

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра технологии строительных материалов,  
изделий и конструкций



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению курсового проектирования по дисциплине  
«ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТНЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ»  
для студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство»,  
профиля «Производство и применение строительных материалов,  
изделий и конструкций», квалификации (степени) выпускника – «бакалавр»

Казань  
2014

УДК 666.965.2

ББК 35.41

К89

К89 Методические указания к выполнению курсового проектирования по дисциплине «Технология силикатных стеновых материалов» для студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство», профиля «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций», квалификации (степени) выпускника – «бакалавр» / Сост. Г.В. Кузнецова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2014. – 34 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с учебным планом и программой курса «Технология силикатных стеновых материалов». В методических указаниях приведены типовые технологические схемы производства силикатного кирпича с указанием основного технологического оборудования. Даны расчеты состава силикатной смеси, методика расчета основного и вспомогательного оборудования. Методические указания предназначены для студентов, выполняющих курсовой проект по производству силикатных стеновых изделий и при проведении практических занятий по дисциплине.

Табл. 31, ил. 1, библиогр. 4 наименов.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
строительных материалов, начальник НИС

**М.И. Халиуллин**

УДК 666.965.2

ББК 35.41

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2014

© Кузнецова Г.В., 2014

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| 1. Номенклатура силикатных стеновых изделий.....   | 5  |
| 2. Сырьевые материалы для производства<br>прессованных силикатных изделий.....                           | 6  |
| 3. Технологии производства силикатного кирпича.....  | 8  |
| 4. Технологические расчеты.....  | 16 |
| 5. Расчет складского хозяйства.....  | 25 |
| 6. Общие указания по технологической компоновке<br>оборудования.....                                     | 26 |
| 7. Контроль качества сырья, готовой продукции<br>и операционный контроль технологических процессов ..... | 27 |
| 8. Мероприятия по охране труда и окружающей среды .....  | 27 |
| 9. Заключение.....   | 27 |
| 10. Приложение.....  | 27 |
| 11. Список использованной литературы.....  | 34 |

## ВВЕДЕНИЕ

Содержанием курсового проекта является разработка технологии производства силикатных изделий и конструкций автоклавного твердения с подбором оборудования и составлением технологической схемы и плана цеха. При выполнении курсового проекта студент должен широко использовать специальную техническую литературу, данные о производственном опыте передовых предприятий, а также новейшие достижения науки и техники, обеспечивающие высокие технико-экономические показатели проектируемой технологической линии. Результатами курсового и дипломного проекта, предъявляемого к защите, являются пояснительная записка с описанием и обоснованием принятых технологических решений и необходимыми расчетами, а также графическая часть.

Силикатный кирпич в широких масштабах используется для возведения стен и для облицовки фасадов зданий. Силикатный кирпич – относительно недавно появившийся материал, ему всего чуть более 100 лет, но за это время технология производства и его качество претерпели значительные изменения.

В условиях рынка заводам силикатного кирпича работать только на выпуск силикатного белого кирпича сложно, необходимо расширять номенклатуру изделий. С изменением строительных норм и правил выросла потребность в пористых изделиях с низкой теплопроводностью и высокой прочностью. В производстве силикатных автоклавных материалов этого можно достичь, увеличивая производство пустотелых изделий, масса которых меньше на 25–30%, коэффициент теплопроводности – на 17–33% в сравнении с полнотелыми изделиями. Это достигается и правильным выбором сырьевых компонентов, и технологической схемы производства с использованием современного оборудования.

Сегодня уже немислим завод силикатного кирпича без выпуска лицевого декоративного кирпича, включающего в себя цветной, колотый, околотый, фасонный кирпич. Лицевой декоративный кирпич украшает дома, заборы, и целые районы придавая их внешнему виду своеобразие.

В Германии и Нидерландах около 30–35% , а в Голландии 70% всех кирпичных зданий строится из силикатного кирпича.

В Германии, Англии, Голландии, Швеции, Швейцарии, Дании силикатный кирпич производят в огромных количествах. Значительная часть всей продукции представляет собой пустотелые и перфорированные блоки (с отверстиями), которые используются для несущих внешних конструкций и кладки перегородок.

Силикатные крупноразмерные прессованные изделия (пустотные и полнотелые стеновые блоки, межкомнатные межквартирные перегородочные блоки и др.) только начинают входить в практику российского строительства. Их внедрение зависит прежде всего от уровня техники и технологии заводов силикатного кирпича. Опыт силикатчиков из Голландии и Германии прочно входит в практику и номенклатуру заводов силикатного кирпича.

Выпуск прессованных крупноразмерных изделий – это новые этапы силикатного производства. На отечественных заводах уже освоен выпуск блоков наружных размером 248×249×240, 500×250×250 и внутренних 500×250×120 и 70. Зарубежный опыт предлагает выпуск прессованных изделий 1000×500, 1000×600 и 1200×600 толщиной 100–400 с последующей резкой на фасонные изделия. Возросла потребность в заводах, перерабатывающих побочные продукты производства угольной и металлургической промышленности. Технология силикатного кирпича является одной из технологий, позволяющей переработать до 70–90% таких побочных продуктов.

## 1. Номенклатура силикатных стеновых изделий

Силикатный кирпич в России изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные». Технические условия.

Кирпич и камни силикатные изготавливают в форме прямоугольного параллелепипеда. Одинарный и утолщенный кирпич изготавливают полнотелым и пустотелым, камни только пустотелыми.

Таблица 1.1

Номенклатура силикатных прессованных изделий в РФ

| № п/п | Наименование   | Размеры  |                          | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Пустотность, % | K <sub>т</sub> |
|-------|--|--|--------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
| 1     | Кирпич одинарный полнотелый<br><i>Кирпич СОР-150/15, ГОСТ 379-95</i>                               | 250x120x65   | 1NF                      | 1890-1950                    | -              | 0,7            |
| 2     | Кирпич утолщенный полнотелый<br><i>Кирпич СУР-175/25 ГОСТ 379-95</i>                               | 250x120x88   | 1.4NF                    | 1890-1950                    | -              | 0,7            |
| 3     | Кирпич утолщенный пустотелый<br>3-х пустотный<br>11-и пустотный<br>14-и пустотный                  | 250x120x88   | 1.4NF                    | 1300                         | 25,8           | 0,6            |
| 4     | Камень<br>3-х пустотный<br>11-и пустотный<br>14-и пустотный<br><i>Камень СР-125/15 ГОСТ 379-95</i> | 250x120x138<br>250x120x138<br>250x120x138<br>250x120x138 | 2NF<br>2NF<br>2NF<br>2NF | 1450<br>1300                 | 21<br>28       | 0,6<br>0,58    |
| 5     | Блок стеновой пустотелый   | 248x248x188  | 6NF                      |                              |                |                |
| 6.    | Блок стеновой пустотелый   | 248x248x249  | 8NF                      |                              |                |                |
| 7     | Блок крупноформатный   | 498x248x188<br>498x248x249                               | 12NF<br>16NF             |                              |                |                |
| 8     | Блок стеновой полнотелый<br>перегородочный межкомнатный  | 248x248x70<br>498x248x70                                 | 2.2NF<br>4.5NF           |                              |                |                |
| 9     | Блок стеновой пустотелый<br>межквартирный  | 248x248x115<br>498x248x115                               | 3.6NF<br>7.3NF           |                              |                |                |

Современная прессовая техника позволяет производить силикатный кирпич любых форматов и вариантов исполнения.

В Германии были разработаны многочисленные типоразмеры кирпича, как полнотелого, так и пустотелого различных классов прочности, что

позволяет использовать этот материал как для несущей и ненесущей кирпичной кладки наружных, внутренних стен и фасадов, возводимых от подвала до крыши, а также для ремонта старых зданий и внутренней отделки помещений. Известны также специальные формы кирпича, позволяющие оформить открытые помещения при планировании производственных и хозяйственных построек. В Германии зарегистрировано 42 типа силикатных изделий. Доля силикатных блоков среди прочих типоразмеров силикатных изделий составляет около 18–20%. Доля малоформатного кирпича составляет 5–7%.

Для определения вида изделия и размеров необходимо пользоваться прайс-листом с производства изделий или Интернетом. Необходимо привести основные показатели ГОСТа или ТУ на выпускаемые изделия. В разделе должны быть: рисунок, эскиз или картинка изделия, описаны основные свойства изделия

Таблица 1.2

Характеристика изделия

| Наименование продукции | Размеры, в мм |
|------------------------|---------------|
|                        |               |

## 2. Сырьевые материалы для производства прессованных силикатных изделий

Сырье для производства силикатных материалов условно разделено на химически активное и механически активное сырье.

**2.1. Химически активное сырье** определяет свойства цементирующей пленки. Размер зёрен менее 0,1 мм.

Главный представитель ХАС - Окиси и гидроокиси (извести).

**Известь** является вторым компонентом силикатной смеси и самым дорогим. По ГОСТ 9179-77 строительная кальциевая известь по содержанию активных СаО и MgO делится на три сорта:

1-й сорт – с содержанием (СаО и MgO), акт более 90 %;

2-й сорт – с содержанием (СаО и MgO), акт 80–90 %;

3-й сорт – с содержанием (СаО и MgO), акт 70–80 %.

По фракционному составу известь подразделяют на комовую и порошкообразную. В производстве кирпича используют известь не выше 3 сорта.

Строительная негашеная известь по времени гашения подразделяется на быстрогасящуюся – не более 8 мин, среднегасящуюся – не более 25 мин и медленногасящуюся – более 25 мин. Пережог в извести не допускается.

**2.2. Механически активное сырье** определяет физико-механические свойства. Размер зерен более 0,1 мм.

Главный представитель МАС- Пески естественные и искусственные ГОСТ 8735-93.

По содержанию SiO<sub>2</sub> песок для применения в автоклавных материалах разделяется на:

- очень хороший –  $\geq 95\%$ ;
- хороший –  $\geq 70-95\%$ ;
- пригодный –  $\geq 30\%$ .

Для производства камней с малой объемной массой используется пористый материал (пемза, перлит, керамзит и т.п.).

Заводы должны располагаться вблизи от добычи или намывки песка.

