

## СОДЕРЖАНИЕ

**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.  
ГОРНОСТАЕВ А.В.  
ГРИДЧИН А.М.  
ЖУРАВЛЕВ А.А.  
КОВАЛЬ С.В.  
КОЗИНА В.Л.  
ЛЕСОВИК В.С.  
ПИЧУГИН А.П.  
СИВОКОЗОВ В.С.  
ФЕДОСОВ С.В.  
ФЕРРОНСКАЯ А.В.  
ФИЛИППОВ Е.В.  
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

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

Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламы и объявлений

### Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,  
Дмитровское ш., д. 9, корп. 3  
Тел./факс: (495) 976-22-08  
(495) 976-20-36  
Телефон: (926) 833-48-13  
E-mail: mail@rifsm.ru  
http://www.rifsm.ru

### Силикатный кирпич: наука и практика

Л.С. БАРИНОВА, Л.И. КУПРИЯНОВ, В.В. МИРОНОВ

**Силикатный кирпич в России:  
современное состояние и перспективы развития** ..... 4

С.И. ХВОСТЕНКОВ

**Актуальные проблемы производства и применения  
силикатного кирпича в России** ..... 13

Рассмотрены основные задачи действующих силикатных заводов. Представлены апробированные разработки российских конструкторов 90-х гг. прошлого века, не утратившие актуальности. Приведены технические характеристики пресса ГПС-200, его схема, план прессового участка. Даны рекомендации по выбору оптимальных режимов эксплуатации действующих прессов.

А.В. МОНАСТЫРЕВ

**Критерии выбора современной шахтной печи при реконструкции  
или создании нового известкового производства** ..... 18

Проанализированы и показаны основные особенности устройства и работы шахтных печей ведущих зарубежных и российских фирм. Приведены схемы работы печей. Описаны технологические и экономические аспекты их работы.

М. КЛАРЕ

**Комплексная программа поставки оборудования  
для производства силикатных изделий от одного производителя** ..... 26

Описаны основные характеристики прессов Маза-Дорстенер для производства силикатного кирпича и изделий, приведены их отличительные признаки. Показана возможность поставки комплектного оборудования для выпуска силикатных изделий.

Н.Е. ИВАНОВА

**Импорт оборудования: специфика таможенного оформления  
и аутсорсинг ВЭД** ..... 30

Показано, что в России активно развивается прямой импорт, то есть когда во внешнеэкономические отношения вступают отдельные компании, минуя надстроечные государственные структуры. Приведены основные положения таможенного оформления технологического оборудования комплектными линиями и отдельными единицами. Делается вывод, что аутсорсинг ВЭД является рациональным решением для оптимизации импортных операций по приобретению технологического оборудования.

Р. ШЕЛЕР

**Проект завода по производству силикатного кирпича фирмы ЛАСКО** .... 33

Представлено описание типового проекта завода силикатного кирпича. Приведены основные данные, которые требуются проектировщикам для выполнения работ, а также ограничения проекта. Даны основные сведения по сырьевым материалам (песок, вода, известь) и технологии, которые нужны для проектирования предприятия.

М. ВАЛЬТЕР

**Подготовка силикатной массы  
с использованием лучших современных технологий** ..... 36

Представлена технологическая схема производства силикатного кирпича, основанная на использовании смесителей компании Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG. Технологическая схема в настоящее время реализуется на заводе силикатного кирпича в г. Херсоне (Украина), запуск которого планируется в 2009 г.

К. БОНЕМАНН

**Известь – силикатный кирпич – автоклавный газобетон:  
успешный союз в производстве строительных материалов** ..... 38

Показано, что от качества извести зависит качество силикатного кирпича и автоклавного газобетона. Приведено оборудование для производства извести мягкого, среднего и сильного обжига – шахтная печь с контролем обжига. Рассмотрены его преимущества перед вращающейся трубчатой печью.

А.Н. ВОЛОДЧЕНКО, В.С. ЛЕСОВИК

**Силикатные автоклавные материалы  
с использованием нанодисперсного сырья** ..... 42

Показана возможность получения высокопустотных стеновых автоклавных силикатных материалов на основе глинистых пород незавершенной стадии минералообразования, которые изменяют морфологию кристаллических новообразований и обеспечивают оптимизацию структуры цементирующего соединения и улучшение физико-механических характеристик автоклавных материалов.

С.И. ФЕДОРКИН, Н.В. ЛЮБОМИРСКИЙ, М.А. ЛУКЪЯНЧЕНКО

**Системы на основе извести карбонизационного твердения ..... 45**

Рассмотрена возможность карбонизации извести и известковых растворов с целью повышения технико-эксплуатационных свойств изделий из них. Получены образцы известкового камня с прочностью 12–20 МПа при средней плотности 1350–1700 кг/м<sup>3</sup> и коэффициентом размягчения 0,85–0,9. Полученное вяжущее можно применять для изготовления различных стеновых изделий, в том числе облицовочной плитки.

С.А. АНТИПИНА, В.И. ВЕРЕЩАГИН

**Фазовый состав и свойства известково-кремнеземистых вяжущих ..... 48**

Приведены результаты исследований известково-кремнеземистых вяжущих на основе кварцевого песка, диатомита и микрокремнезема. Оптимальное сочетание значений объемной плотности и прочности при сжатии, а также фазового состава получено для образцов на основе известково-диатомитового вяжущего.

С.В. МАКАРЕНКО, Н.П. КОНОВАЛОВ, П.Н. КОНОВАЛОВ

**Золосиликатный кирпич – перспективный материал в жилищном строительстве ..... 50**

Приведены исследования золошлакового кирпича, полученного с использованием золы-уноса Ново-Иркутской ТЭЦ. Показано, что в качестве карбонатного сырья можно использовать магнезиальную известь, содержащую до 30% MgO.

М.Э. БУТОВСКИЙ

**Утилизация карбидного ила ..... 52**

Рассмотрена возможность утилизации карбидного ила – отхода получения ацетилена. Показано, что целесообразно применение его вместо извести, а также как компонента для изготовления строительных блоков, цемента и силикатного кирпича.

Е.С. ШИНКЕВИЧ, Е.С. ЛУЦКИН

**Технологические особенности производства силикатных изделий неавтоклавного твердения ..... 54**

Разработаны научные основы производства силикатных материалов неавтоклавного твердения по ресурсо- и энергосберегающей технологии. Исследования показали, что комплексная активация силикатобетонной смеси, включая мелкозернистый заполнитель обеспечивает переход от автоклавной обработки к тепловлажностной при T=85°C. Многокритериальная оптимизация по комплексу показателей качества обеспечила получение различных стеновых изделий.

Б.В. ТАЛПА, В.Д. КОТЛЯР, Я.В. ЧЕРЕВКОВА

**Перспективы производства силикатного кирпича с улучшенными теплофизическими свойствами на основе кремнистых пород ..... 57**

Показана возможность использования кремнистых опал-кристаллитовых пород в качестве сырья для производства силикатного кирпича с улучшенными теплофизическими свойствами. Установлено, что снизить среднюю плотность силикатного кирпича можно путем замены тяжелых песков на легкие тонкопористые, полученные на основе кремнистых опал-кристаллитовых пород.

ГАО ЛИХУН

**Развитие производства силикатных материалов в Китае ..... 59**

Представлены основные данные о количестве заводов силикатного кирпича, их мощности, общем объеме выпуска кирпича. Проанализированы основные сложности в производстве и использовании силикатного кирпича.

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

**Пожарная ситуация в зданиях из силикатного кирпича ..... 60**

Рассмотрено поведение силикатного кирпича в стеновой кладке при пожаре. Показано, что даже при приближенном расчете через 34 мин пожара температурный фронт начнет проникать в глубину кладки, приводя к ее разрушению.

С.В. БАЖИТОВ

**Конкуренция между кирпичным строительством и новыми видами строительных технологий ..... 62**

Проанализирована структура потребления кирпича по его видам (строительный и лицевой) и назначению (жилищное строительство и промышленно-общественные здания). Перечислены возможные конкуренты производителей кирпича.

## Информация

**Тонкие решения YTONG® для возведения внутренних стен и обустройства дома ..... 66**

Представлены основные достоинства ячеистого бетона YTONG® для возведения перегородок домов. Проиллюстрирована возможность использования тонких блоков YTONG® для возведения стен в ванных комнатах и противопожарных стен на чердаках, а также для декоративной отделки экранов ванн, полок и каминов, душевых кабин и др.

**Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий ..... 68**

## Технологии и оборудование

А.В. АРТАМОНОВ

**Оптимизация физико-технических свойств цементов, полученных в центробежно-ударной мельнице ..... 70**

Приведены адекватные математические модели, которые могут быть использованы для прогнозирования физико-технических свойств цементов, а также для назначения технологических режимов измельчения при получении цементов заданных свойств.

## Информация

**Ячеистые бетоны в современном строительстве ..... 73**

**Новости ..... 76**

**Специализированный редакционный совет «Строительные материалы: technology»**

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

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

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

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

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

**Адрес редакции:**

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

Тел./факс: (495) 976-22-08 (495) 976-20-36

Телефон: (926) 833-48-13

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

**СОДЕРЖАНИЕ**

А.Б. ЛИПИЛИН, М.В. ВЕКСЛЕР, Н.В. КОРЕНЮГИНА  
**Комплекс перетаривания цемента из биг-бэгов «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500»: максимально быстро и в полном объеме** ..... 79

Описан комплекс перетаривания цемента из мягких контейнеров в автоцементовозы, железнодорожные хопры и т. п. Найденные технические решения позволили защитить погрузочное оборудование (шнек) от попадания твердых включений, обеспечить высокую производительность и защитить окружающую среду и персонал от цементной пыли.

А.И. НИЖЕГОРОДОВ

**Третье поколение электрических модульно-спусковых печей для обжига вермикулитовых концентратов серии ПЭМС** ..... 82

Приводятся результаты исследований и производственного опыта, накопленные за пять лет промышленной эксплуатации электрических модульно-спусковых печей для обжига вермикулита. Дается анализ технических показателей печей серии ПЭМС. Ставятся задачи дальнейших исследований, рассматриваются пути их совершенствования. Статья может быть полезна специалистам, работающим в области переработки вермикулитовых концентратов.

**Оборудование для кирпичной промышленности фирмы «Фреймастик АГ» работает как швейцарские часы** ..... 84

Показано, что оборудование фирмы «Фреймастик» является самым надежным для резки кирпича-сырца. В Россию эти резчики поставляются в течение последних 5 лет для замены морально устаревшего и физически изношенного аналогичного оборудования на действующих заводах, оснащенных как российским, так и иностранным оборудованием, а также при строительстве новых заводов и технологических линий. Описаны наиболее популярные модели резчиков АМ, Омникат, МС Мультикат, а также комбинации этих машин в зависимости от решаемых производственных задач.

В.П. КУЗЬМИНА

**Выбор, установка и наладка виброцентробежной мельницы** ..... 86

Показаны возможности механохимической активации материалов на примере бездобавочного портландцемента. Даны рекомендации по выбору ВЦМ. Описаны основные принципы правильной установки ВЦМ на производстве и ее запуска.

Е.Н. ЛЕОНТЬЕВ

**Решить проблему производства прогрессивных бесцементных строительных материалов можно** ..... 88

Обосновывается необходимость возрождения производства бесцементных бетонов плотной и ячеистой структуры. Приведены основные показатели строительных свойств, нормативные документы, номенклатура изделий из плотного силикатного бетона. Приведены примеры использования изделий из плотного ячеистого бетона в жилищном, гражданском и сельском строительстве.

Л.А. КРОЙЧУК

**Снижение энергозатрат путем использования совершенной технологии обжига гипс** ..... 92

Для увеличения производительности, теплового КПД и качества продукта разработано новое обжиговое оборудование и технологические процессы – котлы непрерывного действия и прямой обжиг гипсовых материалов, которые наиболее эффективны для выпуска сухой гипсовой штукатурки. Приведены технологии обжига гипса, описаны два вида гипсоварочных котлов и анализ энергопотребления каждого, определены энергозатраты котлов на обжиг гипса.

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

**70886** каталог «Пресса России» **79809** каталог агентства «Роспечать»

**Не забудьте оформить подписку своевременно!**

Л.С. БАРИНОВА, первый заместитель председателя Комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства и ЖКХ;  
Л.И. КУПРИЯНОВ, советник, эксперт, В.В. МИРОНОВ, эксперт-маркетолог, ЗАО ИКФ «ИТКОР» (Москва)

# Силикатный кирпич в России: современное состояние и перспективы развития

Развитие строительного комплекса в целом и промышленности строительных материалов в частности, а также спрос на основные виды строительных материалов, в том числе на стеновые, к числу которых относятся и силикатный кирпич, определяются общеэкономической ситуацией в стране. Ее наиболее значимыми индикаторами являются объемы и структура инвестиций в основной капитал, объемы работ по виду деятельности «строительство», объемы и структура жилищного строительства и ряд других факторов.

## 1. Современное состояние инвестиционно-строительной деятельности в России

В последние годы для России характерна относительно высокая динамика социально-экономического развития. Достигнута определенная макроэкономическая устойчивость, сохраняется тенденция накопления золотовалютных резервов и Стабилизационного фонда (разделенного в настоящее время на Резервный фонд и Фонд национального благосостояния), укрепления бюджетной системы страны.

Начиная с 1999 г. в России наблюдается устойчивый рост инвестиционной активности и соответствующее оживление в строительном комплексе, в том числе в промышленности строительных материалов (табл. 1, рис. 1).

С 2004 г. производство основных строительных материалов относится к виду экономической деятельности «производство прочих неметаллических минеральных продуктов».

По итогам 7 месяцев 2008 г. темп роста инвестиций составил 114,4%, работ по виду деятельности «строительство» – 120,4%, ввода жилья – 105,5%, а индекс

производства прочих неметаллических минеральных продуктов – 106,4%.

Производство строительных материалов в целом адекватно реагирует на повышение платежеспособного спроса, удовлетворяет потребности строительного комплекса по основным видам строительных материалов, изделий и конструкций и не является сдерживающим фактором наращивания объемов строительства, в том числе жилищного.

Иллюстрацией положительной динамики развития производства строительных материалов являются тем-

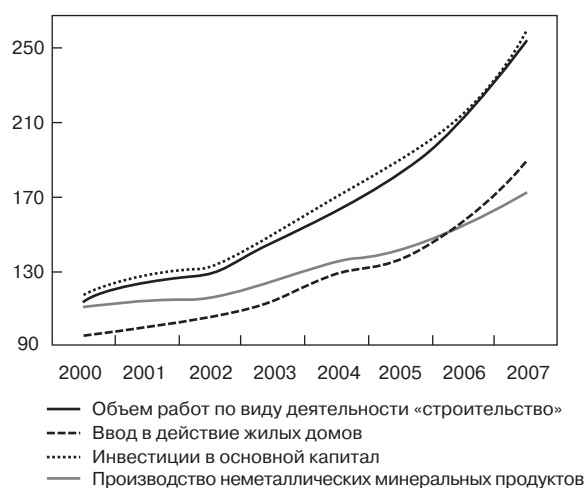


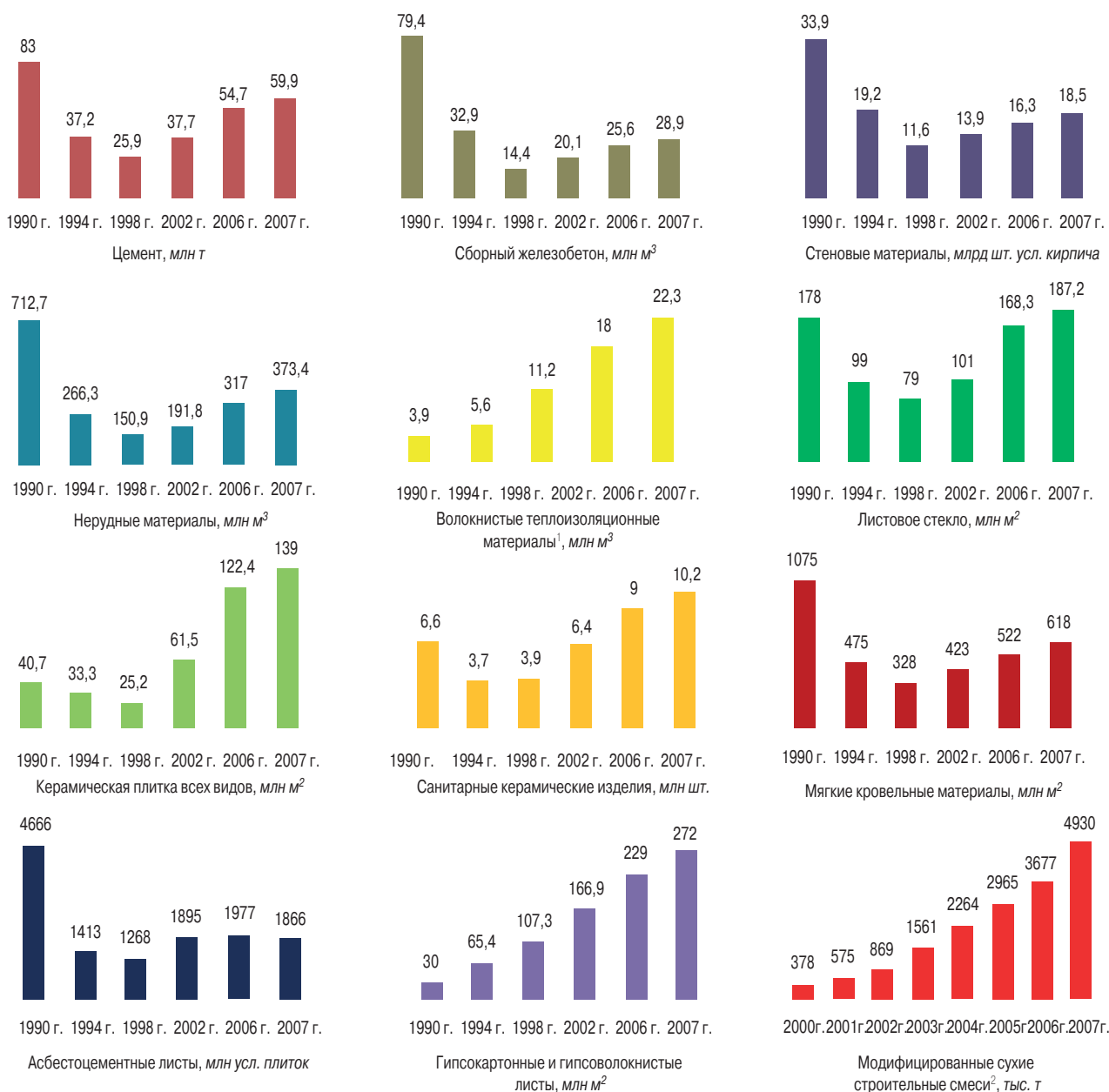
Рис. 1. Динамика индексов объемов инвестиций в основной капитал, объемов подрядных работ, ввода в действие жилых домов и производства прочих неметаллических минеральных продуктов (1999 г. – 100%, финансовые показатели – в сопоставимых ценах)

Таблица 1

Основные показатели инвестиционно-строительной деятельности в России по данным Росстата (в ценах соответствующих лет с учетом деноминации)

|  | 2000 г.         | 2001 г.        | 2002 г.         | 2003 г.         | 2004 г.         | 2005 г.         | 2006 г.         | 2007 г.         |
|--|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Инвестиции в основной капитал, млрд р. / % к пред. году  | 1165,2<br>117,4 | 1504,7<br>110  | 1762,4<br>102,8 | 2186,4<br>112,5 | 2729,8<br>113,7 | 3534<br>110,9   | 4580,5<br>113,7 | 6628,8<br>121,1 |
| Объемы работ, выполненных по виду деятельности «строительство», млрд р. / % к пред. году   | 558,5<br>113,5  | 776,9<br>110,4 | 915,5<br>102,9  | 1164,8<br>112,8 | 1468<br>110,1   | 1711,7<br>110,5 | 2246,8<br>115,7 | 3293,3<br>118,2 |
| Ввод в действие жилых домов, млн м <sup>2</sup> / % к пред. году   | 30,3<br>94,6    | 31,7<br>104,6  | 33,8<br>106,5   | 36,3<br>107,2   | 41<br>112,6     | 43,6<br>106,3   | 50,6<br>116,1   | 60,4<br>119,4   |
| Индекс промышленного производства по виду экономической деятельности «производство прочих неметаллических минеральных продуктов», % к пред. году | 110,6           | 103,8          | 101,2           | 107,3           | 108,4           | 103,5           | 110,8           | 110,8           |





<sup>1</sup>По данным ЗАО ИКФ ИТКОР.

<sup>2</sup>По данным ЗАО «Строительная информация».

Рис. 2. Динамика производства основных видов строительных материалов в России

пы роста объемов выпуска (рис. 2) и доля отечественной продукции на внутреннем рынке.

На фоне общего роста объемов производства основных видов строительных материалов наблюдается выраженная дифференциация изменения темпов роста объемов производства основных групп строительных материалов (отделочных, конструкционных и т. п.) по отношению к темпам роста строительной активности (рис. 3).

Наиболее интенсивно развивалось производство строительных материалов, относящихся к группе отделочных материалов (керамическая плитка для внутренних стен и для пола, керамогранит, материалы и изделия на основе гипса, сухие строительные смеси, напольные покрытия и др.). Это связано с тем, что рынком сбыта для этих материалов является не только новое жилищное строительство, но также рынок ремонта зданий жилого и нежилого назначения, потребительский рынок.

За период с 1999 г. по 2007 г. более всего выросло производство модифицированных сухих строительных смесей — в 18,8 раза, керамической плитки для пола — в 9,1 раза, керамической плитки для внутренней облицовки стен — в 2,8 раза, минераловатных теплоизоляционных материалов — в 6,6 раза, гипсокартонных листов — в 5,7 раза, гипсоволокнистых листов — в 3,3 раза. Все эти показатели существенно превышают уровень производства 1990 г. Выпуск указанной продукции организован на новом техническом и технологическом уровнях.

Отечественное производство строительных материалов ориентировано в основном на внутренний рынок.

Материалы основного общестроительного назначения (цемент, стеновые, нерудные материалы, изделия сборные железобетонные и др.) импортировались в незначительном количестве и доля продукции отечественных производителей в объеме продаж на внутреннем рынке традиционно составляла 96–100%.

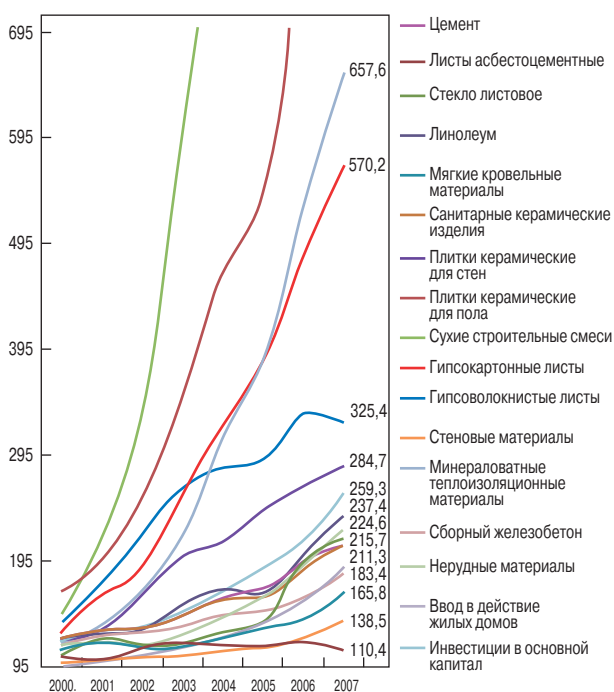


Рис. 3. Динамика индексов объемов производства основных видов строительных материалов (1999 г. – 100%)

Несмотря на бурный рост внутреннего спроса и соответствующий рост производства ряда отделочных материалов, на рынке наблюдается жесткая конкуренция с зарубежными производителями и поставщиками. При этом следует отметить, что за прошедший период по таким материалам, как керамическая плитка, линолеум, доля аналогичной импортной продукции на внутреннем рынке снизилась в 2 и более раз.

Наиболее экспортно-ориентированным материалом является асбест (50% от объема производства). По остальным материалам доля экспорта в объеме производства составляет до 17% (рис. 4).

Вместе с тем следует признать, что ряд специальных высокотехнологичных и дорогих отделочных строительных материалов и изделий пока еще не производится отечественной промышленностью, например минераловолокнистые и стекловолоконные панели для подвесных потолков, и импортируется из-за рубежа, но это не влияет на темпы роста строительства.

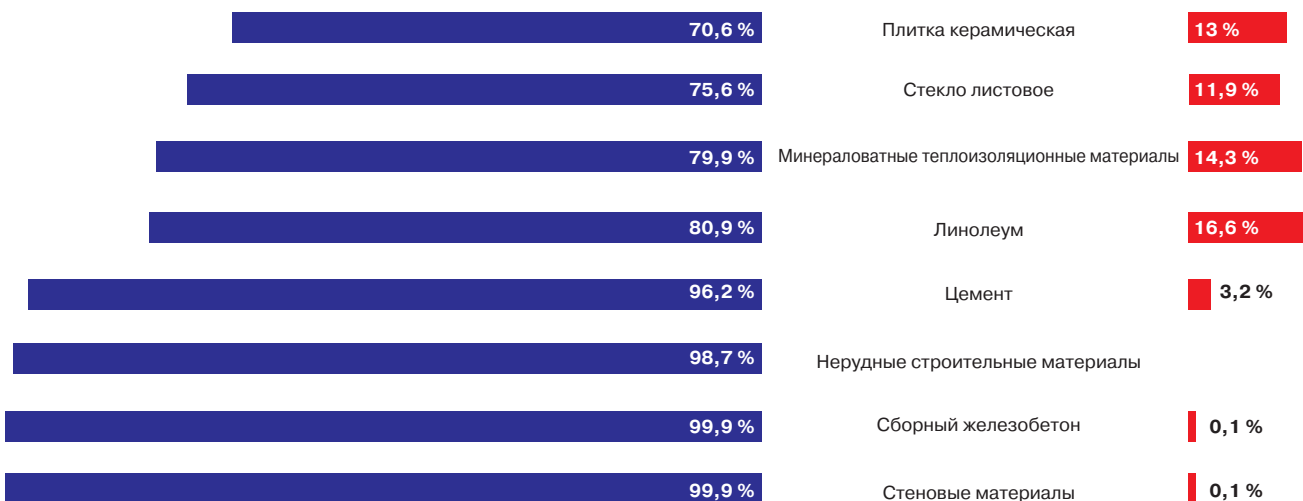


Рис. 4. Доля отечественных ресурсов на внутреннем рынке строительных материалов и доля экспорта (справа) в объемах производства отдельных видов строительных материалов в 2007 г., %

Наглядным примером отсутствия дефицита строительных материалов является ситуация, сложившаяся на рынке цемента в текущем году.

Несмотря на многочисленные (в течение нескольких лет) публикации о текущем дефиците цемента, после завола в течение 6–7 месяцев текущего года порядка 4–5 млн т импортного цемента произошло падение отечественного производства на предприятиях компании «Евроцемент групп» на примерно такой же объем, то есть замещение отечественного цемента на импортный.

В целом же потребление цемента за этот период, по нашим расчетам, выросло на 10–11% по сравнению с соответствующим периодом прошлого года, что примерно соответствует темпам роста объемов подрядных работ и инвестиций в основной капитал.

Несмотря на достигнутые положительные результаты, в отрасли имеются серьезные проблемы, связанные с преодолением технологической отсталости ряда производств, получением технических условий на электро- и газоснабжение, созданием подъездных железнодорожных путей и подключением к объектам коммунальной инфраструктуры, обеспечением сбалансированности интересов недропользователей и землепользователей на законодательном уровне и в правоприменительной практике и рядом других проблем. При модернизации и расширении действующих и создании новых мощностей, эти проблемы требуют решения как со стороны бизнеса, так и государства.

Проект Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, разработанный Минэкономразвития России, предусматривает динамичное развитие экономики в долгосрочной перспективе (2008–2020 гг.), обеспечение устойчивого повышения благосостояния российских граждан, укрепления национальной безопасности и укрепления позиций России в мировом сообществе.

В этих условиях, в том числе предусматривающих реализацию национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», а также других программ и инвестиционных мегапроектов, таких как «Урал Промышленный – Урал Полярный», «Комплексное развитие Южной Якутии», ФЦП «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья», ФЦП «Развитие Сочи как горно-климатического курорта» и др., перед отечественными производителями строительных материалов стоит задача по обеспечению растущей потребности в них. Безусловно, это потребует дальнейшей модернизации предприятий отрасли и наращивания мощностей.

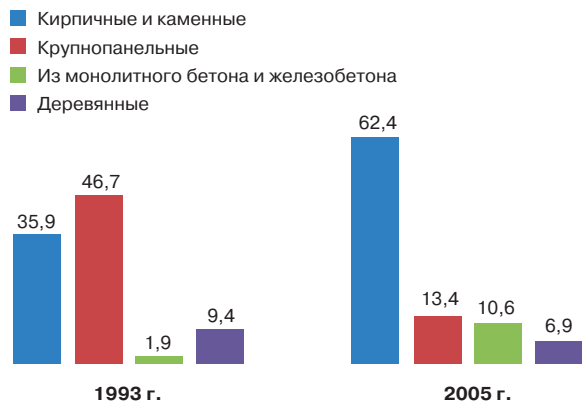


Рис. 5. Характеристика строящихся жилых домов (зданий) по материалам стен в 1993 и 2005 гг., % по площади

Инвестиционная привлекательность производства строительных материалов значительно возросла после принятия и начала практической реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» и подтверждается показателями динамики роста производства.

В настоящее время многими компаниями объявлены намерения о строительстве новых заводов по производству базовых строительных материалов – цемента, строительного кирпича, изделий из ячеистого бетона, листового стекла, нерудных, кровельных материалов и других. Ряд проектов уже реализуется.

Вместе с тем кризис мировой финансовой системы оказывает негативное влияние и на отечественную экономику. Снижение объемов и рост стоимости кредитных ресурсов может привести к существенной корректировке сроков реализации инвестиционных проектов.

## II. Производство стеновых материалов и силикатного кирпича

Стеновые материалы, и в первую очередь строительный кирпич, являются одними из самых распространенных видов строительных материалов. В структуре



Рис. 6. Производство основных видов стеновых материалов в России, млн м³

существующего в стране жилищного фонда, а это более 3 млрд м<sup>2</sup>, дома из кирпича и камня составляют по площади 39,3%. Преобладающим видом нового жилищного строительства в настоящее время является кирпичное и каменное (рис. 5), доля которого, по данным Росстата, возросла с 35,9% в 1993 г. до 62,4% в 2005 г.

Принятая Росстатом номенклатура стеновых материалов включает кирпич строительный (включая камни), в том числе кирпич керамический и силикатный, блоки мелкие стеновые из ячеистого бетона, блоки и камни мелкие стеновые (бетонные), блоки крупные стеновые (включая бетонные блоки стен подвалов), блоки стеновые из природного камня.

Данные о производстве основных видов стеновых материалов в России представлены в табл. 2.

В отличие от керамического кирпича, история которого теряется в веках, производство и использование в строительстве силикатного кирпича в России началось в начале XX века, а массовый выпуск налажен только после Великой Отечественной войны.

В настоящее время силикатный кирпич в России является вторым по значимости после керамического кирпича стеновым материалом, доля которого в общем объеме производства стеновых материалов в настоящее

Производство стеновых материалов в России

Таблица 2

| Наименование материалов   | 1990 г.       | 2001 г.      | 2003 г.      | 2005 г.      | 2006 г.      | 2007 г.      | 2007 г. в % к 2006 г. |
|---|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Стеновые материалы, всего, млрд шт. усл. кирпича / млн м <sup>3</sup> | 33,9<br>66,8  | 13,5<br>25,8 | 13,7<br>25,9 | 15,2<br>28   | 16,3<br>29,7 | 18,5<br>33,3 | 113,5                 |
| в том числе:  |               |              |              |              |              |              |                       |
| кирпич строительный   | 24,5<br>49    | 10,8<br>21,6 | 10,7<br>21,4 | 11,3<br>22,6 | 11,7<br>23,4 | 13,1<br>26,2 | 112                   |
| из него:  |               |              |              |              |              |              |                       |
| керамический кирпич   | 14,6<br>29,2  | 7,2<br>14,4  | 7<br>14      | 7,2<br>14,4  | 7,4<br>14,8  | 8,2<br>16,4  | 110,8                 |
| силикатный кирпич   | 9,9<br>19,8   | 3,6<br>7,2   | 3,7<br>7,4   | 4,1<br>8,2   | 4,3<br>8,6   | 4,9<br>9,8   | 114                   |
| мелкие стеновые блоки из ячеистого бетона                             | 0,99*<br>0,99 | 1,22<br>1,22 | 1,52<br>1,52 | 2,36<br>2,36 | 2,93<br>2,93 | 3,69<br>3,69 | 125,9                 |
| прочие  | 8,41<br>16,82 | 1,48<br>2,96 | 1,48<br>2,96 | 1,54<br>3,08 | 1,67<br>3,34 | 1,71<br>3,42 | 102,4                 |

\* – согласно методическим пояснениям Росстата 1 м<sup>3</sup> мягких стеновых блоков из ячеистого бетона равен 1 тыс. шт. усл. кирпича



Рис. 7. Динамика структуры производства основных видов стеновых материалов в 1990, 2001–2007 гг., % к итогу (в объемных показателях)

время составляет около 30% и практически осталась на уровне 1990 г.

В период 2001–2007 гг. объемы производства строительного (керамического и силикатного) кирпича имели слабовыраженную тенденцию к росту (рис. 6), и темпы прироста отставали от динамики роста других видов строительных материалов и объемов инвестиций в основной капитал. Это связано с уменьшением расхода строительного кирпича при возведении зданий со стенами слоистой конструкции, применение которых обеспечивает выполнение повышенных нормативных требований по теплотехнике, а также с развитием производства других видов взаимозаменяемых стеновых материалов.

В 2001–2007 гг. доля силикатного кирпича в общем объеме производства стеновых материалов (рис. 7) была относительно стабильна, доля же керамического кирпича постепенно снижалась, в основном за счет роста доли мелких стеновых блоков из ячеистого бетона, производство которых является одним из наиболее интенсивно развивающихся среди строительных материалов в целом.

Отчетность об объемах производства силикатного кирпича за 2006 г. в Росстат представили 96 предприятий. Мощности по производству силикатного кирпича по состоянию на 1.01.2006 г. составляли 6,1 млрд шт. усл. кирпича (12,2 млн м<sup>3</sup>), коэффициент использования мощностей в 2007 г. составил около 80%.

Наибольшие объемы и соответственно доли производства силикатного кирпича сосредоточены в наиболее густонаселенных Центральном и Приволжском федеральных округах – в сумме 77% (рис. 8).

Немаловажным фактором является наличие в этих регионах развитой сырьевой базы для производства силикатного кирпича – месторождений карбонатных пород, так как крупные производители силикатного кирпича обычно имеют собственное производство извести, и соответствующих видов песков.

Производство силикатного кирпича является высококонцентрированным, 43,9% от общего объема производства сосредоточено на 16 предприятиях с объемом производства на каждом более 75 млн шт. в год. Одновременно 38 предприятий с годовой производительностью менее 25 млн шт. производит только 6,7% продукции (рис. 9).

Наиболее крупными предприятиями отрасли с объемом производства более 100 млн шт. усл. кирпича в год являются (объемы производства в 2006 г.):

- ООО «Казанский завод силикатных материалов» – 230 млн шт.;
- ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов» – 173 млн шт.;
- ОАО «Липецкий комбинат силикатных изделий» – 138,1 млн шт.;
- ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича» – 119,4 млн шт.;

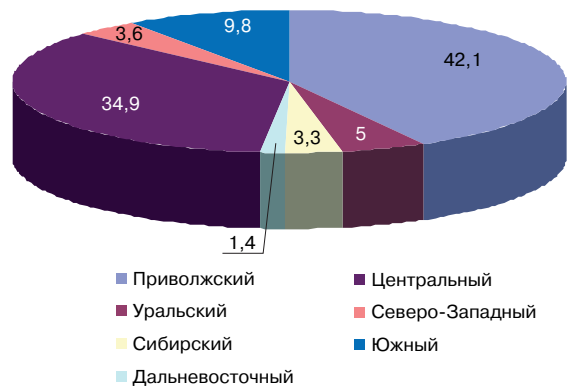


Рис. 8. Структура производства силикатного кирпича по федеральным округам России, % к итогу

- ЗАО «Тверской комбинат строительных изделий № 2» – 111,9 млн шт.;
- ЗАО «Борский силикатный завод» – 105,5 млн шт.;
- ЗАО «Силикатчик» (Ульяновская обл.) – 104 млн шт.

Силикатный кирпич находит широкое применение в малоэтажном строительстве как в качестве основного материала для возведения наружных стен слоистой конструкции, так и в качестве облицовочного декоративного слоя в каркасно-панельном домостроении.

До недавнего времени в России производился только «серый» силикатный кирпич. В настоящее время производители силикатного кирпича нашли свою рыночную нишу и выпускают в основном кирпич, окрашенный в массу, пустотный, со сколотой фактурой (рустированный), «под природный камень» и их комбинации. Такой кирпич используется как облицовочный. Ассортимент силикатного кирпича отдельных предприятий достигает 30 и более видов.

Ряд предприятий продолжает производить рядовой силикатный кирпич хорошего качества, фактически не имеющий конкурентов среди стеновых материалов в своей ценовой категории.

Наряду с использованием различных красителей, придающих кирпичу широкую гамму цветов и оттенков, используются также добавки-модификаторы, придающие кирпичу повышенную прочность, влаго- и морозостойкость и др.

Многие производители наряду с силикатным кирпичом выпускают и другие виды строительных материалов – мелкие ячеисто-бетонные и цементно-песчаные блоки, керамический кирпич, известь, нерудные материалы и др.

Рынок силикатного кирпича, как и стеновых материалов в целом, имеет выраженный региональный характер. Перевозка на значительные расстояния наблюдается только в Московский регион, где цены на стеновые материалы значительно выше, чем по России в целом.

Необходимость постоянного повышения качества и освоения производства новых видов продукции побуж-

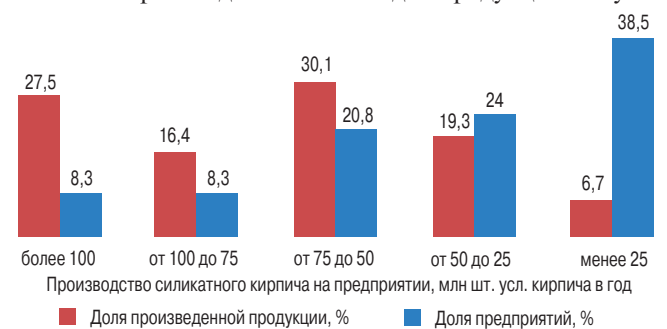


Рис. 9. Распределение предприятий отрасли «стеновые материалы» по объемам годового производства силикатного кирпича



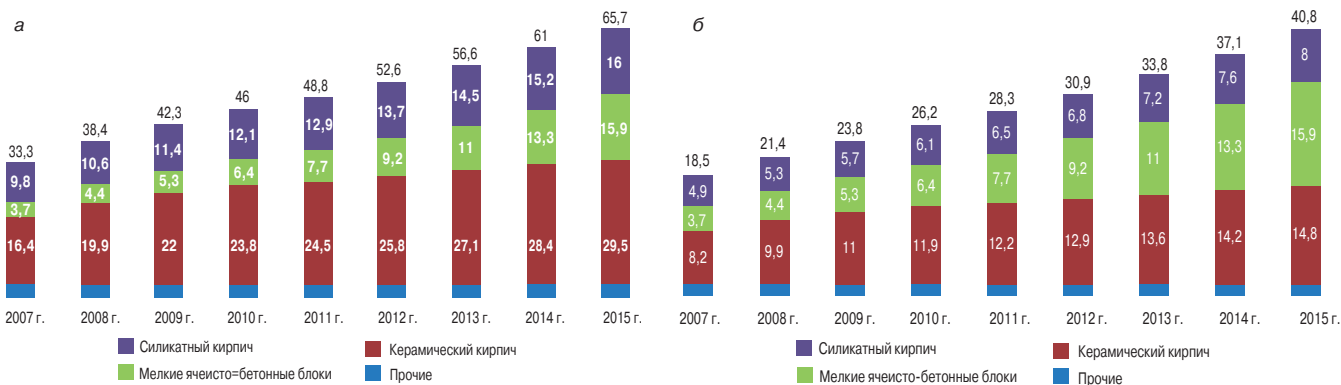


Рис. 10. Прогноз объемов потребления (производства) стеновых материалов в России на период 2008–2015 гг.: а – млн м³; б – млрд шт. усл. кирпича

дает предприятия отрасли проводить модернизацию действующих производств, в основном выражающуюся в установке нового прессового оборудования, а также линий по подготовке сырьевой смеси силикатного кирпича объемного окрашивания, линий для рустирования кирпича и др.

Имеется информация о подготовке комплексной реконструкции ООО «Челябстройматериалы» и ЗАО «Барнаулстройматериалы».

В связи с оживлением спроса на силикатный кирпич этот вид продукции становится инвестиционно привлекательным. Новые заводы, ориентированные на технологию раздельного помола сырьевых компонентов и современные методы организации производства, совокупной мощностью 300 млн шт. в год предполагается построить в Московской, Владимирской и Тверской областях.

Во Владимирской области производство силикатного кирпича предполагает разместить концерн «Wienerberger AG» (Австрия).

Холдинг «Партнер» строит в г. Ялуторовске (Тюменская обл.) комплекс по производству газобетона, силикатного кирпича и сухих строительных смесей на основе оборудования компании «Masa Henke Maschinenfabrik GmbH» (Германия). Мощность производства силикатного кирпича 70 млн шт. в год, предполагается производить кирпич 3–4 цветов. Ввод в эксплуатацию предприятия намечен на 2009 г.

Как уже отмечалось, силикатный кирпич занимает заметное место в структуре производства взаимозаменяемых стеновых материалов, поэтому прогноз производства силикатного кирпича неотделим от прогноза производства стеновых материалов в целом.

При прогнозировании спроса на стеновые материалы важно учитывать, что они в большей степени относятся к продукции производственно-технического назначения. Спрос на них является производным от спроса на конечные потребительские товары – здания и сооружения, при изготовлении (строительстве и ремонте)

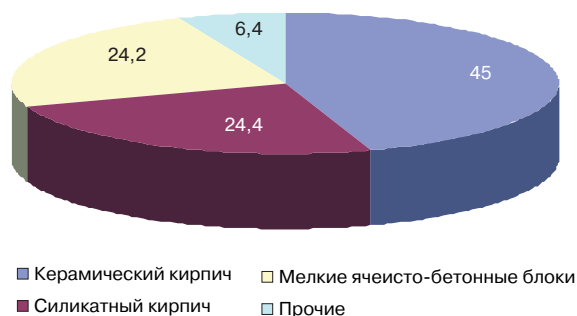


Рис. 11. Оценка структуры производства стеновых материалов в 2015 г., % к итогу (в объемных показателях)

которых они используются. Наши расчеты показывают, что 85% строительного кирпича используется в новом строительстве.

В ходе проведения многочисленных исследований рынка строительных материалов нами были выявлены взаимосвязи между объемами потребления их основных видов и объемами инвестиций в основной капитал (удельное потребление строительных материалов на единицу объемов инвестиций, или «насыщенность» инвестиций строительными материалами).

Прогнозирование спроса на стеновые материалы основано на ретроспективном анализе «насыщенности» инвестиций указанной продукцией и выявлении соответствующей корреляционной зависимости и продолжении ее на прогнозируемую перспективу.

Прогноз объемов инвестиций в основной капитал определяется на основе «Основных параметров прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020–2030 гг.» (приложение к проекту «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации») и «Прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на 2009 г. и плановый период 2010 и 2011 гг.».

В наших расчетах использованы параметры инновационного варианта развития экономики, опубликованные в августе 2008 г.

Результаты расчетов объемов потребления стеновых материалов в перспективе до 2015 г. показаны на рис. 10.

Нам представляется, что темпы роста производства как керамического, так и силикатного кирпича в период до 2015 г. будут весьма умеренными (рост объемов производства в 1,6–1,8 раза по сравнению с 2007 г.) и их доля в общем объеме производства стеновых материалов будет постепенно снижаться за счет ускоренного развития производства мелких блоков из ячеистых бетонов (рис. 11).

Тем не менее силикатный кирпич не только сохранит свою рыночную нишу, но его производство получит дальнейшее развитие на современном технологическом уровне. Мощности по производству силикатного кирпича к 2015 г. могут возрасти примерно до 9 млрд шт. усл. кирпича. Это позволит производить его в объемах не менее 8 млрд шт. в год согласно прогнозу.

Реальность прогнозируемых объемов потребления и темпов развития производства строительных материалов, в том числе стеновых, будет зависеть от множества факторов, и в первую очередь от реальных темпов развития экономики страны, инвестиционной и инновационной активности, роста благосостояния населения, степени участия государства в стимулировании обеспечения жильем всех категорий граждан, а также от эффективности градостроительной политики и от способности строительного комплекса обеспечить возрастающие объемы строительства.

# Вы ищете лучшее решение.

## Маза-Хенке

Установки и оборудование для производства силикатных изделий и газобетона



www.roethe.de



Проектирование,  
изготовление, модернизация



Оригинальные системы  
управления



Окончательный монтаж



Ввод в эксплуатацию, обучение  
персонала и сервисное  
обслуживание

Все от одного производителя для успешной реализации проекта.

**masa-henke**  
a member of the international MASA group

**«Маза-Москва»**

Россия, 123-557, Москва, Средний Тишинский переулок,  
дом 28, Бизнес-центр «Чайка-плаза 2», офис 220  
Тел.: +7 (495) 232 51 27 ; Факс: +7 (495) 232 51 28  
e-mail: info@masa.ru ; http://www.masa.ru



# ООО Фирма «ВИЗО»

лидер в области производства пресс-форм  
для заводов силикатного кирпича



## пластины и плиты

для различных модификаций прессов российского и зарубежного производства



**более 300 типоразмеров и наименований**  
деталей с высокоизносостойким упрочнением



## возможность апробирования продукции

поставка пробной партии на взаимовыгодных условиях



## конструкторско-технологическая помощь

в решении вопросов, связанных с эксплуатацией прессового оборудования

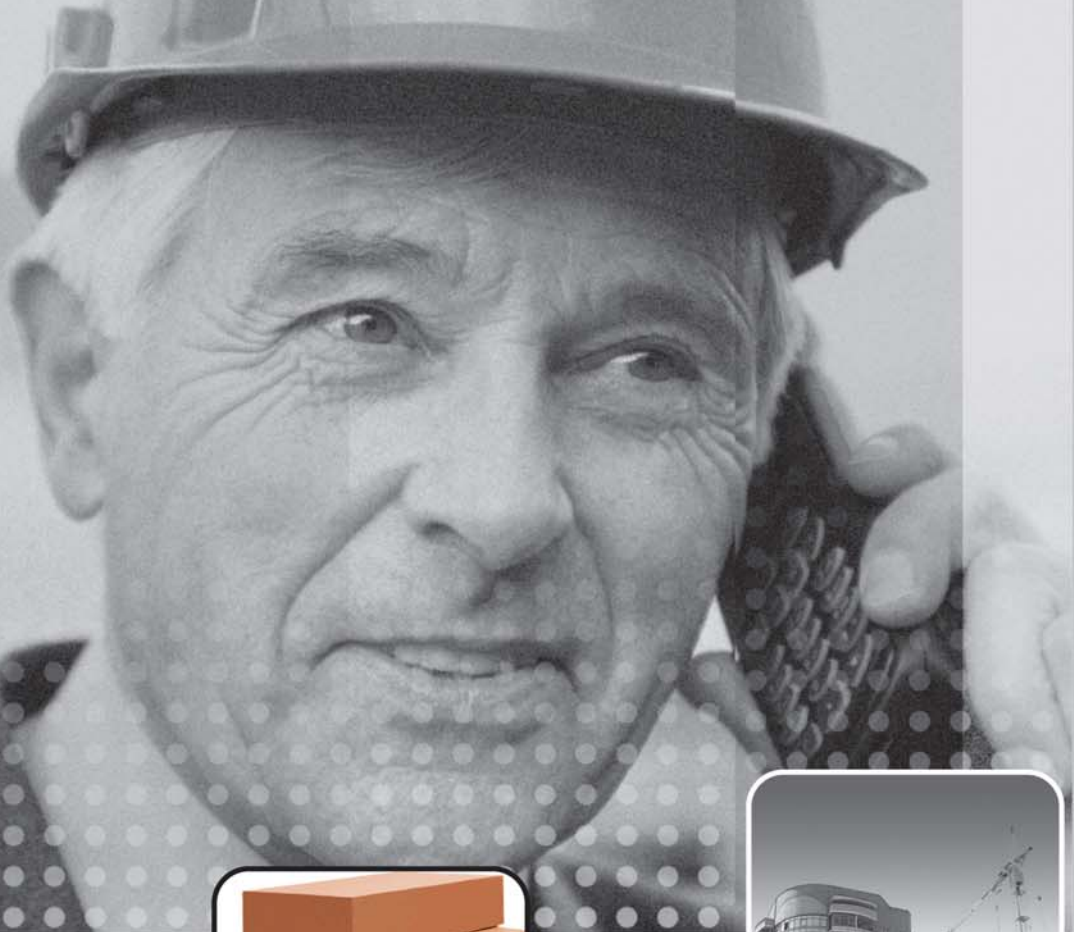


440600, Пенза, ул. Антонова, д. 3  
Тел./факс: (8412) 69 82 28, 69 82 29, 69 88 26  
[www.firmavizo.ru](http://www.firmavizo.ru)



**Наша технология эксклюзивна**





ДЕСЯТАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

# 2009

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ



ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ «СТРОЙИНДУСТРИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ»

## 28 - 31 ЯНВАРЯ

## МОСКВА

## ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

ОРГАНИЗАТОРЫ:



Правительство Москвы (Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города)



ЕВРОЭКСПО

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



[WWW.OSMEXPO.RU](http://WWW.OSMEXPO.RU)



С.И. ХВОСТЕНКОВ, канд. техн. наук, ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова  
(п. Красково Московской обл.)

## Актуальные проблемы производства и применения силикатного кирпича в России

Национальный проект «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» является сложным и масштабным, он требует бюджетного финансирования и решения множества смежных со строительством проблем. В настоящее время в реализации этого проекта достигнуты неплохие результаты. Темпы прироста строительства жилья в последние годы составляют примерно 20% в год. Реализуются программы комплексной застройки отдельных районов и даже городов. Особое внимание уделяется индивидуальному малоэтажному строительству [1]. Возвращение во многом утраченной за годы советской власти культуры «жизни на земле» в комфортных и современных коттеджах будет способствовать повышению качества жизни, сохранению здоровья граждан, наращиванию человеческого потенциала.

Предстоит сделать еще очень многое для того, чтобы жилье стало действительно доступным и комфортным для граждан с различными уровнями доходов, в том числе вывести на новый уровень промышленность стройматериалов, широко внедрить энергосберегающие технологии.

В Министерстве регионального развития много внимания уделяется опыту США по строительству каркасно-щитовых домов [2]. В нашей стране этот опыт может быть использован весьма ограниченно. Прежде всего следует учитывать, что на большей части территории России климат более суровый, чем в Америке.

В Ставропольском крае экономичные «полутрехэтажные» дома, то есть с эксплуатируемой мансардой, строят из бруса и пенобетона, в том числе монолитного [3]. Широкое распространение при строительстве многоэтажных жилых домов нашли трехслойные стены из железобетона, утеплителя и кирпича. А при строительстве малоэтажных домов и коттеджей популярными стали стены из ячеисто-бетонных блоков, облицованные снаружи кирпичом.

По мнению автора, наиболее оправданной конструкцией наружных стен является трехслойная стена, состоящая из несущей кирпичной кладки толщиной 250–380 мм, ячеисто-бетонных блоков и отделки снаружи сайдингом или другим материалом. Кирпичная

часть стены является несущей и обеспечивает надежное соединение с железобетонными плитами перекрытий. Массивная часть стены, например из полнотелого силикатного кирпича, повышает тепловую инерцию наружной стены и, следовательно, нивелирует перепад температуры в помещении в течение суток. Такая конструкция отвечает в наибольшей степени требованиям прочности и надежности здания, тепловой комфортности жилья и экономичности строительства [4].

Разумеется, жилищное строительство является не единственным потребителем строительных материалов. В настоящее время возводятся новые грузовые морские терминалы на западе, юге и востоке нашей страны. Строятся дороги, аэропорты, объекты культуры и спорта. Актуальной задачей является модернизация имеющихся многочисленных промышленных предприятий и строительство новых.

Ожидаемый экономический подъем в Российской Федерации немаловажен без адекватного развития промышленности строительных материалов. И в этом плане значительная роль принадлежит росту производства автоклавных строительных материалов, в том числе силикатного кирпича.

Учитывая важность проблемы и отсутствие в настоящее время в стране какого-либо научного центра по этому профилю, автор надеется на полезность представленных ниже рекомендаций для заводских работников, потенциальных инвесторов и органов государственного управления.

Советские ученые обоснованно считали силикатный кирпич более экономичным в сравнении с керамическим кирпичом [5]. В табл. 1 приведены средние технико-экономические показатели работы заводов силикатного и керамического кирпича в РСФСР за 1989 г. [6].

По многим показателям силикатный кирпич существенно превосходит керамический, в первую очередь по себестоимости производства и удельным расходам топлива и электроэнергии.

Промышленность строительных материалов России в последние годы переживает не лучшие времена. Данные Росстата показывают, что годовой выпуск силикат-

Таблица 1

| Количество заводов  | Выпуск кирпича в 1989 г., млрд шт. усл. кирпича | Использование годовой мощности, % | Средняя марка кирпича, кгс/см <sup>2</sup> | Себестоимость, р./тыс. шт. усл. кирпича | Удельный расход топлива, кг усл. топлива на 1 тыс. шт. кирпича | Удельный расход электроэнергии, кВт ч/тыс. шт. кирпича | Выработка на одного работающего, тыс. шт. усл. кирпича/год | Удельные капиталовложения, р./тыс. шт. усл. кирпича |
|---------------------|---|-----------------------------------|--|---|--|--|--|---|
| Силикатный кирпич   |   |                                   |  |   |  |  |  |   |
| 108                 | 10  | 86,4                              | 136,1                                      | 38,83                                   | 132  | 41,7   | 307  | 62,5  |
| Керамический кирпич |   |                                   |  |   |  |  |  |   |
| н/д                 | 14,5  | 80                                | 103,1                                      | 73,23                                   | 238,8  | 96,6   | 117,9  | 128,2   |



**Рис. 1.** Индивидуальный жилой дом в п. Красково Московской обл. построен из автоклавных ячеисто-бетонных блоков с облицовкой из силикатного кирпича

ного кирпича в 2001 г. снизился до 3,6 млрд шт. усл. кирпича, затем медленно поднимался и в 2007 г. составил 4,7 млрд шт. усл. кирпича. Производство керамического кирпича постигла примерно та же участь. Если отрасль будет развиваться такими же темпами, то к 2015 г. выпуск силикатного кирпича не достигнет даже показателей 1990 г.

