается заключением уполномоченных органов Минздрава РФ.

С точки зрения строительства плиты КНАУФ-Акустика обладают всеми преимуществами материалов сухого строительства. Они технологичны в обработке, их монтаж в каркасно-обшивных конструкциях отличается быстротой и простотой благодаря отсутствию трудоемких мокрых процессов.

Производство новинки в России началось в феврале 2011 г. на предприятии «КНАУФ ГИПС Новомосковск». Благодаря тому, что продукция производится в России и из местного сырья, конечная цена этих стройматериалов высшего качества для покупателей очень привлекательна.

По вопросам крупных оптовых поставок обращайтесь в сбытовые организации КНАУФ:  
 КНАУФ МАРКЕТИНГ Красноярск, тел. +7 (495) 937 95 95;  
 КНАУФ МАРКЕТИНГ Санкт-Петербург, тел. +7 (812) 718 81 94;  
 КНАУФ МАРКЕТИНГ Новомосковск, тел. +7 (48762) 29 291;  
 КНАУФ МАРКЕТИНГ Краснодар, тел. +7 (861) 257 80 26;  
 КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, тел. +7 (351) 774 21 45.



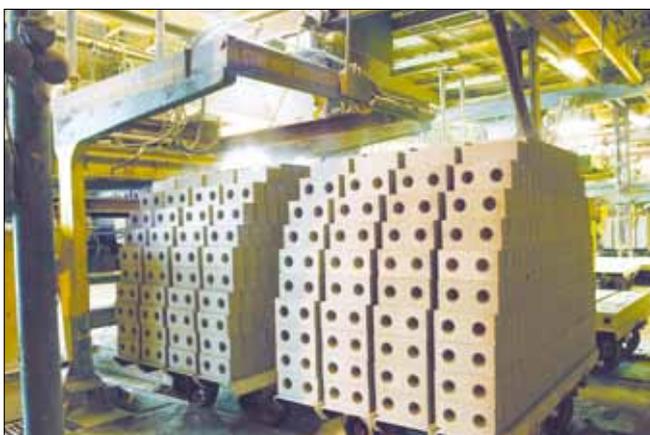
# Ярославскому заводу силикатного кирпича 80 лет



Высокопроизводительное оборудование немецкой компании W+K обеспечивает выпуск кирпича отличного качества



Склад готовой продукции, ассортимент которой отличается значительным разнообразием



Утолщенный рядовой двухсторонний кирпич

Силикатный кирпич стал внедряться в практику строительства с конца XIX в., после того как в 1880 г. в Германии был получен патент на способ его производства. И уже в начале XX в. в России работало несколько заводов по производству силикатных изделий.

В настоящее время силикатный кирпич является одним из самых распространенных материалов. Он использован при строительстве жилья, общественных зданий, производственных сооружений и др. В эпоху советской власти типовые добротные многоквартирные жилые дома возводились из силикатного кирпича. Не отставали и частные застройщики, широко используя этот доступный и долговечный материал.

Долгие годы здания из силикатного кирпича были в основном одной цветовой гаммы – белыми. И если еще десятилетие назад цветной силикатный кирпич был скорее экзотикой, то теперь применяется широко и составляет конкуренцию значительно более дорогим материалам. Использование силикатного кирпича в строительстве и отделке дома способно воплотить в жизнь любой выразительный архитектурный проект.

Необходимо учитывать при этом, что силикатный кирпич обладает целым рядом преимуществ. Он производится из природного сырья – кварцевого песка, извести и воды, поэтому его экологическая безопасность не вызывает сомнения.

Высокая прочность силикатных материалов, прошедших обработку в автоклавах, позволяет конструкциям стен выдерживать нагрузку до нескольких сот килограммов на квадратный метр. Среди положительных свойств силикатного кирпича также высокая звукоизоляция, низкая теплопроводность и хорошая воздухопроницаемость. Удельная эффективная активность природных радионуклидов (основной показатель радиозащиты) у силикатного кирпича в несколько раз ниже, чем у многих других стеновых материалов. Совокупность этих характеристик обеспечивает в зданиях из силикатного кирпича благоприятный микроклимат, эстетичный внешний вид стен.

ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича» – это одно из старейших предприятий стройиндустрии Ярославской области и Центрального региона России, основанное в 1931 г.

Во время Великой Отечественной войны в основном все рабочие ушли на фронт, а производство было остановлено. И вновь производство заработало уже в 1946 г., выдавая ценный строительный материал для послевоенного восстановления народного хозяйства.

За время работы на предприятии проведено пять реконструкций, внедрена система управления качеством продукции. В настоящее время завод имеет современное высокотехнологичное производство. Выпуск продукции осуществляется на автоматических гидравлических прессах немецкой компании W+K, модернизировано запорочное отделение, реконструирован склад извести, освоено производство цветных силикатных изделий.

В настоящее время ассортимент ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича» включает более 40 наимено-

ваний продукции. Модернизация производственных мощностей позволила предприятию выйти на новый уровень. Современные прессы могут формовать не только традиционный одинарный и утолщенный кирпич и силикатный камень, но и относительно новый вид изделий для российского строительства – силикатные пазогребневые блоки для ограждающих конструкций и межкомнатных и межквартирных перегородок. Причем все изделия получаются с четкими геометрическими размерами и идеальной поверхностью. Использование блоков значительно ускоряет процесс возведения стен, экономит вяжущие материалы за счет минимизации применения клеевых и штукатурных составов.

В последние годы большой популярностью пользуется декоративный кирпич. На заводе внедрена линия поверхностного окрашивания по цветовой палитре RAL, которая позволяет выпускать продукцию любой цветовой гаммы в 600 вариантах. Декоративный кирпич обладает стойким цветом, не требует дополнительных облицовочных материалов.

Другой вид кирпича, выпускаемого на ОАО «ЯЗСК», – тонированный кирпич, или кирпич, окрашенный в массу. На предприятии освоено производство желтого, коричневого, персикового цветов, постоянно ведутся новые разработки.

Особые декоративные свойства возводимым сооружениям придает использование кирпича со сколотой фактурой, который также выпускается на заводе. С одной стороны, такие изделия обладают всеми преимуществами силикатного кирпича, а с другой – по внешнему виду имитируют натуральный природный камень. Причем сколотые изделия могут выпускаться как из белого, так и из цветного кирпича.

Сегодня Ярославский завод силикатного кирпича – одно из ведущих предприятий отрасли, которому по плечу решение задач различной степени сложности. Силикатный кирпич, выпускаемый заводом, за счет вариативности форм, размеров, цветового решения позволяет воплотить в жизнь самые креативные архитектурные проекты. Продукция завода востребована в различных регионах России, а предприятие зарекомендовало себя как надежный бизнес-партнер, выпускающий качественную продукцию.

#### ДЕРЖИМ МАРКУ!



ЯРОСЛАВСКИЙ ЗАВОД  
СИЛИКАТНОГО  
КИРПИЧА

ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича»,  
150048, г. Ярославль, Силикатное шоссе, д. 5  
Отдел маркетинга: (4852) 44-06-18, 44-85-43  
E-mail: marketing@yazsk.ru www.yazsk.ru

*Редакция журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup> поздравляет коллектив Ярославского завода силикатного кирпича с юбилеем, желает новых производственных успехов и процветания. ТАК ДЕРЖАТЬ!*



Относительно новые изделия для российского строительства – пазогребневые блоки для ограждающих конструкций здания, межкомнатных и межквартирных перегородок



Цветной кирпич со сколотой поверхностью имитирует дикий камень



Силикатный кирпич обеспечивает архитектурную выразительность как частных домов, так и многоэтажного жилья



Общий вид завода



Гидравлический пресс



Гидравлический пресс в действии



Смеситель

# ПОРЕВИТ

завод стеновых материалов

## ЭКОЛОГИЧНО, ТЕХНОЛОГИЧНО, НАДЕЖНО

Завод стеновых материалов «Поревит» – одно из самых современных предприятий по производству стеновых блоков из автоклавного газобетона, силикатного кирпича и силикатных пазогребневных блоков в Урало-Западно-Сибирском регионе. Завод расположен в г. Ялutorовск в 75 км от Тюмени. Место расположения обусловлено близостью сырьевой базы, наличием подъездных железнодорожных путей и автомобильных трасс. Завод оснащен автоматизированными линиями производства немецкой фирмы MASA HENKE Maschinenfabrik GmbH, высокотехнологичными смесителями фирмы EIRICH. Производственная мощность завода составляет: газобетона – 300 тыс. м<sup>3</sup> силикатного кирпича и блоков – 110 млн усл. шт. кирпича в год.