В горных районах сырьем являются прочные горные породы.

Многие побочные продукты промышленности можно и следует использовать в первую очередь.

Таблица 2.1

Перечень материалов, применяемых при производстве силикатных изделий, рекомендованный ГОСТ 379-95

| № п/п | Наименование материала                                 | Нормативный документ                    |
|-------|--|---|
| 1     | Песок для строительных работ                           | ГОСТ 8736-93                            |
| 2     | Известь строительная                                   | ГОСТ 9197-77                            |
| 3     | Золы уноса тепловых электростанций                     | ГОСТ 25818-91                           |
| 4     | Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов | ГОСТ 25592-91                           |
| 5     | Песок шлаковый   | ГОСТ 26644-85                           |
| 6     | Щелочеустойчивые пигменты                              | ГОСТ 2912-79;                           |
| 7     | Известь содержащие вяжущие                             | По действующей технической документации |

**Известь** для производства силикатных прессованных изделий применяется в виде молотой негашеной, представляющей известково-кремнеземистое вяжущее (продукт совместного помола песка и негашеной извести состава  $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1:1$ ) или извести пушонки (гидратная известь), отходов производства ацетилен и т.д.

**Добавки в силикатную смесь:**

- укрупняющие – крупные пески и отсеvy плотных пород (известняки, кварциты и граниты, кварциты и кварцитопесчаники, отходы ГОКов и др.);
- уплотняющие – мелкодисперсные компоненты (глина, зола, хвосты обращения руд);
- ластифицирующие – глины, суглинки, пластификаторы;
- красящие – пигменты и красители, цветные отходы промышленности;
- добавки – электролиты и кристаллические затравки, ускоряющие процесс твердения кирпича в автоклаве (химические добавки – электролиты, бой силикатного кирпича);
- пористые – мелкий отсев керамзита и др.

### **3. Технологии производства силикатного кирпича**

Технологии производства силикатного кирпича в зависимости от вида используемого известкового сырья, для приготовления формовочной смеси получили название: *прямая; традиционная; гидратная*.

*Прямая* технология нашла широкое применение в западных странах, это Германия, Нидерланды и т.д. Здесь используется молотая негашеная известь и смесь песков разной крупности. В Китае прямая технология применяется в производстве золосиликатного кирпича.

В России на большинстве заводов применяется *традиционная* технология с использованием известково-кремнеземистого вяжущего и песка одного вида.

*Гидратную* технологию используют производства, работающие на собственных отходах или на отходах соседних производств. Технологический цикл изготовления силикатного кирпича состоит из следующих операций:

- *складирование сырья;*
- *подготовка сырья;*
- *приготовление формовочной известково-песчаной смеси; осуществляемое централизованно или индивидуально;*
- *гашение известково-песчаной смеси;*
- *вторичная обработка гашеной известково-песчанной смеси;*
- *прессование кирпича;*
- *транспортировка кирпича сырца в автоклав;*
- *запарка кирпича сырца в автоклаве;*
- *транспортировка готового кирпича на склад или на участок упаковки;*
- *упаковка кирпича;*
- *отгрузка или складирование.*

#### **3.1. Приемка, хранение и подготовка песка**

В нашей стране заводы по производству силикатных стеновых материалов имеют в своем составе карьеры, производят намывку песка или покупают песок.

Подготовка песка в производство заключается в проведении ряда *последовательных операций. Это:*

- *приемка песка;*
- *загрузки песка в приёмные бункера;*
- *складирование;*
- *подсушка или оттаивание;*
- *шихтовки песка разного зернового состава;*
- *очистка песка от примесей.*

Доставка песка на завод осуществляется автомобильным, железнодорожным и комбинированным транспортом.

На предприятиях имеется крытое приемное отделение песка. Песок разгружается на решето приемного бункера, оборудованного комеразбивочной машиной. Объем бункера рассчитывается на приемку песка одной



машины (8–10м<sup>3</sup>). Песок системой транспортеров направляется в крытый обогреваемый силосный или бункерный склад оборудованный паровыми регистрами. Подсушка и оттаивание песка производится во время его хранения на складе.

Вибрационные грохота устанавливаются с двумя решетками (двухъярусные). Верхняя колосниковая решетка с размером 40x40 или 30x30 мм и нижняя 20x20 или 15x15 мм. Включения поступают в бункер отходов и периодически удаляются автотранспортом в отвал.

Очищенный песок поступает по системе транспортеров в расходные бункера помольного и смесеприготовительного отделений.

**3.2. Приемка, хранение и подготовка извести.** Заводы работают как на своей извести (когда имеют свои производства), так и на привозной. Дробленая известь поступает в крытых вагонах – типа сопер. Молотая известь негашеная поступает автотранспортом в автомашинах типа «цементовоз». Гидратная известь пушонка поступает автотранспортом.

**Хранение извести.** Для хранения извести используют крытые емкости, бункера, силосы, предохраняющие известь от увлажнения. Емкость склада известкового производства выбирается из условия продолжительности хранения продукции не более 5–6 суток.

Силос извести представляет собой цилиндрическую банку со стенками из монолитного железобетона или металлическую. Емкость банок для комовой извести до 500 м<sup>3</sup>. Например: силос емкостью 330 м<sup>3</sup> имеет диаметр 6 м и высоту 15,8 м. Силосы загружают пневмотранспортом по трубопроводу.

**Подготовка извести.** Подготовка комовой извести заключается в дроблении, характер которого зависит от крупности ее кусков. Куски извести менее 80 мм сразу подвергаются тонкому дроблению в молотковой дробилке до фракции на остатке сита 10–1%. Крупные куски более 80 мм измельчают в 2 ступени:

- грубое дробление в щековой дробилке;
- тонкое в молотковой дробилке.

При дроблении на щековых дробилках производительностью до 10 т/ч получают куски более 20 мм. Дробилки ударно-центробежного действия ОПД-50С, а также роторные молотковые дробилки СМД-114 и СМД-85 производительностью 55 м<sup>3</sup>/ч, при дроблении дают продукт менее 1мм, при максимальной влажности 6–10%. Максимальный размер загружаемого куска в молотковую дробилку – 200 мм. На технологической линии молотковые дробилки ставят после щёковых или только одну молотковую дробилку. Дробленая известь с размером кусков не более 10 мм подается пневмотранспортом в расходные бункера помольного отделения.

Требование по дисперстности порошкообразной извести в ГОСТ 9179-77 п.2.9. «Степень дисперстности порошкообразной воздушной извести» должна быть такой, чтобы при просеивании пробы извести сквозь сито с сеткой № 02 и 008 проходило соответственно не менее 98,5% и 85% массы просеиваемой пробы». Удельная поверхность вяжущего должна быть не меньше 4000–6000см<sup>2</sup>/г.

**Прямая** технология работает, как правило, на покупной молотой извести. Для помола только одной извести используются мельничные комплексы МТМ, МТW, LM и мельницы ударного действия (приложение).

Серия МТМ и МТW – усовершенствованные мельницы типа Raymond. Получение узко фракционированного тонкодисперсного порошка в диапазоне от 1,6 – до 45 мкм. С максимальной производительностью до 20 т/ч. Серия LM – вертикальная мельница немецкой разработки. Тонина помола от 170 до 45 мкм. Максимальная производительность до 50 т/ч.

Наибольшее применение в **традиционной** технологии получили шаровые мельницы. Известково – кремнеземистое вяжущее производится из собственной или привозной извести. При смешении песка карьерной влажности 5–7%, 50% влаги содержащейся в песке расходуется на гидратацию извести, а остальная вода испаряется за счет выделяемого при этом тепла. Выделяющийся пар (особенно зимой) конденсируется в рукавах фильтрах и выводит их из строя. Во избежание этого материалы смешивают до загрузки в мельницы.

Шаровая мельница позволяет молоть составы из нескольких компонентов. В России заводы снабжены мельницами типа СМ1456 их большинство, и мельницами типа СММ-205 размером 2×10,5, а также и польскими мельницами 2×10 м. Производительность мельниц СМ 1456 (1,4×5,6) – 7 т/час, СМ-205 (2×10,5) – 15 т/час. Мелющие тела – шары и цельбепс. Диаметр шаров зависит от размера загружаемого куска. Производительность мельниц устанавливается по качеству размалываемого продукта. Совместной помол извести и песка производят в соотношении 1:1. Удельная поверхность измельченного песка в вяжущем должна быть не более 1500 см<sup>2</sup>/г по прибору ПСХ при удельной поверхности вяжущего 4000–4500 см<sup>2</sup>/г.

Мелющие тела загружают из расчета 0,8–1 т на 1 т размалываемого материала через 100–150 часов работы и полностью через – 1000 часов работы.

Технологическая схема подготовки вяжущего в зависимости от количества операций разделяется на схему подготовки индивидуальной и централизованной.

**Индивидуальная** схема предполагает наличие дозаторов у каждой мельницы на каждый вид продукта. Применяется при установке от 1 до 2 мельниц.

**Централизованная** схема предполагает:

- дозирование каждого компонента;
- предварительное смешение компонентов;
- загрузка расходного бункера мельницы;
- частичное гашение извести;
- дозирование через один дозатор в мельницу.

Централизованная схема применяется при установке более 2 мельниц. Подача сырьевых материалов в шаровую мельницу при помоле осуществляется непрерывно, автоматическими дозаторами.

Применяются дозаторы ленточные, сегментные типа СБ-71, СБ-110, весы-дозаторы, дозатор-транспортёр. Технические данные дозаторов цемента СБ-90, СБ-110 и СБ-71, которые могут использоваться для дозирования песка и извести в производстве силикатного кирпича приведены в приложении.

Продукт помола (вяжущее) шнековым питателем и системой пневмотранспорта подается в емкость для усреднения качества (гомогенизатор), откуда – в расходный бункер вяжущего. При использовании пневмотранспорта на бункерах устанавливают аспирационное устройство для очистки выбрасываемого воздуха.

**Добавки.** Они в зависимости от их назначения могут подаваться в смесь на разных переделах производства. Прием и подготовка крупных и мелкодисперсных добавок аналогичны песку.