Темпы строительства новых высокотехнологичных заводов по выпуску автоклавного газобетона позволяют ожидать, что темпы роста производства мелкоштучных ячеисто-бетонных блоков будут существенно опережать темпы роста производства кирпича как силикатного, так и керамического.

Не удивительно, что люди богатые и с достатком выше среднего при строительстве своих домов предпочитают керамический кирпич. Это престижно. Ведь если обратиться к истории, то каменные (кирпичные) жилые дома в допетровские времена строились только для членов царской семьи, а позднее с постепенным развитием кирпичной промышленности это могли себе позволить только весьма состоятельные люди. Но богатые в нашей стране уже удовлетворили свои потребности в жилье. Теперь необходимо дать возможность решить свои жилищные проблемы людям с относительно невысокими доходами, а также социально незащищенным слоям населения.

Современная технология обеспечивает выпуск силикатного кирпича с достаточно высокими и стабильными качественными характеристиками: марки по прочности М75–М300, марки по морозостойкости F15–F100. Многие заводы выпускают кирпич только М200–М250. По радиационным характеристикам силикатный кирпич является наиболее чистым.

Ранее к недостаткам силикатного кирпича относили его высокую плотность и теплопроводность. Однако широкое применение материалов с низкой теплопроводностью (ячеистые бетоны, пенопласты, утеплители на основе каменного и стеклянного волокна и др.) нивелировали эту проблему. Применение стены из полнотелого силикатного кирпича с наружной теплозащитой позволяет обеспечить необходимую теплоизоляцию и высокую тепловую инерцию стены. Такая стена в наибольшей степени отвечает требованиям экономичности и комфортности жилых помещений [4].

Дальнейшее развитие промышленности силикатного кирпича, увеличение его выпуска может способствовать доступности строительства индивидуального жилья не на словах, а на деле. Важным аргументом является наличие сырьевой базы для производства силикатного кирпича практически повсеместно. Кроме природного песка и известняка имеется возможность широкого использования минеральных отходов промышленности – металлургии, отходов обогащения многих руд, попутных

пород и др. Работы, доказывающие это утверждение, были проведены и апробированы в большом объеме во ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова.

Рассмотрим некоторые проблемы, которые приходится решать производителям в настоящее время.

### **Необходимость замены старых прессов**

Автор уже обращался к проблеме прессов для силикатного кирпича [6], но к этому вопросу необходимо возвращаться до тех пор, пока он не будет решен. Ведь процесс формирования силикатного кирпича является не только наиболее важным, но и наиболее сложным и уязвимым в технологии.

В довоенное время отечественные заводы силикатного кирпича были оснащены прессами германских фирм «Букау-Вольф» и «Бернгарди». Эти револьверные прессы с ручным съемом кирпича для своего времени (30-е гг. прошлого столетия) являлись передовыми.

В послевоенные годы ощущалась острая необходимость в строительных материалах. Советские стахановцы и рационализаторы стремились увеличить выпуск кирпича путем простого увеличения оборотов вращения стола прессов с 2,5 до 3,5 и более оборотов в минуту. Имеются сведения, что сформованный сырец слетал со столов [7]. Затем почти повсеместно перешли на производство кирпича с толщины 65 мм на 88 мм. Оба мероприятия вызвали снижение удельной работы прессования на 30% и ухудшение качества кирпича и его внешнего вида. Выросла аварийность и износ прессов.

Во второй половине прошлого века германские фирмы создали несколько поколений гидравлических прессов (Атлас, Дорстенер, Крупп, Ласко). А в СССР на протяжении нескольких десятилетий периодически занимались незначительными усовершенствованиями старого механического пресса: СП-1, СП-2, СМ-481, СМ-816, СМС-152, СМС-152А и СМС-294. Значимым техническим достижением можно назвать лишь создание автомата-укладчика к этим прессам для съема кирпича и укладки на вагонетки.

В настоящее время на заводах силикатного кирпича установлено около 700 единиц устаревших прессов, подлежащих замене. Чем их заменять? Ответить на этот вопрос не так просто.

Автор, приняв в 1974 г. руководство лабораторией силикатного кирпича ВНИИСТРОМ, хорошо осознавал глубину отсталости имеющихся прессов и отрицательных последствий этого для отрасли. Специалисты отдела силикатного кирпича, выросшего из лаборатории, разработали технические задания на конструирование двух механических прессов и добились участия в этой работе ЦКБ «Строммашина» в Харькове. Но опытные образцы прессов не были доведены до серийного изготовления [6]. Тогда уже стало ясно, что требованиям современного уровня техники в наибольшей степени соответствуют гидравлические прессы.

На опытном заводе ВНИИСТРОМ был установлен новый гидропресс «Крупп-Интертехник», на котором сотрудники отдела провели всевозможные испытания по прессованию кирпича, пустотелых камней и блоков. С использованием самодельных пресс-форм изготавливали также фасадные и тротуарные плиты. После досконального изучения достижений немецкой техники было рекомендовано воспроизвести пресс на Савеловском заводе Авиапрома. Управление стеновых материалов МПСМ СССР приняло рекомендацию и поручило эту работу институту Ниписиликатобетон (г. Таллинн), который был ориентирован на работы в области газосиликатных материалов. В результате промышленность вновь не получила отечественного прессы нового поколения.

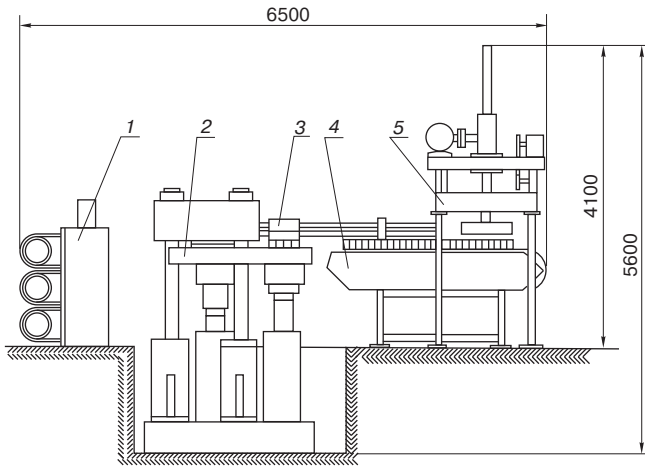


Рис. 2. Гидравлический пресс ГПС-200: 1 – гидростанция; 2 – пресс; 3 – съемник; 4 – лента-накопитель; 5 – автомат-укладчик

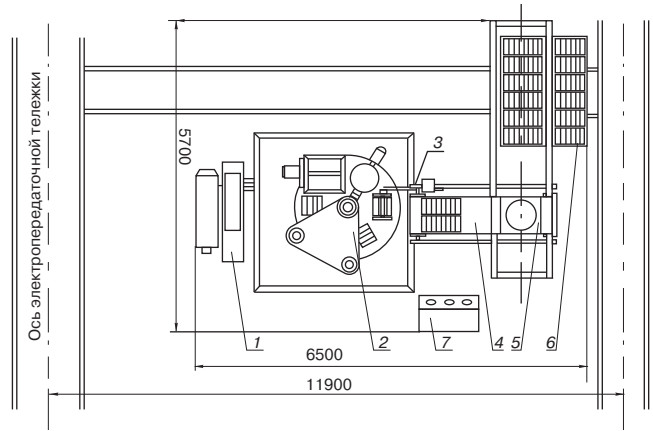


Рис. 3. Гидравлический пресс ГПС-200. Размещение на действующем заводе силикатного кирпича: 1 – гидростанция; 2 – пресс; 3 – съемник; 4 – лента-накопитель; 5 – автомат-укладчик; 6 – автоклавная вагонетка; 7 – пульт управления

### Какой пресс выбрать на замену устаревших?

Самый простой ответ на этот вопрос – закупить у зарубежной фирмы подходящие прессы, установить их на заводе и радоваться высокому качеству кирпича.

В 80-е гг. прошлого века на двух заводах были установлены и хорошо себя зарекомендовали прессы «Круп-Интертехник». На Саратовском ЗСМ на прессах «Дорстенер» успешно производят продукцию отличного качества. В настоящее время небезуспешно эксплуатируются прессы фирмы «Ласко».

Не вызывает сомнений, что гидравлические прессы фирм «Дорстенер» и «Ласко» весьма хороши. Они предназначены для двустороннего формования не только кирпича, но и большегабаритных камней и даже блоков, однако большегабаритные изделия требуют применения при кладке стен специальных механизмов. Поэтому, например, в сельской местности при строительстве домов силами самих хозяев такие изделия малоприменимы. Универсальные возможности таких прессов, установленных на заводах небольшой мощности, не будут использоваться, а платить за эти возможности придется сполна.

Очевидно, что на покупку импортных прессов, перестройку прессового цеха, шеф-монтаж, запасные части нужны немалые деньги. В условиях мирового финансового кризиса эта проблема еще больше обострилась.

Справедливости ради отметим, что необходимость создания нового отечественного пресса понимали и заводские работники. Известны два случая, когда по их настоянию этим вопросом в разное время занимались секретари Рязанского и Воронежского обкомов КПСС (в Рязани имелся завод тяжелого кузнечно-прессового оборудования, а в Воронеже завод «Тяжмехпресс»).

К сожалению, рязанские начинания свелись к тому, что у прессы старой конструкции упрочнили стол и заменили механизм прессования на коленно-рычажный. «Новый» пресс долго не могли запустить в нормальную работу, ломался рычаг, замучили мелкие переделки, преимущества прессы так и не выявились.

Позднее в Воронеже в результате совместных усилий производителей, специалистов машиностроительного предприятия и обкома КПСС появился комплекс АКДО 537 [8]. Но и здесь не обошлось без курьезов. Начиная работу, воронежские инициаторы обратились в ФРГ на фирму, занимающуюся вибропрессованием бетонных изделий, которая предложила им чертежи прессы, схожего с английским прессом фирмы «Сатклифф и Спикмен». Уже в то время этот пресс не являлся передовым. Дело довели до успешного завершения. Однако из-

за своих габаритов АКДО 537 малоприменен для замены устаревших прессов на действующих заводах силикатного кирпича.

В начале 90-х гг. прошлого века ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова совместно с Воронежским ОКБKM (И.Н. Белашков, С.И. Хвостенков, А.А. Золотухин) разработали конструкцию гидравлического прессы ГПС-200, опытный образец которого изготовил Могилевский завод «Строммашина». Изначально этот пресс разрабатывали с целью замены устаревших револьверных прессов на действующих заводах с минимальными затратами и переделками в прессовом отделении (рис. 2, 3). Поэтому он имеет преимущества перед прессами-великанами, установка которых требует коренной реконструкции всего прессового отделения.

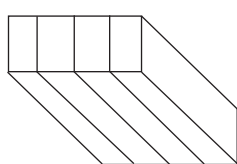
ГПС-200 предназначен для формования силикатного кирпича и камней по ГОСТ 379–95, а также облицовочных и тротуарных плит (рис. 4). Параметры прессования (удельное давление 200 кгс/см<sup>2</sup> и время прессования 4 с) обеспечивают получение изделий высокого качества.

### Технические характеристики ГПС-200

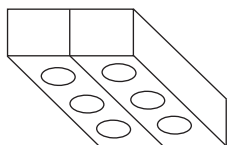
|   |            |
|---|------------|
| Наибольшее усилие прессования, кН (тс) . . . . .  | 2000 (200) |
| Наибольшее усилие выталкивания, кН (тс) . . . . . | 400 (40)   |
| Производительность, шт. усл. кирпича/час          |            |
| одинарного кирпича . . . . .                      | 2400       |
| пустотелых камней . . . . .                       | 2544       |
| Наибольшая глубина засыпки, мм . . . . .          | 250        |
| Ход штока прессующего цилиндра, мм . . . . .      | 200        |
| Число одновременно формуемых изделий, шт.         |            |
| одинарного кирпича . . . . .                      | 4          |
| пустотелых камней . . . . .                       | 2          |
| Установленная мощность, кВт, не более . . . . .   | 55         |
| Габаритные размеры, мм                            |            |
| слева направо . . . . .                           | 5700       |
| спереди назад . . . . .                           | 6500       |
| высота . . . . .                                  | 5600       |
| высота над уровнем пола . . . . .                 | 4100       |
| Масса прессы, кг . . . . .                        | 25000      |

Пресс ГПС-200 наилучшим образом подходит для замены устаревших и изношенных прессов. Но для него необходимо разработать автомат-укладчик. Неужели Могилевский завод «Строммашина» не может самостоятельно довести до завершения этот прессовый комплекс? Дело-то выгодное и для завода, и для заводов – производителей силикатного кирпича.

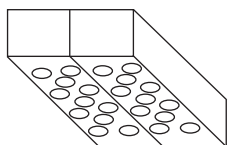




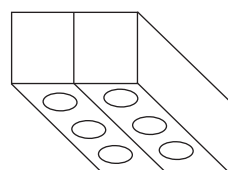
**Одинарный  
полнотелый кирпич**  
250 × 250 × 65 мм  
4 шт.



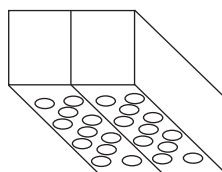
**Утолщенный  
трехпустотный кирпич**  
250 × 120 × 88 мм,  
пустотность 15%  
2 шт.



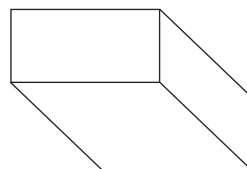
**Утолщенный  
пустотелый кирпич**  
250 × 120 × 88 мм  
11 пустот, пустотность 24%  
2 шт.



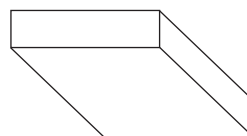
**Камни трехпустотные**  
250 × 120 × 138 мм,  
пустотность 16%  
2 шт.



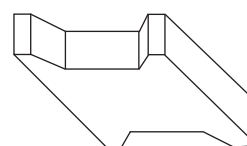
**Камни  
одиннадцатипустотные**  
250 × 120 × 138 мм,  
пустотность 25%  
2 шт.



**Камень  
фундаментный полнотелый**  
290 × 250 × 138 мм  
1 шт.



**Плита лицевая**  
290 × 250 × 65 мм  
1 шт.



**Плита фигурная  
тротуарная**  
290 × 250 (190)  
× 65...100 мм  
1 шт.

**Рис. 4.** Виды и количество одновременно формуемых изделий на гидравлическом прессе ГПС-200

**Что делать заводам со старыми прессами?**

Не вызывает сомнений, что замена устаревших прессов на современные будет осуществляться.

Но на это нужны деньги, которых у многих предприятий нет, и время. *Что можно сделать с малыми затратами самим силикатным заводам, чтобы повысить качество кирпича, обеспечить устойчивый спрос и экономическое благополучие до лучших времен?* Ответ один – избавиться от «модернизаций» прессов.

В табл. 2 приведены данные по зависимости часовой производительности от числа оборотов пресса типа СМС 152 и трех размерных видов силикатного кирпича, а также изменение времени полного цикла прессования и времени прессования сырца под нагрузкой. Рекомендуемый режим работы прессов – число оборотов стола, типоразмер кирпича и время прессования выделен серым цветом.

Ранее была обоснована целесообразность производства силикатного кирпича толщиной 78 мм на прессах СМ 816 и СМС 152, также предпринимались попытки внести в ГОСТ 379–95 этот третий типоразмер. Однако это предложение не было принято, несмотря на малозатратность и возможность быстрого осуществления перехода на данный типоразмер.

**Таблица 2**

| Число оборотов стола пресса в минуту | Производительность пресса при разной толщине, мм, шт. усл. кирпича/час |      |      | Цикл прессования, с | Время прессования, с |
|--------------------------------------|--|------|------|---------------------|----------------------|
|                                      | 65   | 78   | 88   |                     |                      |
| 3,5                                  | 3360   | 4032 | 4536 | 2,14                | 0,74                 |
| 3,25                                 | 3120   | 3744 | 4212 | 2,3                 | 0,8                  |
| 3                                    | 2880   | 3456 | 3888 | 2,5                 | 0,87                 |
| 2,8                                  | 2688   | 3225 | 3630 | 2,68                | 0,93                 |
| 2,5                                  | 2400   | 2880 | 3840 | 3                   | 1,04                 |
| 2,25                                 | 2160   | 2592 | 2916 | 3,33                | 1,16                 |
| 2                                    | 1920   | 2304 | 2565 | 3,75                | 1,3                  |

Получаемые преимущества от производства силикатного кирпича толщиной 78 мм следующие:

- повышение марки кирпича, улучшение геометрии ребер и граней;
- снижение аварийности прессов и затрат на ремонтные работы, повышение коэффициента использования оборудования;
- возможность производства полнотелого кирпича с массой до 4,3 кг, отвечающего требованиям стандарта;
- минимизация потерь выпуска продукции от перехода на новый типоразмер кирпича.

Стена из силикатного кирпича толщиной 78 мм обладает высокой архитектурной выразительностью, ее повторяющиеся элементы более гармоничны.

В настоящее время для многих заводов переход на производство кирпича толщиной 65 и 78 мм может обеспечить необходимое повышение качества продукции, хороший сбыт и рентабельность. На кирпич толщиной 78 мм ВНИИСТРОМ необходимо разработать технические условия, а затем внести этот типоразмер в ГОСТ 379–95.

**Внедрение стержневых смесителей для обработки силикатных смесей – эффективный путь повышения качества кирпича**

Применение стержневых мельниц в технологии силикатного кирпича пришло к нам из Великобритании [9]. Несмотря на хорошие перспективы, внедрение серийно выпускаемых стержневых мельниц заводом «Строммашина» началось неудачно. Причина была очень простая – через узкие пустотелые опорные цапфы мельниц обрабатываемая смесь не могла проникнуть внутрь, количество подаваемого в мельницу материала увеличилось примерно в 20 раз. Это затруднение охладило энтузиазм многих новаторов.

В КБ ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова с этой проблемой справились, применив питательную течку под углом, две роликоткандажные опоры на барабан и выход смеси через периферийные окна в конце барабана (В.А. Балов, В.Н. Хитров). Л.М.Хавкин [10] установил, что обра-



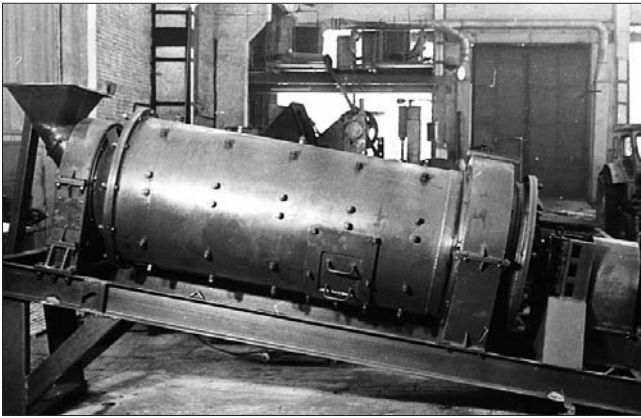


Рис. 5. СК-20

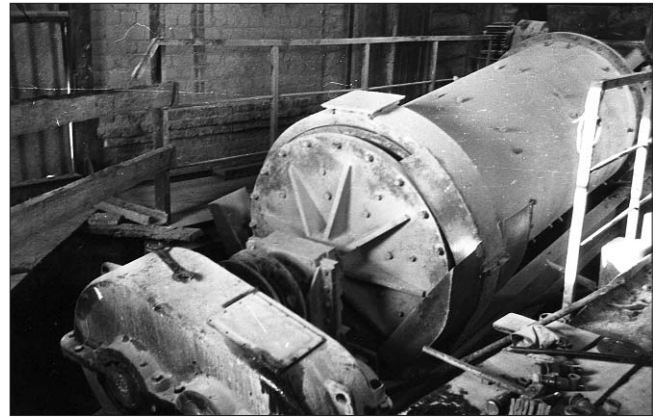


Рис. 6. СММ-82

ботка гашеной силикатной смеси в стержневом смесителе позволяет повысить прочность сырца на 1–1,5 кгс/см<sup>2</sup> и готового кирпича на одну марку. Этот смеситель растирает непромешенные комочки извести и глины, что имеет важное значение в технологии силикатного кирпича.

Однако первые смесители ВНИИСТРОМ имели существенные недостатки и конструкция их была ненадежной. Затем специалистами отдела силикатного кирпича был создан ряд стержневых смесителей (растирателей-гомогенизаторов) разной производительности: СК-20 до 25 т/ч (рис. 5), СК-08 до 60 т/ч и СММ-82 (рис. 6) до 100 т/ч [6, 11]. Под руководством заведующего отделом силикатного кирпича С.И. Хвостенкова активное участие в создании новых смесителей принимали конструкторы и технологи отдела силикатного кирпича В.П. Винтайкин, А.А. Золотухин, В.И. Кошлячев, М.Э. Купершмидт, Г.А. Чахилова.

В конструкции этих машин были удачно применены передовые технические решения: центральный привод барабана, закрытая роликобандажная опора малого диаметра на входной конусной части барабана, износостойкая футеровка из металла, а также из специальной резины. Осуществлен наклон барабана под углом 3–10°, что позволило стабилизировать и интенсифицировать работу стержней, которые приобрели дополнительную возможность движения вдоль своей оси. Полностью было исключено костообразование стержней, снижен диаметр барабана и увеличена скорость его вращения. Последнее обстоятельство обеспечило снижение габаритов и массы машин. Стержневые смесители (растиратели-гомогенизаторы) конструкции ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова стали лучшими в мире машинами для обработки вязких смесей.

Стержневые смесители были рекомендованы нами в производстве не только силикатного кирпича, но и керамического кирпича полусухого формования. По нашим техническим требованиям институт НИИцеммаш разработал стержневую мельницу СММ-216  $\varnothing$  3,2х5 м для измельчения отходов углеобогащения, ее изготовили на заводе «Волгоцеммаш» и установили на Ворошиловградском кирпичном заводе, где она успешно работает. Разработана конструкция двухкамерной стержневой мельницы, в которой отсутствует межкамерная перегородка [6].

Стержневые смесители СММ-82 серийно изготавливает Самарский завод «Строммашина», который располагает также документацией на СК-20 и СК-08. Эти смесители на протяжении многих лет изготавливал ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова и другие предприятия. К сожалению, последние часто вносили изменения, которые не улучшали конструкцию машины.

Успешно применяли обработку силикатной смеси на Петушинском ЗСК, Саратовском ЗСК, Саратовском ЗСМ и др. Но есть и другие примеры: на одном из заво-

дов для растирания высококремнеземистого суглинка последовательно установили два двухвальных смесителя СМС-95 и хотели добавить третий...

Исследования по влиянию величины удельных энергозатрат на качество кирпича дали основания для выделения трех видов обработки силикатных смесей в стержневом агрегате: смешения (0,6–1 кВт·ч/т), активации (1,5–5 кВт·ч/т), измельчения (10–35 кВт·ч/т). Запатентованы способы и технологические линии с использованием механохимической активации смесей [12]. Эти способы могут стать основой для проектирования новых более совершенных предприятий силикатного кирпича высокого качества по энергосберегающей технологии.

#### Список литературы

1. Шаккум М. Лето: пора подводить итоги // Строительство. 2008. № 7–8. С.12–17.
2. Жилищная перспектива: мало этажей и много дерева // Строительство. 2008. № 7–8. С. 26–30.
3. Щеглов А., Юрьев М. Не роскошные коттеджи, а доступные дома предлагает строить ООО «Экран» // Строительство. 2008. № 7–8. С. 40–41.
4. Хвостенков С.И. Теплотехнические критерии качества стеновых материалов // Строит. материалы. 1993. № 9–10. С. 14–16.
5. Волженский А.В. Основные сведения о развитии отечественной теории и практики автоклавной обработки строительных материалов // Сб. статей «Автоклавные материалы и изделия». М.: Госстройиздат, 1956.
6. Хвостенков С.И. Развитие производства силикатного кирпича в России // Строит. материалы. 2007. №10. С. 4–8.
7. Гвоздарев И.П. Производство силикатного кирпича. М.: Гизместпром РСФСР, 1945. 195 с.
8. Жаглин В.И., Вороновский В.Н. Воронежский комбинат стройматериалов повышает свою конкурентоспособность, внедряя новое оборудование и технологии // Строит. материалы. 1992. № 12. С. 5–7.
9. Алехин Д.И., Кржеминский С.А. Промышленность стеновых материалов в Англии // Строит. материалы. 1965. №10. С. 37–40.
10. Хавкин Л.М., Митрохина М.М., Коваль Р.Л. Исследование параметров обработки силикатных смесей в стержневых смесителях: Сб. трудов ВНИИСТРОМ. М., 1980. № 42(70).
11. Хвостенков С.И., Винтайкин В.П., Кошлячев В.И., Купершмидт М.Э. Наклонный стержневой смеситель для обработки силикатных смесей // Строит. материалы. 1981. № 6. С. 13–15.
12. Хвостенков С.И. Интенсификация производства автоклавных материалов путем механохимической активации сырьевых смесей // Строит. материалы. 2007. № 12. С. 8–11.

## Критерии выбора современной шахтной печи при реконструкции или создании нового известкового производства

Основную часть парка газифицированных шахтных печей предприятий РФ составляют морально устаревшие печи конструкции бывших институтов Союзгипростром (Москва) и НИИСтромпроект (Ташкент), Гипромез, Гипросталь (Москва), печи с шахтой шелевидного (1,6×8 м) и эллипсоидного (1,6×4,1 м) поперечного сечения, шахтные пересыпные печи с рабочей высотой 10–12 м, переведенные на природный газ, показатели работы которых по удельному расходу топлива и качеству извести значительно уступают шахтным печам зарубежных фирм «Maerz Ofenbau AG» (Швейцария), «Bekenbach» (Германия), «Terruzzi Fercalx SPA» (Италия), «PDC Inc.» (США) и др. Поэтому несмотря на высокую стоимость, некоторые компании закупили шахтные печи этих фирм и столкнулись с рядом особенностей их эксплуатации.

В последние годы специалисты Уральского государственного университета и Уральского политехнического института (Екатеринбург), ОАО «Липецкстальпроект» и других компаний разрабатывают конструкции газифицированных шахтных печей, показатели работы которых близки к показателям лучших зарубежных фирм, а их стоимость существенно ниже.

Рассмотрим кратко особенности устройства и работы шахтных печей ведущих зарубежных фирм, отметив их положительные и отрицательные стороны.

**Двухшахтная прямоточно-противоточная регенеративная (ППР) печь** фирмы «Maerz Ofenbau AG» (рис. 1) состоит из заполненных известняком шахт А и Б, соединенных на уровне 1/3 их высоты переходным каналом 4. В зоне подогрева известняка расположены диффузионные горелки 5, равномерно расположенные по поперечному сечению шахты. Горелка представляет собой трубу в трубе, в межтрубное пространство которой подается воздуходувкой 1 под давлением 20–25 кПа холодный первичный воздух. Горелка снабжена наконечником длиной 300 мм, выполненным из жаропрочной стали. Длина кожуха 3 м, горелки около 4 м, срок службы 1 год, демонтаж горелки длится 8 ч. В каждой шахте размещено по 9–12 горелок.

Воздух для охлаждения извести непрерывно нагнетается воздуходувкой 1 под давлением 15 кПа в зоны охлаждения обеих шахт. Расход воздуха на охлаждение извести до температуры 50–90°C устанавливается вне зависимости от необходимого для полного сгорания топлива (в горелки воздух поступает с коэффициентом избытка  $\alpha = 1,1$ ).

Печь работает циклически. Взвешенное количество известняка поступает в загрузочный бункер 7 и через клапаны 8 заполняет шахты А и Б. Известняк движется сверху вниз и обжигается одновременно в двух шахтах. Например, при подаче топлива в горелки шахты А клапан 6 открыт и воздух поступает в шахту А вместе с топливом, где, нагреваясь от известняка, смешивается в межжусковом пространстве с природным газом, который движется в параллельном токе с материалом. Горелка

природного газа с разогретым до 800°C воздухом происходит без его химического недожога при  $\alpha = 1,1$  и сопровождается образованием продуктов горения при температуре 1450–1500°C, которая быстро снижается до 1250–1300°C из-за интенсивного потребления тепла реакцией декарбонизации подогретого до 850°C известняка. Необходимо выдерживать точное соотношение расходов воздуха и топлива, вводимых в зону горения топлива, чтобы зона максимальных температур в шахте находилась в зоне неразложившегося известняка, так как температура материала при этом не поднимается выше 1000–1050°C и пережога извести не происходит. Опускаясь, известняк все больше превращается в мелкокристаллический оксид CaO, примеси и CO<sub>2</sub>. Температура извести в конце зоны обжига не превышает 1100°C, а печные газы, отдавая тепло материалу, снижают свою температуру к концу зоны обжига до 1150–1200°C.

Известь в нижней части шахты А охлаждается воздухом до 50–90°C на выходе из печи, а воздух нагревается от движущейся с ним в противотоке извести, смешивается с печными газами, выходящими из зоны обжига, и по перетoku 4 поступает в шахту Б. Температура печных газов в перетoke поддерживается регулятором не выше

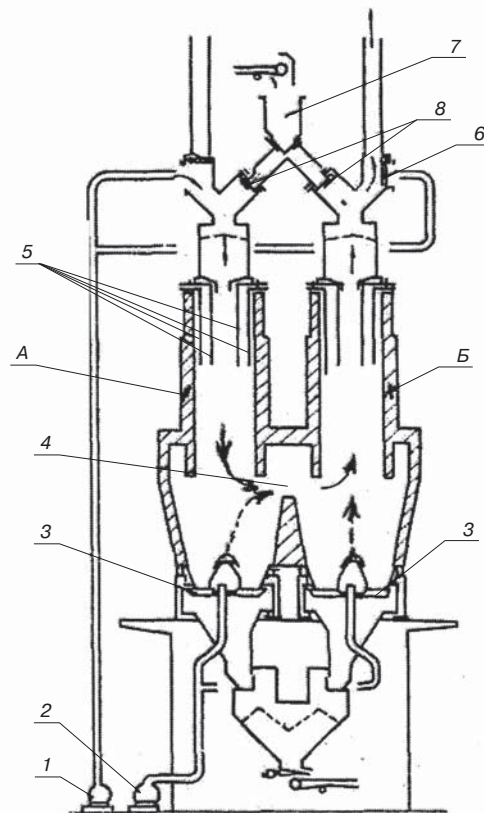


Рис. 1. Схема двухшахтной печи ППР фирмы «Maerz Ofenbau AG»



1200°С. В шахте Б отходящие печные газы отдают тепло в противотоке с опускающимся материалом, охлаждаясь при этом до температуры 80–100°С. Обжиг известняка происходит с меньшей скоростью из-за невысоких температур.

Шахты работают циклически в двух режимах: прямотока и противотока продолжительностью по 12–15 мин. Поэтому через 12–15 мин клапан 5 шахты А закрывает поступление воздуха в горелки с одновременным прекращением подачи в них топлива. Примерно через 80 с (время переключения клапанов) клапан 5 шахты Б открывает подачу воздуха и топлива в горелки шахты Б, отключив отбор печных газов на дымосос. Наступает новый цикл работы печи, при котором газы, топливо и материал в шахте Б движутся в прямотоке, а отходящие печные газы и материал в шахте А – в противотоке.

Положительными сторонами печи ППР является ряд процессов, в числе которых отметим высокотемпературный подогрев воздуха (до 800°С), идущего на сжигание топлива, в зоне подогрева печи. При этом регенеративной насадкой служит известняк. Такое техническое решение подогрева воздуха намного эффективнее, чем применение теплообменника для утилизации тепла отходящих из печи газов или отбор нагретого до 550–600°С воздуха из зоны охлаждения печи и его транспортирование к выносным топочным горелкам зоны обжига. Кроме того, в печи ППР происходит максимально полная регенерация физического тепла извести и отходящих печных газов, благодаря чему термический КПД печи достигает 85%, расход топлива 3720 кДж/кг извести при остаточной  $CO_2$  в извести менее 1,5–2%. Низкая температура отходящих из печи газов позволяет использовать для их обеспыливания рукавные фильтры. К положительным сторонам печей ППР относятся обжиг известняка мелких фракций (30–60 мм), эффективная работа на мазуте и даже на смеси мазута с угольной пылью (40%). Всего в мире эксплуатируется более 200 печей фирмы Maerz производительностью 100–600 т извести в сутки.

К отрицательным сторонам печей ППР фирмы Maerz относятся высокая стоимость, работа при условии полной автоматизации всех процессов и операций, повышенный расход электроэнергии, получение только быстрогазящейся извести, использование мытого известняка скальных пород, так как наличие во фракции известняка мелочи и пыли приводит к зарастанию переходного канала карбонатными отложениями, разрушению силиконового уплотнения клапанов и образованию спеков материала в зонах обжига.

В настоящее время печи ППР фирмы «Maerz» работают в металлургии РФ (2 печи) и Белоруссии (1 печь).

**Шахтная кольцевая печь** фирмы «Bekenbach» (рис. 2).

Шахта печи состоит из наружного 20 и внутреннего 19 полых стальных цилиндров. Внутренний цилиндр охлаждается воздухом и футерован высокоглиноземистым кирпичом, наружный – доменным. Загрузка печи известняком осуществляется при помощи кубеля, выгрузка извести – при помощи вращающегося диска 2 (улиты). Камеры 4 и 17 для сжигания газообразного или жидкого топлива расположены в два яруса по высоте шахты в шахматном порядке и соединены мостами 18 с наружным и внутренним цилиндрами. В каждом ярусе установлено по пять камерных горелок. Печь оборудована металлическим рекуператором 10, футерованным изнутри огнеупорным кирпичом.

Первичный воздух по трубопроводу 3 поступает в рекуператор 10 поверхностного типа под давлением 5 кПа, подогревается в нем отходящими газами до температуры 450–460°С и затем направляется по трубам 9 и 6 в ка-

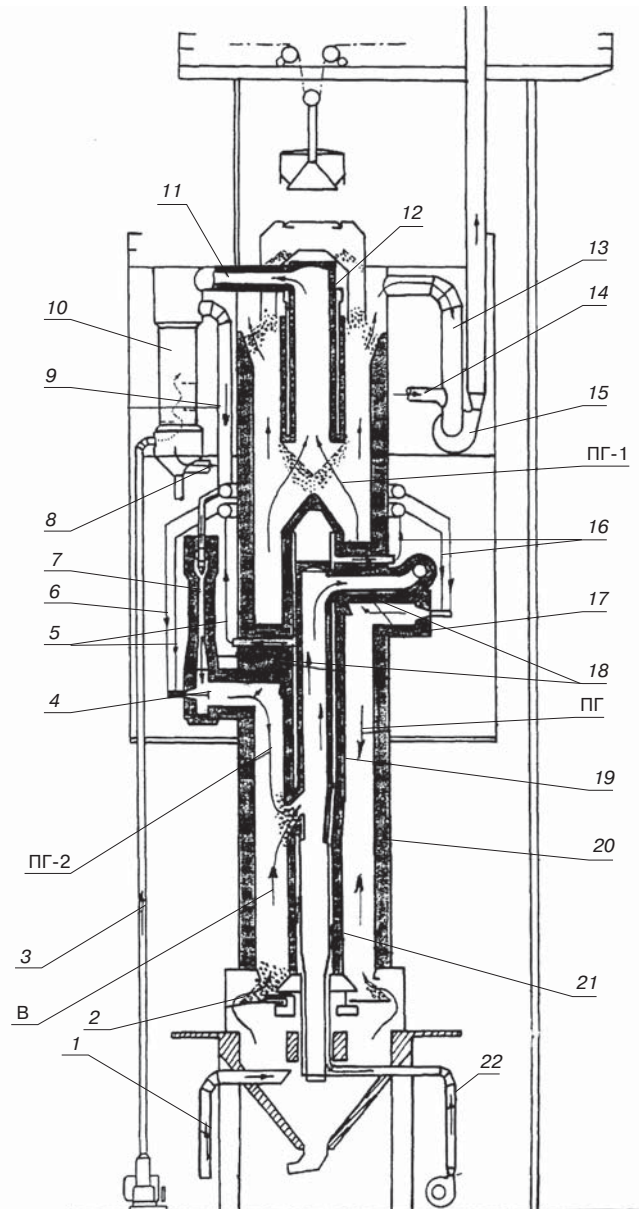
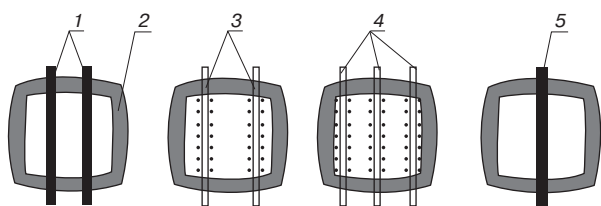


Рис. 2. Схема шахтной кольцевой печи фирмы «Bekenbach»

меры горения топлива. Выходящие из зоны обжига с температурой 900–950°С печные газы ПГ-1 разделяются расположенным в зоне подогрева футерованным цилиндром 12 на два потока. Один поток по внутренней полости цилиндра и газоходу 11 направляется в рекуператор, после которого по газоходам 8 и 14 поступает в дымосос 15. Второй поток просасывается через кольцевой слой известняка в зоне подогрева, где охлаждается до температуры 100–120°С, и по газоходу 13 удаляется из печи дымососом 15. Печь работает под разрежением.

Часть воздуха, идущего на горение, по трубе 22 нагнетается вентилятором в полость 21 внутреннего цилиндра, где подогревается до температуры 200°С и по трубам 16 и 5 поступает в горелки верхнего и нижнего ярусов. Часть воздуха по трубе 1 поступает через выгрузочный механизм 2 в зону охлаждения печи и движется вверх в противотоке с опускающейся известью. Нагретый за счет физического тепла извести воздух В из зоны охлаждения переходит во внутреннюю полость цилиндра 19, из которой через полости под мостами 18 инжекторами 7 подается в нижние и верхние камеры горения. Температуру в камерах горения топлива поддерживают на уровне 1350°С.



**Рис. 3.** Схема расположения балок в шахте печи фирмы Fercalx при сжигании в ней природного газа.

Продукты полного горения топлива ПГ-2 при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha=1,6$  поступают из камер горения нижнего яруса в слой материала, движущегося сверху вниз в кольцевом пространстве между цилиндрами, а выходящие из камер верхнего яруса продукты неполного горения топлива, образующиеся при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha=0,5-0,6$ , движутся в противотоке с материалом. При этом поступающие в кольцевой слой продукты неполного горения топлива ( $CO$  и  $H_2$ ) догорают в слое известняка, развивая температуру 1450–1500°C, что обеспечивает высокую скорость декарбонизации разогретого до температуры 850°C известняка, опускающегося из зоны подогрева. Пережога образующейся на поверхности известняка извести не происходит из-за падения температуры в результате поглощения тепла реакцией декарбонизации и поступления материала из противоточной части зоны обжига в прямооточную с умеренной температурой печных газов.

Таким образом, продукты полного горения топлива ПГ-2, выходящие из камер нижнего яруса, движутся вниз в прямооточной с известью, образовавшейся в середине зоны обжига печи. Так как продукты горения ПГ-2 не содержат горючих элементов, их температура снижается за счет потребления тепла реакции декарбонизации (обжига) опускающегося материала. Следовательно, прямооточная организация движения продуктов горения увеличивает протяженность зоны обжига печи, не вызывая пережога извести из-за умеренной и постепенно падающей температуры печных газов.

В конце зоны обжига печные газы ПГ переходят во внутреннюю полость цилиндра 19, смешиваясь с поступающим сюда воздухом из зоны охлаждения. Образовавшаяся от смешения продуктов горения топлива, декарбонизации известняка и воздуха из зоны охлаждения смесь газов представляет собой рециркуляционные газы с температурой 900°C, которые инжекторами 7 нагнетаются в камерные горелки 17 верхнего яруса, а продукты газификации топлива поступают в подмостиковое пространство кольцевого слоя известняка и движутся в нем в противотоке с материалом.

К положительным сторонам кольцевых печей фирмы «Bekenbach» относятся низкий удельный расход топлива (3767–3977 кДж/кг), достигаемый более полной рекуперацией тепла выходящих из зоны обжига печных газов за счет подогрева первичного воздуха для горелок до 450–460°C и низкой температуры отходящих из печи газов (100–120°C); получение быстрогазющейся полностью обожженной извести (остаточные  $CO_2$  в пределах 0,8–1,5 %); обжиг известняка фракций 30–60 мм, 40–80 мм, 60–150 мм; работа на мазуте, а также на мазуте в сочетании с углем (40–60%). Всего в мире находится в работе несколько десятков этих печей производительностью 200, 300, 500 и 600 т/сут, вырабатывающих известь для сталеплавильного и ферросплавного производств.

К недостаткам шахтных кольцевых печей фирмы «Bekenbach» относятся чрезвычайно высокая стоимость печей, тщательная подготовка известняка с удалением глинистых примесей и мелочи, наличие рабочих и ИТР высокой квалификации (специалистов по КИПиА, компьютерам и весовой технике) из-за использования в

конструкции печи механизмов и оборудования, которые можно приобрести только в Германии, а также применение широкого ассортимента огнеупорных материалов.

В связи с указанными особенностями приобретение шахтных кольцевых печей фирмы «Bekenbach» целесообразно для производства извести в металлургической, химической и содовой промышленности.

Шахтная печь фирмы «Terruzzi Fercalx SPA» состоит из вертикальной прямой футерованной шахты прямоугольного поперечного сечения, скипового загрузочного устройства, двухклапанного механизма загрузки, выгрузочного устройства, двух теплообменных аппаратов для подогрева воздуха, идущего на сжигание топлива в печи, трех вентиляторов для подачи под давлением воздуха, дымососа и двух рукавных фильтров, служащих для очистки печных отходящих газов и запыленного воздуха от пыли перед их удалением в атмосферу. В шахтной печи при помощи расположенных в зоне обжига балочных горелок может сжигаться природный газ, мазут или пылевидный длиннопламенный уголь.

На рис. 3 изображена схема расположения в печи балочных горелок 3, 4, балки 5 для центрального отбора печных газов, двух балок 1 для центрального отбора горячего воздуха. В зоне обжига балочные горелки расположены в два яруса: в конце зоны обжига две горелки и на 2–2,5 м выше еще три. Это позволяет равномерно перекрыть поперечное сечение шахты горящим топливом и образовать в зоне обжига равномерное температурное поле без использования периферийных горелок.

Разработанная фирмой «Fercalx Terruzzi SPA» балочная горелка оригинальной конструкции состоит из стального корпуса с каналами для его охлаждения непрерывно циркулирующим диатермическим маслом и трубами для подачи в печь природного газа и воздуха. Горячий первичный воздух в горелке и топливо выходят в слой материала из отверстий, расположенных в нижней части балки (под полкой), в соотношении  $\alpha = 0,6-0,8$ . При этом хорошо перемешанная горячая смесь сгорает не полностью, поэтому в слое материала возле горелки не развивается слишком высокая температура. Выходящий из отверстий, расположенных в верхней части корпуса балки, горячий вторичный воздух для горения топлива способствует дополнительному его сжиганию. Двигающийся по шахте вверх вторичный воздух заканчивает полное сгорание топлива. Подача первичного и вторичного воздуха в горелку осуществляется регулятором в строго расчетных объемах, что позволяет исключить химический недожог топлива. При этом общий избыток воздуха в печи не зависит от количества поступающего с топливом в печь воздуха, поэтому автоматика режима обжига, поддерживая заданное соотношение топливо–воздух, обеспечивает необходимую длину и объем проникновения в слой материала продуктов горения топлива в соответствии с заданной реактивностью (временем гашения) извести.

Горячий первичный воздух ( $t_v=160-170^\circ C$ ) получают в рекуператоре за счет охлаждения отходящих печных газов от 300–310°C до 175–180°C. Горячий вторичный воздух получают в рекуператоре охлаждением отбираемого из зоны охлаждения печи запыленного воздуха при температуре 400–410°C до температуры на входе в горелку 240–250°C.

Особенностью печи Fercalx является отбор части горячего запыленного воздуха из зоны охлаждения извести, из-за чего ниже горелок в печи создается слабый приток газов и материала. При помощи управления гидравлическим режимом в печи (по специальной программе) на участке шахты между нижним ярусом балочных горелок и балками создается зона томления извести, в которой она находится примерно 6 ч. В зоне томления при температуре материала на уровне нижнего яруса горелок



1100°C и до уровня, где температура материала ниже 900°C, в крупных кусках извести (в сердцевине) продолжается диссоциация  $\text{CaCO}_3$  почти до полного разложения за счет накопленного поверхностными слоями  $\text{CaO}$  тепла. Таким образом, осуществляется дополнительная декарбонизация остаточного  $\text{CaCO}_3$  без затраты топлива.

Отличием печи Fercalx является также система регулирования производительности в зависимости от качества выходящей из печи извести по содержанию в ней остаточной  $\text{CO}_2$ . Это достигается оригинальной системой весового контроля четырех выгружающих известь устройств по специальной программе.

Положительными сторонами шахтных печей Fercalx являются невысокий удельный расход топлива (3760–3800 кДж/кг), достигаемый утилизацией тепла отходящих из печи газов, организацией в зоне обжига полного сжигания топлива, а ниже зоны обжига – томительной зоны; возможность эффективной работы на мазуте и пылевидном твердом топливе, применением автоматического весового контроля загружаемого в печь известняка и выгружаемой извести по специальной программе с использованием результатов для управления режимом обжига известняка в печи; хорошая очистка удаляемых из печи газообразных продуктов от пыли.

Разработанная фирмой «Fercalx Terruzzi SPA» технология обжига известняка с организацией между нижним ярусом ввода топлива в зону обжига и забором горячего воздуха из зоны охлаждения печи в зону томления извести находит применение в новых разработках шахтных газифицированных печей ОАО «Липецкстальпроект» и др. организаций.

В настоящее время в мире эксплуатируется несколько печей фирмы мощностью 200, 300, 400 т/сут. В России построено несколько печей Fercalx проектной производительностью 200 т извести в сутки. Сейчас трудно дать их работе объективную оценку из-за осложнений в поставке сырья, отсутствия обслуживающего персонала по обеспечению должной работы автоматики и программного обеспечения и др.

К недостаткам печей Fercalx следует отнести главным образом изготовление балочных горелок только на заводе в Италии; приобретение охлаждающего масла только в Италии; использование очень сложной, дорогой в эксплуатации системы обеспечения циркуляции масла для охлаждения балочных горелок; опасность возможности попадания масла в зону обжига печи; большую стоимость печного оборудования и высокие эксплуатационные расходы; потребность в специалистах по КИПиА высокой квалификации.

Шахтная печь фирмы «PDC Inc.» включает футерованную вертикальную шахту сложного по высоте профиля круглого поперечного сечения, скиповое загрузочное устройство, двухклапанный механизм загрузки с распределительным устройством, выгрузочное устройство, состоящее из движущейся вперед-назад выгрузочной колосниковой решетки с приводом и бункера извести, герметизация которого осуществляется трехшлюзовым затвором. Печь оснащена двумя вентиляторами, один из которых под давлением подает холодный воздух в зону охлаждения печи, а другой перекачивает поток горячих газов в прямооток с материалом из нижней части зоны обжига в ее высокотемпературную часть. Для отвода из печи по трубам отходящих газов служит дымосос.

Внутренний диаметр шахты по мере опускания материала изменяется следующим образом. В самом начале зоны подогрева материала диаметр уменьшается, через 2,5 м (в конце зоны) увеличивается, через 2,5 м ниже отверстий ввода в печь продуктов сжигания в горелках топлива (в конце зоны максимальных температур) снова сужается и через 3–3,5 м сужается еще. Своей нижней

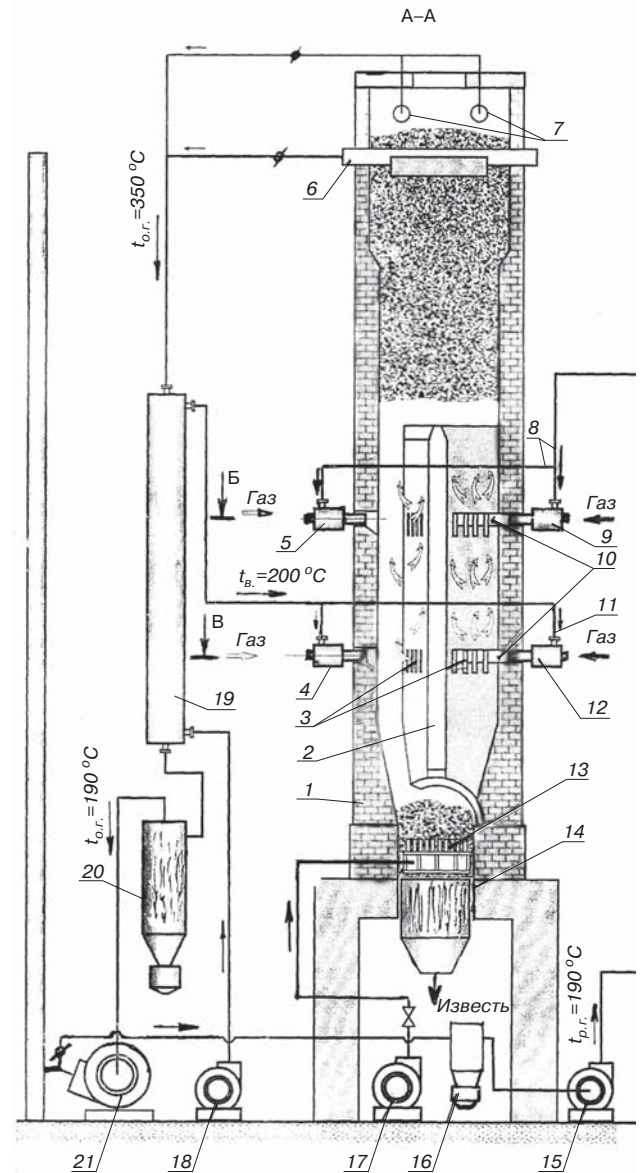
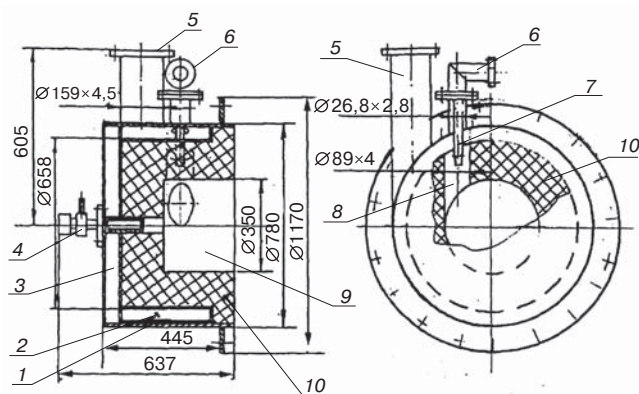


Рис. 4. Шахтная печь конструкции ОАО «Липецкстальпроект»

суженной частью шахты входит в расширенную часть, имеющую внутренний диаметр большего размера. Такая конструкция шахты образует на границе зон обжига и охлаждения печи кольцевой канал, сообщающийся в нижней части с зоной охлаждения печи, а в верхней – посредством отверстий и труб с коллектором рециркуляционных газов.

Печь работает следующим образом. Загруженный через шлюзовый затвор известняк фр. 60–90 мм опускается в зону подогрева в противотоке с газами, которые движутся с высокой скоростью из-за меньшей площади поперечного сечения шахты, что способствует быстрому нагреву материала и интенсивному снижению температуры отходящих из печи газов. Попав в противотоке в расширенную часть зоны подогрева, материал быстро разогревается до температуры 850–900°C и в нем начинается реакция декарбонизации  $\text{CaCO}_3$ . Затем материал опускается в зону максимальных температур печных газов (1250–1300°C). Зона максимальных температур продуктов горения топлива протяженностью 2–2,5 м выше уровня расположенных в один ярус горелок не вызывает пережога образующегося на поверхности кусков известняка  $\text{CaO}$  из-за высокой скорости отвода тепла от поверхности материала внутрь в резуль-



**Рис. 5.** Топочная горелка ВНИИМТ

тате высокой скорости реакции декарбонизации и малого времени пребывания материала в этой зоне.

Непродолжительное пребывание крупных кусков известняка (80–90 мм) в зоне высоких температур газов приводит в неполной декарбонизации сердцевины. Поэтому опустившийся ниже уровня горелок материал содержит значительную массу недожога. Опускаясь в шахте в прямоотке с частью продуктов обжига и горения топлива, температура которых по мере движения вниз по шахте снижается, но достаточно продолжительное время остается на уровне 1100–900°C, известняк продолжает обжигаться. Указанная температура газов способствует завершению декарбонизации крупных кусков материала, но не вызывает быстрого укрупнения кристаллов извести, благодаря чему известь остается высоко-реакционной (быстрогосящейся) на входе в зону ее охлаждения.

Вентилятор отсасывает в коллектор выходящие из зоны обжига печные газы и подогретый в зоне охлаждения воздух, которые, смешиваясь, образуют поток рециркуляционных газов при температуре примерно 600–650°C. Вентилятор подает под давлением рециркуляционные газы в топочные горелки, где они участвуют в полном сжигании топлива с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha=1,04-1,05$ . Полное сжигание топлива с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha=1,04-1,05$  в топках конструкции Л. Придеску позволяет иметь небольшой удельный объем проходящих через зону подогрева газов (как в печах Бекенбаха). Это определяет невысокую температуру отходящих из печи газов, в связи с чем отпадает необходимость в применении теплообменника для снижения их температуры и утилизации тепла.

Таким образом, основным признаком печей конструкции Л. Придеску является специально рассчитанные размеры зон и профиль шахты, обеспечивающие необходимый для полной декарбонизации материала без его пережога оптимальный подвод тепла и увеличенное время обжига при умеренной температуре.

Положительными сторонами шахтных печей фирмы PDC являются низкий удельный расход топлива (3970–4102 кДж/кг извести) при мягком и достаточно полном (остаточное  $CO_2=1-2\%$ ) обжиге крупных фракций известняка (60–90 мм), а также возможность реконструкции действующих типовых шахтных печей с сохранением имеющихся загрузочных и выгрузочных устройств, что существенно дешевле по сравнению с использованием технических решений других зарубежных фирм. Крупным достижением Л. Придеску является сконструированная им топочная горелка, работающая на запыленном потоке рециркуляционных газов с температурой порядка 600°C.

В настоящее время в США, Мексике и Румынии построено несколько печей фирмы «PDC» производительностью 150 и 200 т/сут. Построена недавно одна

печь в России, но так как во время пуска печи из-за перегрева вышел из строя вентилятор, осуществляющий непрерывную циркуляцию газового потока в печи и работу большей части зоны обжига в прямоотке, печь работает с низкими ТЭП.

Отрицательными сторонами шахтных печей фирмы PDC являются в первую очередь использование для рециркуляционного движения запыленных высокотемпературных газов вентилятора, который в таких условиях является ненадежным, точное исполнение кладки печи по чертежам фирмы и обязательное обучение ИТР и обжигальщиков с прохождением практики работы на подобной печи.

