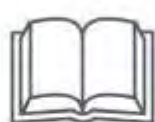


Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности



**ИНФОМАЙН** 

исследовательская группа

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

**Обзор рынка  
силикатного кирпича  
и сырья для  
его производства  
в России**

**2-е издание**

**Москва  
Февраль, 2014**

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/29/278>

Общее количество страниц: 112 стр.  
Стоимость отчета – 48 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «Инфомайн».

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Аннотация</b> .....	8
<b>Введение</b> .....	10
<b>1. Запасы и месторождения сырья для производства силикатного кирпича в России</b> .....	11
1.1. Строительный песок.....	11
1.1.1. Месторождения и запасы строительного песка.....	11
1.1.2. Производство строительного песка .....	14
1.1.3. Потребление строительного песка производителями силикатного кирпича .....	15
1.2. Известь (объемы производства, основные поставщики, объемы потребление производителями силикатного кирпича).....	19
1.2.1. Производство извести.....	19
1.2.2. Потребление извести производителями силикатного кирпича .....	20
<b>2. Производство силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг.</b> .....	24
2.1. Технология производства и оборудование для производства силикатного кирпича .....	24
2.1.1. Свойства силикатного кирпича .....	24
2.1.2. Технология производства силикатного кирпича .....	27
2.1.3. Основные производители оборудования для производства силикатного кирпича .....	33
2.2. Производство силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг. ....	44
2.3. Текущее состояние основных производителей силикатного кирпича.....	54
2.3.1. ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов».....	54
2.3.2. ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов» .....	57
2.3.3. ООО «Инвест-Силикат-Стройсервис» (Тюменская обл.) .....	61
2.3.4. ООО «Силикат» (Ульяновская обл.) .....	64
2.3.5. ООО «Навашинский завод стройматериалов» (Нижегородская обл.) .....	67
<b>3. Экспорт-импорт силикатного кирпича в России в 2005-2014 гг.</b> .....	70
3.1. Экспорт силикатного кирпича.....	72
3.2. Импорт силикатного кирпича.....	73
<b>4. Обзор цен на силикатный кирпич в России в 1998-2014 гг.</b> .....	74
<b>5. Потребление силикатного кирпича в России в 2005-2014 гг.</b> .....	78
5.1. Баланс производства-потребления.....	78
5.2. Области потребления силикатного кирпича.....	80
5.3. Региональная структура потребления .....	82

<b>6. Прогноз развития рынка силикатного кирпича до 2020 гг. ....</b>	<b>92</b>
<b>Приложение 1. ГОСТ 379-95 Кирпич и камни силикатные. Технические условия .....</b>	<b>96</b>
<b>Приложение 2. Текущие цены основных российских производителей силикатного кирпича .....</b>	<b>107</b>
<b>Приложение 3. Адресная книга основных производителей силикатного кирпича в России .....</b>	<b>111</b>

## Список таблиц

- Таблица 1. Месторождения и запасы строительного песка в России по округам, млн м<sup>3</sup>
- Таблица 2. Основные регионы России, крупнейшие по количеству месторождений и промышленным запасам строительного песка, млн м<sup>3</sup>
- Таблица 3. Разрабатываемые месторождения и объемы потребления песка основными производителями силикатного кирпича в 2000-2014 гг., тыс. т
- Таблица 4. Поставки извести основным производителям силикатного кирпича в 2000-2014 гг., тыс. т
- Таблица 5. Основные характеристики силикатного кирпича
- Таблица 6. Характеристики прессов фирмы Masa Henke / марки Masa-Dorstener
- Таблица 7. Характеристики автоматической установки фирмы Masa Henke / марки Masa-Dorstener
- Таблица 8. Производство силикатного кирпича по регионам РФ в 2003-2014 гг., млн шт.
- Таблица 9. Крупнейшие производители силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг., млн шт.
- Таблица 10. Среднегодовая мощность по производству силикатного кирпича по федеральным округам России в 2004-2013 гг., млн усл. кирпичей
- Таблица 11. Уровень использования среднегодовой производственной мощности по силикатному кирпичу по федеральным округам России в 2004-2013 гг., %
- Таблица 12. Основные финансовые показатели ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов» в 2005-2013 гг., млн руб.
- Таблица 13. Технические характеристики полнотелого силикатного кирпича ЗАО «Воронежский КСМ»
- Таблица 14. Технические характеристики колотого силикатного кирпича ЗАО «Воронежский КСМ»
- Таблица 15. Технические характеристики колотого силикатного кирпича ЗАО «Воронежский КСМ»
- Таблица 16. Основные финансовые показатели ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов» в 2005-2013 гг., млн руб.
- Таблица 17. Основные финансовые показатели ООО «Инвест-Силикат-Стройсервис» в 2005-2013 гг., млн руб.
- Таблица 18. Технические характеристики полнотелого и пустотелого полуторного и колотого силикатного кирпича ООО «Силикат»
- Таблица 19. Основные финансовые показатели ООО «Силикат» в 2005-2013 гг., млн руб.
- Таблица 20. Основные финансовые показатели ОАО «Навашинский завод стройматериалов» в 2005-2013 гг., млн руб.
- Таблица 21. Внешняя торговля силикатным кирпичом в России в 2005-2014 гг., тыс. т, млн шт.