Пористый наполнитель можно вводить в силикатную смесь после ее гашения на последней стадии перемешивания – в смеситель вторичного перемешивания и доувлажнения.

Бой силикатного кирпича получают путем дробления в щековой дробилке брака кирпича. Дробилка периодически работает на дроблении извести и боя. Бой силикатного кирпича используется как кристаллическая затравка или центры кристаллизации, ускоряющие синтез гидросиликатов кальция.

Бой подается с дробленой известью в количестве 10–15% на конвейер, работающий на участке загрузки расходного бункера мельницы помольного отделения.

### **3.3. Приготовление известково-песчанной формовочной смеси.**

Сырьевые материалы – известь (известковое вяжущее) и песок смешивают – для получения однородной смеси. Приготовление известково-песчанной смеси может осуществляться по централизованной или индивидуальной схеме. При этом обе схемы работают *в непрерывном режиме*. Современные заводы с гидравлическими прессами используют индивидуальную схему.

Дозирование компонентов осуществляют:

- весовыми порционными дозаторами;
- весовыми дозаторами непрерывного действия.

Основным фактором однородности является точность работы дозирующих аппаратов.

Для повышения однородности смеси применяют двухстадийное смешение компонентов:

- в первом смесителе насухо;
- во втором в присутствии воды.

В России применяют смесители СМС-246 и СМС-95. Смеситель СМС-95 имеет два вала с лопастями под углом 13–22°.

На современном рынке используются смесители типа EIRICH производства Германии. Немецкая фирма «EIRICH» сегодня на рынке предлагает смесители быстросходные и противоточные типа D и R емкостью

от 5 до 7000 л и массой перемешиваемого материала от 10 кг до 11,2 т. Характеристики представлены в приложении.

Из смесителя формовочная смесь подается системой конвейеров, а в отдельных технологиях и элеваторами на гашение в силосы реакторы. В основном гашение смеси осуществляется силосным способом, когда гашение протекает в силосах периодического и непрерывного действия.

Аппараты *периодического* действия работают по циклу:

- *загрузка* влажной смесью вяжущего и песка;
- *выдержка* смеси в течение определенного времени, необходимого для гидратации;
- *выгрузки* готовой, гашеной смеси.

В силосах – реакторах *непрерывного* действия все перечисленные операции совершаются *одновременно*. При этом основной технологический процесс – гидратация извести протекает за время прохождения смеси через реактор.

Силосы периодического действия представляют собой вертикальные сосуды в основном круглого сечения объемом 20–60 м<sup>3</sup>. В нижней части емкость сужается в виде одной или двух воронок. Для выгрузки гашеной смеси устанавливают ленточный или тарельчатый питатель. Продолжительность нахождения смеси в силосах должна обеспечивать полное гашение извести в смеси и определяется свойствами применяемого сырья, в первую очередь извести.

Гашение в реакторе:



Кристаллы CaO имеют круглую форму, а кристаллы Ca(OH)<sub>2</sub> – игольчатую. Смена формы приводит к увеличению объема.

### **3.4. Оборудование для обработки гашеной смеси**

После выхода из силосов смесь системой ленточных конвейеров подается на доувлажнение и дополнительное перемешивание в смеситель. С этой целью используют двухвальный быстроходный смеситель серии СМС – 95, стержневой смеситель или смеситель типа EIRICH.

Для обработки гашеной смеси используются:

- при чистом песке – смесители, что и при приготовлении смеси СМС-95, с производительностью 95 м<sup>3</sup>/час, имеющие длину корыта 4120 мм и двигатель мощностью 55 квт;
- для песков с включениями хорошо зарекомендовали себя стержневые смесители СК-01, СК-58 (приложение).

Выполняют задачу:

- *растирание* комков в смеси,
- *перемешивание*,
- *доувлажнение* смеси до формовочной влажности.

### **3.5. Формование кирпича**

Доувлажненная силикатная смесь ленточными конвейерами подается в расходные бункера прессов. Формование силикатных изделий проводится

методом прессования из силикатной смеси заданного состава. Спрессованный кирпич (сырец) должен иметь прочность в пределах 0,4–0,6 МПа.

Применяемые в настоящее время для формования силикатного кирпича прессы отличаются способами приложения усилий, загрузки смеси в пресс-формы и выталкивания сырца. Кирпич прессуют в положении «на ложок», «на постель», на «тычѐк».

Современные прессы – это прессы фирм MASA, LASCO, HAIYAN GROUP, Викинг. Количество одновременно формуемых изделий от 5 до 20 шт. (приложение). Значительные отличия имеются в характере и длительности действия нагрузки при формовании. В современных прессах предусматривается обязательная выдержка сырца под максимальным давлением от 0,5 с до 5 секунд. Это позволяет формировать более сухие смеси (с влажностью 4–4,5%) и что особенно важно – на мелких и очень мелких песках, что способствует улучшению смеси и улучшению других показателей формуемости смеси.

#### **Примеры укладок**

При использовании прессы CM816, CM-152 укладывают за 18–20 минут 0,9–0,93 тыс. шт. условного кирпича.

Если применяется пресс RA-550, укладывают за 15–18 минут кирпич утолщенный на ребро. Количество – 0,84–0,85 тыс. шт. условного кирпича.

Пресс WCP-600 укладывает за 8–12 минут 0,87–0,9 тыс. шт. условного кирпича.

Отформованный сырец снимается со стола прессы и укладывается на автоклавную вагонетку автоматом-укладчиком. Вагонетки закатывают в автоклав и выкатывают по рельсам.

Брак сырца и просыпь возвращается системой конвейеров на распределитель смеси над прессами.

### **3.6. Оборудования для транспортировки кирпича сырца**

#### **Электропередаточный мост для сырья ВК 140.2**

Электропередаточный мост для вагонеток с сырцом представляют собой автоматическую установку для транспортировки запарочных вагонеток от путей прессы к автоклавам.

Таблица 3.1

Технические характеристики ВК 140.2

| № п/п | Наименование                             | Един.изм | Прим.         |
|-------|--|----------|---------------|
| 1     | Габаритные размеры L×B×H                 | мм       | 4500×3700×550 |
| 2     | Расстояние между осями                   | мм       | 750           |
| 3     | Приводная мощность привода ходовой части | кВт      | 7,5           |
| 4     | Заборочная тележка                       | кВт      | 4             |
| 5     | Механизм центрирования                   | кВт      | 0,75          |

### 3.7. Автоклавная обработка

Автоклавная обработка заключается в гидротермальной обработке сырца острым насыщенным паром – это основной процесс, в течение которого образуются химические соединения – гидросиликаты кальция, связывающие зерна песка в монолит. Режим обработки выбирается в зависимости от величины избыточного давления.

Количество изделий, размещаемых в автоклаве, определяют вычерчиванием эскиза укладки изделий в поперечном разрезе в зависимости от диаметра автоклава и в продольном – в зависимости от его длины.

В производстве силикатного кирпича применяются автоклавы диаметром 2 м и 2,2 м и длиной 17,19,21 и 40 м. Обычно в автоклавах длиной 17, 19 и 21 м запаривают одинарный полнотелый и утолщенный пустотелый кирпич, иногда – многопустотные камни. В автоклавах длиной 40 м запаривают многопустотные камни и различные виды силикатного кирпича.

Для расчета автоклавного отделения предварительно необходимо выбрать размеры автоклава и режим автоклавной обработки (приложение).

Полный цикл работы автоклава составляют:

- тепловой режим его работы;
- закрытие и открытие крышек;
- загрузка кирпича-сырца;
- выгрузка готового кирпича;
- очистка автоклава.

Оптимальные циклы работы автоклавов при запаривании различных видов силикатного кирпича приведены в приложении. При использовании длинных автоклавов сырец накапливают в специальных накопительных камерах, а затем весь состав загружают в автоклав (для автоклавов длиной 40 м). В остальных случаях сырец загружают по мере его выработки прессами. Следует также обратить внимание, что масса автоклавов, работающих при рабочем давлении 1,6 МПа, на 30% выше, чем автоклава рассчитанного на давление 1,2 МПа. Требования по технике безопасности к ним также выше (время нагрева и остывания в них увеличено).

Удельный расход пара по расчету на одну тысячу штук условного кирпича составляет от 380 до 460 кг.

Для организации работы автоклавов разрабатывается монограмма их работы, основу которой составляют режимы работы каждого автоклава в течение нескольких суток. Из монограммы видна последовательность подключения автоклавов друг к другу при перепуске пара.

Процесс автоклавной обработки управляется автоматически.

Конденсат частично или полностью может быть использован после предварительной очистки от твердых включений для первичного или вторичного увлажнения силикатной смеси. По составу конденсат представляет известковый раствор, и его использование способствует снижению расхода извести в производстве, а высокая температура конденсата ускоряет процесс гашения извести с получением вы-

сокодисперсных продуктов. С использованием конденсата улучшаются формовочные свойства смеси, в частности, повышается ее пластичность.

Пар низкого давления (отбросный пар из автоклавов) используют для подогрева питательной воды в котельной, а также воды, идущей на отопление и другие нужды предприятия.

### 3.8. Оборудование для разгрузки автоклава

#### Электропередаточный мост на площадке. ВК 140.3

Электропередаточные мосты на площадке играют ключевую роль в системе логистики запарочных вагонеток силикатного завода. Они могут работать в автоматическом режиме и транспортировать до шести запарочных вагонеток одновременно.

В зависимости от структуры завода они оснащены либо тактовым толкателем, либо так называемым локомотивом.

Таблица 3.2

Технические характеристики ВК 140.3

| № п/п | Наименование                             | Един.изм | Прим.         |
|-------|--|----------|---------------|
| 1     | Габаритные размеры L×B×H                 | мм       | 9000×3800×550 |
| 2     | Расстояние между осями                   | мм       | 8200          |
| 3     | Приводная мощность привода ходовой части | кВт      | 2×7,5         |
| 4     | Заборочная тележка                       | кВт      | 3             |
| 5     | Механизм центрирования                   | кВт      | 0,75          |
| 6     | Перестановка собачек храпового механизма | кВт      | 2×0,12        |
| 7     | Барaban                                  | кВт      | 0,5           |

### 3.9. Оборудование для очистки запарочных вагонеток

#### Установка очистки вагонеток ВК 160.1

С помощью установки для очистки вагонеток поверхность вагонеток очищается от припекшихся остатков. Выпуклости при этом удаляются, а впадины выравниваются самим материалом, происходит гладкое шабрение поверхности. Осциллирующие и поступательное движение ножей обеспечивают безупречную и оптимальную очистку поверхности.