Идея создания подобного многопрофильного производственного комплекса принадлежит холдингу «Партнер», занимающемуся строительством, производством строительных материалов, девелопментом и торговлей. «Партнер» – один из лидеров производственного рынка Тюмени, ведет свою историю с 1991 г. В холдинг входит 15 компаний, включая ЗАО «КСМ».

В настоящих условиях вопросы эффективности строительства становятся актуальными как никогда, их невозможно решить без применения соответствующих строительных технологий и материалов. К таким материалам по праву можно отнести пазогребневные силикатные блоки (камни).

Высокая конструкционная прочность силикатных камней позволяет применять их в строительстве стен многоэтажных зданий с минимальной толщиной, что снижает расходы на конструктив здания. Применение силикатных камней сокращает время строительства примерно в два с половиной раза по сравнению со строительством из традиционного кирпича. Перегородки из силикатных блоков обладают хорошими звукоизоляционными свойствами, что позволяет делать их тонкими и, тем самым, экономить внутреннее пространство, имеют гладкую и ровную поверхность, а следовательно требуют минимальной отделки.



Линия упаковки

При этом нельзя забывать и о здоровье. Природные составляющие силикатных изделий – песок, вода, известь – не вызывает сомнений в экологической чистоте самого материала.

В Тюменской области (в поселке Боровский) построен первый многоквартирный дом эконом-класса из пазогребневых силикатных блоков. Полная себестоимость строительства дома составила менее 18,5 тыс. рублей за м<sup>2</sup>, а срок строительства от котлована до сдачи составил всего один год. Таким образом, силикатный камень – это достойное решение для строительства доступного жилья.

В 2011 г. ЗАО «Комбинат строительных материалов» вступил в некоммерческое партнерство «Ассоциация производителей силикатных изделий» с целью решения вопросов, возникающих в силикатной отрасли, общими усилиями совместно с другими членами ассоциации и поднятия имиджа силикатных изделий на должный уровень. Если в Нидерландах до 60% зданий возводится из силикатных строительных материалов (преимущественно крупноформатных), в Германии – до 30%, в России интерес к силикатным изделиям не так высок. В некоторых регионах известны попытки административно запретить использование силикатного кирпича в строительстве многоэтажных зданий. Эти проблемы и должна решать Ассоциация.

Силикатный кирпич завода «Поревит» – известный материал, но в новом качестве. Кирпич «Поревит» – это гарантия соблюдения цветовой гаммы от партии к партии, идеальная геометрия и красивый внешний вид, что особенно актуально сейчас, когда люди хотят жить не только в комфортных, но и красивых домах.

Завод стеновых материалов «Поревит» является постоянным участником Международной научно-технической конференции «Развитие производства силикатного кирпича в России: СИЛИКАТЭкс». Первая конференция СИЛИКАТЭкс состоялась в декабре 2007 г. Проведенное мероприятие показало, что дальнейшее развитие силикатной промышленности требует притока новой достоверной научно-технической информации. Парк технологического оборудования многих предприятий требует существенной модернизации, а порой и полной замены.

Начиная с 2007 г. научно-техническая конференция СИЛИКАТЭкс проводится каждый год. В 2011 г. конференция состоится в Тюмени. В программе конференции запланировано посещение высокотехнологичного предприятия – завода стеновых материалов «Поревит».

**Тюменская область, г. Ялуторовск, ул. Ишимская, 149**  
**Телефон/факс: (3452) 500-605**  
**www.porevit.ru**



Дом из силикатного камня в п. Боровском



Силикатный блок для наружных стен (камень)



# Производители силикатного кирпича объединились

Производство силикатного кирпича, активно развивавшееся в СССР до эпохи экономических перемен и занимавшее значительные позиции в производстве штучных стеновых материалов, в настоящее время несколько утратило свои позиции.