Шахтная печь конструкции Л. Придеску в настоящее время является самой дешевой из зарубежных современных печей. Используемая в ней технология отбора из зоны охлаждения всего потока воздуха, идущего на охлаждение извести, приводящая к образованию прямооточной удлиненной зоны обжига, нашла применение в новых разработках шахтных печей, работающих на природном газе, нескольких организаций (ООО НПП «Урал-известь» в Екатеринбурге, ЗАО «Струйные технологии» в Санкт-Петербурге и др.).

**Шахтные газифицированные печи ООО «Липецк-сталпроект».**

Первые проекты реконструкции шахтных печей при переводе их отопления с мазута на природный газ были выполнены институтом в соответствии с технологическим заданием, разработанным Уральским государственным технологическим университетом УГТУ (г. Екатеринбург). Особенностью печей является использование для ввода в зону обжига горючей смеси керамического керна в виде диаметрально расположенной стенки (печи 75–120 т/сут) или двух стенок, расположенных крестом (печи 200 т/сут и крупнее). КERN выполняется из периклаз-хромитового огнеупорного кирпича по специальной технологии, обеспечивающей его высокую механическую прочность при температурах 1500°C и выше применением при кладке СВС-мертеля «фурнон-ЗПХ» или «Гамма-ЗПХ», защищенных патентами.

Устройство и распределение газовых потоков в противоточной печи производительностью 200 т/сут представлены на рис. 4. Печь состоит из футерованной огнеупорной кирпичом шахты 1 диаметром в свету 4,3 м, внутри которой установлен крестообразный керамический кERN 2, занимающий по высоте примерно половину зоны обжига. В кERне устроены каналы 10 с окнами 3 для выхода продуктов горения топлива в слой обжигаемого материала по обе стороны каждой из четырех стенок керна. Каналы расположены в два яруса по высоте керна с расстоянием 2 м. На входе в каждый канал 10 установлены топочные горелки 9, 12 мощностью по 0,6 МВт. В кладке шахты в два яруса по высоте установлены периферийные топочные горелки 3, 5 мощностью по 0,3 МВт каждая. На верхнем ярусе установлено 12 горелок, из которых четыре кERNовые; на нижнем ярусе 8 горелок, из которых четыре кERNовые.

Топочная горелка конструкции ВНИИМТ (Екатеринбург) состоит из цилиндрического теплоизолированного корпуса 1 (рис. 5), внутри которого соосно размещен керамический цилиндр 10 с камерой смешения 9, патрубков 5 и 6 для ввода в камеру смешения газов и топлива, горелочной трубы 7 с соплом и запального устройства 4. Смешение потоков происходит в полости камеры смешения 9, а воспламенение горючей смеси — на ее стенке. Сжигание основной массы топлива осуществляется в камере сгорания печи (в канале керна или кладке) на длине 1,3 м. Горение протекает устойчиво, без пульсаций и шума. При неполном сжигании топлива ( $\alpha=0,5-0,7$ ) на выходе из топочной горелки образует-



ся высокотемпературный полуугаз, содержащий 8,5–9,5% CO; 8–10% H<sub>2</sub>; 0,85–1,0% CH<sub>4</sub>. При полном сжигании топлива ( $\alpha=1,05$  и более) в продуктах горения горючие элементы полностью отсутствуют. Поэтому использование топочных горелок вместо диффузионных сопровождается сжиганием природного газа без химического недожога.

Печь оборудована скиповым загрузочным устройством с двухклапанным механизмом загрузки, в котором верхний клапан – это крышка приемного бункера сырья. Крышка при закрытом нижнем клапане открывается ковшом скипового подъемника, а закрывается под действием своей массы.

Печь работает под разрежением. Печные газы дымососом 21 отбираются по оси шахты из-под слоя материала устройством 6 и одновременно по периферии шахты через два отверстия 7 в корпусе. Соотношение центрального и периферийного отбора печных газов подбирается при наладке режима. Перед выбросом через дымовую трубу в атмосферу печные газы охлаждаются в теплообменнике 19 с 350–380°C до 140–160°C и очищаются от пыли сухим способом в пылеулавливателе 20 типа ВЗП конструкции ОАО «Энергомаш». Известь из зоны охлаждения печи колосниковой решеткой 13 выгружается в бункер 14. Воздух для охлаждения извести нагнетается вентилятором 17 под колосниковую решетку 13. Лучшие результаты охлаждения извести получаются при осевом вводе воздуха через конус. Вентилятор 18 продувает холодный воздух через теплообменник 19, где он нагревается до температуры 180–200°C и поступает в топочные горелки 4 и 12 нижнего яруса. Отбираемые после дымососа вентилятором 15 печные (рециркуляционные) газы поступают при температуре 140–150°C в топочные горелки 5 и 9 верхнего яруса.

Печь работает следующим образом. Загруженный в шахту известняк фр. 40–80 мм нагревается в зоне подогрева до температуры 850–900°C в противотоке с поднимающимися из зоны обжига газами. Опускаясь, известняк на уровне 1–1,5 м выше окон в керне и периферийных горелок верхнего яруса обтекается потоком печных газов с температурой 1350–1400°C. Это происходит потому, что в слое материала на 1–1,5 м выше горелок заканчивается выгорание горючих компонентов топлива. Несмотря на высокую температуру газового потока, ускоряющую декарбонизацию материала, пережога CaO не происходит по причине умеренной температуры поверхности кусков из-за интенсивного отвода тепла реакцией диссоциации.

Продолжая опускаться, материал ниже уровня верхнего яруса горелок омывается потоком газов с температурой 1100–1150°C, при которой декарбонизация известняка замедляется не только за счет снижения температуры, но и за счет увеличения слоя CaO на поверхности крупных кусков. Поэтому на уровне нижнего яруса горелок степень обжига известняка составляет 90–92% (при достаточно чистом известняке это соответствует содержанию активных CaO+MgO примерно 80–85%).

Ниже нижнего яруса горелок куски извести обтекаются разогретым до 850–900°C воздухом, поднимающимся из зоны охлаждения, и температура их поверхности постепенно снижается до 900°C, что вызывает резкое замедление декарбонизации извести, а при охлаждении до 850°C – к ее прекращению. В результате ППП крупных кусков извести составляют 4–5%, а активность извести в общей массе достигает 90–92%.

Положительными сторонами шахтных печей ОАО «Липецкстальпроект» являются использование достаточно простых, сравнительно недорогих и широко известных конструкций загрузочных и выгрузочных устройств, шахты, бункеров, эффективных огнеупорных и теплоизоляционных материалов, серийно выпускаемого тягодутьевого оборудования с электроприводом на частотных преобразователях переменного тока, минимально необходимых КИПиА.

Наиболее дешевыми являются проекты реконструкции действующих шахтных печей с круглым и шелевидным поперечным сечением шахты и недостигнутой проектной производительностью 150–200 т/сут. Так, при реконструкции трех шахтных печей Николаевского глиноземного завода (Украина) с переводом их с мазута на природный газ по проекту ОАО «Липецкстальпроект» производительность печей выросла со 150 т в сутки извести с содержанием активных CaO+MgO в пределах 85–88% при расходе условного топлива 214–215 кг/т извести до 200 т в сутки извести активностью 92% при расходе условного топлива 125 кг/т извести [4].

Эксплуатация керамического керна в течение шести лет на этих и других реконструированных печах, например в Узбекистане, показала его надежную работу и сравнительно быструю окупаемость (1,5–2 г.).

Таким образом, в настоящее время разработанные ОАО «Липецкстальпроект» проекты и отдельные элементы оборудования шахтных печей обеспечивают реконструкцию действующих печей и строительство новых с технико-экономическими показателями, близкими к ТЭП лучших зарубежных фирм, но с существенно меньшими материальными затратами при строительстве и эксплуатации.

#### Список литературы

1. *Монастырев А.В., Александров А.В.* Печи для производства извести. Справочник. М.: Металлургия, 1979. 233 с.
2. *Монастырев А.В.* Основные направления технического прогресса при производстве извести в СССР и за рубежом. М.: ВНИИЭСМ. Сер. 8. Промышленность силикатных стеновых материалов и местных вяжущих. Обзор. Вып. 1. 1989. 93 с.
3. *Predescu L.* Lime production: the vertical process // Pit & Quarry. 1988. Vol. 81. № 6. P.34, 35
4. *Конев В.А., Мамаев А.И. и др.* Совершенствование конструкции шахтных печей для обжига известняка. Международный конгресс «Печетрубостроение». М., 2006. С. 251–253.

## Стройматериалы

Готовится к переизданию учебное пособие для вузов «Химическая технология керамики» под ред. Проф. И.Я. Гузмана.

Пособие рассчитано на студентов вузов, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», а также будет полезно специалистам, работающим в области керамики и огнеупоров.

**Заявки направлять:**

**по тел./факсу: (495) 976-22-08, 976-20-36**

**по e-mail: mail@rifsm.ru, rifsm@mail.ru**

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



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

**ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА**

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

автоматическая обработка измерений  
 диапазон 3...100 МПа



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

поверхностное и сквозное прозвучивание  
 частота 60...70 кГц  
 диапазон 10...2000 мкс



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

отрыв со скалыванием и скалывание ребра  
 предельное усилие 60 кН  
 диапазон 5...100 МПа



**ПОС-2МГ4 П**

испытание прочности ячеистых бетонов  
 предельное усилие вырыва 2,5 кН



**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



**ПСО-10МГ4 КЛ**

испытание прочности сцепления в каменной кладке  
 предельное усилие отрыва 15 кН



**ДИНАМОМЕТРЫ**

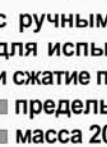
**ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4**  
 эталонные

сжатия / растяжения  
 предельная нагрузка 1...1000 кН



**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



**АДГЕЗИМЕТРЫ**

**ПСО-МГ4**

испытание прочности сцепления покрытия с основанием  
 предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

**ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"**

стационарный и зондовый режимы  
 диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К



**АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ**

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

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



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

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ**

**ИТП-МГ4.03 "Поток"**

3...5, 10 и 100-канальные регистраторы  
 диапазон 10...999 Вт/м²  
 -40...+70 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ**

**ВЛАГОМЕР-МГ4**

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



**ТЕРМОМЕТРЫ**

**ТМР-МГ4**

модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер  
 до 20 модулей в комплекте  
 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 ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

**ИПА-МГ4**

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



**ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01**

зондовые / контактные 1...2-канальные  
 диапазон -40...+250 °С



**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.



Нам 15 лет!



www.mosbuild.com

Главная выставка года  
31 марта - 3 апреля 2009

**MosBuild**

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

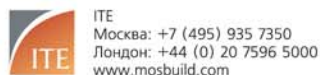
**building materials & equipment**

**Строительные материалы и оборудование**

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

В рамках выставки – консультации по проектированию и строительству загородных домов от ИД «Красивые Дома». Получить дополнительную информацию Вы можете на официальном сайте выставки [www.mosbuild.com](http://www.mosbuild.com).

Организаторы:



Информационная поддержка:



При содействии:



## **Комплексная программа поставки оборудования для производства силикатных изделий от одного производителя**



**Рис. 1.** Пресс HDP 1200 Jumbo для производства крупноформатных элементов



**Рис. 2.** Загрузка запарочных тележек автомат-укладчиком осуществляется в соответствии с заданными параметрами системы управления пресса. Основным критерием является оптимальное использование автоклавов. Захватные пластины приспособлены для работы с различными видами продукции от мелкоштучных изделий до крупноформатных элементов

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

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

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

### **Технология прессования**

Формование силикатных изделий осуществляется в прессе за счет уплотнения до необходимого размера уложенной в форму силикатной массы при помощи двух штампов с заданным усилием. Для результатов процесса уплотнения важна уплотняемость силикатной массы в зависимости от набора давления и от величины конечной силы прессования. При использовании мелкозернистого сырьевого материала дополнительную роль может играть также время удержания заданного давления.

Производственная программа Маза-Дорстенер располагает широким спектром электронно-управляемых гидравлических прессов с двусторонним уплотнением, которые могут быть настроены в точном соответствии с имеющимися в наличии сырьевыми материалами. Благодаря легкой настройке параметров пресса до оптимального значения возможно производство изделий высочайшего качества.

Широкий спектр прессов системы Маза-Дорстенер – DOR 400, DOR 600, HDP 800, 800 Jumbo, HDP 1200, 1200 Jumbo способен удовлетворить любые производственные требования, позволяя производить в зависимости от экономической эффективности как изделия минимальных размеров, так и крупноформатные элементы (1000×650×365 мм) (рис. 1).

Все прессы могут оснащаться разнообразными свободно программируемыми автоматами-укладчиками, с помощью которых осуществляется загрузка запарочных тележек (рис. 2).

На установках Маза-Дорстенер при производстве стеновых элементов высокой точности возможно также использование альтернативных сырьевых материалов, например золы-уноса.

### **Надежная технология производства прессов**

Отличительными признаками надежной технологии производства прессов Маза-Дорстенер являются:

- современная электрогидравлическая система прессования, позволяющая производить продукцию всех форматов длиной до 1000 мм с максимальной экономической эффективностью (рис. 3);
- двустороннее уплотнение, позволяющее добиться равномерной плотности изделий по всей высоте в процессе формования;
- корректировка параметров прессования за счет устройства измерения высоты для контроля качества изделий;
- возможность формования специфических поверхностей, например фасок и выемок под захваты, пазогребневых соединений и технологических каналов или пустот.



### Изготовление фигурных силикатных элементов

Возросший в последние годы спрос на крупноформатные изделия длиной 1000 мм и высотой 650 мм заставляет заводы включать в свою производственную программу так называемые фигурные (доборные) элементы. Таким образом, на стройплощадку поступает полный набор изделий в точном соответствии с архитектурными требованиями строящегося здания, с угловыми стыками, наклонными срезами и пазами, что снижает как трудозатраты, так и время строительства объектов. Учитывая, что стена более чем на 70% состоит из фигурных элементов, сложно переоценить значение возможности производства таких изделий.

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

#### Пресс Dorsa 2000

Является основой производства фигурных силикатных элементов — направления, развивающегося параллельно производству стандартных силикатных изделий на обычных прессах. Запарочные тележки, транспортные группы и автоклавы могут использоваться одновременно в обеих производственных системах. Фигурные элементы при сравнимых производственных затратах получают без отходов, как дополнительный объем продукции.

Автоматическая установка для производства фигурных элементов Dorsa 2000 была разработана и включена в обширную номенклатуру оборудования для индустрии силикатных изделий Маза-Дорстенер по результатам тесного сотрудничества с клиентами. Таким образом, впервые в истории производства силикатных материалов стало возможным резать и укладывать свежесформованные изделия до запаривания.

Установка Dorsa 2000 состоит из специализированного пресса, оснащенного оборудованием для автоматической резки и перестановки изделий (рис. 4).

Существенные преимущества новой экологически чистой технологии по сравнению с ее классической вариацией:

- существенное снижение расходов за счет отсутствия отходов резки;
- изготовление фигурных элементов в точном соответствии с заказом;
- на запарочной тележке для отправки в автоклавы устанавливаются только те изделия, которые необходимы конечному потребителю (рис. 5);
- обратная подача и повторное использование отходов материала после резки;
- отсутствие дополнительных затрат на установку последующего дробления.

Универсальные программы управления позволяют варьировать спектр производимых фигурных элементов с размерами до 1250×650×365 мм в зависимости от проектного плана, предоставляемого вместе с заказом.

Внедрение автоматической линии по изготовлению фигурных элементов Dorsa 2000 в технологию силикатного производства — это возможность работать с технологиями будущего уже сегодня.

#### Линии резки

Линии резки силикатных изделий марки Маза-Дорстенер отвечают высочайшим качественным требованиям в области автоматизации, методологии захвата изделий, минимизирования отходов, экономической эффективности. Резательные установки позволяют осуществлять все типы реза и компоновки фигурных элементов, такие как: торцевой, по высоте, фронтальный и под углом (рис. 6, 7). Благодаря внедрению системы накопительных столов и наличию установок последующей резки количество отходов производства сокращается до минимума.

При помощи входного интерфейса осуществляется перенос развертки стен с параметрами отдельных элементов в систему управления линией резки. Применяемое программное обеспечение производственного процесса с модулями группировки элементов, управления линией резки, планирования позволяет оптимизировать эксплуатацию оборудования.

Группировка элементов является основой для определения типов фигурных элементов и их компоновки на плане стены, а также критерием минимизации отходов и использования линии резки с максимальным КПД. Основной группировки элементов является внедрение соответствующего нелинейного метода оптимизации для распределения изделий по элементам и поддонам. Метод разработан с учетом специфических возможностей линий



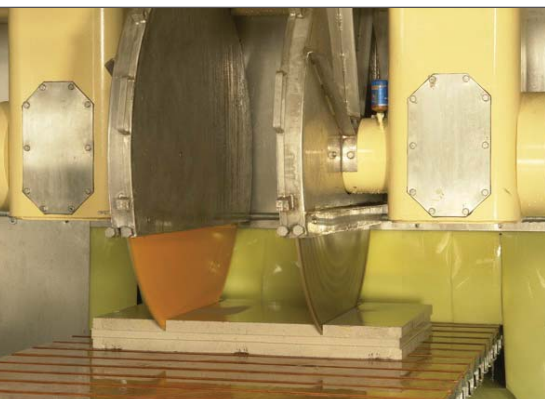
Рис. 3. Обслуживание пресса осуществляется посредством многофункциональной панели управления, на которой наглядно отображаются все важные параметры процесса уплотнения изделий. Смена формата может быть осуществлена в короткие сроки посредством вызова из памяти предварительно сохраненных параметров, относящихся к определенному типу продукции. Путем несложной операции можно переключить систему визуализации на язык страны эксплуатации, например на русский



Рис. 4. Пресс Dorsa 2000 с двумя линиями резки для производства фигурных элементов. После прессования автоматическое приемное устройство снимает «сырое» силикатное изделие и переставляет его на транспортер подачи к линии резки, чтобы на выходе получить желаемый формат элемента



**Рис. 5.** Автомат-компоновщик после линии резки устанавливает фигурные элементы на запарочную тележку. Посредством сегментно-управляемой вакуумной пластины грейфера возможна аккуратная компоновка изделий различных форматов



**Рис. 6.** Линия резки оснащена регулируемыми независимо друг от друга пилами. Таким образом, из одного элемента можно производить несколько изделий



**Рис. 7.** На линии последующей резки возможно осуществление наклонных резов. Автоматическое устройство съема изделий оснащено вакуумной пластиной, позволяющей поднимать изделия различного формата. Продукция затем упаковывается на деревянных поддонах в соответствии с планируемым способом транспортировки

резки силикатных изделий. В управлении линии резки осуществляется спецификация заказов в режиме согласования с управлением всей установки. Одновременно формируется последовательность исполнения заказов в ходе производственного процесса. Планирование работы линии резки благодаря детализации процесса производства на данном этапе позволяет успешно справляться с заказами различной сложности.

### **Подготовка сырьевых материалов. Смесительные установки**

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

Важными параметрами, определяющими рецептуру смеси, в числе прочего являются:

- свойства песка (фракционный состав, влажность);
- свойства извести (содержание CaO, время гашения);
- стабильность свежесформованных изделий;
- тип продукции (полнотелый или пустотелый блок, облицовочный камень, крупноформатный элемент и др.)

Различные типы песка и извести сортируются и складываются. В зависимости от рецептуры песок, известь и, возможно, добавки перемешиваются в смесителе интенсивного действия. В зависимости от влажности песка добавляется вода. Перед подачей в смеситель все составляющие взвешиваются в точном соответствии с рецептом.

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

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

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

Опыт, накопленный компанией Маза-Хенке Maschinenfabrik ГмбХ на протяжении десятилетий в проектировании смесительных установок для силикатного производства, особенно в части управления и визуализации процессов дозировки и смешивания, гарантирует партнерам фирмы технологически оптимизированное оборудование, обеспечивающее бесспорно наилучшее и постоянное качество силикатных изделий (рис. 8).

Модульная структура программного обеспечения позволяет подстраиваться под специфические требования к сырью и концепцию установки исходя из индивидуальных особенностей. Специальные стандартные технологические узлы для различных приводов, весов, для расчета рецептов, а также для поиска заказа и администрирования формируют базовую основу управления смесительной установкой.

Технология производственных процессов и программное обеспечение марки Маза-Дорстенер для смесительных установок гарантируют:

- постоянное высокое качество смеси, в том числе при колебании влажности песка (рис. 9);
- высокую точность дозирования;
- универсальность последовательности дозирования всех компонентов;
- автоматическую координацию подачи песка и загрузки реакторов;
- взаимодействие с весовыми ячейками;
- графическую картинку для обслуживания и наблюдения с наглядной структурой визуализации;
- удобство управления установкой в любой ситуации за счет расширенных эксплуатационных режимов;
- программу редактирования рецептов для определения рецепта параллельно с производством;
- открытую систему протоколирования, совместимую с программным обеспечением заказчика;
- возможность подключения к системам экономической статистики заказчика.

### **Транспортировка запарочных тележек. Линии упаковки**

Транспортировка запарочных тележек на силикатном заводе осуществляется посредством полностью автоматических трансбордеров, фиксато-



ров, канатных тяг и тактовых шиберов. Пустые тележки подаются к прессам, загружаются свежесформованными изделиями и транспортируются в автоклавы. После процесса автоклавирования изделия подаются на упаковку или на пути разгрузки.

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

Фирма Маза-Хенке, используя бренд Маза-Дорстенер, проектирует и производит комплектные установки для упаковки силикатных изделий. В соответствии с заданной программой изделия снимаются с запорочных тележек и формируются в пакеты как на поддоне, так и без него. Осуществляется вертикальная и горизонтальная обвязка изделий. Также возможна интеграция установки для упаковки в термоусадочную пленку. Складирование продукции организуется в зависимости от местных условий (рис. 10).

**Маза-Дорстенер – международные проекты**

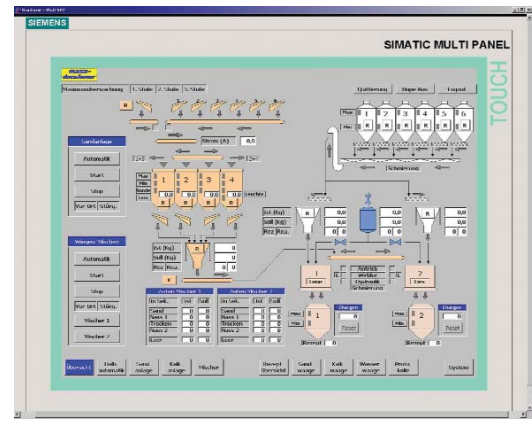
Гидравлические прессы системы Маза-Дорстенер эксплуатируются по всему миру. Наряду с традиционными регионами потребления силикатной продукции, например Нидерландами, Бельгией и Германией, данное оборудование все более широко используется в других странах при производстве высококачественных силикатных изделий. Например, более 360 установок серии HDP 800 и 1200 введено в строй по всему миру. Из них количество прессов формата Jumbo достигает уже 22 штук для модели HDP 800 и 70 штук – для HDP 1200.

**Маза-Дорстенер – проекты в России и странах СНГ**

Уже в 1991 г. в рамках модернизации завода в Саратове было установлено четыре прессы типа HDP 800. На них успешно производятся мелко- и среднеформатные силикатные изделия высокого качества.

В дальнейшем была осуществлена реконструкция предприятий в Белоруссии (Могилев), на Украине (Сумы) и в России (Пенза). В Тюменской области в настоящее время строится самый современный завод по производству силикатных изделий на территории страны. Концепция установки с двумя прессами позволит производить изделия мелкого и среднего форматов. А уже изначально заложенное в проект расширение завода за счет установки прессы типа HDP 1200 Jumbo позволит выпускать крупногабаритные элементы, отвечающие технологиям будущего в сфере силикатного производства.

Еще один крупный проект – строительство силикатного завода Маза-Дорстенер в России (г. Усть-Лабинск Краснодарского края) находится в настоящее время на этапе проектирования.



**Рис. 8.** Панель управления и визуализации процесса современной смесительной установки



**Рис. 9.** Наряду со смесителем интенсивного действия для получения гомогенной силикатной массы особенно важно внедрение второй смесительной установки после реактора гашения извести. В данной установке повторного смешивания непосредственно перед подачей массы в пресс с дальнейшим дозированием воды задается точная влажность прессования. Установка последующего смешивания состоит из устройства разгрузки реактора с целевой подачей материала в двухвальный смеситель



**Рис. 10.** Склад силикатной продукции на фоне смесительной башни. Изделия сортируются по форматам и распределяются по соответствующим зонам для хранения до погрузки

**masa-henke**  
a member of the international Masa group

---

**Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH**  
Osterkamp 2 32457 Porta Westfalica Deutschland  
Тел.: +49 (5731) 680-0 Факс: +49 (5731) 680-183  
info@masa-henke.com www.masa-henke.com

**Маза-Москва**  
Средний Тишинский пер., 28, офис 220  
123557, Москва, Россия  
Тел.: +7 (495) 232-51-27 Факс: +7 (495) 232-51-28  
info@masa.ru www.masa.ru

Н.Е. ИВАНОВА, нач. отдела развития бизнеса и комплексного сопровождения клиентов, ООО «Национальный таможенный брокер» (Москва)

## **Импорт оборудования: специфика таможенного оформления и аутсорсинг ВЭД**

Вне зависимости от негативных экономических изменений, связанных с кризисом мировых биржевых рынков, в Россию, по оценкам экспертов, сохранится мощный инвестиционный поток. Это обусловлено реализацией ряда стратегических государственных проектов, таких как строительство объектов Олимпиады-2014 в Сочи, развитие Юга России, дальнейшее выполнение национальных проектов. В этой ситуации компания «Национальный таможенный брокер» видит большой потенциал в применении своего комплекса таможенных услуг при реализации импортных поставок, в том числе технологического оборудования для производства строительных материалов.

### **Ввоз технологического оборудования с освобождением от таможенных платежей**

Если *новое технологическое оборудование, комплектующие и запасные части к нему ввозятся на территорию России в качестве вклада в уставный капитал организаций с иностранными инвестициями*, то оно подлежит освобождению от уплаты ввозной таможенной пошлины и налога на добавленную стоимость (НДС) при соблюдении ряда условий.

Для освобождения от уплаты ввозной таможенной пошлины:

- технологическое оборудование должно ввозиться на таможенную территорию Российской Федерации в качестве вклада иностранного учредителя в уставный (складочный) капитал;
- технологическое оборудование не должно быть подакцизным;
- технологическое оборудование должно относиться к основным производственным фондам;
- технологическое оборудование должно ввозиться в сроки, установленные учредительными документами для формирования уставного (складочного) капитала.

Для освобождения от уплаты НДС необходимо получить заключение таможи, подтверждающее возможность применения освобождения от обложения НДС ввоза на таможенную территорию РФ технологического оборудования. Данное заключение выдается после прибытия декларирования товаров таможенному органу при условии предоставления следующих документов:

- копии учредительных документов организации согласно ее организационно-правовой форме с внесенными изменениями (в случае, если такие изменения и дополнения вносились), прошедшие государственную регистрацию и заверенные согласно установленному порядку;
- перечень ввозимого оборудования, комплектующих и запасных частей к нему (в случае, если такой перечень не содержится в учредительных документах);
- в установленных случаях отчет независимого оценщика об оценке ввозимого технологического оборудования, комплектующих и запасных частей к нему;

- копия классификационного решения ФТС России (в случае, если такое классификационное решение выдавалось);
- иные документы, имеющие отношение к применению данного освобождения.

Также следует определить код технологического оборудования в соответствии с ТН ВЭД России и проверить его на соответствие кодам, перечисленным в Приложении 1 к Инструкции о порядке применения таможенными органами Российской Федерации НДС в отношении товаров, ввозимых на территорию Российской Федерации, утвержденной приказом ГТК России от 07.02.2001 № 131. Для этого целесообразно получить предварительное решение ФТС России о классификации товара в соответствии с ТН ВЭД России.

При ввозе *бывшего в употреблении технологического оборудования, комплектующих и запасных частей к нему (далее – технологическое оборудование б/у) в качестве вклада в уставный капитал организаций* следует учитывать, что в соответствии с письмом ЦТУ от 14.04.2004 № 21-18/8143 в отношении товаров б/у усилены меры таможенного контроля, а именно контроля таможенной стоимости и фактического контроля.

Руководителям и владельцам предприятий следует помнить, что *получение льгот по уплате таможенных платежей является основанием для проведения таможенной ревизии*, так как в соответствии с подпунктом 1 пункта 1 статьи 151 ТК РФ технологическое оборудование, ввозимое в качестве вклада в уставный (складочный) капитал организации, будет считаться условно выпущенным.

### **Ввоз технологического оборудования без освобождения от таможенных платежей**

При ввозе *нового технологического оборудования* с уплатой таможенных пошлин и НДС в полном объеме не требуется дополнительного времени на получение разрешительных документов ФТС России и Минэкономразвития России, а вероятность проведения таможенной ревизии снижается.

Ввоз *технологического оборудования б/у* осуществляется по той же схеме, что и нового оборудования. Однако в соответствии с письмом ЦТУ от 14.04.2004 № 21-18/8143 в отношении товаров б/у усилены меры контроля таможенной стоимости и фактического контроля.

*Таким образом, ввозить на территорию России технологическое оборудование с уплатой всех таможенных платежей следует лишь в случаях, когда это надо сделать в максимально короткие сроки.*

Помимо вышеизложенного к ввозимому на таможенную территорию Российской Федерации технологическому оборудованию применяются *меры нетарифного регулирования*, например сертификация соответствия. При этом необходимо иметь в виду, что сертификация това-

ров, бывших в употреблении, в Системе сертификации ГОСТ Р не предусмотрена. Основанием для отнесения товаров к данной категории может быть акт таможенного досмотра либо акт, составленный экспертами Торгово-промышленной палаты Российской Федерации.

#### Получение предварительного классификационного решения ФТС России

В настоящее время в связи с отменой импортной пошлины на большую часть оборудования более рекомендуемым вариантом является импорт оборудования с получением Классификационных решений ФТС России.

**Единовременная поставка оборудования.** В соответствии с разделом II Положения о порядке принятия предварительных решений о классификации товара в соответствии с ТН ВЭД и о стране происхождения товара, утвержденного приказом ГТК России от 22.08.2003 № 920, для получения предварительного классификационного решения необходимо направить в ФТС России следующие документы:

1 – письменный запрос по установленной форме о принятии предварительного решения о классификации товара в соответствии с ТН ВЭД;

2 – копия внешнеторгового контракта;

3 – сборочный (монтажный) чертеж (схема) оборудования (технологической линии) с указанием попозиционного расположения функциональных блоков и отдельных компонентов;

4 – описание технологического процесса;

5 – фотографии функциональных блоков и отдельных компонентов.

**Поставка оборудования отдельными компонентами.** В соответствии с разделом II Инструкции о порядке классификации в соответствии с ТН ВЭД, таможенном оформлении и таможенном контроле машин, поставляемых в виде отдельных компонентов, для получения классификационного решения российское юридическое лицо, перемещающее товары (далее – заинтересованное лицо), должно подать письменное заявление в ГУТНР.

Классификационное решение может быть выдано заинтересованному лицу, если внешнеторговый договор заключен от собственного имени и заинтересованное лицо является получателем ввозимых товаров.

Заявление должно содержать следующие сведения:

- общее описание машины, составными элементами которой являются отдельно поставляемые компоненты;
  - причины, ввиду которых не представляется возможным одновременное представление для таможенного оформления всех компонентов;
  - срок, в течение которого будет осуществлена поставка всех отдельных компонентов;
  - наименование таможенного органа, где будет осуществляться таможенное оформление машины и ее отдельных компонентов (далее – контролирующая таможня).
- К заявлению следует приложить заверенные в соответствии с установленным порядком копии следующих документов на русском языке:
- внешнеторговый договор;
  - подробная спецификация машины, оформленная в виде списка товаров установленной формы на бумажном и электронном носителях;
  - описание отдельных компонентов машины, которое позволит однозначно их классифицировать в соответствии с ТН ВЭД, идентифицировать, вести учет по количеству и номенклатуре;
  - сборочный (монтажный) чертеж (схема) машины с указанием попозиционного расположения функциональных блоков и отдельных компонентов;
  - документы, необходимые для определения страны происхождения машины, согласно соответствующим правилам определения страны происхождения товаров.

Данное заявление подается до момента представления к таможенному оформлению первой партии отдельных компонентов машины с учетом сроков принятия ФТС России решения о выдаче классификационного решения – 90 дней в общем случае.

В случае, если декларирование машины будет производиться таможенным брокером, в заявлении указываются номер и дата выдачи лицензии (копии лицензии) на осуществление деятельности в качестве таможенного брокера, а также заверенная в установленном порядке копия договора с таможенным брокером.

#### Аутсорсинг внешнеэкономической деятельности

Строительство крупных объектов, строительство новых производственных предприятий, реконструкция действующих производств приводят к необходимости проведения внешнеэкономических операций, в частности к импортированию технологического оборудования. В этой связи внешнеэкономической деятельностью (ВЭД) начинают заниматься компании, которые ранее не вникали в данную сферу бизнеса, соответственно не имеющие достаточной квалификации и опыта в этой сфере. На помощь может прийти распространенный в настоящее время **аутсорсинг**, то есть делегирование профильной компании определенного вида деятельности. Привлечение к выполнению специфических операций узкоспециализированных компаний позволяют предприятиям, осуществляющим экспортно-импортные операции, избежать проблем с организацией логистической составляющей бизнеса, одновременно повысив его эффективность.

Компания «Национальный таможенный брокер» оказывает клиентам услугу аутсорсинга ВЭД. Ее *главными принципами работы являются внимание к клиенту, своевременное реагирование на любое обращение клиента, индивидуальный, «ювелирный» подход к каждому клиенту и др.* С этой целью в нашей компании практикуется периодический опрос клиентов по вопросам качества предоставляемых услуг, в ходе которого выявляются вопросы, требующие срочной корректировки.

Практика последних лет работы логистического рынка России показывает, что существенно меняются критерии принципов выбора партнера – логистического оператора. Если ранее основным критерием была стоимость предоставляемых услуг, то в настоящее время данный критерий уступил место качеству и профессионализму услуги, стабильности логистического партнера, скорости выполнения и ассортименту услуг.

В России активно развивается прямой импорт, то есть когда во внешнеэкономические отношения вступают отдельные компании, минуя настраечные государственные структуры. Затруднений, неизбежно возникающих при освоении несвойственного компании вида деятельности – внешнеэкономической, можно избежать, выбрав профессионального партнера – логистического оператора в России, специалисты которого имеют профильную профессиональную подготовку, отслеживают изменения законодательства, имеют опыт взаимодействия с таможенными органами. Ведь на своевременную доставку оборудования к месту монтажа может повлиять не только правильность оформления документов, но и пропускная способность таможенного поста или морского порта.

К сожалению, российские производители технологического оборудования для многих видов производства утратили конкурентоспособность или вовсе прекратили его выпуск. Все больше отечественных предприятий вынуждены закупать оборудование у зарубежных производителей, часто с привлечением кредитных ресурсов. Тем важнее оптимизировать проведение закупленного оборудования через таможенные органы и скорейшую его доставку на предприятие.





# Наши идеи не ограничиваются кирпичом.

С момента их выхода на рынок в 1990 году, прессы фирмы LASCO серьезно изменили технологию производства силикатного кирпича. Они позволили достичь новых рубежей качества и рентабельности в производстве силикатных блоков любого размера. Мы, несомненно, добились больших успехов, однако не намерены почивать на лаврах. Перед нами стоят задачи, выходящие за рамки простого производства силикатного кирпича. Нами разработаны технологические решения и концепции для производства кирпича любого размера и стеновых элементов, технологии поточного производства и новые методы резки блоков, а также более рациональные способы перемещения блоков на стройплощадке. У нас с нашими заказчиками одна цель – повышение спроса на силикатный кирпич на рынке стройматериалов.

**LASCO UMFORMTECHNIK  
WERKZEUGMASCHINENFABRIK**



Представительство в России: Anton Ohlert · 1 Шиповский переулок, 20, 8. этаж · 115093 г. Москва  
Тел.: +7-495-9612061 · Факс: +7-495-9612071 · E-Mail: info@ohlert-moscow.ru

LASCO Umformtechnik GmbH Hahnweg 139 · 96450 COBURG GERMANY  
phone + 49 9561 642-0 · fax + 49 9561 642-3 33 · email: lasco@lasco.de web: www.lasco.com

УДК 666.965.2

Р. ШЕЛЕР, руководитель отдела продаж  
компании LASCО Umformtechnik GmbH (Германия)

## Проект завода по производству силикатного кирпича фирмы ЛАСКО

Фирма ЛАСКО является машиностроительным предприятием с давними традициями, которое уже более 135 лет работает в области обработки материалов давлением, создания ковочных молотов и прессов. Эти ноу-хау в 60-х годах были перенесены в производство прессов для силикатного кирпича.

В настоящее время фирма ЛАСКО производит прессы для силикатного кирпича различных размеров с усилием прессования от 3150 кН до 10.000 кН. Электрогидравлический привод позволяет индивидуально управлять верхним и нижним пуансонами, что делает возможным точное двухстороннее прессование силикатной массы в пресс-форме.

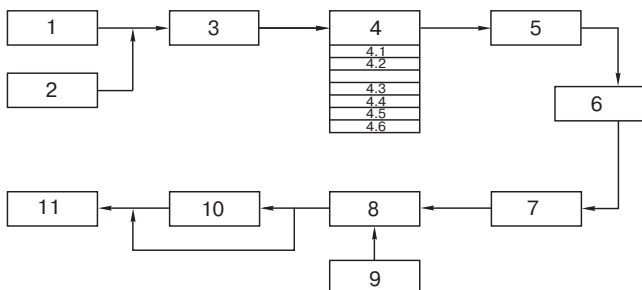
Фирма ЛАСКО имеет также опыт генерального подрячика в сфере строительства комплектных заводов для производства силикатного кирпича, проводит консультации, планирует, проектирует и строит заводы с привязкой к местным условиям и с учетом:

- производительности;
- технологии;
- строительства;
- уровня автоматизации;
- консультаций при выборе исходного материала;
- использования рабочей силы;
- возможного дальнейшего расширения;
- складирования и транспортировки кирпича.

### Общее описание завода по производству силикатного кирпича

Основой настоящего описания силикатного завода является типовая проект, который может быть адаптирован к местным условиям и пожеланиям заказчика по многим критериям. К таким критериям относятся:

- территориальное расположение завода и его частей;
- виды и формы энергоснабжения;
- конструкции технологического потока и обеспечение необходимой рабочей силой;



**Рис. 1.** Схема производственной линии завода силикатного кирпича: 1 – загрузка песка из автотранспорта; 2 – поступление песка другими способами; 3 – силос песка; 4 – зона предварительного смешивания, куда входит бункер суточного запаса песка (4.1.), силос для извести (4.2), весы для песка (4.3), весы для извести (4.4), весы для воды (4.5), смеситель предварительного смешивания (4.6); 5 – реактор; 6 – повторное смешивание; 7 – гидравлический пресс; 8 – автоклав; 9 – парогенератор; 10 – упаковщик; 11 – погрузка

- помощь при выборе сырья;
- использование проектировщиков, строительных и монтажных организаций.

Для составления данного типового проекта исходят из того, что вода, песок, известь и энергия имеются в достаточном количестве; возможности последующего расширения с увеличением производительности и уровня автоматизации учтены еще на стадии концептуальной разработки, при этом остаются возможности для дальнейшей модификации.

**Ограничение проекта.** Настоящий проект рассчитан на изготовление силикатного кирпича согласно DIN 106 по реакторной технологии.

Принцип расположения силикатного завода приведен на рис. 1.

Используемые технические параметры и данные производительности основываются на данных реальной промышленности, который эксплуатируется с 1994 г. и был построен с одним прессом LASCО для производства силикатного кирпича (тип KSP 801) и пятью автоклавами длиной 27,4 м каждый, диаметром 2,2 м. Завод имеет мощность 24 млн кирпичей нормального формата в год при 220 рабочих днях и ежедневной работе 24 ч в сут.

Так как при изменении формата кирпича также изменяется их выход, количество рассчитывается исходя из нормального формата NF.

Например, время работы 220 дней по 24 ч, формат NF – 240×71×115 мм, количество кирпичей в пресс-форме – 2 ряда по 8 шт., цикл формования 12,5 с.

$$\text{Количество кирпичей} = \frac{2 \times 8 \text{ кирпичей} \times 24 \text{ часа} \times 220 \text{ дней}}{12,5 \text{ с} \times d \times a} = 24,3 \text{ млн NF/год}$$

При смене формата изменяется количество кирпичей и выход кирпичей нормального формата в год.

**Таблица 1**

| Размер сита | Остаток, % |          |
|-------------|------------|----------|
|             | хорошо     | годится  |
| 8,000 мм    | 0          | 0        |
| 6,300 мм    | 0          | 0        |
| 3,550 мм    | 0–2        | 0–2      |
| 2,000 мм    | 0–12       | 0–12     |
| 1,120 мм    | 1–37       | 0–37     |
| 0,630 мм    | 15–57      | 0–57     |
| 0,355 мм    | 45–75      | 1–75     |
| 0,200 мм    | 70–87      | 25–90    |
| 0,112 мм    | 87–93      | 65–96    |
| 0,063 мм    | 94–96      | 88–98,5  |
| 0,036 мм    | 97,5–98    | 96,5–100 |

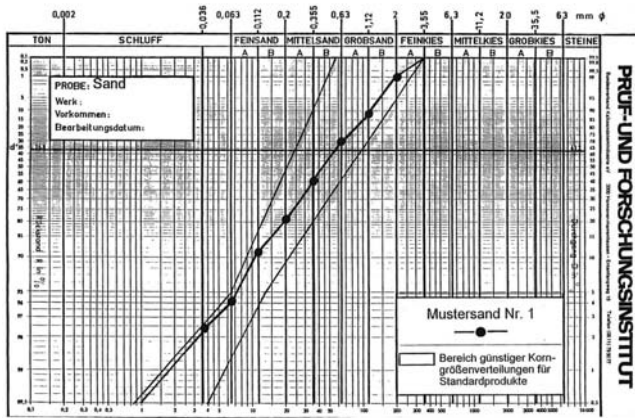


Рис. 2. Кривая рассеивания песка

**Исходные материалы.** Песок для изготовления силикатного кирпича может использоваться почти любой, но все-таки его необходимо корректировать и обрабатывать. Песок должен быть без гумусовых примесей, что достигается путем удаления верхних слоев почвы при добыче или путем мокрой очистки. Содержание  $\text{SiO}_2$  в песке должно быть по возможности более 70%.

По содержанию  $\text{SiO}_2$  песок разделяется на:

- очень хороший — > 95%;
- хороший — 70–95%;
- пригодный — > 30%.

Если содержание ниже указанного, то песок не пригоден для силикатного производства.

Правильное распределение зернистости песка можно определить при помощи кривой рассеивания (рис. 2).

Для определения распределения зернистости рекомендуется метод Научно-исследовательского института Общества производителей силикатного кирпича. Степень измельчения песка представлена в табл. 1.

Распределение массы по фракциям должно находиться в пределах указанного диапазона (рис. 2).

Данная кривая рассеивания демонстрирует наиболее благоприятное распределение зернистости, что является оптимальным вариантом для изготовления кирпича с высокой прочностью при сжатии, высокой средней плотностью и высокой морозостойкостью.

Кривая зернистости имеет высокое материально-техническое значение. Если невозможно достичь желаемую кривую зернистости, то песок необходимо проверить на пригодность. При необходимости желаемое распределение зернистости достигается путем отсеивания нежелательных фракций и добавлением песка другого гранулометрического состава.

Песок во многих случаях может быть загрязнен другими минералами. Также химические отходы (соли, удобрения) могут привести к загрязнению. Наиболее распространенные сопутствующие минералы помимо полевого шпата — слоистые силикаты (глина, каолин, монтмориллонит), известковый шпат, арагонит, окись железа и марганца, пирит. При отверждении эти минералы частично реагируют с известью, что может привести к нежелательным последствиям.

**Известь** должна иметь следующие характеристики:

- жженая до мягкости (<1000°C);
- тонина помола до остатка на сите 0,09 мм < 5 %;
- содержание свободного  $\text{CaO}$  >70 %;
- содержание  $\text{MgO}$  < 1,5 %;
- величина  $T_{U80}$  2–3 мин.

Достаточная мелкозернистость и хорошая текучесть необходимы для равномерности добавления извести в песок. Определенное, неизменное содержание  $\text{CaO}$

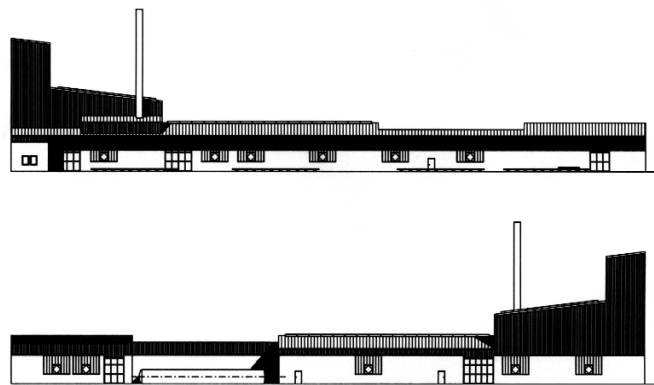


Рис. 3. Производственное здание

имеет большое значение для постоянной влажности прессования и прочности сырца и кирпича. Содержание  $\text{CaO}$  является важной исходной величиной для программы компьютерного управления. Характер гашения извести должен соответствовать условиям, реакция гашения должна происходить в реакторе.

**Вода** необходима для гашения извести. В этом процессе есть три источника воды. Часть воды поступает вместе с песком, но влажность не должна превышать 5–6 % от массы. Также можно использовать конденсат из автоклавов. Если этих источников недостаточно, то вводится вода из системы водоснабжения. Эта вода затворения не должна содержать растворенных солей и органических осадков.

Химический состав воды затворения имеет большое значение. Для построения структуры силикатного кирпича (фаза  $\text{CSH}$ , соединение гидрата кальция-силиката) в автоклаве необходима чистая вода. Поскольку это неосуществимо, особое внимание уделяется содержанию ионов хлора, сульфата, фосфата, нитрата и аммония.

Перед использованием воды или конденсата следует убедиться, что состав воды не вреден для производства. Соответствующие анализы в данном случае необходимы. При использовании конденсата необходимо учитывать, что во время процесса отверждения минералы выделяются из кирпича-сырца, а затем снова с конденсатом попадают в воду затворения.

**Описание процесса.** При выборе места расположения завода необходимо выяснить, будет ли находиться запланированный завод вблизи заказчиков и источников сырья (песка). Не вдаваясь в традиционные коммунальные проблемы или вопросы инфраструктурного характера, нужно отметить, что транспортные расходы могут очень отличаться из-за различных транспортных путей, транспортных средств и условий поставки сырья и продукции.

Песок перед использованием в процессе производства кирпича необходимо просеять для отделения больших камней и других примесей.

**Объем поставок и услуг.** Описание представляет собой объем услуг от планирования и проектирования до реализации завода по производству силикатного кирпича независимо от дальнейших договорных условий и ограничений. В зависимости от места расположения, местных условий отдельные виды работ могут или должны проводиться заказчиком, как, например, проектирование и строительство систем водоснабжения, электроэнергии, сжатого воздуха, газоснабжения, а также вентиляции.

Здания возводятся из оцинкованных стальных несущих конструкций (рис. 3).



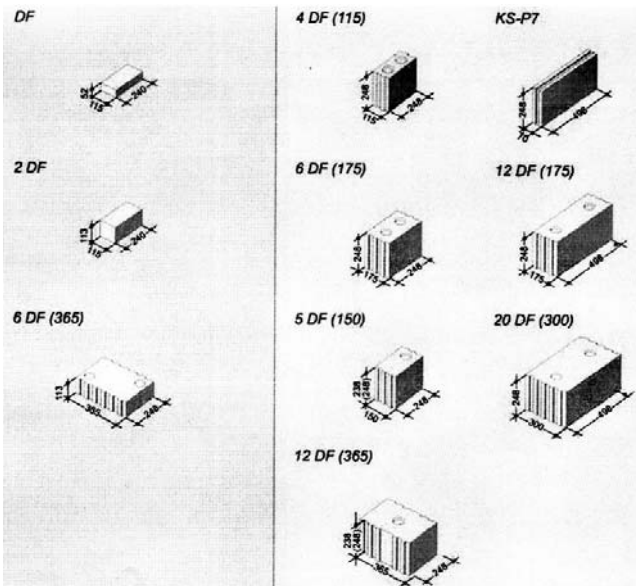


Рис. 4. Форматы кирпича согласно DIN 106

**Спецификация технологического оборудования**

Приведенный перечень основного технического оборудования силикатного завода не претендует на законченность, поскольку должен соответствовать действительным условиям.

- Бункер для загрузки из грузового транспорта
- Ленточный конвейер для отвода от бункера
- Ленточный конвейер между бункером песка и станцией контрольного просеивания
- Станция контрольного просеивания
- Реверсивный ленточный конвейер над силосом песка
- Силос песка с клопфером
- Дозирующий бункер под силосом песка
- Ленточный конвейер между силосом для песка и смесительным отделением
- Распределительное устройство
- Предварительное смешивание
- Силос для извести
- Ленточный транспортер между смесительным отделением и загрузкой реакторов
- Реактор
- Двухвальный смеситель
- Ленточный транспортер между смесителем повторного смешивания и прессом
- Съёмный магнит
- Платформа для пяти тележек
- Платформа для порожних тележек
- Автоклавы
- Перевязочная машина
- Парогенератор
- Компрессор для снабжения воздухом
- Кран
- Пресс для производства силикатного кирпича, тип KSP 801
- Конвейер отвода просыпи

**Форматы кирпичей.** На прессе типа KSP 801 могут прессоваться все виды кирпича согласно DIN 106. Для этих форматов предоставляются соответствующие пресс-формы и вспомогательное оборудование. Для специальных профилей могут изготавливаться специальные пресс-формы. Как правило, форматы кирпича должны находиться в пределах наибольшего и наименьшего размера согласно DIN 106 (рис. 4).

Существуют следующие виды кирпичей:

- полнотельный и пустотный кирпич;
- с отверстиями для захвата и без них.

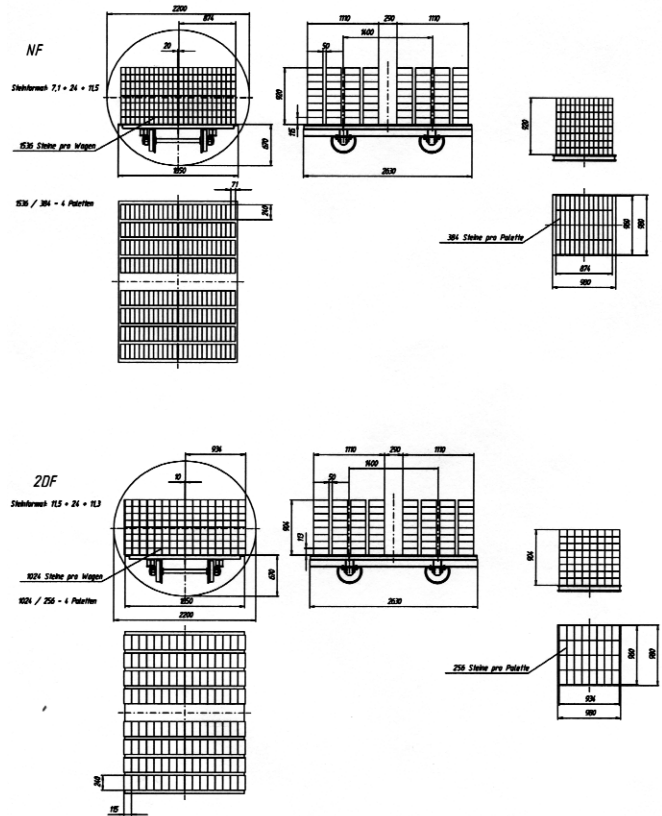


Рис. 5. Картина штабелирования для кирпича различного формата

**Размещение в автоклавах.** Первостепенное значение для размещения в автоклавах имеет формирование штабелей на запарочных тележках (рис. 5). Они определяют степень заполнения автоклавов. Картины штабелирования форматов NF и 2 DF демонстрируют указанную зависимость.

**Сырье и расход энергии.** Настоящий проект рассчитан на годовую производительность 24 млн кирпичей нормального формата NF. За основу берутся 220 рабочих дня по 24 ч в сутки. Отсюда получается средняя плотность кирпича 1,4–2 г/см<sup>3</sup> при удельном расходе извести 7 % от массы песка. Расход сырья представлен в табл. 2.

Таблица 2

| Сырье   | Плотность 1,4 г/см <sup>2</sup> | Плотность 2 г/см <sup>2</sup> |
|---------|---------------------------------|-------------------------------|
| Песок   | ок. 57 кт/г                     | ок. 82 кт/г                   |
| Известь | 4,6 кт/г                        | 6,5 кт/г                      |

Настоящее описание силикатного завода было специально разработано как база для переговоров. Поскольку к формату кирпичей и выходу готовой продукции не предъявлялись конкретные требования, за основу были взяты силикатные кирпичи форматом NF и 2 DF.

Подводя итог, нужно еще раз отметить, что расчет параметров силикатного завода напрямую зависит от выхода готовой продукции, времени работы, разнообразия форматов кирпичей, качества сырья, формы доставки сырья, площади складирования на месте перегрузки, геологических, топографических и метеорологических условий, а также от индивидуальных условий заказчика.

УДК 666.965.2

М. ВАЛЬТЕР, инженер по сбыту, Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG (Германия)

## Подготовка силикатной массы с использованием лучших современных технологий

Фирма Maschinenfabrik Gustav Айрих ГмбХ Ко КГ, расположенная в г. Хардхайм (Германия), уже более ста лет является ведущим производителем смесительной техники. За последние 40 лет фирмой было поставлено по всему миру более 230 смесителей и смесительных установок для производства различных строительных материалов.

В начале 2009 г. в г. Херсон (Украина) планируется запустить в эксплуатацию установку по производству силикатного кирпича. На рис. 1 представлена основная технологическая схема установки.

### Установка для предварительного смешивания

Силикатная масса готовится из природного сырья на установке для предварительного смешивания.

Установка рассчитана на производительность 40 т/ч по силикатной массе при 20 замесах в час.

Основные компоненты: различные фракции песка, известь в качестве вяжущего материала, вода и конденсат из автоклавов.

### Измерение влажности

Определение влажности с помощью зонда измерения влажности в Айрих-смесителе для предварительного смешивания является важной составляющей системы управления установкой. С помощью обработки сигнала влажности может осуществляться:

- дозирование воды из весов в Айрих-смеситель для предварительного смешивания;
- корректировка соотношения вода-известь.

### Пески / добавки

Пески хранятся в силосах и взвешиваются в зависимости от рецептуры на весах для песка. На весы песок подается с помощью разгрузочного устройства.

Добавки загружаются в силос и в зависимости от рецептуры с помощью разгрузочного устройства поступают на весы для песка, где и происходит взвешивание.

Отверстия для разгрузки силосов оснащены запорными клапанами (режим ручной работы).