Таблица 3.3

Технические характеристики ВК 160.1

| № п/п | Наименование   | Един.изм. |      |
|-------|--|-----------|------|
| 1     | Общая приводная мощность   | кВт       | 6    |
| 2     | Стандартные габариты для простой запарочной вагонетки. Длина         | мм        | 1180 |
| 3     | Размеры для транспортировочной вагонетки для ячеистого бетона. Длина | мм        | 6000 |
| 4     | Макс. ширина   | мм        | 1800 |

### 3.10. Складирование и приемка готовой продукции

После автоклавной обработки вагонетки с кирпичом выкатывают на площадку склада готовой продукции. В современных заводах предусматриваются площади в цехе для остывания и дальнейшей упаковки кирпича. Готовый кирпич и камни после остывания, через полчаса – час подвергаются внешнему осмотру и контролю качества в соответствии с требованиями ГОСТ 379-95, а затем направляют на участок упаковки.

Отгрузка упаковок кирпича в автомашины осуществляется погрузчиком. Транспортировка кирпича осуществляется в соответствующих пакетах или контейнерах.

## 4. Технологические расчеты

### 4.1. Расчет потребности сырья

Чтобы определить потребности предприятия в сырьевых материалах, первоначально рассчитывают их удельный расход на единицу выпускаемой продукции. Расчет состава силикатной смеси производится по количеству сухих и влажных компонентов на единицу продукции: – 1 тыс. шт. условного одинарного силикатного кирпича и 1 т силикатной формовочной смеси.

Расчет теоретического состава силикатной формовочной смеси производится по формуле

$$P = \Pi + В + ИКА + Д \quad (1)$$

где  $P$  – количество формовочной смеси на 1 т или на 1 тыс. шт. силикатных прессованных изделий нормального формата (NF) или одинарного кирпича; для полнотелых изделий принимается плотность  $1950–2000 \text{ кг/м}^3$ ; для зольного кирпича  $1350–1400 \text{ кг/м}^3$ ; для пустотелых – с учетом пустотности изделий;  $В$  – количество воды;  $\Pi$  – количество песка;  $Д$  – количество добавок (количество вводимых добавок определяется процентом от массы смеси либо, в зависимости от их назначения, – от массы вяжущего или песка заполнителя, когда они вводятся как составляющий компонент вяжущего или заменяют определенную часть неизмельченного песка).

$ИКВ$  – количество известково-кремнеземистого вяжущего или известкового вяжущего.

Расчет количества известково-кремнеземистого вяжущего ( $ИКВ$ ) производится по формуле:

$$ИКВ = \frac{A_{см} \times P}{A_{икв}(A_{известк})} \quad (2)$$

Расчет количества кремнеземистого компонента производится по формуле:

$$\Pi = \frac{P}{1 + \frac{W}{100}} - ИКВ \quad (3)$$

где  $A_{см}$  – активность смеси принимаем из расчета оптимального

$$A_{см} = A_{икв}/4, \% \quad (4)$$



$A_{икв}$  – активность известково-кремнеземистого вяжущего принимаем для силикатных изделий с оптимальным составом И:К = 1:1 для извести активностью 56–68% соответственно 28–32% , % ;  $A_{и}$  – активность извести, % ;  $W$  – влажность формовочной смеси, %.

При использовании нескольких песков расчетное количество каждого песка рассчитывается из коэффициентов подбора состава песка.

Оптимальная влажность формовочной смеси составляет:

- для полнотелого кирпича 6–7%,
- для пустотелых изделий 5–6% ,
- для цветных 4–5 %.

Расчетную влажность назначаем с учетом гашения извести и частичного испарения воды.

$$W=(A_{см} +1) \text{ для активности смеси менее } 6\%; \quad (5)$$

$$W=(A_{см} +2) \text{ для активности смеси более } 6\%. \quad (6)$$

При использовании нескольких песков:

$$\Pi=k_1 \times \Pi_1 + k_2 \times \Pi_2 + k_3 \times \Pi_3 . \quad (7)$$

Расчет количества воды затворения производим по формуле:

$$B = \frac{P \times W}{100} \quad (8)$$

Расчетные формулы после приведения представлены в табл.4.1.

Таблица 4.1

Расчетные формулы оптимального состава формовочной смеси с использованием известково-кремнеземистого вяжущего на 1 тыс. шт. одинарного кирпича

| № п/п | Название материала                         | Един. изм.     | Расчетные формулы для неокрашенной смеси                             |
|-------|--|----------------|--|
| 1     | Активность формовочной смеси               | %              | $A_{см} = A_{икв} / 4$   |
| 2     | Вес сухих материалов на 1 тыс. шт. кирпича |                | $P_{сух} = V \times \rho \times 1000$                                |
| 3     | Объем 1 шт. кирпича                        | м <sup>3</sup> | $V_{1.шт.} = 0,25 \times 0,12 \times 0,65$                           |
| 4     | Количество вяжущего                        | кг             | $P_{вяж} = 0,25 P_{см}$  |
| 5     | Количество молотого песка                  | кг             | $\Pi_{мол} = 0,125 P_{см}$   |
| 6     | Количество немолотого песка                | кг             | $\Pi_{н/мол} = k \times P_{см}$<br>$\Pi_{н/мол} = 0,69 P_{см}$       |
| 7     | Количество всего сухого песка              | м <sup>3</sup> | $\Pi_{сух} = 0,81 P_{см} / \rho^0$                                   |
| 8     | Расход составного песка                    | кг             | $\Pi_{общ} = k_1 \times \Pi_1 + k_2 \times \Pi_2 + k_3 \times \Pi_3$ |
| 9     | Количество песка карьерной влажности       | м <sup>3</sup> | $\Pi_{кар.вл} = \Pi_{сух} \times (1 + W / 100)$                      |
| 10    | Количество воды                            |                | $B = P_{см} \times (A_{см} + 2) / 100$                               |

Таблица 4.2

Расчет состава формовочной смеси, приготовленной по прямой технологии на извести

| № п/п | Название материала                         | Един. изм.     | Расчетные формулы для неокрашенной смеси  |
|-------|--|----------------|---|
| 1     | Вес сухих материалов на 1 тыс. шт. кирпича | кг             | $G_{\text{сух}} = V \times \rho \times 1000,$   |
| 2     | Объем одного кирпича                       | м <sup>3</sup> | $G_{\text{сух}} = 0,25 \times 0,12 \times 0,65$   |
| 3     | Расход извести                             | кг             | $G_{\text{и}} = (G_{\text{сух}} \times A_{\text{см}}) / A_{\text{и}}$   |
| 4     | Расход сухого песка                        | кг             | $G_{\text{п.}} = G_{\text{сух}} - G_{\text{вяж.}}$  |
| 5     | Расход составного песка                    | кг             | $\Pi_{\text{общ}} = k_1 \times \Pi_1 + k_2 \times \Pi_2 + k_3 \times \Pi_3$   |
| 6     | Расход песка карьерной влажности           | кг             | $G_{\text{п. кр. вл}} = G_{\text{п.}} \times (1 + W/100)$   |
| 7     | Расход воды перед загрузкой в реактор      | л              | $G_{\text{в}} = (G_{\text{и}} \times A_{\text{и}}/100) \times (0,32 + 0,37) + (G_{\text{сух}} \times W_{\text{см}}/100) - (G_{\text{п.}} \times W_{\text{п}}/100),$ |
| 8     | Расход воды на доувлажнение после реактора | л              | $G_{\text{в.2}} = G_{\text{сух}} \times (W_{\text{см}}/100 - W_{\text{см}}/100),$   |
| 9     | Вода на приготовление смеси всего:         | л              | $G_{\text{в.общ}} = G_{\text{в.1}} + G_{\text{в.2}},$   |

Активности смеси для приготовления по прямой технологии на природных песках определять в зависимости от активности используемой извести по рис. 4.1.

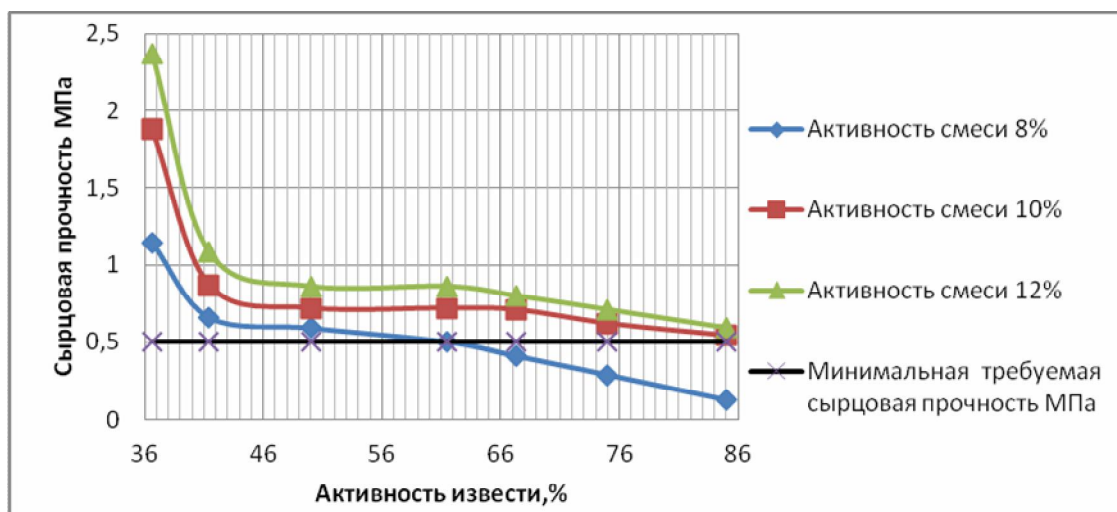


Рис. 4.1. Определение активности смеси в зависимости от активности извести

Таблица 4.3

## Сводные расчетные данные расхода сырьевых материалов

| Наименование материала    | Един.<br>изм.        | Расход при активности извести 70% |             |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------|
|                           |                      | кирпич полнотелый                 |             |
|                           |                      | на 1тыс.шт.усл.кирп.              | на 1т смеси |
| Сухие материалы           | кг                   |                                   |             |
| Вяжущее:                  | кг                   |                                   |             |
| -известь                  | кг                   |                                   |             |
| Песок карьерной влажности | кг<br>м <sup>3</sup> |                                   |             |
| Вода                      | м <sup>3</sup>       |                                   |             |

Пропорции смешивания основного сырья для золосиликатного кирпича по прямой технологии: зола: песок: известь: гипс = 60:26.5:12:1,5. Этот состав определен исходя из качественных показателей сырьевой базы предприятия – производителя силикатного кирпич.