- Таблица 22. Поставщики и потребители российского силикатного кирпича в 2005-2014 гг., тыс. т
- Таблица 23. Страны-поставщики силикатного кирпича в Россию в 2005-2014 гг., тыс. т
- Таблица 24. Средние цены на приобретенный строительными организациями силикатный кирпич по регионам и основным областям в 2003-2014 гг., руб./тыс. шт.
- Таблица 25. Баланс производства-потребления силикатного кирпича в России в 2005-2014 гг., млн шт., %
- Таблица 26. Ввод в действие жилых домов в России в 2003-2014 гг., тыс. м<sup>2</sup>, %
- Таблица 27. Региональная структура потребления силикатного кирпича в 2013-2014 гг., тыс. т, %

### Список рисунков

- Рисунок 1. Структура запасов строительных песков категории А+В+С<sub>1</sub> по федеральным округам, %
- Рисунок 2. Динамика производства строительного песка в России в 2003-2014 гг., млн м<sup>3</sup>
- Рисунок 3. Динамика потребления песка для производства силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг., млн т
- Рисунок 4. Динамика производства строительной извести в России в 2003-2014 гг., млн т
- Рисунок 5. Доля потребления извести для производства силикатного кирпича от общего производства извести в России в 2003-2014 гг., %
- Рисунок 6. Динамика производства силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг., млрд шт.
- Рисунок 7. Региональная структура производства силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг., %
- Рисунок 8. Динамика изменения объемов производства силикатного кирпича в основных регионах в 2007-2014 гг. (2006 г. – 100%), %
- Рисунок 9. Динамика производства силикатного кирпича ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов» в 2003-2014 гг., млн шт.
- Рисунок 10. Динамика производства силикатного кирпича ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов» в 2003-2014 гг., млн шт.
- Рисунок 11. Динамика производства силикатного кирпича ООО «Инвест-Силикат-Стройсервис» в 2003-2014 гг., млн шт.
- Рисунок 12. Динамика производства силикатного кирпича ООО «Силикат» в 2003-2014 гг., млн шт.
- Рисунок 13. Динамика производства силикатного кирпича ООО «Навашинский завод стройматериалов» в 2000-2014 гг., млн шт.
- Рисунок 14. Динамика экспорта-импорта силикатного кирпича в России в 2005-2014 гг., тыс. т

- Рисунок 15. Динамика средних цен в России на силикатный кирпич в 1998-2014 гг., руб./тыс. усл. кирпичей (без НДС)
- Рисунок 16. Динамика средних ежемесячных цен на силикатный кирпич российских производителей в 2010-2014 гг., руб./тыс. усл. кирп.
- Рисунок 17. Динамика ежемесячных средних оптовых цен производителей силикатного кирпича и потребительских цен в России в 2013-2014 гг., руб./тыс. шт.
- Рисунок 18. Динамика потребления силикатного кирпича в России в 2005-2014 гг., млн шт.
- Рисунок 19. Объем работ, выполненный собственными силами организаций в России в 2000-2014 гг., млрд руб., %
- Рисунок 20. Динамика строительства новых квартир в России в 2000-2014 гг., тыс. шт.
- Рисунок 21. Динамика ввода жилых домов в 2003-2014 гг., млн м<sup>2</sup>
- Рисунок 22. Динамика ввода жилья в основных областях России в 2003-2014 гг., %
- Рисунок 23. Динамика производства силикатного кирпича и ввода жилья в России в 2003-2014 гг. относительно показателей 2003 г., %
- Рисунок 24. Прогноз потребления силикатного кирпича в России до 2020 г., млрд шт.