Ранее продукция кирпичных заводов регламентировалась ГОСТами, СНИПами и др. Для оснащения предприятий закупалось как отечественное, так и импортное оборудование. Ведущие научно-исследовательские и проектные институты осуществляли разработки новых технологий производства силикатного кирпича, исследовали возможности использования техногенного сырья и отходов производства и др. В ведущих вузах, техникумах и ПТУ готовились кадры для работы на предприятиях подотрасли.

В настоящее время многие сохранившиеся заводы по праву стремятся занимать устойчивые позиции в современном строительстве. Постепенно происходит модернизация предприятий, внедрение новой зарубежной техники и технологий, которые позволяют выпускать наряду с традиционными абсолютно новые виды продукции. Так, на строительном рынке появились крупно- и мелкоформатные блоки для ограждающих конструкций, межкомнатные и межквартирные перегородочные изделия, облицовочный силикатный кирпич с колотой и рустированной поверхностью, цветной кирпич и др. Однако такие изделия не описываются современными нормативными документами – ГОСТами, СНИПами, СП и др.

Несмотря на значительно возросшее качество кирпича, экологичность и безопасность данного вида продукции, во многих регионах конъюнктурно формируется мнение о силикатных изделиях как о морально устаревших и бесперспективных.

В связи с этим руководители ряда предприятий подотрасли пришли к мнению о необходимости объединения компаний в ассоциацию. Задачей ассоциации будет решение ряда трудностей, которые долго и дорого реализовывать в одиночку, а объединение усилий позволит добиться их выполнения более эффективно.

В рамках IV научно-практической конференции СИЛИКАТэкс, которая проходила в Тамбове в октябре 2010 г., состоялось учредительное собрание некоммер-



ческого партнерства «Ассоциация производителей силикатных изделий» (НП «АПСИ»), а 11 февраля 2011 г. получен пакет документов о регистрации ассоциации.

В настоящее время в ассоциацию вступило 18 предприятий: ООО «Ивсиликат», ООО «Инвест-силикат-стройсервис», ЗАО «Саратовский завод стройматериалов», ОАО «Петушинский завод силикатного кирпича», ЗАО «Калужский завод строительных материалов», ООО «Комбинат строительных материалов» (Татарстан), ОАО «Павловский завод», ООО «Росизвесть», ООО «Силикат», ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича», ОАО «Яснополянский строительные материалы», ОАО «Глубокинский кирпичный завод», ЗАО «Комбинат строительных материалов» (Тюменская область), ООО «Инвест-Технология», ОАО «Силикат-стром», ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов», ОАО «Силикатстрой», ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов».

Председателем правления НП «Ассоциация производителей силикатных изделий» стал директор ООО «Силикатстрой» Николай Викторович Сомов.

Кроме описанных стратегических задач по подготовке ГОСТов, СНИПов и другой технической документации на новые виды продукции и др. ближайшими задачами некоммерческого партнерства являются:

- создание целевых информационных баз данных;
- информационное обеспечение членов партнерства;
- представление интересов подотрасли в органах федеральной власти;
- лоббирование интересов подотрасли в общественных и государственных организациях;
- публикация статей технического характера в научно-технических изданиях и информационного характера в информационно-рекламных изданиях;
- консультационные услуги.

**Некоммерческое партнерство  
«Ассоциация производителей силикатных изделий»**  
606000, Нижегородская обл., г. Дзержинск,  
пр. Циолковского, д.15

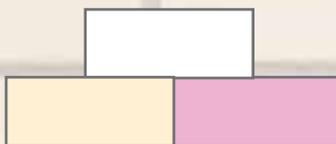
Тел.: (8313) 26-23-86, (960) 173-16-63

E-mail: apsi2011@yandex.ru



# V Международная научно-практическая конференция **Развитие производства силикатного кирпича в России**

**СИЛИКАТ**ЭКС



**12–13 октября 2011 г.**

**Тюмень**



## **Тематика конференции:**

- Технологии и оборудование для производства силикатного кирпича
- Сырьевые материалы (песок, известь, зола) и технологии их подготовки и применения
- Новые виды силикатных материалов, использование в строительстве
- Диверсификация заводов
- Нормативная база отрасли