#### 4.2. Режим работы производства

Выбор режима работы цехов осуществляется на основании норм технологического проектирования предприятий, сменность работы цехов зависит от вида процесса.

При проектировании новых предприятий принимают режим работы с непрерывной рабочей неделей в три смены по 8 часов или в две смены по 12 часов в сутки.

Для карьера, а также для дробильных и помольных отделений при наличии промежуточных емкостей, обеспечивающих не менее двух суточных запасов материала, допускается режим работы по пятидневной неделе, т.е. 305 рабочих дней в году. Результаты расчета сводятся в таблицу. При расчетах необходимо использовать данные по режиму работы цехов и график ремонта основного технологического оборудования завода, на котором студент проходит практику, а также нормативные документы.

Номинальный фонд времени работы цеха при пятидневной неделе должен быть равен 41 часу в неделю. Номинальный фонд рабочего времени смежных цехов, не имеющих промежуточных складов, должен совпадать.

Режим работы предприятия исходя из 5-дневной рабочей недели:

– номинальное количество рабочих дней в году – 250;

Режим работы предприятия исходя из 6-дневной рабочей недели:

– номинальное количество рабочих дней в году – 305;

– по приему сырья и материалов и отгрузке готовой продукции

- железнодорожным транспортом – 365;

- количество рабочих смен в сутки – 2;

- количество рабочих смен для тепловой обработки – 2;

- количество рабочих смен по приему материалов и отгрузке готовой

продукции:

- железнодорожным транспортом – 2;

- автотранспортом – 1;
- продолжительность рабочей смены в часах – 12.

### 4.3. Расчетное рабочее время работы оборудования

$T$  – Расчетное рабочее время работы оборудования предприятий по производству кирпича, час.

$$T = T_n \times K, \quad (9)$$

где  $K$  – коэффициент технического использования

$$K = K_1 \times K_2 \quad (10)$$

где  $K_1=0,9$  при трехсменной работе оборудования;  $K_2=0,97$  – при двухсменной работе оборудования с учетом планово-предупредительного ремонта;  $K_1=0,93$  – при прерывной работе оборудования – (305–250 дней в году);  $K_2=0,9$  при непрерывной работе оборудования – 365 дней в году.

$$T_n = N \times n \times t \quad (11)$$

где  $N$  – количество рабочих дней в году;  $n$  – количество рабочих смен в сутки;  $t$  – продолжительность рабочей смены.

$T_n=305 \times 2 \times 12=7320$  час – для 305 дней при 6-дневной работе.

$T_n=250 \times 2 \times 12=6000$  час – для 250 дней при 5-дневной работе.

Расчетное рабочее время работы оборудования предприятий по производству кирпича, час

$T_1=7320 \times 0,93 \times 0,97=6603$  час – для 305 дней при 6-дневной работе.

$T_2=6000 \times 0,93 \times 0,97=5412$  час – для 250 дней при 5-дневной работе.

Таблица 4.4

Фонд рабочего времени подразделений предприятия

| Подразделение завода          | Рабочее время |         |     |       |     |
|-------------------------------|---------------|---------|-----|-------|-----|
|                               | в смену       | в сутки |     | в год |     |
|                               | час           | смен    | час | суток | час |
| Карьер                        |               |         |     |       |     |
| Помольное отделение           |               |         |     |       |     |
| Отделение приготовления смеси |               |         |     |       |     |
| Прессовое отделение           |               |         |     |       |     |
| Автоклавное отделение         |               |         |     |       |     |

В графу подразделение включают: карьер песка, отделения помола вяжущего, приготовления силикатной смеси, прессования и автоклавное отделение силикатного кирпича.

### 4.4. Материальный баланс завода силикатных прессованных изделий

В задании на курсовое проектирование выдается производственная программа предприятия по одинарному (условному) кирпичу. Виды и марки изделий студент обосновывает, исходя из технико-экономических показателей развития региона и выбора наиболее эффективных изделий. Суммарный выпуск отдельных видов изделия в пересчете на одинарный кирпич должен равняться заданной программе завода

$$(P = P_1 + P_2 + P_3). \quad (12)$$

Мощность предприятия устанавливается с учетом потерь от брака изделий.

При проектировании производства утолщенного кирпича или камней в полном объеме следует пересчитать мощность предприятия на этот вид изделия и по ней проводить дальнейшие расчеты материального баланса.

К примеру, предприятие будет производить утолщенный кирпич, программа по одинарному кирпичу задана  $\Pi$  млн. штук в год. Программа предприятия по утолщенному кирпичу в млн штук в год составит:

$$\Pi_y = \Pi \times k, \quad (13)$$

где  $k$  – коэффициент пересчета одинарного кирпича на утолщением, равный отношению их масс.

При выпуске пустотелого или цветного силикатного кирпича в ассортименте укатывают объемы их выпуска

К примеру, планируемый выпуск цветного утолщенного кирпича составит в год, млн штук,

$$\Pi_{ц} = \Pi_y \times m / 100, \quad (14)$$

где  $m$  – процент выпуска цветного силикатного кирпича от общей мощности по заводу.

Она определяется программой и режимом работы предприятия по полуфабрикатам и готовой продукции. Годовая мощность производства рассчитывается:

$$M = \Pi / 0,9, \quad (15)$$

где  $M$  – годовой объем производства в тыс. шт.,  $\Pi$  – производственная программа в тыс. шт.,  $0,9$  – потери от брака.

Мощность известкового производства ( $M_{из\ пр-ва}$ ) рассчитывается исходя из потребной мощности на производство силикатных пресованных изделий ( $M_{на\ производство\ с/и}$ ) и мощности на реализацию извести ( $M_{реализация\ извести}$ ) или производство других материалов ( $M_{др}$ ) из извести:

$$M_{из\ пр-ва} = M_{на\ производство\ с/и} + M_{реализация\ извести} + M_{др} \quad (16)$$

Потребная мощность на производство силикатных изделий

$$M_{на\ производство\ с/и} = \Pi \times R_{из} / 0,9, \quad (17)$$

где  $R_{из}$  – потребность в известковом вяжущем на 1 тыс.шт. продукции.

Мощность помольного отделения рассчитывается:

$$M_{п} = \Pi \times R_{вяж} / 0,9, \quad (18)$$

где  $R_{вяж}$  – расход вяжущего на единицу продукции (1 тыс. шт.)

Мощность массозаготовительного отделения ( $M_{массозаготовки}$ ) или смесеприготовительного отделения рассчитывается:

$$M_{массозаготовки} = \Pi \times R_{фор.\ смеси} / 0,9, \quad (19)$$

где  $R_{фор.\ смеси}$  – расход формовочной смеси на единицу продукции ( $1\text{ м}^3$ , 1 тыс. шт.).

Мощность карьера по добычи песка:

$$M_{карьера\ песка} = \Pi \times R_{песка} / 0,9. \quad (20)$$

При расчете производительности следует учитывать производственные потери, которые можно принять равными 1% для вяжущего и 2% для наполнителей.

Данные расчета сводятся в таблицу.

Таблица 4.5

Производительность предприятия

| №<br>п/п | Наименование производства<br>(отделения) | Един.<br>изм. | Производительность в |       |       |     |
|----------|--|---------------|----------------------|-------|-------|-----|
|          |  |               | год                  | сутки | смену | час |
|          | Производство силикатных изделий          |               |                      |       |       |     |
|          | В том числе:                             |               |                      |       |       |     |
|          | кирпич                                   |               |                      |       |       |     |
|          | Цветной кирпич                           |               |                      |       |       |     |
|          | камень                                   |               |                      |       |       |     |
|          | блоки                                    |               |                      |       |       |     |
|          | Известковое производство                 |               |                      |       |       |     |
|          | Карьер песка                             |               |                      |       |       |     |
|          | Помольное отделение                      |               |                      |       |       |     |
|          | Массозаготовительное отделение           |               |                      |       |       |     |

#### 4.5. Подбор оборудования

##### 4.5.1. Оборудование для очистки песка

Для очистки песок просеивают на специальных машинах – грохотах.

Грохоты могут быть неподвижными и подвижными. Подвижные грохоты делятся на колосниковые, плоские качающиеся, вибрационные и барабанные. На заводах силикатного кирпича используются виброгрохоты ГИЛ-32 и ГИЛ-42, а также ГИС-42 и ГИГ-52. Выпускаются также грохоты струнного типа, которые более надежны в работе. Производительность грохотов значительна (от 150 м<sup>3</sup>/час до 300 м<sup>3</sup>/час) и для обеспечения средней мощности предприятия достаточно одного грохота. Количество очищенного песка определяется наличием крупных включений в нем, камней, кусков глины и т.д., которые необходимо исключить из общей массы песка, поступившего на завод.

##### 4.5.2. Оборудование для дробления извести

При выборе дробильного оборудования необходимо учитывать физические свойства сырья, производительность, размер кусков исходного материала и необходимый размер готового продукта.

Для дробления извести используют дробилки щековые и ударно-отражательного действия (роторные). Типоразмеры щековых дробилок характеризуются шириной, загрузочного отверстия. Этот размер определяет максимально возможный размер кусков, загружаемых в дробилку, который принимается равным 0,85 ширины загрузочного отверстия.