В установке башенного типа расположены ковшовые весы (3 шт.) для песка или добавок, связующего вещества, а также для воды и конденсата из автоклавов. Песок выгружается в весы самотеком непосредственно в Айрих-смеситель интенсивного действия. На весовом ковше и пере-

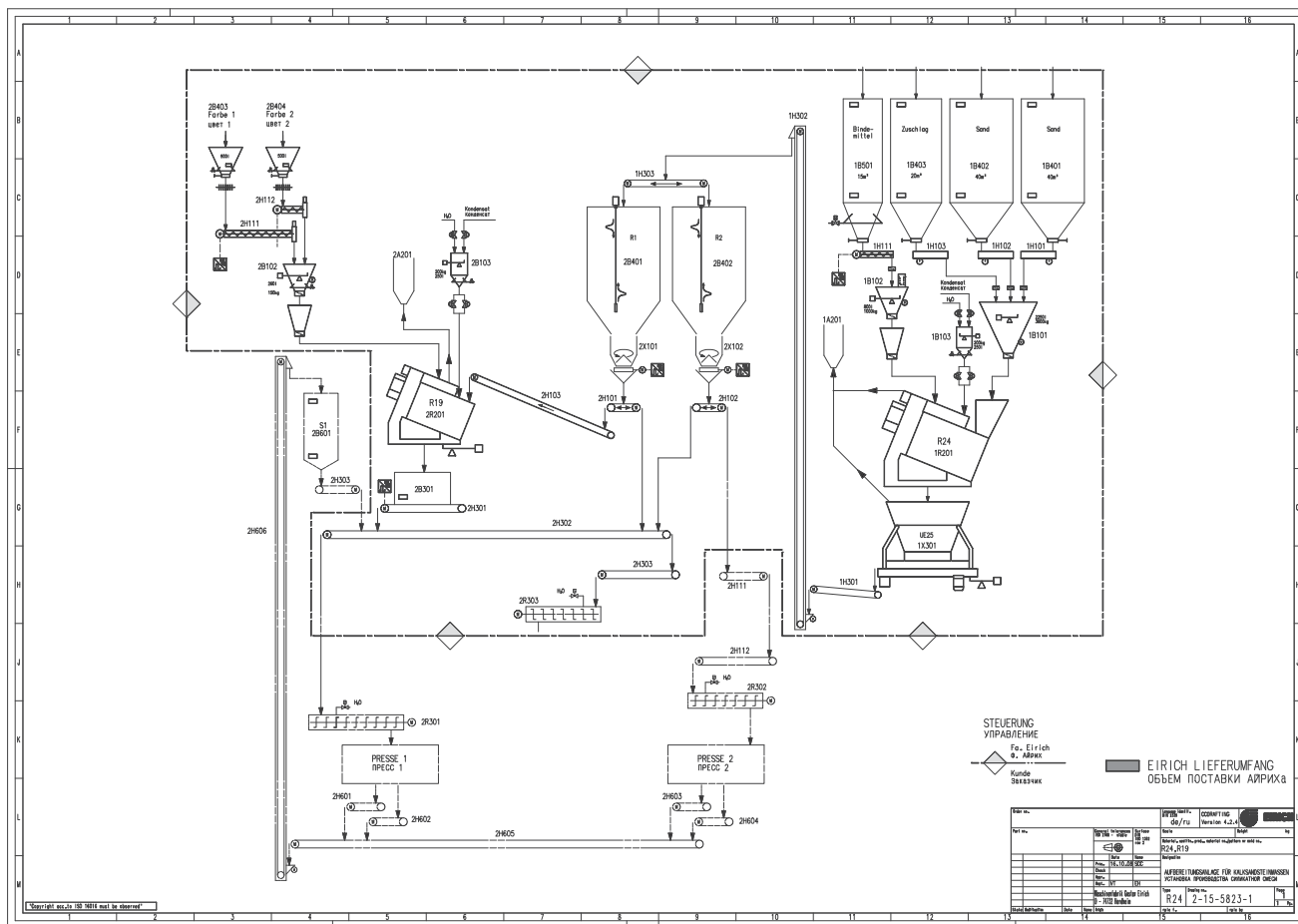


Рис. 1. Технологическая схема установки для подготовки силикатной массы



**Рис. 2.** Смеситель интенсивного действия R24

пуске между весами и смесителем установлен клопфер или встряхиватель.

**Связующее вещество**

Выгрузка из силоса поддерживается за счет конусной аэрации. Разгрузочное отверстие оснащено запирающим клапаном (ручной режим). В качестве перехода между силосом и весами для извести используется дозирующий шнек. Грубое и точное дозирование в весы для извести осуществляется с помощью преобразователя частоты.

**Вода / конденсат автоклавов**

Весы для жидкости оснащены дополнительным клапаном заполнения для свежей воды и конденсата из автоклавов. На основе измеренной в смесителе влажности песка система управления рассчитывает необходимое количество воды (дифференциальное взвешивание).

**Силикатная масса**

Для установки предварительно смешивания используется смеситель интенсивного действия R24 (рис. 2). К смесителю подсоединена экспансионная труба. В нее вытесняется воздух из смесителя при загрузке материалов из весов.

Новый замес начинается с разгрузки весов для песка. Песок сме-



**Рис. 3.** Айрих-смеситель R19

шивается в смесителе, при этом зонд влажности, встроенный в донно-стенной скребок, измеряет влажность песка.

Однородная и увлажненная смесь извести и песка в периодическом режиме поступает в расположенный ниже накопительный резервуар в форме разгрузочного устройства UE 25.

Концевой выключатель уровня минимального наполнения весовой ячейки на опорной раме разгрузочного устройства UE 25 подает сигнал «повторное заполнение», т. е. готовность к следующей разгрузке смесителя. Вращающаяся тарелка разгрузочного устройства загружает прилегающий ленточный транспортер, по которому материал поступает в ковшовый элеватор.

Масса покидает установку башенного типа и в непрерывном режиме подается с помощью транспортировочного шнека в реакторы.

**Установка для последующего смешивания**

В установке для последующего смешивания масса из реакторов гомогенизируется в пресс-массу. Установка рассчитана на 20 т/ч пресс-массы на каждый смеситель для последующего смешивания при 20 замесах в час. Здесь перерабаты-

ваются следующие компоненты: масса из реактора, просыпь, пигменты и вода.

Масса из реактора с помощью ковшового элеватора поступает на конвейер-распределитель и далее в реакторы в зависимости от рецептуры и производительности. Во время нахождения в реакторах обожженная известь реагирует в силикатной массе и превращается в гидроксид кальция с освобождением тепла.

Через разгрузочное устройство в нижней части резервуара масса из реактора поступает на ленточный транспортер и затем подается в Айрих-смеситель R19 (рис. 3) для последующего смешивания, который расположен на весовых ячейках. Над Айрих-смесителем R19 расположена гравиметрическая система дозирования пигментов и гравиметрическая система дозирования воды.

Для окрашивания силикатного кирпича порошкообразные пигменты могут быть смешаны с силикатной массой из реактора. Заполнение обоих приемных бункеров для пигментов осуществляется вручную. Выгрузка из бункеров поддерживается за счет конусной вентиляции. Разгрузочные отверстия оснащены запорными клапанами (ручной режим).

Пигменты из приемных бункеров дозируются с помощью шнеков точного дозирования. В качестве запирающего элемента на выходе из шнека используется вертикально установленная задвижка пневматического действия. Весы для пигментов выгружают пигменты самотеком в Айрих-смеситель.

В Айрих-смесителе для последующего смешивания встроена распределительная труба для корректировки количества загружаемой воды. Влагосодержание пресс-массы определяет оператор пресса. На основе эмпирических данных он определяет время дозирования для подачи воды.

Перепускная воронка с разгрузочным конвейером, установленная под смесителем дополнительного смешивания, принимает пресс-массу. Пресс-масса выгружается из реактора и загружается непрерывно с помощью ленточного транспортера на прессы.

**Смесительная техника для производства высококачественных строительных материалов**

ООО «Айрих Машинентехник»

129343, Москва, ул. Уржумская, д. 4, стр. 2

Тел.: (495) 771-68-80 Факс: (495) 771-68-79

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



К. БОНЕМАНН, президент фирмы WERNHANN (Германия)

## **Известь – силикатный кирпич – автоклавный газобетон: успешный союз в производстве строительных материалов**

Современный рынок строительных материалов значительно расширился и предлагает потребителю самые разнообразные продукты, реагируя таким образом на потребности строительной индустрии. Это ставит производителя традиционных строительных материалов в новые условия: для того чтобы удержать свою долю рынка, необходима диверсификация производства, то есть расширение ассортимента выпускаемой продукции за счет новых строительных материалов и изделий.

Производство силикатного кирпича может быть оптимальным образом дополнено производством автоклавного газобетона, а также обожженной извести. Последняя является одним из основных компонентов и силикатного кирпича, и газобетона. В Германии практически все производители автоклавного газобетона начинали с производства силикатного кирпича и продолжают выпускать оба продукта до настоящего времени.

Силикатный кирпич используется для возведения несущих внутренних стен, а также наружного, облицовочного слоя в облегченной кладке стен в комбинации с газобетонными блоками. Газобетон – это легкий теплоизоляционно-конструкционный строительный материал, который используется для возведения наружных стен, сохраняющих тепло зимой и прохладу летом.

Силикатный кирпич и газобетон делят один и тот же потребительский рынок и прекрасно продаются «в связке», то есть для использования на одном и том же строительном объекте.

Для производства обоих продуктов необходима обожженная известь, производство которой в России пока не налажено должным образом: дефицит обожженной извести стабильно высокого качества почти повсеместно в России препятствует развитию производства высококачественного силикатного кирпича и автоклавного газобетона.

WERNHANN успешно работает на рынке машиностроения уже более 115 лет и предлагает широкий ассортимент оборудования для производства строительных материалов, таких как: газобетонные блоки и плиты, фиброцементные листы, сухие строительные смеси, обожженная известь и силикатный кирпич.

В рамках статьи мы более подробно остановимся на оборудовании для производства извести, силикатного кирпича и газобетона.

### **Оборудование для производства извести**

WERNHANN поставяет оборудование для производства извести высокого качества, так необходимой для производства силикатного кирпича, газобетона и других продуктов.

Идеальной известью для производства силикатного кирпича и гидроксида кальция является известь мягкого и среднего обжига. Данная известь имеет высокую реактивность, что обеспечивает быстрое гашение (время гашения 1–4 мин до достижения 60°C) и сокращает объем и длительность производственного цикла в реакторе (при производстве силикатного кирпича) или в установке гашения (при производстве гидроксида кальция).

Идеальной известью для производства газобетона является известь сильного или среднего обжига. Данная известь имеет низкую реактивность (время гашения 4–12 мин до достижения 60°C), которая способствует равномерному, медленному росту смеси в заливочной форме.

Известь сильного обжига в отличие от извести мягкого обжига имеет низкую удельную поверхность, низкую пористость, более высокую плотность, больший размер кристаллов.

На реактивность извести оказывают влияние такие параметры, как температура обжига (известь сильного обжига производится при более высокой температуре до 1600°C; мягкий обжиг осуществляется при более низких температурах, около 1200°C), продолжительность обработки в печи и химический состав известняка.

Выявлено, что температура обжига оказывает значительно большее влияние на качество, чем продолжительность обработки.

Для получения извести стабильно высокого качества решающими факторами являются:

- равномерный обжиг всей шихты известняка в печи, т. е. равномерное распределение температуры в поперечном сечении печи;
- полное кальцинирование всей шихты известняка;
- сгорание частичек серы (возможно только при высокой температуре).



Рис. 1. Шахтная печь с контролем обжига

Для этих целей возможно использование вращающихся трубчатых печей, однако, при производительности до 300 т/сут такие печи не являются рентабельными по причине значительных инвестиций и высоких эксплуатационных расходов, обусловленных, в первую очередь, большим энергопотреблением.

Идеальной печью для производства извести высокого качества является шахтная печь с контролем обжига. WERNHANN в партнерстве с фирмой RCE поставляет специальные шахтные печи с контролем обжига (рис. 1).

Контроль обжига осуществляется с помощью подвижных трубок – форсунок, глубина подачи которых в печь может регулироваться, а также с помощью регулируемой подачи воздуха и топлива.

Основными преимуществами шахтной печи с контролем обжига для производства извести являются: *оптимальный (незначительный) объем печи* – обеспечивает минимальные затраты на металлоконструкцию и футеровку, а также минимальную площадь размещения и высоту конструкции. Печь может устанавливаться как на самом предприятии, так и вблизи карьера известняка при обжиге известняк теряет примерно 40% своего веса (улетучивается  $CO_2$ ), поэтому транспортировать готовый продукт выгоднее, чем известняк;

- *регулируемая температура обжига* позволяет обжигать «по потребности», производя известь мягкого или сильного обжига;
- *минимальное потребление энергии* (на 30–50% меньше, чем во вращающихся трубчатых печах) за счет использования тепла, образующегося при охлаждении уже обожженной извести. В печи могут использоваться все виды топлива: газ, жидкое или порошкообразное топливо;
- *широкий диапазон размера обжигаемого камня*: возможен обжиг как крупных, так и мелких фракций известняка (10–40 // 20–50 // 30–60 // 40–80 мм, для твердого известняка возможна фракция 10–30 мм).



Рис. 2. Валковая маятниковая мельница

На практике хорошо зарекомендовали себя печи номинальной производительностью 50; 100; 150; 200; 300 т/сут обожженной извести.

Все печи могут эксплуатироваться рентабельно, если их производительность составляет как минимум 50% от номинальной производительности. Это важно при расчете размера печи. Зимой потребление извести обычно значительно сокращается.

Принцип работы шахтной печи:

- а) дробленый известняк подают ковшовым элеватором в приемный бункер, расположенный над верхней частью печи;
- б) в верхней части печи, в зоне предварительного подогрева известняк нагревается поднимающимися вверх печными газами до температуры 800°C, начинается обжиг – кальцинирование наружной поверхности известняка;
- в) известняк оседает в зону обжига, и диссоциация достигает центра камня (с выделением  $CO_2$ );
- г) в зависимости от размера сырья и желаемого качества продукта температура обжига регулируется: трубки-форсунки с радиальным регулированием расположены кольцеобразно и служат для регулировки подачи топлива и воздуха;
- д) известь оседает в зону охлаждения, где охлаждается воздушными струями; воздух прогревается и служит вторичным воздухом для подогрева известняка;
- е) вращающийся разгрузочный стол с регулируемым приводом на дне шахтной печи позволяет регулировать количество выгружаемого материала;
- ж) обожженная известь транспортируется в силос;
- з) помол извести.

Раньше для обжига мела или мелового шлама использовали в основном вращающиеся трубчатые печи. Однако они очень энергоемки и поэтому используются, как правило, только при очень высокой производительности. Предпочтительным является обжиг мела или мелового шлама в шахтных печах: меловой шлам гранулируется в экструдере; гранулы просушиваются отработанным горячим воздухом из шахтной печи; гранулы обжигаются, так же как и известняк.

Этот метод уже многие годы применяется при изготовлении огнеупорного кирпича, применяемого для футеровки печей для металлургической промышленности.

Перед использованием в производстве газобетона, силикатного кирпича, гидрата извести и других продуктов жженая известь должна быть измельчена. WERNHANN поставляет валковые мельницы для эффективного ее помола (рис. 2).

В течение последних 10–20 лет для помола извести в Западной Европе используются валковые мельницы, вытеснившие использовавшиеся до этого шаровые.

Преимуществами валковой мельницы являются помол и просеивание в одной машине, простая настройка и регулировка, простое техобслуживание, прочная конструкция, четкое разделение измельчаемого продукта на фракции, что обеспечивает равномерность помола, незначительное энергопотребление, так как нет тяжелых мелющих тел, которые должны крутиться в барабане, обеспечивая помол.

#### Оборудование для производства силикатного кирпича

WERNHANN поставляет компоненты оборудования для электроуправления смесительной башни (рис. 3), передаточные платформы, автоклавы, электроуправление автоклавами.

Некоторые компоненты оборудования на заводах силикатного кирпича могут быть использованы и для производства газобетона. Это оборудование для загрузки песка, силосы, автоклавы (диаметром от 2 м), электроуправление автоклавами, парогенераторы. Если это



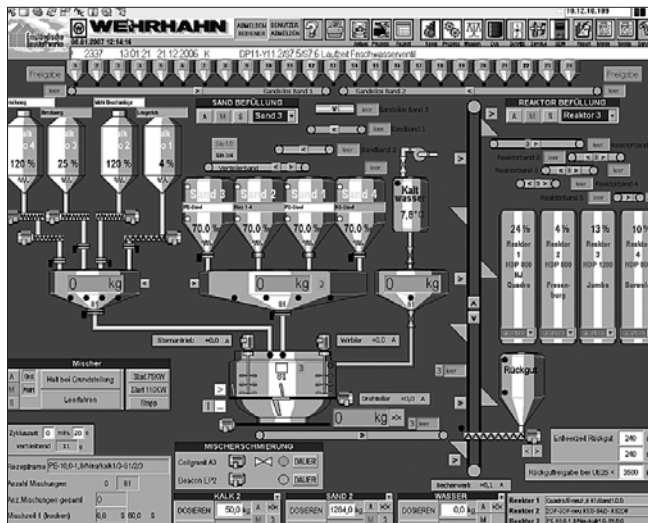


Рис. 3. Электроуправление смесительной башни в производстве силикатного кирпича

оборудование не загружено полностью производством кирпича, его можно использовать и для изготовления газобетона. Имеющиеся здания, краны, инфраструктура также могут использоваться для обоих производств.

WEHRHAHN оказывает квалифицированную поддержку при переоснащении заводов силикатного кирпича для производства газобетона или при расширении производства за счет газобетона.

#### Оборудование для производства автоклавного газобетона

WEHRHAHN разрабатывает технологии и производит оборудование для автоклавного газобетона уже более 35 лет. За это время накоплен очень ценный опыт, позволяющий фирме укреплять позиции лидера на данном рынке и расширять географию своих поставок. В настоящее время установлено уже более 100 заводов по всему миру, из них более 30 в странах СНГ и Балтии. Ведущие европейские производители газобетона, такие как H+H, XELLA, PORIT, работают на линиях WEHRHAHN.

#### Технологические преимущества линий WEHRHAHN:

- *высокий уровень автоматизации производства:* для обслуживания всего производственного процесса необходимо всего лишь от 3 до 5 рабочих в смену;

- *отсутствие технологически обусловленных отходов:* нижний подрезной слой массива удаляется еще до автоклавирования и снова возвращается в производство;
- *модульная система комплектации линий* обеспечивает инвестору максимальную гибкость и дает возможность постепенно наращивать производство, увеличивая производительность линии, повышая уровень ее автоматизации или расширяя ассортимент выпускаемой продукции, например выпуском армированных плит;
- *широкий ассортимент выпускаемой продукции:* на всех линиях WEHRHAHN могут производиться как блоки самых разных размеров, так и армированные плиты.

Технологии WEHRHAHN имеют также целый ряд других преимуществ. Например, резка массива в вертикальном положении обеспечивает максимальную точность резки и профилирования; формы WEHRHAHN полностью раскладываются, это позволяет чистить и смазывать их автоматически и экономит время, смазочные материалы и т. д. Эти и другие особенности производства обеспечивают экономические преимущества для инвестора.

#### Экономические преимущества технологии WEHRHAHN

Технологии WEHRHAHN позволяют производить продукцию самого высокого качества. Так, например, ведущие китайские производители предпочитают промышленные линии WEHRHAHN, несмотря на имеющееся на рынке дешевое оборудование местного производства. Высококачественные газобетонные блоки, произведенные на оборудовании WEHRHAHN, стоят на рынке строительных материалов в два раза дороже, чем блоки, произведенные на дешевом оборудовании местного производства.

Безотходная технология производства WEHRHAHN обеспечивает долгосрочную экономию в размере 4–7% (40–70 м<sup>3</sup> дополнительной продукции в сутки при производительности 1000 м<sup>3</sup>/сут, отсутствие расходов на утилизацию твердых отходов). Более 50 заводов во всем мире наглядно демонстрируют экономические преимущества установки удаления нижнего подрезного слоя.

Технологии WEHRHAHN обеспечивают как высокую экономичность, так и экологичность производства. Так, например, тепло, образующееся в процессе производства на заводах WEHRHAHN, возвращается обратно в цикл производства (обогрев камер предварительного твердения и других корпусов завода), что позволяет экономить энергоресурсы.

**Если Вас заинтересовало содержание этой статьи, просим обращаться на фирму WEHRHAHN за более подробной информацией!**

**К Вашим услугам наши русскоговорящие сотрудники.**



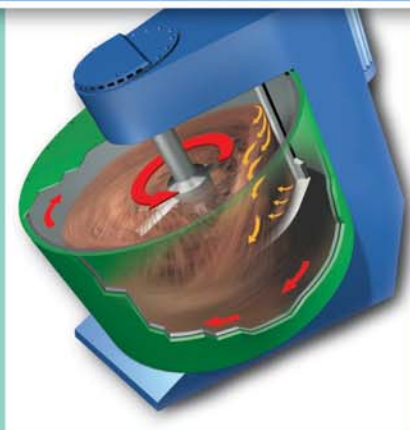
Muehlestrasse 15 . PO Box 1855  
27753 Delmenhorst / Germany  
Tel.: +49 4221 1271 324  
+49 4221 1271 322  
+49 4221 1271 321  
Fax.: +49 4221 1271-80  
mail@wehrhahn.de  
www.wehrhahn.de

Реклама





## Смесительная техника для производства высококачественных строительных материалов



## Бетон – Сухие смеси – Силикатный кирпич

### С уникальной во всем мире системой смешивания

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

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

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

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

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

Реклама



# EIRICH



А.Н. ВОЛОДЧЕНКО, канд. техн. наук, В.С. ЛЕСОВИК, член-корр. РААСН, д-р техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья

В настоящее время получение автоклавных силикатных материалов базируется на традиционной технологии, в которой главным сырьевым компонентом является кварцевый песок. Особую сложность при использовании традиционного сырья вызывает получение высокопустотных изделий вследствие низкой прочности сырца и неоптимальной структуры матрицы.

Для решения этой проблемы необходимы новые технологические приемы, заключающиеся в переходе от традиционных сырьевых составов к композиционному вяжущему на основе нанодисперсного сырья. Такое решение будет способствовать целенаправленному совершенствованию структуры на микро- и макроуровне [1, 2].

Как было показано ранее [2], замена части кварцевого песка в сырьевой смеси равным количеством высококонцентрированной вяжущей суспензии (ВКВС), содержащей нанодисперсный компонент, позволяет повысить прочность, плотность и долговечность силикатных автоклавных материалов. Однако получение ВКВС связано с дополнительными энергозатратами на мокрый помол кварцевого песка.

Однако многие исследователи считают, что нанодисперсные вещества существуют в природе. В частности, к таким природным нанодисперсным веществам могут быть отнесены глинистые минералы [3].

Анализ горных пород различного генезиса позволил установить наличие мощных скоплений глинистых пород незавершенной фазы процессов глинообразования в горнодобывающих регионах России, в частности в Курской магнитной аномалии (КМА). Исследованиями [4] была показана возможность расширения сырьевой базы и снижения энергоемкости производства автоклавных силикатных материалов за счет использования энергии эндогенных и экзогенных геологических процессов при образовании горных пород.

В зону горных работ при открытой разработке железорудных месторождений на территории КМА попали сотни миллионов тонн глинистых пород, характеризующихся незавершенной структурой глинистых минералов и наличием большого количества кремнезема, поверхность которого в различной степени корродирована.

В настоящей работе изучали влияние на свойства силикатных автоклавных материалов парагенезиса кварц — глинистые минералы из отложений незавершенной фазы процессов глинообразования, кинетику взаимодействия основных породообразующих глинистых минералов с гидроксидом кальция в гидротермальных условиях.

Исходные материнские породы разрушились, в результате чего образовались термодинамически неустойчивые соединения, такие как смешанослойные образования, несовершенная гидрослюда,  $Ca^{2+}$ монтмориллонит, неупорядоченный каолинит, тонкодисперсный неокатаный кварц и др. Именно наличие минералов с низкой степенью структурной упорядоченности, непрерывная гранулометрия породы определяют возможность

улучшения свойств силикатных материалов за счет введения их в сырьевую смесь. Эти минералы, являющиеся одним из главных компонентов глинистых пород, практически обладают всеми свойствами природных наноразмерных частиц. За счет высокой дисперсности они оказывают пластифицирующее действие в составе известково-песчаной сырьевой смеси, способствуют уплотнению, повышают прочность сырца. Породообразующие минералы исходного сырья позволяют изменить морфологию кристаллических новообразований и тем самым обеспечить оптимизацию структуры цементирующего соединения и соответственно улучшить физико-механические характеристики автоклавных силикатных материалов.

Тщательное исследование сырья и установленная закономерность соответствия геологических процессов техногенным при производстве строительных материалов с минимальными энергозатратами стала отправной точкой в разработке технологии, позволяющей использовать нетрадиционные для стройиндустрии породы [4].

Проведенными исследованиями установлено, что использование нанодисперсного сырья в составе вяжущего повышает прочность сырца в 3–4 раза, а готового изделия в 1,5–2 раза при пустотности 33–45% и средней плотности 1100–1300 кг/м<sup>3</sup>. Применение высокопустотного силикатного кирпича за счет более низкой теплопроводности и меньшей плотности по сравнению с обычным кирпичом позволит уменьшить толщину стены на 25–30%, а вес 1 м<sup>2</sup> стены не менее чем на 50%.

Производство автоклавных материалов осуществляют по стандартному режиму автоклавирования 1,5+8+1,5 ч при давлении пара 0,8 МПа. Переход на автоклавную обработку по сокращенному режиму изотермической выдержки также является одним из

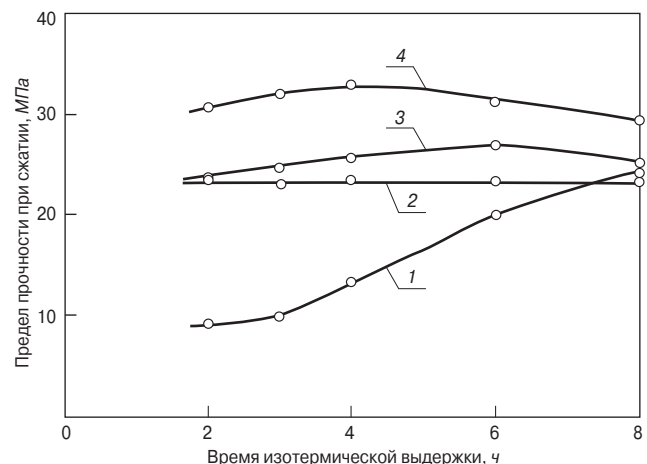


Рис. 1. Предел прочности при сжатии силикатных материалов с содержанием 30 мас. % нанодисперсного сырья в зависимости от времени изотермической выдержки: 1 — известково-песчаные образцы; 2, 3, 4 — образцы с содержанием нанодисперсного глинистого сырья; содержание активной  $CaO$ , мас. %: 1, 4 — 8; 2 — 4; 3 — 6

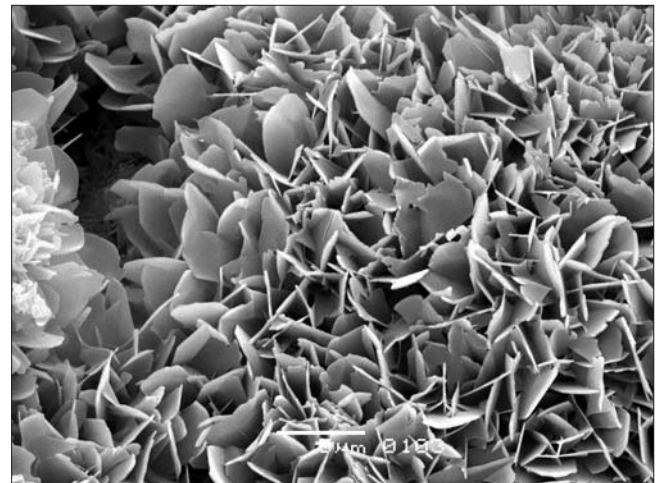


Рис. 2. Микроструктура силикатных образцов: а – известково-песчаные; б – с содержанием нанодисперсного сырья

перспективных путей повышения эффективности производства.

Результаты экспериментов по сокращению длительности изотермической выдержки изделий на основе нанодисперсного глинистого сырья представлены на рис. 1. С увеличением времени изотермической выдержки с 2 до 8 ч прочность известково-песчаных образцов, содержащих 8 мас. % СаО, возрастает (рис. 1). Прочность образцов с содержанием 30 мас. % изучаемого сырья и при активности сырьевой смеси 4 и 6% уже после изотермической выдержки 2 ч достигает максимальной прочности известково-песчаных образцов, а при активности 8% даже ее превышает. С увеличением длительности изотермической выдержки прочность практически не изменяется (рис. 1).

Рост прочности известково-песчаных образцов связан с повышением степени связывания извести и соответственным увеличением количества низкоосновных гидросиликатов кальция. Фазовый состав новообразований в образцах с нанодисперсным сырьем представлен низкоосновными гидросиликатами кальция и гидротригидратами. Гидроксид кальция в отличие от традиционной технологии полностью связывается уже при 2 ч изотермической выдержки. Это указывает на то, что нанодисперсное сырье обладает высокой реакционной способностью и способствует ускорению образования и кристаллизации цементирующего соединения.

На процессы, протекающие при гидротермальной обработке сырьевой смеси, содержащей нанодисперсное сырье, определяющее влияние оказывает тонкодисперсный кварц, а также структура и характер поверхности глинистых минералов. Содержание тонкодисперсного неокатанного кварца, глинистых минералов наноразмерного уровня, в том числе с неупорядоченной структурой, в сырьевой смеси силикатных материалов изменяет морфологию новообразований, ускоряя их формирование и кристаллизацию, за счет чего возможно сокращение длительности автоклавной обработки изделий. На рис. 2 приведены фотографии микроструктуры образцов на основе традиционного (известково-песчаного) сырья (рис. 2, а) и с содержанием нанодисперсного сырья (рис. 2, б). Новообразования известково-песчаных образцов представлены волокнистыми агрегатами, формирующимися из сплошной матрицы, которые можно отнести к тобермориту. В образцах с изучаемой породой формируются сростки кристаллов пластинчатой формы, которые представляют собой более кристаллизованный в сравнении с тоберморитом гиролит.

При взаимодействии гидроксида кальция с глинистыми минералами в условиях автоклавной обра-

ботки ослабляются связи между кремнекислородными тетраэдрами и атомами алюминия в кристаллической решетке глинистого минерала, и как глинозем, так и кремнезем приобретают способность вступать в реакции с гидроксидом кальция. Продуктами реакций являются гидросиликаты переменной основности и гидротригидраты.

Рост прочности силикатных материалов происходит в результате образования более прочной микроструктуры цементирующего вещества за счет увеличения плотности упаковки материала, а также увеличения числа контактов и их прочности между новообразованиями вследствие синтеза крупнокристаллических фаз, которые являются микронаполнителем в субмикроструктурной фазе из низкоосновных гидросиликатов кальция.

Использование нанодисперсного сырья (известково-глинистого вяжущего) изменяет фазовый состав новообразований, его морфологию, за счет чего оптимизируется структура цементирующего соединения. Структура полученных строительных материалов отличается от традиционных практически непрерывной гранулометрией, полиминеральным составом новообразований. Это приводит к увеличению прочности сырья и готовых изделий, повышению морозостойкости и коррозионной стойкости, что соответственно увеличивает долговечность силикатных материалов.

Таким образом, экспериментально доказана возможность получения автоклавных силикатных материалов на основе нанодисперсного сырья, представленного глинистыми породами незавершенной фазы генезиса. При этом снижается материалоемкость и энергоемкость производства изделий за счет экономии топлива и сырьевых компонентов.

#### Список литературы

1. Шаповалов Н.А., Строкова В.В., Череватова А.В. Оптимизация структуры наносистем на примере выскококцентрированной керамической вяжущей суспензии // Строит. материалы. 2006. № 9 / Наука. № 8. С. 16–17.
2. Строкова В.В., Череватова А.В., Нелюбова В.В. Силикатные автоклавные материалы на основе высококонцентрированной вяжущей суспензии // Строит. материалы. 2007. № 10. С. 16–17.
3. Наседкин В.В. Бентонит как природный наноматериал в строительстве // Строит. материалы. 2006. № 9 / Наука. № 8. С. 8–10.
4. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Изд-во АСВ, 2006. 526 с.





# 17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НЕДЕЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА «СТРОЙТЕХ»

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ



Базовая выставка строительной отрасли  
Базовые выставки строительных комплексов стран СНГ

**17–20 ФЕВРАЛЯ  
2009**

Москва,  
КВЦ «Сокольники»

ОРГАНИЗАТОР:

ЗАО «Международная Выставочная Компания»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

НА производителей стальных гнутых профилей,  
Ассоциации производителей трубопроводов  
с ППУ-изоляцией,  
Национальной Ассоциации автоклавного газобетона,  
Ассоциации «Рособои»,  
Союз производителей цемента «Союзцемент»,  
Союз дизайнеров Москвы,  
Союз дизайнеров России

ПОД ПАТРОНАЖЕМ:

Торгово-промышленной палаты РФ,  
Торгово-промышленной палаты Москвы,  
Правительства Москвы

ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:

Тел./факс.: (495) 925-34-97  
E-mail: [stroy@mvk.ru](mailto:stroy@mvk.ru)

## ВЫСТАВКИ:



### СТРОЙТЕХ

Салон ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
Салон СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА  
Салон ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
Салон СЕЙСМОБЕЗОПАСНЫЕ, БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ  
Салон ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ  
Салон МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

[www.stroytekh.ru](http://www.stroytekh.ru)  
E-mail: [stroy@mvk.ru](mailto:stroy@mvk.ru)



### RFI (Кровля и изоляция)

Салон ФАСАДНЫЕ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

[www.roofexpo.ru](http://www.roofexpo.ru)  
E-mail: [stroy@mvk.ru](mailto:stroy@mvk.ru)



### БЕТОНEX (Цемент, бетон)

Салон АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН

[www.betonexpo.ru](http://www.betonexpo.ru)  
E-mail: [stroy@mvk.ru](mailto:stroy@mvk.ru)



### WALLDECO (Отделочные материалы)

[www.walldeco.ru](http://www.walldeco.ru)  
E-mail: [stroy@mvk.ru](mailto:stroy@mvk.ru)

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ:



С.И. ФЕДОРКИН, д-р техн. наук, Н.В. ЛЮБОМИРСКИЙ, канд. техн. наук,  
М.А. ЛУКЬЯНЧЕНКО, канд. техн. наук, Национальная академия природоохранного  
и курортного строительства (г. Симферополь, Республика Крым, Украина)

## Системы на основе извести карбонизационного твердения

Эффективное решение проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды, стоящей перед строительной индустрией на современном этапе, связано как с оптимизацией технологических процессов производства, так и с созданием новых направлений и принципов получения искусственного камня.

Материалом, в котором заложены потенциальные возможности ресурсосбережения как энергетических, так и сырьевых запасов, является воздушная известь. Несмотря на то что воздушная известь является одним из древнейших строительных материалов и неизменно на протяжении тысячелетий находит себе применение, человечество до сих пор не использует в полной мере заложенные в ней возможности. Само название «воздушная известь» указывает на ограничение сферы ее применения. Между тем если бы удалось найти доступные способы управления структурообразованием искусственного камня на основе извести, то можно было бы создать эффективные технологии изготов-

ления строительных материалов и изделий из доступного и относительно малоэнергоемкого продукта, каким является воздушная известь.

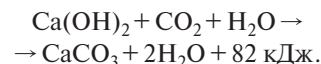
Широкое распространение сырья для приготовления смесей на основе извести позволяет при минимальных затратах денежных средств легко осуществлять повсеместное развитие производства материалов на их основе с твердением изделий без применения сложного автоклавного оборудования.

Обработка известковых систем углекислым газом оказывает существенное влияние на твердение изделий при обычной температуре и давлении и открывает новые перспективы в этой области.

В середине XX столетия искусственную карбонизацию извести и известковых растворов изучали в СССР в Академии коммунального хозяйства (1938–1948 гг.) и в НИИ-стройнефти (1948–1950 гг.) [1]. Подобные работы проводились в США и Израиле в 50-х гг. XX века [2, 3]. Однако отдельные положительные результаты, полученные в лаборатор-

ных и даже в опытных производственных условиях, не привели к массовому производству известковых искусственно карбонизированных изделий. Вероятно, в тот период времени научные успехи в области технологии цемента отвлекли внимание исследователей от малоэнергоемкого вяжущего – извести.

Карбонизация гашеной извести является гетерогенной реакцией, в которой твердая, жидкая и газообразная составляющие участвуют вместе, и описывается следующим общим химическим уравнением:



Карбонизацию извести всегда считали вторичным процессом твердения известковых растворов. При взаимодействии с окружающей средой карбонизация извести протекает очень медленно на протяжении многих столетий. Это связано с низкой концентрацией  $\text{CO}_2$  в воздухе и образованием блокирующей пленки карбоната кальция на поверхности частиц извести.

Из анализа работы предшественников можно сделать вывод, что теоретическая очевидность карбонизации извести с позиций уравнения химической реакции практически труднодостижима, поскольку приходится сталкиваться с множеством факторов, влияющих на протекание процесса, без управления которыми невозможно добиться положительного конечного результата – получения вторичного карбоната кальция. Наиболее существенными технологическими факторами могут быть влажность известкового теста, средняя плотность сформованного образца на основе извести, температура, время карбонизации.

Учитывая, что конечные качественные характеристики искусственного камня на основе извести карбонизационного твердения зависят от вышеобозначенных технологических условий карбонизации, в исследованиях рассмотрены различные технологические варианты управления технологией и структурообразованием получения искусственного камня на основе извести карбонизационного твердения

Таблица 1  
Свойства опытных известковых образцов после формования и карбонизации

| Номер серий образцов | Условия получения опытных образцов |                                      | Свойства опытных образцов |                                      |                                      |  |
|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
|                      | удельное давление прессования, МПа | влажность известкового теста, мас. % | после формования          |                                      | после карбонизации                   |  |
|                      |                                    |                                      | Прочность при сжатии, МПа | Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> | Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> | Среднее содержание $\text{CO}_2$ в образцах, % |
| 1.1                  | 5                                  | 15                                   | 1,1                       | 1015                                 | 1140                                 | 29,8   |
| 1.2                  |                                    | 20                                   | 1,1                       | 1065                                 | 1195                                 | 29,4   |
| 1.3                  |                                    | 25                                   | 1,1                       | 1130                                 | 1205                                 | 29,5   |
| 2.1                  | 10                                 | 15                                   | 1,9                       | 1125                                 | 1275                                 | 30,3   |
| 2.2                  |                                    | 20                                   | 1,9                       | 1190                                 | 1320                                 | 28,3   |
| 2.3                  |                                    | 25                                   | 2,2                       | 1260                                 | 1330                                 | 28,7   |
| 3.1                  | 15                                 | 15                                   | 3                         | 1210                                 | 1370                                 | 30,1   |
| 3.2                  |                                    | 20                                   | 2,6                       | 1275                                 | 1385                                 | 27,8   |
| 3.3                  |                                    | 25                                   | 3                         | 1350                                 | 1395                                 | 25,5   |
| 4.1                  | 20                                 | 15                                   | 3,7                       | 1275                                 | 1445                                 | 28,9   |
| 4.2                  |                                    | 20                                   | 4,1                       | 1345                                 | 1470                                 | 28,1   |
| 4.3                  |                                    | 25                                   | 4,1                       | 1420                                 | 1450                                 | 26,6   |

Таблица 2

Содержание карбоната кальция в середине опытных образцов (по данным ДТА)

| Условия получения образцов           |                                    | Содержание CaCO <sub>3</sub> (%) в образцах, карбонизированных в течение, ч |       |                |       |                |       |
|--------------------------------------|------------------------------------|---|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| влажность известкового теста, мас. % | удельное давление прессования, МПа | 1   |       | 6              |       | 18             |       |
|                                      |                                    | граничный слой  | центр | граничный слой | центр | граничный слой | центр |
| 15                                   | 5                                  | 59  | 64    | 68             | 75    | 77             | 77    |
| 15                                   | 20                                 | 70  | 71    | 80             | 77    | 80             | 75    |
| 25                                   | 5                                  | 73  | 36    | 80             | 75    | 80             | 80    |
| 25                                   | 20                                 | 65  | 10    | 68             | 46    | 71             | 71    |

(табл. 1). Искусственной карбонизации подвергали образцы-цилиндры диаметром 30 мм, полученные прессованием известкового теста с различной влажностью формовочной смеси. Опытные образцы карбонизировали в среде углекислого газа в течение 1–18 ч.

В зависимости от технологических различий получения опытных образцов из известкового теста изменяются конечные свойства карбонизированных образцов (табл. 1). Предел прочности при сжатии (рис. 1) при средней плотности образцов 1140–1470 кг/м<sup>3</sup> достигает 32,5 МПа, коэффициент размягчения составляет 0,7–0,8, что отвечает требованиям водостойкости строительных материалов.

На предел прочности при сжатии карбонизированных образцов кроме удельного давления прессования значительное влияние оказывает формовочная влажность известкового теста и время карбонизации. После карбонизации известковых образцов в течение 1 ч прочность при

сжатии значительно возрастает в сравнении с прочностью образцов после формования в среднем в 4 раза, при этом большей прочностью обладают образцы с меньшей влажностью. Наиболее стремительный рост прочности при сжатии наблюдается при карбонизации образцов в течение 3–6 ч, с увеличением продолжительности обработки опытных образцов углекислым газом до 18 ч прочность возрастает незначительно, причем более активно набирают прочность образцы-цилиндры с большей формовочной влажностью.

Из представленных экспериментальных данных видно, что известковое тесто карбонизируется при определенном показателе влажности. Образцы менее плотной структуры, полученные при удельном давлении прессования 5 МПа, быстро теряют влажность, и прочность их практически не изменяется с увеличением времени карбонизации. Более плотная структура препятствует быстрому удалению влаги из образца, и процесс карбонизации затягивается. Та-

ким образом, можно заключить следующее: карбонизация известкового теста возможна лишь при определенной влажности системы; регулируя влажность, можно управлять карбонизацией извести во времени.

Толщина карбонизированного слоя, определенная на поверхности сколов образцов-цилиндров нанесением фенолфталеина (карбонизированные участки не окрашиваются в фиолетовый цвет), больше у тех образцов, которые были получены при меньшем удельном давлении прессования, т. е. с меньшей средней плотностью (рис. 2, 3). Наибольшее влияние величина карбонизированного слоя оказывает на показатель коэффициента размягчения: с увеличением толщины карбонизированного слоя коэффициент размягчения повышается.

Химические методы исследования и ДТА показали, что содержание вторичного карбоната кальция достаточно высокое в средней части образца (табл. 2), что в некоторой степени опровергает теорию «двойной пленки», предложенную в [2]. Из этой теории следует, что реакция образования карбонатного осадка происходит только в ограниченных пределах на внешней поверхности известкового теста и не может быть реакцией карбонизации всей известковой массы. Содержание карбоната кальция в средней части опытных образцов, по данным ДТА, достигает 80%.

По данным электронной микроскопии и химического анализа, структура полученного путем искусственной карбонизации материала на поверхности состоит из кристаллов вторичного CaCO<sub>3</sub> – кальцита, а

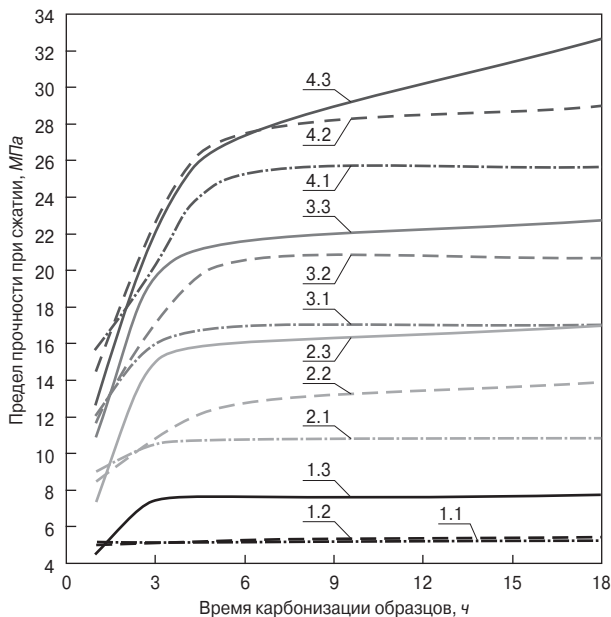


Рис. 1. Изменение предела прочности при сжатии известковых образцов карбонизационного твердения в зависимости от условий их получения. Номера кривых соответствуют номерам серии образцов в табл. 1

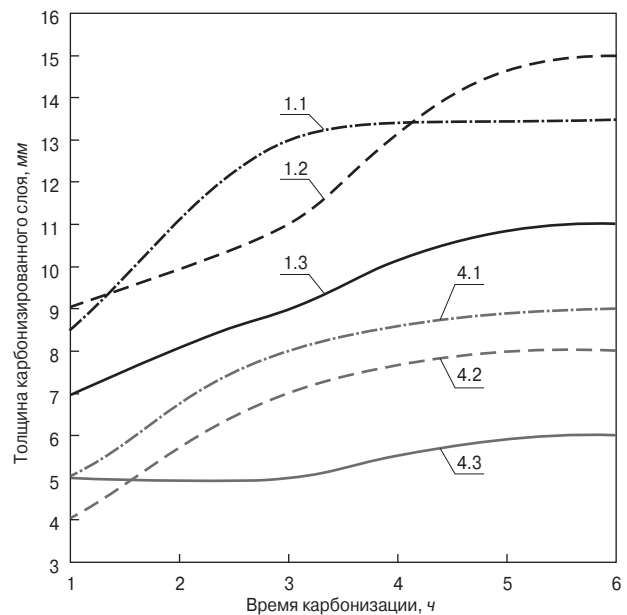


Рис. 2. Изменения толщины карбонизированного слоя опытных образцов. Номера кривых соответствуют номерам серии образцов в табл. 1



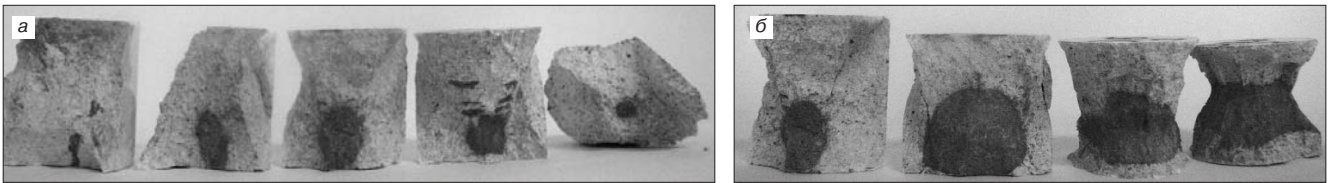


Рис. 3. Изменение толщины карбонизированного слоя известковых образцов в зависимости от формовочной влажности известкового теста (а) и удельного давления прессования (б). Изменение влажности и удельного давления прессования соответственно слева направо: 15; 17,5; 20; 22,5; 25 мас. %; 5; 10; 15; 20 МПа

его внутренняя структура похожа на ту, что присуща гидрату кальция с включениями переходной фазы  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и зерен аморфного карбоната кальция. Карбонизированный слой не отслаивается от недокарбонизировавшейся части образца. Этот факт позволяет предположить, что два разнородных слоя не просто примыкают друг к другу, а между ними существуют контакты прорастания. Химическое сродство карбоната и гидрата кальция обеспечивает прочную связь между ними в промежуточной переходной фазе, содержащей  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , насыщенной центрами кристаллизации  $\text{CaCO}_3$ . Внутри этой переходной фазы образуется будущая структура твердого карбоната, что определяет ее высокую прочность.

Приведенные результаты позволяют предположить, что полученный по технологии карбонизационного твердения известки материал может являться в качестве матричной субстанции для различных композиционных материалов. Наиболее перспективным направлением использования известковой матрицы карбонизационного твердения является ее применение в известково-карбонатных системах. В качестве карбонатного микронаполнителя могут выступать различные побочные продукты камнепиления известняков и доломитов. В пользу известковых наполнителей выступает тот факт, что

известняк является исходным продуктом для получения известки, имеет с известью одинаковую природу происхождения, а также аналогичную структуру вещества с продуктом карбонизации известки — вторичным карбонатом кальция. Все сказанное подводит к мысли, что в результате карбонизации известкового теста новообразующийся  $\text{CaCO}_3$  может срастаться с  $\text{CaCO}_3$  карбонатного наполнителя и в результате давать прочный искусственный камень.

Таким образом, рассмотренные предположения легли в основу организации исследований по созданию технологии получения композиционных материалов на основе известки карбонизационного твердения. Программа исследований включала прессование сырьевой смеси известкового теста с различными массовыми количествами известнякового наполнителя с различной удельной поверхностью. При формовании опытных образцов диаметром 50 мм варьировали влажность сырьевой смеси и удельное давление прессования для получения бездефектных образцов. Полученные образцы карбонизировали в течение 6 ч.

В результате исследований установлено, что при реализации предложенной технологии возможно получить прочный искусственный камень прочностью до 12–20 МПа (рис. 4) при средней плотности

1350–1700 кг/м<sup>3</sup>; коэффициент размягчения опытных образцов составил 0,85–0,9, что достаточно для изготовления различных стеновых строительных изделий, в том числе облицовочной плитки. Максимальный предел прочности при сжатии искусственного известкового карбонатнаполненного камня карбонизационного твердения достигается при доле карбонатного наполнителя 50–60% при удельной поверхности известняка 3500 см<sup>2</sup>/г и 35–40% при удельной поверхности 1500 см<sup>2</sup>/г. Примечателен тот факт, что большие значения прочности показывают образцы с менее дисперсным наполнителем, т. е. нет необходимости в тонком измельчении карбонатного компонента композиционного материала.

Проведенные исследования подтверждают возможность получения на основе известковых систем прочных и водостойких экологически чистых, качественных строительных материалов и изделий путем искусственной карбонизации известкового теста. Результаты исследований могут лечь в основу разработки безотходной ресурсо- и энергосберегающей технологии, работающей по замкнутому циклу: газообразные отходы, которые образуются от сжигания топлива и разложения карбонатного сырья при производстве известки, направляются в технологический процесс в качестве одного из сырьевых компонентов изделий на основе малоэнергоемкого вяжущего — известки.

#### Список литературы

1. Зацепин К.С. Известковые карбонизированные строительные материалы: Сб. материалов московского научно-технического совещания по жилищно-гражданскому строительству, строительным материалам и проектно-исследовательским работам. Том II. М.: Московская правда, 1952. С. 283–290.
2. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. 1956. August. P. 182–186.
3. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. 1956. September. P. 84–90.

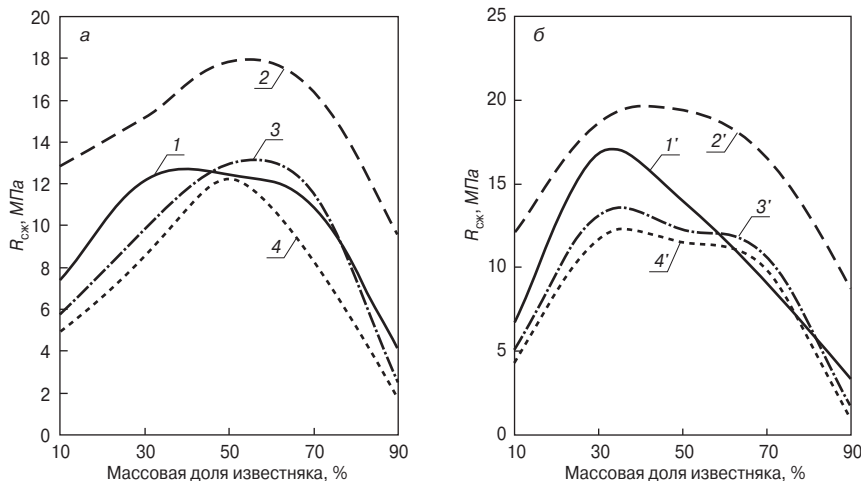


Рис. 4. Зависимости изменения прочности карбонатнаполненных известковых образцов карбонизационного твердения от состава исходной смеси и условий получения опытных образцов: а — удельная поверхность микронаполнителя  $S = 3500 \text{ см}^2/\text{г}$ ; б —  $S = 1500 \text{ см}^2/\text{г}$ ; 1, 1' — удельное давление прессования  $P = 20 \text{ МПа}$ , начальная влажность формовочной смеси  $W = 20\%$ ; 2, 2' —  $P = 20 \text{ МПа}$ ,  $W = 10\%$ ; 3, 3' —  $P = 10 \text{ МПа}$ ,  $W = 20\%$ ; 4, 4' —  $P = 10 \text{ МПа}$ ,  $W = 10\%$

УДК 666.762.2

С.А. АНТИПИНА, канд. техн. наук, В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук,  
Томский политехнический университет

## **Фазовый состав и свойства известково-кремнеземистых вяжущих**

Известково-кремнеземистые вяжущие (ИКВ) составляют отдельную группу минеральных вяжущих веществ, обладающих при обычных условиях твердения незначительными прочностными характеристиками. Однако в композициях с минеральным наполнителем в условиях высокотемпературной тепловлажностной обработки на основе ИКВ формируется прочный силикатный камень, не уступающий, а иногда и превосходящий по прочности цементный камень.

В работе использовался микрокремнезем, который является отходом производства кристаллического кремния и ферросилиция (Новокузнецкий завод ферросплавов), диатомит, относящийся к природным высококремнеземистым сырьевым материалам, представляющим собой рыхлую осадочную породу, образованную преимущественно кремнеземистыми обломками панцирей диатомовых водорослей, главнейшей частью которых являются гидраты кремнезема – опалы ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) (Инзенское месторождение, Ульяновская область), кварцевый песок (Кудровское месторождение, Томская область). В качестве вяжущего

применялась известь (Завод силикатного кирпича, Томская область).

Для кремнеземсодержащего сырья, выполняющего роль химически активного компонента ИКВ, его химический состав и свойства имеют особое значение. Химический состав природных и техногенных кремнеземсодержащих сырьевых материалов приведен в табл. 1.

Комплексные исследования химической активности кремнеземсодержащих сырьевых материалов, характеризующих их реакционную способность в составе ИКВ и силикатных масс, показывают, что диатомитовое сырье имеет стабильно высокие показатели активности, табл. 2.

Таким образом, комплекс свойств, приведенных в табл. 2, может быть рекомендован к использованию в качестве физико-химического критерия для оценки качества и пригодности кремнеземсодержащих природных и техногенных сырьевых материалов как в составе ИКВ, так и в составе силикатных масс.