## Аннотация

Настоящий отчет является вторым изданием исследования рынка силикатного кирпича в России.

**Цель исследования** – анализ текущего состояния и прогнозная оценка развития российского рынка силикатного кирпича.

Объектами исследования является силикатный кирпич.

Данная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные ФСГС РФ, Федеральной таможенной службы РФ, официальной статистики железнодорожных перевозок РФ, отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов производителей и потребителей силикатного кирпича в России.

**Хронологические рамки исследования:** 1998-2014 гг.

**География исследования:** Российская Федерация.

Отчет состоит из **6** частей, содержит **112** страниц, в том числе **27** таблиц, **24** рисунка, **3** приложения.

В **первой главе** отчета приведены сведения о сырье, требуемом для производства силикатного кирпича, его характеристиках и запасах. Также приведены объемы потребления сырья производителями силикатного кирпича.

Во **второй главе** приведены свойства силикатного кирпича, подробно рассмотрена технология производства силикатного кирпича, а также оборудование, необходимое для этого. В разделе приводятся статистические и оценочные данные по объемам выпуска силикатного кирпича в России с 2003 г. по 2014 г. Также в этой главе описано текущее состояние предприятий-производителей силикатного кирпича.

В **третьей главе** отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с силикатным кирпичом в России за период 1999-2014 гг.

В **четвертой главе** приведены сведения об уровне цен на силикатный кирпич на внутреннем российском рынке в 1998-2014 гг.

В **пятой главе** отчета рассматривается потребление силикатного кирпича в России в 2005-2014 гг. В данном разделе приведен баланс производства-потребления этой продукции, описаны основные области-потребители продукции, приведена региональная структура потребления.

В **шестой главе** отчета приводится прогноз развития российского рынка силикатного кирпича на период 2015-2020 гг.

В **приложениях** приведен ГОСТ на силикатный кирпич. Также в приложении приведены текущие цены основных российских производителей силикатного кирпича. Кроме того, в приложении приводится контактная информация основных предприятий, выпускающих силикатный кирпич в России.



**Целевая аудитория исследования:**

- участники рынка строительной керамики – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке данной продукции.

## Введение

Кирпич известен человечеству уже более 4 тысяч лет, но и в настоящее время он является наиболее популярным материалом для сооружения различных конструкций – от простых заборов до роскошных вилл. Разнообразие его цветов и форм придает зданиям неповторимый облик. Кирпич удобен в работе, прочен и долговечен. Сейчас в мире выпускается кирпич более 15 тысяч сочетаний форм, размеров, цветов и фактур поверхности.

**Силикатный кирпич** представляет собой искусственный безобжиговый стеновой строительный материал, изготовленный методом прессования увлажненной смеси из песка и других мелких заполнителей, извести и различных вяжущих с применением добавок или без них и отвердевший под действием пара в автоклаве.

Кирпичи и камни разделяют на рядовые и лицевые, на неокрашенные и окрашенные (цветные), на пустотелые и полнотелые, подразделяются по прочности, плотности и по морозостойкости.

Силикатный кирпич и камни применяют наряду с керамическим кирпичом для кладки каменных и армированно-каменных наружных и внутренних конструкций в наземной части зданий с нормальным и влажным режимами эксплуатации, для изготовления стеновых панелей и блоков в соответствии со строительными нормами и правилами.

Не разрешается применять силикатный кирпич для кладки фундаментов и цоколей зданий ниже гидроизоляционного слоя, подвергающихся воздействию грунтовых и сточных вод. Не допускается использовать силикатный кирпич для стен зданий с мокрым режимом эксплуатации (бань, прачечных, пропарочного отделения) без специальных мер защиты стен от увлажнения. В этих конструкциях можно применять силикатный кирпич только повышенной морозостойкости – от F50. Силикатный кирпич не используют для кладки печей и труб, так как он не выдерживает длительного воздействия высокой температуры.

Прочностные показатели, точность геометрических размеров, четкость граней, повышенная морозостойкость позволяют применять силикатный кирпич и камни в качестве лицевых материалов для фасадов зданий.