##### 4.5.3. Ленточные конвейеры

Для транспортирования сыпучих и кусковых материалов в горизонтальной и наклонной плоскостях широко используются **ленточные конвейеры** с плоской и желобчатой лентой. Ширина ленточных конвейеров, выпускаемых промышленностью, стандартизирована: 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 и 2000 мм. Для расчета ленточного конвейера необходимо знать: расчетную величину производительности или  $V$ , м<sup>3</sup>/ч,

характер перемещаемого материала, его насыпную объемную массу, размер кусков; расстояние перемещения  $L$ , м, угол наклона вверх или вниз  $\pm \beta$  или разность уровней.

Предельный угол максимального наклона конвейера с лентой для сыпучих и твердых (дробленых) материалов не превышает 18 град.

#### 4.5.4. Питатели и дозаторы

Питатель должен соответствовать производительности агрегата и обеспечивать равномерную и непрерывную подачу материала, а также иметь устройство для изменения его количества. Выбор питателя определяется главным образом наибольшим размером кусков материала (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Зависимость типа питателя от крупности материала

| Наибольший размер кусков материала, мм | Тип питателя                                |
|--|---|
| 3-5 и мельче                           | Барабанный, шнековый, ленточный, скребковый |
| 15-20                                  | Вибрационный, ленточный, скребковый         |
| 40-50                                  | Барабанный, пластинчатый, ленточный         |
| 150-200                                | Пластинчатый, лопастной                     |
| 300-350                                | Пластинчатый                                |
| 500-1000                               | Тяжелый пластинчатый                        |

Дозирование твердых непластичных сырьевых материалов, извести, известняка и добавок осуществляется объемным, весовым или комбинированным способами. Пластинчатые питатели предназначены для транспортирования крупнокусковых насыпных грузов (от 200 до 1200 мм) из загрузочных воронок и бункеров. Ячейковые (лопастные) шпатели применяются для подачи сыпучих материалов, сухой сырьевой муки, пыли из бункеров электро-и рукавных фильтров и т.д. Шнековые питатели предназначены для питания агрегатов пылевидными и мелкокусковыми сухими материалами (сырьевой мукой, пылью и др.). Весовое дозирование осуществляется с помощью ленточных автоматических дозаторов с постоянной и переменной скоростями движения ленты.

#### 4.5.5. Производительность мельницы определяем по формуле

$$Q_m = 0,237 \times K_m \times K_t \times K_s \text{ т/час}, \quad (21)$$

где  $D$  – внутренний диаметр барабана, м для мельницы СМ1456 равен 1.4 м;  
 $L$  – внутренняя длина барабана, равна 5.6 м.  $G$  – загрузка мелющими телами, равна 11,0 тонн.  $K_m$  – коэффициент размолоспособности,

- для цементного клинкера – 1,0;
- для известково-кремнеземистого вяжущего – 1,8,
- для извести – 1,5–1,84;
- для сланцевой золы – 0,5–0,8;
- для песка – 0,6–0,7;
- для шлака – 0,55–1,1;
- для известняка – 0,8–1,8.

$K_t$  – поправочный коэффициент на тонкость помола.

Таблица 4.7

## Зависимость между удельной поверхностью и остатком на сите

| Наименование материала                  | Удельная поверхность.<br>М <sup>2</sup> /кг | Примерный остаток на сите №008, % | Поправочный коэффициент помола |
|---|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| Известь                                 | 300   | 20                                | 1,42                           |
|   | 400   | 15                                | 1,21                           |
|   | 500   | 10                                | 1,0                            |
|   | 600   | 6                                 | 0,82                           |
| ИКВ (известково-кремнеземистое вяжущее) | 300   | 12                                | 1,09                           |
|   | 400   | 8                                 | 0,91                           |
|   | 500   | 6                                 | 0,82                           |
|   | 600   | 4,5                               | 0,74                           |

$K_3$  – коэффициент эффективности помола, для двух камерной мельницы с однократным прохождением мельницы для сухого помола  $K_3 = 0,9$ , для мокрого помола 1,08. Мельница с сепараторами – 1,2.

Потребное количество мельниц:

$$N = M_{\text{п}} / (0,9 \times P \times Q_{\text{м}}), \quad (22)$$

где  $P$  – количество часов работы в году.

**4.5.6. Расчет производительности автоклава и количества автоклавов.**

Производительность автоклава рассчитывают по формуле;

$$Q = V_{\text{изд}} \times K_{\text{об}} \times P_{\text{дней}} \times 0,9 \times 0,99, \quad (23)$$

где  $V_{\text{изд}}$  – объем изделий, помещаемых в автоклав в м<sup>3</sup>;  $P_{\text{дней}}$  – количество рабочих дней в году; 0,9 – коэффициент использованного оборудования; 0,99 – коэффициент, учитывающий потери;  $K_{\text{об}}$  – коэффициент оборачиваемости автоклава;

Коэффициент оборачиваемости автоклава рассчитывают по формуле

$$K_{\text{об}} = 24 / \text{цикл}. \quad (32)$$

Объем изделий на вагонетках в автоклаве.

$$V_{\text{изд}} = n_{\text{вагонеток}} \times V_{\text{изд на 1 ваг}} \quad (24)$$

где  $n_{\text{вагонеток}}$  – количество вагонеток в автоклаве.

При производстве кирпича и прессованных блоков вместимость автоклавов составляет:

- для автоклава длиной 17м – 14шт. автоклавных вагонеток,
- для автоклава длиной 19м – 16шт. автоклавных вагонеток,
- для автоклава длиной 40м – 33шт. автоклавных вагонеток.

Представим схему укладки изделий сырца на вагонетку на один вид изделия:  $V_{\text{изд на 1 ваг}}$  – объем изделий располагаемых на вагонетке.

Потребное количество автоклавов при мощности  $M$ :

$$N = M / Q \quad (25)$$

Коэффициент заполнения автоклава:

$$K_{\text{зап. ат}} = V_{\text{изд}} : V_{\text{авт}} \quad (26)$$

Полученные результаты сводятся в табл. 4.8.



Перечень основного технологического оборудования

| № поз. | Наименование | Модель и технические характеристики | Ед. Изм. | Кол-во |
|--------|--------------|-------------------------------------|----------|--------|
|        |              |                                     |          |        |

## 5. Расчет складского хозяйства

### 5.1. Расчет складов сырьевых материалов

Склады кусковых сырьевых материалов сооружаются и эксплуатируются в соответствии с нормами хранения, а также с нормами технологического и строительного проектирования промышленных предприятий.

Расчет склада производится в следующей последовательности:

1) при выборе типа склада необходима увязка его размеров и расположения с генеральным планом завода;

2) размеры склада зависят от его типа и формы штабеля, а также схемы механизации. Площадь и емкость склада определяются по следующим формулам:

$$F = \frac{V_n}{K_2 \cdot H_H}, \quad (27)$$

$$V_n = \frac{A_K \cdot P_Y \cdot C_n}{365 \cdot K_{\text{исп}} \cdot \gamma_0} \quad (28)$$

где  $V_n$  – необходимая емкость склада для данного материала, м<sup>3</sup>;  $H_H$  – максимальная высота штабеля, ориентировочно составляет 8–12 м;  $K_2$  – коэффициент загрузки склада, равен 0,87;  $A_K$  – годовая потребность сырья, м<sup>3</sup>;  $P_Y$  – потери по сырью, 1,25;  $C_n$  – число суток нормативного запаса, 7;  $K_{\text{исп}}$  – коэффициент использования склада, равен 0,9;  $\gamma_0$  – плотность сырья, кг/м<sup>3</sup>.

### 5.2. Расчет бункеров сыпучих материалов

Бункером называется саморазгружающаяся емкость, предназначенная для приема и хранения сыпучего материала (известняка, извести, гипса, активных минеральных добавок, шлака и т.д.). Глубина вертикальной части бункера не должна превышать его максимальный размер в плане более чем в полтора раза. Нижняя часть бункера выполняется в виде воронки, которая может быть квадратной, круглой или прямоугольной. Коэффициент заполнения бункера представляет собой отношение полезной емкости  $V$  к геометрической  $V_0$  и выражается формулой:

$$\varphi = V/V_0. \quad (29)$$

Обычно  $\varphi=0,9$ .

Емкость бункера должна обеспечивать хранение, дробление и помол сырьевых материалов в течение 3 часов непрерывной работы агрегата. Выходное отверстие бункера должно в 4–5 раз превышать максимальный размер куска материала. Минимальный размер выходного отверстия бункера принимается 800 мм.

Расчет емкости бункера для хранения сырьевых материалов можно производить по следующей формуле:

$$V_A = \frac{\dot{I} \cdot n}{\gamma_0 \cdot \varphi}, \quad (30)$$

где  $\dot{I}$  – часовая производительность агрегата (дробилок, шаровых мельниц, сушилок, печей);  $n$  – максимальное время хранения материала в бункере 3 часа;  $\varphi$  – коэффициент заполнения бункера, равен 0,9;  $\gamma_0$  – объемная масса материала, кг/м<sup>3</sup>.

### 5.3. Расчет складов силосного типа для хранения порошкообразных материалов

Расчет объема склада производится по формуле:

$$V_0 = \frac{A_{ц} \cdot C_n}{365 \cdot \gamma_{ц} \cdot \hat{E}_3} \quad (31)$$

где  $A_{ц}$  – потребность завода в порошкообразном материале, т/год;  $C_n$  – число суток нормативного запаса (10–15суток);  $\gamma_{ц}$  – средний объемный вес порошкообразного продукта, загружаемого в силосы (гипс –1,2–1,45; известняк 1,2; известь 0,8–1,0);  $\hat{E}_3$  – коэффициент заполнения силосов из расчета недосыпа 2 м до верхнего обреза, обычно составляет 0,9.

### 5.4. Расчет склада готовой продукции и склада для хранения сырья, доставляемого в ящиках, пакетах и бочках

Расчет площади склада;

$$F = (P \times T \times K) / d, \quad (32)$$

где  $F$  – полезная площадь склада в м<sup>2</sup>;  $P$  – среднесуточный выпуск или завоз материалов;  $T$  – нормативное число дней запаса продукции на складе 10–30суток;  $K$  – коэффициент неравномерности прибытия или расхода материалов ( $K = 1,1–1,3$ );  $d$  – количество материалов складированного на 1 м<sup>2</sup> площади склада;

Размеры склада, длина и ширина, определяются из полученной площади кратным 6,12,24,36 м, например

$$L = F / 24. \quad (33)$$

Получаем пролет 24 м или 2 пролета по 12 м и длину округляем в сторону кратную 6.