Определение физико-механических свойств сырьевых материалов, таких как истинная и насыпная плотности, пористость, твердость, прочность, влажность,

**Таблица 1**

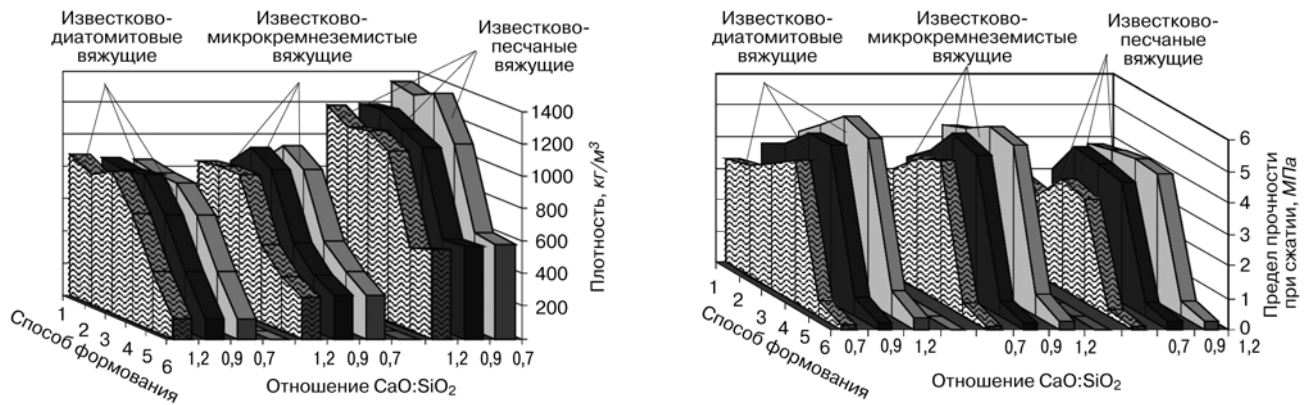
| Материал        | Содержание оксидов, мас. % |                                |                                |      |      |                  |                 |      |
|-----------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-----------------|------|
|                 | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | ППП  |
| Кварцевый песок | 87,88                      | 5,51                           | 1,71                           | 1,73 | 1,24 | –                | –               | 1,93 |
| Диатомит        | 75,19                      | 8,27                           | 3,04                           | 3,08 | 2,47 | 1,2              | 0,55            | 6,2  |
| Микрокремнезем  | 94,2                       | 0,45                           | 0,6                            | 0,35 | 0,3  | 0,68             | –               | 3,42 |

**Таблица 2**

| Вид сырьевого материала | Гидравлическая активность по поглощению извести из насыщенного раствора Ca(OH) <sub>2</sub> , мг/г | Потенциальная реакционная способность, ммоль/л | Пуццолановая активность, % | Гидравлическая активность по поглощению гипса из насыщенного раствора CaSO <sub>4</sub> , мг/г |
|-------------------------|--|--|----------------------------|--|
| Кварцевый песок         | 45   | 1,12   | 3,95                       | 38,5   |
| Диатомит                | 165  | 23,12  | 78                         | 175  |
| Микрокремнезем исходный | 80   | 33,04  | 53,9                       | 70   |

**Таблица 3**

| Сырьевые материалы | Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup> | Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup> |                       | Пористость слоя материала, % |                       | Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г | Естественная влажность, % |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|--|---------------------------|
|                    |                                       | рыхлое состояние                      | уплотненное состояние | рыхлое состояние             | уплотненное состояние |  |                           |
| Кварцевый песок    | 2650                                  | 1520                                  | 1650                  | 42                           | 38                    | 2700                                     | 3,6                       |
| Диатомит           | 2300                                  | 628                                   | 896                   | 72,7                         | 61                    | 3750                                     | 15                        |
| Микрокремнезем     | 2180                                  | 150                                   | 300                   | 82                           | 79                    | 25000–30000                              | 2–3                       |



Зависимость плотности и прочности при сжатии образцов на основе ИКВ от вида кремнеземсодержащего компонента, соотношения CaO : SiO<sub>2</sub>, способов формования и уплотнения изделий (результаты испытаний образцов после ВТВО при 6 ч изотермической выдержке): 1 – прессование; 2 – вибропрессование; 3 – литье (вибрирование); 4 – литье (поризованные воздухововлечением); 5 – литье (газовспучивание); 6 – литье (пеноспучивание)

имеет большое значение не только при организации разработки месторождений сырья, но и при решении технологических задач, связанных с транспортировкой, проектированием емкостей для складирования, переработкой, подготовкой и использованием сырья непосредственно в технологии. Характеристики физико-механических свойств сырьевых материалов, исследуемых в работе, приведены в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что исследуемые сырьевые материалы, находясь в состоянии рабочей дисперсности, способствуют формированию макропористой структуры, и это имеет значение при формировании полуфабриката, выборе способа уплотнения силикатных масс и получения силикатного изделия с прогнозируемыми свойствами.

В работе проводились исследования по подбору сырьевых компонентов и их соотношений в составе ИКВ, обеспечивающих протекание физико-химических процессов образования цементирующих систему гидратных новообразований, с учетом особенностей минерального состава и технологических свойств сырьевых материалов.

Компонентный состав вяжущих рассчитывался с учетом данных активности извести по CaO и валового содержания кремнезема в кварцевом песке, диатомите и микрокремнеземе при различных соотношениях в них CaO : SiO<sub>2</sub>, изменяющимся от 0,7 до 1,2. Стандартные образцы-кубики формовались различными способами, подвергались высокотемпературной тепловлажностной обработке в заводских условиях при температуре 174°C и давлении 0,8 МПа по режиму 2,5–6–2,5 ч и затем определялась их объемная плотность и предел прочности при сжатии (см. рисунок).

Для всех образцов на основе известково-кремнеземистых вяжущих после высокотемпературной тепловлажностной обработки прочность при сжатии зависит от соотношения CaO : SiO<sub>2</sub>, и чем выше степень насыщения вяжущего известью в исследуемых пределах, тем выше прочность образцов.

Наибольшей плотностью (1100–1350 кг/м<sup>3</sup>) характеризуются изделия на основе кварцевого песка, при этом они имеют минимальные значения прочности при сжатии (3–4,2 МПа), обусловленные низкой реакционной способностью кварцевого песка. Рентгенограмма образца на его основе показывает, что в процессе тепловлажностной обработки происходит образование высокоосновных гидросиликатов кальция типа C<sub>2</sub>SH, CSH(II) и имеется β-кварц.

Наиболее прочными 4–5,5 МПа при минимальном значении плотности 650–850 кг/м<sup>3</sup> являются образцы, сформованные из известково-диатомитового вяжущего по

литьевой технологии вибрированием, поризованных воздухововлечением масс и прессованных образцов. При расшифровке рентгенограммы образца на основе известково-диатомитового вяжущего установлено, что кристаллические фазы представлены высокоосновными гидросиликатами кальция C<sub>2</sub>SH, CSH(II) и образуются низкоосновные гидросиликаты кальция CSH (I). По характеру отражений видно, что протекают процессы кристаллизации аморфных составляющих известково-диатомитового и известково-микрокремнеземистого вяжущего.

Результаты исследований показывают, что диатомиты могут быть перспективны для использования в составе силикатных изделий (силикатный кирпич, газо- и пеносиликаты) в качестве компонента известково-кремнеземистого вяжущего.

**жаско**

**КОМПАКТНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ ГРАДИРНИ**

для охлаждения воды в системах оборотного водоснабжения энергопотребляющего оборудования



- ✓ сокращают энергопотребление
- ✓ уменьшают потребление воды
- ✓ снижают себестоимость продукции
- ✓ занимают меньшую площадь по сравнению с другими охладителями
- ✓ корпус градирен - из нержавеющей стали
- ✓ поставка осуществляется модулями полной заводской готовности
- ✓ не требуют специальных строительных работ

ПОСТАВКА, МОНТАЖ, ПУСКОНАЛАДКА, СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

400078 Волгоград, пр. Ленина, 67/1  
(8442) 73-03-79, 73-06-06,  
50-66-40, 50-66-36  
[www.jasko.ru](http://www.jasko.ru) e-mail: [jasko@jasko.ru](mailto:jasko@jasko.ru)



## Золосиликатный кирпич – перспективный материал в жилищном строительстве

Интенсивное развитие теплоэнергетики, особенно ТЭС на твердом топливе, привело к проблеме утилизации золошлаковых отходов, количество которых постоянно растет, что приводит к загрязнению окружающей среды (почвы, водоемов, подземных вод и т. д.). Разработаны способы и технологии, использующие золошлаковые отходы при производстве цемента, отощающих добавок в керамические изделия, производстве бетона и т. д. [1, 2]. В лаборатории кафедры физики Иркутского ГТУ ведутся работы по утилизации отходов производства, в том числе разработка новых строительных материалов на основе золошлаковых отходов ТЭС, ТЭЦ и котельных.

Для получения золосиликатного кирпича использовали золу-унос Новоиркутской ТЭЦ, магниезильную известь Холмушинского месторождения (Иркутская обл), природные пески, отсев производства инертных материалов. Химический состав золы, мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 50,2–53,5;  $\text{TiO}_2$  – 0,7–0,76;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 25–32,1;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 7,3–7,45;  $\text{CaO}$  – 6,19–8,97;  $\text{MgO}$  – 1,16–1,61;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,75–0,9;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,1–0,12;  $\text{SO}_3$  – 0,4–0,46; ППП < 5. Фракционный состав золы-уноса Новоиркутской ТЭЦ: 0,34–0,25 мм – 1,76%; 0,25–0,071 мм – 98,24%. Химический состав магниезильной извести подтверждает высокую степень чистоты доломита: содержание  $\text{CaO} + \text{MgO}$  достигает 96%.

Для приготовления шихты золосиликатного кирпича использовали в качестве вяжущего золу-унос ТЭЦ и известь-пушонку; в качестве заполнителя – природный песок и отсев производства инертных материалов. Было подобрано несколько составов по соотношению вяжущее:заполнитель 1:3; 1:6; 1:8; соотношение известь:зола менялось в пропорциях 0,5:1; 0,75:1; 1:1; 1,2:1.

Из приготовленной смеси формировали образцы массой 225 г в цилиндрической пресс-форме диаметром 51 мм. Формование образцов производили при разном давлении. На рис. 1 показано, что при максимальном давлении прессования 40 МПа и влажности сырьевой смеси 7% можно получить прочность сырца при сжатии до 2 МПа.

Автоклавную обработку подготовленных образцов проводили по режиму 3 + 6 + 2 при давлении насыщенного пара 0,35 МПа [3, 4].

Максимальная прочность (12,5 МПа) получена при соотношении вяжущее:заполнитель 1:3; известь:зола 0,75:1 и при режиме автоклавной обработки 3+12+3. Для определения оптимального соотношения из-

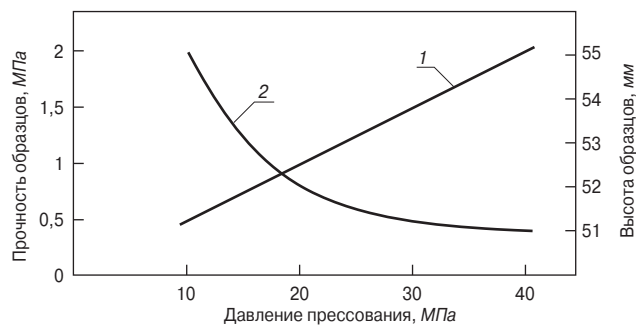


Рис. 1. Зависимость прочности (1) и высоты (2) образца-сырца от давления прессования

весть:зола был проведен цикл испытаний. При соотношении известь:зола 1,2:1 можно получить образцы прочностью 20 МПа (рис. 2). Было установлено, что увеличение времени запарки не приводит к дальнейшему увеличению прочности.

Для повышения прочности и морозостойкости образцов золосиликатного кирпича (соотношение известь:зола 1,2:1; вяжущее:заполнитель 1:3) изменяли температуру автоклавной обработки, в результате изменялось давление насыщенного пара от 1 до 16 МПа (рис. 3).

Скорость реакции зависит от температуры и определяется правилом Вант-Гоффа, согласно которому при повышении температуры на 10°C скорость реакции увеличивается в 2–4 раза [5].

Твердение известково-золяного раствора происходит в результате одновременного протекания двух процессов: выпадения из пересыщенного раствора кристаллов низкоосновных силикатов и алюминатов кальция, которые прочно связывают между собой частицы заполнителя, и образования карбоната кальция [6].

Большое влияние на прочность золосиликатного кирпича оказывают добавки, ускоряющие процесс образования гидросиликатов кальция:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{NaCO}_3$ . Для изучения влияния добавок на свойства золосиликатного кирпича их вводили в количестве 15% от массы извести. Из приготовленных смесей формовали образцы и подвергали автоклавной обработке при давлении насыщенного пара 16 МПа. Прочность образцов при использовании в качестве добавки  $\text{NaOH}$  составила 50,2 МПа; при введении  $\text{NaCl}$  –

| Состав                               | Прочность при сжатии, МПа | Морозостойкость, циклы | Водопоглощение, % | Водостойкость, $K_p$ | Плотность, $\text{кг/м}^3$ |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|
| Контрольный без добавок              | 38                        | 200                    | 7,3               | 0,9–1                | 2200                       |
| Образец с добавкой 10% $\text{NaOH}$ | 49,3                      | 300                    | 4,5               | 0,9–1                | 2100                       |

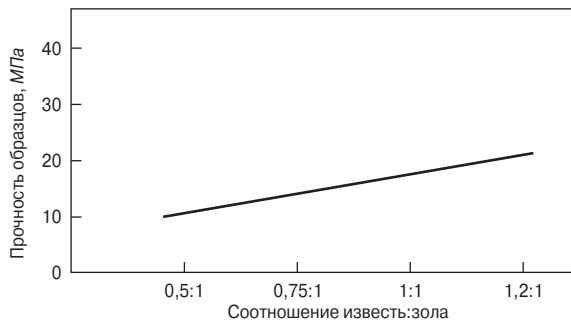


Рис. 2. Зависимость прочности золосиликатных образцов от соотношения известь: зола

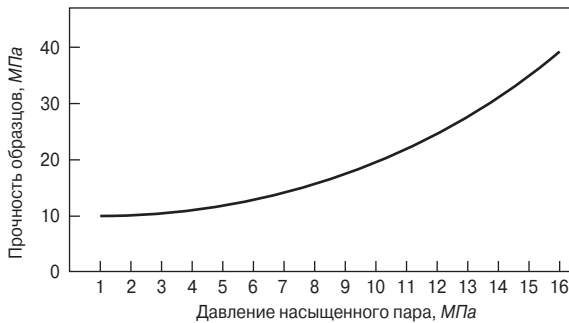


Рис. 3. Зависимость прочности золосиликатных образцов с соотношением известь:зола 1,2:1 от давления насыщенного пара

32 МПа; при добавке  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  – 28 МПа; при использовании  $\text{NaCO}_3$  – 30,7 МПа.

Для определения оптимального количества добавки в сырьевой смеси для производства золосиликатного

кирпича были приготовлены образцы с содержанием NaOH 5 и 10% и определены свойства полученного материала. Прочность при добавке 5% NaOH составляет 38 МПа. Введение 10% NaOH приводит к увеличению прочности до 49,3 МПа. Свойства золосиликата без добавок и с добавкой 10% NaOH от массы извести приведены в таблице.

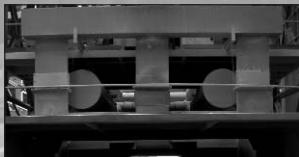
Проведенные исследования показали, что для производства силикатного кирпича можно использовать в качестве вяжущего золу-унос Новоиркутской ТЭЦ и магнезиальную известь. Максимальное количество добавки NaOH от массы извести не более 10%.

#### Список литературы

1. Волженский А.В., Виноградов Б.Н., Гладких К.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов. М.: Стройиздат, 1969.
2. Хвостенков С.И. Развитие производства силикатного кирпича в России // Строит. материалы. 2007. № 10. С. 4–8.
3. Кржеминский С.А. Автоклавная обработка силикатных изделий. М.: Стройиздат, 1974. 159 с.
4. Саталкин А.В., Комохов П.Г. Высокопрочные автоклавные материалы на основе известково-кремнеземистых вяжущих. Л.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1966. 240 с.
5. Хинт И.А. Основы производства силикатных изделий. Л.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. 1962. 602 с.
6. Красный И.М. Плотные известково-песчаные и цементно-песчаные автоклавные бетоны. М.: Издательство литературы по строительству, 1968. 112 с.

## ПНО ПРОМАВТОМАТИКА

Газовые горелки  
для кирпичных заводов  
в комплекте с автоматикой  
и арматурой  
«под ключ»



Наш адрес: Россия, Москва, 117105, ул. Нагатинская, д. 3Б, офис 416  
Тел./факс: +7 (499) 611-00-62, +7 (499) 611-04-31, Тел.: +7 (910) 406-83-72  
Internet: [www.promautomatika.ru](http://www.promautomatika.ru)  
E-mail: [mail@promautomatika.ru](mailto:mail@promautomatika.ru)

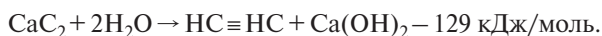
## Утилизация карбидного ила

Известно, что ацетилен является наилучшим горючим газом для газопламенной обработки металлов. Температура ацетиленокислородного пламени может достигать 3400°C. Именно поэтому газопламенная обработка ответственных трубных узлов и машиностроительных конструкций должна производиться только с помощью ацетилена, который обеспечивает высокую производительность и качество сварных соединений. Наиболее качественный ацетилен можно получить только в заводских условиях.

Переносные газообразователи не гарантируют качества ацетилена, расточительны и опасны из-за очень низких критических параметров ацетилена (температура, давление), определяющих его взрываемость. Эти параметры трудно контролировать при использовании переносных газообразователей.

Тем не менее переносные газообразователи (генераторы ацетилена) продолжают оставаться на практике широко распространенным оборудованием, в котором в качестве сырья используются твердый карбид кальция (ГОСТ 1460–80 «Карбид кальция. Технические условия» и ТУ 6-01-1347–87).

Химическая реакция образования ацетилена протекает по уравнению:



Кристаллическая решетка  $\text{CaC}_2$  состоит из ионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{C}_2^{-2}$  ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ). Последние неустойчивы в присутствии воды, они мгновенно вырывают ионы  $\text{H}^+$  из молекулы воды, образуя  $\text{HO}^-$  ионы [1].

Для разложения 1 кг карбида кальция расходуется 0,562 л воды. При этом теоретически получается 1,156 кг  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и 0,406 кг (347 л) ацетилена плотностью 1,171 кг/м<sup>3</sup> [2].

В зависимости от качества карбида кальция, потерь газа и полноты разложения фактически выход ацетилена составляет от 250 до 300 л на 1 кг  $\text{CaC}_2$ . Выделяющуюся при получении ацетилена теплоту, равную 2020 кДж/кг, надо отводить. Другой продукт реакции – гашеная известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  выпадает в виде голубоватого ила, называемого карбидный ил [2].

Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов карбидный ил относится к отходам 5-го класса опасности и в основном вывозится на свалку твердых бытовых отходов. Состав минеральной части карбидного ила (%): оксид кремния – 32,53; оксид железа – 0,07; оксид алюминия – 0,13; оксид кальция – 48,1; оксид магния – 3,55; оксид меди – 0,002; оксид никеля – 0,002; оксид хрома – 0,0004; оксид натрия – 0,54; оксид свинца – 0,006. Состав органической части (по потерям при прокаливании – 15 %). Влажность 54,5 %.

Например, на автотранспортных предприятиях, применяющих карбид кальция для получения ацетилена, должны быть организованы сбор, хранение и утилизация отходов ацетиленовых генераторов. Хранение этих отходов осуществляется в закрывающихся металлических ящиках, конструкция которых позволяет производить погрузку в транспортное средство без потерь. Отходы ацетиленовых генераторов могут применяться в строительстве при производстве штукатурных и побелочных работ. Применение этих отходов не дает большой экономии строительных материалов, но таким путем достигается рациональная утилизация, предотвращение попадания этого вредного вещества в почву и

водные бассейны в случае вывоза отхода в отвалы [3].

Наиболее целесообразно применение ила карбидного (ТУ-6-16-44-04–86) в растворах для кладки вместо извести. Свежий и недостаточно выдержанный карбидный ил часто содержит частицы карбида, которые разлагаются с выделением ацетилена. Присутствия неразложившегося карбида кальция и ацетилена в карбидном иле при его применении в строительных растворах вместо извести не допускается. Карбидный ил до его применения должен выдерживаться в отвалах 1–2 мес. При наличии отвалов карбидного ила с разными сроками выдержки следует разрабатывать в первую очередь отвалы, выдержанные более продолжительное время. Свежий карбидный ил для более быстрого обезвреживания следует прогреть паром с одновременным его перемешиванием. Отсутствие в карбидном иле неразложившихся частиц карбида и ацетилена устанавливается следующим образом.

От каждой партии карбидного ила объемом не более 10 м<sup>3</sup> из различных мест (не менее 3) на глубине от поверхности не менее 10 см отбираются пробы объемом около 1 л каждая. Пробы тщательно перемешиваются между собой, и смесь рассматривается как средняя проба.

Из этой пробы берут 150–200 г и помещают в фарфоровую чашку, химический или другой (только не медный) сосуд. Сосуд медленно нагревают до 50–70°C при частом помешивании массы и периодически через 2–3 мин определяют по запаху наличие ацетилена. Если через 15–20 мин испытания запах не появится, карбидный ил может применяться для приготовления раствора. При наличии запаха ацетилена после контрольной проверки срок выдержки карбидного ила должен быть увеличен. Количество карбидного ила при замене им извести по содержанию  $\text{CaO} + \text{MgO}$  должно соответствовать известковому тесту II сорта.

Кроме указанного применения карбидного ила для приготовления строительных известковых растворов, а также как компонента для изготовления строительных блоков, бетона, цемента и силикатного кирпича известно его применение в сельском хозяйстве.

Его применяют:

- для раскисления почвы;
- в качестве удобрения под косточковые деревья (вишня, слива);
- для обеззараживания земли в теплицах и парниках;
- для побелки стволов деревьев.

Помимо указанных сфер применения известна разработка по утилизации продуктов гидросмыва свиноводческих комплексов с использованием карбидного ила. Эколого-экономический анализ утилизации таких отходов показал высокую эффективность с точки зрения ресурсосбережения и экологической безопасности.

Особый интерес вызывает использование карбидного ила в качестве добавки к составу для получения топливных брикетов (Буравчук Н.И., Гурьянова О.В., Окорков Е.П. и др. Топливный брикет. Патент РФ 22205204).

Авторы указанного патента предлагают состав топливного брикета, который содержит 3–3,6 % полисахарида мелассы; 0,4–0,6 % кубовых остатков нефтепереработки; 0,4–1% карбидного ила и остальное, до 100% – антрацитовой каменноугольной мелочи, угольного шлама или их смесей. Топливные брикеты предназначены для сжигания в топках малой энергетики. Карбидный ил используется как структурирующий реагент и активатор



в системе, состоящей из углеродсодержащего компонента и мелассы. В результате его действия образуются нерастворимые соединения, отличающиеся стабильностью свойств и сохранением прочности при длительном хранении в условиях повышенной влажности воздуха.

Роль карбидного ила заключается в том, что он изменяет поверхность угля, повышает содержание полярных групп на ней. При наличии его в системе адсорбент-адгезив проявляется действие ионной и ковалентной или ионной и координационной связей между катионами металлов неорганического компонента (карбидного ила) и молекулами органических веществ; при этом образуются сложные адсорбционные комплексно-гетерополярные нерастворимые органоминеральные соединения. В результате в системе формируется пространственно-сшитая валентными и координационными связями структура, кристаллическая фаза которой отличается большой плотностью, прочностью и атмосферостойкостью. Гидрофобизатор создает дополнительный экранирующий эффект, препятствуя проникновению воды при водонасыщении. Таким образом, в композиции при выбранном сочетании компонентов и указанном количестве каждого из них создается структура, способная длительное время сохранять физико-механические свойства без существенного снижения их показателей при воздействии различных атмосферных факторов.

**Список литературы**

1. *Неницеску К.Д.* Органическая химия. Т. 1. М.: Издательство, 1962. С. 288.
2. Техника сварки: Справочное издание. Т. 2. Процессы и подготовка производства. 1984. С. 235.
3. *Дробот В.В., Косицин П.В., Лукьяненко А.П.* Борьба с загрязнением окружающей среды на автомобильном транспорте. Киев: Техника, 1979. 215 с.

**ОАО Горно-обогатительная компания**



**МУРАВНЯ**  
предлагает

- Песок кварцевый для строительных работ и производства сухих строительных смесей
- Песок фракционированный 0,5-1,0; 0,63-1,6; 1,0-3,0 мм
- Песок формовочный для литейной промышленности

ДОСТАВКА: ж.-д. транспортом со ст. Милославское Рязанской обл. вагонами «хopper» и полувагонами; автотранспортом со склада фабрики самовывозом  
ОТГРУЗКА насыпью или в мягких контейнерах МКР-10С

**АДРЕС ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА В РЯЗАНИ**  
390044 г. Рязань, Московское ш., д. 16  
Тел.: (4912) 38-88-37, 38-88-35  
Факс: (4912) 30-66-06, 34-31-47  
igorkup@yandex.ru www.muravnya.ru

**ВНИИР**

**ВНИИР поставляет оборудование для промышленных лабораторий различного профиля**

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



AGAMA-2PM  
прибор для определения  
воздухонепроницаемости



Пресс малогабаритный  
МП-1000 Щ  
для кубиков 100x100



Прибор КП-133М  
определение вовлеченного  
воздуха



КТХ  
Камера тепла и холода



Передвижная комплексная  
лаборатория на базе  
стандартного вагончика



Разрывная машина  
модернизированная с  
компьютерным управлением



ИЗС- Измеритель защитного  
слоя



Весы лабораторные

Отдел продаж: тел./факс +7(495) 437-9800, 430-0428, 437-2274  
Отдел сервиса метрологического сопровождения: тел./факс 439-6877  
Адрес: 119361, Москва, ул. Наташи Ковшовой, д. 21  
Интернет: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru  
Режим работы: с 8:30 до 18:00, выходные - сб., вскр.  
Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве

## Технологические особенности производства силикатных изделий неавтоклавного твердения

Развитие и внедрение энергосберегающих и конкурентоспособных строительных материалов является важным вопросом строительной отрасли. В общем объеме производства стеновых материалов значительный объем занимают силикатные изделия. Сокращение расхода энергии на стадиях производства и эксплуатации продукции, а также рост объемов выпуска и повышение ее качества могут быть достигнуты путем разработки и внедрения современных ресурсосберегающих технологий.

Традиционно термическая активация компонентов силикатобетонной смеси осуществляется в автоклавах, где в условиях повышенной температуры и давления происходит гидротермальный синтез гидросиликатов кальция (ГСК). Образование ГСК в силикатных системах при температуре менее 100°C и атмосферном давлении и получение материалов на их основе было описано в фундаментальных работах с позиций классической [1] и неравновесной термодинамики [2].

На основе экспериментально-теоретических исследований обоснована возможность получения силикатных материалов неавтоклавного твердения методом литьевого формирования силикатобетонных активированных смесей [3, 4].

В настоящем исследовании переход от гидротермального синтеза ГСК в автоклавах к тепловлажностной обработке (ТВО) осуществлен объединением следующих способов активации: химической — за счет введения аморфного (активного) кремнезема; хемоактивации — за счет повышенных значений pH среды; термоактивации — за счет экзотермии негашеной молотой извести; механохимической активации кристаллического кварца в водной среде смесителя-активатора.

Неавтоклавная технология получения силикатных материалов основывается на следующих предпосылках. Гидратация известково-кремнеземистого вяжущего при температуре  $T = 85^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении реализуется за счет высокого значения водородного показателя  $\text{pH} \geq 12$  с использованием в качестве щелочного компо-

нента известково-кремнеземистого вяжущего негашеной извести, молотой совместно с частью кварцевого песка. Взамен другой части молотого кварцевого песка вводят осадочные горные породы органогенного происхождения с оптимальной удельной поверхностью, содержащие вторичный аморфный кремнезем.

Влияние химической активации за счет использования аморфных форм кремнезема в качестве компонентов вяжущего оценивали активностью известково-кремнеземистых дисперсных систем (по количеству связанного гидроксида кальция). Из сравнения данных для систем двух видов, содержащих аморфный кремнезем в виде трепела  $A_{mp}$  и кристаллический кварц  $A_{кв}$ , определяли показатель  $\delta A = A_{mp}/A_{кв}$ . Активность дисперсных систем за счет введения аморфного кремнезема взамен молотого кварцевого песка увеличивается в  $\delta A = 1,69 - 3,1$  раза (рис. 1).

Технологией предусмотрена комплексная активация силикатобетонной смеси, включая мелкозернистый заполнитель, равномерный разогрев смеси в формах на стадии предварительного выдерживания и тепловлажностная обработка (ТВО) при  $T = 85^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении.

Предварительный умеренный разогрев смеси в формах обеспечен применением негашеной молотой извести совместно с кварцевым песком. Регулирование скорости тепловыделения извести обеспечено оптимальным водотвердым отношением, содержанием добавок гипса и пластификаторов.

Влияние термоактивации за счет экзотермии негашеной извести оценивали относительным изменением прочности при сжатии  $\delta R_{сж}$  силикатных материалов на составах с негашеной молотой ( $R_{сж}^{не}$ ) и гашеной известью ( $R_{сж}^{г}$ ) по показателю  $\delta R_{сж} = R_{сж}^{не}/R_{сж}^{г}$ . Относительное увеличение прочности за счет использования негашеной извести составляет  $\delta R_{сж} = 2,2 - 14,4$  раза (рис. 2).

Возможность комплексной активации реализуется при изготовлении изделий из высокоподвижных и ли-

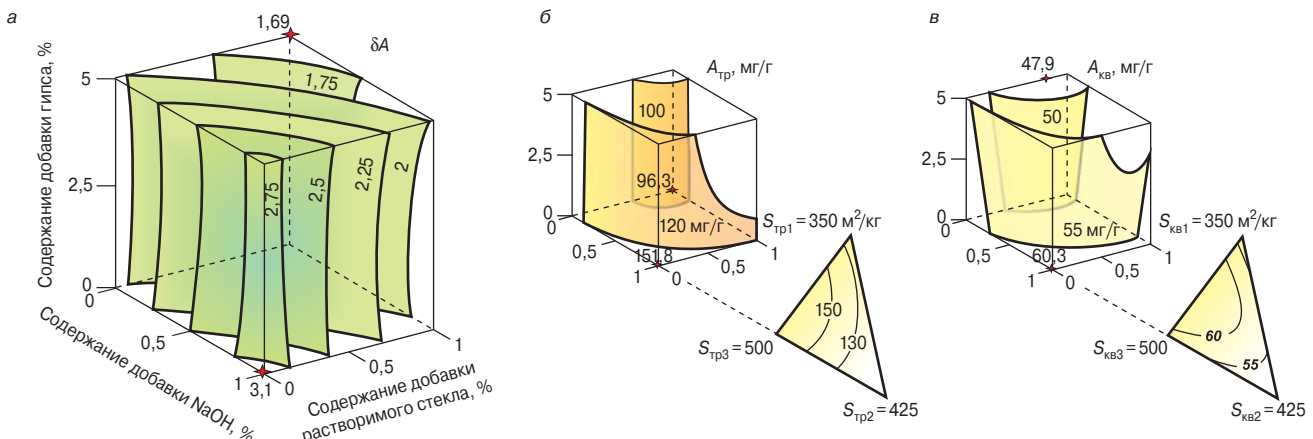


Рис. 1. Оценка активности известково-кремнеземистых дисперсных систем (по количеству связанного из раствора гидроксида кальция): а – относительное повышение активности за счет замены молотого кварцевого песка аморфным кремнеземом в виде трепела. Регулирование активности известково-кремнеземистых дисперсных систем за счет изменения величины удельной поверхности  $S$  (изолинии на треугольниках): б – аморфного кремнезема в виде трепела с  $S_{тр} = 350; 425$  и  $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ ; в – кристаллического кварца  $S_{кв} = 350, 425$  и  $500 \text{ м}^2/\text{кг}$  с учетом влияния добавок NaOH, гипса и растворимого стекла (изоповерхности на кубе)



Таблица 1

| Относительное изменение свойств ( $\delta = (\max)/(\min)$ ) при различных режимах твердения и составах смеси |  |          |     |           |
|---|--|----------|-----|-----------|
|   | Группы факторов                                    | $R_{сж}$ | F   | $\lambda$ |
| 1   | Величина удельной поверхности аморфного кремнезема | 2,1      | 2,5 | 1,6       |
| 2   | Режимы твердения                                   | 2,1      | 1   | 1,5       |
| 3   | Добавка гипса                                      | 2,2      | 2   | 1         |
| 4   | Совместное влияние составов и режимов твердения    | 6,4      | 4,8 | 3         |

тых смесей (рис. 3). Литьевая технология является одной из эффективных ресурсосберегающих технологий. Широкое применение литьевая технология в последнее десятилетие получила благодаря интенсивному развитию производства и массовому применению высокоэффективных пластификаторов.

При изготовлении силикатных неавтоклавных изделий литьевым способом использование пористых горных пород, содержащих аморфный кремнезем, привело лишь к повышению водопотребности смесей и, как результат, к снижению морозостойкости изделий. Механохимическая активация компонентов позволяет снизить вязкость известково-кремнеземистого вяжущего более чем в десять раз без изменения водопотребности [5]. Этот эффект снижения использован для активации вяжущего совместно с мелкозернистым заполнителем и компенсации повышенной водопотребности силикатобетонной смеси за счет введения в вяжущее аморфного кремнезема.

Мелкозернистый заполнитель, подвергаясь физико-химической активации, выступает в роли активного компонента сырьевой смеси. Аморфизированная поверхность мелкозернистого заполнителя – это активная подложка, на которой формируются ГСК. С увеличением размера зерна кварца степень аморфизации его поверхности возрастает.

Повышение активности поверхности заполнителя – это один из способов, который обеспечивает повышение прочности, морозостойкости и деформативности и, как результат, долговечности бетона [6].

Аморфный кремнезем с заданной удельной поверхностью выполняет роль модификатора структуры и позволяет регулировать кинетику гидратации и структурообразования [7, 8]. В зависимости от удельной поверх-

ности минеральной добавки реакции могут идти в условиях избытка извести, дефицита или при полном ее связывании [3, 9].

Составы и режимы твердения для получения силикатных изделий неавтоклавного твердения разработаны по результатам натуральных экспериментов, которые реализованы с использованием экспериментально-статистического моделирования по насыщенному 24-точечному 6-факторному плану типа МТQ «mixture-technology-quantity» [10].

Натурные и вычислительные эксперименты позволили оценить влияние составов и режимов твердения на свойства и характеристики структуры силикатных материалов неавтоклавного твердения. Так, составы и режимы твердения, которые обеспечивают максимум прочности, не совпадают со значениями этих же факторов, которые обеспечивают минимум теплопроводности или максимум морозостойкости [11, 12]. Влияние отдельных групп факторов: величины удельной поверхности аморфного кремнезема в виде трепела, режимов твердения (длительности предварительного выдерживания в нормальных условиях и тепловлажностной обработки) и содержания добавки гипса на изменение прочности при сжатии  $R_{сж}$  в количественном выражении равнозначно. Каждая группа способна обеспечить прирост прочности более чем в два раза, в то время как их совместное влияние обеспечивает прирост прочности в 6,4 раза. На изменение морозостойкости F и коэффициента теплопроводности  $\lambda$  влияние этих же групп факторов иное (табл. 1).

Широкий диапазон изменения свойств позволил расширить классификацию и номенклатуру плотных силикатных изделий. При тех же прочностных показателях плотность силикатных материалов неавтоклавного твердения на 30% ниже, а коэффициент теплопроводности  $\lambda$

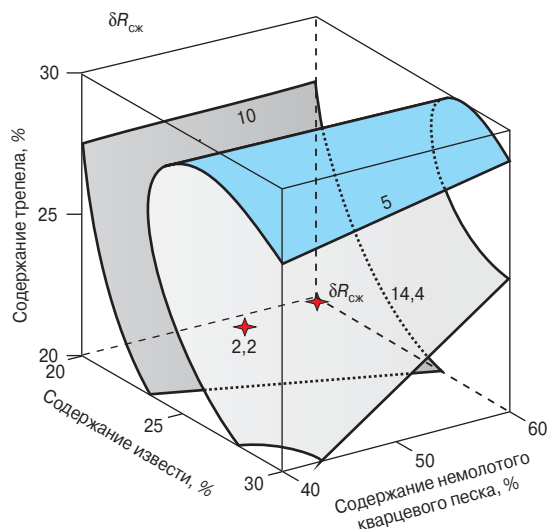


Рис. 2. Относительный прирост прочности при сжатии  $\delta R_{сж}$  силикатных материалов на негашеной извести по сравнению с бетонами на гашеной извести

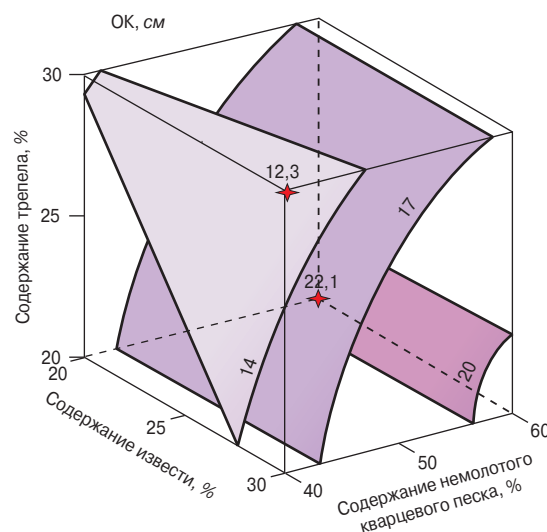


Рис. 3. Изменение удобоукладываемости высокоподвижных и литых смесей под влиянием состава вяжущего и содержания заполнителя

Таблица 2

|                                     | Наименование и назначение стеновых силикатных изделий | Основные показатели качества силикатных изделий неавтоклавного твердения |                            |                             |          |        |
|-------------------------------------|---|--|----------------------------|-----------------------------|----------|--------|
|                                     |   | Класс (марка)  | $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | $\lambda$ , Вт/(м·К)        | F, циклы | $k_p$  |
| <b>Лицевые блоки 390×190×188 мм</b> |   |  |                            |                             |          |        |
| I                                   | Обыкновенные полнотелые                               | B15(200)<br>B12(150)   | 1600–1650                  | 0,6–0,76                    | >>35     | >>0,85 |
|                                     | Условно эффективные полнотелые                        | B12(150)<br>B10(125)<br>B7,5(100)  | 1450–1500                  | 0,46–0,58                   | >>25     | >>0,85 |
| <b>Плитка 125×125×45 мм</b>         |   |  |                            |                             |          |        |
| II                                  | Облицовочная наружная                                 | B15(200)<br>B12(150)   | 1600–1650                  | 0,6–0,76                    | >>35     | >>0,85 |
| <b>Рядовые блоки 390×190×188 мм</b> |   |  |                            |                             |          |        |
| III                                 | Условно эффективные полнотелые                        | B15(200)<br>B12(150)<br>B10(125)<br>B7,5(100)                            | 1450–1600                  | 0,58<br>0,54<br>0,5<br>0,46 | F15      | >>0,8  |
|                                     | Эффективные пустотелые                                | B12(150)<br>B10(125)<br>B7,5(100)<br>B5(75)                              | 1200–1400                  | 0,35–0,4                    | F15      | >>0,8  |
| <b>Рядовые камни 250×250×120 мм</b> |   |  |                            |                             |          |        |
| IV                                  | Полнотелые условно эффективные                        | B5(75)<br>B3,5(50)   | 1450–1500                  | 0,5–0,56                    | F15      | >>0,8  |

в 1,5–2 раза ниже, чем силикатного кирпича. Рекомендованы составы и технологические режимы получения стеновых силикатных изделий неавтоклавного твердения различного функционального назначения (табл. 2).

Результаты оптимизации составов и режимов твердения внедрены при выпуске опытно-промышленных партий стеновых силикатных изделий неавтоклавного твердения. Техничко-экономический расчет показал, что переход от автоклавной обработки изделий, полученных методом прессования, к тепловлажностной обработке изделий, полученных по литьевой технологии, сокращает затраты на производство более чем на 25%, а внедрение этих изделий позволяет сократить расход тепла через ограждающие конструкции на 30% или снизить расходы на строительство зданий более чем на 20% при требуемом термическом сопротивлении ограждающих конструкций.

**Заключение.** Разработаны научные основы производства силикатных материалов неавтоклавного твердения, теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения условно эффективных изделий разных видов по ресурсо- и энергосберегающей технологии.

Экспериментально-теоретические исследования показали, что комплексная активация силикатобетонной смеси, включая мелкозернистый наполнитель, обеспечивает переход от автоклавной обработки к тепловлажностной при  $T = 85^\circ\text{C}$  и получение силикатных материалов неавтоклавного твердения.

Многокритериальная оптимизация по комплексам различных показателей качества обеспечила получение стеновых изделий различного функционального назначения.

**Список литературы**

1. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1986. 407 с.
2. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунев С.Е. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения. Киев, 1991. 242 с.

3. Шинкевич Е.С. Развитие научных основ получения известково-кремнеземистых композитов неавтоклавного твердения // Автореферат дис... д-ра техн. наук. Одесса, 2008. 32 с.
4. Шинкевич Е.С., Сидорова Н.В., Луцкин Е.С. и др. Сырьевая смесь для получения модифицированных силикатных материалов и способ ее приготовления. Декларационный патент № 64603 А 7 С04В28/20 Украина // Опубл. 16.02.04 г.
5. Lyashenko, T., Barabash, I., Shinkevich, E., Sherbina, S., Voznesensky V. Experimental-statistical Modeling the Effect of Multi-fractional Filler on Rheological Indices of Compositions // Proceedings of Fifth European Rheology Conference. Ljubljana. 1996. P. 104–105.
6. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К. Долговечность шлакощелочного бетона. К.: Будивэльник, 1993. 224 с.
7. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. Одесса, 1998. 168 с.
8. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С. и др. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости. Киев: Будивэльник, 1991. 144 с.
9. Шинкевич Е.С. Кинетико-математическая модель процессов гидратации известково-кремнеземистого вяжущего: Сб. трудов ЛНАУ. Луганск. 2007. № 41(53). С. 234–255.
10. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Иванов Я.П., Николов И.И. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов. Киев: Будивэльник, 1989. 240 с.
11. Шинкевич Е.С. Моделирование и оптимизация модифицированных силикатных композитов. Доклады Международного семинара по моделированию и оптимизации композитов – МОК'42. Одесса, 2003. 34 с.
12. Шинкевич Е.С. Анализ влияния технологических факторов на свойства силикатных материалов неавтоклавного твердения // Строит. материалы. 2006. № 3. С. 16–18.



Б.В. ТАЛПА, канд. геол.-минер. наук, Южный федеральный университет;  
В.Д. КОТЛЯР, канд. техн. наук, Я.В. ЧЕРЕВКОВА, инженер,  
Ростовский государственный строительный университет

## Перспективы производства силикатного кирпича с улучшенными теплофизическими свойствами на основе кремнистых пород

Значительную долю в общем объеме выпускаемых стеновых изделий занимает силикатный кирпич. Во многих районах он является основным стеновым материалом в жилищном строительстве. Широкому внедрению в производство силикатного кирпича способствовало прежде всего наличие сырьевой базы и его относительно невысокая себестоимость. Его производство, не требующее длительной сушки и высокотемпературного обжига, обходится в среднем на 30% дешевле керамического кирпича.

Однако несмотря на многие положительные свойства силикатного кирпича, он обладает рядом недостатков, наиболее существенным из которых является высокая плотность – 1800–1900 кг/м<sup>3</sup> (без пустот) и, как следствие, высокая теплопроводность – более 0,8 Вт/(м·°С). Не очень привлекательным является и естественный цвет силикатного кирпича, как правило, светло-серый. Данный цвет относится к холодной гамме цветов и на подсознательном уровне не вызывает положительных эмоций у большинства людей, тем более в наших климатических условиях. Введение пигментов для окраски кирпича снижает его прочностные свойства и повышает себестоимость. Повысить показатели качества силикатного кирпича можно используя для его производства кремнистые породы.

К кремнистым породам относятся породы, сложенные преимущественно опал-кristобалитовым кремнеземом. Под термином опаловый или опал-кristобалитовый понимается реакционно-активный кремнезем, растворимый в слабых щелочах. Опаловый кремнезем имеет первичную биогенную природу. Кристобалит в кремнистых породах может иметь разную степень структурного совершенства. Промышленный интерес среди них представляют диатомиты, опоки и трепелы, в меньшей степени спонголиты [1]. Пески, полученные на основе кремнистых пород в сравнении с традиционным кварцевым песком, имеют значительно меньшую насыпную плотность – в среднем 600–900 кг/м<sup>3</sup>. Крем-

нистые породы имеют широкое распространение во многих регионах России. В странах СНГ разведано около 230 месторождений диатомитов, опок и трепелов. Основные запасы и прогнозные ресурсы опал-кristобалитовых пород сосредоточены в пределах Поволжской, Зауральской, Центрально-Европейской и Предкавказской субпровинций. В Ростовской области разведано десять, в Краснодарском крае 5 месторождений. На Северном Кавказе выделено девять прогнозных площадей на кремнистое сырье с подсчитанными прогнозными ресурсами более 28 млрд т.

Стратиграфический интервал образования кремнистых пород ограничен в пределах верхний мел – верхний миоцен [2]. Опал-кristобалитовые породы юга Европейской части России представлены различными видами, однако преобладающими являются опоковидные породы различных литологических разновидностей – глинистые, карбонатные, песчаные и т. д.

Проведенный анализ и исследования по использованию кремнистых пород для производства силикатных стеновых изделий позволили выявить три важных аспекта.

Во-первых, для получения песка на основе кремнистых пород более пригодны опоковидные породы, так как они, обладая большей прочностью, позволяют при дроблении и отсеивании получать песок необходимого гранулометрического состава. Мягкие породы – трепелы и диатомиты при измельчении (как в естественном, так и в обожженном виде) дают много пылеватых фракций, и в производственных условиях трудно добиться необходимого гранулометрического состава. В настоящее время при использовании песка для силикатного кирпича ориентируются на ГОСТ 8736–93 «Песок для строительных работ. Технические условия» и на ТУ, разработанные предприятиями. Ранее качество песка для силикатного кирпича и камней регламентировалось ОСТ 21–1–80 Минстройматериалов СССР и распространялось на кварцевые, кварцево-полевошпатовые и полиминеральные пески. Требования к зерновому составу песка по

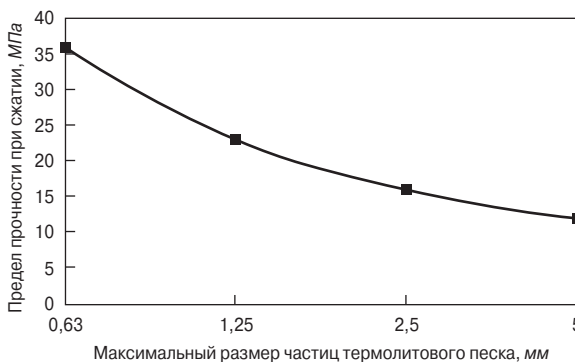


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии от степени измельчения термолитового песка

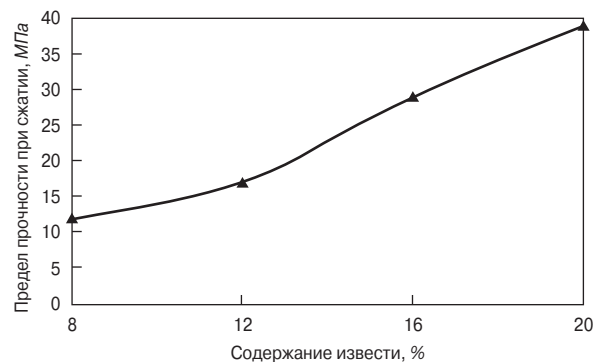


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии от содержания извести

| Группа песка | Содержание фракций, мм, в % |          |           |            |            |            |        |
|--------------|-----------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|--------|
|              | 5–2,5                       | 2,5–1,25 | 1,25–0,63 | 0,63–0,315 | 0,315–0,16 | 0,16–0,071 | <0,071 |
| I            | 8–12                        | 10–14    | 12–16     | 12–16      | 14–18      | 14–18      | 16–20  |
| II           |                             | 10–14    | 12–16     | 14–18      | 16–20      | 16–20      | 20–24  |
| III          |                             | –        | 10–14     | 16–20      | 18–22      | 22–26      | 24–28  |
| IV           |                             | –        | –         | 20–24      | 20–24      | 24–28      | 28–32  |
| V            |                             | –        | –         | –          | 26–30      | 32–36      | 36–40  |

этим нормативным документам изменяются в широких пределах. Также в широких пределах предъявляются требования и по химическому составу, кремнистые породы, как правило, удовлетворяют этим требованиям.

Во-вторых, нельзя рекомендовать использовать необожженные кремнистые породы для получения силикатного кирпича. Присутствие глинистых минералов и опалового кремнезема обуславливает низкую морозостойкость и делает изделия нестойкими к попеременному увлажнению и высушиванию. Изделия, полученные на основе необожженных кремнистых пород, в обязательном порядке должны подвергаться долговременным испытаниям. Обжиг кремнистых пород способствует раскристаллизации опалового кремнезема в кристобалит (устойчивый минерал), что способствует исключению рисков по вредному влиянию глинистых минералов. Рентгенограммы опоки (Ростовская область), обожженной при различных температурах, показали, что с увеличением температуры обжига главный пик кристобалита (4,03–4,07) растет и сдвигается в область малых углов. Это говорит о переходе опала в кристобалит и о росте структурной упорядоченности кристобалита.

В-третьих, важными технологическими факторами помимо влажности смеси, давления прессования, параметров автоклавной обработки является зерновой состав песка и количество вводимой извести. Эти два фактора являются взаимосвязанными. Установлено, что фракция термолитового песка 0–0,071 мм по существу является компонентом известково-кремнеземистого вяжущего и участвует в образовании гидросиликатов кальция. Исследования проведены на термолитовых песках крупностью менее 2,5 мм различного зернового состава (см. таблицу). На рис. 1 и 2 показаны зависимости предела прочности при сжатии от степени измельчения термолитового песка при содержании извести 12% и от количества содержания извести для термолитового песка фракции 0–2,5 мм. Как следует из результатов эксперимента, с увеличением тонкости измельчения возрастает прочность образцов после автоклавной обработки при прочих равных технологических параметрах. Оптимальным составом при заданной прочности можно считать такое соотношение компонентов и такую степень измельчения, при которых вся известь будет связана в гидросиликаты кальция. Содержание фракции менее 0,071 должно находиться в пределах 15–30%.

При оптимизации содержания извести и зернового состава термолитового песка силикатный кирпич обладает вполне приемлемыми прочностными свойствами при плотности полнотелого кирпича 1400–1600 кг/м<sup>3</sup>, что на 20–25% меньше, чем на кварцевом песке. Ввод крупнозернистого песка нецелесообразен, так как прочность при этом снижается и цвет изделия становится неравномерным. Цвет кирпича определяется цветом термолитового песка, как правило, это теплая гамма – желтый, бежевый, розовый, оранжевый.

Проведенные исследования носили поисковый геолого-технологический характер и показали широкую технико-экономическую перспективность данного на-

правления. При этом следует учесть, что разработка кремнистых пород ведется комплексно, для различных направлений использования в стройиндустрии. Необходимо отметить, что кремнистые и карбонатные породы (они являются компонентами для производства силикатного кирпича) пространственно и генетически связаны между собой. В настоящее время выделены наиболее перспективные месторождения кремнистых пород, для которых проводятся полные технологические разработки в данном направлении.

**Список литературы**

1. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Кремниевые породы. Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу Министерства природных ресурсов Российской Федерации. Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. М., 2007.
2. *Дистанов У.Г.* Кремнистые породы СССР. Татарское книжное издательство, 1976. 412 с.

# СтройЭКСПО

26 Всероссийская специализированная выставка

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ:**



- Строительные и отделочные материалы
- Кровля. Изоляция
- Окна. Двери. Ворота
- Быстровозводимые здания и сооружения
- Системы очистки воды, водоочистители
- Канализационные системы и оборудование
- Системы вентиляции и кондиционирования
- Системы водоснабжения и отопления
- Котельное оборудование
- Трубы. Запорная и регулирующая арматура



**Организатор:**  
 Выставочный центр "ВолгоградЭКСПО"  
 Тел./факс: (8442) 49-19-29  
 E-mail: dima@volgogradexpo.ru  
[www.volgogradexpo.ru](http://www.volgogradexpo.ru)  
 Выставочный центр «ВолгоградЭКСПО»  
 Выставки, которые посещают

## 10-12

### МАРТА

### 2009

### ВОЛГОГРАД



## Развитие производства силикатных материалов в Китае

В 1854 г. в Германии немецким исследователем Пернхартом был изготовлен первый силикатный кирпич-сырец с помощью пресса-качалки. В 1880 г. М. Виллиам впервые обработал кирпич-сырец паром при высоком давлении, в результате чего за небольшой промежуток времени получился силикатный кирпич с высокими прочностными характеристиками.

В настоящее время силикатная промышленность развивается быстрыми темпами. В мире более 40 стран производят силикатный кирпич: Германия, Россия, США, Великобритания, Польша, Египет, Албания, Индонезия, Китай и др. В 1983 г. общее производство составляло более 30 млрд шт. усл. кирпича в год. За последнее время производство силикатного кирпича значительно увеличилось.

Силикатный кирпич стал использоваться в Китае около 100 лет назад. Впервые силикатный кирпич был применен в конце правления династии Цзинь при сооружении Пекинского зоопарка. Тогда для строительства кирпич завозили из Англии. В настоящее время здания зоопарка хорошо сохранились.

Производство силикатного кирпича в Китае началось 50 лет назад. Первый силикатный завод производительностью 80 млн шт. усл. кирпича был построен в Пекине в 1958 г. и в 1960 г. начал выпускать кирпич.

В настоящее время в Китае работает ориентировочно 30–40 современных заводов по производству силикатного кирпича. Наиболее распространенные мощности заводов 60–70 млн шт. усл. кирпича в год. По данным 2004 г., объем выпуска силикатного кирпича составил более 9 млрд шт.

Размеры традиционно выпускаемого силикатного кирпича в Китае отличаются от российских: стандартный кирпич 240×115×53 мм, пустотелый пустотностью 27% – 240×115×90 мм, пустотностью 30% – 240×190×120мм. Прочность при сжатии стандартного кирпича составляет 15–20 МПа, пустотелого – 10–15 МПа, морозостойкость 15 циклов. В Китае большинство заводов может выпускать кирпич морозостойкостью 20 циклов.

Преимуществами силикатного кирпича является доступность и широкая распространенность сырьевых материалов. Главным сырьем для его производства является песок практически любого происхождения (осадочный, наносной и др.). Добывая песок для силикатного кирпича, можно расчистить русло реки или аннигилировать пустыню. Кроме того, технология производства силикатного кирпича является относительно более экономичной по энергетическим затратам и экологически безопасной. Например, расход энергии для производства керамического кирпича в три раза больше, чем расход для производства силикатного кирпича.

Высокая прочность при сжатии позволяет применять силикатный кирпич при строительстве многоэтажных зданий для устройства несущих стен. Кроме того, цветной облицовочный кирпич имеет высокие декоративные свойства, поэтому не нужно дополнительно отделывать наружные стены, чем можно снизить стоимость возведения зданий.

Однако существует ряд сложностей, связанных с производством и применением силикатного кирпича:

- плотность силикатного кирпича большая и составляет 1700–1900 кг/м<sup>3</sup>, поэтому здания также будут иметь большую массу;
- невысокая сейсмостойкость силикатного кирпича;
- усадка при сушке более высокая, чем у керамического кирпича.