**Участники конференции посетят завод стеновых материалов «Поревит» в г. Ялуторовске Тюменской обл.**

Организаторы конференции: журнал «Строительные материалы»®

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®**

**Генеральный спонсор конференции: компания MASA**

**masa**

## **Оргкомитет:**

**Руководитель проекта – Юмашев Алексей Борисович    Менеджер проекта – Горегляд Светлана Юрьевна**

**Телефон/факс: (499) 976-22-08, 976-20-36, (916) 123-98-29**

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

**Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3, редакция журнала «Строительные материалы»®**

КОЛЛЕГИ



**К 90-летию М.И. Лопатникова**

*Редакция и редакционный совет поздравляют **Макса Исидоровича Лопатникова**, кандидата географических наук, ведущего геолога ФГУП «ВНИПИИстромсырье».*

Макс Исидорович родился в Москве 6 мая 1921 г. После окончания школы в 1939 г. был призван на военную службу. В 1948 г. окончил географический факультет МГУ, в 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию. До 1964 г. работал в Геологическом управлении Центральных районов начальником геолого-съёмочных партий и главным инженером по геологической съёмке Московской комплексной геолого-разведочной экспедиции. Одним из основных результатов этой работы явилось издание под авторством или научной редакцией М.И. Лопатникова ряда листов Государственной геологической карты СССР масштаба 200000.

45 лет Макс Исидорович работает во ФГУП «ВНИПИИстромсырье». Основными направлениями его научной работы являются исследование и оценка состояния минерально-сырьевой базы промышленности строительных материалов, исследование и разработка методики оценки горных пород при разведке их в качестве сырья для производства нерудных строительных материалов.

Результаты этих исследований использованы при создании многих нормативных документов на нерудные строительные материалы и минеральное сырьё для их производства. Под его руководством впервые разработаны государственные стандарты на минеральное сырьё для производства нерудных строительных материалов: ГОСТ 24100–80 «Сырьё для производства песка, гравия и щебня из гравия для строительных работ» и ГОСТ 23846–86 «Породы горные скальные для производства щебня для строительных работ». Первый из этих стандартов недавно был переработан и принят в качестве межгосударственного (ГОСТ 31426–2010), переработка второго М.И. Лопатниковым в настоящее время заканчивается.

М.И. Лопатников имеет 11 правительственных наград, является автором более 70 статей. На протяжении многих лет был членом НТС Минстройматериалов СССР и внештатным экспертом ГКЗ СССР.

Макс Исидорович продолжает активно трудиться. Он постоянно выступает с докладами на международных конференциях нерудников начиная с первой, состоявшейся в 1970 г., на других форумах, регулярно публикует статьи в профессиональных периодических изданиях. Является постоянным автором нашего журнала.

*Редакция и редакционный совет, коллеги желают **Максу Исидоровичу Лопатникову** крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.*

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Новое оборудование на «Катавском цементе»**

Две новые фасовочные машины «Турбо 3-Вм» (производитель машиностроительная компания «Вселуг») существенно увеличат скорость упаковки цемента на предприятии. До установки нового оборудования производительность составляла 500 т цемента в сутки. Теперь она увеличилась в три раза, т. е. до 1,5 тыс. т в сутки. Каждая машина состоит из трех упаковочных модулей, одновременно заполняющих шесть мешков. Скорость упаковки одного мешка (50 кг) — 6 с. Важно, что новое оборудование обеспечивает высокую точность дозирования цемента в мешках. Система аспирации этих фасовочных машин сократила запылен-

ность помещений, где производится погрузка, в несколько раз. Следует отметить, что работа нового оборудования в купе с работой автомобильных весов, введенных в эксплуатацию в декабре 2010 г., уже позволила значительно поднять уровень обслуживания клиентов предприятия. В реализацию проекта холдинг «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» инвестировал более 4 млн р. Также в ближайшее время предприятием планируется приобретение мешкопогрузчика фирмы «Вселуг». Инвестиции холдинга в этот проект должны составить около 2 млн р.

*По материалам пресс-службы «ЕВРОЦЕМЕНТ групп»*

**СОЮЗЦЕМЕНТ обсудил ситуацию в цементном машиностроении**

На перспективный период до 2020 г. прогнозируемый рост потребления цемента в стране потребует наращивания производственных мощностей за счет нового строительства, расширения и реконструкции действующих. Вместе с тем, по оценкам экспертов, в настоящее время машиностроительная база Российской Федерации практически не способна обеспечить растущие потребности цементной промышленности.

