# Содержание

# Введение

# 1. Обоснование необходимости реконструкции действующего предприятия

# 2. Аналитический обзор источников информации

# 3. Технологическая часть

## 3.1 Ассортимент и характеристика выпускаемой продукции

### 3.1.1 Основные параметры и размеры

### 3.1.2 Технические требования

## 3.2 Выбор сырьевой базы и энергоносителей

### 3.2.1 Характеристика сырья

### 3.2.2 Характеристика топлива

## 3.3 Обоснование состава композиции

## 3.4 Технологическая схема проектируемого производства

## 3.5 Теоретические основы технологических процессов цеха формования, сушки, обжига

## 3.6 Контроль производства и качества продукции

## 3.7 Технохимические расчеты

### 3.7.1 Расчет химического состава шихты по шихтовому составу массы

## 3.8 Материальные расчеты

### 3.8.1 Материальный баланс цеха

## 3.9 Режим работы цехов предприятия

## 3.10 Производственная программа предприятия.

## 3.11 Выбор и расчет оборудования цеха формования, сушки и обжига

## 3.12 Выбор и расчет бункеров и складов.

## 3.13 Теплоэнергетические расчеты

### 3.13.1 Теплотехнический расчет печи

#### 3.13.1.1 Расчет горения топлива

#### 3.13.1.2 Теплотехнический расчет печи

# 4. Автоматизация технологического процесса

## 4.1 Описание схемы автоматизации туннельной печи

# 5. Охрана труда

## 5.1 Анализ степени опасности технологического процесса при производстве керамического кирпича

## 5.2 Микроклиматические условия

## 5.3 Выбор и расчет системы вентиляции

## 5.4 Оценка взрывопожарной и пожарной опасности. Пожарная профилактика

## 5.5 Освещение

# 6. Охрана окружающей среды

# 7. Строительная часть

# 8. Экономическая оценка проектных решений

# Введение

Строительная керамика – большая группа керамических изделий, применяющихся при строительстве жилых и промышленных зданий и сооружений. Керамические стеновые изделия – один из наиболее древних искусственных материалов, их возраст около 5 тыс. лет. Они отличаются своей долговечностью, высокими художественными характеристиками, кислотостойкостью и полным отсутствием токсичности. Применение глины для изготовления посуды и других керамических изделий было известно уже в глубокой древности, за несколько тысяч лет до нашей эры. Ассирийцы и египтяне уже были знакомы с обжигом керамических изделий и приготовлением цветной глазури. В древней Греции и Риме керамическое производство также было весьма развито. При археологических раскопках на территории Европы и Азии были найдены керамическая посуда, вазы, различные украшения, относящиеся к IV—V векам.

Лучшими образцами древнерусского керамического производства могут служить украшения старинных русских соборов (Владимирского, Новгородского и др.) X—XIII веков.

Начало строительства кирпичных зданий в Москве относится к началу XIV века (1326—1333 гг.). В этот период было построено несколько кирпичных церквей, однако широкое распространение кирпичные постройки получили лишь с середины XV века, когда начали осуществлять широкое строительство не только в Москве, но и в других городах — Коломне, Туле, Смоленске и других.

В 1415 г. по приглашению Ивана III в Москву приехал знаменитый в то время архитектор и инженер Аристотель Фьораванти, который внес значительный вклад в технологию кирпичного производства. Он предложил изменить размеры кирпича, сделав его более узким и продолговатым; размер «аристотелева» кирпича был 6,5Х2,5Х1,5 вершка, или 270Х110Х70 мм, что по объему составляет 1,05 современного кирпича. Под его руководством был построен первый кирпичный завод в Калитникове, оборудованный печами с постоянными сводами. К концу XVII в. выпуск продукции на московских кирпичных заводах достиг 3 млн. штук в год. Производство кирпича развивалось также и в других городах: в первой половине XVII века мастера кирпичники были зарегистрированы в 15 городах.

Качество кирпича, изготовляемого на Руси в XV—XVII вв., было очень высоким. Об этом свидетельствуют упоминания иностранцев, посещавших Россию. Так, например, Петр Аленский, посетивший Россию в XVI в., писал: «…кирпичи в этой стране превосходны, московиты весьма искусны в изготовлении их».

За длительный период существования керамической промышленности в России техника производства почта не менялась. Дешевизна рабочих рук не вызывала необходимости применения механического оборудования. Так, процесс производства кирпича на протяжении долгого времени сводился к следующему: добыча глины вручную; замес глины ногами или в деревянных глиномялках с конным приводом; формование в деревянных формах вручную или на гончарном столе (круге); сушка под навесом или на открытых площадках; обжиг в простейших напольных печах.

Ассортимент керамических строительных материалов ограничивался почти исключительно обыкновенным глиняным кирпичом и черепицей.

В первые же годы после великой Октябрьской революции началась реконструкция кирпичной промышленности, принявшая наиболее широкий размах в годы первой пятилетки. В этот период организуется отечественное производство технологического оборудования (глиномялок, формовочных машин и дробильно-помольных агрегатов). Советскими изобретателями

В. Е. Грум-Гржимайло, А. И. Артемкиным и другими были созданы конструкции искусственных сушил. Модернизации подверглись кольцевые печи.

В те годы были построены первые механизированные кирпичные заводы (при ст. Лобня под Москвой, в г. Подольске и др.), заводы, выпускавшие кирпич полусухого прессования (в Таганроге, Сталинске и др.). К этому же времени относятся первые опыты производства пустотелой керамики.

Большую помощь оказали промышленности созданный в 1918 г. Государственный керамический институт (ГИКИ) в Ленинграде и Всесоюзный институт строительных материалов в Москве, а также его филиалы на периферии.

В 30-х годах началась массовая реконструкция кирпичных заводов с переводом их на круглогодовое производство, путём широкого внедрения искусственных сушил и механизации трудоемких процессов. Применение экскаваторов для добычи глины, механизированного транспорта, мотовозной тяги для доставки глины, полуавтоматической резки сырца вытесняло ручной труд, способствуя повышению производительности труда, улучшению качества продукции и росту ее выпуска.

Производство строительной керамики является важной отраслью народного хозяйства. В последние десятилетия созданы механизированные заводы с объемом производства в 50-100 млн. штук в год, оснащены мощными глинообрабатывающими и формующими машинами, механизированными экономичными сушилками и печами. В настоящее время предусматривается преимущественное развитие производства изделий, обеспечивающих снижение металлоёмкости, стоимости и трудоёмкости строительства, веса зданий, сооружений и повышение их теплозащиты, развитие мощности по производству строительных материалов с использованием золы и шлаков тепловых электростанций, металлургических и фосфорных шлаков, отходов горнодобывающих отраслей промышленности и углеобогатительных фабрик, техническое перевооружение производства кирпича на базе новейшей техники.

Строительный керамический кирпич является самым распространённым местным стеновым материалом, позволяющим экономить дефицитные металлы, цемент, а также транспортные средства. В общем балансе производства и применения стеновых материалов керамический кирпич занимает более 30%. Кирпич, накапливая солнечную энергию, медленно и равномерно отдает тепло, что защищает от чрезмерного нагревания летом и сохраняет тепло зимой. Кирпичная стена «дышит», пропуская испарения сквозь свою толщу. В результате в помещениях поддерживается уровень равновесной влажности

В данный момент в производстве строительного керамического кирпича сосредоточено внимание на совершенствовании технологии, улучшении качества выпускаемой продукции и расширении ассортимента. При строительстве новых предприятий предусматривается установление автоматизированных и высокомеханизированных технологических линий на базе современного отечественного и импортного оборудования. Осваивается выпуск эффективной пустотелой продукции, которая должна постепенно заменять традиционный полнотелый кирпич. Это позволит не только экономить сырьё, но и уменьшать толщину и массу наружных стен без снижения их теплозащитных свойств, а также создавать облегчённые конструкции панелей для индустриализации строительства.

Расширение ассортимента и, в частности, производство эффективных изделий с увеличением размеров и уменьшением средней плотности до 1250-1350 кг/м3 и менее за счёт рациональной формы и увеличения количества пустот снизит расход материалов на 1м2 наружных стен на 20-30%. На действующих заводах наряду с дальнейшей механизацией и автоматизацией производства кирпича будут всемерно улучшаться его качество и повышаться прочностные свойства, требующиеся для строительства зданий повышенной этажности и специальных сооружений. Применение в строительстве кирпича высоких марок в несущих конструкциях позволяет уменьшить его расход на 15-30%.

Необходимо более широко развивать производство лицевого кирпича, позволяющего исключать оштукатуривание зданий и улучшать их архитектурный вид.

Улучшение качества продукции вызывает необходимость повышения культуры производства, более строгого соблюдения технологических параметров по всем переделам, улучшения обработки, рациональной шихтовки путём ввода различных добавок, в том числе отходов других отраслей промышленности.

.

# 1. Обоснование необходимости реконструкции действующего предприятия

Завод по производству глиняного кирпича строиться в городе Тюмень. Он является центром Тюменской области, в состав которой входят Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. Расположена область в центре Западной Сибири. В ней проживают 493 тысячи человек, развита промышленность, построены автомобильные и железнодорожные пути. Также в Тюменской области есть нефтяные и газовые месторождения, нефте- и газоперерабатывающие заводы. Также область граничит с другими крупными областями (Екатеринбургской, Челябинской, Омской Новосибирской).

По состоянию на 1 января 1986 года на балансе числится 70 месторождений глин. Из них разрабатываются 12 месторождений кирпичных, 6 — кирпично-керамзитовых. Наиболее крупные из них Кыштырлинское, Воронинское, Метелевское (г. Тюмень), Большой Остров (г. Ишим), Локосовское (г. Сургут), Урайское (г. Урай), Широтное (г. Надым). Тюмень находится в 25 километрах от Кыштырлинского месторождения

Все это обуславливает хорошие перспективы для строительства и развития завода, обеспечивает выпускаемой продукции предприятия широкий региональный рынок, поскольку есть подъездные пути, ресурсы рабочей силы, потребность в строительстве и, главное, хорошая сырьевая база.

# 2. Аналитический обзор источников информации

При производстве керамического кирпича используется метод полусухого прессования и метод пластического формования, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. При наличии рыхлых глин и глин средней плотности с влажностью не свыше 23-25% применяют пластический способ переработки глин; для слишком плотных глин, плохо поддающихся увлажнению и обработке с низкой карьерной влажностью (менее 14-16%) - полусухой способ переработки.

Метод полусухого прессования предусматривает предварительное высушивание сырья, последующее измельчение его в порошок, прессование сырца в пресс-формах при удельных давлениях, в десятки раз превышающих давление прессование на ленточных прессах. Преимущества технологии полусухого прессования заключается в том, что спрессованный кирпич-сырец укладывается непосредственно на печные вагонетки и на них высушивается в туннельных сушилках, или же, минуя предварительную досушку, непосредственно поступает на обжиг. Комплексная механизация производства осуществляется проще, чем при методе пластического формования. Однако технология полусухого прессования требует более совершенной системы аспирации на трактах приготовления и транспортирование порошка, использования более высокопроизводительных прессов.

Технологическая схема производства изделий с пластическим способом подготовки массы, несмотря на свою сложность и длительность, наиболее распространена в промышленности стеновой керамики. Метод формования из пластических масс исторически сложился на основе пластических свойств глин и широко используется в керамической технологии. Способ пластического формования позволяет выпускать изделия в широком ассортименте, более крупных размеров, сложной формы и большей пустотности. В отдельных случаях предел прочности при изгибе и морозостойкость таких изделий выше, чем у изделий, полученных способом полусухого прессования из того же сырья.

При переработке глин в сыром виде схема подготовки сырья несколько проще и экономичней, поскольку нужно меньше перерабатывающего оборудования, следовательно, меньше энергоемкость. Все оборудование более надежно и просто в обслуживании. Температура обжига изделий примерно на 500С ниже, чем у изделий полусухого прессования, что позволяет также снизить энергозатраты на обжиг и в какой-то мере компенсируют высокие затраты на сушку.

Недостатком способа пластического формования является большая длительность технологического цикла за счет процесса сушки сырца, продолжающегося от 1 до 3 суток. Низкая прочность формованного сырца, особенно пустотелого, большая усадка материала при сушке и наличие отдельного процесса сушки затрудняет возможность механизации трудоемких операций при садке сырца на сушку, перекладке высушенного сырца для обжига и совмещения в одном агрегате процессов сушки и обжига.

Чтобы получить изделия требуемого качества необходимо из глины удалить каменистые включения, разрушить ее природную структуру, получить пластичную массу, однородную по вещественному составу, влажности и структуре, а также придать массе надлежащие формовочные свойства. Глиняный брус формуют в горизонтальных ленточных шнековых прессах часто с вакуумированием массы. Вакуумирование массы способствует повышению ее плотности, пластичности, улучшает формовочные и конечные свойства кирпича.

В проекте будем использовать схему производства изделий пластическим методом, поскольку используемая глина достаточно высокой влажности, среднепластичная.

Производство керамики должно быть обеспечено непрерывной подачей однородного глинистого материала, лишенного каменистых включений имеющего разрушенную природную «структуру» для лучшего смачивания, сохраняющего достаточно постоянную влажность независимо от времени года и равномерно перемешенного с добавками. На керамических заводах сырьевые материалы подвергают грубому, среднему и мелкому дроблению грубому и тонкому помолу. Обычно тонким помолом завершается механическое измельчение материалов, что обеспечивает более интенсивное их спекание, содействует снижению температуры обжига. Измельчение глинистых материалов проводят последовательно на вальцах грубого и тонкого измельчения. Каменистые включения не могут быть полностью выделены из глины общепринятыми механическими приемами – дезинтеграторными ребристыми вальцами. Опыт показывает, что при пользовании этими машинами в глине может остаться около половины (а иногда и более) камней. В дальнейшем эти камни будут в значительном своем количестве перемолоты гладкими вальцами или бегунами, что, однако, вызывает быстрый износ бандажей и частые ремонты. Бегуны мокрого помола используют при наличии в глинах трудноразмокаемых включений и для обработки плотных глин и глин, содержащих известковые включения. Предварительное (грубое) дробление непластичных твердых материалов в керамической технологии производят в щековых или конусных дробилках, работающих по принципу раздавливающего и разламывающего действия. Степень измельчения в щековой дробилке 3-10, а в конусной – 6-15. Среднее и мелкое дробление, грубый помол непластичных материалов выполняется с помощью бегунов, молотковых дробилок, валковых мельниц. Молотковая дробилка обеспечивает высокую степень измельчения (10-15), однако влажность дробимого материала не должна быть более 15%.

Подача и дозировка сырья на большинстве кирпичных заводов происходит при помощи ящичных питателей.

В настоящее время на многих керамических и кирпичных заводах широко применяется увлажнение глины паром. Этот способ состоит в том, что в массу подается острый пар, который при соприкосновении с холодной глиной конденсируется на ее поверхности. В результате пароувлажнения обрабатываемая масса нагревается до 45-60оС. Пароувлажнение имеет существенные преимущества, так как улучшается способность массы к формованию, что обуславливает уменьшение брака при формовке и повышение производительности ленточных прессов на 10-12%, снижение расхода электроэнергии на 15-20%. В результате пароувлажнения улучшаются сушильные свойства массы, что позволяет сократить продолжительность сушки сырца на 40-50%. Иногда производят дополнительную обработку керамической массы, которая осуществляется в вальцах тонкого помола, дырчатых вальцах или в глинорастирателе.

Различают сушильные устройства для естественной и искусственной сушки сырца. В первом случае сырец высушивается атмосферным воздухом за счет солнечного тепла в летнее время, во втором – за счет тепла, получаемого от сгорания топлива. Преимущество искусственной сушки перед естественной в том, что она дает возможность заводам работать круглый год, а не только в течение летнего сезона. При этом не только улучшается использование технологического оборудования, но на заводе создаются постоянные кадры квалифицированных рабочих. Кроме того, искусственная сушка значительно менее трудоемка, чем естественная. Задача организованного процесса сушки состоит в подводе энергии (тепловой или электрической) к высушиваемому изделию с наименьшими потерями и в наименьшие сроки, допустимые для целостности изделия. Большинство современных кирпичных заводов оборудовано устройствами для искусственной сушки кирпича-сырца, которые по режиму работы подразделяются на сушилки периодического (камерные) и непрерывного (туннельные) действия. Сушилки непрерывного действия (туннельные)являются наиболее современным сушильным агрегатом в кирпичной промышленности. В туннельной сушилке кирпич-сырец, находящийся в вагонетках, в течение цикла сушки перемещается через весь туннель от одного его конца к другому. Срок сушки кирпича-сырца, изготовленного из пароувлажненной массы, сокращается примерно на 30%. Расход тепла на сушку кирпича-сырца в туннельных сушилках ниже, чем в камерных. Существенным преимуществом туннельных сушилок перед камерными является то, что туннельные могут быть оснащены аппаратурой, обеспечивающей автоматическое регулирование процесса сушки. Продолжительность процесса сушки и качество высушенного кирпича-сырца в значительной степени зависят от плотности и системы садки сырца на сушильных вагонетках. Необходимо обеспечить равномерность омывания теплоносителем сырца и получение надлежащей температуры и относительной влажности теплоносителя в различных частях сушилки. Недостаток туннельных сушилок в том, что в них наблюдается расслоение теплоносителя и более интенсивная сушка сырца на верхних полках. Устранение расслоения и равномерная сушка сырца по высоте туннеля достигаются перемешиванием теплоносителя в туннеле путем устройства воздушных завес за счет дополнительной подачи воздуха сверху в отдельных местах туннеля струйками с большой скоростью.

Завершающей стадией технологии всех изделий строительной керамики является их обжиг. При обжиге изделия окончательно формируется структура материала, т.е. происходит спекание керамики, в результате чего сырец из конгломерата слабосвязанных частиц превращается в достаточно твердое тело.

Строительные материалы и изделия обжигают в промышленных печах. Промышленной печью называют установку технологического назначения, в которой посредством теплового воздействия при относительно высоких температурах изменяется агрегатное состояние обрабатываемого материала, его химический состав либо его кристаллическая структура.

Многорядовые (по высоте) туннельные печи, применительно к обжигу стеновой керамики, обладают крупным недостатком – большим перепадом температур по высоте, достигающим в зоне подогрева 420 0С, который на участке максимальных температур уменьшается до 20-40 0С. борьба с этим перепадом осуществляется главным образом путем рециркуляционных потоков газов («завес»), нагнетаемых вентиляторами как в зоне подогрева, так и в зоне охлаждения на нескольких позициях по длине печного канала. Борьба эта не всегда успешна.

Второй недостаток – трудности настройки аэродинамического режима

Лучшие условия эксплуатации туннельных печей достигается при наличии давления или разряжения в зоне обжига порядка 0,1-0,3мм вод.ст. и не выше 1 мм вод.ст. во избежание выбивания горячих газов и «горения» и быстрого износа вагонеток.

Совершенствование конструкций туннельных печей с целью увеличения обжигаемой физической массы изделий (увеличение теплоемкости), совершенствование горелок для развития длины факела, а также полноты сжигания жидкого топлива, улучшение теплоизоляции пода – все это приводит к определенным успехам, но не исключает необходимости разработки и совершенствования конструкций печей для однорядного скоростного обжига.

В конструктивном отношении современные туннельные печи обладают некоторыми особенностями. Конструкция свода плоская, что упрощает постройку печи, позволяет расширить печной канал и обеспечить работу автомата – укладчика. Толщина кладки стен туннельных печей снижена до 0,5м., благодаря применению огнеупорных блоков 30-40% пористости, наружная поверхность стен покрыта дюралюминием с хорошей отражательной способностью. Поверх свода помещена теплоизоляция в виде вспученного вермикулита. Кладку пода (на вагонетках) осуществляют из крупных огнеупорных фасонных блоков, изготовленных из пористого (30-40%) корундомуллитового кордиеритового или дистенового огнеупора, обеспечивающего огнеупорность, теплоизоляцию и постоянство объема.