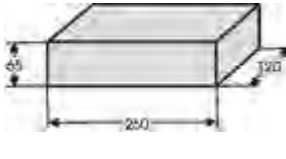
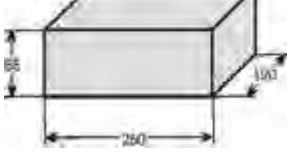

## 2. Производство силикатного кирпича в России в 2003-2014 гг.

### 2.1. Технология производства и оборудование для производства силикатного кирпича

#### 2.1.1. Свойства силикатного кирпича

Силикатный кирпич и силикатные камни – эффективный вид строительных материалов для стен. Они имеют такие же размеры, как керамические кирпич и камни, но выпускаются в меньшем ассортименте. Основные характеристики силикатного кирпича представлены в табл. 5.

**Таблица 5. Основные характеристики силикатного кирпича**

Показатель	Кирпич силикатный		
	одинарный полнотелый	полуполнотелый	рельефный одинарный
Размер, мм	250×120×65	250×120×88	250×90×65
Внешний вид			
Марка, кгс/см <sup>2</sup>	200-250		
Морозостойкость	до F50		
Водопоглощение, %	6-8		
Вес, кг	3,5	4,9	3,0
Удельная эффект. активность радионуклидов, Бк/кг	25,9		

Источник: «Инфолайн» на основе научно-технической литературы

Кирпичи силикатные выпускаются как *рядовые*, так и *лицевые* (с улучшенными двумя поверхностями – ложковой и тычковой, окрашенными и неокрашенными).

Допустимые предельные отклонения от номинальных размеров значительно меньше, чем у керамического кирпича (что объясняется технологией изготовления), и составляют:

- по длине, ширине и высоте – не более  $\pm 2$  мм;
- по не параллельности граней – не более 2 мм.

У *рядовых* изделий не допускаются дефекты внешнего вида, размеры и количество которых превышают указанные ниже значения:

- отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм – не более 3 шт.;
- отбитости и притупленности ребер глубиной от 5 до 10 мм – не более 3 шт.;
- шероховатости и срыв граней глубиной не более 5 мм;

– трещины на всю толщину изделия протяженностью по постели до 40 мм – не более 1 шт.

У *лицевых* изделий дефекты на лицевых поверхностях не допускаются.

В рядовых изделиях не допускается наличие в изломе или на поверхности глины, песка, извести или других посторонних включений размером более 5 мм в количестве более 3. Для *лицевых* изделий наличие указанных включений на поверхности не допускается, а в изломе их количество не должно быть более трех.

Методика оценки вида и количества дефектов идентична методике для керамического кирпича.

Одинарный и утолщенный кирпич изготавливают *полнотелым* и *пустотелым*, камни – только *пустотелыми*. Отверстия в изделиях несквозные и располагаются перпендикулярно постели. Масса одинарного кирпича – 3,5-3,7 кг, масса утолщенного кирпича должна быть не более 4,3 кг.

Полнотелый кирпич, в зависимости от средней плотности, подразделяют на:

- *плотный* – со средней плотностью более 1500 кг/м<sup>3</sup>;
- *пористый* – со средней плотностью до 1500 кг/м<sup>3</sup>.

**Марки по прочности** у силикатных камней и кирпича такие же, как у керамических: 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 и 300. Методика испытаний силикатных изделий при определении марки по прочности идентична методике испытаний керамических изделий по ГОСТ 8462-85. Испытанию подвергаются: у кирпича 5 образцов на сжатие в виде двух половинок или двух целых кирпичей и 5 образцов на изгиб; у камней – 5 образцов только на сжатие.

Благодаря тому, что силикатные камни и кирпич получают прессованием в металлических формах поштучно, они имеют гладкую поверхность. Поэтому образцы силикатных изделий испытывают без специальной подготовки (выравнивания цементным раствором, прокладок, шлифования).

**Водопоглощение по массе** силикатного кирпича и камней должно быть не менее 6%.

Водопоглощение определяют по методике, принятой для керамического кирпича. Отличие состоит лишь в том, что насыщение водой силикатных материалов проводят без предварительного высушивания образцов, т.е. образцы помещают в воду в естественном состоянии. Массу в сухом состоянии определяют на образцах, прошедших водопоглощение и высушенных после этого до постоянной массы.