Степень изношенности парка действующего основного технологического оборудования, по данным ОАО «НИИцемент», доходит до 70–80%, в ближайшие годы потребуются значительные средства для его поддержания. Обеспечение оборудованием строительства новых заводов потребует его закупки на сумму 4800 млн USD, или 145 млрд р.

Проведение технического перевооружения отрасли за счет расширения и реконструкции позволит ввести около 45 млн т модернизированных производственных мощностей. На эти

цели потребуется оборудование в объеме 1600 млн USD. Помимо этого существует постоянная потребность в обеспечении отрасли запасными частями для поддержания действующего производства.

Можно сделать вывод, что рынок машиностроительной продукции отрасли на период до 2020 г. оценочно превысит 6 млрд USD.

Отмечено, что цементная промышленность заинтересована в обеспечении технологическим оборудованием своей программы модернизации в максимально удешевленном варианте за счет отечественного производства. Кроме того, отечественное машиностроение позволит сократить сроки поставки оборудования.

Отмечен рост производства цемента к соответствующему периоду 2010 г. В целом по итогам 2011 г. можно ожидать выпуск 57 млн т при потреблении в стране 55,7 млн т.

*По материалам пресс-службы НО «СОЮЗЦЕМЕНТ»*

КОЛЛЕГИ



**К 80-летию Ю.Д. Буянова**

*Редакция и редакционный совет поздравляют Юрия Дмитриевича Буянова, доктора технических наук, генерального директора ФГУП «ВНИПИИстромсырье».*

Ю.Д. Буянов родился 25 апреля 1931 г. Окончив Московский горный институт и защитив в 1958 г. кандидатскую диссертацию, Юрий Дмитриевич работал в различных подразделениях института, пройдя путь от младшего научного сотрудника до генерального директора института (1987 г.).

Основная сфера научной деятельности Ю.Д. Буянова – совершенствование техники и технологии горных работ и переработки минерального сырья для производства строительных материалов, развитие сырьевой базы отрасли.

Под руководством и при непосредственном участии Ю. Д. Буянова в горнодобывающей отрасли промышленности строительных материалов внедрены новые технологии и образцы прогрессивного оборудования, разработан кадастр (автоматизированный банк данных) по основной номенклатуре месторождений нерудного сырья.

Под руководством Юрия Дмитриевича подразделениями «ВНИПИИстромсырье» осуществлялись работы по восстановлению облицовки Дома правительства, реконструкции здания Государственной думы, восстановлению храма Христа Спасителя.

Ю.Д. Буянов участвовал в подготовке высококвалифицированных кадров для горнодобывающей отрасли промышленности строительных материалов. Он является автором более 150 печатных работ, в том числе 7 монографий, 3 справочников, 4 учебников и учебных пособий, ряда изобретений.

Являясь высококвалифицированным специалистом, Юрий Дмитриевич обладает высоким авторитетом как в научных кругах, так и в различных министерствах и ведущих предприятиях отрасли.

Заслуги Ю.Д. Буянова отмечены государственными и ведомственными наградами.

*Редакция и редакционный совет, «горная» научно-техническая общественность поздравляют Юрия Дмитриевича Буянова с юбилеем и желают ему новых творческих успехов в работе, счастья в жизни, бодрости, здоровья.*

**75 лет заводу «СИМ»**

Волгоградский завод силикатных и изоляционных материалов был основан в 1936 г. (Завод «СИМ»). Проектная мощность составляла 60 млн шт. кирпича. Во время войны в 1941–1943 гг. на заводе наряду с производством кирпича было налажено производство взрывчатых веществ и противотанковых мин. В 1942–1943 гг. завод был разрушен. В 1945 г. началось восстановление завода, выпущена первая партия кирпича 0,5 млн шт. В настоящее время предприятие является од-