Наблюдается тенденция увеличения ширины туннельной печи, что возможно при переходе на более совершенный способ сжигания топлива с получение длинного факела горения и равномерным развитием температурного поля.

Обжиг кирпича производят в печах периодического и непрерывного действия. В кирпичной промышленности из печей периодического действия применяют преимущественно камерные печи. Из печей непрерывного действия применяют главным образом кольцевые и туннельные.

Периодические печи используют для обжига кирпича на заводах малой мощности. Загрузка и разгрузка этих печей производится при сравнительно высоких температурах, что обуславливает тяжелые условия труда обслуживающего персонала. Камерные печи или горны отличаются значительной трудоемкостью обслуживания, большой неравномерностью температур по высоте печи.

Для обжига кирпича широко применяют кольцевые печи, которые, несмотря на то, что они изобретены в 1858г., широко используются и в настоящее время. Они отличаются высокой тепловой экономичностью, возможностью использования низкосортных видов топлива, перехода с одного вида топлива на другое без каких-либо значительных переделок, высокой удельной и общей производительностью.

Весьма существенным недостатком кольцевых печей является то, что в рабочей зоне садки и выгрузки (выставки) кирпича очень высокая температура: например, в рабочей зоне выгрузки температура в летние месяцы достигает 800С и более. При этом садка и выгрузка кирпича производится вручную. На новых и реконструируемых кирпичных заводах строительство кольцевых печей не производится.

Туннельные печи имеют значительные преимущества перед печами периодического действия и кольцевыми печами. Садка кирпича-сырца на вагонетки туннельных печей и выгрузка обоженного кирпича с этих вагонеток производится вне печи, в нормальных температурных условиях, что значительно облегчает труд обслуживающего персонала и дает возможность механизировать трудоемкие процессы садки и выгрузки кирпича. В туннельных печах можно осуществить полную автоматизацию управления режимом обжига. К достоинствам туннельных печей относится и то, что у них температурный перепад в различных участках обжига незначителен.

# 3. Технологическая часть

## 

## 3.1 Ассортимент и характеристика выпускаемой продукции

Кирпич глиняный пластического прессования - наиболее распространённый стеновой керамический материал. Обычно заводы вместе с кирпичом выпускают эффективные и большеразмерные камни, кирпич и камни лицевые; к этой же группе материалов относится и кирпич полусухого прессования. Кирпич и камни по ГОСТ 530-95 изготовляют из глинистых и кремнезёмистых пород (трепела, диатомита), лёссов и промышленных отходов угледобычи, углеобогащения, а также зол, шламов с минеральными и органическими добавками или без них. Кирпич можно изготовлять полнотелым или пустотелым, а камни - только пустотелыми.

### 

### 3.1.1 Основные параметры и размеры

Кирпич и камни в зависимости от размеров подразделяются на виды, указанные в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид изделий | Длина | Ширина | Толщина |
| Кирпич | 250 | 120 | 65 |
| Кирпич утолщённый | 250 | 120 | 88 |
| Кирпич модульных размеров | 288 | 138 | 63 |
| Камень | 250 | 120 | 138 |
| Камень модульных размеров | 288 | 138 | 138 |
| Камень укрупнённый | 250 | 250 | 138 |
| Камни с горизонтальным расположением пустот | 250 | 250 | 120 |

По теплотехническим свойствам и плотности (объёмной массе) кирпич и камни в высушенном до постоянной массы состоянии подразделяются на три группы:

* эффективные, улучшающие теплотехнические свойства стен и позволяющие уменьшить их толщину по сравнению с толщиной стен, выполненных из обыкновенного кирпича. К этой группе относят кирпич плотностью не более1400 кг/м3 и камни плотностью не более 1450 кг/м3;
* условно эффективные, улучшающие теплотехнические свойства ограждающих конструкций. К этой группе относят кирпич плотностью свыше 1400 кг/м3 и камни плотностью свыше1450 и до 1600 кг/м3;
* обыкновенный кирпич плотностью свыше 1600 кг/м3.

Масса кирпича и камней должна удовлетворять требованиям ГОСТ 22951-78.

По прочности кирпич и камни подразделяют на марки 300,250, 200, 175, 150, 125, 100, 75.

По морозостойкости кирпич и камни подразделяются на марки Мрз 15, Мрз 25, Мрз 35 и Мрз 50.

### 

### 3.1.2 Технические требования

Кирпич и камни должны удовлетворять требованиям настоящего стандарта и изготовляться по технологическим регламентам, утверждённым в установленном порядке.

Предел прочности при сжатии и изгибе кирпича и предел прочности при сжатии камней по площади брутто (без вычета площади пустот) должны быть не менее значений, указанных в таблице 3.1.2.

Таблица 3.1.2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка кирпича и камней | Предел прочности, Мпа (кгс/см2) | | | | | | | |
| При сжатии | | При изгибе | | | | | |
| Для всех видов кирпича и камней | | Для полнотелого кирпича пластического формования | | Для полнотелого кирпича полусухого формования и пустотелого кирпича | | Для утолщённого кирпича | |
| Средний для 5 образцов | Наимень  ший для отдельного образца | Средний для 5 образцов | Наимень-ший для отдельного образца | Средний для 5 образцов | Наимень  ший для отдельного образца | Средний для 5 образцов | Наимень-ший для отдельного образца |
| 300 | 30(300) | 25(250) | 4,4(44) | 2,2(22) | 3,4(34) | 1,7(17) | 2,9(29) | 1,5(15) |
| 250 | 25(250) | 20(200) | 3,9(39) | 2,0(20) | 2,9(29) | 1,5(15) | 2,5(25) | 1,3(13) |
| 200 | 20(200) | 17,5(175) | 3,4(34) | 1,7(17) | 2,5(25) | 1,3(13) | 2,3(23) | 1,1(11) |
| 175 | 17,5(175) | 15(150) | 3,1(31) | 1,5(15) | 2,3(23) | 1,1(11) | 2,1(21) | 1,0(10) |
| 150 | 15(150) | 12,5(125) | 2,8(28) | 1,4(14) | 2,1(21) | 1,0(10) | 1,8(18) | 0,9(9) |
| 125 | 12,5(125) | 10(100) | 2,5(25) | 1,2(12) | 1,9(19) | 0,9(9) | 1,6(16) | 0,8(8) |
| 100 | 10(100) | 7,5(75) | 2,2(22) | 1,1(11) | 1,6(16) | 0,8(8) | 1,4(14) | 0,7(7) |
| 75 | 7,5(75) | 5(50) | 1,8(18) | 0,9(9) | 1,4(14) | 0,7(7) | 1,2(12) | 0,6(6) |
| Для кирпича и камней с горизонтальным расположением пустот | | | | | | | | |
| 50 | 5(50) | 3,5(35) | - | - | - | - | - | - |
| 35 | 3,5(35) | 2,5(25) | - | - | - | - | - | - |
| 25 | 2,5(25) | 1,5(15) | - | - | - | - | - | - |

Кирпич и камни керамические имеют форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми рёбрами и углами и ровными гранями на лицевых поверхностях. Поверхность граней может быть рифлёной. Допускается изготовление кирпича и камней с закруглёнными углами радиусом закругления до 15 мм. Пустоты в кирпиче и камнях должны располагаться перпендикулярно или параллельно постели и могут быть сквозными и несквозными. Размер сквозных цилиндрических пустот по наименьшему диаметру должен быть не более 16 мм, ширина щелевидных пустот - не более 12 мм. Диаметр несквозных пустот не регламентируется. Размер горизонтальных пустот не регламентируется. Толщина наружных стенок кирпича и камней должна быть не менее 12 мм.

Отклонения от установленных размеров и показателей внешнего вида кирпича и камней не должны превышать на одном изделии следующих значений:

1. Отклонение от размеров, мм:
   * по длине \_\_\_\_\_\_\_\_ ±7
   * по ширине \_\_\_\_\_\_\_\_ ±5
   * по толщине:

кирпича \_\_\_\_\_\_\_\_ ±3

камня \_\_\_\_\_\_\_\_ ±4

1. Непрямолинейность ребер и граней кирпича и камней, мм, не более:

* по постели \_\_\_\_\_\_\_\_ 4
* по ложку \_\_\_\_\_\_\_\_ 6

1. Отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм, шт.\_\_\_\_\_\_\_2
2. Отбитости и притупленности ребер, не доходящие до пустот, глубиной более 5 мм, длиной по ребру от 10 до 15 мм, шт.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2
3. Трещины протяжённостью по постели полнотелого кирпича до 30 мм, пустотелых изделий не более, чем до первого ряда пустот (на кирпиче- на всю толщину, на камнях- на ½ ложковой или тычковой граней), шт.

* на ложковых гранях\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_1
* на тычковых гранях\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_1

Общее количество кирпича и камней с отбитостями, превышающими допускаемые, не должно быть более 5%. Количество половняка в партии не должно быть более 5%.

Половняком считают изделия, состоящие из парных половинок или имеющие трещины протяжённостью по постели полнотелого кирпича более 30 мм, пустотелых изделий - более чем до первого ряда пустот (на кирпиче на всю толщину, на камнях на ½ ложковых или тычковых граней).

Недожог и пережог кирпича и камней являются браком; поставка таких изделий потребителю не допускается.

Известковые включения (дутики), вызывающие после испытания разрушение изделий или отколы на их поверхности размером по наибольшему измерению от 5 до 10 мм в количестве более трёх, не допускаются.

Водопоглощение кирпича и камней, высушенных до постоянной массы, должно быть для полнотелого кирпича не менее 8%, для пустотелых изделий - не менее 6%.

Кирпич и камни в насыщенном водой состоянии должны выдерживать без каких-либо признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание) не менее 15, 25, 35, и 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания, в зависимости от марки по морозостойкости.

Кирпич и камни высшей категории качества должны удовлетворять требованиям:

* пустотелые должны быть эффективными или условно эффективными и иметь марку по прочности не менее 100;
* полнотелый кирпич должен иметь марку по прочности не менее 150;
* морозостойкость изделий должна быть не менее Мрз 25;
* общее количество кирпича и камней с отбитостями, превышающими допускаемые, не должно быть более 3%.

В данном дипломном проекте расчеты проводят, принимая к выпуску кирпич керамический полнотелый с размерами:

* длина 250 ± 5 мм;
* ширина 120 ± 4 мм;
* толщина 65 ± 13 мм.

Рис. 3.1.2.1

Кирпич применяется в строительстве для кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений, а также для изготовления стеновых панелей и блоков.

## 3.2 Выбор сырьевой базы и энергоносителей

Кирпич изготовляют из чистых глин либо из глин с добавкой непластичных материалов. В ряде случаев в состав шихты вводят выгорающие добавки.

Основным сырьём для производства кирпича являются легкоплавкие глины - горные землистые породы, способные при затворении водой образовывать пластическое тесто, превращающееся после обжига при 800- 10000С в камнеподобный материал.

Легкоплавкие глины относятся к остаточным и осадочным породам. Для производства кирпича наибольшее применение нашли элювиальные, ледниково-моренные, гумидные, аллювиальные, морские и некоторые другие глины и суглинки.

Для определения возможности использования глин и суглинков для производства стеновых материалов необходимо знать их зерновой, химический и минералогический состав, пластичность и технологические свойства.

Наиболее ценной для производства кирпича является глинистая фракция, содержание которой не должно быть менее 20%.

Очень важно для характеристики глины содержание в ней глинозёма Аl2O3, повышающего технологические свойства сырья: в легкоплавких глинах оно колеблется в пределах от 10 до 15%.

Содержание кремнезёма SiO2 колеблется в пределах от 60 до 75%. В глинах часть кремнезёма находится в связанном виде в глинообразующих минералах и в несвязанном виде как примесь, обладающая свойством отощающих материалов.

Кальций содержится в глинах в виде карбонатов и сульфатов, а магний - в виде доломита. В некоторых сортах глин наличие кальция и магния в пересчете на их окислы (CaO и MgO) достигает 25%, но, как правило, общее их содержание не превышает 5-10%. Обычно соединения кальция и магния отрицательно влияют на спекаемость и прочность керамических изделий. При наличии в глинистых породах свыше 20% карбонатных примесей они не могут использоваться без соответствующей обработки или обогащения. Окислы железа, титана, марганца и других металлов содержатся в глинах в количестве до 10-12% и оказывают существенное влияние на целый ряд важнейших свойств керамических изделий. Наибольшее влияние оказывают окислы железа, находящиеся в глине в виде окиси Fe2O3 и гидроокиси Fe(OH)3 и окислы марганца MnO2. Они улучшают спекаемость изделий и придают им окраску.

Калий и натрий входят в глины в виде щелочных оксидов, содержание которых находится в пределах 3,5-5%.

Сера присутствует в глинах в различных соединениях, ее содержание не оказывает на качество стеновых керамических изделий.

Органические вещества обычно содержатся в глинах в количестве от 5-10%. При обжиге изделий они выгорают, увеличивая пористость черепка. В зависимости от содержания в глине органических веществ, воды и карбонатов (CaCO3, MgCO3) находится показатель потерь при прокаливании.

Таблица 3.2.1

Примерный химический состав кирпичных глин и суглинков, %.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | Na2O+K2O |
| 60-75 | 10-15 | 2-12 | 2-15 | 1-6 | 2-6 |

Глинообразующие минералы, определяющие основные свойства глин, представляют собой в основном гидросиликаты алюминия, содержащие кремнезем и оксиды железа, а также сульфаты, карбонаты и растворимые в воде соли различных металлов.

Наиболее важным свойством глины является ее пластичность, т.е. способность при добавлении к ней воды образовывать тесто, которое под воздействием внешних усилий может принимать любую форму и сохранять ее после прекращений действия внешних усилий.

В качестве непластичных материалов применяют крупнозернистый песок, шлак, дегидратированную глину, шамот (бой изделий), в качестве выгорающих добавок – молотый уголь, торф и опилки. Также используют добавки, улучшающие природные свойства глины.

### 3.2.1 Характеристика сырья

В проектируемом участке для производства керамического кирпича в качестве основного компонента используем глину кыштырлинского месторождения. Данная глина является среднепластичной, среднедисперсной, среднечувствительной к сушке, полукислой со средним содержанием крупных включений.

Таблица 3.2.1.

Химический состав глины, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SiO2 | Al2O3 | TiO2 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | Na2O+K2O | п.п.п. |
| 58,65 | 19,16 | 1,22 | 9,16 | 1,28 | 1,28 | 0,10 | 2,66 | 6,94 |

Карьерная влажность глины – не более 21%.

Число пластичности – 20.

Коэффициент чувствительности к сушке – 1,55.

Общая усадка – 11,4%.

Воздушная усадка – 7%.

Так как глина среднепластичная и среднечувствительная к сушке, необходим ввод корректирующих добавок, уменьшающих пластичность, коэффициент усадки и коэффициент чувствительности к сушке. Поскольку глина обеспечивает высокую прочность кирпича, рекомендуется ввод корректирующей добавки – древесных опилок. Древесные опилки продольной резки очень эффективно уменьшают пластичность глины на стадии формования, увеличивают прочность сырца и полуфабриката после сушки, армируя массу своими волокнами, уменьшают коэффициент усадки к сушке, т. к. улучшают влагоотдачу и уменьшают воздушную усадку. В процессе обжига они играют роль выгорающей добавки, тем самым обеспечивают равномерный прогрев изделий по садке и увеличивает пористость готовых изделий. Увеличение пористости уменьшает массу кирпича, увеличивает тепло- и звукоизоляционные свойства и, естественно, несколько уменьшает прочность готовых изделий.

В качестве выгорающей добавки используются древесные опилки (ТУ-313-64). Влажность опила – не более 30%, гранулометрический состав: содержание фракции более 5 мм не допускается; от 1 до 5 мм – 85%; менее 1 мм – 15%.

В качестве отощающей добавки используется шамот (отходы собственного производства, половняк-бой). Влажность шамота – 5-9%. Гранулометрический состав: крупность зёрен от 1 до 5 мм – 85%; менее 1 м – 15%. Содержание фракций более 5 мм не допускается. Ввод шамота способствует уменьшению пластичности на стадии формования, уменьшению коэффициента усадки на стадии сушки, и в итоге увеличению прочности изделия.

### 3.2.2 Характеристика топлива

Газообразное топливо отличается от жидкого и твердого рядом преимуществ, важнейшими из которых являются: легкое, удобное регулирование процесса горения и возможность полной механизации и автоматизации его, простота топливного хозяйства и оборудования; отсутствие золы при сжигании; лучшие санитарно-гигиенические условия труда, обслуживающего персонала.

В состав газообразного топлива входят горючая часть и балласт. Горючая часть представляет собой механическую смесь простейших горючих газов, таких как водород, метан, пропан, бутан и других газообразных углеводородов. Балластом являются негорючие газы, в том числе углекислый газ СО2 , азот N2 и кислород О2. При добыче газа в его составе имеются также водяные пары, смолистые вещества, минеральная пыль. Однако перед подачей газа потребителям его очищают, в результате чего содержание примесей сводится к минимуму.

В качестве топлива при проектировании будем использовать природный газ Березовского месторождения Тюменской области.

Таблица 3.2.2

Химический состав газа Березовского месторождения, % (об.)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CH4 | C2H6 | C3H8 | C4H10 | C5H12 | CO2 | N2 |
| 95,1 | 1,1 | 0,3 | 0,03 | 0,02 | 0,4 | 3,05 |

## 3.3 Обоснование состава композиции

В производстве керамического кирпича используется глина кыштырменского месторождения, она составляет основную часть шихты- 2,0 м3 на 1000 шт. кирпича. Поскольку эта глина имеет число пластичности 20 и является среднечувствительной к сушке, необходим ввод добавок. Для уменьшения чувствительности к сушке вводится выгорающая добавка (опилки древесные) - 0,27 м3 на 1000 шт. кирпича. Для уменьшения числа пластичности глины вводится отощающая добавка (шамот)- 0,2 м3 на 1000 шт. кирпича. В качестве шамота используется бой и брак изделий, что позволяет не только уменьшить число пластичности глины, но и утилизировать отходы производства.

Состав шихты:

Глина – 81% (об.)

Опилки – 11% (об.)

Шамот – 8% (об.)

## 3.4 Технологическая схема проектируемого производства

Схема 5.1.