Для преодоления этих сложностей необходим ряд мероприятий.

**Обеспечение качества сырья.** В песке необходимо строго контролировать содержание кремнезема (SiO<sub>2</sub>) и его гранулометрический состав. В извести содержание CaO должно быть не менее 65%.

**В технологии** предпочтительно применение электрического весового дозатора, реакторов для непрерывного гашения извести, мощных смесителей и крупнотоннажного пресса для производства пустотелого кирпича. Электрический весовой дозатор обеспечивает точность дозировки и экономии извести; мощный двухвальный смеситель с высокой скоростью способствует равномерному замесу извести и песка, появлению функции извести и увеличению прочности силикатного кирпича; реактор непрерывного действия обеспечит равномерность и стабильность гашения извести и качество продукции; крупнотоннажный пресс – стабильное и эффективное производство пустотелого силикатного кирпича меньшей массы и с высокой пустотностью.

**Применение пара высокого давления.** В настоящее время большинство силикатных заводов в Китае применяет пар давлением 0,8–1 МПа. В



Здание зоопарка в Пекине, построенного из силикатного кирпича 100 лет назад, прекрасно сохранилось до наших дней

европейских странах обычно применяют пар давлением 1,6 МПа. При низком давлении пара образуется низкоосновный гидросиликат кальция. Такой гидросиликат приведет к понижению прочности и увеличению усадки при сушке кирпича, на поверхности которого могут появляться трещины. Поэтому необходимо применять пар давлением 1,6 МПа, чтобы получался высокоосновный гидросиликат кальция. Таким образом, прочность кирпича будет увеличиваться, а усадка при сушке уменьшаться.

Быстрое развитие экономики Китая и повышение уровня оснащения производства стали залогом стремительного развития заводов силикатного кирпича по пути высокой автоматизации технологических линий и получения разнообразной продукции. При условии высокой автоматизации удалось значительно сократить применение рабочей силы и улучшить качество продукции. Разнообразие продукции позволяет удовлетворять потребности рынка и увеличивает доход предприятий.

В настоящее время в Китае много старых заводов вступает в период перевооружения. Большинство из них применяет гидравлические двухсторонние прессы НДР, так как такие типы прессов могут удовлетворять потребности клиентов.

В общем можно отметить, что среди современных строительных материалов силикатный кирпич занимает значительное место. Верим, что предприятие по производству силикатного кирпича имеет большое будущее.

С. В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, А. М. ИБРАГИМОВ, д-р техн. наук, Л. Ю. ГНЕДИНА, канд. техн. наук, А. Ю. СМИРНОВ, инженер, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

## Пожарная ситуация в зданиях из силикатного кирпича

Данная статья является первой из цикла работ, посвященных исследованию поведения кирпичной кладки из силикатного кирпича при возникновении, развитии, тушении пожара и его последствиях.

В настоящее время значительную часть жилого фонда и гражданских зданий составляют здания со стенами из мелкозернистых элементов. В частности, широко распространена кладка из силикатного кирпича. Из него изготавливаются несущие и ограждающие конструкции.

Впервые известь применили для получения прочных искусственных камней в 1880 г., когда было установлено, что при автоклавном твердении смесь из песка и извести при давлении пара 8–12 атм и температуре 170–200°C преобразуется в прочный камень. В естественных условиях песок в смеси инертен, поэтому для того, чтобы он взаимодействовал с известью, необходима среда пара насыщенностью 100%. При этих условиях кремнезем песка приобретает химическую активность и начинает взаимодействовать с известью, образуя гидросиликаты кальция — прочные и водостойкие вещества.

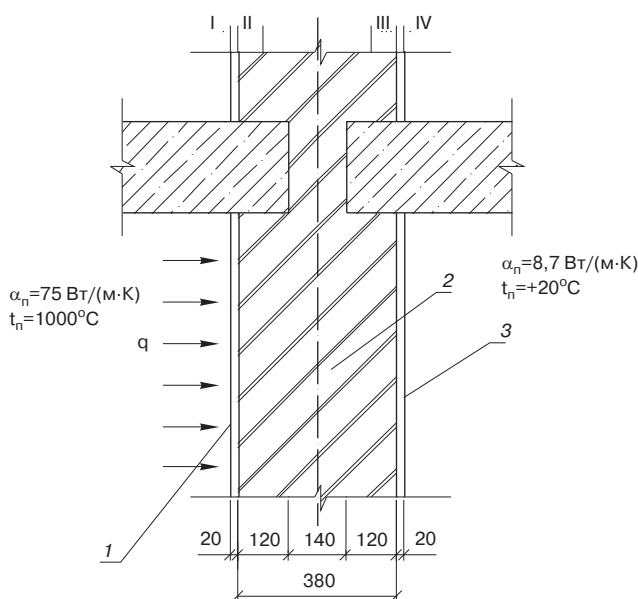
Силикатный кирпич обладает несомненными достоинствами: высокой прочностью при сжатии, меньшей себестоимостью по сравнению с другими мелкозернистыми строительными материалами, однако он разрушается под длительным действием влаги и высокой температуры.

Пожары появились еще раньше, чем силикатный кирпич. А так как пожары — явление довольно частое, то проблема влияния высокой температуры на конструкции из силикатного кирпича весьма актуальна.

По техническим требованиям для силикатного кирпича максимальная температура применения не должна превышать 550°C. В некоторых случаях ликвидировать пожар в кратчайший срок не представляется возможным. Во время таких пожаров температура в помещении может превышать 1000–1500°C в зависимости от пожарной нагрузки, диффузии, теплообмена, длительности воздействия огня, теплопроводности, конвективных процессов и т. д. [1] Немаловажным является время прибытия пожарной команды, так как время прогрева кладки прямо пропорционально ущербу, получаемому кладкой от воздействия огня. Однако этому вопросу не уделялось должного внимания до недавнего времени. В настоящее время рассматривается вопрос об изменении норм, в которых должно быть закреплено, что пожарные подразделения должны приезжать к месту пожара в городах в пределах 10 мин, а в сельской местности — 20 мин. Эти нормы будут прописаны в новом техническом регламенте пожарной безопасности.

Но в силу объективных и субъективных причин эти нормативы выдерживаются не всегда. Таким образом, при пожарах велика вероятность превышения нормативной температуры применения силикатного кирпича. При длительном воздействии высокой температуры на кирпичную кладку происходит дегидратация гидросиликата кальция и гидроксида кальция и происходит разрушение кирпича. Появляются трещины как поперек кладки, так и вдоль нее, которые могут распространяться довольно глубоко в тело кладки. В результате пересечения трещин происходит дробление кирпичной кладки, вследствие чего происходит частичное обрушение кладки в зонах ее повреждения. Если это происходит с несущей стеной, работающей под нагрузкой от вышележащей кирпичной кладки и перекрытий, ситуация усугубляется еще больше. В этом случае образовавшиеся трещины носят и силовой характер. Как показали исследования [2], если силовые трещины проходят через четыре (и даже три) ряда кирпичной кладки из силикатного кирпича, то это указывает на ее аварийное состояние. Также возможно вскипание воды в порах кирпича и их разрыв, так как при испарении объем воды увеличивается в 1700 раз. Этот фактор снижает несущую способность кирпичной кладки. Разрыв пор в силикатном кирпиче ведет к нарушению его структуры и, как следствие, к его разрушению. Кроме того, возникает опасность разрушения кирпичной кладки во время тушения пожара. Как правило, очаги возгорания тушат водой, температура которой не выше температуры окружающей среды и гораздо ниже, чем температура в горящем помещении и тела самой кладки. При резком охлаждении температурные деформации приводят к появлению трещин. Разрушение кладки при воздействии холодной воды может произойти даже при температуре ниже нормативной температуры применения силикатного кирпича.

Опирающиеся железобетонные конструкции на несущие стены из мелкозернистых элементов согласно [3] должно



Модель пожарной ситуации в помещении с внутренней несущей стеной из силикатного кирпича

составлять не менее 120 мм. Как правило, пожары тушат снаружи здания и при попадании воды на внутреннюю нагретую несущую стену происходит резкое охлаждение кладки, приводящее к расколу кирпича и послойному его разрушению. Чем выше температура кладки, тем на большую глубину происходит разрушение слоя, тем самым уменьшается площадь опирания несущей железобетонной конструкции, что может привести к ее обрушению.

В качестве примера смоделируем пожарную ситуацию. Имеем (см. рисунок) внутреннюю несущую стену из силикатного кирпича толщиной в 1,5 кирпича, слой  $2\delta=380$  мм. Стена оштукатурена с двух сторон цементно-песчаной штукатуркой (слои I и III  $\delta=20$  мм). На стену опирается железобетонное перекрытие из пустотных плит с минимальным опиранием 120 мм. Температура среды до пожара в левом и правом помещениях  $t_{л} = t_{п} = t = +20^{\circ}\text{C}$ . В левом помещении, имеющем наружную стену, возникает фронтальный пожар. На левый слой № 1 воздействует тепловой поток интенсивностью  $q$ .

В первом приближении будем считать:

$$q = \alpha_v [t_{сл} - t_1], \quad (1)$$

где  $\alpha_v = 75$  Вт/м $\cdot$ К – коэффициент теплоотдачи;  $t_{сл} = 1000^{\circ}\text{C}$  – температура среды в левом помещении;  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$  – температура поверхности I. В правом помещении пожар отсутствует и  $\alpha_{п} = 8,7$  Вт/(м $\cdot$ К). Железобетонное перекрытие в расчет не принимаем. В расчете также не учитываем закипание свободной воды в порах кладки.

Требуется определить, через какое время фронт с температурой  $550^{\circ}\text{C}$  (температура разложения силикатного кирпича) достигнет границы II (левой поверхности кладки), начнет продвигаться вглубь, приводя к разрушению кирпича.

Для решения задачи воспользуемся выкладками [4] и программой расчета [5]. Расчет с принятыми в задание допусками показывает, что через 34 мин пожара температурный фронт достигнет границы II и далее начнет проникать в глубь кладки, приводя к негативным последствиям.

Математические модели ситуаций при пожаре в более строгой постановке, результаты расчетов и экспериментов будут представлены в последующих частях работы.

**Список литературы**

1. Молчадский И. С. Пожар в помещении. М.: ВНИИПО, 2005. 456 с.
2. Гнедина Л. Ю. Экспериментальное определение прочностных характеристик различных видов кирпича и кирпичной кладки при центральном сжатии // Строит. материалы. 2007. № 12. С. 18–19.
3. СНиП II–22–81 Каменные и армокаменные конструкции. М., 2003 г.
4. Федосов С. В., Гнедина Л. Ю. Нестационарный перенос в многослойной ограждающей конструкции. В кн.: Проблемы строительной теплофизики, систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях: Сб. докл. IV научно-практ. конференции. М., 27–29 апреля 1999. С. 343–348.
5. Федосов С. В., Ибрагимов А. М., Аксаковская Л. Н. Расчет температурных полей и полей распределения потенциала массы в трехслойной панели // Свидетельство об отраслевой регистрации № 2867 в Государственном координационном центре информационных технологий. Отраслевой фонд алгоритмов и программ. М., 2003.

**Активатор**  
измельчение активация синтез

### Российские промышленные эллиптические шаровые мельницы "Активатор" интенсивного помола.

|                       | Activator-C100 | Activator-C500 | Activator-C1000 | Activator-C5000 |
|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| произв-сть            | 100 кг/ч       | 500 кг/ч       | 1000 кг/ч       | 5000 кг/ч       |
| тонина помола         | 1-3 мкм        | 4-7 мкм        | 20-50 мкм       | 50-70 мкм       |
| потребляемая мощность | 5,5 кВт/ч      | 11 кВт/ч       | 22 кВт/ч        | 55 кВт/ч        |
| габариты, мм          | 1020×570×1230  | 1122×750×1500  | 1710×925×1815   | 2850×1700×2950  |
| вес, кг               | 170            | 650            | 1300            | 5100            |

**смешение компонентов пенобетона**

подготовка шихты для керамической плитки

получение сухих смесей

активация цемента

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

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

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

Новосибирск, Софийская, 18, оф. 107  
630056, Новосибирск, 56, а/я 141  
Факс: 8 (383) 345-15-30 (доп. 210)  
Тел: 8 913 942 94 81  
e-mail: eugene@activator.ru



С.В. БАЖИТОВ, директор по продажам ЗАО «Павловский Завод Строительных Материалов» (Ленинградская обл.)

## Конкуренция между кирпичным строительством и новыми видами строительных технологий

На основании результатов маркетинговых исследований, проведенных Академией конъюнктуры промышленных рынков в 2007 г., можно выделить несколько ключевых моментов для того, чтобы сформировать предложения по дальнейшему продвижению силикатной продукции.

Объем потребления кирпича в России в 2007 г. составил 13,3 млрд усл. кирпича, что на 15,1% больше, чем в предшествующем году. Если оценивать динамику потребления кирпича за последние пять лет, то наиболее благоприятно выглядят данные именно с 2005 г. (рис. 1).

Объем импорта кирпича в Россию по итогам 2007 г. составил 102 млн шт. усл. кирпича, или 0,8% объема внутреннего производства.

В структуре произведенных в 2007 г. 13,3 млрд шт. усл. кирпича силикатный кирпич составляет 40%, керамический — 60%.

Для простоты анализа объемов и структуры рынка в данном случае необходимо разбить весь кирпич на две группы: *строительный*, используемый для возведения несущих стен и перегородок, и *лицевой*, предназначенный для отделки фасадов и интерьеров, имеющий декоративное назначение.

По итогам потребления за 2007 г. продажи строительного кирпича составляют 79%, продажи лицевого

кирпича — 21%. Если учесть, что общий объем кирпичного рынка страны достиг в 2007 г. 13,3 млрд усл. кирпича, то объем проданного лицевого кирпича — 2,7 млрд шт. На рис. 2 приведена диаграмма, демонстрирующая распределение объема лицевого кирпича по его разновидностям.

Главным направлением, потребляющим кирпич, является строительство жилых домов. На его долю приходится около 71% всего потребляемого в стране кирпича. Основной сферой применения лицевого кирпича выступает строительство зданий жилого назначения. В рамках жилищного строительства главным потребляющим направлением является строительство многоэтажных домов по традиционной кирпичной технологии (на его долю приходится около 37% всего потребляемого в стране лицевого кирпича). Кроме того, достаточно емкими сегментами выступают малоэтажное и каркасно-монолитное строительство, предполагающее обязательную облицовку фасадов.

Специалисты прогнозируют рост спроса на лицевой кирпич до 2012 г., это должно происходить за счет:

- роста объемов жилищного и нежилищного строительства;
- роста доли малоэтажного строительства.

Объем спроса на облицовочный кирпич к 2012 г. должен увеличиться в 1,6 раза. Средний темп роста рынка в указанный период составит 10,4% в год. Анализируя конкуренцию в отрасли, необходимо учитывать, что она возможна между:

- существующими производителями лицевого кирпича;
- производителями лицевого кирпича и производителями материалов-заменителей, к которым относятся практически все облицовочные фасадные материалы: дерево; газобетон; камень; пластиковые материалы (сайдинг, вагонка); системы вентилируемых навесных фасадов с различными видами облицовочных материалов; фасадная штукатурка; панельное домостроение.
- конкуренция со стороны потенциальных производителей лицевого кирпича.

**Наиболее опасным конкурентом** кирпича выступают различные облицовочные материалы в виде **систем навесных вентилируемых фасадов**. Системы вентилируемых фасадов конкурируют с облицовочным кирпичом как в жилищном строительстве (многоэтажное каркасно-монолитное строительство), так и в коммерческом, административном, промышленном и др. (рис. 3).

В сегменте малоэтажного строительства (жилого и нежилого) конкуренцию облицовочному кирпичу составляют **пластиковые облицовочные материалы** — сайдинг, вагонка, а также фасадная плитка. ПВХ-сайдинг и облицовочные панели отличаются от кирпича своей дешевизной при высокой скорости монтажа. Это быстрый и экономичный способ облицевать жилую и нежилую постройку. В отношении фасадной плитки стоит отметить, что это более дорогой способ отделки по сравнению с пластиковыми панелями, имитирующими кирпичную кладку.

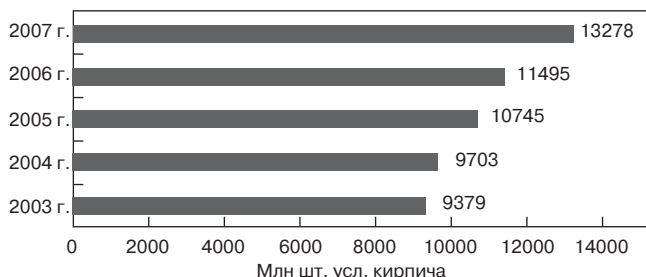


Рис. 1. Динамика потребления кирпича на российском рынке в 2002–2007 гг. Источник: Росстат, ФТС РФ, данные производителей

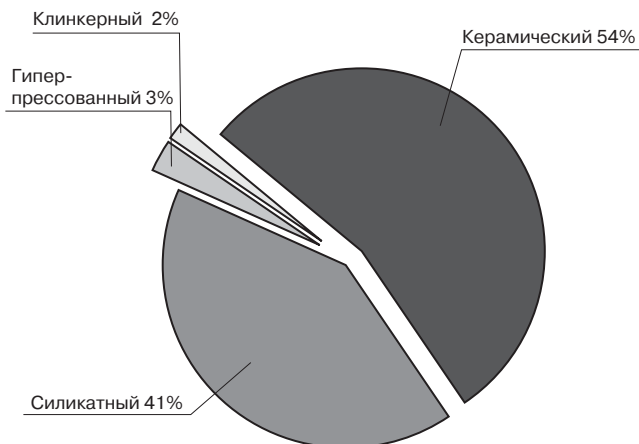


Рис. 2. Распределение объема лицевого кирпича по его разновидностям. Источник: данные производителей, Росстат, ФТС России

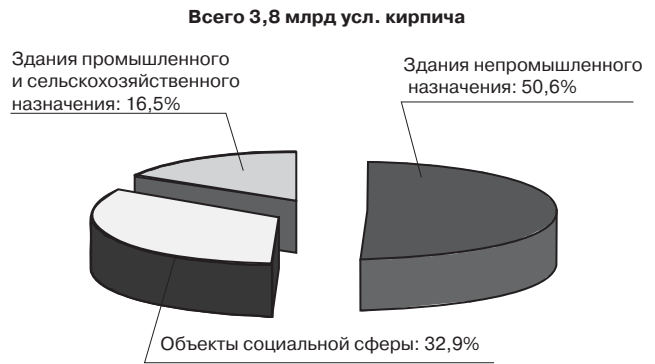
В настоящее время общий объем малоэтажного строительства составляет 40% от всего количества возводимого жилья. По прогнозам Министерства регионального развития РФ и Росстроя РФ к 2010 г. эта цифра возрастет до 50%.

Также необходимо отметить, что в настоящее время основными материалами для возведения малоэтажного жилья служат дерево и кирпич – на их долю в общем объеме строительства приходилось 89,4% в 2006 г. и 87,3% в 2007 г. Однако доля традиционных материалов будет неуклонно снижаться, что связано с активным переходом в ближайшие годы на эффективные, дешевые и технологичные материалы, к которым в первую очередь относятся ячеистые бетоны как теплоизоляционно-конструкционный материал и пенополистирол как теплоизоляция.

Тенденции потребления кирпича как материала для внутренних стен (межкомнатные и межквартирные перегородки) также неутешительны. По виду материала их можно разделить на:

- кирпичные – из керамического или силикатного кирпича;
- гипсовые – из гипсокартона или пазогребневых гипсовых плит;
- бетонные – керамзитобетонные, полистиролбетонные;
- деревянные – из досок, щитов, плит ДСП, ДВП.

Необходимо отметить, что доля кирпича для сооружения внутренних стен зданий в общем объеме потребления кирпича довольно мала и составляет в среднем 4–6% от общего объема потребления. Однако она постоянно уменьшается, и в ближайшем будущем следует ожидать дальнейшего снижения, поскольку конкуренция и объемы потребления товаров – заменителей кирпича в данном сегменте постоянно возрастают, сокращая тем самым использование кирпича в строительстве внутренних перегородок сооружений различного вида.



**Рис. 3.** Структура применения кирпича в нежилем строительстве в 2007 г. Источник: данные производителей

Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что для укрепления своих конкурентных позиций на развивающемся рынке, особенно в период внедрения новых технологий, практически во всех сегментах строительства силикатная продукция имеет неплохие шансы не только удержать свою долю рынка, но и путем своевременных и взвешенных решений с точки зрения продвижения продукции завоевать часть рынка альтернативных материалов. В качестве первых и самых необходимых шагов в этом направлении предлагается:

- разработать и согласовать (в аккредитованных организациях) типовые виды конструкций стен зданий с применением силикатного кирпича и газобетона, силикатного кирпича и вентилируемых фасадов, другие сочетания силикатного кирпича с материалами, используемыми в строительстве;
- получить рекомендации по вышеназванным типовым решениям у органов стандартизации и технического нормированию в строительстве;
- унифицировать выпускаемую продукцию среди производителей силикатной промышленности.



СТРОММАШИНА

**МЕЛЬНИЦЫ ШАРОВЫЕ, СТЕРЖНЕВЫЕ, СУШИЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ, ПЕЧИ ВРАЩАЮЩИЕСЯ, ФИЛЬТРЫ РУКАВНЫЕ, БЕТОНОУКЛАДЧИКИ, БЕТОНОРАЗДАТЧИКИ**

СТРОММАШКОМПЛЕКТ

ТОРГОВЫЙ ДОМ ЗАВОДА "СТРОММАШИНА"

**ГОМОГЕНИЗАТОРЫ, ЭЛЕВАТОРЫ, КОНВЕЙЕРЫ, ЦИКЛОНЫ, СЕПАРАТОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА, МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА, МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ, ВНВ.**

Россия, 443022, г. Самара, ул. 22 Партсъезда, 10А  
 Тел./факс: (846) 992 10 55, 279 29 04, 992 05 79, 279 26 31, 279 28 04  
 E-mail: strommash@samtel.ru  
 www.strommash.ru



РЕКЛАМА



17-20 марта

XIV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**ВСЁ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА  
И РЕМОНТА - 2009**

XIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ. ОТОПЛЕНИЕ.  
ВОДОСНАБЖЕНИЕ**



г. УФА

АДРЕС ОРГКОМИТЕТА:  
450080, Республика Башкортостан  
г. Уфа, ул. Менделеева, 158, 3 павильон  
Тел./факс: (347) 2531413, 2533800, 2531433  
E-mail: stroy@bvkexpo.ru, www.bvkexpo.ru



**САЛЕХАРД**

**19 - 20  
ФЕВРАЛЯ  
2009**

Ямало-Ненецкий автономный округ  
Шестая Межрегиональная  
специализированная выставка

**СТРОИТЕЛЬСТВО И  
АРХИТЕКТУРА.  
ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ.**

Организаторы:  
Выставочная компания "СИБЭКСПОСЕРВИС-Н" г.Новосибирск,  
ГУ "Ямало-Ненецкий окружной музейно-выставочный комплекс им. И.С.Шемановского"  
При поддержке:  
Департамента строительства и архитектуры Ямало-Ненецкого автономного округа,  
Межрегионального Объединения Сибирских Электротехнических предприятий (МОСЭП)

Выставочная компания  
**СИБЭКСПОСЕРВИС-Н**  
(383) 335-63-50 - многоканальный  
ses@math.nsc.ru www.ses.net.ru







# ВЕДУЩИЕ ВЫСТАВКИ РОССИИ – ВАШ КЛЮЧ К УСПЕХУ НА СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ



# 2009

**14 - 18 апреля**  
Санкт-Петербург  
ВК «Ленэкспо»

**Павильоны 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8А**



## 17 специализированных выставок



ИНТЕРСТРОЙЭКСПО



ТЕПЛОВЕНТ



ВОДОСНАБЖЕНИЕ



ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



СТРОИТЕЛЬСТВО И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ИНСТРУМЕНТ И ОБОРУДОВАНИЕ



АВТОСПЕЦТЕХНИКА



КРОВЛЯ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ОКНА, ДВЕРИ, ВОРОТА



САНТЕХНИКА



УМНЫЙ ДОМ



ИНТЕРЬЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ



ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ЗАГОРОДНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ



РОССИЙСКАЯ СТРОЙИНДУСТРИЯ

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА



ФАСАДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ, МЕТАЛЛОСНАБЖЕНИЕ



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
КОНГРЕСС  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ**

Организатор Конгресса:



Деловой партнер

Генеральный  
медиа-партнер

Генеральные информационные партнеры

Генеральный информационный  
партнер деловой программы



Оргкомитет форума:  
Телефон/факс: (812) 380 6014  
[WWW.INTERSTROYEXPO.COM](http://WWW.INTERSTROYEXPO.COM)



# Тонкие решения YTONG®

## для возведения внутренних стен и обустройства дома



*Мало кто задумывается о том, что стены и перегородки, разграничивающие внутреннее пространство дома, имеют куда большее практическое значение, чем внешний облик здания, созданию которого архитекторы и проектировщики уделяют львиную долю своего времени. А ведь именно в окружении внутренних перегородок проходит большая часть жизни, поэтому эти незамысловатые, казалось бы, элементы конструкции заслуживают отдельного внимания.*

На выбор конструкции внутренних перегородок оказывает влияние множество факторов, которые с некоторой долей условности можно разделить на три большие группы: технические, экономические и эксплуатационные.

Технические факторы определяют достоинства и недостатки тех или иных конструкций и материалов с позиций простоты и скорости возведения перегородок (технологичность), величины дополнительной нагрузки на фундамент (масса) и наличия определенной несущей способности (прочность). С точки зрения технологичности и скорости работы ячеистый бетон находится вне конкуренции. Высокая точность геометрических параметров материалов YTONG® позволяет сразу получать ровные стены, практически не нуждающиеся в дополнительном выравнивании. Керамическую и керамогранитную плитку можно приклеивать непосредственно к блокам, что значительно сокращает время строительства, а для получения идеально ровных поверхностей под обои или финишную окраску вполне достаточно слоя штукатурки толщиной 4–8 мм.

Большинство обычных штукатурок для внутренних работ пригодно для ячеистого бетона, но наилучшие результаты достигаются при использовании составов на гипсовом вяжущем. Эти материалы отличаются высокой паропроницаемостью, невысокой плотностью и полной безопасностью для здоровья человека. Кроме того, гипсовые штукатурки затвердевают быстрее, чем цементные, что позволяет сократить продолжительность технологического цикла. Перед приклеиванием плитки или нанесением штукатурки поверхность стен, сложенных из блоков YTONG®, необходимо загрунтовать специальной грунтовкой, что обеспечит максимальный уровень сцепления отделочных материалов с основанием.

При использовании блоков YTONG® существенно увеличивается скорость строительства, сокращаются

трудозатраты, в 5–7 раз уменьшается расход кладочного раствора, что в результате снижает общую стоимость возводимого здания (см. таблицу). Практика строительства из ячеисто-бетонных блоков YTONG® показывает, что их использование позволяет уменьшить стоимость 1 м<sup>3</sup> кладки в 2–3 раза по сравнению с традиционными кладочными материалами.

Несмотря на принадлежность к категории бетона, YTONG® легко обрабатывается при помощи обычного ручного инструмента. Его можно пилить, сверлить, вырезать элементы сложной формы, а также без лишних трудозатрат выполнять скосы и локальные поверхности, что открывает новые возможности для реализации сложных интерьерных проектов. Отверстия для электрических розеток и выключателей высверливают при помощи низкооборотной дрели с насадкой нужного диаметра, а каналы для прокладки электропроводки и коммуникаций очень быстро выполняют с помощью ручного штробореза YTONG®. Преимущество газобетона в этой области в полной мере способны оценить электрики, которым приходилось прокладывать десятки и сотни метров проводов и кабелей в стенах, выполненных из тяжелого бетона или керамического кирпича.

Масса стеновых конструкций из газобетона в среднем на 40 % ниже массы конструкций из тяжелого бетона и кирпича, что сокращает нагрузки на фундамент, а следовательно, и затраты на его устройство. При этом блоки YTONG® обладают достаточно высокой прочностью при сжатии, что позволяет возводить из них перегородки и полноценные несущие внутренние стены.

При устройстве межкомнатных перегородок большое внимание уделяется сохранению полезной площади помещений, поэтому в большинстве случаев предпочтение отдается перегородкам минимальной толщины. Ассортимент продукции YTONG® (блоки толщиной 50, 75, 100, 125, 150 и 200 мм) предоставляет возможность реализации любых технических решений.



Рис. 1. Перегородочная стена из материала YTONG® внутри чердачного помещения



Рис. 2. Блоки YTONG® можно использовать для экрана ванны



## Сравнительные характеристики\* конструкций из ячеистого бетона YTONG® и других материалов

| Характеристики  | YTONG® D400 B2.5 | Пенобетон D800 B2.5 | Керамический камень*            | Керамический кирпич*           |
|---|------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Расход кладочного материала, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> | 0,006            | 0,05                | 0,02                            | 0,12                           |
| Коэффициент экологичности**                                 | 2                | 2                   | 10                              | 10                             |
| Трудоемкость кладки   | –                | как у YTONG®        | В 1,5–2 раза выше, чем у YTONG® | В 5–6 раз выше, чем у YTONG®   |
| Скорость возведения зданий                                  | –                | как у YTONG®        | В 3–4 раза ниже, чем у YTONG®   | В 10–12 раз ниже, чем у YTONG® |

\* Представлены средние значения характеристик материалов.

\*\* Чем ниже значение параметра, тем более экологически чистым является материал.

Эксплуатационные характеристики перегородок должны обеспечивать достаточную механическую прочность (жесткость), срок службы, соизмеримый с аналогичными показателями здания в целом, звукоизоляционные свойства, а также отвечать требованиям пожарной безопасности при минимальной занимаемой площади (толщине).

Из узких блоков YTONG® можно возводить любые внутренние конструкции, включая стены в ванных комнатах и противопожарные стены (рис. 1, 2). Использование газобетона превращает строительство в быстрый, простой и экономичный процесс. Конструкции, сложенные из газобетонных блоков, обладают высокой жесткостью, надежностью и долговечностью. При этом благодаря пористой структуре некоторые звукоизоляционные характеристики ячеистого бетона во много раз превышают аналогичные показатели традиционного керамического кирпича. Это обстоятельство позволяет возводить из блоков YTONG® перегородки и межквартирные стены минимальной толщины, не прибегая к использованию стекловолоконных и минераловатных звукоизоляционных материалов. Кроме того, наличие миллионов крохотных ячеек, наполненных воздухом, сообщает блокам YTONG® чрезвычайно высокие теплоизоляционные свойства. Низкая теплопроводность ячеистого бетона делает его незаменимым материалом для устройства стен, отделяющих жилые помещения от нежилых с более низкой температурой (прихожих, лестничных площадок и др.).

В последние годы все большее внимание уделяется пожаробезопасности жилых и общественных зданий. При производстве газобетона используется только природное минеральное сырье, поэтому по классификации ГОСТ 30244–94 «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» он относится к негорючим материалам. Тесты на огнестойкость показывают, что перегородка из материала YTONG® толщиной 100 мм

выдерживает прямое воздействие огня в течение 4 ч без потери целостности и теплоизолирующей способности. Кроме того, не выделяются при нагревании токсичные продукты, что делает блоки YTONG® идеальным продуктом для обеспечения пожарной безопасности жилища.

YTONG® – влагостойкий стеновой материал, который не разрушается под воздействием влаги. В отличие от гипсокартонных листов конструкции из ячеистого бетона не подвержены деформации при эксплуатации в помещениях с повышенной влажностью, поэтому материал без ограничений подходит для использования в душевых и ванных комнатах, на кухнях и др.

К числу достоинств газобетона относится и его более высокая несущая способность. Конструкции из ячеистого бетона не требуют предварительной установки закладных элементов для крепления тяжелой мебели и сантехнического оборудования. Любые полки, кухонные шкафы, зеркала, батареи отопления и др. с легкостью монтируются при помощи специальных дюбелей для ячеистого бетона, способных выдерживать весьма значительные нагрузки. Для навешивания легких предметов интерьера (картин, фотографий и т. д.) используются обычные гвозди, которые рекомендуется забивать под углом 45° (сверху вниз).

Экологический аспект представляется особенно важным, поскольку вредные химические соединения, содержащиеся в материале перегородок, выделяются непосредственно в атмосферу внутренних помещений. Указанный факт в полной мере относится и к радиационному фону перегородок и других внутренних конструкций.

Ячеистый бетон YTONG® производится из песка, цемента, извести и небольшого количества алюминиевой пудры. Он не содержит летучих углеводородных соединений (растворителей) и формальдегида, что полностью исключает эмиссию токсичных веществ, и по своей экологичности сравним с натуральной древесиной, но в отличие от нее не горит, не гниет и не разрушается с течением времени. Не вызывает никаких опасений и радиоактивный фон этого материала. Удельная радиоактивность ( $A_{эфф}$ ) ячеистого бетона YTONG® не превышает 54 Бк/кг (рис. 3), что позволяет отнести его к I классу (низкий уровень).

В заключение отметим, что узкие блоки YTONG® с успехом применяются не только для возведения стен и перегородок, но и для декоративной отделки полов и каминов, устройства встроенной мебели, экранов ванн, душевых кабин и др., то есть фактически представляют собой материал универсального назначения, позволяющий реализовать самые необычные замыслы архитекторов и дизайнеров.

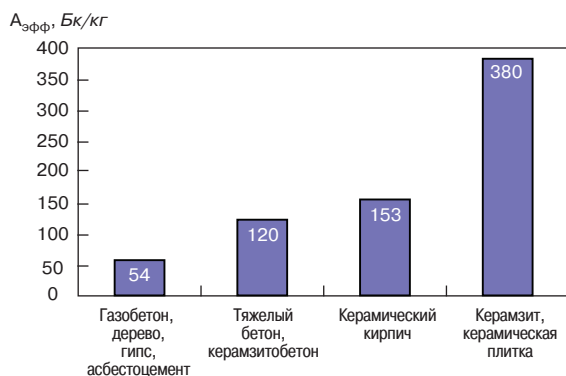


Рис. 3. Приведенное радиоактивное излучение для различных строительных материалов



# Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий



Выступает президент Российской гипсовой ассоциации Ю.А. Гончаров



С новыми добавками эфиров целлюлозы для сухих смесей на основе гипсового вяжущего познакомил участников Д.В. Мундштуков (ООО «Геркулес Раша»)



В.Ф. Коровяков представляет новую книгу «Гипс в малоэтажном строительстве»

IV Всероссийский семинар по гипсу с международным участием состоялся 24–26 сентября в Волгограде. Его организаторами выступили Российская гипсовая ассоциация, РНТО строителей, Московский государственный строительный университет, ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова, НИИСФ, ГУП «НИИМосстрой» и Администрация Волгоградской области.

В работе семинара приняли участие более 200 руководителей, специалистов предприятий, производящих гипсовую продукцию, проектных институтов и фирм, вузов, органов исполнительной власти, а также представители научной и деловой общественности из Белоруссии, Украины, Молдовы, Казахстана, Латвии, Германии, Турции, Франции и др.

Текущему состоянию и перспективам развития промышленности строительных материалов и стройиндустрии Волгоградской области было посвящено выступление заместителя главы администрации Волгоградской области по строительству и жилищно-коммунальному комплексу **Л.А. Алферова**, в котором было подчеркнуто, что развитие производства гипсовых строительных материалов является одним из приоритетных направлений промышленности Волгоградской области.

Выполнение национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» невозможно без массового строительства малоэтажных жилых домов на одну-две семьи и 3–4-х этажных многоквартирных. Доля такого строительства составляет более 45%, а в некоторых регионах – до 75%.

В докладе **В.Ф. Коровякова** (ГУП «НИИМосстрой») проанализированы возможности применения гипсовых материалов при строительстве малоэтажных домов с учетом современных требований по энергоэффективности, качеству и комфортности жилища. Отмечено, что в настоящее время гипсовые вяжущие применяются в несколько раз меньше, чем в 60–70-х гг. XX в. До настоящего времени мало используются водостойкие гипсовые вяжущие, что связано в основном с недостаточной осведомленностью и боязнью строителей применять гипсовые бетоны в несущих и наружных конструкциях зданий. Однако в настоящее время разработаны стеновые изделия на водостойких и неводостойких гипсовых вяжущих, например блоки строительные замковые, предназначенные для возведения несущих и самонесущих стен без раствора; гипсовый прессованный кирпич на основе водостойкого гипсового вяжущего, который по свойствам соответствует требованиям, предъявляемым к силикатному кирпичу по ГОСТ 379–95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия». Для формования изделий приспособливают прессовое оборудование, применяемое для производства силикатного кирпича. Также В.Ф. Коровяков представил участникам конференции новую книгу «Гипс в малоэтажном строительстве» под редакцией ведущего ученого в области гипсовых материалов д-ра техн. наук Анны Викторовны Ферронской, которая, к всеобщему сожалению, не смогла присутствовать на семинаре.

Тема применения гипсовых материалов в малоэтажном строительстве была главной в выступлениях многих докладчиков. **А.И. Палиев** («КНАУФ Маркетинг Красногорск») подчеркнул, что приоритет компании – «сухое» строительство способствует повышению производительности труда и возможности в малоэтажном строительстве обойтись без использования подъемных механизмов и машин.

Малоэтажное строительство в России набирает все большие темпы, особенно в области каркасного строительства на основе деревянных и металлических конструкций, стоимость 1 м<sup>2</sup> которых находится в пределах 12–28 тыс. р. Несмотря на инфляционные процессы, производители каркасных зданий стараются удерживать их стоимость за счет определенных инженерных решений по снижению материалоемкости. Для решения этих задач **А.А. Федулов** представил ряд новых гипсовых материалов и конструкций, выпускаемых фирмой «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус»: ветрозащитные листы (ГКЛЗ) для облицовки наружных и внутренних поверхностей ограждающих конструкций с последующим устройством вентилируемых фасадов; листы Ригидур ГВЛ, пригодные для обшивки деревянных и металлических каркасов с обеих сторон для придания им повышенной жесткости; гипсо-фибровые листы Рифлекс ГФЛ, армированные с обеих сторон нетканым стеклолотом (класс горючести листов НГ), предназначенные для устройства перегородок и помещений с повышенными требованиями к пожарной защите.

Индустриальную систему строительства (ИСС) «Экодом» представил **Ю.Г. Лосев** (Старооскольский технологический институт). В настоящее время



ИСС находится на стадии экспериментального внедрения. Сборно-монолитные и несущие конструкции стен и перекрытий малоэтажных домов выполняются с использованием несъемной опалубки из влагостойких гипсоволокнистых листов, в которые заливается гисобетон. В зависимости от назначения это может быть пеногипс, гипсосилипор, гипсоперлит, арбогипс, гипсополистирол, гипсокерамзит и их сочетания. Такие конструкции не требуют утепления стен и штукатурных работ при наружной и внутренней отделке. ИСС «Экодом» применена при строительстве усадебного дома в микрорайоне Северный г. Старый Оскол (Белгородская обл.).

Использование крупнотоннажных отходов производства фосфорсодержащих удобрений для выпуска гипсового вяжущего является предметом исследований многих ученых. Фосфополугидрат (ФПГ) сульфата кальция ( $\alpha$ -CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O) является столь же крупнотоннажным отходом производства удобрений, как и фосfogипс. Материал обладает способностью схватываться с одновременным переходом в форму дигидрата сульфата кальция, обладает тиксотропией и является  $\alpha$ -формой гипсового вяжущего, но содержит водорастворимые фосфор- и фторсодержащие соединения, удаление которых возможно тщательной отмывкой или нейтрализацией с переводом растворимых соединений в нерастворимые.

Практический интерес для ФПГ представляет сухая нейтрализация, об исследованиях которой доложил **М.А. Трошин** (ОАО «НИУИФ»). Для эксперимента использовали свежий фосфополугидрат кальция (Балаковский завод минеральных удобрений) с влажностью 26–29% и содержанием кристаллизационной воды 5–7%. В качестве нейтрализующего агента применена гидратная известь. В условиях проведения эксперимента определено, что нейтрализация происходит через промежуточную стадию образования дикальций-фосфата. Временной интервал окончания нейтрализации занимает 3–6 сут. Чем меньше количество извести, тем дольше протекает процесс.

В программе семинара выступили ведущие зарубежные производители оборудования (гипсоварочных котлов, измельчителей и классификаторов гипса и др.), химических добавок для выпуска сухих строительных смесей на основе гипсового вяжущего.

По окончании пленарных заседаний для участников семинара было организовано посещение одного из ведущих российских предприятий по производству гипсовых материалов – Волгоградского гипсового завода, входящего в Корпорацию ВОЛМА, которому в 2009 г. исполнится 60 лет.

Завод начал строиться в 1943 г., сразу после окончания одной из самых жестоких битв Великой отечественной войны. Освобожденный Сталинград нужно было отстраивать заново. 30 июня 1949 г. Сталинградский гипсовый завод был введен в состав действующих предприятий страны. В тот год было выпущено 6 тыс. т строительного гипса. С 1952 г. начато производство гипсовых плит, а с 1953 г. – сухой гипсовой штукатурки (ГКЛ). В 1986 г. сдан в эксплуатацию новый цех строительного гипса – один из самых мощных и современных в гипсовой отрасли России. Он обеспечивает выпуск строительного гипса наивысшего качества. Производство гипсовых материалов на заводе неуклонно росло до 1991 г. Далее предприятие развивалось по тому же сценарию, что и экономика страны. Объем выпускаемой продукции постепенно снижался, и к 1999 г. гипса было выпущено только 4% от показателей 1972 г. Были потеряны рынки сбыта, накоплены большие долги. Неизвестно, как сложилась бы судьба завода, если бы к руководству заводом не пришла команда молодых и знающих менеджеров во главе с Ю.А. Гончаровым. Для того чтобы вернуть предприятие к жизни, была проделана огромная работа. В настоящее время на заводе трудится 800 человек. В год завод выпускает более 20 тыс. т гипса, 10 млн м<sup>2</sup> гипсокартонных листов, 400 тыс м<sup>2</sup> пазогребневых плит и 180 тыс. т сухих строительных смесей различного назначения.

Участники семинара ознакомились с основными производствами. В цехе строительного гипса большой интерес вызвала вращающаяся печь для обжига гипсового камня фирмы MONTERDE. Длина печи 18,5 м, диаметр 3,5 м, производительность 120 тыс. т/г. Введена в эксплуатацию в начале 2007 г. Внимание специалистов привлекло и оборудование по аэрации и обеспыливанию.

В цехе пазогребневых плит всеобщее внимание было приковано к оборудованию и оснащению линии по производству пустотелых пазогребневых плит фирмы ALPHAPLATRE. На сегодня это единственное производство пустотелых пазогребневых плит в России.

Участники семинара ознакомились и с новыми линиями по производству сухих строительных смесей, которых завод выпускает более 10 видов. Это штукатурные, шпаклевочные и клеевые смеси, ангидритовые наливные полы и др.

Участники семинара получили квалифицированные ответы на все интересующие вопросы, смогли обсудить многие особенности производства и применения гипсовых материалов в строительстве, принять участие в дискуссиях и др. Следующий, V семинар по гипсовым материалам состоится в 2010 г. в Казани.

**С.Ю. Горегляд, И.П. Рублевский**



Программа семинара требует уточнения! М.А. Прохоренко (ГК «ЕТС») и А.Ф. Бурьянов (Российская гипсовая ассоциация)



Новая печь обжига гипсового камня установлена на Волгоградском гипсовом заводе в 2007 г.



Форма для производства пустотелых пазогребневых плит



Пустотелые пазогребневые плиты – уникальная продукция Волгоградского гипсового завода

УДК 691.54

А.В. АРТАМОНОВ, канд. техн. наук,  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова  
(г. Магнитогорск Челябинской обл.)

## Оптимизация физико-технических свойств цементов, полученных в центробежно-ударной мельнице

Традиционно в России измельчение клинкера и добавок производят в шаровых мельницах, работающих в основном по открытому циклу. Несмотря на значительные достижения по оптимизации процесса измельчения в шаровых мельницах, применению высокоэффективных сепараторов, уровень затрат энергии остается высоким (40–50 кВт·ч/т).

Измельчительные комплексы (КИ) на основе центробежно-ударной мельницы (МЦ) хорошо зарекомендовали себя при измельчении материалов различной плотности ( $1,5\text{--}4\text{ г/см}^3$ ) и твердости (1–9 единиц по шкале Мооса). В настоящее время в России и странах СНГ находится в эксплуатации более 30 КИ по производству тонких порошков для различных целей. Однако возможность применения таких мельниц в качестве измельчителей клинкера являлась до недавнего времени малоизученной.

При помоле клинкера Магнитогорского цементно-огнеупорного завода совместно с гипсовым камнем в полупромышленном измельчительном комплексе (лаборатория ЗАО «Урал-Омега») достигается экономия энергозатрат в зависимости от режима его работы на 10–30% по сравнению с трубной мельницей  $2,6 \times 13$ , работающей по открытому циклу. Расходы на замену изнашиваемых деталей в МЦ (ускорителя, отбойных плит) в два раза ниже по сравнению с заменой мелющих тел и бронештупов в шаровой мельнице. Получе-

ние цемента по данной энегосберегающей технологии потребовало изучения его физико-технических свойств. Исследование зернового состава цемента после КИ методом планирования эксперимента производилось ранее [1].

С целью определения всего диапазона численных значений свойств цементов, которые возможно получить в измельчительном комплексе, был выполнен полный двухфакторный эксперимент. Из всех факторов, оказывающих влияние на измельчение, были выделены два наиболее значимых: угол наклона лопаток сепаратора  $\alpha$ , регулирующий направление воздушного потока в сепараторе; угол наклона воздушной заслонки  $\beta$ , изменяющий скорость движения воздуха в камере измельчения. От этих факторов зависит время пребывания материала в мельнице, его тонкость помола.

Исходя из имеющейся информации и возможностей оборудования были назначены уровни варьирования факторов. Для угла наклона лопаток сепаратора  $\alpha$   $20\text{--}80^\circ$  и  $0\text{--}90^\circ$  для угла наклона воздушной заслонки  $\beta$ . Причем при  $0^\circ$  наклона заслонки обеспечивается минимальная скорость движения воздуха в камере измельчения, а при  $90^\circ$  – максимальная.

После измельчения клинкера при назначенных режимах работы КИ определялись строительно-технические свойства цементов по стандартным методикам ГОСТ

310.1–76. Тонкость помола (по остатку на сите № 008) определяли по ГОСТ 310.2–76, показатель нормальной плотности – по ГОСТ 310.3–76; прочностные характеристики – по ГОСТ 310.4–81. Безусловно, требования стандарта предъявляются к срокам схватывания и равномерности изменения объема. Среди характеристик цемента можно также рассматривать кинетику его твердения, тепловыделение и т. д.

В результате эксперимента были получены адекватные математические модели, которые могут быть использованы для прогнозирования физико-технических свойств цементов при различных значениях факторов, а также для назначения технологических режимов измельчения при получении цементов заданных свойств.

На основе полученных уравнений регрессии построены линии равного уровня (рис. 1–5).

Портландцементы с тонкостью помола по остатку на сите № 008, превышающей 15%, не удовлетворяют требованиям ГОСТ 10178–85. Также ГОСТ 10178–85 предъявляет требования к прочностным показателям. Предел прочности при сжатии для цемента марки ПЦ400 должен быть не ниже 40 МПа, при изгибе – 5,5 МПа. Поэтому области, расположенные левее линий 15%, 40 МПа, 5,5 МПа на рис. 1, 5, 4 соответственно, являются не удовлетворяющими требованиям ГОСТ 10178–85.

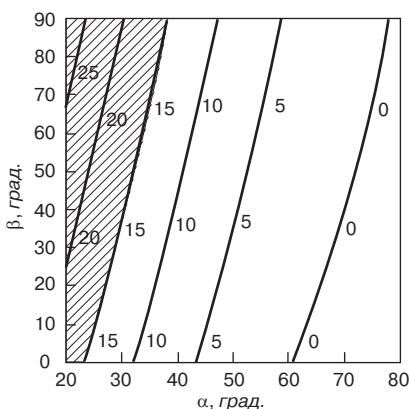


Рис. 1. Тонкость помола, %

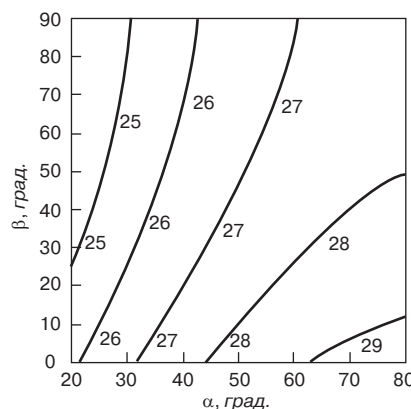


Рис. 2. Нормальная плотность цементного теста, %

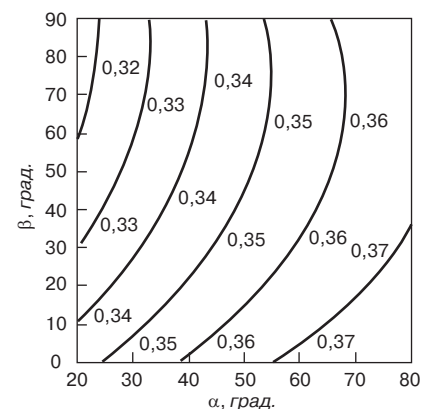


Рис. 3. В/Ц цементно-песчаного раствора



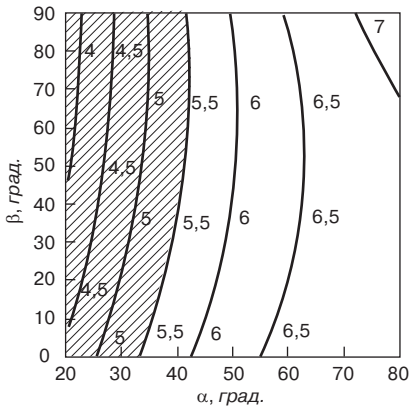


Рис. 4. Предел прочности при изгибе в возрасте 28 сут, МПа

Для того чтобы обозначить области варьирования факторов, в которых цементы соответствуют требованиям стандарта, можно воспользоваться обобщенным откликом (по терминологии метода планирования эксперимента), то есть решить задачу аналитически. Однако из рис. 1, 4 и 5 видно, что линия 40 МПа (рис. 5) лежит в области значений  $\alpha$  и  $\beta$ , при которых полученный цемент соответствует требованиям ГОСТ 10178–85 для ПЦ 400 по показателям тонкости помола и прочности при изгибе.

Среди цементов, соответствующих требованиям стандарта, преимущество имеют цементы с низкой водопотребностью. Также необходимо учитывать, что при получении

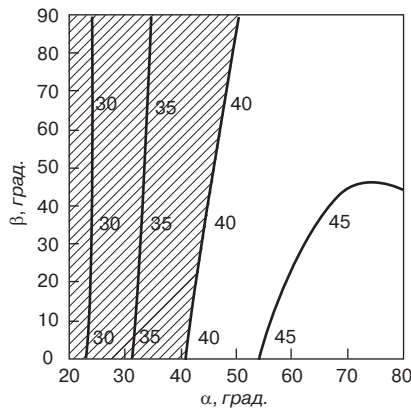


Рис. 5. Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут, МПа

цемента, превышающего требуемую активность, увеличиваются затраты энергии.

Для поиска режима, при котором цемент имеет активность 40 МПа и при этом обладает наименьшей водопотребностью, произведен анализ зависимостей, представленных графически (рис. 2, 3 и 5).

В результате определена точка, которой соответствует режим мельницы со значением  $\alpha = 48$  и  $\beta = 67$ . В этой точке цемент имеет активность 40 МПа, предел прочности при изгибе 5,58 МПа, В/Ц раствора 0,344 и нормальную густоту 26,4%, тонкость помола 6,7%.

Свойства цемента с активностью 40 МПа, полученного в КИ, имеют некоторые отличия от свойств товарного цемента после шаровой мельни-

цы. У товарного цемента на основе такого же клинкера В/Ц составляет обычно 0,38–0,4, нормальная густота 24–26 %, тонкость помола 9–12%. Отличия в физико-технических свойствах цементов равной активности могут быть объяснены различиями в их зерновых составах [1].

При равной активности цемент центробежно-ударного измельчения имеет меньшую водопотребность в растворе и бетоне [2], что приводит к экономии цемента.

Таким образом, с помощью метода планирования эксперимента определены:

- зависимости физико-технических характеристик цемента от режимов работы мельницы МЦ;
- режим, при котором продукт (цемент) соответствует требованиям стандарта и обладает наименьшей водопотребностью, что способствует уменьшению расхода цемента в бетоне.

#### Список литературы

1. Артамонов А.В., Гаркави М.С., Кушка В.Н. Гранулометрический состав портландцементов центробежно-ударного измельчения // Цемент и его применение. 2007. № 2. С. 54–56.
2. Артамонов А.В., Кушка В.Н. Тяжелые бетоны на основе цементов различного способа помола // Строит. материалы. 2008. № 3. С. 50–51.



**Современное высокоэффективное оборудование для измельчения и классификации строительных материалов**

ЗАО “Урал-Омега” предлагает современное оборудования для процессов измельчения и классификации строительных материалов и наполнителей. Представленное оборудование успешно работает в различных отраслях и производствах - производство тонкодисперсных порошков и сверхтонких материалов, производство цемента, производство компонентов сухих строительных смесей и т. д.

Основанное в 1989г, в настоящее время является надежным партнером более 190 предприятий России и других стран.

Россия, 455037, г.Магнитогорск, Ленина, 89, стр.7  
 тел. +7 (3519) 31-66-11, 31-66-00  
 e-mail: info@uralomega.ru;  
 http://www.uralomega.ru





**3 - 6 февраля 2009**



ОКНА. ДВЕРИ. СТЕКЛО. ФАСАДЫ  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. КРЕПЕЖ  
ОБОРУДОВАНИЕ. ИНСТРУМЕНТЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ








ОКОННАЯ И ФАСАДНАЯ ПРАКТИКА



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР



# СТРОЙСИБ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ



**17 - 20 февраля 2009**

ОТОПЛЕНИЕ. ВЕНТИЛЯЦИЯ  
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ. САНТЕХНИКА  
КЕРАМИКА. НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗДАНИЕ

**ITE СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА.** Россия, Новосибирск, Красный проспект, 220/10  
Тел.: (383) 210-62-90, 220-83-30, (3812) 24-32-61; [www.stroisib.sibfair.ru](http://www.stroisib.sibfair.ru)

**строительство архитектура** 

20–23 января 2009 г.