ним из крупнейших производителей силикатного кирпича в Волгоградской области. За годы работы из продукции завода построено более 20% всех зданий Волгограда и области. В настоящее время на заводе работают профессиональные, опытные, высококвалифицированные специалисты разных профессий, которые стараются удовлетворить потребности клиентов по количеству и качеству выпускаемой продукции. Состав технологического оборудования и квалификация производственного персонала позволяют заводу решать сложные задачи по развитию новых производств.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**В Тюменской области запущена новая линия**

В апреле начал работу новый производственный комплекс завода стеновых материалов «Поревит» (г. Ялуторовск). Это современная автоматизированная линия по производству высококачественного силикатного кирпича, среднеформатных и крупноформатных силикатных изделий – пазогребневых блоков для наружных стен и внутренних перегородок. Завод оснащен автоматизированными линиями немецкой фирмы MASA HENKE Maschinenfabrik GmbH. Смесители поставлены фирмой Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & CoKG (Германия),

автоклавы – производства «Уралхиммаш» (Екатеринбург). Производственная мощность комплекса составляет 110 млн шт. усл. кирпича в год и 300 тыс. м<sup>3</sup> газобетона. Стратегическим партнером завода «Поревит», оказавшим финансовую поддержку, является Западно-Сибирский банк Сбербанка России. В планах предприятия наладить также выпуск сухих смесей и камнеформовочное производство – тротуарную плитку, декоративный камень.

*По материалам службы маркетинга завода стеновых материалов «Поревит»*

**В 2010 г. потребление деловой древесины в России возросло**

По оценкам РБК, производство делового круглого леса в России в 2010 г. увеличилось почти на 9%, потребление внутри страны возросло на 11%. В структуре производства произошла коррекция: доля балансовой древесины увеличилась до 33%. Невысокая динамика производства пиловочника в прошедшем году стала следствием вялого спроса на российскую продукцию на внешнем рынке.

В отличие от пиловочника на рынке балансовой древесины отмечались относительно высокие темпы роста производства (почти на 15% по сравнению с 2009 г.). Основным фактором роста стало повышение внутреннего спроса со стороны восстанавливающейся после кризиса

целлюлозно-бумажной промышленности и плитной отрасли (ДСтП и ДВП).

Динамика экспорта делового леса в 2010 г. также определялась увеличением поставок балансовой древесины, в то время как объем экспорта пиловочника остался на уровне 2009 г. Доля экспорта в совокупном объеме производства делового круглого леса составила 17% (по сравнению с 30% в 2007 г.).

Несмотря на продление моратория на повышение экспортных пошлин на круглый лес до конца 2011 г. и предполагаемое их сокращение (или отмену) в связи со вступлением России в ВТО, эксперты РБК ожидают дальнейшего снижения доли экспорта в производстве на фоне увеличения потребления круглого леса внутри страны.

*По материалам «РБК. Исследования рынков»*

# Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 4-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желателен представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию журнала «Строительные материалы»®, должны соответствовать следующим требованиям:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т.п.) необходимо сохранять в формате \*.tif, \*.psd, \*.jpg (качество «8 – максимальное») или \*.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); распечаткой, лично подписанной авторами; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; 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, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 году в журнале «Строительные материалы» был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомится с которыми можно на сайте журнала [www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf](http://www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf)



Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства [www.rifsm.ru/page/7](http://www.rifsm.ru/page/7)

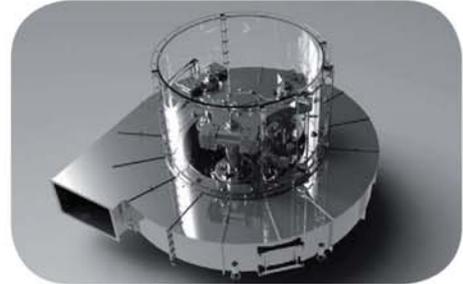


# POITTEMILL

## Метод сухой массоподготовки от компании POITTEMILL

**Улучшение качества Вашей продукции и увеличение Вашей прибыли с помощью сухого тонкого помола глины при помощи роликовой мельницы POITTEMILL**

- Тонкий помол (менее 500µм)
- Сушка сырья до 35%
- Смешивание сырья и добавок
- Точная настройка максимального размера крупиц порошка
- Пневматические средства перемещения обработанного рошка
- Одна установка для достижения высокой эффективности
- Низкие эксплуатационные расходы