**Марки по морозостойкости.** По морозостойкости кирпичи и камни силикатные могут иметь марки: F15, F25, F35, F50, F75, F100. Морозостойкость *лицевых* изделий должна быть не ниже F25. За марку морозостойкости принимают то наибольшее число циклов замораживания и оттаивания, после которого в изделиях отсутствуют признаки видимых повреждений (шелушение, выкрашивание и др.), а снижение прочности при сжатии не превышает 25% для

рядовых изделий и 20% для лицевых изделий. Методика испытаний силикатных изделий на морозостойкость идентична испытаниям керамического кирпича (ГОСТ 8462-85).

**Маркировка силикатных кирпичей и камней:**

- кирпич СОР-100/25 ГОСТ 379-95 (кирпич силикатный одинарный рядовой, марка по прочности 100, марка по морозостойкости – F25),
- кирпич СУЛ-150/35 ГОСТ 379-95 (кирпич силикатный утолщенный лицевой, марка по прочности 150, марка по морозостойкости – F35),
- камень СР-125/50 ГОСТ 379-95 (кирпич силикатный рядовой, марка по прочности 125, марка по морозостойкости – F50).

## **2.1.2. Технология производства силикатного кирпича**

Силикатный кирпич производится из смеси песка, извести и некоторых дополнительных добавок. Весь процесс производства включает шесть основных операций: добычу песка и известняка; обжиг извести; размол извести-кипелки в шаровой мельнице; приготовление известково-песчаной смеси по барабанному или силосному методу; прессование кирпичей; запаривание кирпича-сырца в автоклаве, где под действием насыщенного пара температурой 170-200° и давлением 8 атм. образуется прочное силикатное соединение. Для придания кирпичу цвета отличного от белого добавляют специальные добавки-красители, получая при этом кирпич различных цветов. Также используют добавки-модификаторы усиливающие морозостойкость и прочность кирпича.

### **Подготовка силикатной массы**

#### Дозировка компонентов

Для получения сырьевой смеси (силикатной массы) требуемого качества необходимо правильно дозировать их. Дозу извести в силикатной массе определяют не по количеству извести в ней, а по содержанию той ее активной части, которая будет участвовать в реакции твердения, т. е. окиси кальция. Поэтому норму извести устанавливают, в первую очередь, в зависимости от ее активности.

На каждом заводе обычно ее устанавливают опытным путем. Среднее содержание активной извести в силикатной массе равно 6-8%. При употреблении свежееобожженной извести без посторонних примесей и недожога количество ее может быть уменьшено; если же в извести содержится большое количество недожженного камня и посторонних примесей, а также если известь долго хранилась на воздухе, норма ее в смеси должна быть увеличена. Как недостаточное, так и излишнее количество извести в силикатной массе влечет за собой нежелательные последствия: недостаточное содержание извести снижает прочность кирпича, повышенное содержание удорожает себестоимость, но в то же время не оказывает положительного влияния на качество. Активность извести, поступающей в производство, часто изменяется; поэтому для получения массы с заданной активностью требуется часто изменять в ней количество извести.

#### Приготовление силикатной массы

Известково-песчаную смесь готовят двумя способами: барабанным и силосным.

Силосный способ приготовления массы имеет значительные экономические преимущества перед барабанным, так как при силосовании массы на гашение извести не расходуется пар. Кроме того, технология силосного способа производства значительно проще технологии барабанного способа. Подготовленные известь и песок непрерывно подаются питателями в заданном соотношении в одновальную мешалку непрерывного действия и

увлажняются. Перемешанная и увлажненная масса поступает в силосы, где выдерживается от 4 до 10 час, в течение которых известь гасится.

Силос представляет собой цилиндрический сосуд из листовой стали или железобетона; высота силоса 8-10 м, диаметр 3,5-4 м. В нижней части силос имеет конусообразную форму. Силос разгружается при помощи тарельчатого питателя на ленточный транспортер, при этом происходит большое выделение пыли. При вылеживании в силосах масса часто образует своды; причина этого – относительно высокая степень влажности массы, а также уплотнение и частичное твердение ее при вылеживании. Наиболее часто своды образуются в нижних слоях массы, у основания силоса. Для лучшей разгрузки силоса необходимо сохранять возможно меньшую влажность массы.