## 6. Общие указания по технологической компоновке оборудования

Расположение отделений и цехов предприятия по производству силикатного кирпича определяется непрерывностью технологического процесса и должно обеспечивать максимально возможную компактность предприятия.

Для обеспечения поточности технологических процессов рекомендуется располагать производственные отделения в следующей последовательности: отделение приема сырья, известковый цех, отделения приготовления вяжущего и силикатной смеси, формования и автоклавирования силикатного кирпича, склад готовой продукции.

В известковом цехе вращающиеся и шахтные печи, циклоны, электрофильтры и дымососы к ним располагают на открытых площадках с местными

укрытиями механизмов привода, площадок обслуживания и средств КИП и автоматики. Расстояние между осями печей принимают: для шахтных печей производительностью до 100 т/сут – 9 м; для шахтных печей производительностью 150 – 200 т/сут – 12 м, для вращающихся печей диаметром корпуса до 4 м – 12 м.

При размещении оборудования следует предусматривать проходы для людей и проезды для цехового транспорта. Ширина цеховых проходов в свету должна быть не менее 1,5 м, а всех остальных проходов – не менее 0,8 м.

Для производства ремонтных работ, связанных с монтажом и демонтажом тяжелого и негабаритного оборудования или его элементов, должны быть предусмотрены монтажные проемы в перекрытиях, а также необходимые грузоподъемные приспособления.

## **7. Контроль качества сырья, готовой продукции и операционный контроль технологических процессов**

Необходимо указать нормативные показатели сырья, готовой продукции, подлежащие контролю, также указать, в каких точках технологического процесса и каким образом контролируются параметры, обеспечивающие заданный технологический режим. Контроль технологического процесса следует представить в виде табл.7.1.

Таблица 7.1

Контроль технологического процесса

| Технологические операции, подлежащие контролю | Контролируемый параметр | Нормы показателей | Частота контроля и приборы контроля |
|---|-------------------------|-------------------|-------------------------------------|
|   |                         |                   |                                     |

## **8. Мероприятия по охране труда и окружающей среды**

Разрабатываются в соответствии с нормативными документами по технике безопасности, производственной санитарии для предприятий данной категории. В работе должны быть предусмотрены мероприятия по охране труда и окружающей среды с учетом особенностей заданного производства.

## **9. Заключение**

В данном разделе студент в краткой форме останавливается на усовершенствованиях, внесенных им в технологический процесс, при выборе оборудования и т.д., а также делает выводы о целесообразности этих усовершенствований.

## **10. Приложение**

Таблица 10.1

Допустимые нормы потерь сырья и материалов на заводах силикатного кирпича

| Потери                     | Количество потерь от общего расхода, в % |
|----------------------------|--|
| 1                          | 2  |
| Известь:<br>-привозная     | 3  |
| -собственного производства | 1-1,5                                    |
| 1                          | 2  |

|  |                |
|--|----------------|
| Песок:<br>-при транспортировке<br>-при очистке   | 1,5-2,0<br>5,0 |
| Формовочная смесь при прессовании с учетом брака | 2,0            |
| Брак кирпича, после автоклавной обработки        | Не более 1,5   |

Таблица 10.2

## Насыпная плотность массы материалов

| Материал                            | Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Песок кварцевый при влажности 5%    | 1250-1600                             |
| -немолотый                          | 1200-1300                             |
| -молотый                            | 500-800                               |
| Известняк (горная масса)            | 1600                                  |
| -дробленный                         | 1200-1400                             |
| Известь                             |                                       |
| - молотая негашеная                 | 900-1100                              |
| -комовая и дробленая                | 800-1200                              |
| -молотая с песком (ИКВ состава 1:1) | 750-800                               |
| Зола унос                           | 1600-1800                             |

Таблица 10.3

## Технические характеристики молотковых дробилок

| Тип        | Произв-ть , т/час | Крупность на входе, мм | Мощность эл-я, кВт |
|------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| РС 400*300 | 5-8               | 30                     | 11                 |
| РС600*400  | 10-15             | 100                    | 18,5               |
| РС800*600  | 20-25             | 150                    | 55                 |
| РСН0606    | 18-30             | 200                    | 30                 |
| РСН0808    | 30-50             | 150                    | 45                 |

Таблица 10.4

## Технические характеристики щековых дробилок

| Тип          | Производительность т/час | Крупность на входе, мм | Мощность эл-я, кВт |
|--------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| РЕ 150*250   | 1-3                      | 125                    | 5,5                |
| РЕ 250*400   | 5-20                     | 200                    | 15                 |
| РЕХ 150*750  | 5-16                     | 125                    | 15                 |
| РЕХ 250*750  | 15-30                    | 210                    | 22-30              |
| РЕХ 250*1000 | 15-30                    | 210                    | 30-37              |
| РЕХ 250*1200 | 20-60                    | 210                    | 37-45              |
| РЕХ 300*1300 | 20-120                   | 250                    | 75                 |

Таблица 10.5

## Техническая характеристика смесителей фирмы «Айрих»

| Тип     | Емкость литров | Макс.кг | Принцип Период. | Действия непрер. | Режим норм. атмосфер. давление | Работы под вакуумом |
|---------|----------------|---------|-----------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1       | 2              | 3       | 4               | 5                | 6                              | 7                   |
| RV11VAC | 375            | 600     | *               |                  | *                              | *                   |

| 1       | 2    | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------|------|-------|---|---|---|---|
| R12     | 250  | 400   | * | * | * |   |
| RV12    | 400  | 650   | * | * | * |   |
| R12W    | 250  | 400   | * |   | * |   |
| RV12W   | 400  | 650   | * |   | * |   |
| R15     | 500  | 800   | * | * | * |   |
| RV15    | 750  | 1200  | * | * | * |   |
| RV15VAC | 750  | 1200  | * |   | * | * |
| R16     | 600  | 960   | * | * | * |   |
| RV16    | 900  | 1440  | * | * | * |   |
| R19     | 1125 | 1800  | * | * | * |   |
| RV19    | 1500 | 2400  | * | * | * |   |
| RV19VAC | 1500 | 2400  | * |   | * | * |
| RV23VAC | 3000 | 4800  | * |   | * | * |
| R24     | 2250 | 3600  | * | * | * |   |
| RV24    | 3000 | 4800  | * | * | * |   |
| RV29VAC | 5250 | 8400  | * |   | * | * |
| RV32    | 7000 | 11200 | * | * | * |   |
| RV32VAC | 7000 | 11200 | * |   | * | * |

Таблица 10.6

Технические характеристики стержневых смесителей

| Марка                           | Един. изм.     | СК-08 | СК-58    |
|---------------------------------|----------------|-------|----------|
| Производительность              | т/час          | 70-80 | 100-120  |
| Диаметр барабана                | мм             | 1200  | 1500     |
| Длина барабана                  | мм             | 3000  | 3200     |
| Объем барабана                  | м <sup>3</sup> | 3,4   | 5.65     |
| Частота вращения барабана       | об/мин         | 20-22 | 20       |
| Диаметр стержней                | мм             | 70-80 | 70-80    |
| Количество стержней             | шт             | 47    | 73       |
| Масса стержней                  | кг             | 4500  | 5000     |
| Коэффициент стержневой загрузки |                | 0.22  | 0,2-0,25 |
| Установленная мощность          | кВт            | 45    | 55       |

Таблица 10.7

Технические характеристики дозаторов

| Характеристики   | Тип дозатора            |         |       |        |       |         |
|--|-------------------------|---------|-------|--------|-------|---------|
|  | Непрерывного типа       |         |       |        |       |         |
|  | СБ71                    | СБ71    | СБ71В | СБ90   | СБ110 | СБ110   |
| 1  | 2                       | 3       | 4     | 5      | 6     | 7       |
| Производительность   | 4-12                    | 12,5-25 | 8-40  | 25-100 | 5-20  | 12,5-50 |
| Класс точности   | 1                       | 1       | 1     | 1      | 2     | 2       |
| Мощность электродвигателя  | 1,18                    | 1,18    | 1,1   | 0,6    | 0,6   | 0,6     |
|  | Периодического действия |         |       |        |       |         |
| предназначены для дозирования цемента, извести или других сыпучих материалов с аналогичными свойствами аналог АВДЦ | ВДЭ (С)                 |         |       |        |       |         |
|  | 200                     | 300     | 400   | 500    | 600   | 700     |
| предназначены для дозирования жидких и сухих добавок аналог АВДЦ   | ВДЭ (С) (Ж)             |         |       |        |       |         |

|   |         |     |     |     |     |   |
|---|---------|-----|-----|-----|-----|---|
| 1   | 2       | 3   | 4   | 5   | 6   | 7 |
|   | 30      | 60  | 100 |     |     |   |
| предназначены для дозирования воды и других жидкостей аналог АВДЖ | ВДЭ (Ж) |     |     |     |     |   |
|   | 100     | 200 | 300 | 400 | 500 |   |

Таблица 10.8

Техническая характеристика вертикальных мельниц

| № п/п | Характеристика                                       | Модель мельницы   |                |                |               |               |               |               |                |            |                |                |
|-------|--|-------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|------------|----------------|----------------|
|       |  | МТ<br>М<br>100    | МТ<br>М<br>130 | МТ<br>М<br>160 | YG<br>М<br>65 | YG<br>М<br>75 | YG<br>М<br>85 | YG<br>М<br>95 | YG<br>М<br>130 | XZM<br>215 | XZ<br>М<br>221 | XZ<br>М<br>227 |
| 1     | 2  | 3                 | 4              | 5              | 6             | 7             | 8             | 9             | 10             | 11         | 12             | 13             |
| 1     | Производительность, т/час                            | 3-8,8             | 6-13           | 13-22          | 0.4-1.8       | 1-3           | 1.2-4         | 2.1-5.6       | 2.5-9.5        | 0.35-2.5   | 0.6-4.0        | 0.9-6.0        |
| 2     | Максимальная крупность входа, мм                     | 25                | 30             | 35             | 15            | 15            | 20            | 25            | 30             | 10         | 10             | 10             |
| 3     | Тонина изделия на выходе                             | 1,6-0,045 (0,038) |                |                | 0.613-0.033   |               |               |               | 0.045-0.005    |            |                |                |
| 4     | Мощность главного электродвигателя, кВт              | 45                | 90             | 132            | 15            | 18.5          | 22            | 37            | 75             | 37         | 55             | 90             |
| 5     | Мощность мотора регулируемой скорости на выходе, кВт | 5,5               | 7,5            | 11             |               |               |               |               |                |            |                |                |
| 6     | Мощность мотора центробежного, кВт дымососа          | 37                | 75             | 110            |               |               |               |               |                |            |                |                |