**Глина (W=21%)**

**Древесные опилки (W=30%)**

**Бой и брак изделий (W=9%)**

Добыча

(многоковшовый экскаватор)

Транспортировка (автотранспорт)

Хранение

(бункер)

Транспортировка (автотранспорт)

Дозировка

(ленточный питатель)

Прием и хранение (бункер)

Хранение

(глинозапасник)

Дозирование (ленточный питатель)

Транспортировка

(ленточный конвейер)

Приемка и рыхление (глинорыхлитель)

Дробление и помол (щековая дробилка)

Транспортировка (элеватор)

Дозирование

(ящичный питатель)

В отвал

*≥ 5 мм*

Транспортировка

(ленточный конвейер)

Просев

(сито-бурат)

*≤ 5 мм*

Дробление

(молотковая дробилка)

Транспортировка (элеватор)

Просев

(сито-бурат)

Хранение

(бункер запаса)

*≥ 5 мм*

*≤ 5 мм*

Хранение

(бункер запаса)

Дозирование

(ленточный питатель)

ортировка (автотранспорт)

Дозирование

(ленточный питатель)

Транспортировка и смешение компонентов (ленточный конвейер)

Электромагнитная сепарация (подвесной электромагнит)

1

Схема 5.1 Продолжение

1

Камни в отвал

Камневыделение (камневыделительные вальцы, зазор между вальцами не более 16мм по впадинам, 4мм по выступам)

Транспортировка (ленточный конвейер)

Измельчение и перемешивание (бегуны мокрого помола, зазор между катками и плитами не более 5-8мм)

Транспортировка (ленточный конвейер)

Помол (вальцы с гладкими валками, зазор 5-10 мм)

**ПАР**

Перемешивание шихты с пароувлажнением (глиносмеситель с фильтрующей решёткой, зазор между лопастями и корпусом не более 6-10мм)

Транспортировка (ленточный конвейер)

Вылеживание (шихтозапасник, 7-10 дней, 2 многоковшовых экскаватора)

Дозирование (ящичный питатель)

Промин и измельчение (вальцы тонкого помола, зазор между вальцами не боле 2,5мм)

Транспортировка (ленточный конвейер)

**ПАР**

Перемешивание и пароувлажнение (лопастной двухвальный смеситель, зазор между лопастями и корпусом не более 6-10мм)

1

1

Транспортировка (ленточный конвейер)

Формование бруса (ленточный вакуумный пресс)

Транспортировка обожженного кирпича из печи (электропередаточная тележка)

Воздух

Газ

Обжиг (туннельная печь, 1000оС)

Съем с сушильных вагонеток и садка на обжиговые вагонетки (автомат-перекладчик)

Транспортировка высушенного кирпича из сушила (электропередаточная тележка)

Укладка кирпича-сырца на сушильные вагонетки (автомат-укладчик)

Отработанный теплоноситель в атмосферу

Сушка кирпича-сырца (туннельное сушило)

Транспортировка сушильных вагонеток (электропередаточная тележка)

Отбор кирпича-сырца (горизонтальный ленточный конвейер)

Резка кирпича-сырца (струнный резательный автомат)

Брак формования

Горячий воздух из туннельной печи

Газ

Дымовые газы в атмосферу

Горячий воздух на сушку

Воздух из цеха

Выгрузка кирпича (выставочная площадка, козловой кран, поддоны деревянные, автопогрузчик)

Бой и брак изделий на переработку

Сортировка

Отгрузка потребителю

**Описание технологической схемы.**

Глину добывают на карьере многоковшовым экскаватором и автотранспортом отвозят на хранение в глинозапасник завода. Из глинозапасника глина подается в бункер глинорыхлителя, а после рыхления направляется на дозирование, осуществляемое ящичным питателем.

Древесные опилки привозят автотранспортом, хранят в бункере, откуда подают на просеивание на сито-бурат. Частицы размером более 5 мм удаляют в отвал. После просеивания по элеватору опилки отправляют на хранение в бункер запаса, откуда они подаются на дозирование, осуществляемое ленточным питателем.

Брак обжига из бункера хранения дозируют, подают в щековую дробилку и дробят. Далее измельченный шамот транспортируют ленточным конвейером и элеватором на измельчение в молотковую дробилку. После измельчения в молотковой дробилке шамот просеивают на виброгрохоте. Фракцию с размером частиц более 5 мм отправляют на домол, а фракцию с размером частиц менее 5 мм отправляют на хранение в бункер запаса. Из бункера шамот подается на дозирование, осуществляемое ленточным питателем.

Смешение компонентов (глина, опилки, шамот) осуществляют на ленточном конвейере. Данная смесь поступает в камневыделительные вальцы для удаления каменистых включений, после чего она транспортируется на измельчение и перемешивание в бегуны мокрого помола. Далее шихта поступает на помол в вальцы с гладкими валками.

После помола шихта отправляется на перемешивание с пароувлажнением в глиносмеситель с фильтрующей решёткой, которая служит для удаления из глины остатков растительного происхождения. Переработанную массу отправляют на вылеживание в течение 7-10 дней в шихтозапасник. Здесь происходят различные физико-химические процессы, и свойства формовочной массы меняются. Масса усредняется по влажности, но также происходит её тиксотропное упрочнение. Такую массу нельзя подавать сразу на формование.

Поэтому вылежавшуюся шихту многоковшовыми экскаваторами подают по ленточному конвейеру на промин и измельчение в вальцы тонкого помола. После чего шихта вновь поступает по ленточному конвейеру на перемешивание и пароувлажнение в лопастной двухвальный смеситель.

Готовую шихту транспортируют ленточным конвейером на формование бруса. Для формования используется ленточный вакуумный пресс. Вакуумированию массу подвергают для улучшения ее формовочных свойств. Обезвоздушивание глиняной массы способствует более прочному сцеплению глиняных частиц между собой. При удалении воздуха из глиняной массы ее пластичность значительно повышается. После вакуумирования влажность керамической массы снижается на 2-3%, а, следовательно, уменьшается воздушная усадка.

Формованный глиняный брус разрезается на отдельные кирпичи струнным резательным автоматом, затем сырец укладывается на рамки, которые подаются к горизонтальному ленточному конвейеру. Далее автомат-укладчик укладывает кирпич-сырец на сушильные вагонетки, транспортировка которых осуществляется с помощью электропередаточной тележки. Свежесформованный сырец надо транспортировать осторожно во избежание его деформации. Кроме того, надо стремиться к наиболее рациональной укладке изделий в сушилке.

Кирпич-сырец поступает на сушку в туннельное сушило. Для сушки используется горячий воздух из туннельной печи, атмосферный воздух и рециркулят, а также дымовые газы из топки. Отработанный теплоноситель после очистки поступает в атмосферу. Для нормального протекания процесса сушки сырца, т. е. для того, чтобы изделия высыхали с максимальной равномерностью и без деформаций при минимальном расходе топлива и в минимальный срок, необходимо создать условия для интенсивной влагоотдачи с единицы поверхности изделия. Нижнюю часть садки на вагонетке выполняют более разреженной для выравнивания условий сушки на высоте туннеля.

После завершения процесса сушки с помощью электропередаточной тележки осуществляется транспортировка высушенного кирпича из сушила. Сушильные вагонетки поступаю к автомату-перекладчику, который осуществляет садку полуфабриката на обжиговые вагонетки для последующего обжига в печи.

Обжиг проводят в туннельной печи при температуре 1000оС. В качестве теплоносителя используются продукты сгорания газа. При обжиге за счет удаления влаги и сближения в результате этого частиц, вследствие фазовых и химических превращений, частичного получения жидкой фазы протекают структурообразующие процессы. Из печи забирается горячий воздух на сушку в туннельное сушило, а отработанные дымовые газы после очистки выбрасываются в атмосферу.

Из печи обожженный кирпич транспортируется при помощи электропередаточной тележки на выставочную площадку, оборудованную мостовым краном. Пакеты кирпича сгружаются с помощью крана на выставочную площадку. Затем производится сортировка кирпича и садка его на европоддоны. Изделия соответствующего качества на поддонах с помощью электропогрузчика отгружаются потребителю согласно графика, а бой и брак изделий отправляется на переработку в производство.

## 

## 3.5 Теоретические основы технологических процессов цеха формования, сушки, обжига

При производстве керамического кирпича основным материалом является глина – пластичный материал. Глина представляет собой горную породу, состоящую преимущественно из глинообразующих минералов – слоистых алюмосиликатов. Они отличаются большим сродством к воде и могут давать в ней тончайшие взвеси вплоть до коллоидных, не меняя своей основы. В техническом аспекте глина – землистая горная порода, способная при затворении водой образовывать пластичное тесто, которое после сушки обладает некоторой прочностью, а после обжига приобретает камнеподобные свойства.

Вещественный состав глины представлен глинистым веществом и примесями. Истинно глинистое вещество – наиболее дисперсная часть породы, оно состоит из комплекса глинообразующих минералов, придающих глине пластичность. Таких минералов сравнительно немного, и они довольно хорошо изучены. Все глинистые минералы обладают типичной слоистой структурой, похожей на структуру слюды. При смешивании глины с водой последняя входит в межслоевые пространства глинистого минерала, и его слои получают возможность сдвигаться один относительно другого по водяной пленке и закрепляться в новом положении. Такая способность минералов объясняет важнейшее свойство глины – ее пластичность.

**Формование.**

Пластичность глин предопределяет наличие специфических деформационных свойств — малой вязкости и достаточно высокого предела текучести. На кривой зависимости вязкости и скорости деформации пластичной массы от напряжения сдвига (рис. 3.5.1) выделяют условный статический предел текучести РК1, ниже которого деформации не происходит.

Между PК1 и условной границей практически неразрушенной структуры Рr масса течет с весьма малой скоростью. Ее течение характеризуется максимальной пластической вязкостью η0\*

dε/dτ=(l/ η0\*)(σ- PК1),

где dε/dτ — скорость деформации; σ— касательное напряжение.

Выше значения Рr вязкость определяется динамическим равновесием между числом разрушенных и восстановленных коагуляционных контактов в системе. При напряжениях выше условного динамического предела текучести РК2 течение происходит с наименьшей пластической вязкостью ηm\*

dε/dτ=(l/ ηm\*)(σ- PК2).

При напряжениях, превышающих условную предельную границу разрушенной структуры Рпр, вязкость становится постоянной и имеет наименьшее значение ηm.

Кроме показателей пластической вязкости, остающихся постоянными в достаточно широком интервале действующих напряжений, течение массы описывают структурной (истинной, эффективной) вязкостью η\*, значения которой изменяются от вязкости предельно разрушенной структуры η0 до вязкости предельно разрушенной структуры ηm.

Для описания течения систем, подобных пластичной массе, иногда используют зависимость

σ- РК, = η (dε/dτ)n,

где PК — предел текучести; n — показатель или индекс течения.

Показатель n характеризует форму кривой течения. Для тиксотропных систем n<1. При n>1 системы относятся к дилатантным, скорость течения которых падает с ростом действующего напряжения.

При малых скоростях деформирования в области, близкой к условному статическому пределу текучести PК1, заметную роль в деформации пластичной массы играют обратимые (упругие и замедленные) деформации. Зависимость общей деформации от напряжения и времени представлена на рис. 3.20 и имеет вид

ε=ε1+ε2+ε3=σ/Е1+(σ/Е2)\*[1-ехр(-Е2τ/η0\*)]+(1/η0\*)\*(σ-РК)\*τ, (3.36)

гдеε1 и ε2 - быстраяи замедленная обратимые деформации;

ε3 - пластическая деформация; ηm - пластическая вязкость;

σ - напряжение; τ - время; е1 и E2 — модули быстрой и замедленной обратимой деформации.

Пригодность массы для формования оценивают соотношением отдельных видов деформаций. Для этого используют предложенную С.П. Нечипоренко диаграмму (рис. 3.5.3), разделеннуюнашесть областей, соответствующих шести структурно-механическим типам. Лучшими формовочными свойствами обладают массы с преимущественным развитием замедленных обратимых деформаций (I и II структурно-механические типы).

С той же целью используют критерии, характеризующие соотношения между различными видами деформации: суммарный модуль деформации Em=E1Е2/(Е1+Е2); эластичность λ=E1/(E1+E2); период релаксации θ=η0\*/(E1+E2); пластичность по Воларовичу Пл=РК1/η0\*.

Другим показателем формовочных свойств масс является соотношение между внешним и внутренним трением. Считают, что формование возможно, если внутреннее трение массы (когезия) больше, чем трение о формующий орган машины (аутогезия). Для оценки формовочных свойств используют коэффициенты внутреннего трения и сцепления массы. Из уравнения Кулона-Мора (3.37) следует, что сопротивлением массы σПР сдвигу а определяется коэффициентом внутреннего трения f, сцеплением С и действующим сжимающим напряжением σ:

σПР= σf + С. (3.5.2)

Основные свойства пластичной формовочной массы зависят от минерального состава, формы и размеров частиц твердой фазы, вида и количества временной технологической связки, интенсивности образования гидратных слоев на поверхностях частиц. С увеличением содержания жидкой фазы коэффициент внутреннего трения растет, проходя через максимум. Другие показатели уменьшаются монотонно, но с разной интенсивностью. Это позволяет для каждой массы выбрать оптимальное значение формовочной влажности. Лучшие формовочные свойства имеет масса с максимально развитыми слоями физически связанной воды при минимальном содержании свободной воды в системе.

Возрастание дисперсности твердой фазы увеличивает количество контактов между частицами в единице объема и прочность. Одновременно растут оптимальная формовочная влажность, предел текучести, вязкость, модули деформации, коэффициент внутреннего трения и связность массы, повышается пластичность.

Чрезмерное повышение дисперсности увеличивает усадки в сушке и обжиге, поэтому оптимальный зерновой состав должен обеспечивать создание каркаса из сравнительно крупных зерен для повышения предела текучести и уменьшения усадок. Введение электролитов снижает формовочную влажность.

Пластическое формование осуществляют тремя способами:

выдавливанием, допрессовкой и раскаткой. Во всех случаях механические напряжения не превышают 1—30 МПа, масса содержит 30—60% жидкости по объему. Заготовка сохраняет форму благодаря наличию предела текучести.

Важнейшей задачей при пластическом формовании является подбор оптимальной формовочной влажности. Для оценки формовочной влажности WФ по П.А. Ребиндеру используют зависимость пластической прочности структуры Рm, от влажности Wабc (рис. 3.5.4).

Пластической прочностью называют механическое напряжение, которое способна выдерживать масса без нарушения сплошности. Считают, что формовочной влажности соответствует точка перехода зависимости Рm - влажность от прямолинейного участка. В заводской практике формования на вакуумных прессах ведут обычно при влажности на 1—3% меньше.

Чем сложнее форма изделия, тем при более высокой влажности проводят формование. Для его облегчения иногда в массы добавляют высокопластичные монтмориллонитовые глины.

Выдавливание является окончательной операцией формования изделий грубой строительной керамики (кирпич, канализационные трубы) и промежуточным этапом переработки пластичной тонкокерамической массы перед раскаткой и допрессовкой. Выдавливание может быть горизонтальным и вертикальным. Его осуществляют на шнековых вакуумных прессах, реже используют поршневые прессы. В шнековом прессе при движении массы возникает сложное объемно-напряженное состояние. Лопасти шнека сообщают массе поступательное и вращательное движение, а стенки корпуса пресса замедляют перемещение массы в прилегающим к ним слоям. По мере продвижения массы к головке пресса ее вращение замедляется, но периферийные слои движутся с большей скоростью. Окончательно уплотняет массу последний виток шнека. Он выжимает массу из цилиндра в головку пресса с различными по сечению скоростями, сообщая ей частичное вращение.

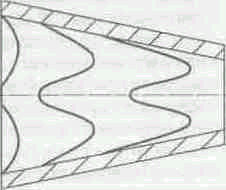
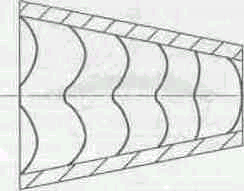


Рис. 3.5.5 Распределение скоростей течения пластической (а) и тощей (б) масс в головке шнекового пресса.

Шнековые (ленточные) вакуумные прессы имеют высокую производительность и являются агрегатами непрерывного действия, однако требуют «мягких» масс. В заготовке могут возникать дефекты, связанные с неравномерным движением массы.

Под действием бокового давления линейная скорость массы у стенки меньше, а окружная выше, чем в центре. В массе образуются два параболоидальных потока, скорости которых в мундштуке постепенно выравниваются. Более пластичные массы характеризуются большим градиентом скоростей по сравнению с жесткими (рис. 3.5.5). Для снижения неравномерности течения используют шнеки с переменным шагом винта и двухзаходной выпорной лопастью. Крупнозернистые включения снижают склонность массы к расслаиванию.

Выдавливание сопровождается образованием анизотропной структуры масс, так как пластинчатые частицы глины ориентируются своей тонкой гранью в направлении максимальной скорости течения. Анизотропия проявляется в неравномерной усадке и различной прочности образцов в разных направлениях.

При неблагоприятных условиях возможно появление дефектов. S-образные трещины образуются при нарушении сплошности массы из-за разной продольной и окружной скорости ее течения. Уменьшение скорости течения в углах или на поверхности кернов для слабосвязанных масс приводит к образованию «драконова зуба» и «малых надрезов».

Дефекты устраняют подбором размеров головки пресса и мундштука (отношение длины к диаметру должно быть не менее 4, увеличиваясь для сильно пластичных и жестких масс), конусности мундштука, смазкой головки и мундштука. Эффективно применение вибрирующих головок или вставок и ультразвуковое разжижение масс.

**Сушка.**

Процесс сушки керамических изделий представляет собой превращение содержащейся в них воды из жидкого состояния в парообразное и последующее удаление ее в окружающую среду. При этом необходимым условием сушки является наличие внешнего источника тепла, нагревающего изделия. Наиболее ответственной является сушка высоковлажного полуфабриката изделий хозяйственной и строительной керамики, изготовленного пластическим формованием.

Находящаяся в керамических массах и изделиях вода делится на физическую и химически связанную.

Физической называется та часть воды материала, которая не входит ни в какие соединения с ним. Физическая вода находится в изделии в жидком или парообразном состоянии и может быть удалена полностью при нагреве материала до 100—110°С. При этом керамическая масса становится непластичной, но с добавлением воды пластические свойства массы восстанавливаются.

Химически связанной водой называется вода, находящаяся в химическом соединении с отдельными элементами керамической массы, так например: Аl2Оз∙2SiO2∙nH20; Са(ОН)2 и др. Удаление химически связанной воды происходит при более высоких температурах - от 500° и выше. При этом керамическая масса безвозвратно теряет свои пластические свойства.

При сушке изменяется от коагуляционных к конденсационным природа контактов между частицами твердой фазы за счет удаления механически и физико-химически связанной воды. Химически связанная вода в сушке не удаляется.

Простейшим видом сушки является сушка изделий на воздухе, когда испарение влаги из материала происходит за счет тепловой энергии солнца. В настоящее время сушка изделий осуществляется за счет тепла, получаемого от специальных установок.

Анализируя процессы, происходящие при сушке материалов, необходимо отметить следующее:

1) содержащаяся в материале вода при температуре 80—90оС испаряется. В этом случае имеет место поверхностное испарение или так называемая внешняя диффузия влаги;

2) при испарении влаги с поверхности материала в окружающую среду влага из внутренних слоев изделия перемещается к его поверхности. Происходит так называемая внутренняя диффузия влаги.

Если в процессе сушки замерять температуры материала и окружающей среды, то обнаруживается, что температура изделия ниже температуры воздуха. Следовательно, во время сушки поверхность твердого тела, имеющего относительно низкую температуру, соприкасается с газом, нагретым до более высокой температуры. Между ними происходит теплообмен. Поэтому процесс сушки можно рассматривать как комплекс параллельно протекающих явлений:

а) испарения влаги с поверхности материала;

б) внутренних перемещений (диффузии) влаги в материале;

в) теплообмена между материалом и окружающей газообразной I средой.

При испарении влаги с поверхности изделий влажность поверхностных слоев по сравнению с внутренними слоями уменьшается и возникает так называемый перепад (градиент) влажности.

Внешним показателем процесса сушки является изменение веса материала во времени. Графическое изображение зависимости влажности материала от длительности сушки носит название кривой сушки. Характер кривой определяется влажностью и размерами изделия, способом его формования, а также температурой, влажностью и скоростью теплоносителя. Совокупность указанных факторов определяет режим сушки. Режимом сушки называется изменение интенсивности влагоотдачи изделия путем изменения температуры, относительной влажности и скорости движения теплоносителя.

Изменение режима сушки вызывает изменение интенсивности влагоотдачи изделия, которая определяется количеством влаги, испаряемой с единицы поверхности высушиваемого изделия в единицу времени.

Интенсивность влагоотдачи измеряется в граммах на 1 м2 в час.

Режим сушки регулируют, изменяя температуру или количество теплоносителя, подаваемого в сушилку.

Сушка зависит от параметров окружающей среды (температуры, влажности и скорости движения теплоносителя), формы связи влаги с материалом, состава, структуры, влажности и температуры полуфабриката.

Различают кинетику сушки (изменение средних значений влажности и температуры заготовки во времени) и ее динамику (изменение влажности и температуры в каждой точке заготовки). Распределение меняющихся во времени полей влажности и температуры в объеме изделия определяет возможность появления опасных напряжений и брака.