Работа силоса протекает следующим образом. Внутри силос разделен перегородками на три секции. Масса засыпается в одну из секций в течение 2,5 час, столько же требуется и для разгрузки секции. К моменту заполнения силоса нижний слой успевает вылежаться в течение того же времени, т.е. около 2,5 час. Затем секция выстается 2,5 часа, и после этого ее разгружают. Таким образом, нижний слой гасится около 5 час. Так как разгрузка силосов происходит только снизу, а промежуток между разгрузками составляет 2,5 часа, то и все последующие слои также выдерживаются в течение 5 час в непрерывно действующих силосах.

Для облегчения разгрузки периодически включают вибратор, укрепленный на стенке силоса, этим уменьшают прилипание массы к стенкам. При более серьезных зависаниях массы в силосах ее шуруют ломками через разгрузочные окна.

### **Прессование сырца**

На качество кирпича и на его прочность наиболее существенно влияет давление, которому подвергается силикатная масса во время прессования. В результате прессования происходит уплотнение силикатной массы. Тщательно уплотнить сырец – значит довести до минимума свободное пространство между частицами песка, сблизив их настолько, чтобы они разделялись друг от друга только тончайшим слоем вяжущего вещества. Такое сближение зерен песка при дальнейшей водо-тепловой обработке кирпича-сырца в автоклаве обеспечивает получение плотного и прочного конгломерата.

В момент прессования силикатной массы возникают силы сопротивления сжатию со стороны зерен песка, препятствующие максимальному сближению зерен. Сила трения массы о стенки формы и зерен друг о друга преодолевается путем применения давления. Поэтому давление должно распределяться равномерно по всей площади прессуемого изделия. Прессование необходимо вести только до известного предела, так как при увеличении давления выше предельного в массе появляются упругие деформации, которые исчезают после снятия давления и ведут к разрушению сырца. Поэтому нельзя повышать давление до появления деформаций.

Существенное значение имеет скорость, с которой производится давление. Так, например, ударное быстрое приложение усилия вызывает не

уплотнение, а разрушение структуры изделия. Поэтому для преодоления внутренних сил трения давление должно прикладываться плавно с постепенным увеличением. Рабочее давление в прессах применяется равным 150-200 кг/см<sup>2</sup>.

На нормальную работу пресса, а, следовательно, на получение кирпича хорошего качества большое влияние оказывает *содержание влаги* в силикатной массе. В оптимальных условиях прессования кирпича влажность массы должна составлять 6-7% от веса сухого вещества и постоянно контролироваться.

Увеличение влажности выше оптимальной не дает возможности спрессовать сырец, снять его со стола пресса и уложить на вагонетку; уменьшение влажности приводит к тому, что спрессованный сырец трудно снять со стола пресса: он разламывается под действием собственного веса. Кроме того, недостаточное содержание влаги в сырце лишает известь необходимой пластичности, обеспечивающей связь между отдельными зёрнами песка.

Процесс прессования кирпича складывается из следующих основных операций: наполнения прессовых коробок массой, прессования сырца, выталкивания сырца на поверхность стола, снятия сырца со стола, укладки сырца на запарочные вагонетки.

Силикатная масса, приготовленная в силосах, передается при помощи транспортной ленты в бункер над пресс-мешалкой пресса. Подача массы в пресс-мешалку должна так регулироваться, чтобы она занимала примерно 3/4 объема пресс-мешалки. Если поступающая масса имеет более низкую влажность, чем требуется, доувлажнение ее производится в пресс-мешалке, вокруг стенок которой укладывается водопроводная труба с мелкими отверстиями по ее длине, направленными вниз.

Сила струи поступающей по трубке воды регулируется прессовщиком при помощи вентиля. Увлажненная масса ножами пресс-мешалки при вращении их подается в прессовые коробки через отверстия в дне пресс-мешалки. При повороте стола пресса коробки, наполненные массой, перемещаются на определенный угол и занимают положение между прессующим поршнем и верхней стороной плитки контрштампа. Под давлением поршень постепенно поднимается и производится прессование сырца.

В момент прессования стол пресса останавливается, а ножи пресс-мешалки вращаются и заполняют массой следующую пару прессовых коробок. После прессования стол пресса поворачивается так, чтобы штампы пресса вместе с сырцом подошли к выталкивающему поршню. Сырец выталкивается поршнем в вертикальном направлении; верхняя пластина штампа при выталкивании выходит из прессовых коробок на 3-5 мм выше уровня стола. Затем выталкивающий поршень опускается вниз в первоначальное положение. После снятия пары кирпичей двумя съёмщиками-прессовщиками стол поворачивается и штампы подводятся под механическую щетку для очистки.