Таблица 10.9

Технические характеристики смесителей непрерывного действия

| Показатели                              | Тип смесителя |        |                              |                                  |
|---|---------------|--------|------------------------------|----------------------------------|
|   | ИБ-27         | СМС-95 | СМ95А-1 (с резиновым днищем) | СМ95А-1 (с металлическим днищем) |
| Производительность, м <sup>3</sup> /час | 60            | 95     | 95                           | 95                               |
| Длина корыта, мм                        | 3500          | 4120   |                              |                                  |
| Диаметр окружности лопастей, мм         | 660           | 850    | 850                          | 340                              |
| Линейная скорость вращения, м/сек       | 4,2           | 4,1    | 4,1                          | 4,1                              |
| Мощность электродвигателя, кВт          | 40            | 55     | 55                           | 55                               |

Таблица 10.10

Техническая характеристика силосов реакторов

| № п/п | Объём, м <sup>3</sup> | Диаметр, м | Высота, м | Произ-ть, м <sup>3</sup> /час | Мощность электродвигателя, кВт |
|-------|-----------------------|------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1     | 60                    | 3,3        | 9,2       | 20                            | 11                             |
| 2     | 75                    | 3,3        | 9,0       | до30                          | 5,5                            |
| 3     | 80                    | 3,5        | 8,5       | 20-50                         | 3,6                            |
| 4     | 100-250               | 3,5-6      | 12-16     | 50-150                        | 2-3,6                          |

Таблица 10.11

## Техническая характеристика прессов типа HF

| № п/п | Характеристика   | Тип пресса    |          |          |
|-------|--|---------------|----------|----------|
|       |  | HF300         | HF600    | HF1100   |
| 1     | Усилие прессования   | 3000          | 6000     | 11000    |
| 2     | Тип прессования  | Двухсторонний |          |          |
| 3     | Давление прессования, кг/см <sup>2</sup>                               | 210           | 210      | 240      |
| 4     | Размеры пресс-формы(мм)  | 650×820       | 1040×820 | 1340×820 |
| 5     | Максимальная глубина засыпки, мм                                       | 260           | 400      | 400      |
| 6     | Содержание пылевидного материала в формовочной смеси (типа золы) до ,% | 70            | 70       | 70       |
| 7     | Производительность по условному кирпичу, млн шт.                       | 20            | 40       | 35       |
| 8     | Общая мощность, кВт  | 97            | 80,2     | 97       |
| 9     | Вес,т  | 18            | 32       | 45       |

Таблица 10.12

## Техническая характеристика автомата укладчика к прессам типа HF

| № п/п | Характеристика                                      | Тип пресса |      |      |
|-------|---|------------|------|------|
|       |   | MD24       | MD28 | MD60 |
| 1     | Количество захватываемого кирпича за один цикл, шт. | 24         | 48   | 40   |
| 2     | Мощность ,кВт                                       | 6          | 7    | 7    |
| 3     | Вертикальное перемещение, м                         | 1,4        | 1,4  | 1,4  |
| 4     | Горизонтальное перемещение, м                       | 2,2        | 2,7  | 3,0  |
| 5     | Вес,т   | 2,8        | 3,2  | 3,5  |

Таблица 10.13

## Техническая характеристика прессов типа KSP фирмы Ласко

| № п/п | Характеристика                                   | Тип пресса     |                 |                                    |                                    |
|-------|--|----------------|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|
|       |  | KSE401/801     | KSP401/801/1001 | KSP850/1050/1250                   | PSP                                |
| 1     | Тип изготавливаемых изделий                      | Обычный формат | Средний формат  | Крупный формат                     | Стеновые и сборные элементы        |
| 2     | Тип прессования                                  | Односторонний  | Двухсторонний   | Двухсторонний, ступенчатая засыпка | Двухсторонний, ступенчатая засыпка |
| 3     | Размеры пресс-формы (мм)                         | 650×820        | 1040×820        | 1340×820                           |                                    |
| 4     | Максимальная глубина засыпки, мм                 | 260            | 400             | 400                                |                                    |
| 5     | Производительность по условному кирпичу, млн шт. | 20             | 40              | 35                                 |                                    |

Таблица 10.14

## Длительность цикла подготовительной работы перед запаркой автоклава

| № п/п | Наименование операции                            | Един. изм. | Типы автоклавов  |                  |  |  |
|-------|--|------------|------------------|------------------|--|--|
|       |  |            | тупиковый 17,19м | проходной 17,19м | тупиковый 40м с накопительной камерой или путями | тупиковый 40м без накопительной камеры или путей |
| 1     | 2  | 3          | 4                | 5                | 6  | 7  |
| 1     | Загрузка сырца                                   | час        | 0,75-1,5         | 0,5-1            | 0,3-0,5  | 2-4  |
| 2     | Закрытие и открытие крышек                       | час        | 0,5              | 0,5              | 0,5  | 0,5  |
| 3     | Разгрузка автоклава                              | час        | 0,3              | 0,3              | 0,3-0,5  | 0,3-0,5  |
| 4     | Очистка автоклава                                | час        | 0,5              | 0,3              | 0,5  | 0,5  |
| 5     | Общая длительность цикла подготовительной работы | час        | 2,05-2,8         | 1,6-2,1          | 1,6-2,0  | 3,3-5,5  |

Таблица 10.15

## Длительность цикла запарки автоклавов

| № п/п | Наименование операции                      | Един. изм. | Вид изделия и давление, МПа |     |      |     |     |               |       |      |     |       |
|-------|--|------------|-----------------------------|-----|------|-----|-----|---------------|-------|------|-----|-------|
|       |  |            | Кирпич                      |     |      |     |     | Камни и блоки |       |      |     | блоки |
|       |  |            | 7                           | 8   | 9    | 10  | 12  | 8             | 9     | 10   | 12  | 16    |
| 1     | Подъем давления до 0,2МПа (перепуск)       | час        | 0,6                         | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,9 | 0,7           | 0,75  | 0,8  | 0,9 | 1,0   |
| 2     | Подъем давления пара от 0,2МПа до рабочего | час        | 1                           | 1   | 1,3  | 1,3 | 1,3 | 1             | 1,3   | 1,3  | 1,3 | 2     |
| 3     | Выдержка под давлением                     | час        | 6                           | 5   | 4,5  | 4   | 3   | 8             | 7     | 6    | 5   | 4     |
| 4     | Снижение давления пара до 0,3МПа           | час        | 0,5                         | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,5           | 0,7   | 0,75 | 0,8 | 1,0   |
| 5     | Выпуск пара от 0,3Мпа до 0МПа              | час        | 0,5                         | 0,5 | 0,5  | 0,5 | 0,5 | 0,5           | 0,5   | 0,5  | 0,5 | 0,5   |
| 6     | Общая длительность цикла запарки автоклава | час        | 8,6                         | 7,9 | 7,8  | 7,4 | 6,5 | 10,7          | 10,25 | 9,35 | 8,5 | 8,5   |



Таблица 10.16

## Длительность цикла запарки автоклавов с цветным кирпичом

| №<br>п/п | Наименование операции                          | Един.<br>изм. | Вид изделия и давление, МПа |      |      |      |                            |     |      |     |
|----------|--|---------------|-----------------------------|------|------|------|----------------------------|-----|------|-----|
|          |  |               | Кирпич цветной<br>режим №1  |      |      |      | Кирпич цветной<br>режим №2 |     |      |     |
|          |  |               | 7                           | 8    | 9    | 10   | 7                          | 8   | 9    | 10  |
| 1        | 2  | 3             | 4                           | 5    | 6    | 7    | 8                          | 9   | 10   | 11  |
| 1.       | Продувка острым паром<br>или перепускным паром | час           | 0,5                         | 0,75 | 0,75 | 0,75 | -                          | -   | -    | -   |
|          | Подъем давления до<br>0,2МПа                   | час           |                             |      |      |      | 1,5                        | 1,5 | 1,5  | 1,5 |
| 2        | Подъем давления пара до<br>рабочего            | час           | 1,5                         | 1,5  | 2,0  | 2,0  | 1,0                        | 1,0 | 1,5  | 1,5 |
| 3        | Выдержка под давлением                         | час           | 6                           | 5    | 4,5  | 4    | 6                          | 5   | 4,5  | 4   |
| 4        | Снижение давления пара<br>до 0,3МПа            | час           | 0,5                         | 0,7  | 0,75 | 0,8  | 0,5                        | 0,7 | 0,75 | 0,8 |
| 5        | Выпуск пара от 0,3Мпа до<br>0МПа               | час           | 0,5                         | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5                        | 0,5 | 0,5  | 0,5 |
| 6        | Общая длительность цикла<br>запарки автоклава  | час           | 8,6                         | 7,9  | 7,8  | 7,4  | 9,5                        | 8,7 | 8,75 | 8,3 |

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. – М.: Стройиздат, 2000. – 384 с.
2. ГОСТ 379-95. Кирпич и камни силикатные. ТУ.
3. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. ТУ.
4. ГОСТ 9179-77. Известь строительная. ТУ.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению курсового проектирования по дисциплине  
«ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТНЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ»  
для студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство»,  
профиля «Производство и применение строительных материалов,  
изделий и конструкций», квалификации (степени) выпускника – «бакалавр»

Составитель Кузнецова Г.В.