Если сушку проводят при малых перепадах температуры между полуфабрикатом и средой, малых скоростях и высокой влажности теплоносителя, то влажность полуфабриката медленно уменьшается от исходной w0, а температура повышается до температуры мокрого термометра tМ. Центр заготовки прогревается медленнее, чем поверхность (рис. 3.5.6). Это период прогрева полуфабриката.

На втором этапе (период постоянной скорости сушки) влажность заготовки меняется по линейному закону при постоянной температуре.

После достижения критической влажности Wкp температура поверхности заготовки увеличивается, приближаясь к температуре сухого термометра tСУХ, скорость сушки уменьшается, а влажность асимптоматически приближается к равновесной Wp. Температура в объеме полуфабриката растет медленнее, чем на поверхности. Этот период называется периодом падающей скорости сушки. Величина критической влажности Wкp зависит от скорости сушки, размеров и строения полуфабриката. Равновесная влажность Wp зависит от температуры и влажности в помещении. Сушить полуфабрикат до влажности меньше Wp нецелесообразно. Обычно отформованные заготовки сушат до влажности 2-3%, а кусковую глину - до 8-12%.

При сушке испарение воды происходит диффузионным путем. Движущей силой является разность парциальных давлений пара у поверхности и в объеме теплоносителя. Уменьшение влажностивовнешних слоях заготовки сопровождается появлением градиента влажности в ее объеме, что вызывает диффузию капельножидкой воды из объема заготовки к поверхности.

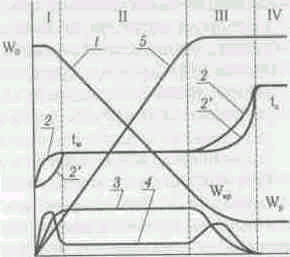


Рис. 3.5.6 Диаграмма сушки полуфабриката: I – период подогрева; II – период постоянной скорости сушки; III – период падающей скорости сушки; IV – гигроскопическое состояние; 1 – влажность; 2,2`- температура поверхности и центра; 3 – скорость сушки; 4 – градиент температуры; 5 – усадка.

При наличии градиента температуры на процесс влагопроводности накладывается процесс термовлагопроводностни: вода стремится переместиться в области с меньшей температурой. Термовлагопроводность связана с уменьшением поверхностного натяжения и вязкости воды при повышении температуры и движением пузырьков воздуха в капиллярах. При интенсивном подводе теплоты возможно испарение влаги в глубинных слоях заготовки и удалении воды по механизму паропроводности. Движущей силой процесса является перепад давления водяного пара.

Общий поток влаги в объеме материала или заготовки можно описать дифференциальным уравнением:

j= -Кρ (∂W/∂х) ± Кρδ (∂t/∂х) - Dρ(∂Р/∂х), (3.5.3)

где j- плотность потока влаги, равная количеству воды, проходящей через единичную площадь в единицу времени, кг/м2\*с;

К - коэффициент влагопроводности, м2/с; δ - термоградиентный коэффициент, 1/К; D - коэффициент молекулярной диффузии пара, м2/Па\*с; ρ- кажущаяся плотность твердой фазы, кг/м3; ∂W/∂x, ∂t/∂х, ∂Р/∂х - градиенты влажности, температуры и давления в объеме материала.

Коэффициент влагопроводности К зависит от структуры, влажности и температуры материала и увеличивается с ростом размера капилляров и частиц твердой фазы. Термоградиентный коэффициент δ зависит от влажности и имеет максимальное значение при критической влажности. Коэффициент молекулярной диффузии пара D увеличивается при повышении влажности и температуры.

Интенсивность сушки может быть повышена несколькими способами или их комбинацией:

- совмещением направления процессов влагопроводности и термовлагопроводностни при увеличении температуры заготовки по сравнению с температурой окружающей среды (теплоносителя); этот способ используют при сушке полых изделий (электроизоляторов, тиглей), помещая нагреватели во внутреннюю полость заготовки.

- увеличением коэффициента влагопроводности путем повышения пористости заготовки и размеров частиц твердой фазы.

- снижением общего давления в сушиле.

При удалении воды в порах заготовки образуются вогнутые мениски жидкости. Капиллярное давление увеличивается, уменьшается толщина прослоек жидкости, частицы сближаются, образуя каркас. При влажности, близкой к критической, капиллярные силы уравновешиваются силами трения, сближение частиц и усадка заготовки прекращается. Дальнейшее снижение влажности происходит за счет освобождения объема пор без изменения размеров.

Изменение размеров полуфабриката в сушке характеризуют линейной или объемной усадкой, выраженной в процентах.

Усадка зависит от влажности заготовки и размера частиц твердой фазы. Линейная усадка в сушке заготовок пластического формования составляет 6-8%.

Величины критической влажности и усадки зависят от режима сушки. Наибольшую усадку имеют заготовки, высушенные в равновесных условиях. Чем выше температура и ниже влажность теплоносителя, тем меньше усадка. Рост градиента влажности в объеме заготовки увеличивает разницу между фактической и максимально возможной усадками. Эта разница (недопущенная усадка) вызывает появление механического напряжения. Если последнее превысит предел прочности материала, то в теле заготовки образуется трещина.

Причиной появления трещин в период постоянной скорости сушки полуфабриката является перепад влажности между наружными и внутренними частями заготовки. Критерием трещинообразования могут служить максимально допустимая разность между средней (интегральной) влажностью заготовки Wt и влажностью ее поверхности Wпов:

ΔW = Wt - Wпов (3.5.4)

Максимальная интенсивность (скорость) сушки, не приводящая к образованию трещин, определяется соотношением:

jmax = KΔWmaxρ A/l, (3.5.5)

где А — коэффициент формы, равный 6 для пластины; l — характеристический размер (толщина пластины, диаметр цилиндра).

Продолжительность сушки зависит от толщины высушиваемого изделия и не зависит от его плотности и площади поверхности.

В период падающей скорости сушки усадки отсутствуют, поэтому сушку можно интенсифицировать, повысив температуру и скорость движения теплоносителя.

В процессе сушки могут возникать различные дефекты.

Тотальные трещины, проходящие через тело заготовки, возникают из-за больших скоростей прогрева заготовки, имеющей малый коэффициент влагопроводности, на первой стадии сушки.

Срединные трещины возникают после образования жесткого каркаса частиц на краях заготовки, препятствующего усадке влажных центральных частей. Предотвратить образование краевых и срединных трещин можно, покрыв края влагоизолирующим веществом (маслами, растворами сульфитно-спиртовой барды или поливинилового спирта и т. п.).

Рамочные трещины могут возникнуть при трении заготовки о подставку в процессе усадки. Этот вид брака характерен для кирпича пластического формования. Его можно предотвратить, периодически перекладывая изделия с грани на грань и используя подсыпки (песок, опилки, шамот).

Микротрещины и волосяные трещины возникают при адсорбции воды из воздуха или дымовых газов высушенным полуфабрикатом. Этот вид брака можно предотвратить, прекратив сушку при влажности несколько выше, чем максимальная влагоемкость материала при данной температуре.

Коробление изделий может возникнуть при односторонней сушке плоских изделий, например облицовочных плиток, при анизотропной структуре полуфабриката, неравномерном распределении влаги в заготовке.

Для оценки сушильных свойств глин и полуфабриката на их основе используют показатели чувствительности глин к сушке, характеризующие склонность материала к растрескиванию в период усадки. Коэффициент чувствительности, предложенный З.А. Носовой, определяют как отношение объема усадки VУС, к объему пор в высушенном материале VПОР:

КЧ = VУС/VПОР = V/V0[(m0 - m)/(Vo - V) - 1], (3.5.6)

где Vo и V - объемы свежеотформованного и высушенного при 20°С образцов, см3; m0 и m - массы влажного и высушенного образцов, г.

По методу А.Ф. Чижского коэффициент чувствительности к сушке определяют по формуле:

КС = (WН - WКР)/WКР,(3.5.7)

где WН и WКР - начальная (формовочная) и критическая влажность образца, %.

Чем выше коэффициенты КЧ и КС, тем сильнее склонность полуфабриката к растрескиванию в сушке. Для малочувствительных глин КЧ< 1 и КС< 1,2, а для высокочувствительных глин KЧ>2 и КС> 1,8.

**Обжиг**.

Процесс обжига изделий строительной керамики может быть условно разделен на четыре периода:

1. подогрев до 200°С и досушка-удаление физической воды из глины;
2. дальнейший нагрев до 700°С «на дыму» и удаление химически связанной воды из глины;
3. «взвар» - до температуры обжига 980-1000°С - созревание черепа;
4. охлаждение, «закал» - медленное до 500°С и быстрое от 500 до 50°С обожженных изделий.

К этим реакциям добавляется выгорание топлива из изделия, если это топливо было введено в глину при подготовке массы; количество вводимого топлива может достигать 70-80% от того количества, которое необходимо для обжига.

Такое производственное деление на периоды не вскрывает сущности реакций в глине при обжиге. При производственном обжиге глин никогда не достигается термодинамическое равновесие. Тем не менее, можно прибегнуть к расчету изобарно-изотермического потенциала ∆Z некоторых реакций с целью сопоставления возможности появления тех или иных фаз в глине при ее обжиге.

Можно отметить шесть главных видов реакций, протекающих в рядовых глинах при обжиге:

1) выделение гигроскопической воды из глинистых минералов и воды из аллофаноидов, если таковые присутствуют в глине;

2) окисление органических примесей;

3) выделение конституционной воды, т. е. дегидратация глинистых минералов и реакции в так называемых твердых фазах;

4) жидкофазные реакции и образование стекловидного расплава;

1. образование новых кристаллических фаз;
2. реакции декарбонизации и десульфуризации.

Первая группа реакций характеризуется небольшим эндоэффектом (I) на термограмме суглинка и гидрослюдисто-каолинитовой глины (рис. 3.5.7).

При этом образуется водяной пар, давлением которого может разорвать изделие («лопанец») при слишком быстром подъеме температуры. Эта реакция сопровождается падением температуропроводности глины.

Вторая группа реакций - окисление органических примесей - характеризуется экзоэффектом (II) при 300—400°С. Часть этих примесей может остаться (при быстром подъеме температуры и недостаточном притоке и диффузии в толщу изделия кислорода воздуха) невыгоревшей, что обнаруживается по темной сердцевине в изломе изделия. При замедленном выгорании может произойти графитизация части углерода. Так как причиной ограничения действия кислорода воздуха на процесс выгорания углерода в глине выступает противоток СО и СОз, то при более быстром подъеме температуры влияние окислительной среды должно сокращаться, а влияние внутренней восстановительной среды — увеличиваться, что зависит от пористости и размеров изделия и от концентрации углерода.

Глинистые минералы в процессе своей дегидратации действуют каталитически, содействуя горению углерода в глине, а выделяющаяся вода способствует выгоранию углерода по реакции:

С+Н2О=СО+Н2.

Наряду с этим может протекать отложение углерода в глине из газовой среды, содержащей 1-3% СО при 400 и выше 1000°С.

Скорость выгорания топлива по мере повышения температуры увеличивается, но только до стадии появления жидкой фазы в обжигаемой глине, после чего скорость выгорания резко снижается из-за ухудшения диффузии кислорода воздуха. Максимальное значение скорости выгорания топлива имеет место примерно при 780—800°С. Поэтому рекомендуется осуществлять выдержку в этом этапе обжига.

Третья группа реакций - дегидратация глинистых минералов - характеризуется эндоэффектом (III) (рис. 3.5.7), который растягивается с 500 (450) до 600°С (700°С), а у некоторых каолиновых глин - до 900°С и также сопровождается падением температуропроводности.

Эндотермическая реакция, начинающаяся около 500°С и оканчивающаяся около 700°С, заключается в удалении из каолинита химически связанной (гидратной) воды:

Аl2O3 • 2SiO2 • 2H2O → Al2O3•2SiO2 + 2H2O.

Продукты разложения составляющих глины и керамические массы минералов (Аl2О3∙2SiO2, SiO2, Аl2О3, CaO, MgO, Fe2О3 и .др. окислы) в процессе обжига взаимодействуют между собой при высоких температурах (1000°C и выше) и образуют легкоплавкие силикаты, плавление которых вызывает спекание и размягчение глин. Степень спекания глинистых материалов зависит от температуры и длительности обжига, от состава глинистого сырья, газовой среды, рода и количества плавней, а также от способа формования изделий.

Газовая среда обжига влияет на интенсивность дегидратации; увеличение концентрации H2O в газовой среде задерживает реакцию дегидратации по закону действующих масс; восстановительная среда, вызывая реакцию отщепления кислорода в активных условиях «оборванных связей», понижает температуру дегидратации, что показано на термограммах I, II, III сдвигом эндо- и экзоэффектов в восстановительной среде одной стрелкой влево, в парогазовой фазе - двумя стрелками вправо.

Ход усадки, потеря массы и рост прочности σизг при обжиге этих типов глин показаны кривыми в нижней части рис. 3.5.7

Не менее важную роль играет и газовая среда в печи, которая влияет на процессы, протекающие при формировании черепка, и поэтому она также должна регламентироваться режимом обжига. Эта среда может быть окислительной, нейтральной и восстановительной.

Окислительная среда характеризуется избытком воздуха против того количества, которое теоретически необходимо для полного сгорания топлива.

Присутствие 4-5% кислорода в продуктах горения при обжиге изделий тонкой керамики типично для окислительной среды. Содержание кислорода в пределах 8-10% свидетельствует о сильно окислительной среде и полезно при интенсивном выгорании органических веществ массы.

Образование жидкой (стекловидной) фазы в гидрослюдистых глинах начинается по крайней мере с 700°С, но заметное развитие эти фазы получают лишь при температурах на 150-200°С выше. Появление стеклофазы содействует дальнейшему растворению в ней некоторой части минеральных составляющих глины и новому минералообразованию. Стеклофаза обеспечивает спекание и образование черепа. С физической стороны действие стеклофазы характеризуется усадкой изделия. В зависимости от степени развития стеклофазы, что регулируется выдержкой и созреванием черепа, можно сообщить ему ту или иную плотность (пористость). Именно в этом процессе и состоят операции выдержек - «взвар» и начала охлаждения - «закал», которые необходимо осуществлять: «взвар» - в пределах температур 980-1000°С и «закал» - до 800°С, а также длительностей для получения кирпича должного качества - ярко-красного (не алого) по цвету и звонкого при ударе. Кроме того, выдержка необходима для выравнивания температурного поля в печи.

Охлаждение обожженных изделий — не менее ответственная операция. При 800-780°С череп изделия строительной керамики находится в пиропластическом состоянии и переходит в твердое состояние, поэтому необходимо замедлять охлаждение во избежание появления напряжений, которые могут разрядиться местными разрывами (трещинами). Считают опасным также участок 650- 500°С в связи с обратимым превращением α-β-кварц.

Спекание материала - существенный момент процесса обжига, так как к этому времени заканчивается формирование керамического изделия. Окончание спекания изделия характеризуется прекращением его усадки. Условными показателями спекшегося материала являются его водопоглощение.

Спекаемость глины зависит от содержания в ней плавней и степени их дисперсности.

На процесс формирования керамического черепка влияют: химический и гранулометрический состав сырья, соотношение компонентов в массе, а также температурно-газовый режим обжига.

Образующиеся в процессе обжига глин и керамических масс легкоплавкие соединения проявляют себя двояким образом. Во-первых, они действуют химически, растворяя частицы минералов, образуя жидкую фазу и выделяя из раствора новые, более устойчивые мниералообразования, именуемые эвтектическими смесями. Во-вторых, они действуют физически, благодаря своей энергии поверхностного натяжения, сближая и уплотняя твердые частицы глины.

Обжиг изделий грубой строительной керамики ведется до появления минимального количества легкоплавких соединений, которые связывают дегидратированные частицы глинообразующих минералов и зерна кварца, что и обеспечивает достаточную механическую прочность изделий.

Большое значение имеет подбор температурного режима обжига. Он должен быть таким, чтобы реакции дегидратации, декарбонизации, окисления и восстановления отдельных компонентов, составляющих глину, не налагались бы на реакции образования легкоплавких эвтектик. Эти реакции должны следовать одна за другой, но практически, вследствие сложного состава керамических масс, образование жидких соединений начиняется обычно ранее, чем закончатся декарбонизация, окисление и т. д.

Температурный режим при выдержке и охлаждении определяется главным образом видом, формой и размерами изделий, а также температурным интервалом модификационных превращений в материале.

## 

## 3.6 Контроль производства и качества продукции

Современный этап производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов характеризуется расширением ассортимента, повышением качества, возрастанием единичной мощности технологических линий, внедрением поточных технологий. Все это требует коренного совершенствования структуры, методов и средств контроля производства.

Технический контроль – это проверка соответствия объекта (материала, изделия или процесса) установленным требованием, что относится к системе государственных испытаний, а значит, подчиняется правилам стандартизации и сертификации.

Стандартизация – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования реально существующих или потенциальных задач. Результатом этой деятельности является разработка нормативных документов. В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержание установленных к нему требований различают стандарты основополагающие, на продукцию или услуги, а также стандарты на процессы, на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Сертификация – подтверждение соответствия товара обязательным нормативным требованиям, которое сопровождается выдачей сертификата соответствия.

Любой контроль можно свести к осуществлению двух этапов:

* получение первичной информации о фактическом состоянии объекта, о признаках и показателях его свойств;
* сопоставление первичной информации с заранее принятыми требованиями, нормами, критериями, обнаружение соответствия или расхождений фактических и требуемых данных, что дает вторичную информацию.

Вторичная информация используется для выработки соответствующих управляющих воздействий, совершенствование производства, повышения качества продукции и т.п.

Основными задачами системы контроля являются:

* определение качества поступающих на завод материалов;
* установление состава и свойств потоков материалов в процессе производства;
* слежение за параметрами технологического процесса по всем производственным переделам;
* контроль качества и сертификация (паспортизация) продукции;
* анализ и обобщение результатов контроля по всем переделам с целью совершенствования технологического процесса.

Для решения этих задач система контроля производства должна включать в себя ряд подсистем.

Подсистема общезаводского технологического контроля (центральная заводская лаборатория) должна обеспечивать определение состава и свойств исходного сырья, топлива, добавок, вспомогательных материалов, полуфабрикатов и готовой продукции в объеме, достаточном для практического осуществления процесса оптимизации производства по всему заводу.

Подсистема оперативного технологического контроля (обслуживающий персонал основного производства, цеховые лаборатории) занимается определением состава и свойств материалов на входах и выходах конкретных технологических участков производства и контролем соответствия получаемых результатов требуемым значениям. Объем определений здесь должен быть минимально необходимым и не требующим сложного оборудования для осуществления контроля.

Подсистема параметрического контроля (служба контрольно-измерительных приборов и автоматизированных систем управления, КИП и АСУ) оценивает состояние оборудования и режимы его работы, контролирует технологические параметры, измеряет расходы в технологических потоках, уровни в емкостях и т.д.

Подсистема технического контроля (отдел технического контроля, ОТК) обеспечивает контроль качества и соответствие выпускаемых материалов и изделий действующей нормативной документации (государственным или отраслевым стандартам, техническим условиям, стандартам предприятия), а также осуществляет сертификацию (паспортизацию) продукции. В функции ОТК входит не только фиксирование появления некачественной продукции, но и предупреждение подобных фактов. С этой целью ОТК контролирует качество поступающих на предприятие материалов, соблюдение установленной технологии, устанавливает причины, вызывающие брак и снижающие качество продукции. ОТК также оформляет необходимые акты и добивается устранения причин негативных явлений и их последствий. ОТК проводит свою работу в тесном контакте с заводской и цеховыми лабораториями.