Верхние пластины очищаются от налипшей массы, штампы опускаются на величину наполнения прессовых коробок и цикл начинается снова.



Силикатный кирпич по размерам должен отвечать требованиям ГОСТ 379-53; в случае отклонения от установленных размеров сырец считается браком.

Плотность прессования сырца достигается исключительно изменением величины наполнения прессовых коробок: чем больше высота наполнения, тем выше плотность сырца и, наоборот, чем меньше высота наполнения коробок, тем ниже плотность сырца. Во время прессования необходимо следить за тем, чтобы сырец получался одинаковой плотности; для этого нужно поддерживать высоту наполнения прессовых коробок одинаковой. Ножи пресс-мешалки должны быть закреплены от дна и стенок на одинаковом расстоянии.

После прессования полученные кирпичи автоматом-укладчиком укладываются на вагонетки, которые транспортируются в автоклавы, где производится тепло-влажная обработка кирпича.

### **Процесс автоклавной обработки**

Для придания необходимой прочности силикатному кирпичу его обрабатывают насыщенным паром; при этом температурное воздействие сочетается с обязательным наличием в кирпиче-сырце водной среды, которая благоприятствует протеканию реакции образования цементирующих веществ с максимальной интенсивностью. Насыщенный пар используется с температурой 175 °С при соответствующем такой температуре давлении в 8 атм.

Автоклав представляет собой трубу длиной 19 м и диаметром 2 м, вместимостью 12 вагонеток ( $V=5965 \text{ м}^3$ ). Режим работы автоклава: 1,5 час – подъем пара, 5-6 час – выдержка, 1-1,5 час – спуск пара.

В процессе автоклавной обработки, т. е. запаривания кирпича-сырца, различают три стадии.

Первая стадия начинается с момента впуска пара в автоклав и заканчивается при наступлении равенства температур теплоносителя (пара) и обрабатываемых изделий.

Вторая стадия характеризуется постоянством температуры и давления в автоклаве. В это время получают максимальное развитие все те физико-химические процессы, которые способствуют образованию гидросиликата кальция, а, следовательно, и твердению обрабатываемых изделий.

Третья стадия начинается с момента прекращения доступа пара в автоклав и включает время остывания изделий в автоклаве до момента выгрузки из него готового кирпича.

В первой стадии запаривания насыщенный пар с температурой 175 °С под давлением 8 атм. впускают в автоклав с сырцом. При этом пар начинает охлаждаться и конденсироваться на кирпиче-сырце и стенках автоклава. После подъема давления пар начинает проникать в мельчайшие поры кирпича и превращается в воду. Следовательно, к воде, введенной при изготовлении силикатной массы, присоединяется вода от конденсации пара. Образовавшийся в порах конденсат растворяет присутствующий в сырце гидрат окиси кальция и другие растворимые вещества, входящие в сырец. Известно, что упругость пара растворов ниже упругости пара чистых растворителей. Поэтому притекающий

в автоклав водяной пар будет конденсироваться над растворами извести, стремясь понизить их концентрацию; это дополнительно увлажняет сырец в процессе запаривания. И третьей причиной конденсации пара в порах сырца являются капиллярные свойства материала.

Роль пара при запаривании сводится только к сохранению воды в сырце в условиях высоких температур. При отсутствии пара происходило бы немедленное испарение воды, а, следовательно, высыхание материала и полное прекращение реакции образования цементирующего вещества – гидросиликата.

С того момента, как в автоклаве будет достигнута наивысшая температура, т. е. 170-200 °С, наступает вторая стадия запаривания. В это время максимальное развитие получают химические и физические реакции, которые ведут к образованию монолита. К этому моменту поры сырца заполнены водным раствором гидрата окиси кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , непосредственно соприкасающимся с кремнеземом  $\text{SiO}_2$  песка.

Наличие водной среды и высокой температуры вызывает на поверхности песчинок некоторое растворение кремнезема, образовавшийся раствор вступает в химическую реакцию с образовавшимся в течение первой стадии запаривания водным раствором гидрата окиси кальция, и в результате получают новые вещества – гидросиликаты кальция.