**В программе:**  
**Ордер воплощения** – ежегодный конкурс архитектурных проектов.  
Презентации новинок строительной индустрии

Семнадцатая специализированная выставка строительных архитектурных проектов, новых технологий и оборудования в строительстве, строительных и отделочных материалов



ВК «Красноярская ярмарка»  
МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19.  
Тел./факс: (391) 228-86-15, 228-86-14,  
e-mail: [alena@krasfair.ru](mailto:alena@krasfair.ru), [dmarina@krasfair.ru](mailto:dmarina@krasfair.ru)  
[www.krasfair.ru](http://www.krasfair.ru)

Информационная поддержка









# Ячеистые бетоны в современном строительстве



## V Международная научно-практическая конференция

10–12 сентября 2008 г. в Санкт-Петербурге состоялась V Международная научно-практическая конференция «Ячеистые бетоны в современном строительстве». Ее организаторами традиционно выступили Межрегиональная Северо-Западная строительная палата и Центр ячеистых бетонов. В работе конференции приняли участие более 120 руководителей и специалистов производственных предприятий, научно-внедренческих, машиностроительных и инженеринговых фирм из Москвы, Санкт-Петербурга, Брянска, Воронежа, Екатеринбургa, Иркутска, Кирова, Костромы, Краснодара, Курска, Липецка, Новосибирска, Омска, Оренбурга, Ростова-на-Дону, Самары, Саратова, Тулы, Череповца, Ярославля; Московской, Ленинградской, Волгоградской, Нижегородской, Пермской, Свердловской, Тюменской, Челябинской областей, Республик Татарстан и Мордовия, Беларуси, Украины, Литвы, Польши, Германии.

Программа конференции включала три группы вопросов: опыт и перспективы применения изделий из автоклавного газобетона на современном этапе; технология производства автоклавного газобетона; опыт производства изделий из автоклавного газобетона в различных регионах.

В докладе директора Центра ячеистых бетонов **В.П. Вылегжанина** было отмечено, что после кризисного падения производства ячеистого бетона в 90-х гг. прошлого века заметный рост выпуска продукции начался с 2000 г. Уже в 2003 г. производилось 2,6 млн м<sup>3</sup>, в 2007 г. — 5,6 млн м<sup>3</sup>. В 2008 г. планируется выпустить 6,4 млн м<sup>3</sup> газобетонных изделий.

За последние пять лет построено и модернизировано 17 заводов, 31 завод строится или проектируется, семь из них планируется запустить до конца 2008 г., восемь — в 2009 г. По предварительным оценкам суммарная мощность проектируемых заводов составит к 2010 г. около 17 млн м<sup>3</sup>.

Изделия из автоклавного газобетона обладают высокими технико-экономическими показателями — низкой радиоактивностью (I класс); высокой паропроницаемостью и теплоаккумулирующими свойствами. Однако при всех очевидных достоинствах изделий из автоклавного газобетона он не находит должного применения в массовом жилищном строительстве. И это несмотря на то, что производство автоклавного газобетона в отечественной практике имеет давнюю историю и весьма успешный опыт применения. Об этом рассказал научный руководитель Центра ячеистых бетонов **В.А. Пинскер**. Он напомнил, что на территории СССР первый газобетонный завод был построен в 1937 г. в Риге. До настоящего времени стены из газобетона применяются в серии 137 ГБ, в усовершенствованной серии ЛГ-600.11 предусмотрены стены из газобетона марки D600 толщиной 0,36 м.

Для строительства в малых городах и сельской местности была разработана серия 125 — дома высотой от одного до пяти этажей полностью из газобетонных конструкций; для сельского строительства — серия 216 (усадебные дома с надворными постройками).

Дома из газобетонных блоков и панелей активно строились в Барнауле, Воронеже, Набережных Челнах, Новосибирске, Омске, Самаре, Астраханской, Пензенской, Саратовской, Свердловской, Тверской областях, Татарстане, Литве, Эстонии, Казахстане. Нигде в обследованных домах, эксплуатируемых 40–70 лет, со стенами из автоклавного ячеистого газобетона не обнаружено разрушений или существенных дефектов. При этом следует учесть, что при строительстве этих домов не применялось поясное контурное армирование кладки из ячеисто-бетонных блоков.

В своем докладе В.А. Пинскер выделил незаслуженно забытый вид автоклавных ячеистых бетонов — силикальцит, разработанный известным советским ученым д-ром техн. наук И.А. Хинтом. В СССР было построено более 30 заводов, работающих по дезинтеграторной технологии. По мнению многих специалистов, производство силикальцита не утратило актуальности, так как позволяет из высококачественного сырья и отходов промышленности на простом оборудовании получать строительный материал достаточно высокого качества с относительно невысокой себестоимостью.



Директор Центра ячеистых бетонов  
канд. техн. наук В.П. Вылегжанин



Научный руководитель Центра ячеистых  
бетонов канд. техн. наук В.А. Пинскер



Президент ассоциации НААГ,  
генеральный директор ООО «Рефтинское  
объединение «Теплит» В.Н. Левченко

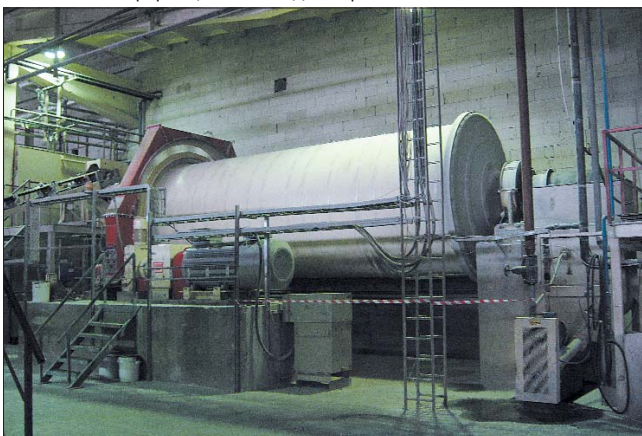


Председатель НТС НААГ, член совета  
директоров фирмы «AEROC International AS»,  
канд. техн. наук Я.М. Паплавский





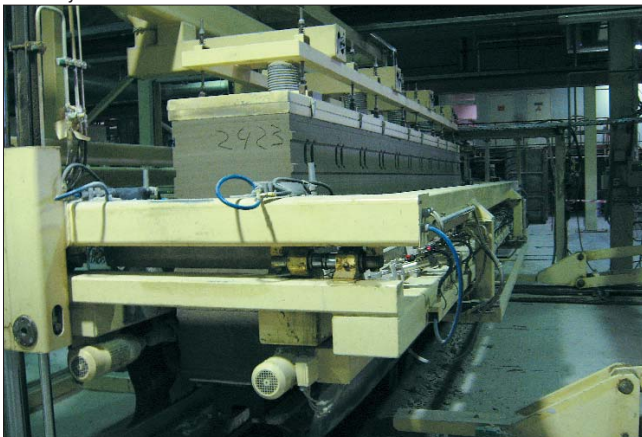
Участники конференции на заводе «Аэрок СПб»



На заводе установлена технологическая линия фирмы «Wehrhahn GmbH». Трубная мельница



Распалубка массива



Резательный комплекс

На конференции было объявлено об официальной регистрации Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона (НААГ). В выступлении президента ассоциации **В.Н. Левченко** было отмечено, что ассоциация НААГ официально зарегистрирована в Санкт-Петербурге 10 июня 2008 г., ее учредителями стали ООО «Аэрок СПб» (Санкт-Петербург), ОАО «Завод ячеистых бетонов» (г. Набережные Челны, Республика Татарстан), ЗАО «Кселла-Аэроблок Центр Можайск» (Московская обл.), ОАО «Лискинский газосиликат» (Воронежская обл.), ООО «Рефтинское объединение «Теплит» (Свердловская обл.), Завод «Сибит» ОАО «Главновосибирскстрой» (Новосибирск).

При ассоциации создан научно-технический совет. Его возглавил известный ученый в области автоклавного газобетона **Я.М. Паплавский**. В функции НТС НААГ будет входить проведение научно-исследовательских работ в области производства и применения автоклавного газобетона, разработка и внесение исправлений в нормативно-техническую документацию, экспертная оценка технических новинок, предлагаемых к внедрению, систематизация научно-технической информации и доведение ее до предприятий отрасли.

**Я.М. Паплавский**, член совета директоров фирмы «AEROC International AS», председатель НТС НААГ, обратил внимание участников конференции на то, что одной из главных причин недостаточного использования автоклавного газобетона является несоответствие действующей нормативно-технической документации и реального качества ячеисто-бетонных изделий, выпускаемых современными заводами.

На современных газосиликатных заводах полностью автоматизированы процессы подготовки и дозирования сырьевых компонентов, что обеспечивает высокую однородность материала по средней плотности и прочности. Резательное оборудование нового поколения позволяет получать изделия с допусками не более 1,5 мм. Это дает возможность вести монтаж изделий на специальный монтажный клей.

На многих предприятиях отрасли освоен выпуск изделий со средней плотностью 350–400 кг/м<sup>3</sup>, классом по прочности не ниже В1,5 и расчетным коэффициентом теплопроводности при влажности 4% около 0,113 Вт/(м·°С). Такие изделия можно применять не только как теплоизоляционные, но и как стеновые блоки, воспринимающие силовые нагрузки.

Проведен ряд испытаний кладок из ячеисто-бетонных блоков. В частности, в Центре ячеистых бетонов испытана кладка из блоков D400, выпускаемых рядом новых заводов. В ходе испытаний были определены такие важные для проектировщиков расчетные характеристики, как масштабный фактор, коэффициент призматической прочности, коэффициент прочности кладки при центральной сжатии, модули упругости газобетона и кладки из него, упругие характеристики кладки на клею, коэффициенты учета больших и малых эксцентриситетов, предельная деформативность кладки и др. Полученные результаты показали высокие деформативно-прочностные свойства блоков.

Однако в действующих НТД изделия со средней плотностью менее 500 кг/м<sup>3</sup> относятся исключительно к теплоизоляционным материалам.

Также ЦЯБ разработана программа теплофизических испытаний кладки из пазогребневых блоков, в которой вертикальные швы не заполнены клеевым составом. Такие кладки не предусмотрены действующими НТД, хотя практически все заводы, работающие на новом технологическом оборудовании, выпускают такие блоки и их эффективность доказана многолетней зарубежной практикой. По методике ЦЯБ в испытательном центре СПбЗНИИПИ были проведены испытания



фрагмента кладки размером 300×1600×2300 мм из блоков производства «Аэрок СПб». Расчетное сопротивление теплопередаче составило для фрагмента без штукатурного слоя 3,1 м<sup>2</sup>·°С/Вт, у оштукатуренного фрагмента – 3,72 м<sup>2</sup>·°С/Вт при влажности блоков 4%. Эти показатели выше, чем приведенные в действующих нормативах.

С аналогичной проблемой столкнулись некоторое время назад коллеги из Белоруссии. Но она была решена директивно: по распоряжению Президента Республики в 1998 г. необходимая нормативно-техническая документация была разработана и утверждена.

В России в настоящее время не существует административных органов, которые могли бы инициировать, финансировать и контролировать подобную работу. В этой ситуации предприятия, выпускающие автоклавный ячеистый бетон по современной технологии, создали рабочую группу, привлекли к выполнению работы НИИЖБ и ряд других организаций и профинансировали разработку новых стандартов ГОСТ 31359–2007, ГОСТ 31360–2007. Эти стандарты имеют статус межгосударственных и приведены в соответствие с гармонизированными стандартами Евросоюза.

Выход этих новых стандартов создает благоприятные предпосылки для внесения необходимых изменений в СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» и СНиП II–22–81\* «Каменные и армокаменные конструкции», что очень важно, так как проектировщики в своей работе в первую очередь ориентируются на СНиПы. Эта работа станет одной из главных задач ассоциации и ее НТС.

Производство автоклавного газобетона активно развивается не только в России. Заместитель директора Центра по развитию бетонной промышленности (ЦЕБЕТ) (Варшава, Польша) *Г. Запотоchnа-Сьтэк* рассказала, что в 2007 г. производство автоклавного ячеистого бетона в Польше достигло 5,55 млн м<sup>3</sup>. В настоящее время Польша является самым крупным производителем этого материала в Европе. Под данным Европейской ассоциации производителей автоклавного газобетона, общее производство ее участников составляет 18,25 млн м<sup>3</sup>.

Многие заводы в Польше принадлежат иностранным компаниям. В настоящее время в стране присутствуют четыре крупные финансово-промышленные группы, в собственности которых сосредоточен 21 завод, работают также девять независимых производителей. Производятся в основном мелкоразмерные блоки для выполнения стен, перемычек, заполнения часторебристых перекрытий. Некоторые заводы изготавливают перегородки и армированные перемычки для оконных и дверных проемов в наружных и внутренних несущих стенах и перегородках. Панели покрытия производятся только на заказ.

Основная плотность выпускаемого ячеистого бетона 300–750 кг/м<sup>3</sup>, прочность изделий при сжатии 1,5–7,5 МПа, коэффициент теплопроводности 0,09–0,2 Вт/(м·К).

В Польше ячеистый бетон является основным материалом для возведения стен: 41,1%; 36,7% стен строят из керамического кирпича и блоков, 9,3% – из силикатного кирпича, 12,9% – из других материалов.

**К. Бонеман**, президент немецкой фирмы «Wehrhahn GmbH», представил комплектное оборудование для выпуска газобетона. В предлагаемых линиях установлена дополнительная машина для удаления нижнего подрезного слоя. При производительности 1400 м<sup>3</sup> газобетона в сутки удаление до автоклавирования 4–6 см нижнего слоя позволяет экономить сырье и энергетические ресурсы для выпуска дополнительно 60 м<sup>3</sup> продукции. Конструкция форм с рас-



Ассортимент продукции завода «Аэрок СПб»

кладывающимися бортами позволяет производить очистку форм специальными скребками, а затем смазывать их с помощью щеточных вращающихся барабанов. Расход смазки при этом составляет 0,7 л на одну форму. Эти и ряд других преимуществ, по мнению докладчика, вполне оправдывают относительно высокую стоимость оборудования.

Российское оборудование для производства ячеистого бетона представил генеральный директор ЗАО «Силбетиндустрия» А.И. Селезский. Опыт разработкой и применения эффективных отечественных газообразователей поделился С.Б. Прохоров, директор ООО «НордСтройКомплект-ТЕК» из Екатеринбурга. О специальных смазках, применяемых в производстве газобетона, рассказал В.Г. Константинов, главный инженер ОАО «Завод горного воска» из Белоруссии. А.Б. Лоскутов, заведующий проектно-конструкторским отделом ОАО «НИИпроектасбест», представил оборудование для переработки сыпучих материалов.

Большой интерес участников вызвал доклад Н.И. Чулковского, директора ЧП «Техноцукор» (Украина), который был посвящен модернизации известково-обжигательных печей, паровых котлов и теплосиловых сетей. После модернизации печей можно повысить активность извести до 90% и выше, уменьшить расход камня на 20–30%, сократить расход топлива на 30–35%, увеличить производительность печи на 30–70%. В России завершаются работы по модернизации известково-обжигательной печи на Белгородском экспериментальном заводе ячеистых бетонов и изделий.

Опыту работы предприятий были посвящены доклады заместителя технического директора ООО «Аэрок СПб» Э.Г. Саенко, начальника лаборатории ЗАО «Домостроительный комбинат № 3» И.Б. Беспалько, (Санкт-Петербург), технического директора ООО ПТБ «Сибспецремстрой» П.В. Солонина (Иркутск).

В рамках работы конференции участники посетили одно из крупнейших предприятий по производству автоклавного газобетона в Северо-Западном регионе – ООО «Аэрок СПб», которое ежедневно выпускает более 1200 м<sup>3</sup> газобетона. На предприятии внедрены система менеджмента качества и система экологического менеджмента в соответствии с международными стандартами ИСО 9000 и ИСО 14000. Гости предприятия познакомились с производством, посетили лабораторию, пообщались с коллегами.

Участники конференции отметили существенно возросший уровень организации конференции, насыщенность программы, широкое представительство регионов.

*Е.И. Юмашева*

**НОВОСТИ КОМПАНИЙ**

**Новая линия по производству быстровозводимых конструкций в Санкт-Петербурге**

В реализацию нового проекта группы компаний «Армакс-групп» были вложены инвестиции в объеме 80 млн р. Производственные мощности новой линии позволят выпускать более 1 млн м<sup>2</sup> сэндвич-панелей в год. Первый завод по производству легких ограждающих конструкций был открыт в Санкт-Петербурге в 2003 г. После запуска третьей линии мощность технологического оборудования составит 3 млн м<sup>2</sup> сэндвич-панелей в год. Линия с гусеничным прессом является новой разработкой корпорации Hilleng Pty Ltd (Австралия). Основная функция прессы — сжатие только что склеенных элементов панели в течение длительного периода времени для гарантированного полного склеивания. Благодаря разработке новой системы покрытия гусеничных пластин

эластомером решена проблема точечных и равномерных нагрузок. Риск повреждения волокон наполнителя, вызываемый точечными нагрузками, при использовании гусеничного прессы сводится к минимуму.

В сентябре 2008 г. было начато производство легких ограждающих конструкций и систем жизнеобеспечения зданий и сооружений в г. Азов Ростовской области. В реализацию этого проекта были вложены инвестиции в объеме 230 млн р.

Австралийская компания Hilleng обеспечивает консалтинг в сфере обслуживания фирменного оборудования, а также его эксплуатацию, поставку полного спектра запасных частей и материалов и обучение персонала, обслуживающего оборудование.

*По материалам группы компаний «Армакс-групп»*

**Электронная система торговли долговыми обязательствами строительных компаний**

Первая электронная система торговли долговыми обязательствами столичных строительных компаний «Открытый рынок строительных инвестиций» (ОРСИ) открылась в Москве. Данная система создана с целью построения открытого рынка долговых обязательств предприятий строительного комплекса Московского региона с механизмом действенного контроля со стороны широкого круга участников этого рынка.

Информация о долговых обязательствах поступает в систему непосредственно от их держателей — частных и корпоративных инвесторов. Заявки проходят экспертизу

на юридическую состоятельность, а затем вводятся в торговую систему ОРСИ. К торгам в системе ОРСИ принимаются все виды долговых обязательств, которые используются на рынке строительных инвестиций, в числе которых инвестиционный договор, договор долевого участия, вексель, контракт на поставку, договор о совместной деятельности, договор подряда и другие.

Система ОРСИ доступна для всех участников рынка — как физических, так и юридических лиц.

На данном этапе продавцы долговых обязательств могут работать в системе бесплатно, с покупателями же взимается комиссия.

*По материалам Ассоциации строителей России*

**ВОИС расширяет свою программу дистанционного обучения**

Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) добавила к программе дистанционного обучения, предлагаемой Всемирной академией, пять новых многоязычных курсов — «Процедуры арбитража и посредничества», «Патенты», «Поиск патентной информации», «Основы составления патентных заявок» и «Товарные знаки».

В настоящее время более 7 тыс. слушателей принимают участие в традиционных курсах дистанционного обучения, среди которых «Основы интеллектуальной собственности», «Общий курс интеллектуальной собственности», продвинутые курсы по авторскому праву и смежным правам, «Электронная торговля и интеллектуальная собственность» и др. Всего насчитывается 86 тыс. слушателей из всех стран мира, которые приняли участие в онлайн-курсах ВОИС со времени основания этой программы в 1999 г. Курсы предла-

гаются на семи языках (арабский, китайский, английский, французский, португальский, русский и испанский).

Дистанционное обучение снимает такие ограничения, как географическое местоположение и время. Обучение осуществляется в виртуальной среде веб-сайта академии, где слушатели могут зарегистрироваться для участия в курсах. Сеть руководителей обучения, расположенных в различных регионах мира, оказывает студентам поддержку в ходе обучения. Слушатели и преподаватели могут вступать в интерактивный контакт. Общение осуществляется по электронной почте и через дискуссионные форумы с ответственными преподавателями. Задания и материалы окончательного экзамена сдаются администратору курса академии, который координирует постоянную оценку каждого слушателя. По завершении курса успешно сдавшие экзамены слушатели получают сертификат об окончании курса.

*По материалам ВОИС*

**Инвестиции Holcim в модернизацию ОАО «Гарадаг-Цемент»**

Швейцарская компания Holcim (основной владелец ОАО «Гарадаг-Цемент», Азербайджан) планирует направить более 300 млн евро в увеличение к 2011 г. производственной мощности этого предприятия до 1,7 млн т цемента в год. В настоящее время компания ведет переговоры с Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) о финансировании проекта. Планируется реконструкция предприятия на 80%. Для этой цели

предполагается приобрести новую печь, что позволит перейти на сухой метод производства цемента.

К 2011 г. общий спрос на цемент в республике может превысить 4 млн т в год. До конца 2008 г. этот показатель составит 3,8 млн т. В текущем году инвестиции в развитие ОАО «Гарадаг-Цемент» составят 10 млн евро. Производство цемента в текущем году будет на уровне 2006—2007 г. — 1,3 млн т.

*По материалам компании Holcim*



НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Цементный дисконт**

ОАО «Первая грузовая компания» (ПГК) решила на 30% снизить стоимость услуг по транспортировке цемента отечественного производства. Перевозчик объясняет это необходимостью следовать отрицательной динамике стоимости цемента и доходов его производителей, которые являются основными клиентами ПГК. Этот дисконт будет распространяться на осенне-зимний период. Снижать цену перевозчик будет лишь на новые заказы. Условия ранее заключенных контрактов ПГК пока не пересматривает, так как такие требования от контрагентов не поступали.

Компания контролирует 55,3% рынка хопперцементовозов, оперируя 19,2 тыс. цементовозов. Еще 1,4 тыс. цементовозов, которые фактически принадлежат перевозчику, находятся в стадии передачи от РЖД. По итогам девяти месяцев 2008 г. доля перевозок цемента в общем объеме перевозок ПГК составила 19,7%. План на октябрь – около 1,2 млн т цемента.

Снижение стоимости грузоперевозок обусловлено кризисом ликвидности и ситуацией на рынке строима-

териалов. Из-за отмены ввозных пошлин на цемент и роста доли его импорта в Россию до 10% цена на продукцию российских производителей упала до 3,2 тыс. р. за тонну. Минимизируя транспортные расходы российских производителей, ПГК надеется увеличить грузовое плечо перевозки. В настоящее время на дальние расстояния возить невыгодно, за последний год дальность перевозки упала до 600 км, тогда как в прошлом году она составляла почти 1000 км. Участники рынка положительно оценивают действия ПГК, но сомневаются в их эффективности. Ожидается, что мощности заводов по производству цемента в этот период уменьшатся на 30%. В 2007 г. Россия произвела 59 млн т цемента. В этом году производство может упасть на 8%, до 55–56 млн т, а снижение цен по итогам года – достичь 20–25%. Цемент составляет менее 10% цены конечных железобетонных конструкций; перевозка цемента в его цене составляет менее 5%, поэтому снижение затрат на транспортировку практически не скажется на стоимости строительства.

По материалам РБКdaily

**Китайские компании могут инвестировать в строительные проекты России**

Китайские компании, по предварительным данным, могут вложить 6,4 млрд USD в строительные проекты в РФ по линии сотрудничества Ассоциации строителей России (АСР) и соответствующих профессиональных ассоциаций КНР.

АСР ведет работу по отбору проектов для строительства китайскими компаниями заводов промышленности строительных материалов, жилых районов, торговых и бизнес-центров и др. в России. В настоящее время программа насчитывает более 30 отобранных и подготовленных проектов, где оформлена практически вся первоначальная документация, необходимая для проектирования или строительства. В перечень входят проекты саммита

«АТЭС-2012», Олимпиады в Сочи 2014, Универсиады в Казани в 2013 г. Российско-китайское сотрудничество в строительной сфере имеет весьма широкие перспективы дальнейшего развития, прежде всего в рамках реализации в России национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».

В настоящее время строительная отрасль Китая находится на подъеме, и это можно с успехом использовать для строительства жилья и совершенствования инфраструктуры России. Предлагаемая АСР схема финансирования предполагает строительство подрядчиками КНР объектов в РФ «под ключ» на кредитные средства, полученные в банках Китая под гарантии крупнейших банков РФ, которые вступают в силу только после ввода объекта в эксплуатацию.

По материалам пресс-службы АСР

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Тараканов О.В., Пронина Т.В.

**Химические добавки в растворы и бетоны**

Пенза: ПГУАС, 2007. 102 с.

В книге изложены справочные сведения о химических добавках различного функционального назначения для цементных растворов и бетонов. Рассмотрены механизмы действия и эффективность применения химических добавок и наполнителей в цементных строительных материалах. Книга предназначена для студентов, аспирантов, инженеров, а также может быть полезной для работников строительной индустрии, связанных с производством цементных и композиционных растворов и бетонов.

Баженов Ю.М., Королев Е.В., Евстифеева И.Ю., Васильева О.Г.

**Наномодифицированные коррозионно-стойкие серные строительные материалы**

М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008. 167 с.

В монографии освещены вопросы технологии наномодифицирования серных коррозионно-стойких строительных материалов. Представлены результаты экспериментальных исследований по изучению процессов структурообразования, физико-механических, деформативных и эксплуатационных свойств серных композитов. Предложены методика анализа диаграмм деформации – нагрузка и вычисления силовых и энергетических параметров разрушения, а также критерий качества структуры серных композитов.

Разработанные коррозионно-стойкие серные композиты на аппретированном кварцевом наполнителе характеризуются высокими показателями физико-механических и эксплуатационных свойств, что позволяет рекомендовать их для изготовления химически стойких бетонов и штучных изделий, заливки швов и стыков ограждающих конструкций на предприятиях химической, стекольной, металлургической и др. отраслей промышленности, а также для капсулирования радиоактивных и высокотоксичных отходов.

Монография предназначена для инженеров, научных работников, аспирантов и студентов технических вузов.

## Требования к материалам, направляемым в группу журналов «Строительные материалы»® для опубликования

В группе журналов «Строительные материалы»® публикуются оригинальные статьи, нигде ранее не опубликованные и не предназначенные для одновременной публикации в других изданиях.

Научные статьи рецензируются специалистами.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания. Порядковый номер в тексте заключается в квадратные скобки.

В начале статьи указывается УДК.

Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы»® для опубликования, должны оформляться в соответствии с *техническими требованиями*:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word (рекомендуемый объем 10 страниц машинописного текста или 10 тыс. знаков, включая таблицы и рисунки; размер шрифта 14, печать через 1,5 интервала, поля 3–4 см) и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf;
- единицы физических величин должны быть приведены в Международной системе единиц (СИ);
- для названий химических соединений необходимо придерживаться терминологии, рекомендуемой ИЮПАК;
- графические материалы (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должны быть представлены *отдельными файлами* в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps, выполненные в графических редакторах: CorelDraw и Adobe Illustrator. При изготовлении чертежей в системах автоматического проектирования

(AutoCAD, Visuo и др.) необходимо экспортировать чертежи в формат \*.eps. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо. *Диаграммы, выполненные в Microsoft Excel, не принимаются. Импорт диаграмм Microsoft Excel в перечисленные выше редакторы не допускается.*

– иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, либо в электронном виде – *отдельными файлами* в формате \*.tif, \*.psd, \*.jpg (качество «12 – максимальное») или \*.eps (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi, не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

*Весь материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:*

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института) с указанием, является ли работа диссертационной;
- распечаткой, лично подписанной авторами;
- рефератом на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени и ученого звания (звания в негосударственных академиях наук не указывать), должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте группы журналов [www.rifsm.ru/avtoram.php](http://www.rifsm.ru/avtoram.php).

## Как оформить подписку на журнал «Строительные материалы»®

### На почте:

**Индексы 70886, 87723 – по объединенному каталогу «Пресса России»**  
**79809, 36108, 20461, 36109 – по каталогу агентства «Роспечать»**  
**61970 – по каталогу «Издания органов научно-технической информации»**

### В редакции:

**Заявки на подписку принимаются по факсу (495) 976-22-08, 976-20-36**  
**или по электронной почте [mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru), [rifsm@mail.ru](mailto:rifsm@mail.ru)**

### Через Интернет:

**На сайте журнала «Строительные материалы»® [www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru) в разделе «Подписка» ([www.rifsm.ru/podpiska.php](http://www.rifsm.ru/podpiska.php))**

### Альтернативная подписка:

«Агентство Артос-Гал» (495) 981 03 24  
«Альт-Пресса» (495) 974 30 79  
«Вся пресса» (495) 787 34 47  
787 36 31  
«Информ Наука» (495) 787 38 73  
«Интер-почта» (495) 500 00 60  
«Красносельское агентство «Союзпечать» (495) 707 12 88  
707 16 58

«Экс-Пресс» (495) 234 23 80  
«Урал-Пресс» (495) 257 86 36  
(343) 375 80 71  
«Агентство «Коммерсант-Курьер» (495) 614 25 05  
(843) 291 09 82

**РУП «Белпочта», Минск, Беларусь**  
**(375-17) 227 75 27**



УДК 666.94

А.Б. ЛИПИЛИН, гл. инженер, М.В. ВЕКСЛЕР, инженер,  
Н.В. КОРЕНЮГИНА, гл. технолог, ИТП «ТехПрибор» (г. Щекино Тульской обл.)

## Комплекс перетаривания цемента из биг-бэгов «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500»: максимально быстро и в полном объеме

Одним из обязательных условий повышения эффективности строительного производства является рост его технической вооруженности, в том числе развитие и совершенствование технологического оборудования, предназначенного для механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ с использованием транспортной тары различных форматов.

Мягкие контейнеры (мешки полипропиленовые, Big-Bag, FIBC – Flexible Intermediate Bulk Container, МКР) считаются наиболее универсальной и экономичной упаковкой для цемента, транспортируемого на большие расстояния. Ее преимущества перед другими видами транспортной тары неоспоримы.

Многие отечественные предприятия все чаще используют мягкие контейнеры в своих логистических схемах перевозки, по достоинству оценив их преимущества. Объемы перемещаемых с использованием биг-бэгов минеральных вяжущих веществ, в частности цемента, достигают сотни тысяч тонн в год и продолжают увеличиваться, практически вытеснив навалную транспортировку.

Наряду с несомненными преимуществами доставки и складирования цемента в биг-бэгах существует и целый ряд серьезных трудностей, связанных с отсутствием средств комплексной механизации работ по перетариванию сыпучих материалов из мягких контейнеров, что является одной из серьезнейших проблем трейдеров – импортеров цемента.

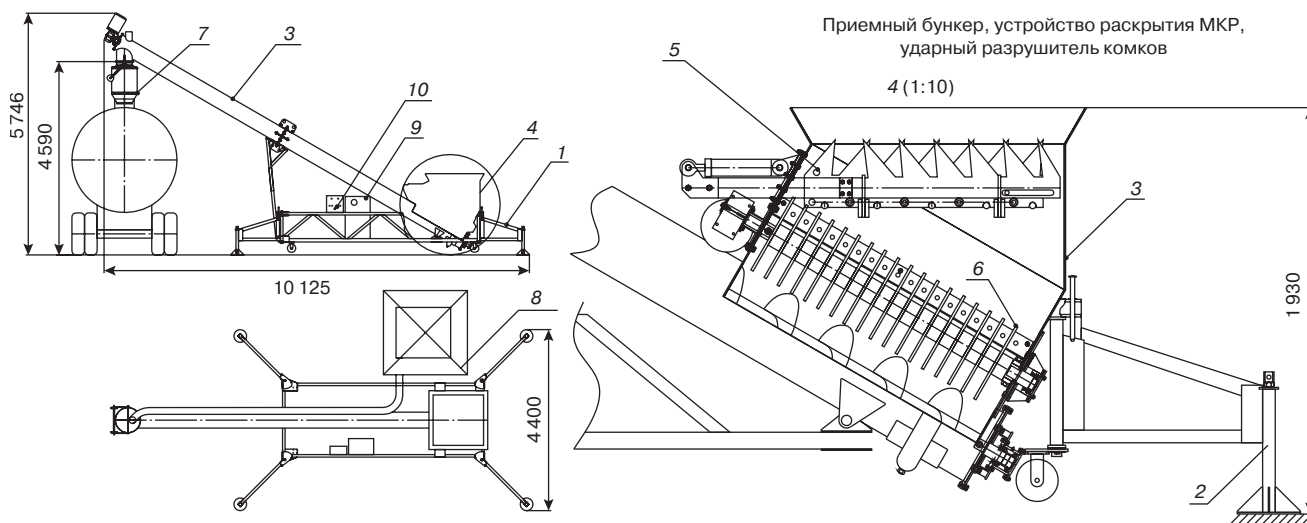
Большие объемы разовых поставок, жестко лимитированные сроки простоя транспорта под разгрузкой, отсутствие подготовленных складских площадей и технологического оборудования, способного работать с цементом в мешках, – все это сегодняшняя реальность поставки цемента в мягких контейнерах. При этом

только прямые расходы на разгрузку биг-бэгов сторонними организациями могут составлять 3–6% от стоимости вмещаемого материала. Добавьте к этим цифрам потери цемента при сложившейся практике «варварской» перегрузки, когда на горловину бункера или цистерны устанавливается приемная воронка с решеткой, над которой вручную вспарывается биг-бэг, от просыпания, интенсивного пыления, неполной разгрузки МКР, и станет понятно, что упущения в вопросах перетаривания могут обходиться слишком дорого.

Динамика развития современного рынка фасовки цемента в мягкие контейнеры диктует насущную необходимость использования специализированного оборудования, способного обеспечить весь комплекс технологических операций по перетариванию продукта из МКР – механизированное разрывание донной части мягкого контейнера, высокопроизводительную перевалку цемента в железнодорожный хоппер или цементовоз, возможность герметичного соединения с большинством типов приемных емкостей авто- и Ж/Д состава, быстрое разрушение комков слежавшегося цемента, своевременное удаление инородных включений, эффективную аспирацию процесса разгрузки, обеспечение нормальных условий работы обслуживающего персонала.

Учитывая опыт проектирования и производства агрегатов транспортирования порошкообразных материалов, опыт использования цемента биг-бэг-фасовки, машиностроительным предприятием ИТП «ТехПрибор» разработан и запущен в серийное производство комплекс перетаривания цемента модели «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500».

Этот комплекс состоит из рамы (1) на колесном шасси с аутригерами (2), винтового конвейера модели



Комплекс перетаривания цемента «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500»

«ВКПО-345 Специальная серия» производительностью до 70 м<sup>3</sup>/ч (3), приемного бункера большого объема (4), механизированного устройства раскрытия МКР с гидродriveм рабочих органов (5), ударного разрушителя комков со сменными ножами и предохранительной решеткой (6), устройства плотного соединения разгрузочного патрубка конвейера с загрузочными люками автоцементовозов и Ж/Д хопперов (7), аспирационной системы (8), маслостанции (9) и центрального пульта управления (10).

### Технические характеристики комплекса «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500»

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Габаритные размеры в рабочем положении (L×B×H), мм          | 10125×4400×5746                   |
| Установленная мощность, кВт                                 | 17                                |
| Производительность, м <sup>3</sup> /ч                       |                                   |
| максимальная  | 60                                |
| практическая (при угле наклона винтового конвейера 30 град) | 45                                |
| Угол наклона винтового конвейера, град                      | 30                                |
| Диаметр подающего винта конвейера, мм                       | 345                               |
| Количество обслуживающего персонала, чел.                   | 2                                 |
| Максимальная высота подачи, мм                              | 4500                              |
| Высота загрузки МКР, мм                                     | 1930                              |
| Полная масса МКР, т   | 1,5                               |
| Способ подачи МКР   | Внешнее грузоподъемное устройство |
| Масса, кг   | 2200                              |

Данное технологическое оборудование обеспечивает максимально быструю и полную разгрузку большинства существующих видов мягких контейнеров, различающихся по весу и объему, типу подъемных петель, конструкционному исполнению разгрузочно-загрузочного клапана и т.д.

Основными преимуществами комплекса перетаривания цемента модели «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» являются:

- высокая производительность, даже при работе с сильно комковатым, слежавшимся или частично гидратированным цементом;
- универсальность по отношению к используемым видам МКР;
- надежность работы подающего агрегата, нормированная крупность питания которого обеспечивается благодаря ударному разрушителю комков и наклонной предохранительной решетке;
- интегрированная система аспирации, позволяющая создать участки локального разрежения в приемном бункере;
- низкая себестоимость перетаривания. Простота и доступность регламентных работ.

При создании комплекса перетаривания цемента модели «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» конструкторским бюро предприятия «ТехПрибор» был использован целый ряд оригинальных технических решений, направленных на улучшение эксплуатационных свойств оборудования, повышения его надежности и долговечности.

#### Агрегат подачи цемента – винтовой конвейер «ВКПО-345 Специальная серия».

Использование конвейера с диаметром подающего винта 345 мм позволило значительно сократить время перевалки цемента в железнодорожный хоппер или автоцементовоз, обеспечивая высокую динамику процесса перетаривания. Производительность шнека данной модели по цементному порошку составляет 70 м<sup>3</sup>/час, что превышает общую производительность комплекса, однако данный запас совершенно необходим при работе с сильно комковатым материалом, когда уровень наполнения шнека снижается. Таким образом, заявленная

производительность комплекса перетаривания обеспечивается на материале самого различного качества.

Отличительной особенностью винтового конвейера «ВКПО-345 Специальная серия» является прогрессивная секционнно-сборная схема построения, высокая производительность, использование комплектующих от известных мировых производителей, низкие расходы энергии на тонну перемещаемого материала.

#### Приемный бункер, механизированное устройство раскрытия МКР, ударный разрушитель комков.

Серьезной проблемой поставки цемента в биг-бэгах является качество упаковки. Нарушение ее целостности, как и несоблюдение основных правил транспортировки, перевалки, разгрузки, приводят к порче цемента, признаки которой появление прослойки частично гидратированного материала и большое количество слежавшихся комков. Масштабы потерь дорогостоящего материала весьма велики: до 20% транспортируемого в 1,5-тонных мягких контейнерах цемента представлен в виде агломератов различной прочности, а каждый второй биг-бэг может содержать цементные камни.

Прямые потери от порчи цемента усугубляются и трудностями его разгрузки. Большинство систем и агрегатов транспортирования цемента рассчитано на работу только с хорошо сыпучим порошком; цементные камни, попав в механизм подачи, могут не только задержать процессы разгрузки, но и привести к серьезной поломке оборудования.

Специалисты ИТП «ТехПрибор», понимая, что время, потерянное при удалении цементных камней или авральном ремонте оборудования, – это время, потерянное в производстве, использовали целый ряд технических решений, позволяющих сохранить высокую скорость перетаривания даже при работе с сильно комковатыми материалами.

Предохранительная решетка и ударный разрушитель комков позволяют забыть о проблемах, связанных с цементными камнями, разгружая каждый МКР в строго отведенное для этого время. Механизм подготовки питания винтового конвейера работает следующим образом.

После того как биг-бэг установлен в приемный бункер комплекса, оператор включает гидродrive устройства раскрытия МКР. Четыре клинообразных зуба разрываю донную часть контейнера, при этом длина каждого разреза составляет 200 мм. Цементный порошок вместе с комками высыпается из мягкого контейнера и поступает в зону действия ударного разрушителя, сменные ножи которого проходят сквозь предохранительную решетку и разбивают куски слежавшегося материала. Кинетической энергии быстро движущихся ножей вполне достаточно для разрушения 90 % включений, находящихся в мягком контейнере. Недробимые включения скатываются по наклонной поверхности предохранительной решетки и остаются в накопительном кармане приемного бункера, откуда могут быть удалены в конце рабочей смены через технологический люк.

Перечисленные технические решения позволяют не только защитить оборудование от поломок, вызванных попаданием твердых включений в узел подачи, но и обеспечивают высокую производительность перетаривания цемента самого разного качества.

#### Интегрированная система аспирации в базовой комплектации.

При создании комплекса перетаривания цемента модели «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» вопросам соблюдения санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала, защиты окружающей среды от пылевого загрязнения транспортируемого материала выполнению экологических требований уделено особое внимание.

Аспирационная установка комплекса перетаривания «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» в стандартной



комплектации оснащается пылевым вентилятором, что позволяет проводить эффективную аспирацию участков наиболее интенсивного пыления — приемного бункера мягких контейнеров и загрузочного люка автоцементовоза или Ж/Д хоппера.

Забор запыленного воздуха из приемного бункера МКР осуществляется по стволу винтового конвейера. Для того чтобы исключить пыление разгружаемого материала по кромке загрузочного люка, устройство плотной стыковки оснащается распределительным клапаном, что позволяет изменять режим работы аспирационной системы комплекса перетаривания.

#### **Устройство плотной стыковки и простое сопряжение оборудования.**

Комплекс перетаривания цемента модели «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» является универсальным оборудованием, способным решать задачу подачи цемента в большинство типов приемных емкостей, устанавливаемых на различные шасси.

Для соединения разгрузочного патрубка винтового конвейера и люков цистерн, предназначенных для перевозки бестарных сыпучих грузов, комплекс перетаривания «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» в стандартной комплектации оснащается устройством плотной стыковки с возможностью изменения высоты выходного патрубка. В зависимости от габаритных размеров приемной емкости высота устройства плотной стыковки может изменяться при обеспечении максимальной герметичности соединения. Подобное решение сделало возможным подачу цемента в полуприцепы-цистерны грузоподъемностью от 15 до 35 т и объемом до 33,5 м<sup>3</sup> включительно.

Установка на люк цистерны, устройства плотной стыковки не представляет каких-либо трудностей и может выполняться силами одного человека без использования грузоподъемных механизмов. Подобный подход к вопросам сопряжения позволяет точно установить устройство, надежно его зафиксировать, обеспечить герметичность соединения, сэкономив при этом время и силы.

#### **Комплексная поддержка до и после продажи.**

Являясь производителем и разработчиком технологического оборудования для обращения с порошкообразными материалами, предприятие «ТехПрибор» способно не только предлагать заказчику стандартные решения, но также разрабатывать и изготавливать оригинальное оборудование, полностью соответствующее производственно-технологическим требованиям конкретного предприятия.

Независимо от того, используется комплекс перетаривания «ПОРТЛАНДЛИФТ-45/4500» как самостоятельный агрегат или он интегрирован в состав крупной перевалочной базы, каждая модель обеспечивается комплексным обслуживанием и технической поддержкой, которые начинаются уже с момента анализа потребностей заказчика и разработки наиболее рациональных схем приема, перевалки и временного хранения цемента.

Принципы сотрудничества с заказчиками, основанные на индивидуальном подходе в решении самых сложных производственных задач, неизменно дают свои положительные результаты, укрепляя репутацию предприятия «ТехПрибор» как надежного делового партнера, способного не только предложить, но и воплотить в жизнь самые смелые проекты.

## **МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ТЕХПРИБОР»**

И Н Д И В И Д У А Л Ъ Н Ы Е   Т Е Х Н И Ч Е С К И Е   Р Е Ш Е Н И Я

### **• Виброформовочное и смесительное оборудование.**

Вибропрессы. Роторно-формовочные машины. Лопастные бетоносмесители. Вибростолы.

### **• Измельчительное оборудование.**

Дробилки роторные и ударно-отражательные. Мельницы дезинтеграторные и ударно-центробежные. Комплексы и агрегаты. I > 300.

### **• Питатели, оборудование транспортное и насосное.**

Конвейеры винтовые и ленточные. Шлюзовые затворы и ячейковые питатели. Эксцентрично-винтовые растворонасосы. Q > 70 м<sup>3</sup>/ч.

### **• Оборудование для работы с сыпучими материалами.**

Весовые дозаторы. Перетариватели мягких контейнеров БИГ-БЭГ. Агрегаты и комплексы.

### **• Разработка и изготовление нестандартного оборудования.**

**301246, Россия, Тульская обл., г. Щекино д. 43;**

**Тел.: (905) 626-79-10, (903) 658-62-41; Тел./факс: (48751) 4-08-69**

**E-mail: [manager@tpribor.ru](mailto:manager@tpribor.ru)    [www.tpribor.ru](http://www.tpribor.ru)**

А.И. НИЖЕГОРОДОВ, канд. техн. наук, ООО «Квалитет» (Иркутск)

## Третье поколение электрических модульно-спусковых печей для обжига вермикулитовых концентратов серии ПЭМС

Начиная с 2003 г., когда была пущена в работу первая опытно-промышленная печь, концепция печей серии ПЭМС (электрических модульно-спусковых) постоянно развивается, при этом повышается их производительность и надежность при снижении удельных энергозатрат.

Печь третьего поколения, вошедшая в состав нового технологического комплекса, начала работать в июне 2008 г. Она отличается меньшей массой и габаритами, производительностью ~1,65–1,75 м<sup>3</sup>/ч, что по сравнению с предыдущей модификацией [1] на 37,5% больше при той же потребляемой мощности (~112 кВт).

В работах [2, 3] было отмечено, что одним из факторов теплоусвоения в модульно-спусковых печах является плотность энергии теплового излучения, т. е. количество энергии, приходящейся на единицу объема пространства обжига в одном модуле. Чем меньше указанный объем, тем эффективнее теплоусвоение зерен вермикулита, их вспучивание и дегидратация.

Объем пространства обжига определяется шириной и длиной модуля, и эти параметры неизменны.

Единственной возможностью увеличения плотности энергии является уменьшение высоты пространства обжига – расстояния между рабочей поверхностью модуля и термокрышкой.

Конструкция термокрышек, пожалуй, одна из наиболее сложных проблем при создании таких печей, так как именно они являются наиболее термонапряженными элементами печи, часто выходящими из строя.

В печи третьего поколения крышки выполнены из штучного огнеупорного материала, установленного с помощью специальных креплений на металлических частях конструкции. В них полностью исключается окисление и разрушение металлоконструкций под действием высокой температуры, а также возможность короткого замыкания нагревательных элементов.

Эти обстоятельства значительно повлияли на долговечность и надежность работы печей.

Увеличение ширины модулей на 10% повлекло за собой пропорциональное повышение производительности. За счет снижения высоты пространства обжига достигнуто повышение плотности энергии. При одинаковых электрических мощностях печей второго и третьего поколений объем обжигового пространства печи третьего поколения больше в ~1,21 раза. Это привело к значительному усилению теплового излучения, воздействующего на поток частиц вермикулита.

Весьма важным фактором, повлиявшим на производительность печи, явилась коррекция температурного поля в пространстве обжига спусковых модулей.

При конструкции крышки печи с асбестовой термоизоляцией было замечено, что температура в средней части модулей существенно выше, чем на периферийных участках. Отпечатки температурного поля на крышках модулей указывали на образование холодных зон в пространстве обжига.

Так как критерием качества процесса в конечном итоге является плотность вспученного вермикулита, для исследования влияния этих зон был проведен эксперимент по выявлению распределения частиц вермикулита по плотности от ширины модуля.

В установленном режиме работы на выходе из нижнего модуля печи были взяты контрольные пробы вспученного материала. Относительно продольной оси (нулевая координата) модуль был разбит на четыре участка с точками отбора проб, соответствующими координатам: -580 мм (левый край); -290 мм; +290 мм и +580 мм (правый край) (рис. 1). С интервалом в 5 мин между опытами одновременно в пяти точках отбирали пробы объемом 1 дм<sup>3</sup>. Всего было проведено три опыта, взято 15 проб. Объемы трех проб по каждой координатной точке суммировали и взвешивали на лабораторных весах. По результатам взвешивания определяли среднюю плотность материала.

Результаты опытов, проведенные на концентратах КВК-2, КВК-4 (мелкий) и КВК-4 (крупный), приведены на рис. 1.

Кривые распределения плотности указывают на искажение температурного поля в холодных зонах. Если в центре модулей температура выше и для повышения производительности печи можно было бы увеличить подачу концентрата без ущерба для качества вспучивания, то в боковых участках такое увеличение привело бы к ухудшению дегидратации и снижению качества.

Таким образом, сама конструкция модулей предполагает концентрацию тепловой энергии в центральной части модулей.

Очевидным решением задачи коррекции является перераспределение нагревательных элементов по ширине так, чтобы концентрация теплового излучения в центре была меньше, чем на периферии.

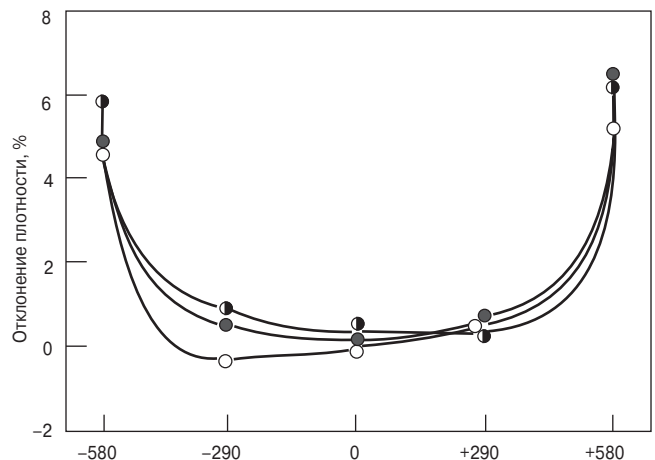
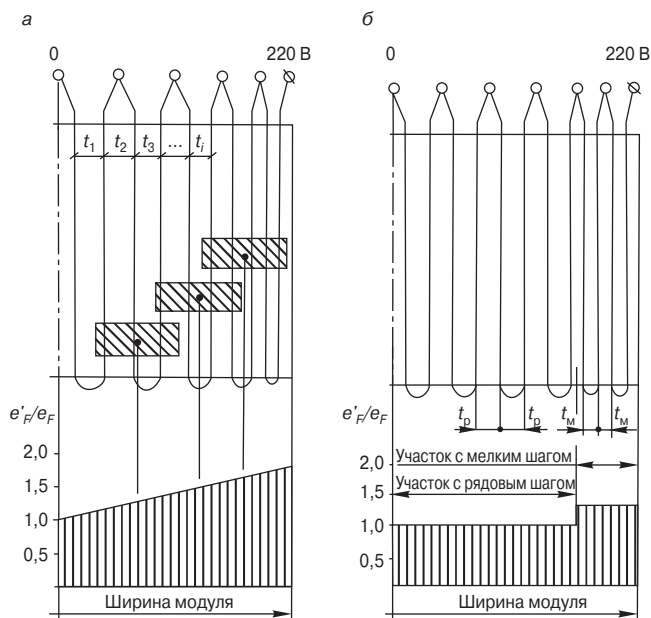


Рис. 1. Распределение плотности вермикулита в координатах точек отбора проб по ширине модуля





**Рис. 2.** Схема коррекции температурного поля и эпюры распределения удельной энергии излучения:  $e_F = E_{\text{под}}^i / S_M$  – удельная энергия теплового излучения в спусковом модуле до коррекции;  $e_F$  – удельная энергия теплового излучения после коррекции;  $S_M$  – площадь поверхности модуля;  $E_{\text{под}}^i$  – подводимая энергия на одном модуле

Было рассмотрено два варианта коррекции:

– перераспределение нагревателей с регулярным изменением шага их расстановки от центра к периферии ( $t_1 > t_2 > t_3 > t_i$ ), рис. 2, а;

– ступенчатая коррекция, когда шаг распределения в центре модулей постоянен ( $t_p$  – рядовой), но больше чем по краям ( $t_m$  – мелкий), рис. 2, б.

На рис. 2 показаны фрагменты (правые части) рабочих поверхностей модулей в плане и график изменения удельной энергии излучения при регулярной (рис. 2, а) и ступенчатой (рис. 2, б) коррекции.

Так как энергия излучения нагревателей дискретна, для оценки влияния коррекции воспользуемся методом рамки с единичной площадью. Левая рамка на рис. 2, а охватывает три полосы нагревателя, средняя – четыре, а правая – пять. Следовательно, в секторе охвата рамки по мере ее перемещения слева направо удельная энергия будет линейно возрастать.

Очевидно, что такой характер распределения не соответствует распределению плотности вермикулита на рис. 1. Кроме того, регулярная коррекция усложняет конструкцию нагревателей и модуля; не только шаг расстановки, но и размер нагревательных элементов становятся переменными, а это исключает их взаимозаменяемость.

Ступенчатая коррекция снимает этот недостаток. Вместе с тем из графика удельной энергии видно, что при ступенчатой коррекции, а именно в крайних зонах, происходит увеличение удельной энергии, что соответствует распределению плотности по ширине модуля (рис. 1).

Заддим значения рядового шага  $t_p$  и коэффициент коррекции в соответствии с распределением плотности (рис. 1) ( $k_{\text{кор}} = 1,06$ ), определим шаг расстановки нагревателей на участках коррекции в холодных зонах:

$$t_m = n'' m' t_p / 1,06 n'' m'',$$

где  $m'$  – количество интервалов с шагом  $t_m$ ;  $m''$  – количество интервалов с шагом  $t_p$ ;  $n'$  – количество нагревателей в зоне с рядовым шагом ( $t_p$ );  $n''$  – количество нагревателей в зоне с мелким шагом ( $t_m$ ).



**Рис. 3.** Новый технологический комплекс и печь обжига вермикулита

Рассмотренные мероприятия, реализованные в конструкции печи третьего поколения, позволили значительно повысить ее производительность без увеличения токовой нагрузки и подводимой электрической мощности. При этом удельная мощность, расходуемая на вспучивание  $1 \text{ м}^3$  вермикулита, в новой печи уменьшилась и стала составлять в среднем для разных фракций  $\sim 67,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , тогда как для опытно-промышленной печи второго поколения она была равна  $93,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ .

Таким образом, с увеличением производительности была решена и задача энергосбережения.

Концепция электрических модульно-спусковых печей серии ПЭМС, появившихся в 2003 г., продолжает совершенствоваться. Остались вопросы, связанные с влиянием конвективных потоков в пространстве печного агрегата, уменьшением пылевыведения и аспирацией, уменьшением поломки зерен при движении вермикулита в печи и при бункеровании.

Более детальному изучению подлежит морфология температурного поля, возможность увеличения постоянной времени печного агрегата, например за счет перехода на 6-модульные конструкции.

Прорабатываются варианты печей с возможностью дообогащения в процессе обжига – выделения невспучивающихся слюд, сопутствующих вермикулиту, и переработки хвостов – вермикулитов с высоким содержанием песка.

На рис. 3 показан новый технологический комплекс, включающий печь третьего поколения с более высокими техническими показателями.

#### Список литературы

1. *Нижегородов А.И.* Некоторые аспекты технологии подготовки и обжига вермикулитовых концентратов в электрических печах // Строит. материалы. 2007. № 10 / Technology. № 10. С. 16–17.
2. *Нижегородов А.И.* Новая концепция печей для обжига вермикулитовых концентратов // Строительные и дорожные машины. 2007. № 10.
3. *Нижегородов А.И.* Вермикулит и вермикулитовые технологии: исследование, производство, применение. Иркутск: БизнесСтрой, 2008. 96 с.

# Оборудование для кирпичной промышленности фирмы «Фрейматик АГ» работает как швейцарские часы

Швейцарская фирма «Фрейматик АГ» производит резчики и автоматическое подъемное оборудование для кирпичной промышленности с 1923 г. Благодаря надежности конструкции, высокой производительности, возможности встраивания в действующие производственные линии, удобству использования оборудование фирмы «Фрейматик АГ» быстро завоевало признание во всем мире. В настоящее время в мире успешно работает более 6 тыс. единиц оборудования нашего производства. О надежности оборудования фирмы «Фрейматик АГ» говорит тот факт, что она получает заказы на запчасти для резчиков, находящихся в эксплуатации более 50 лет.