Таблица 7.1

Контроль производства по массозаготовительному цеху

| Материал или операция | Контролируемый параметр | | Место отбора/ контроля | Периодичность контроля | Метод контроля и погрешность | Исполнители |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Предельное или номинальное значение |
| ГЛИНА | Наличие посторонних включений | паспортные данные | Карьер | 1 раз в смену | Визуально | ОТК, технолог |
| Влажность | не более 21% | Карьер, ящичный питатель | 1 раз в сутки | Весовой; до 0,2 % | Лаборатория |
| Пластичность | не нормируется | 1 раз в год или при переходе на другое сырье | Комбинирован-ный по ГОСТ  21216.1-93; ±0,1% |
| Химический состав, %  SiO2, Al2O3, Fe2O3, CaO, MgO, K2O, Na2O, SO3, п.п.п. | контролируется | Склад глины | при изменении сырья | ГОСТ  3226-77 | Сторонняя организация |
| Удельная эффективная активность естественных радионуклидов | До 370 Бк/кг |  | По мере необходимости при изменении сырья (не реже 1 раза в месяц) | ГОСТ  30108-94 | Лаборатория |
| ОПИЛКИ древесные | Влажность | Не более 55% | Склад и дробильно-помольная установка | 1 раз в смену | Весовой; до 0,2% |
| Грануло-метричекий состав | Более 5 мм не допускается; от 1 до 5мм – 85%; менее 1мм – 15% | Склад | Ситовой анализ | ОТК |
| ШАМОТ | Влажность | 5-9% | Склад и дробильно-помольная установка | Весовой; до 0,2% | Лаборатория |
| Фракционный состав | Более 5 мм не допускается; от 1 до 5мм – 85%; менее 1мм – 15% | Лотковый  питатель | Ситовой анализ |
| ШИХТА | Состав шихты | Глина–81% (об.)  Опилки–11% (об.)  Шамот–8% (об.) | Шихто-запасник | Весовой |
| Первичная обработка | Зазор между валками:  по выступам  по впадинам | - 4 мм  - 10 мм | Камневыделительные вальцы | Набор щупов | ОТК, технолог |
| Смешива-ние и паро-увлажне-ние | Зазор между концом лопасти и стеной корыта  угол лопастей | 3 мм  15 – 17 0 | Глиноме-шалка | Щуп, угольник 90 0 , класс точности 2 |
| Шихта | Влажность | 18-21% | Весовой; до 0,2% |
| Зазор между валками | 4 мм | Вальцы тонкого помола | Набор щупов |
| Перемеши-вание и паро-увлажне-ние | Зазор между концом лопасти и стеной корыта | Не более 3 мм | Смеситель | 1 раз в смену | Набор щупов | ОТК, технолог |
| Формование бруса | Зазор между цилиндром и лопастями | 3 мм | Пресс | 1 раз в неделю |
| Глубина вакуумирования | 7,2 кПа | В вакуум-камере | 1 раз в смену | Вакууметр ВТИ ГОСТ 2405-80 |
| Размер выходного отверстия мундштука | 124\*261 мм | Пресс | Металлическая линейка |
| Брус | Температура | 30-35оС | При выходе из пресса | 2 раза в смену | Погружение термометра в центр бруса. Термометр технический  0-100оС | Лаборатория |
| Влажность | 18-21% | При выходе из пресса | 1 раз в смену | Весовой; до 0,2% |
| Резка кирпича сырца | Толщина резательной проволоки | 0,8-1,0 мм | Резательный полуавтомат | Штангенциркуль | ОТК, технолог |
| Сырец | Размеры | 261±4\*125±3\*69±3 | После резки | 2-3 раза в смену | Замер для определения размеров и косоугольности. Металлическая линейка. Угольник 90о, кл. точн. 2 |
| Сушка | Температура теплоносителя | tНАЧ=30-35оC  tКОН=90-100оС | Центральный канал сушила | 1 раз в смену | Термометр технический  0-100оС | ОТК, сушильщик |
| Теплоноситель | Относительная влажность | 85-95% | 1-ая позиция со стороны загрузки туннеля | Психрометр бытовой 0-40оС |
| Разрежение | 24,5-39,2 Па | Туннель со стороны закатки | 1 раз в 10 дней | Тягомер Креля ТНЖ-Н 0-400 Па, кл. точн. 5 |
| Высушенный сырец | Влажность | 6% | После сушки | 1 раз в сутки | Весовой; до 0,2% | Лаборатория |
| Качество |  | Поштучный осмотр | ОТК, сушильщик |
| Теплоноситель | Качество при подаче и отборе | В зависимости от типа печи | Центральный канал | 1 раз в квартал и при изменении числа оборотов вентилятора | Анемометр  МС-13 | Лаборатория, технолог |
| Обжиг | Качество садки |  | Вагонетка печная | Постоянно | Внешний осмотр | ОТК, обжигальщик |
| Максимальная температура | 1000оС | Туннельная печь | Ежесменно | Термопара ТХА | Лаборатория, ОТК, обжигальщик |
| Обжиг | Режим обжига | В соответствии с кривой температур | По зонам туннельной печи | Ежесменно | Термопары ТХА | Лаборатория, ОТК, обжигальщик |
| Работа вентиляторов | В соответствии с нормами технической документации | Туннельная печь | 1 раз в квартал | Тахометр  СО-67 |
| Готовый кирпич | Внешний вид | В соответствии с ГОСТ 530-95 | Выставочная площадка | 1 раз в сутки | ГОСТ 530-95 | ОТК |
| Прочность при сжатии и изгибе | Не менее значений, указанных в ГОСТ 530-95 | ГОСТ 8462-85. Пресс гидравлический типа ПСУ-50 | Лаборатория, ОТК |
| Водопоглощение | Не менее 8% | 1 раз в месяц или при изменении сырья и технологии | Весовой (насыщение водой при 20оС, 48ч – ГОСТ 7025-91) | Лаборатория, |
| Плотность | В соответствии с ГОСТ 530-95 | ГОСТ 7025-91 |
| Морозостойкость | В зависимости от марки кирпича | 1 раз в квартал и каждый раз при изменении сырья и технологии |
| Наличие известковых включений | Разрушение кирпича не допускается | 2 раза в месяц | ГОСТ 530-95 |

## 

## 3.7 Технохимические расчеты

Состав шихты:

Глина – 81% плотность глины – 1,8 т/м3

Опилки – 11% плотность опилок– 0,5 т/м3

Шамот – 8% плотность шамота - 2,3 т/м3

1. Пересчет с объемных % на массовые %:

В 1 м3 содержится 81 % (об) глины с плотностью 1,8 т/м3: 0,81\*1,8=1,458 т

В 1 м3 содержится 11 % (об) опилок с плотностью 0,5 т/м3: 0,11\*0,5=0,055 т

В 1 м3 содержится 8 % (об) шамота с плотностью 2,3 т/м3: 0,08\*2,3=0,184 т

Итого: 1 м3 весит 1,697 т.

Следовательно:

Глины содержится 1,458\*100/1,697=85,92% с W=21%

Опилок содержится 0,055\*100/1,697=3,24% c W=30%

Шамота содержится 0,184\*100/1,697=10,84% c W=9%

2. Потери при прокаливании шихты:

Содержание абсолютно сухих компонентов в 100 кг шихты

Глина кг



Опилки кг



Шамот кг



Всего абсолютно сухой массы в 100 кг шихты 80 кг

Рецепт шихты по абсолютно сухим материалам:

Глина %



Опилки %



Шамот %



Таким образом, п.п.п. массы

%



### 

### 3.7.1 Расчет химического состава шихты по шихтовому составу массы

При расчете из состава массы исключают шамот, так как он по химическому составу практически одинаков с химическим составом массы.

1. Пересчет шихтового состава массы после исключения шамота на 100%:

Глина – 96,77%

Опилки – 3,23%

Коэффициент пересчета:

∑=84,85+2,83=87,68%

К=100/87,86=1,14

2. Химический состав шихты:

Таблица 3.7.1

Химический состав компонентов массы, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование компонентов | SiO2 | Al2O3 | TiO2 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | Na2O+K2O | п.п.п. |
| Глина | 58,65 | 19,16 | 1,22 | 9,16 | 1,28 | 1,28 | 0,10 | 2,66 | 6,94 |
| Опилки | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |

Таблица 3.7.2

Химический состав шихты, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SiO2 | Al2O3 | TiO2 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | Na2O+K2O | п.п.п. |
| 56,76 | 18,54 | 1,18 | 8,86 | 1,24 | 1,24 | 0,10 | 2,57 | 8,72 |

SiO2 (шихта)=58,65∙0,9677=56,76%

Потери при прокаливании:

ППП=6,94∙0,8485+100∙0,0283=8,72

## 3.8 Материальные расчеты

### 

### 3.8.1 Материальный баланс цеха

Исходные данные.

Производительность завода- 26 млн. шт. год

Средняя масса одного изделия – 3,5 кг

Нормы потерь и брака по технологическим переделам:

Разгрузка на выставочной площадке (бой)- 2%

Брак при обжиге- 3%

Садка на обжиговые вагонетки- 0,5%

Сушка (брак при сушке)-2%

Укладка на сушильные вагонетки- 0,5%

Формование (брак)- 0,5% (возврат)

Складирование шихты- 0,2%

Смешение (лопастной смеситель)- 0,05%

Помол (бегуны)- 1%

Просеивание (виброгрохот, сито-бурат)- 0,2%

Измельчение (щековая, молотковая дробилки)- 0,8%

Камневыделительные вальцы- 0,1%

Объемное дозирование (ящичный питатель)- 0,1%

Транспортировка- 0,02%

Переработка опилок- 1%

Пароувлажнение- 0,4%

Остаточная влажность кирпича после сушки- 6%

Влажность карьерной глины- 21%

Влажность шамота- 9%

Влажность опилок- 30%

Формовочная влажность- 21%

Потери при прокаливании глины- 6,94%

Состав шихты:

Глина – 81% плотность глины – 1,8 т/м3

Опилки – 11% плотность опилок– 0,5 т/м3

Шамот – 8% плотность шамота - 2,3 т/м3

Пересчет с объемных % на массовые %:

В 1 м3 содержится 81 % (об) глины с плотностью 1,8 т/м3: 0,81\*1,8=1,458 т

В 1 м3 содержится 11 % (об) опилок с плотностью 0,5 т/м3: 0,11\*0,5=0,055 т

В 1 м3 содержится 8 % (об) шамота с плотностью 2,3 т/м3: 0,08\*2,3=0,184 т

Итого: 1 м3 весит 1,697 т.

Следовательно:

Глины содержится 1,458\*100/1,697=85,92% с W=21%

Опилок содержится 0,055\*100/1,697=3,24% c W=30%

Шамота содержится 0,184\*100/1,697=10,84% c W=9%

Потери при прокаливании шихты:

Содержание абсолютно сухих компонентов в 100 кг шихты

Глина кг



Опилки кг



Шамот кг



Всего абсолютно сухой массы в 100 кг шихты 80 кг

Рецепт шихты по абсолютно сухим материалам:

Глина %



Опилки %



Шамот %



Таким образом, п.п.п. массы

%



**Расчет.**

1.Производительность завода

26000000•3,5=91000000 кг/год=91000 т/год

2. Масса кирпича, поступающего на склад с учетом боя при разгрузке на выставочной площадке

т/год



Бой на складе 92857,14-91000=1857,14 т/год

3. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом брака при обжиге

т/год



Брак при обжиге 95729,01-92857,14=2871,87 т/год

4. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом остаточной влажности после сушки

т/год



Потери влаги при обжиге 101839,37-95729,01=6110,36 т/год

5. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом п.п.п.

т/год



Потери при прокаливании 111568,11-101839,37=9728,74 т/год

6. Масса кирпича, поступающего на обжиг с учетом брака при садке на вагонетки обжига

т/год



Потери при садке на вагонетки обжига 112128,75-111568,11=560,64 т/год

7. Масса кирпича, поступающего на сушку с учетом брака при сушке

т/год



Брак при сушке 114417,09-112128,75=2288,34 т/год

8. Масса кирпича, поступающего на сушку с учетом формовочной влажности

т/год



Потери влаги при сушке 136141,85-114417,09=21724,76 т/год

9. Масса кирпича, поступающего на сушку с учетом брака при садке на вагонетки сушки

т/год



Потери при садке на вагонетки сушки 136825,98-136141,85=684,13 т/год

10. Масса шихты, поступающей на формование с учетом брака при формовании

т/год



Брак при формовании (возвратный) 137513,55-136825,98=687,57 т/год

11. Масса шихты, поступающей в смеситель с учетом пароувлажнения

т/год



Вода на пароувлажнение 136825,98-136136,68=689,3 т/год

с учетом потерь

т/год



Потери при перемешивании 136204,78-136136,68=68,1 т/год

12. Масса шихты, поступающей на вальцы тонкого помола с учетом потерь

т/год



Потери 137580,59-136204,78=1375,81 т/год

13.Масса шихты, поступающей на дозирование с учетом потерь

т/год



Потери 137718,31-137580,59=137,72 т/год

14. Масса шихты, поступающей на вылеживание

т/год



Потери при вылеживании 137994,3-137718,31=275,99 т/год

15. Масса шихты, поступающей в глиносмеситель

с учетом пароувлажнения

т/год



Вода на пароувлажнение 137994,3-137302,6=691,7 т/год

с учетом потерь

т/год



Потери при перемешивании 137371,29-137302,6=68,69 т/год

16. Масса шихты, поступающей на вальцы с гладкими валками с учетом потерь

т/год



Потери 138758,88-137371,29=1387,59 т/год

17. Масса шихты, поступающей на бегуны мокрого помола с учетом потерь

т/год



Потери 140160,49-138758,88=1401,61 т/год

18. Масса шихты, поступающей на камневыделительные вальцы с учетом потерь

т/год



Потери при камневыделении 140300,79-140160,49=140,3 т/год

19.Масса глины, поступающей на дозирование с учетом потерь

т/год



Потери 120667,11-120546,44=120,67 т/год

20. Масса глины, поступающей на рыхление с учетом потерь

т/год



Потери при рыхлении 120727,47-120667,11=60,36 т/год

21. Масса глины с учетом транспортных потерь

т/год



Потери при транспортировке 120751,62-120727,47=24,15 т/год

Масса глины, поступающей в глинозапасник 120751,62 т/год

22. Масса опилок, поступающих на дозирование с учетом потерь

т/год



Потери при дозировании 4550,29-4545,75=4,55 т/год

23. Масса опилок, поступающих на просев в сито-бурат с учетом потерь

т/год



Потери при просеивании 4559,41-4550,29=9,12 т/год

24. Масса опилок с учетом отходов

т/год



Отходы 4605,46-4559,41=46,05 т/год

25. Масса опилок, поступающих на дозирование с учетом потерь

т/год



Потери при дозировании 4610,07-4605,46=4,61 т/год

26. Масса опилок с учетом транспортных потерь

т/год



Потери при транспортировке 4610,99-4610,07=0,92 т/год

Масса опилок, поступающих на хранение в бункер 4610,99 т/год

27. Масса шамота, поступающего на дозирование с учетом потерь

т/год



Потери при дозировании 15223,83-15208,61=15,22 т/год

28. Масса шамота, поступающего на просев в сито-бурат с учетом потерь

т/год



Потери при просеивании 15254,34-15223,83=30,51 т/год

29. Масса шамота, поступающего на дробление (молотковая дробилка) с учетом потерь

т/год



Потери при дроблении 15377,36-15254,34=123,02 т/год

30. Масса шамота, поступающего на дробление (щековая дробилка) с учетом потерь

т/год



Потери при дроблении 15501,37-15377,36=124,01 т/год

31. Масса шамота, поступающего на дозирование с учетом потерь

т/год



Потери при дозировании 15516,89-15501,37=15,52 т/год

32. Масса шамота с учетом транспортных потерь

т/год



Потери при транспортировке 15519,99-15516,89=3,1 т/год

Масса шамота, поступающего на хранение в бункер 15519,99 т/год

Таблица 3.8.2.1

Материальный баланс

| Приход | | | Расход | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| статьи | т/год | % | статьи | т/год | % |
| Глина | 120751,62 | 84,88 | Готовый кирпич | 91000 | 63,97 |
| Опилки | 4610,99 | 3,24 | Бой на складе | 1857,14 | 1,31 |
| Шамот | 15519,99 | 10,91 | Брак при обжиге | 2871,87 | 2,02 |
| Вода на пароувлажнение | 1381 | 0,97 | Потери влаги при обжиге | 6110,36 | 7,48 |
|  |  |  | П.П.П. | 9728,74 | 7,14 |
|  |  |  | Потери при садке на вагонетки обжига | 560,64 | 0,41 |
|  |  |  | Брак при сушке | 2288,34 | 1,68 |
|  |  |  | Потери влаги при сушке | 21724,76 | 11,70 |
|  |  |  | Потери при садке на вагонетки сушки | 684,13 | 0,48 |
|  |  |  | Потери при перемешивании шихты | 68,1 | 0,05 |
|  |  |  | Потери на вальцах тонкого помола | 1375,81 | 0,97 |
|  |  |  | Потери при дозировании шихты | 137,72 | 0,10 |
|  |  |  | Потери при вылеживании | 275,99 | 0,19 |
|  |  |  | Потери при перемешивании | 68,69 | 0,05 |
|  |  |  | Потери на вальцах с гладкими валками | 1387,59 | 0,98 |
|  |  |  | Потери на бегунах мокрого помола | 1401,61 | 0,99 |
|  |  |  | Потери при камневыделении | 140,3 | 0,10 |
|  |  |  | Потери при дозировании глины | 120,67 | 0,08 |
|  |  |  | Потери при рыхлении глины | 60,36 | 0,04 |
|  |  |  | Транспортные потери глины | 24,15 | 0,02 |
|  |  |  | Потери при дозировании опилок | 4,55 | 0,003 |
|  |  |  | Потери при просеивании опилок | 9,12 | 0,006 |
|  |  |  | Отходы опилок | 46,05 | 0,03 |
|  |  |  | Потери при дозировании опилок | 4,61 | 0,003 |
|  |  |  | Транспортные потери опилок | 0,92 | 0,0006 |
|  |  |  | Потери при дозировании шамота | 15,22 | 0,01 |
|  |  |  | Потери при просеивании шамота | 30,51 | 0,02 |
|  |  |  | Потери при дроблении шамота (молотковая дробилка) | 123,02 | 0,09 |
|  |  |  | Потери при дроблении шамота (щековая дробилка) | 124,01 | 0,09 |
|  |  |  | Потери при дозировании шамота | 15,52 | 0,01 |
|  |  |  | Транспортные потери шамота | 3,1 | 0,002 |
|  |  |  | Невязка | 0 | 0,00005 |
| Итого: | 142263,6 | 100 | Итого: | 142263,6 | 100 |

## 3.9 Режим работы цехов предприятия

**1. Режим работы массозаготовительного цеха.**

1. Календарный фонд времени 365 дней
2. Число праздничных дней 11 дней
3. Сменность 3 смены в сутки
4. Длительность смены 8 часов
5. Плановый ремонт 18 суток
6. Аварийные остановки 1%
7. Чистка и уборка оборудования 0,5 ч/смену

Годовой фонд времени работы оборудования:

часа



**2. Режим работы цеха формования, сушки, обжига.**

1. Календарный фонд времени 365 дней
2. Число праздничных дней 11 дней
3. Сменность 3 смены в сутки
4. Длительность смены 8 часов
5. Плановый ремонт 18 суток
6. Аварийные остановки 1%
7. Чистка и уборка оборудования 0,5 ч/смену

Годовой фонд времени работы оборудования:

часа



## 3.10 Производственная программа предприятия.

Таблица 3.10.1

Производственная программа предприятия.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операция | т/год | т/час | м3/час |
| 1. Рыхление глины (глинорыхлитель) | 120727,47 | 16,13 | 8,96 |
| Дозирование глины (ящичный питатель) | 120667,11 | 16,12 | 8,95 |
| Камневыделение (камневыделительные вальцы) | 140300,79 | 18,75 | 11,03 |
| Измельчение и перемешивание (бегуны мокрого помола) | 140160,49 | 18,73 | 11,02 |
| Помол (вальцы с гладкими валками) | 138758,88 | 18,54 | 10,91 |
| Перемешивание с пароувлажнением (глиносмеситель с фильтрующей решеткой) | 137371,29 | 18,35 | 10,80 |
| Вылеживание (шихтозапасник) | 137994,30 | 18,44 | 10,84 |
| Дозирование шихты (ящичный питатель) | 137718,31 | 18,40 | 10,82 |
| Промин и измельчение (вальцы тонкого помола) | 137580,59 | 18,38 | 10,81 |
| Перемешивание с пароувлажнением (лопастной двухвальный смеситель) | 136204,78 | 18,20 | 10,7 |
|  | т/год | т/час | шт/час |
| Формование изделий (ленточный вакуумный пресс) | 137513,55 | 18,37 | 5249,53 |
| Сушка кирпича-сырца (туннельное сушило) | 136825,93 | 18,28 | 5223,28 |
| Обжиг кирпича (туннельная печь) | 112128,75 | 14,98 | 4280,47 |

## 3.11 Выбор и расчет оборудования цеха формования, сушки и обжига

Подбор оборудования производится согласно выбранной ранее технологической схеме и производственной программой цеха.