### ОДНО РЕШЕНИЕ - ТРИ ПРЕИМУЩЕСТВА

**КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОБЖИГА ТРЕБУЕТ ТОНКОГО ПОМОЛА ШИХТЫ**



#### Преимущества изделий высокого качества

##### **СУШКА И ОБЖИГ**

более быстрая сушка и обжиг из-за более легких и тонких изделий

##### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕЧИ**

использование дополнительного источника тепла в роликовой мельнице в целях снижения себестоимости сушильного процесса

##### **НИЗКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ**

по сравнению с дробильной установкой (при одинаковом размере частиц)

#### Преимущества в экономии энергии

##### **БОЛЕЕ ЛЕГКИЕ ИЗДЕЛИЯ**

с идентичными механическими характеристиками: более тонкие кровельные черепицы, более тонкие внутренние стенки блока. Более гладкая, ИДЕАЛЬНО РОВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ готовых изделий

##### **ПОЛНОЕ УСТРАНЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ**

в готовых изделиях: ракушечника, карбоната кальция и т.д. Полное устранение отстрелов во время обжига благодаря тонкому помолу

##### **УДВОЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ**

размер полученных частиц обеспечивает высокую пластичность, однородность смеси для более эффективной связки частиц, которая, в свою очередь, увеличивает

#### финансовые преимущества

##### **КОМПАКТНАЯ УСТАНОВКА**

со значительно уменьшенной требуемой площадью

##### **НИЗКИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАХОДЫ**

техническое обслуживание ограничивается низким уровнем износа деталей помола (срок эксплуатации 1 год, в зависимости от абразивности глины)

##### **УМЕНЬШЕНИЕ ДОБАВОК**

эффективность добавок достигается благодаря идеальной смеси, полученной при помоле в роликовой мельнице

##### **ВТОРИЧНАЯ ОБРАБОТКА**

сухих или обожженных отходов производства: такие отходы могут рассматриваться как добавки



123182, Москва, ул. Маршала Василевского, дом 13, корп.3, офис 4.  
Тел : +7(499) 550 50 11, +7(499) 550 50 12  
www.salvena.ru , e-mail :blinova@salvena.ru

Штанцевальные прессы

Автоматизированные садчики

Круговые ситовые питатели

Дробильные установки

# Системы электронного управления

Мешалки

Экструдеры

Сушильные установки

Упаковочное оборудование

Обжиговые печи

Массоподготовительное оборудование

## Робототехника

Шлифовальные станки

Ультрасовременные забутовочные установки

**Комплексные линии**

Автоматизированные резчики

**Модернизация**

Системы складирования



Наша компания представлена на **грубокерамическом рынке** вот уже **более 115 лет** и успешно концептирует новые решения, реализуя не только инновационные, но и технически убеждающие проекты.

Наряду с **комплексными линиями** нового поколения для производства лицевого и забутовочного кирпича, дорожно-тротуарного клинкера, кровельной черепицы, стеновой и напольной плитки; KELLER HCW предлагает индивидуальные концепты **модернизации уже действующих заводов**, как например, комплектацию производства шлифовальными станками, робототехникой или ультрасовременными забутовочными установками для заполнения пустотелого кирпича демпфирующими наполнителями.

Если Вы планируете либо установить ультрасовременную линию, либо реализовать модернизацию уже действующего производства – наш многолетний опыт и «ноу-хау», несомненно, принесут огромную пользу и помогут укрепить позицию вашего предприятия **на рынке сооружения объектов из натуральных и эффективных стройматериалов из глины.**



**novocerit**

**KELLER HCW**

**morando**

**Rieter**

KELLER HCW GmbH

Абонентный почтовый ящик 2064 • 49470 г. Иббенбюрен-Лаггенбек  
Германия

Глава Представительства в РФ и СНГ:

Готтфрид Ристль

Телефон: +7 495 646 28 21 • Телефакс: +7 495 646 28 34

Сотовый телефон: +7 495 211 47 49

Электронная почта: ristl@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru

Наш новый адрес:

ООО KELLER Vostok

ул. 2-ая Хуторская, дом 38а, стр. 9, офис 31

127287 г. Москва • Россия

**GRUPE LEGRIS INDUSTRIES**