## Оборудование «Фрейматик АГ» на российских предприятиях керамической промышленности

Резчики «Фрейматик» поставляются в Россию в течение последних 5 лет и уже заслужили признание специалистов кирпичных заводов. Мы поставляем резчики для замены морально устаревшего и физически изношенного аналогичного оборудования на действующих заводах, оснащенных как российским, так и иностранным оборудованием, а также при строительстве новых заводов и технологических линий. Вот неполный перечень российских заводов, которые отдали предпочтительные резчикам «Фрейматик»:

- НПО «Керамика» (кирпичное объединение «Победа ЛСР», Санкт-Петербург) – автомат МС со снятием фасок и автоматической загрузкой;
- ЗАО «Рязанский кирпичный завод» – автоматы АМ 400-ТТ и МС со снятием фасок;
- ЗАО «Карьероуправление» (Томск) – автомат МС со снятием фасок и автоматической загрузкой;

- ЗАО «ВЗКСМ» (п. Винзили Тюменской обл.) – автомат МС со снятием фасок;
- ОАО «Стройполимеркерамика» (п. Воротыньск Калужской обл.) – две современные производственные линии для выпуска облицовочного кирпича со снятием фасок (рис. 1).

### Типы резчиков

Большинство производителей кирпича во всем мире знакомы с оборудованием фирмы «Фрейматик АГ» – резчиками и системами загрузки-разгрузки для кирпича любой формы и любого размера.

Приведем самые распространенные из них.

Резчики линейки от АМ 400 до АМ 600 оснащены 1–3 режущими струнами для блоков. Их максимальная производительность составляет от 10,8 тыс. кирпича в час без снятия фасок до 6 тыс. кирпича в час со снятием фасок. Кирпичи группируются перед загрузкой на паллеты. Для этого специалисты фирмы «Фрейматик АГ» разработа-

ли группирующую систему с колеблющимся валом.

Резчик Фрейматик Омникат разработан для выходной ширины бруса до 1300 мм. Омникат используется главным образом для производства двухуровневым низкоскоростным прессованием, когда не допускается ограничение производительности. При производстве двухуровневым прессованием снятие фасок невозможно. Производительность этих резчиков зависит от количества одновременно выпрессовываемых брусов.

Многострунный резчик Фрейматик МС Мультикат был разработан для снятия фасок у облицовочного кирпича. Этот резчик отлично подходит для российских стандартных размеров и имеет такие преимущества, как простое изменение формата, точное снятие фасок и, следовательно, отличное качество кирпича. Производительность составляет до 18 тыс. кирпичей в час со снятием фасок в зависимости от количества кирпичей, получаемых за один рез.

Выбор типа резчика диктуется производственными условиями, а также использованием определенных типов резчиков в нижеприведенных сочетаниях.

### Комбинации оборудования «Фрейматик»

#### АМ / МС Мультикат

Реалии современного строительного рынка таковы, что производители вынуждены постоянно расширять ассортимент продукции, выпускаемой одновременно. Двухединую задачу расширения ассортимента и увеличения производительности технологически не всегда можно решить путем применения одного резчика.

Для успешного решения таких задач разработана комбинация, объединяющая две режущие системы АМ и МС Мультикат. Они работают от одного пресса и на один загрузчик паллет. Это универсальное промышленное исполнение дает неоспоримые

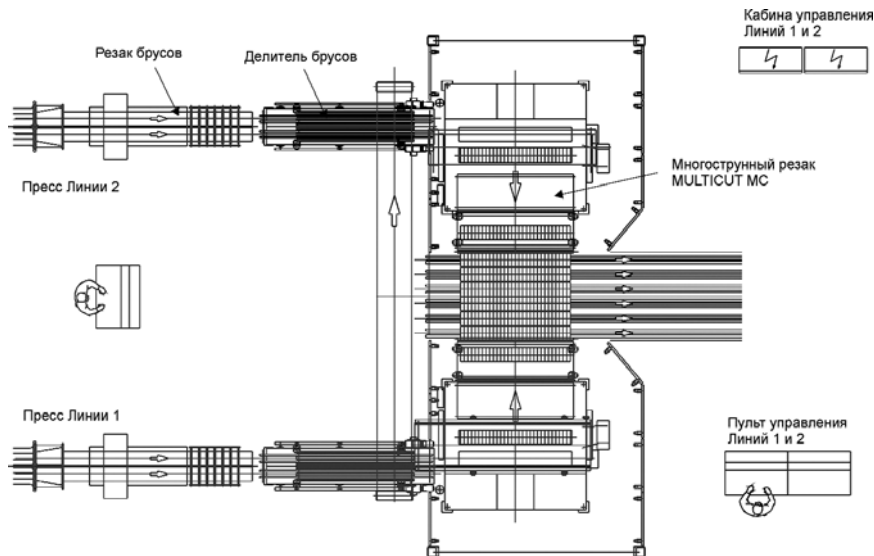


Рис. 1. План линий «Фрейматик Мультикат» на ОАО «Стройполимеркерамика»





Рис. 2. Двойной Фрейматик Мультикат (Пенте)

мое преимущество для наших клиентов на рынке стройматериалов.

Преимуществами данной комбинации являются высокая производительность, гибкость технологии (любой тип блоков или стандартных изделий), возможность снятия фасок.

#### Двойной Мультикат

Для предприятий большой производительности фирма «Фрейматик АГ» разработала двойной многострунный резчик Мультикат (рис. 2). При этом брус подается альтернативно к одному или другому резчику. Двойной Мультикат надежно работает при скорости прессования до 30 м/мин.

Для этой технологии требуется всего один пресс и один механизм загрузки паллет. Несмотря на боль-

шую производительность, все перемещения остаются плавными и устойчивыми.

Проект при высокой производительности может быть дополнен устройством снятия фасок. Возможна работа с двухуровневым прессованием. Производительность составляет до 30 тыс. кирпичей в час в зависимости от количества кирпичей, получаемых за один рез.

Важной характеристикой этого типа оборудования является переключение с операции резания двумя резчиками на работу с единственным резчиком.

При изменении вида продукции, пока на одном резчике изменяется задание, второй резчик продолжает работать, обеспечивая выпуск продукции с 65% максимальной мощности.

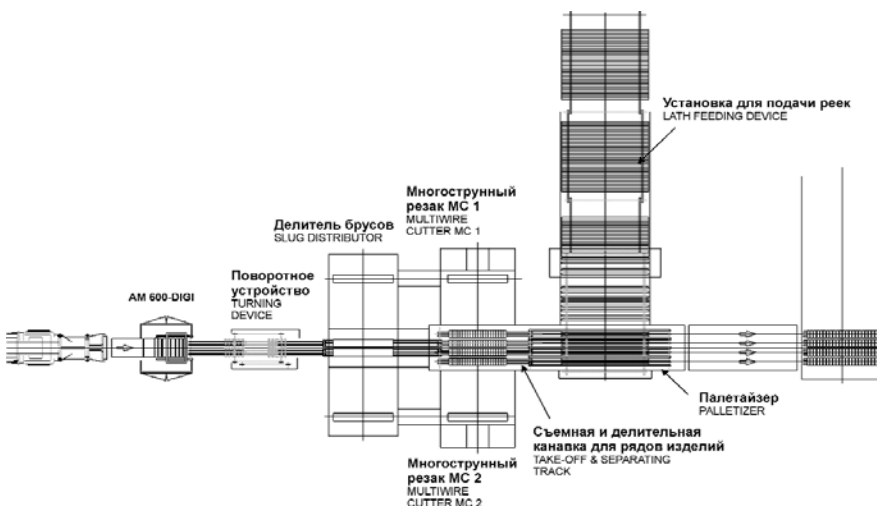


Рис. 3. Комбинация резчиков AM и Двойного Мультиката

Та же процедура выполняется автоматически в случае обрыва струны. Таким образом, оборудование работает безостановочно, простои сведены к минимуму при условии возможности свободного регулирования мощности прессования.

#### AM / Двойной Мультикат

Сочетание универсального резчика AM и Двойного Мультиката обеспечивает производство широкой номенклатуры изделий с высокой производительностью как при одно-, так и при двухуровневом прессовании.

Двухуровневое прессование требуется тогда, когда скорость слишком велика для одноуровневого прессования.

При выпуске больших блоков в многих технологических схемах за AM резчиком устанавливается поворотное устройство при необходимости поворота на 90° по технологии сушки и т. п. (рис. 3).

Производственная схема 1 с Мультикатом. Брус двойного прессования проходит в распределитель и раздвигается для подачи в резчики. Резчик Мультикат разрезает брус на кирпичи и снимает фаски. Затем изделия возвращаются на продольный конвейер для перемещения в два ряда на механизм загрузки паллет.

Производственная схема 2 с AM 600-DIGI. При больших размерах, например поризованных блоков, изделия режутся двумя струнами и затем поворачиваются на 90°. Два повернутых блока устанавливаются рядом на два параллельных конвейера и группируются согласно технологии сушки. Затем они передаются на загрузку паллет тем же конвейером, что и в производственной схеме 1.

Вышеприведенное оборудование включено в состав нового проекта ОАО «Победа ЛСР», строительство которого намечено в Ленинградской обл. (Кировский район). Наши клиенты убедились, что простота, надежность и высокая технологичность этого оборудования гарантирует успех на рынке стройматериалов.

#### Программирование продукции

Перед производителями часто возникает задача быстрого перехода от одного вида продукции к другому или от одного вида производственных операций к другим. Оборудование фирмы «Фрейматик АГ» позволяет легко справиться с такими задачами. Потоки, выбор резчиков и скоростей транспорта определяются с помощью электронного микроконтроллера. При изменении задания параметры автоматически устанавливаются в соответствии с видом продукции. Время переключения сведено к минимуму.

УДК 621.926

В.П. КУЗЬМИНА, канд. техн. наук, генеральный директор  
 ООО «Колорит-Механохимия» (Москва)

## Выбор, установка и наладка виброцентробежной мельницы

Выбор виброцентробежной мельницы для механоактивации полупродуктов строительного производства основан на оценке ее технико-экономических и эксплуатационных характеристик.

Виброцентробежная мельница (ВЦМ) является сердцем механохимического производства. От ее производительности зависит компоновка всей технологической линии.

Следует особо отметить, что одна и та же ВЦМ на различных материалах имеет разную производительность. Это связано со строением кристаллов веществ и их способностью к разрушению, размалыванию и активации.

Для сравнения различных типов ВЦМ (характеристики мельниц от производителей) [1] можно использовать простейшую формулу, которая содержит главные критерии оценки результата помола и механоактивации (выход готового механоактивированного продукта и его первичный качественный показатель — зерновой состав):

$$K_T = I(Z_0 - Z_1);$$

где  $K_T$  — коэффициент технологической эффективности;  $I$  — коэффициент выхода механоактивированного материала;  $Z_0$  — зерновой состав материала, поступающего на помол и механоактивацию, %;  $Z_1$  — зерновой состав материала, выходящего из помола и механоактивации, %.

Очевидно, что показатель технологической эффективности будет иметь различное значение для разных материалов и проявляться, как следствие, в процессе дальнейшей технологической переработки полупродукта. Механоактивация портландцемента позволяет снизить его расход до 40% за счет введения в состав 40% механоактивированного доменного шлака, повысить кинетику твердения изделий, что позволяет увеличить оборачиваемость форм и подвижной опалубки (при монолитном строительстве), пластичность бетонной смеси, что облегчает процесс формирования изделий и ее транспортирования на расстояние. Таким образом, эффективность механоактивации цемента проявляется в изменении кинетики нарастания прочности цементного камня, а также в росте абсолютного значения прочности.

Из бездобавочного портландцемента М400 получаем портландцемент М700. В условиях бетонного производства нерационально даже воспользоваться такой высокой прочностью цемента. Все нормы СНиП 82-02–95 рассчитаны на применение обычного портландцемента М400. Применение более высокой марки портландцемента М500 позволяет применить понижающий коэффициент 0,85 к норме расхода портландцемента на 1 м<sup>3</sup> бетона. Применим понижающий коэффициент трижды при повышении марки портландцемента 0,85×0,85×0,85 = 0,614.

Механоактивация извести, например, позволяет получить максимальную степень ее гашения, ускорение

скорости карбонизации извести при твердении, стимуляцию образования гидросиликатов кальция при твердении силикатного бетона в автоклаве.

Если предприятию не хватает мощности для механоактивации больших количеств вяжущих полупродуктов, то даже замена части рецептурного состава обычного вяжущего вещества на механоактивированное даст экономический эффект.

Как определить и рассчитать показатель технологической эффективности вашей ВЦМ?

При выборе ВЦМ не следует руководствоваться только ее паспортными данными, а необходимо располагать результатами ее испытаний в процессе опытного помола на конкретных материалах.

Нужно опытным путем проверить эффективность механоактивации полупродуктов конкретного производства для определенного сырья при расчете экономической эффективности организации нового побочного производства для механоактивации полупродуктов.

Очевидно, что показатель технологической эффективности ВЦМ мог бы иметь максимальное значение, если бы потребитель — предприятие строительной индустрии имел предварительные показатели эффективности механоактивации различных типов полупродуктов собственного производства.

В зависимости от свойств измельчаемого материала и режимов его нагружения рассчитываются технологические параметры (получаемый гранулометрический состав, вновь образованная поверхность, износ рабочих элементов, намол в готовом продукте) и сравниваются с требуемыми параметрами. Если технологические параметры соответствуют требуемым нормам, то определяется надежность работы измельчителя-механоактиватора по оценочным параметрам. Затем определяется мощность, затраченная на процесс измельчения и механоактивации, а также минимизация ее за счет оптимизации объема зоны измельчения и количества твердой фазы, находящейся в ней.

Для нормальной работы необходимо правильно установить виброцентробежную мельницу, чтобы она своими вибрациями не разрушила здание цеха или сама себя. Для этого изготавливают отдельно стоящий стол-фундамент из тяжелого бетона М300 объемом 7 м<sup>3</sup>, так чтобы он не соприкасался с полом или частями здания. Щель между столом-фундаментом и полом цеха лучше заполнить резиновым материалом для гашения вибрации. После набора марочной прочности бетона в фундаменте его укрывают целым листом вакуумной термо-, морозо-, щелочестойкой резины толщиной не менее 6 мм. На нее устанавливают деревянную опалубку и заливают бетонный фундамент под мельницу. Для крепления металлической рамы мельницы перед заливкой бетона в будущий фундаментный блок следует закрепить анкерные болты по схеме завода — производителя мельницы. Анкерные болты должны иметь длину,





УДК 666.965.2

Е.Н. ЛЕОНТЬЕВ, канд. техн. наук, главный технолог ООО «Авис» (п. Красково Московской обл.)

## Решить проблему производства прогрессивных бесцементных строительных материалов можно

Увеличение потребности в продукции монолитного и сборного железобетона предопределяет необходимость в значительном повышении использования остающихся в дефиците цемента, крупного песка и инертных заполнителей — щебня и гравия.

Уже сейчас для обеспечения необходимого объема производства железобетона катастрофически не хватает цемента. В результате стоимость его неуправляемо повышается, увеличивается импорт цемента из-за рубежа — Китая, Турции, Египта, Украины, Белоруссии, Армении. К тому же не обеспечена его доставка потребителям без снижения качества и по более низким ценам стран-поставщиков.

Фирмы-монополисты планируют строительство новых цементных заводов, к сожалению, они начнут выпускать продукцию только через несколько лет и в объемах меньших, чем требуется производством железобетона.

Особенно трудно будет удовлетворять потребность в инертных заполнителях — песке, щебне и гравии. Уже сейчас многие регионы страны (Нечерноземная зона, регионы Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и др.), главным образом районы сосредоточенного строительства, испытывают острый дефицит в этом сырье. Для удовлетворения потребности в крупных заполнителях для цементного бетона предприятия, расположенные в этих районах, вынуждены завозить каменные материалы с карьеров в Карелии и среднеазиатских стран СНГ. В итоге получаемый щебень существенно увеличивается в стоимости.

В ближайшей и более длительной перспективе во всех регионах Российской Федерации ожидается рост всех видов строительства. Нарращивание объемов строительства невозможно без увеличения производства прогрессивных материалов и конструкций, снижающих стоимость строительства и материалоемкость, а также без использования местных видов сырья, вторичных ресурсов и отходов промышленности.

Решению этой проблемы, несомненно, будет способствовать увеличение объемов производства изделий из бесцементного силикатного бетона, технология которых предусматривает максимальное использование местных видов сырья, вторичных ресурсов и отходов промышленности при экономии энергоресурсов по сравнению с производством аналогичных изделий из цементного бетона.

Силикатный бетон — это бесцементный искусственный каменный материал, получаемый из смеси компонентов вяжущего автоклавного синтеза, заполнителя и воды в результате тепловлажностной обработки при температуре 175–200°C в автоклавах [1]. В качестве компонентов вяжущего используют молотую смесь извести и кварцевого песка либо шлаки — топливные, черной и цветной металлургии с добавкой извести и кварцевого песка или без них. В качестве заполнителя силикатного бетона, как правило, используют широко распространенные кварцевые, кварцево-полевошпатовые, карбонатные и другие пески. Вместе с тем для этой цели пригодны также различные естественные и искусственные, тяжелые и легкие, мелкие и крупные заполнители (гравий и щебень от дробления горных пород, вскрышные каменные породы, шлаковая пемза, отвалы металлургические и топливные шлаки и различного рода искусственные легкие заполнители) [2–6]. Иллюстрацией этому может служить использование вскрышной породы — диабаз, образующейся при разработке алмазонной трубки Айхал на Крайнем Севере в Якутии. В районе строительства завода по выпуску изделий из плотного и ячеистого бесцементных автоклавных бетонов не оказалось сырья, кроме известняка и диабаз. При изучении диабазовой породы было установлено, что содержащиеся в его составе кварцевые включения могут быть использованы в качестве компонента вяжущего автоклавного синтеза. После дробления диабаз щебень использовали как химически активный крупный заполнитель, песчаные фракции — как



Рис. 1. Продукция Айхальского КСМ из плотного и ячеистого силикатного бетона на основе диабазовых отходов

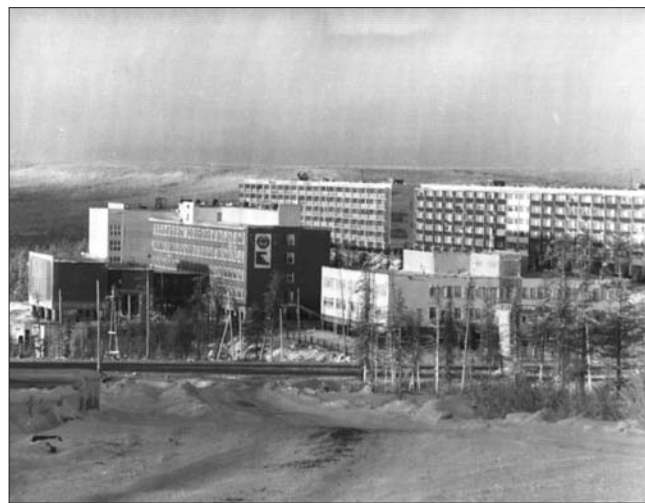


Рис. 2. Здания из бесцементного силикатного бетона в г. Айхал



химически активный мелкий заполнитель, а пылевидные фракции диабазы — как компонент известково-кварцевого вяжущего автоклавного синтеза. Из продукции Айхальского КСМ [9] компания «Виллойгэстрой» построила город для алмазодобытчиков (рис. 1, 2).

Строительные свойства силикатного бетона определяются не только видом и качеством исходных сырьевых материалов, но и его технологией. В основе технологии бесцементных автоклавных бетонов лежат физико-химические процессы, протекающие на молекулярном уровне при тепловлажностной обработке известково-кремнеземистых композиций в автоклавах [3, 7]. Эффективность этих процессов зависит в основном от растворимости, соотношения оксидов кальция и кремния и условий синтеза новообразований. Известно, что растворимость кремнезема с повышением дисперсности и температуры увеличивается. Растворимость оксида кальция с увеличением дисперсности повышается, а с увеличением температуры снижается. От дисперсности и количественного соотношения этих компонентов вяжущих автоклавного синтеза зависит образование низкоосновных (наиболее прочных) гидросиликатов либо многоосновных, которые обладают слабыми цементирующими свойствами. Низкоосновные гидросиликаты CSH (В) и тоберморит синтезируются при соотношении концентраций CaO и SiO<sub>2</sub> в жидкой фазе от 0,6:1 до 1,3:1. На практике это достигается совместным тонким измельчением кварцевого песка и извести. Молотый продукт по существу является вяжущим автоклавного синтеза, в котором соотношение CaO:SiO<sub>2</sub> близко к единице [7, 8]. Поэтому одним из основных технологических переделов производства является тонкий помол компонентов вяжущего автоклавного синтеза. Для их измельчения, как правило, применяют трубные шаровые мельницы, однако могут быть применены и другие помольные агрегаты, обеспечивающие тонкое измельчение компонентов вяжущего.

Тонкость помола вяжущего — один из важнейших факторов, обеспечивающих высокую прочность и долговечность силикатного бетона. Вяжущее автоклавного синтеза, как показали исследования и опыт производства, можно получить очень высоких марок и значительно проще, чем цемент равноценных марок.

Бетонную смесь из компонентов вяжущего, заполнителя и воды получают таким же образом, как и цементобетонную смесь, с тем отличием, что для приготовления силикатобетонной смеси применяют смесители принудительного действия.

Опыт показывает, что организовать новое производство силикатного бетона на действующих ЗЖБИ и КПД не представляет особой трудности. Основные переделы технологии идентичны. Это — приемные отделения сырьевых материалов, дозирочное и смесительное оборудование, арматурные цеха, бетоноукладчики, внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование, склады готовой продукции, а также котельные и электроподстанции. Производство силикатного бетона отличается от цементного наличием помольного и автоклавного отделений. Технология силикатного бетона позволяет получать изделия с заранее заданными свойствами.

Силикатный бетон плотной структуры характеризуется следующими показателями.

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Предел прочности, МПа                                      |                            |
| при сжатии   | 20–70                      |
| при растяжении   | 2,5–4                      |
| Модуль упругости, МПа                                      | (1,35–2,3)·10 <sup>5</sup> |
| Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>                       | 2000–2100                  |
| Водонепроницаемость, марки                                 | В–8, В–10, В–12            |
| Истираемость в воздушно-сухом состоянии, г/см <sup>2</sup> | 0,3–0,6                    |
| Морозостойкость, циклов                                    | 500                        |

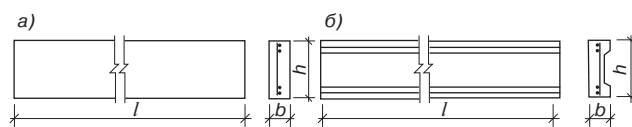


Рис. 3. Конструкция элемента: а – прямоугольного сечения; б – сечение в виде швеллера  $l = 6,3; 5; 4, 3$  м;  $b = 7$  и  $5$  см;  $h = 22$  см

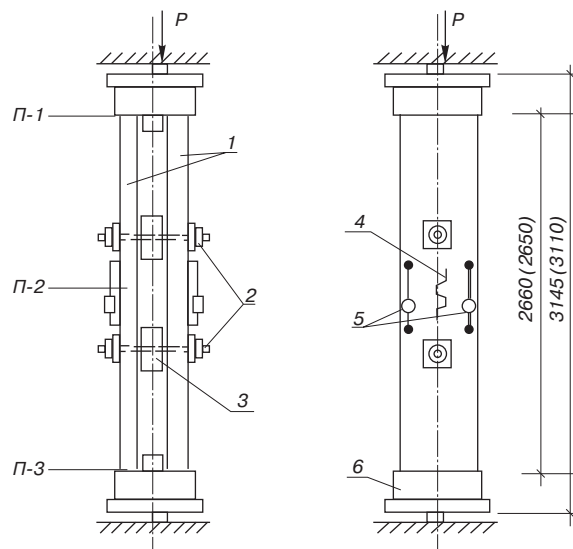


Рис. 4. Схема испытания стоек-колонн на сжатие: 1 – линейный элемент; 2 – соединительные болты; 3 – прокладки; 4 – датчики; 5 – индикаторы; 6 – оголовок; П-1, П-2 и П-3 – прогибомеры

Стойкость силикатного бетона в различных агрессивных средах, в том числе сельскохозяйственных, выше, чем цементного. Из силикатного бетона можно изготавливать панели перекрытий многопустотные или сплошные с предварительно напряженной или обычной арматурой, панели внутренних несущих стен крупнопанельных зданий, панели и блоки вентиляционные, блоки бетонные для стен подвалов, колонны, ригели, лестничные площадки и марши, перемычки для зданий с кирпичными стенами, плиты сенажных и силосных траншей, плиты для покрытия автомобильных и лесовозных дорог, виноградниковые стойки и др.

Изделия из плотного силикатного бетона изготавливают и применяют в соответствии с требованиями ГОСТ 25214–82 «Бетон силикатный плотный. Технические условия», СН 529–80 «Инструкция по технологии изготовления конструкций и изделий из плотного силикатного бетона» и СНиП 203.02–86 «Бетонные и железобетонные конструкции из плотного силикатного бетона».

Многолетний опыт производства изделий из силикатного бетона позволяет систематизировать его преимущества и недостатки. Следует выделить практически неограниченную сырьевую базу [5–7] и возможность получения на основе весьма разнообразного сырья сборных изделий, по своим свойствам не уступающих аналогичным изделиям из цементного бетона.

Однако особенности автоклавного способа производства сужают номенклатуру выпускаемых изделий. Так, из-за размеров автоклавов (диаметр 2; 2,6; 2,8 и 3,6 м) приходится ограничивать максимальную ширину изделий. Кроме того, нецелесообразно изготавливать из силикатного бетона пространственные конструкции (фермы, оболочки), изделия сложной конфигурации, массивные изделия сплошного сечения, длинномерные изделия длиной свыше 7 м. Колонны сплошного сечения для промышленных и гражданских зданий целесообразно изготавливать длиной на один или два этажа, отдавая



**Рис. 5.** Жилые дома различной этажности из плотных и пористых силикатных бетонов в Белоруссии

предпочтение изделиям простой конфигурации и малого сечения — не более  $300 \times 300$  или  $300 \times 400$  мм. Длительный опыт применения таких изделий в жилых, административных и гражданских зданиях свидетельствует об их надежности.

Представляет значительный интерес изготовление пустотелых элементов для каркасных зданий, например однопустотных колон сечением  $300 \times 300$  и  $220 \times 220$  мм и двухпустотных ригелей сечением  $500 \times 220$  мм с круглыми пустотами. Хотя пустотелые колонны и ригели разработаны для производственных сельскохозяйственных зданий, они могут быть успешно применены и для строительства каркасных зданий другого назначения. Такие изделия можно изготавливать на формовочном оборудовании для производства многопустотных плит перекрытий. Промышленные партии были изготовлены на опытном заводе института ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова с применением серийного оборудования. Также в промышленных условиях были изготовлены линейные элементы с предварительно напряженной арматурой в 2 уровнях длиной до 7 м, высотой 22 см и толщиной 5–7 см (рис. 3) [10].

Имеется положительный опыт использования напряженно-армированных линейных элементов (досок) шириной 22 см и толщиной 5 см в качестве несъемной опалубки для монолитного ленточного фундамента. Из элементов таких линейных размеров можно изготавливать облегченные колонны (рис. 4). Масса колонны длиной 7 м из обычного бетона плотностью  $2300 \text{ кг/м}^3$  и сечением  $300 \times 300$  см ориентировочно составляет 1,45 т, а масса сборной колонны такой же длины из двух силикатобетонных досок шириной 300 см с четырьмя вставками для обеспечения жесткости при плотности силикатного бетона  $2100 \text{ кг/м}^3$  составляет ориентировочно 580 кг. Такие колонны могут найти применение в сельском строительстве, например для изготовления сборных ферм и других конструкций.

В сложившейся ситуации с увеличением роста промышленного, гражданского и жилищного строительства, особенно в малых городах России, и с большим дефицитом и дороговизной цемента целесообразно создавать комплексные предприятия по изготовлению из бесцементного бетона несущих и ограждающих (из ячеистого бетона) конструкций и изделий.

Такой положительный опыт имеется — это упомянутый ранее завод в Айхале и группа заводов в Республике Беларусь. В 60-е годы в Гродненской области начали строить дома с применением изделий и конструкций из силикатного бетона плотной и ячеистой структуры. На Гродненском КСМ выпускали несущие и ограждающие изделия и конструкции для 5-, 9- и 12-этажных жилых

домов, детсадов, усадебных домов и других зданий по проектам института Гродногражданпроект. Этот положительный опыт показал, что ячеистый и плотный силикатный бетон в конструкциях жилых зданий оказался прогрессивным материалом, обеспечивающим высокие климатологические качества внутренних помещений жилых домов и минимальный расход цемента [11] (рис. 5).

Учитывая этот опыт, во ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова к концу 80-х годов технические предложения по технологии производства таких материалов уже были разработаны. В настоящее время их можно реализовать после уточнения и согласования в каждом конкретном случае номенклатуры изделий и конструкций и объемы производства с региональными органами и проектными институтами гражданского и промышленного строительства. Базовые серии жилых домов разработаны ЦНИИЭП жилища, КБ по железобетону им. А.А. Якушева и ОАО «СПБЗНИИПИ» (бывший ЛенЗНИИЭП).

Не исключено, что с учетом современных требований понадобится внесение корректив в проекты этих домов. Наверняка свои идеи и наработки в проекты новых жилых домов внесут и региональные проектные институты системы Госгражданстроя.

Базовые серии жилых домов предусматривали производство максимального количества изделий и конструкций из бесцементных автоклавных бетонов. При этом учитывали, что силикатный бетон имеет существенные преимущества:

- изготовление изделий без применения цемента;
- изготовление изделий без применения крупного или фракционированного заполнителя;
- снижение затрат на транспортные расходы за счет использования местных источников сырья.

По сравнению с цементным бетоном и кирпичом ячеистый бетон обеспечивает:

- уменьшение толщины стен;
- уменьшение массы зданий;
- повышение теплозащитных свойств зданий;
- снижение затрат на транспортные и монтажные расходы.

Например, завод мощностью 70–80 тыс.  $\text{м}^3$  изделий в год предполагал изготавливать из плотного силикатного бетона 30 тыс.  $\text{м}^3$  и изделий в год; из ячеистого бетона — 40–50 тыс.  $\text{м}^3$  в год.

В технические предложения 80-х годов также внесены существенные изменения. Технологические линии стали более механизированными и автоматизированными; высокоточное дозирование всех составляющих бетонных смесей обеспечивает высокое качество продукции и экономию исходных материалов; автоматическое регулирование всем технологическим процессом обеспечивает стабильный темп всего производства.

На действующих предприятиях — Тверском заводе ячеистого бетона, заводе ЖБИ «Брянскстройсервис», ООО «Стройконструкции» (г. Балашиха Московской обл.) и др. такие автоматизированные системы дозирования сырьевых материалов и регулирования технологическим процессом успешно функционируют длительное время.

Таким образом, наращивание объемов строительства вполне возможно за счет увеличения прогрессивных строительных материалов и конструкций на бесцементной основе с использованием местных видов сырья, вторичных ресурсов и отходов промышленности. При этом, что очень важно, снижается стоимость и материалоемкость строительства. Поэтому чтобы облегчить реализацию национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России», необходимо возродить организацию, обеспечивающую в различных регионах страны проектирова-





удк 666.913.2

Л.А. КРОЙЧУК, ЗАО «НИИЦемент» (Москва)

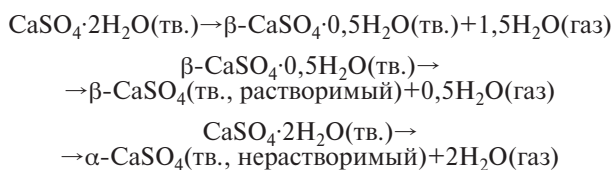
## Снижение энергозатрат путем использования совершенной технологии обжига гипса

 По материалам журнала *Zement-Kalk-Gips International* 2005-2008 гг.

В технологии производства гипса для изготовления сухой гипсовой штукатурки, а также для его использования в качестве отделочного и строительного материала наиболее важным процессом является обжиг. Периодическая варка в котле и обжиг во вращающейся печи являются традиционными способами получения штукатурки, содержащей β-полугидрат. При сопоставлении полученных с помощью растрового электронного микроскопа изображения кристаллов α- и β-полугидрата видно, что кристаллы первой модификации характеризуются большим совершенством. Для увеличения производительности, теплового КПД и качества продукта было разработано новое обжиговое оборудование и технологические процессы – котлы непрерывного действия и прямой обжиг гипсовых материалов. Эти более совершенные технологии нашли широкое применение при производстве штукатурки, где они заменили старую технологию, основанную на использовании периодического процесса, особенно β-полугидрата, который в основном применяют для выпуска сухой гипсовой штукатурки.

**Обжиг гипса** – это эндотермический процесс, в ходе которого дигидрат сульфата кальция превращается в полугидрат. Процесс обжига гипса контролирует выход конечного полугидрата сульфата кальция. Однако при этом в зависимости от способа и условий обжига образуются различные количества растворимого ангидрита. Выход нерастворимого ангидрита должен быть сведен к минимуму, так как его наличие снижает прочность сухой гипсовой штукатурки.

Процесс дегидратации гипса сводится к следующим химическим реакциям:



В табл. 1 и 2 приведены физические и термические свойства системы сульфат кальция–вода и энергия взаимодействия для различных фаз. Свойства штукатурки и ее удобообрабатываемость зависят от способа обжига и условий, в которых протекает этот процесс. Сюда входит много параметров – температура обжига, влажность, при которой происходит обжиг, продолжительность пребывания материала в этих условиях, размер частиц обжигаемого материала и характер их распределения, давление и др. Свойства штукатурки также зависят от интенсивности нагрева, скорости подачи сырья и его чистоты.

**Технологии обжига.** Периодический процесс варки в котлах и обжиг во вращающихся печах заменили непрерывной тепловой обработкой в котлах и процессом прямого нагрева. В технологии термообработки, применяемой компанией USG (United States Gypsum, США), преобладают гипсоварочные котлы непрерывного действия MBR. Котлы MBR (Multiple Burner

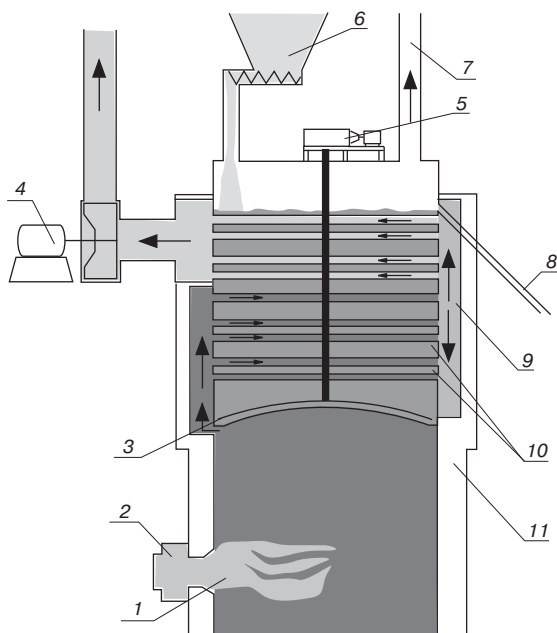
**Таблица 1**

| Характеристика                        | CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O | CaSO <sub>4</sub><br>(растворимый) | CaSO <sub>4</sub><br>(нерастворимый) |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| Молекулярная масса                    | 172,17                               | 145,15                                 | 136,14                             | 136,14                               |
| Содержание кристаллизационной воды, % | 20,92                                | 6,21                                   | 0                                  | 0                                    |
| Плотность, г/см <sup>3</sup>          | 2,31                                 | 2,757 (α)<br>2,619–2,637 (β)           | 2,58                               | 2,93–2,97                            |
| Растворимость, г/100 г                | 0,21                                 | 0,67 (α)<br>0,88 (β)                   |                                    | 0,276                                |

**Таблица 2**

| Реакция   | Теплота дегидратации при 25°C |          |
|---|-------------------------------|----------|
|   | кДж/т                         | кДж/моль |
| CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O (тв.) → β-CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O (тв.)+1,5H <sub>2</sub> O (газ) | 597200                        | 86700    |
| β-CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O (тв.) → β-CaSO <sub>4</sub> (тв., растворимый) + 0,5H <sub>2</sub> O (газ)   | 895700                        | 121800   |
| CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O (тв.) → α-CaSO <sub>4</sub> (тв., нерастворимый) + 2H <sub>2</sub> O (газ)       | 798000                        | 108600   |





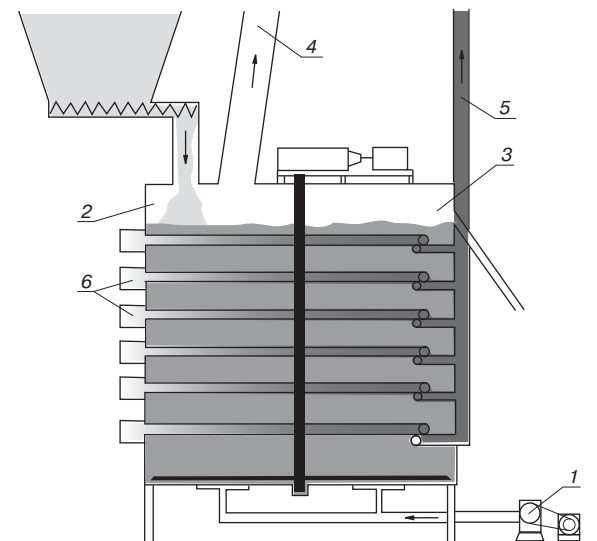
**Рис. 1.** Схема котла обычной конструкции: 1 – топка котла; 2 – газовая горелка; 3 – штукатурный материал; 4 – вытяжной вентилятор; 5 – привод котла; 6 – бункер подачи сырья; 7 – к пылесборнику; 8 – желоб перелива штукатурного материала; 9 – к системе транспортирования штукатурного материала; 10 – теплообменные газоходы; 11 – огнеупорная футеровка

Refractoryless) были разработаны в конце 90-х гг. XIX в., а MBR-технология была запатентована в 1998–1999 гг. Для MBR-технологии характерны экономические преимущества, среди которых наивысший тепловой КПД среди всех гипсоварочных котлов непрерывного действия. По этой причине полагают, что MBR технология играет очень существенную роль в разработанных USG процессах тепловой обработки.

**Обычный гипсоварочный котел** (рис. 1) состоит из круглого стального корпуса с футеровкой снаружи, укрепленного над футерованной топкой. Мешалка с лопастями вращается в центре котла. Для эффективного перемешивания содержимого котла имеется двигающийся по дну скребок. В топке установлена горелка на природном газе, для минимизации потерь теплоты топка футерована огнеупором. Тепло передается в донную часть котла радиацией и конвекцией. Горячие газы выходят из топки и протекают в пространство между корпусом котла и огнеупорными стенками вверх через ряд газоходов, проходящих сверху котла. Затем газы выходят из верхних газоходов и с помощью дымососа выбрасываются в окружающую среду. Два вертикальных отражателя обеспечивают течение газов по газоходам. Основными передающими тепло поверхностями являются дно котла и его корпус, а также трубы газоходов.

Тепло, образующееся при сжигании газа в горелке, установленной в топке, первоначально передается гипсу через донную часть котла. Кроме того, тепло передается гипсу через стенки котла и теплообменные газоходы. Для повышения теплового КПД и перемещения нагретого воздуха через и вокруг котла используют отражатели различной конструкции. В обычных гипсоварочных котлах могут быть теплотери с отходящими газами, температура которых превышает температуру окружающей среды, а также через футерованную огнеупором оболочку.

**Котел MBR**, оснащенный множеством нефутерованных горелок (рис. 2), состоит из изолированного сосуда с множеством установленных в нем теплообменных спиралей. Каждая теплообменная спираль с одного конца соединена с горелкой вне данного сосуда, а с другого конца выпущена через вершину или



**Рис. 2.** Схема конструкции MBR-котла: 1 – система распределения воздуха для псевдооживления; 2 – изоляционное покрытие; 3 – зона расцепления; 4 – труба для подачи пара в пылесборник; 5 – труба для отходящих газов; 6 – теплообменные спирали

стенку котла. Продукты горения в горелках поступают в теплообменные спирали, стенки которых являются теплообменными поверхностями. Таким образом, общая поверхность теплообмена регулируется числом спиралей, их длиной и диаметром. Воздух для создания псевдооживленного слоя, обеспечивающего хороший теплообмен, вводится в донную часть котла через предназначенную для этого специальную систему труб. В обычном котле при контакте гипса с нагретыми стенками донной части котла происходит обжиг, и благодаря образуемому при обжиге гипса пару возникает псевдооживление. В котле MBR дно не нагревается, и поэтому воздух должен использоваться для псевдооживления гипса. Мешалка, снабженная расположенным в верхней части котла приводом, вращается в центре котла, на ней для перемешивания имеется двигающийся по дну скребок. Он способствует псевдооживлению обрабатываемого материала.

**Анализ энергопотребления.** Тепловую энергию для обжига получают в результате реакции горения природного газа ( $\Delta_{15,6^{\circ}\text{C}} = 55774 \text{ кДж/кг}$ ).

Была оценена передача тепла в трубах газоходов и в спиралях котла MBR с помощью конвекции и излучения. С помощью уравнения Dittus-Boelter может быть рассчитан коэффициент интенсивности теплопередачи конвекцией:

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,3},$$

где  $Nu = hd/k$  – число Нуссельта;  $Re = \rho u d / \mu$  – число Рейнольдса;  $Pr = C_p \mu / k$  – число Прандтля;  $k$  – коэффициент, характеризующий интенсивность теплопередачи газ–труба;  $Вт/(м^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;  $d$  – внутренний диаметр трубы, м;  $k$  – проводимость газов,  $Вт/(м^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;  $u$  – скорость газов, м/с;  $\rho$  – плотность газов,  $кг/м^3$ ;  $\mu$  – вязкость газов,  $Н \cdot с/м^2$ ;  $C_p$  – теплосодержание газов,  $Дж/(кг \cdot ^{\circ}\text{C})$ . Все термические характеристики газов оценивают при соответствующей температуре.

Основное уравнение для расчета теплопередачи излучением:

$$Q_r = \epsilon_s F \sigma A (T_g^4 - T_w^4),$$

**Таблица 3**

| Тип котла | Чистота гипса, % | Влажность, % | Температура сырья, °С | Степень обжига, % | Нерастворимый ангидрит, % | Температура обжига, °С | Расход энергии, кДж/т |               | КПД, % |
|-----------|------------------|--------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|--------|
|           |                  |              |                       |                   |                           |                        | Реальный              | Теоретический |        |
| Обычный   | 95,1             | 0,026        | 60                    | 98,89             | 0,315                     | 159,9                  | 906326                | 680906        | 75,1   |
| MBR       | 95               | 0,033        | 50,2                  | 94,26             | 0,835                     | 152,2                  | 820341                | 657667        | 80,2   |

где  $Q_r$  – тепло, переданное излучением котлу;  $e_s$  – коэффициент излучения системы;  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$  – константа Стефана–Больцмана;  $F$  – коэффициент конфигурации, определяемый геометрическими размерами:  $A$  – величина поверхности,  $\text{м}^2$ ,  $T_g$  – температура газа,  $T_w$  – температура поверхности теплообменной спирали,  $K$ . Уравнение также используют для оценки теплотеперь в окружающую среду.

Радиационная составляющая зависит от температуры поверхности, которую оценивают решением относительно граничных условий двухмерного дифференциального уравнения. Газообразные продукты горения представляют собой смесь азота, избытка кислорода, диоксида углерода и водяного пара. Тепло, излучаемое продуктами сгорания, формирует диоксид углерода и водяной пар. Излучательную способность оценивают по уравнению:

$$e_g = C_{\text{CO}_2} \cdot e_{\text{CO}_2} + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot e_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta e,$$

где  $e_g$  – относительная излучательная способность смеси диоксида углерода и водяного пара;  $C$  – коэффициент корреляции, учитывающий давление;  $\Delta e$  учитывает долю возможного наложения спектров излучения диоксида углерода и водяного пара.

Так как температура газов и твердой фазы известна, теплопередача от газообразных продуктов горения к твердой фазе в теплообменных спиралях и трубах газоходов рассчитывается с помощью следующих уравнений:

$$Q_t = U_{\text{суммарн.}} \cdot A_o (T_g - T_b);$$

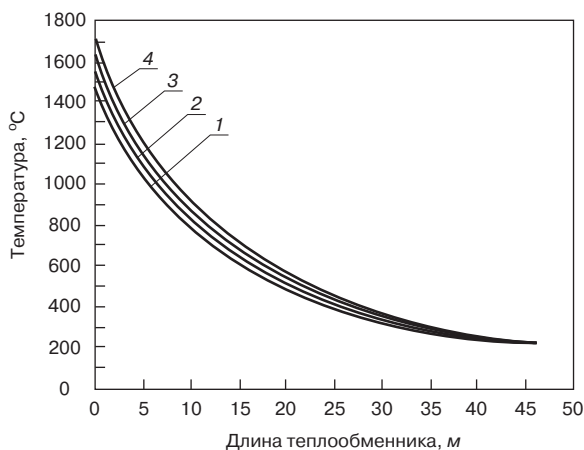
$$U_{\text{суммарн.}} \cdot A_o = \frac{1}{\frac{1}{h_b A_o} + \frac{1}{h_g A_i} + \frac{\delta}{k_w A_m}},$$

где  $U_{\text{суммарн.}}$  – суммарный коэффициент теплопередачи;  $T_g$  и  $T_b$  – температура газа и материала в котле;  $A_o$ ,  $A_i$  и  $A_m$  – соответственно наружная, внутренняя и средняя поверхности теплообменных спиралей;  $h_b$  и  $h_g$  – коэффициен-

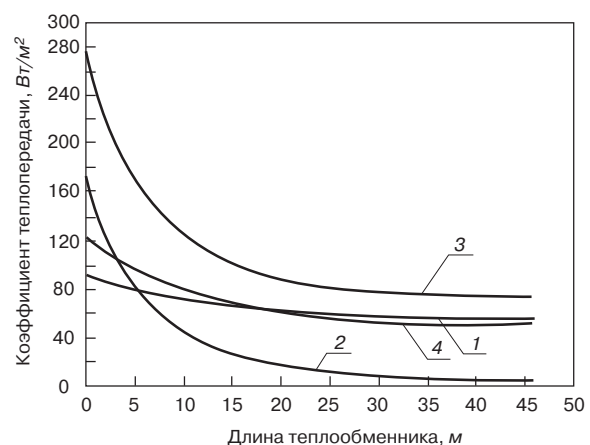
ты теплообмена системы твердый материал–труба и газ–труба;  $k_w$  – теплопроводность трубы;  $\delta$  – толщина трубы. Коэффициент теплопередачи системы твердый материал–стенка  $h_b$  определяется условиями псевдооживления.

При этом в случае термообработки котлы работают в пузырьковом режиме псевдооживления. Коэффициент  $h_b$  трудно оценить, так как размер частиц обрабатываемого штукатурного материала обычно меньше 40 мкм, что весьма близко к группе С по классификации частиц [1]. Данные о теплопередаче для частиц группы С недостаточны, кроме того, отсутствует необходимая корреляция, которую можно было бы использовать для оценки величины коэффициента теплопередачи. Отсюда коэффициент теплопередачи в системе твердое тело–стенка можно грубо оценить в 200–400  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  с учетом корреляции частиц группы А. Общий коэффициент теплопередачи между газами и твердой фазой больше, чем коэффициент теплопередачи на газовой стороне, так как коэффициент теплопередачи на стороне газа намного ниже, чем на стороне твердой фазы. Другими словами, вследствие вызванного псевдооживлением разделения твердых частиц термическое сопротивление теплопередаче газов преобладает.

**Распределение энергопотребления.** Разработан специальный термометрический зонд, позволяющий фиксировать скорость продуктов горения в топке и газоходах обычных котлов. При этих измерениях используют термопару типа В (платина с 30% родия; платина с 6% родия). Такая термопара выдерживает в окислительной среде температуру до 1700°С. Для того чтобы минимизировать ошибку в измерениях, обусловленную излучением, используют трехслойные экраны из нержавеющей стали. В зонд для его охлаждения и предотвращения размягчения подается сжатый воздух. Кроме того, еще один поток сжатого воздуха подают в зонд для того, чтобы создать тягу, обеспечивающую протекание через зонд газообразных продуктов горения. Трубки защитного экрана достаточно длинные для того, чтобы температурная головка не реагировала на стенки топки.



**Рис. 3.** Изменение температуры вдоль теплообменной спирали MBR-котла: 1 – 1482 °С; 2 – 1593 °С; 3 – 1677 °С; 4 – 1693 °С



**Рис. 4.** Изменение коэффициента теплопередачи по длине теплообменной спирали: 1 – конвекция; 2 – излучение; 3 – общее на стороне газа; 4 – суммарное

В обычных котлах тепло от горения топлива распределяется в различных зонах и рассеивается в окружающей среде, а также выбрасывается наружу с отходящими газами. Примерно 40,9% выделяемого тепла передается через дно котла и 13,5% — через стенки. Через газоходы в донной и верхней частях котла обрабатываемому материалу передается соответственно 14,7 и 5,6% тепла. В окружающей среде теряется 1,2 и 24,2% всего тепла с отходящими газами. Таким образом, термический КПД котла составляет 74,6%. На рис. 3 показано влияние начальной температуры горения газа на распределение температуры вдоль теплообменных спиралей MBR-котла. Очевидно, что на самых первых отрезках теплообменных спиралей преобладает излучение. На этом отрезке температура газа быстро снижается и стабилизируется по длине теплообменной спирали. На рис. 4 показаны вклад (доля) излучения, а также коэффициент теплопередачи газ-стенка теплообменной спирали и общий коэффициент теплопередачи. Общий коэффициент теплопередачи снижается со 120 до 60 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Анализ распределения теплопередачи в MBR-котлах показывает, что 86,2% всего подводимого тепла передается через теплообменные спирали, а 3,4% всего тепла, включая тепло, передаваемое через спирали, теряется в окружающей среде через стенки котла и с воздухом, используемым для создания псевдооживленного слоя. С отходящими газами теряется 17,4% всего подводимого тепла. Уменьшая долю тепла, передаваемого по теплообменным спиралам (86,2%) на 3,4% (потери в окружающую среду), получаем термический КПД MBR-котла, равный 79,2%.

**Определение энергозатрат на обжиг гипса.** Были проведены испытания для того, чтобы сопоставить эффективность энергопотребления в MBR-котле с эффективностью энергопотребления в новейшем котле обычной конструкции. Для этого необходимо было, чтобы котлы работали в стабильном штатном режиме при нагрузке, близкой к полной, и минимальном изменении условий в процессе испытания. Необходимо было проведение дополнительных измерений: количества выработанной в процессе испытания продукции; продолжительности испытания; общего количества природного газа, израсходованного на испытание; температуры обжига гипса; чистоты исходного гипса; достигнутой степени обжига продукта и влажности подаваемого в котлы гипса.

В случае котла обычной конструкции энергопотребление измеряли по падению давления в диафрагме, установленной на газовой магистрали, а для MBR-котла использовали показания расходомера газа. Производительность котлов определяли путем помещения материала из каждого котла в специальный бункер.

Количество штукатурного материала фиксировали с помощью оборудования компании Jenike & Johanson Inc. для определения массы штукатурного материала в бункерах с возрастающим уровнем материала. Полученный во время испытаний штукатурный материал испытывали, а используемые для его хранения бункеры анализировали. Массу штукатурного материала на каждом из возрастающих уровней рассчитывали по методике Jenike & Johanson Inc., учитывающей способность штукатурного материала сжиматься и конструкцию бункера. Так как штукатурный материал способен сжиматься и его плотность зависит от высоты слоя в бункере, каждый из возрастающих слоев материала в бункере рассматривали так, будто это количество материала находилось в бункере, заполненном до данного уровня. Конструкция и размеры бункера также влияют на плотность находящегося на каждом уровне штукатурного материала. По-видимому, нет никакого другого безопасного способа измерения количества выработанного

штукатурного материала, учитывающего высокую скорость производственного процесса и высокую температуру штукатурного материала.

Количество израсходованного природного газа можно подсчитать с помощью следующего уравнения:

$$Q = [C_f \cdot (\Delta P(P_f + P_a))^{0.5} \text{HHV}] / 10^6,$$

где  $Q$  — суммарный выход энергии при сжигании природного газа;  $\Delta P$  — разность давлений в измерительной диафрагме;  $P_f$  и  $P_a$  — давление в потоке газа и атмосферное давление соответственно;  $C_f$  — коэффициент характера течения, зависящий от диаметра отверстия измерительной диафрагмы; HHV — высшая теплотворная способность природного газа.

Энергетический КПД котла определяют как принимаемый за 100% теоретический расход энергии на обжиг 1 т гипса, разделенный на реальный расход энергии. Теоретический расход энергии меняется в зависимости от происхождения (источника) гипса и влияет на переменный и действительный расход природного газа.

В табл. 3 приведены результаты испытаний.

Производительность MBR-котла определяли по заполнению главного бункера для штукатурного материала. Расход природного газа во время испытания MBR-котла определяли по показаниям общего расходомера газа. Общий расходомер газа недавно был испытан, точность результатов замеров с помощью измерительной диафрагмы составляет 0,23%.

Результаты испытаний показывают, что MBR-котел характеризуется энергетическим КПД 80,2%, котел обычной конструкции характеризуется энергетическим КПД 75,1%. Таким образом, энергозатраты сопоставляемых котлов отличаются на 6,3%.

По результатам теоретического анализа и испытаний можно сделать следующие выводы.

Теоретический анализ показывает, что энергетический КПД котла обычной конструкции и MBR-котла составляют соответственно 74,6 и 79,2%.

Теплопередача излучением является наиболее важным путем передачи тепла в котле обычной конструкции, особенно в случае передачи через дно. Около 40,9% общего расхода тепла в котле такой конструкции передается через поверхность дна. Около 33,7% общего расхода тепла передается через трубы газоходов и стенку, 24,2% выбрасывается с отходящими газами и 1,2% теряется в окружающую среду через наружные поверхности котла. В MBR-котле около 79,2% общего расхода тепла передается штукатурному материалу по теплообменным спиралам и 17,4% выбрасывается с отходящими газами; 2,1% тепла используется для нагрева воздуха, используемого для псевдооживления, а 1,3% тепла теряется в окружающую среду наружными поверхностями котла.

Производительность котлов по штукатурному материалу в ходе испытаний определяли исходя из данных, полученных с помощью оборудования Jenike & Johanson Inc. Результаты испытаний показывают, что энергетический КПД обычного котла составляет 75,1%, а MBR-котла — 80,2%. Полученные результаты испытаний хорошо согласуются с данными теоретического анализа.

Котел обычной конструкции производит 32,45 т/ч штукатурного материала, MBR-котел характеризуется производительностью 36,27 т/ч. При использовании гипса одного и того же месторождения энергопотребление котла обычной конструкции составляет 876115 кДж/т, а MBR-котла — 820341 кДж/т.

#### Литература

1. Geldart D. Gas Fluidization Technology, John Wiley & Sons. 1986.



**МВЦ**

Броварський пр-т, 15, Київ  
ст. М "Лівобережна"

**24-27**  
лютого 2009

www.kievbuild.com.ua



XIII МІЖНАРОДНА ВИСТАВКА  
АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА

**KievBuild** 

Організатори:



**ПРЕМ'ЄР ЕКСПО**, вул. Пимоненка, 13-б, Київ, 04050, Україна

тел.: +380 44 451 4160, факс: +380 44 451 4161

e-mail: build@pe.com.ua, www.pe.com.ua