Количество единиц оборудования:

,



где R-количество материала, которое необходимо переработать;

P- производительность оборудования.

Коэффициент использования определяет эффективность использования оборудования:



1. Ленточный вакуумный пресс СМК-133.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Элементы характеристики | Ед. изм. | Показатели |
| 1 | Производительность | шт/час | 7000 |
| 2 | Диаметр шнека на выходе | мм | 550 |
| 3 | Мощность электродвигателя | кВт | 75 |
| 4 | Габаритные размеры:  длина  ширина  высота | мм | 7000  1430  2600 |
| 5 | Вес | т | 5,46 |



Принимаем n=1.

2. Туннельная сушилка конструкции Гипрострома.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Элементы характеристики | Ед. изм. | Показатели |
| 1 | Производительность | шт/час | 0 |
| 2 | Температура:  воздуха, поступающего из зоны охлаждения туннельной печи в смесительную камеру  воздуха, подогреваемого в калорифере и поступающего в смесительную камеру  смеси продуктов горения газов в печи с воздухом из зоны остывания, на входе в смесительную камеру  разбавленных дымовых газов, поступающих из подтопка  рециркулята, поступающего в смесительную камеру  теплоносителя, поступающего в туннель  отработанного теплоносителя в конце туннеля | оС | 450  180  128  150  400  40  80  47 |
| 3 | Относительная влажность отработанного теплоносителя | % | 85 |
| 4 | Общий максимальный расход тепла на испарение влаги с учетом всех потерь в трубопроводах в зимних условиях | ккал/кг | 1630 |
| 5 | Габаритные размеры туннеля:  длина  ширина  высота | м | 30  1,1  1,7 |

Расчет количества туннелей в сушилке:

Необходимо высушивать 5223,28 штук в час.

Время сушки – 60 часов.

Количество вагонеток – 23 штуки.

Количество кирпича на одной вагонетке – 220 штук.

1. Единовременная емкость туннеля:

250∙23=5750 штук

2. Количество кирпичей, высушиваемых одним туннелем, учитывая время сушки 60 часов:

5750/60=96,83 шт/ч

3. Количество вагонеток, выталкиваемых в час:

95,83/250=0,383 ваг/ч

4. Общее количество туннелей:

5223,28/95,83=54,51=55 туннеля

Имеются два запасных туннеля, следовательно, всего 57 туннелей (5 блоков по 10 туннелей и один блок имеет 7 туннелей).

3. Туннельная печь конструкции Гипрострома.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Элементы характеристики | Ед. изм. | Показатели |
| 1 | Производительность | млн.шт. усл. кирп./год | 26 |
| 2 | Время обжига | ч | 36 |
| 3 | Длина канала: Ширина:  внутреннего канала  средняя по наружным размерам  Высота:  от пода вагонетки до замка свода  по наружным размерам (зона подогрева и охлаждения/зона обжига) | м | 124,35  2,9  4,1/5  1,8  3,075/3,875 |
| 4 | Длина технологических зон:  подогрева  обжига  охлаждения | м | 39  36  45 |
| 5 | Количество вагонеток в печи | шт. | 40 |
| 6 | Количество кирпича на вагонетке | шт. усл. кирп. | 2784 (4 пакета по 696) |
| 7 | Размеры вагонетки:  длина  ширина  высота | мм | 3000  3000  875 |

## 3.12 Выбор и расчет бункеров и складов

**1.Бункер для хранения опилок.**

Согласно производственной программе должен вмещать 1,23 м3/час.

Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

1,23∙2=2,46 м3

Объем бункера с учетом коэффициента заполнения:

2,46/0,8=3,08 м3

**2. Бункер для хранения шамота.**

Согласно производственной программе должен вмещать 0,9 м3/час.

Необходимо обеспечить 2-х часовой запас сырья:

0,9∙2=1,8 м3

Объем бункера с учетом коэффициента заполнения:

1,8/0,8=2,25 м3

**3. Шихтозапасник.**

Согласно производственной программе должен вмещать 10,84 м3/час.

Необходимо обеспечить запас сырья на 10 суток:

10,84∙240=2601,6 м3

Объем шихтозапасника с учетом коэффициента заполнения:

2601,6/0,8=2352 м3

## 

## 3.13 Теплоэнергетические расчеты

**Краткая характеристика туннельной печи.**

Туннельные печи относятся к печам с подвижным составом. Они представляют собой прямой канал (туннель) различных размеров. Внутри туннеля проложен рельсовый путь, ширина которого зависит от ширины печи. Вагонетки по внутрицеховому рельсовому пути подаются к печи и одна за другой, через определенные промежутки времени, проталкиваются в печь толкателем. Каждая вагонетка, пройдя всю длину туннеля, выдается из печи с другого конца при каждом проталкивании. Таким образом, создается непрерывное перемещение вагонеток в печи, постепенный подогрев, обжиг и охлаждение изделий, находящихся на поду вагонетки.

Зоны туннельных печей.

Всю длину печи можно разделить на отдельные зоны, в которых протекают различные процессы. Печь имеет следующие три зоны (рис. 3.13): подогрева, обжига и охлаждения. Каждая зона печи имеет определенную длину, свои конструктивные особенности и свой режим.

Зона подогрева начинается от форкамеры и кончается на границе с зоной обжига. Длина этой зоны условно определяется графиком обжига и считается примерно до первых горелок по ходу движения вагонеток. Эта зона достаточно большой длины, необходимой для более полного использования тепла продуктов горения, поступающих из зоны обжига (от горелочных устройств). Основное назначение зоны подогрева - равномерный прогрев садки обжигаемых изделий до температур, соответствующих графику обжига.

Топливо сжигается в зоне обжига, расположенной в средней части печи, с помощью специальных горелочных устройств. В этой части печи поддерживаются максимальные температуры, необходимые для обжига. Продукты горения, проходя вдоль туннеля, попадают в зону подогрева, а затем выбрасываются в атмосферу через дымоходы. Таким образом, в туннеле происходит непрерывное движение воздуха (зона охлаждения) и дымовых газов (зоны обжига, подогрева) навстречу перемещающемуся составу вагонеток с изделиями (противоточное движение).

Зона охлаждения служит для охлаждения обожженных изделий до 60—80° перед выдачей вагонеток из печи и для утилизации тепла, отбираемого от разогретых изделий. В этой зоне охлаждается также и футеровка вагонеток, нагретая до высоких температур. Изделия и футеровка вагонеток охлаждаются холодным воздухом, подаваемым вентилятором в торцовую часть печи сверху и сбоку через несколько каналов, расположенных по длине зоны охлаждения ближе к выходному концу печи.

Воздуха для охлаждения изделий и пода вагонеток требуется в несколько раз больше, чем для горения топлива. Избыточный горячий воздух отбирается из зоны охлаждения печи и используется для сушки изделий в отдельно стоящих сушилах. Его также можно использовать для рециркуляции в зоне подогрева. Обычно эта часть воздуха считается отбираемой из печи на сторону.

Размеры отдельных зон по длине печи зависят от конструктивных особенностей печи, от вида обжигаемых изделий и устанавливаются в зависимости от заданного режима обжига и охлаждения изделий.

При расчетах и конструировании печей не всегда можно точно установить границы между зонами, поэтому в большинствеслучаев допускается некоторое увеличение зоны обжига, занятой горелочными устройствами. При работе печи размеры отдельных зон устанавливаются в соответствии с графиком температур по длине печи. При этом часть горелок зоны обжига могут быть не использованы в работе.

Обычно относительно большая по длине печи зона обжига требуется при обжиге динасовых изделий и высокоогнеупорных изделий. Поэтому данные печи имеют большое количество горелок.

Размеры туннельных печей.

Длина печи определяется многими факторами, главные из которых — форма и размеры обжигаемых изделий, режим обжига и охлаждения и производительность печи.

Малые туннельные печи имеют длину 5—6 м и меньше, но поперечное сечение рабочего канала этих печей составляет 0,01—0,02 м2. Эти печи имеют небольшую производительность и используются для обжига специальных изделий небольших размеров, например автосвечей. В настоящее время в огнеупорной промышленности работают печи длиной до 180 м.

Печи большой тепловой мощности для лучшего использования тепла и улучшения процесса обжига и охлаждения изделий, как правило, должны иметь большую длину. Печи шириной 3,0 м для обжига шамотных изделий можно строить длиной 80— 120 м. При очень большой длине печи увеличиваются тепловые потери в окружающую среду и подсосы воздуха через неплотности, ухудшающие теплообменные процессы.

Ширина туннельных печей выбирается в зависимостиот производительности, равномерности обжига и конструкции вагонеток. Практикой установлено, что в печах шириной 3,0—3,2 м можно достичь вполне равномерного обжига изделий. Для более широких печей утяжеляется конструкция вагонеток и возможны их перекосы при проталкивании в длинных печах.

Высота печи выбирается в зависимости от вида обжигаемых изделий.

При малой высоте и большой ширине свод печи делают плоским (подвесным), позволяющим лучше использовать площадь пода вагонетки и иметь больший вес садки на вагонетку. При этом садка получается одинаковой высоты по всей вагонетке. Печи для обжига огнеупорных изделий, имеющие высокое рабочее пространство, строят с арочным сводом, более простым по конструкции.

Таким образом, по конструкции рабочего пространства (высоте печи и конструкции свода) туннельные печи разделяются на печи с арочным сводом и печи с подвесным сводом.

Футеровка печей.

Толщину стен и свода печей и виды огнеупорных и строительных материалов выбирают с учетом большого срока службы печи без ремонта (2,5-3 года) и небольших тепловых потерь в окружающую среду, которые будут в допустимых пределах, если температура наружной поверхности стен в зоне высоких температур не будет превышать 70—80°С.

Печи сооружают на фундаменте, который выполняют каменным (бутовым), бутобетонным, бетонным и железобетонным. Глубина залегания фундамента зависит от свойств грунта и веса печи. На грунт из слабой песчаной глины нагрузка допускается не более 1 кг/см2, из плотной глины - 4,5-5,5 кг/см2 и из сплошной горной породы - до 15 кг/см2. Для нормальной работы печи необходимо, чтобы наивысший уровень грунтовых вод проходил не ближе чем в 0,25 м от фундамента печи. При высоком уровне грунтовых вод устраивают дренажные каналы.

Для большей прочности снаружи стен и свода печи устанавливают металлический или железобетонный каркас, состоящий из вертикальных балок (стоек). Внизу стойки заделывают в бетонный фундамент, а сверху попарно стягивают связями. Конструкция крепления свода определяется конструкцией самого свода.

Наиболее распространен в промышленных печах арочный свод. Нормальный арочный свод выполняется с центральным углом α= 60°.

В стенах при постройке печи оставляют температурные швы, необходимые для расширения кирпича. Так как кладка ведется вперевязку, то каждый шов в вертикальной и горизонтальной проекции имеет форму ломаной зигзагообразной линии.

Температурные швы в своде оставляют по длине печи через 3-7,5 м и таким образом свод выкладывают отдельными секциями.

Садка изделий на вагонетки.

Состав вагонеток с обжигаемыми изделиями передвигается по туннелю периодически, через определенные промежутки времени, с помощью механического (винтовой или тросовый) или гидравлического толкателя. Скорость перемещения вагонеток в печи в период проталкивания составляет 1,0—1,5 м/мин. Количество вагонеток, загружаемых в печь в течение часа или суток, зависит от общей продолжительности обжига и длины туннеля.

Каждая вагонетка при проталкивании перемещается в печи на расстояние, равное длине одной вагонетки.

Для уплотнения входной и выходной части туннеля, в которую при загрузке очередной вагонетки в печь может засасываться холодный воздух, строят форкамеры с плотно закрывающимися дверями. При этом толкатель подает в печь вагонетку из форкамеры. Форкамера отделена от печи подъемной металлической шторкой (шибером). Противоположный конец печи на выдаче вагонеток также оборудуется подъемной дверью. Подъемные механизмы дверей синхронно связаны с работой толкателя.

Обжигаемые изделия укладывают на под вагонетки таким образом, чтобы садка строго соответствовала по высоте и ширине установленным размерам. Габариты садки контролируют металлическим шаблоном, установленным перед форкамерой и соответствующим сечению туннеля, через который проходит вагонетка.

Высота садки изделий зависит от вида обжигаемого материала и обычно не превышает 2 м. Изделия, подвергаемые высокотемпературному обжигу, для предупреждения деформации укладывают на вагонетки высотой не более 1,0—1,1 м.

Количество изделий, вмещающихся на вагонетку, и тоннаж садки определяются размерами вагонеток и типом садки. Изделия для равномерной обтекаемости газами укладывают более плотно в верхней части садки и менее плотно (оставляют каналы) в нижней. Для улучшения горения топлива в садке делают разрывы до 0,3—0,9 м против горелочных устройств. Эти разрывы особенно необходимы в широких печах для прогрева средины садки. Для различных огнеупоров и разной формы изделий применяются в промышленности различные способы садки.

С боковых сторон вагонетки имеются металлические листы - ножи, теплоизолированные огнеупорным бетоном, которые входят в желоба, наполненные песком или молотым шамотом. Это устройство, идущее по всей длине туннеля, называется песочным затвором, которое служит для герметизации рабочего пространства печи от контрольного коридора. Для пополнения песка в желоб песочного затвора во время работы в стенах устраивают специальные наклонные каналы-песочницы с воронкой, закрываемые крышкой. Для того, чтобы песок, выгребаемый ножом вагонетки из желоба песочного затвора, не попадал на рельсовый путь, внизу между стенкой печи и рельсами через каждые 1,5—2,0 м устраивают наклонные отверстия, проходящие ниже рельсового пути. По этим скосам песок просыпается вниз в контрольный коридор печи.

### 3.13.1 Теплотехнический расчет печи

**Исходные данные для расчета.**

Туннельная печь для обжига керамического кирпича размером 250\*120\*65 производительностью 26 млн. шт. в год, режим работы непрерывный, трехсменный;

Годовой фонд времени – 7484,4 часа;

Остаточная влажность кирпича после сушки – 6%;

Брак при обжиге – 3%;

П.П.П. – 8,72%;

Топливо – природный газ Березовского месторождения;

Температура обжига – 1000оС;

Продолжительность обжига – 26 часов;

Температура атмосферного воздуха - 20оС;

Коэффициент избытка воздуха α=1,15

Температура выгружаемых изделий - 50оС;

Температура отходящих газов из печи - 300оС;

Температура воздуха на сушку - 400оС;

Масса кирпича – 3,5 кг.

#### 3.13.1.1 Расчет горения топлива

1. Состав сухого газа.

Таблица 3.13.1.1.1

Состав сухого газа, %.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СО2 | СН4 | С2Н6 | С3Н8 | С4Н10 | С5Н12 | N2 |
| 0,4 | 95,1 | 1,1 | 0,3 | 0,03 | 0,02 | 3,05 |

2. Состав влажного рабочего газа.

Принимаем содержание влаги в природном газе 1%

Пересчитываем состав сухого газа на влажный рабочий газ:



Таблица 3.13.1.1.2

Состав влажного рабочего газа, %.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СО2 | СН4 | С2Н6 | С3Н8 | С4Н10 | С5Н12 | N2 | Н2О |
| 0,39 | 94,15 | 1,09 | 0,3 | 0,03 | 0,02 | 3,02 | 1 |

3. Теплота сгорания топлива.



4. Теоретически необходимое количество сухого воздуха для горения топлива:



5. Теоретически необходимое количество атмосферного воздуха для горения топлива с учетом его влажности:

Принимаем влагосодержание атмосферного воздуха d=10г/кг сух. воз.



6. Количество и состав продуктов горения при α=1:



7. Общее количество продуктов горения:

Vα=0,978+2,088+7,322=10,39 (нм3/нм3)

8. Процентный состав продуктов горения:



Всего:100%.

9. Определение коэффициента избытка воздуха – α при действительной температуре горения топлива tДЕЙСТ=1000оС:



Из уравнения теплового баланса горения 1м3 топлива определяем коэффициент избытка воздуха –α.



CП.Г.=1,35+0,000075∙1220=1,44(кДж/м3∙оС)

34757,98+9,23∙1,2978∙20∙α=[10,39+(α-1)∙9,23]∙1220∙1,44

α=2,05

11. Действительное количество воздуха при коэффициенте расхода воздуха α=2,05:

Сухого воздуха: Lα= α∙L0=2,05∙9,23=18,92(нм3/нм3)

Атмосферного воздуха: Lα= α∙L0=2,05∙9,38=19,23(нм3/нм3)

12. Количество и состав продуктов горения при α=2,05:



Vα=0,978+2,243+14,976+2,0351=20,23 (нм3/нм3)

12. Процентный состав продуктов горения:



Всего:100%.

Таблица 3.13.1.1.3

Материальный баланс процесса горения.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приход | | кг | Расход | | кг |
| Природный газ (Vгаз∙ρ) | |  | Продукты горения (Vпрод∙100 ∙ ρ) | |  |
| CН4 | 94,15∙0,717 | 67,51 | СО2 | 0,978∙100∙1,977 | 184,35 |
| С2Н6 | 1,09∙1,356 | 1,48 | Н2О | 2,243∙100∙0,804 | 180,34 |
| С3Н8 | 0,3∙2,02 | 0,61 | N2 | 14,976∙100∙1,251 | 1854,56 |
| С4Н10 | 0,03∙2,84 | 0,09 | О2 | 2,035∙100∙1,429 | 247,81 |
| С5Н12 | 0,02∙3,218 | 0,06 |  | невязка | -4,91 |
| СО2 | 0,39∙1,977 | 0,77 |  |  |  |
| Н2О | 1∙0,804 | 0,804 |  |  |  |
| N2 | 3,02∙1,251 | 3,78 |  |  |  |
| Воздух (Vвоз∙α∙ρ) | |  |  |  |  |
| О2 | 100∙9,23∙2,05∙0,21∙1,429 | 567,82 |  |  |  |
| N2 | 100∙9,23∙2,05∙0,79∙1,251 | 1869,99 |  |  |  |
| Н2О | 100∙0,0016∙10∙9,23∙2,05∙0,804 | 24,34 |  |  |  |
| Итого: | | 2462,15 | Итого: | | 2462,15 |

% невязки 4,91∙100/2462,15=0,2%

#### 3.13.1.2 Теплотехнический расчет печи

1. Производительность печи.

П=26000000∙3,5=91000000=91000 (т/год)

2. Единовременная емкость печной вагонетки.

Длина печи – 120 м, количество вагонеток – 40;

Дина вагонетки:

(м)



Ширина вагонетки 2,9 м.

Единовременная емкость печной вагонетки:

GВ=2784∙3,5=9744=9,744 (т)

3. Единовременная емкость печи по массе.

GП=40∙2784∙3,5=384,21 (т)

4. Количество обжигаемого сырца в час.

Время обжига 26 часов.

GC=GП/Z=384210/26=14777,13 (кг/ч)

5. Количество вагонеток в час.

n=14777,13/9744=1,54 (ваг/час)

6. Длина отдельных зон печи.