Сначала гидросиликаты находятся в коллоидальном (желеобразном) состоянии, но постепенно выкристаллизовываются и, превращаясь в твердые кристаллы, срачивают песчинки между собой. Кроме того, из насыщенного водного раствора гидрат окиси кальция также выпадает в виде кристаллов и своим процессом кристаллизации участвует в срачивании песчинок.

Таким образом, во второй стадии запаривания образование гидросиликатов кальция и перекристаллизация их и гидрата окиси кальция вызывают постепенное твердение кирпича-сырца.

Третья стадия запаривания протекает с момента прекращения доступа пара в автоклав, т. е. начинается падение температуры в автоклаве, быстрое или медленное, в зависимости от изоляции стенок автоклава и наличия перепуска пара. Происходит снижение температуры изделия и обеднение его водой, т. е. вода испаряется и повышается концентрация раствора, находящегося в порах. С повышением концентрации гидрата окиси кальция и снижением температуры цементирующего вещества силикаты кальция становятся более основными, и это продолжается до тех пор, пока кирпич не будет выгружен из автоклава. В результате усиливается твердение гидросиликатов кальция и, следовательно, повышается прочность силикатного кирпича. Одновременно пленки цементирующего вещества сильнее обогащаются выпадающим из раствора гидратом окиси кальция.

Механическая прочность силикатного кирпича, выгруженного из автоклава, ниже той, которую он приобретает при последующем выдерживании его на воздухе. Это объясняется происходящей карбонизацией гидрата окиси кальция за счет углекислоты воздуха по формуле:



Таким образом, полный технологический цикл запаривания кирпича в автоклаве состоит из операций очистки и загрузки автоклава, закрывания и закрепления крышек, перепуска пара, впуска острого пара, выдержки под давлением, второго перепуска, выпуска пара в атмосферу, открывания крышек и выгрузки автоклава. Совокупность всех перечисленных операций составляет цикл работы автоклава, который равен 10-13 час.

Запаривание кирпича в автоклавах требует строгого соблюдения температурного режима: равномерного нагревания, выдержки под давлением и такого же равномерного охлаждения. Нарушение температурного режима приводит к браку.

Для контроля за режимом запаривания на автоклавах установлены манометры и самопишущие дифманометры, снабженные часовым механизмом, записывающим на барограмме полный цикл запаривания кирпича.

Из автоклава силикатный кирпич поступает на склад.

### **2.1.3. Основные производители оборудования для производства силикатного кирпича**

Среди предприятий, выпускающих оборудование для производства силикатного кирпича можно выделить ЗАО «Харьковский машиностроительный завод «Красный Октябрь» (Украина), которое выпускает оборудование для производства керамического и силикатного кирпича, черепицы, керамзита.

Завод был основан в конце XIX века и уже более 100 лет производит оборудование для кирпичных заводов. С 40-х годов прошлого века на заводе выпускалось комплексное технологическое оборудование по производству керамического и силикатного кирпича мощностью 15-75 млн шт. в год.

«Красный Октябрь» является одним из основных производителей оборудования для кирпичных заводов в СНГ.

Основным направлением в номенклатуре предприятия был выпуск прессов различных модификаций для разных видов керамического и силикатного производств.

В настоящее время выпускается большой перечень прессового оборудования и ведется разработка новых видов прессов. Также «Красный Октябрь» выпускает револьверные прессы для производства силикатного кирпича. Оборудование для производства силикатного кирпича, которое выпускается на заводе, представлено ниже.

#### **Смесители двухвальные**

Предназначены для равномерного перемешивания и увлажнения керамических смесей, предварительно измельченных и очищенных от каменистых включений. Применяются на заводах, изготавливающих кирпич, черепицу и другие изделия строительной керамики.

#### **Смеситель двухвальный ИАПД И54**

Предназначен для перемешивания огнеупорных, керамических и силикатных смесей, предварительно измельченных и очищенных от каменистых включений.

Применяется на предприятиях, изготавливающих огнеупоры или строительную керамику, а также силикатный кирпич.

*Характеристики:*

- Производительность – 32 т/ч (18 м<sup>3</sup>)
- Частота вращения валов – 24-10 мин-1
- Диаметр окружности, описываемый лопастями – 520 мм
- Установленная мощность – 30 кВт
- Масса (общая) – 5,4 т
- Габаритные размеры – 5200×2875×1090 мм

#### **Пресс для производства силикатного кирпича СМС 294**

*Технические характеристики:*