LПОД1=18 м (20-200оС)

LПОД2=21 м (200-600оС)

LПОД3=12 м (600-1000оС)

LОБЖ=18 м (1000оС)

LОХЛ1=18 м (1000-650оС)

L ОХЛ2=9 м (650-600оС)

L ОХЛ3=24 м (600-50оС)

7. Расчет потерь в окружающую среду через футеровку печи.

Q=3,6∙ αСУМ ∙F∙(tН.-tВОЗ.),

где F – наружная поверхность кладки;

αСУМ – суммарный коэффициент теплоотдачи определяется в зависимости от tН.;

tН. – температура внешней поверхности печи на данном участке;

tВОЗ. – температура окружающего воздуха.

а) Участок №1.

Температуры наружных поверхностей принимаем по практическим данным.

Температура наружных стен tН.СТ.=20оС; температура свода tН.СВ.=25оС, температура пода tН.ПОД.=20оС.

Наружная поверхность кладки:

FСТ=2∙l∙hНАР =2∙18∙3,075=110,7 м2, αСУМ =9,55

FПОД=l∙bНАР =18∙2,9=52,2 м2, αСУМ =9,55

FСВ=l∙bНАР =18∙4,1=73,8 м2, αСУМ =9,75

Потери тепла через стенку:

QСТ.1=3,6∙110,7∙9,55∙(22-20)=7611,73 кДж/ч

QСТ.1=3,6∙52,2∙9,55∙(22-20)=3589,27 кДж/ч

QСТ.1=3,6∙73,8∙9,75∙(25-20)=12951,9 кДж/ч

Потери тепла в окружающую среду на остальных участках рассчитываются аналогичным образом.

Таблица 3.13.1.2.1

Потери тепла в окружающую среду через кладку.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № уч. | Стена | | | | Под | | | | Свод | | | |
| F,  м2 | tН,  оС | αСУМ,  Вт/м2∙оС | QКЛ,  кДж/ч | F,м2 | tН,  оС | αСУМ,  Вт/м2∙оС | QКЛ,  кДж/ч | F,м2 | tН,  оС | αСУМ,  Вт/м2∙оС | QКЛ,  кДж/ч |
| 1 | 110,7 | 22 | 9,55 | 7611,73 | 52,2 | 22 | 9,55 | 3589,27 | 73,8 | 25 | 9,75 | 12951,9 |
| 2 | 162,75 | 40 | 10,55 | 123624,9 | 60,9 | 40 | 10,55 | 46259,64 | 106,05 | 45 | 11 | 104989,5 |
| 3 | 93 | 50 | 11,25 | 112995 | 34,8 | 50 | 11,25 | 42282 | 60,6 | 60 | 12 | 104716,8 |
| 4 | 139,5 | 50 | 11,25 | 169492,5 | 52,2 | 50 | 11,25 | 63423 | 90,9 | 60 | 12 | 157075,2 |
| 5 | 139,5 | 50 | 11,25 | 169492,5 | 52,2 | 50 | 11,25 | 63423 | 90,9 | 60 | 12 | 157075,2 |
| 6 | 69,75 | 45 | 11 | 69052,5 | 26,1 | 45 | 11 | 25839 | 45,45 | 55 | 11,75 | 67288,73 |
| 7 | 166,8 | 40 | 10,55 | 126701,28 | 69,6 | 40 | 10,55 | 52868,16 | 109,8 | 45 | 11 | 108702 |

**Тепловой баланс зон подогрева и обжига.**

Приход тепла.

1. Химическое тепло топлива.

(кДж/ч). Физическое тепло топлива.



(кДж/ч)



3. Физическое тепло воздуха.

(кДж/ч)



4. Физическое тепло сырца.

(кДж/ч)



(кДж/кг∙оС)



СС=0,837+0,000264∙t=0,837+0,000264∙20=0,842 (кДж/кг∙оС)

5. Физическое тепло с вагонеткой.

Q5=1,54∙mВАГ∙С∙tВАГ=1,54∙14175∙ 0,845∙30=553377,83 (кДж/ч)

mВАГ=а∙b∙h=3∙3∙0,875∙1800=14175 (кг)

С=0,837+0,000264∙tВАГ=0,837+0,000264∙30=0,845 (кДж/кг∙оС)

Общий приход тепла.

∑QПРИХ=34757,98В+31,33В+499,11В+308250,93+553377,83 =

=35288,42В+861628,76 (кДж/ч)

Расход тепла.

1. Тепло, затраченное на испарение влаги.

Q1=GВЛ∙(2500+1,97tП.Г.-4,2∙tC)=943,22∙(2500+1,97∙300-4,2∙20)=

=2836262,54 (кДж/ч)

(кг/ч)



2. Тепло, затраченное на нагрев материала до 1000оС.

Q2=GC∙CК∙tК=13833,91∙ 1,101∙1000=15231134,91(кДж/ч)

(кДж/ч)



СКК=0,837+0,000264∙1000=1,101 (кДж/кг∙оС)

3. Тепло, затраченное на химические реакции при нагреве материала.

Q3=4,19∙GC∙(5,5∙%Аl2О3+6,7∙%СаО)=4,19∙13833,91∙(5,5∙18,54+6,7∙1,24)=

=6392163,13 (кДж/ч)

4. Тепло, затраченное на нагрев печных вагонеток.

Q4=1,11∙mВАГ∙С∙tВАГ=1,54∙14175∙0,976∙525=11185435,8 (кДж/ч)

оС



С=0,837+0,000264∙525=0,976 (кДж/кг∙оС)

5. Потери тепла с уходящими продуктами горения.

Q5=VП.Г.∙iП.Г.=38,69В∙472,5=18281,03В (кДж/ч)

VП.Г.=В∙[V0+(α-1)∙L0]=В∙[20,23+(3-1)∙9,23]=38,69В(м3/ч)

iП.Г=СП.Г.∙tП.Г.=1,575∙300=472,5 (кДж/м3)

СП.Г.=1,35+0,00075∙300=1,575 (кДж/кг∙оС)

6. Потери тепла в окружающую среду.

Q6=949011,44 (кДж/ч)

Общие потери тепла:

∑QРАСХ = 2836262,54 + 15231134,91+ 6392163,13 +11185435,8 +

+ 18281,03В + 949011,44 =36594007,82 + 18281,03В (кДж/ч)

Приравниваем сумму приходных статей к сумме расходных и определяем расход топлива B:

35288,42В+861628,76 =36594007,82 + 18281,03В

17007,39В=35732379,06

В=2100,99 (м3/ч)

(кг/кг)



Таблица 3.13.1.2.2

Тепловой баланс зон подогрева и обжига.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование статей | кДж/ч | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Химическое тепло топлива | 73026168,4 | 98,21 |
| 2 | Физическое тепло топлива | 65824,02 | 0,09 |
| 3 | Физическое тепло воздуха | 1048625,12 | 0,56 |
| 4 | Физическое тепло сырца | 308250,93 | 0,41 |
| 5 | Физическое тепло с вагонеткой | 553377,83 | 0,73 |
|  | Итого: | 75002246,3 | 100 |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Тепло, затраченное на испарение влаги | 2836262,54 | 3,75 |
| 2 | Тепло, затраченное на нагрев материала до 1000оС | 15231134,91 | 20,12 |
| 3 | Тепло, затраченное на химические реакции при нагреве материала | 6392163,13 | 8,45 |
| 4 | Тепло, затраченное на нагрев печных вагонеток | 11185435,8 | 14,78 |
| 5 | Потери тепла с уходящими продуктами горения | 38408261,22 | 51,65 |
| 6 | Потери тепла в окружающую среду | 949011,44 | 1,25 |
|  | Невязка | -22,74 |  |
|  | Итого: | 75002246,3 | 100 |

% невязки=22,74∙100/75002246,3=0,00003%

**Тепловой баланс зоны охлаждения.**

Приход тепла.

1. Физическое тепло, вносимое изделиями в зону охлаждения.

Q1=15231134,91 (кДж/ч)

2. Физическое тепло, вносимое печными вагонетками в зону охлаждения.

Q2=11185435,8 (кДж/ч)

3. Физическое тепло воздуха, подаваемого на охлаждение изделий.

Q3=QВ.Г.+QВ.С.,

где QВ.Г – количество тепла, вносимого воздухом, отбираемым затем на горение топлива, кДж/ч;

QВ.С. - количество тепла, вносимого воздухом, отбираемым затем на сушку, кДж/ч.

QВ.Г.=0,6∙В∙L0∙α∙CВОЗД.∙tВОЗД.=0,6∙2138,65∙9,23∙2,05∙1,2978∙20=

=630208,55 (кДж/ч)

QВ.С.=Х∙ CВОЗД.∙tВОЗД.=Х∙1,29787∙20=25,96Х (кДж/ч)

где Х – количество воздуха, отбираемого на сушку.

Q3=630208,55+25,96Х (кДж/ч)

Общий приход тепла.

∑QПРИХ=15231134,91 +11185435,8 +630208,55+25,96Х=

=27046779,26+25,96Х (кДж/ч)

Расход тепла.

1. Потери тепла с выгружаемыми изделиями.

Q1=G∙CИЗД∙tИЗД=13833,91∙0,85∙50=587941,18 (кДж/ч)

СИЗД=0,837+0,000264∙50=0,85 (кДж/кг∙оС)

2. Потери тепла с печными вагонетками.

Q2=1,11∙mВАГ∙СВАГ∙tВАГ=1,54∙14175∙0,849∙45=833996,05 (кДж/ч)

CВАГ=0,837+0,000264∙45=0,849 (кДж/кг∙оС)

3. Тепло воздуха, отводимого на сушку.

Q3=Х∙СВОЗД∙tВОЗД∙=Х∙1,3577∙605=821,41Х (кДж/ч)

4. Потери тепла в окружающую среду.

Q4=840442,37 (кДж/ч)

Общие потери тепла.

∑QРАСХ=587941,18 +833996,05 +821,41Х +840442,37=

=821,41Х +2262379,6 (кДж/ч)

Приравниваем приход тепла к расходу и определяем количество воздуха, подаваемого на сушку.

∑QПРИХ=∑QРАСХ

27046779,26+25,96Х=821,41Х +2262379,60

Х=31157,71 (нм3/ч)

Таблица 3.13.1.2.3

Тепловой баланс зоны охлаждения.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование статей | кДж/ч | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Физическое тепло, вносимое изделиями в зону охлаждения | 15231134,91 | 54,68 |
| 2 | Физическое тепло, вносимое печными вагонетками в зону охлаждения. | 11185435,8 | 40,16 |
| 3 | Физическое тепло воздуха, подаваемого на охлаждение изделий | 1439062,70 | 5,16 |
|  | Итого: | 27855633,41 | 100 |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Потери тепла с выгружаемыми изделиями | 587941,18 | 2,11 |
| 2 | Потери тепла с печными вагонетками | 833996,05 | 2,99 |
| 3 | Тепло воздуха, отводимого на сушку | 25593254,57 | 91,88 |
| 4 | Потери тепла в окружающую среду | 840442,37 | 3,02 |
|  | Невязка | -0,76 |  |
|  | Итого: | 27855633,41 | 100 |

% невязки=0,76∙100/27855633,41=0,000003%.

**Сводный тепловой баланс туннельной печи.**

Таблица 3.13.1.2.4

Сводный тепловой баланс туннельной печи.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование статей | кДж/ч | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Химическое тепло топлива | 73026168,4 | 96,38 |
| 2 | Физическое тепло топлива | 65824,02 | 0,09 |
| 3 | Физическое тепло воздуха | 1048625,12 | 0,55 |
| 4 | Физическое тепло сырца | 308250,93 | 0,39 |
| 5 | Физическое тепло с вагонеткой | 553377,83 | 0,72 |
| 6 | Физическое тепло воздуха, подаваемого на охлаждение изделий | 1439062,70 | 1,87 |
|  | Итого: | 76441309 | 100 |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Тепло, затраченное на испарение влаги | 2836262,54 | 3,68 |
| 2 | Потери тепла с выгружаемыми изделиями | 587941,18 | 0,76 |
| 3 | Потери тепла с печными вагонетками | 833996,05 | 1,08 |
| 4 | Тепло воздуха, отводимого на сушку | 25593254,57 | 33,18 |
| 5 | Тепло, затраченное на химические реакции при нагреве материала | 6392163,13 | 8,29 |
| 6 | Потери тепла с уходящими продуктами горения | 38408261,22 | 50,69 |
| 7 | Потери тепла в окружающую среду | 1789453,81 | 2,32 |
|  | Невязка | -23,5 |  |
|  | Итого: | 76441309 | 100 |

% невязки=23,5∙100/76441309=0,00003%

**Коэффициент полезного действия печи.**



# 4. Автоматизация технологического процесса

Тепловую обработку материалов и изделий проводят по заданному технологическому режиму, нарушение которого приводит к браку изделий. Для предупреждения отклонений от установленных режимов требуется постоянный контроль за работой печи при помощи различных контрольно-измерительных и регулирующих приборов и устройств.

Каждая печь имеет свои особенности, которыми она отличается от других печей, например, по конструкции, виду топлива или виду обжигаемого материала. Основная особенность туннельных печей - обжиг изделий на вагонетках, передвигающихся вдоль печного канала с определенной скоростью и проходящих отдельные зоны с различными заданными температурами. Топливо сжигается в средине печи - в зоне обжига, которая располагается между зонами охлаждения и подогрева.

Система обеспечивает:

Автоматическое регулирование температуры в зоне обжига;

Стабилизацию давления газа в общем газопроводе;

Стабилизацию разрежения;

Контроль температуры с регистрацией на ленточной диаграмме в зоне обжига;

Контроль температуры в зоне подогрева;

Контроль температуры в зоне охлаждения;

Контроль давления газа в общем газопроводе;

Световую и звуковую сигнализацию основных технологических параметров;

Дистанционное и автоматическое отключение газа при аварийных ситуациях.

## 

## 4.1 Описание схемы автоматизации туннельной печи

1. Описание работы системы автоматического управления процессом в зоне обжига туннельной печи излагается на основании функциональной электрической схемы.

Для примера рассмотрим 1-й контур регулирования. Сигнал с термопреобразователя поступает в милливольтметр Р1 и сравнивается с заданным сигналом, соответствующим величине регулируемой температуры. Сигнал рассогласования включает выходное реле КVI.1 милливольтметра Р1, контакт реле КVI.2 замыкается и тем самым включает вентиль. При достижении температуры заданной величины на выходе милливольтметра сигнал исчезает, реле КVI.1 обесточивается и размыкает контакт КVI.2. вентиль отключается, подача газа к горелкам прекращается.

Выбор режима работы осуществляется с помощью переключателя SAI типа ПМОФ. Работа других контуров аналогична.

2. Контроль и регистрация технологических параметров.

Система обеспечивает дистанционный контроль и регистрацию температуры в печи на диаграммной ленте с помощью двенадцититочечного устройства измерения и регистрации Р14 типа А 682-002. в зонах обжига и охлаждения датчиками температуры являются термоэлектрические преобразователи типа ТПП-0679.

Система обеспечивает контроль температуры в характерных точках зоны подогрева, обжига и охлаждения. Контроль осуществляется автоматическими показывающими милливольтметрами Р15, Р16 типа Ш 4540.

Датчиками температуры являются термоэлектрические преобразователи типа ТХА-0806.

Контроль аэродинамического режима печи ведется тягонапоромером Р9 типа ТНМП-52.

3. Технологическая сигнализация.

Предусмотрено отключение газа с одновременной звуковой и световой сигнализацией при отклонении от нормы следующих параметров:

разрежение перед дымососом;

давление газа в газопроводе;

давление газа в контурах регулирования.

Датчиками давления и разрежения являются приборы типа ДН и ДТ (позиции Р21-Р28). При аварийной ситуации прекратится подача напряжения питания на электромагнит МИС (VA1), освободится ударный механизм предохранительного клапана, произойдет прекращение подачи природного газа на горение, и одновременно срабатывает звуковая сигнализация МЗ-1 (НАI).

Схемы сигнализации имеют следующие органы управления:

Съем звуковой сигнализации – кнопка SB6

Проверка исправности ламп - кнопка SB5

Принудительное отключение газа – переключатель SА10.

## 

# 5. Охрана труда

Охрана труда рассматривается как одно из важнейших социально-экономических, санитарно-гигиенических и экономических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных и здоровых условий труда. Охрана здоровья рабочих и служащих в процессе исполнения трудовых обязанностей закреплена в трудовом законодательстве, непосредственно направленном на создание безопасных и здоровых условий труда. Кроме того, разработаны и введены в действие многочисленные правила техники безопасности, санитарии, нормы и правила, соблюдение которых обеспечивает безопасность труда. Ответственность за состояние охраны труда несет администрация предприятия, которая обязана обеспечивать надлежащее техническое оснащение всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда, техники безопасности, санитарным нормам.

Одним из важнейших принципов организации производства является создание безопасных и безвредных условий труда на всех стадиях производственного процесса. Мероприятия по охране труда обеспечиваются проектно-сметно-конструкторской и другой технической документацией.

Технологический процесс производства керамического кирпича должен соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.3.002-75\*ССБТ «Процессы производственные, общие требования безопасности». Организация и проведение технологического процесса предусматривает меры безопасности и безвредности для работающего персонала, близ расположенных жилых массивов и окружающей среды. Производственный процесс должен быть взрыво- и пожаробезопасным.

## 

## 5.1 Анализ степени опасности технологического процесса при производстве керамического кирпича

При производстве керамического кирпича в цехе формовки, сушки, обжига присутствуют вредные и опасные факторы, характеристика которых приведена в таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1

Оценка степени опасности технологического процесса.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование цеха | Наименование обору  дования, тип, марка | Количество оборудова  ния, шт. | Производительность, шт/час | Техноло  гические параметры  (t,Р и др.) | Перечень токсич  ных, взрыво- пожаро  опасных веществ | Количество людей обслужи  вающих оборудование | Вредные и опасные факторы |
| Цех формовки, сушки, обжига | Ленточ  ный вакуум  ный пресс СМК-133 | 1 | 7000 | Удельное давление прессования 1,6 МПа | Отсутствуют | 1 | Шум, электри  ческий ток, напряжение, движущиеся части оборудо  вания |
| Туннельная сушилка конструкции Гипрострома | 1 | 5228 | tНАЧ=30-35оС  tКОН=90-100оС | СО, NО2, пыль | 3 | Шум, повышен  ная температу  ра воздуха ра  бочей зоны, электрический ток, движущие  ся части обору  дования,внутризаводской транспорт, нагретые стен  ки технологи  ческого обору  дования, взры  вопожароопас  ные вещества |
| Туннельная печь конструкции Гипрострома | 1 | 4280 | tОБЖ=1000оС | СО, NО2, СН4 | 5 |

Повышение уровня шума оказывает вредное воздействие на организм человека. Производственные процессы на предприятии в разрабатываемом проекте сопровождаются шумом, непревышающим установленные нормы. Контроль шумового воздействия на производстве осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» и СН 3223-85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах».

Производственное оборудование цеха должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Производственное оборудование должно соответствовать требованиям безопасности в течение всего срока службы. Движущиеся (вращающиеся) части производственного оборудования, являющиеся источниками опасности должны быть ограждены сетчатыми или сплошными металлическими ограждениями в соответствии ГОСТ 12.2.062-81. Эксплуатация оборудования при снятых или неправильно установленных ограждениях запрещается ГОСТ I2.2.06I-8I. При применении сетчатого ограждения должны соблюдаться указанные в приложении 21 расстояния от опасного места до ограждения (Правила ТБ и ПС в ПСМ, часть I).

По электробезопасности цех в соответствии с требованием ПУЭ относиться к категории с повышенной опасностью (2 класс).

Для защиты людей от поражения электрическим током производственное оборудование должно удовлетворять следующим требования:

1) токоведущие части производственного оборудования являющиеся источником опасности должны быть надежно изолированы или расположены в недоступных для людей местах;

2) металлические части производственного оборудования, которые вследствие повреждения изоляции токоведущих частей могут оказаться под напряжением опасной величины, должны быть заземлены (занулены) согласно Правил ТБ и ПС в ПСМ, часть I.

Размещение производственного оборудования в производственных помещениях не должно представлять опасности для персонала и должно соответствовать действующим нормам технического проектирования СНиП и правилам ТБ и ПС в ПСМ, ГОСТ 12.2.061-81.

## 

## 5.2 Микроклиматические условия

В проекте цеха производственный процесс на участках сушки и обжига оказывает негативное воздействие на качество воздуха за счет поступления теплоизбытков.

Таблица 5.2.1

Характеристика процессов и оборудования, влияющих на микроклиматические параметры.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование цеха | Наименование оборудования | Количество оборудования, шт. | Теплоизбытки, кДж/ч | Характеристика помещения по теплоизбыткам, кДж/м3ч | Избытки влаги, кг/ч |
| Цех формо  вания, сушки, обжига | Туннельная сушилка конструкции Гипростром | 1 | 1388306,31 | 31,02 | Отсутствуют |
| Туннельная печь конструкции Гипростром | 1 | 1789453,81 | 51,78 | Отсутствуют |

Общее количество удельных избытков явного тепла составляет 82,8 кДж/м3ч, что меньше показателя, при котором устанавливается аэрационный фонарь.

Контроль температуры воздуха в цеху осуществляется согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны», который устанавливает оптимальные и допустимые микроклиматические условия в зависимости от характера производственных помещений, времени года и категории выполняемой работы. Категория работ в цехе формования, сушки, обжига IIа (средней тяжести).

Таблица 5.2.1

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений для холодного и переходного периодов года для работ средней тяжести.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура воздуха, оС | | Относительная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с, не более | |
| оптимальная | допустимая | оптимальная | допустимая | оптимальная | допустимая |
| 18-20 | 17-23 | 60-40 | 75 | 0,2 | 0,3 |

Для обеспечения нормальных метеорологических условий на участке формования, сушки и обжига предусмотрена теплоизоляция стенок оборудования и установка вентиляционной системы.

## 

## 5.3 Выбор и расчет системы вентиляции

Уровни опасных и вредных производственных факторов в производственных помещениях и на рабочих местах не должны превышать величин, определяемых нормами, указанных в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны».

Для выбора системы вентиляции рассчитываем объем удаляемого воздуха и определяем кратность воздухообмена.

1) Объем удаляемого воздуха:

,



где Q – избытки явного тепла, кДж/ч;

с – теплоемкость воздуха, кДж/кг∙град;

ρСР – плотность воздуха при средней температуре, кг/м3,

t1 и t2 – температура соответственно удаляемого и приточного воздуха, оС;

2) Плотность воздуха:

ρСР=ρ0∙(273/273+tCР),

где ρ0=1,29 кг/м3;

ρСР=1,29∙(273/(273+34,6)=1,145 кг/м3

Средняя температура:

tCР=( tРЗ-+t1)/2=(25+44,2)/2=34,6оС

t1= tРЗ+∆ t∙(Н-2)=25+3∙(8,4-2)=44,2 оС

где tРЗ – температура рабочей зоны;

∆ t – перепад температур по высоте помещения (2-5 оС/м);

t2 – среднемесячная температура для наиболее теплого периода года (21,2 оС);

Н – высота помещения, м;

(м3/ч)



Определяем кратность воздухообмена:



Поскольку кратность воздухообмена в цехе больше единицы, то для поддержания нормальных метеорологических условий в цехе необходимо установить общеобменную приточно-вытяжную систему вентиляции.

Таблица 5.3.1

Характеристика вытяжной вентиляционной системы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование участка, помещения | Предлагаемая система вентиляции | Требуемый объем воздуха, тыс.м3/ч | Характеристика вентилятора | | | | Дополнительное оборудование | Место размещения | Площадь, м2 |
| марка | Тип исполнителя | Производительность, тыс.м3/ч | Количество |
| Цех формования, сушки, обжига | Общеобменная система вентиляции | 53,87 | ЦВ-8 | Центробежный вен  тилятор среднего давления | 18 | 3 |  |  |  |

Таблица 5.3.1

Характеристика приточной вентиляционной системы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование участка, помещения | Предлагаемая система вентиляции | Баланс воздуха | Характеристика вентилятора | | | Дополнительное оборудование | Место размещения | Площадь, м2 |
| марка | Производительность, тыс.м3/ч | Количество |
| Цех формования, сушки, обжига | Общеобменная система вентиляции | 53,87 | ЦВ-8 | 16 | 3 |  |  |  |

## 

## 5.4 Оценка взрывопожарной и пожарной опасности. Пожарная профилактика

В качестве топлива при работе сушила и печи для обжига кирпича используется природный газ, который считается пожаровзрывоопасным веществом (главной составляющей частью природного газа является метан СН4). Продукты горения природного газа (дымовые газы СО и NО2) вредные вещества. Метан - газ без цвета и запаха, почти в два раза легче воздуха, является горючим и взрывоопасным, коэффициент участия во взрыве 0,5. Теплота образования - 74,8 кДж/моль, теплота сгорания - 802 кДж/моль, температура самовоспламенения – 537оС. СО (оксид углерода (II)) – ядовитый газ без цвета и запаха, горючий легковоспламеняющийся, горит голубоватым пламенем, легче воздуха, температура кипения 81,63 К, температура плавления 68,03 К, плохо растворим в воде (2,3 объема СО на 100 объемов H2O при 293 К). Теплота образования – 110,5 кДж/моль, теплота сгорания - 283 кДж/моль, температура самовоспламенения – 605оС. NО2 – оксид азота (IV) - бурый трудногорючий газ, получивший в промышленности название «лисий хвост», неспособный к горению на воздухе, но способный возгораться в воздухе от источника зажигания, оказывает вредное воздействие на организм человека.

Помещение цеха соответствует требованиям действующих отраслевых норм и правил (СНиП) и относиться по пожарной безопасности к категории «Г». Пожаро- и взрывобезопасность технологических процессов осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.004-85 «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

## 

## 5.5 Освещение

Естественное и искусственное освещение на предприятия в проектируемом заводе на участке формования, сушки и обжига должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

1) Расчет естественного освещения.

Площадь оконных проемов:

,



где S0,SП – соответственно площадь окон и пола;

еН – нормированное значение коэффициента естественной освещенности, %;

К3 – коэффициент запаса;

η0 - световая характеристика окон;

τ0 – общий коэффициент светопропускания окон;

r1 – коэффициент, учитывающий повышение естественного освещения за счет света внутренних поверхностей помещения;

КЗД – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями.

(м2)



Для окон применяем ленточные проемы. Деревянные блоки имеют ширину - 3 м, а высоту – 2,4 м. Устанавливаем 50 оконных проемов.

Тогда площадь оконных проемов составит 360 м2, что соответствует расчетам.

2) Расчет искусственного освещения.

Расчет количества светильников для системы общего освещения:

,



где Е – нормированное значение освещенности для систем общего освещения, лк;

SП – площадь пола, м2,

Z - коэффициент, учитывающий равномерность освещения;

КЗ – коэффициент запаса;

F – световой поток источника света, лм; выбираем лампы накаливания мощностью 150 Вт.

n – количество ламп в светильнике, шт;

η – коэффициент использования светового потока, в долях единицы.

Светильники 2-ой группы.

Индекс помещения:

i=(LП+В)/h1∙ (LП+В),

где LП – дина помещения, м;

В – глубина помещения, м;

h1 – высота от уровня условной рабочей поверхности до верха окна: h1=Н-1, где Н – высота помещения.

h1=8,4-1=7,4 м

Для участка формования и сушки:

i=(54 +120)/7,4∙ (54+120)=0,435

Для участка обжига:

i=(144 +18)/7,4∙ (144+18)=0,435

(шт)



# 6. Охрана окружающей среды

При производстве керамического кирпича в туннельной сушилке и туннельной печи для обжига в качестве топлива используется природный газ. Продукты горения топлива содержат вредные вещества СО и NО2, которые удаляются с дымовыми газами и оказывают вредное воздействие на атмосферу и окружающую природную среду. СО оказывает вредное воздействие на организм человека (угарный газ). При вдыхании оксид углерода блокирует поступление кислорода в кровь и вследствие этого вызывает головные боли, тошноту, а в более высоких концентрациях — даже смерть. ПДК СО при кратковременном контакте составляет 30 мг/м3, при длительном контакте — 10 мг/м3. Если концентрация оксида углерода во вдыхаемом воздухе превысит 14 мг/м3, то возрастает смертность от инфаркта миокарда. Уменьшение выбросов оксида углерода достигается путем дожигания отходящих газов.

Оценка степени экологической опасности выброса СО и NО2 проводится путем сравнения максимальной мощности выбросов вредных веществ с ПДВ (предельно допустимые концентрации).

1) Ориентировочная оценка выбросов СО в атмосферу:

GСО=0,001∙В∙QНР∙КСО∙(1-q4/100),

Где QНР – низшая теплота сгорания топлива, мДж/кг;

В – расход топлива, т/год;

КСО – коэффициент для различных видов топлива;

q4 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, %.

MmaxCO=0,001∙3997,32∙35,76∙0,28∙(1-0,9/100)=0,04 (г/с)

2)Количество оксидов азота в пересчете на NО2, выбрасываемых в единицу времени:

GNО2=0,001∙В∙QНР∙КNО∙(1-β),

Где В – расход топлива, г/с;

QНР – низшая теплота сгорания топлива, мДж/кг

КNО – параметр, характеризующий количество оксидов азота образующихся на 1 кДж тепла;

β – коэффициент, зависящий от состава топлива;

GNО2=0,001∙3997,32∙35,76∙0,07∙(1-0,01)=9,91 (г/с)

3) Расчет ПДВ для выбросов СО.

Н=35 м; Д=1,5 м; ω0=6 м/с; ТОГ=250оС; ТОС=17,4 оС; ПДКМР=0,00077мг/м3.

∆Т=ТОГ-ТОС=250-17,4=232,6 оС

находим величину вспомогательного параметра f:



Поскольку выбросы горячие расчет величины ПДВ ведем по выражению:



СФ=0,5∙ПДКМР; А=160; F=1; η=1.

Объем газовоздушной смеси:

V1=π∙Д2∙ω0/4=3,14∙1,52∙6/4=10,6 м3/с

Оценим значение вспомогательных параметров m и n.



fе=800∙(V|М)3=28,75



Учитывая, что f<100 и VМ >2, величина n=1.

Величина ПДВ по проектируемому производству составляет:



МmaxСО<ПДВ, поэтому дополнительная очистка выбросов СО не требуется.

4) Расчет ПДВ для выбросов NO2.

Н=35 м; Д=1,5 м; ω0=6 м/с; ТОГ=250оС; ТОС=17,4 оС; ПДКМР=0мг/м3.

∆Т=ТОГ-ТОС=250-17,4=232,6 оС

находим величину вспомогательного параметра f:



Поскольку выбросы горячие расчет величины ПДВ ведем по выражению:



СФ=0,5∙ПДКМР; А=160; F=1; η=1.

Объем газовоздушной смеси:

V1=π∙Д2∙ω0/4=3,14∙1,52∙6/4=10,6 м3/с

Оценим значение вспомогательных параметров m и n.



fе=800∙(V|М)3=28,75



Учитывая, что f<100 и VМ >2, величина n=1.

Величина ПДВ по проектируемому производству составляет:



МmaxNО2<ПДВ, поэтому дополнительная очистка выбросов NО2 не требуется.

Вода в цехе формования, сушки, обжига для производственных нужд не используется, поэтому производственное (технологическое) водоснабжение для технологических целей отсутствует. Вода на данном участке используется только для хозяйственно-бытовых нужд, для этого устанавливается хозяйственно-питьевое водоснабжение, которое должно обеспечивать подачу доброкачественной воды для хозяйственно-бытового потребления. Система канализации – хозяйственно-бытовая. Водоснабжение и канализация регулируются ГОСТ 2874-82, СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий», СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СНиП 2.04.03-85 «Канализация наружные сети и сооружения». Хозяйственно-бытовые стоки с участка направляются в общую систему канализации.

Технологические отходы производства (брак формования, обжига) возвращаются в производство. Брак формования возвратный, а брак обжига используют в качестве шамота для приготовления шихты.

# 7. Строительная часть

Завод по производству керамического кирпича представляет собой одноэтажное здание промышленного типа с пролетами 18 м.

Размеры.

Участок формования и сушки полуфабрикатов:

Длина – 54 м

Ширина –127,2 м

Высота – 8,4 м

Участок обжига кирпича:

Длина – 144 м

Ширина –18 м

Высота – 7,4 м

В одноэтажных промышленных зданиях несущие конструкции применяются сборные железобетонные (бетон марки М 200), фундамент монолитный.

Стены здания построены из панелей марки ПСЯ 16 (ГОСТ 11118-73 «Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен зданий. Технические требования»), внутренние поверхности стен окрашены. Цветовая отделка производственных помещений должна соответствовать «Указаниям по проектированию, цветной отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий».

Колонны используются прямоугольные в поперечном сечении марки К96-1 (ГОСТ25628-90 «Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий»), устанавливаются на расстоянии 6 метров друг от друга. На колонны положены балки скатных покрытий марки 2БДР12-2 (ГОСТ 20372-90 «Балки стропильные и подстропильные железобетонные. Технические условия»). Далее устанавливаются фермы ФБ18II-4, а на них – плиты марки (ГОСТ 9561-91 «Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технические условия»).



Полы помещений должны быть устойчивыми к допускаемым в процессе производства работ механическим и тепловым воздействиям, поэтому полы в здании бетонные, т. к. это наиболее дешевый и легкодоступный способ, не требующий больших затрат и удовлетворяющий требованиям для данных производственных помещений.

На плиты покрытий укладывают крышу, состоящую из пароизоляции, утеплителя, выравнивающего слоя, усиленного водоизоляционного ковра и слоя гравия в мастике для предохранения от атмосферных воздействий.

Столярные изделия (двери, окна) предусматриваются по ГОСТ 6629-88 и ГОСТ 14624-84.

В здании установлена общеобменная приточно-вытяжная вентиляционная система.

Водоснабжение и канализация выполняются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

# 8. Экономическая оценка проектных решений

Строительство предприятия по производству керамического кирпича планируется в городе Тюмени. Тюмень является областным центром, который расположен в центральной части Западной Сибири. Население в области 3120 тысячи человек. Основа экономики — нефтегазодобывающая промышленность. Действуют газоперерабатывающие заводы. Развиты машиностроение и металлообработка, лесная и деревообрабатывающая, нефтехимическая, пищевая и легкая промышленность.

Поскольку в данном регионе из-за развития большого количества отраслей промышленности существует высокая потребность в рабочей силе, возникает потребность в строительстве жилья. Также область граничит с другими крупными областями (Екатеринбургской, Челябинской, Омской Новосибирской), где присутствует необходимость строительства жилых и промышленных зданий.

Общепризнанным экологически чистым, долговечным и прочным строительным материалом считается керамический кирпич. Керамический кирпич изготавливается из глины, в шихту добавляются шамот и опилки. Все компоненты шихты проходят предварительную обработку, далее приготовляется формовочная масса, из которой формуется кирпич-сырец. Затем его высушивают в туннельной сушилке и обжигают в туннельной печи. В данном регионе, выбранном для строительства предприятия, находятся 70 месторождений глин. Из них разрабатываются 12 кирпичных месторождений, что позволяет удешевить сырье для производства кирпича. Также есть месторождения газа, который используется в качестве топлива на предприятии.

В 2002 г. в Тюменской области было произведено 146 миллионов штук условного кирпича, в том числе по югу области – 127 миллионов, при потребности около 600 миллионов. Потребительский рынок не насыщен.– сильными конкурентами по поставкам на рынок сбыта керамического кирпича выступают челябинские и екатеринбургские производители строительных материалов. Также недалеко от Тюмени расположен Винзилинский завод строительных материалов, который выпускает керамический кирпич. Внешний вид кирпича и его ассортимент являются основным критерием конкурентоспособности. Важную роль играют также сложившиеся отношения с поставщиками. Немаловажный критерий – стоимость. Даже если разница в цене составляет несколько копеек, строители предпочитают везти кирпич из других областей.

Один из минусов кирпичного производства то, что оно требует больших инвестиций, и долгое время остается нерентабельным. Однако, жилье из красного кирпича пользуется большим спросом. Краснокирпичные дома теплее, долговечнее, звукоизоляция лучше. Несмотря на многообразие стеновых материалов, применяемых в современном строительстве, доля использования керамического кирпича в отрасли продолжает оставаться высокой. Результаты исследования строительного рынка округа подтверждают увеличение объемов кирпичного строительства.

Для того, чтобы успешно работать, нужно учитывать потребности и возможности покупателей. Поэтому перспективы кирпичного производства Тюменской области надо связывать в первую очередь с получением широкого ассортимента кирпича, конкурентоспособного по всем статьям.

Отличительной особенностью кирпича, который будет производиться, является его экологическая чистота, которая объясняется качествами применяемого в производстве сырья. В отличие от продукции других предприятий используемая глина Кыштырлинского месторождения не содержит примесей металлов и горных пород, имеющих иногда вредный радиационный фон.

Проект рассчитан по укрупненным нормативам:

1. Стоимость сырья, материалов, энергоресурсов, оборудования принята по ценам 2003 года по предприятиям тюменской области.

2. Средняя заработная плата по предприятию принимается 7000 рублей.

3. Единый социальный налог составляет 35,6%.

Расчет стоимости производственных зданий и амортизационных отчислений.

Стоимость производственных зданий определяется умножением укрупненного показателя затрат на строительство 1 м3 здания на его объем. Объем вновь строящегося здания составляет 75600 м3, стоимость 1 м3 – 750 рублей. На строительство здания будет затрачено 56700 тыс. руб. Амортизационные отчисления на полное восстановление (реновацию) зданий составляют 5%, в денежном выражении – 2835 тыс. руб.

Расчет стоимости оборудования, инструмента и инвентаря и амортизационных отчислений.

Таблица 8.1.

Расчет стоимости оборудования, инструмента и инвентаря и амортизационных отчислений.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Тип, марка | Кол-во, шт. | Стоимость,  тыс. руб. | | Амортизационные отчисления | |
| Ед. | общая | Норма, % | Сумма, тыс. руб. |
| Экскаватор | ЭМ-182 | 4 | 1500 | 6000 | 15 | 900 |
| Автомашина | КАМАЗ | 8 | 500 | 4000 | 600 |
| Глинорыхлитель | СМК-496 | 1 | 500 | 500 | 75 |
| Ящичный питатель | СМК-214 | 2 | 370 | 740 | 111 |
| Ленточный питатель | ПЛ-20 | 4 | 240 | 960 | 144 |
| Сито-бурат | СМ-236М | 2 | 400 | 800 | 120 |
| Щековая дробилка | СМ-166А | 1 | 500 | 500 | 75 |
| Молотковая дробилка | СМ-431 | 1 | 700 | 700 | 105 |
| Камневыделительные вальцы | СМ-1198Б | 1 | 210 | 210 | 32 |
| Бегуны мокрого помола | СМ-365 | 1 | 1000 | 1000 | 150 |
| Вальцы с гладкими валками | СМК-83А | 2 | 220 | 440 | 66 |
| Глиносмеситель с фильтрующей решеткой | СМК-125А | 1 | 120 | 120 | 18 |
| Ленточный вакуумный пресс | СМК-133 | 1 | 900 | 900 | 135 |
| Автомат резки-укладки | СМК-127А | 1 | 90 | 90 | 14 |
| Электропередаточная тележка | «Гипростром» | 2 | 200 | 400 | 60 |
| Туннельное сушило | «Гипростром» | 1 | 1250 | 1250 | 188 |
| Сушильная вагонетка | СМК-110А | 23 | 30 | 690 | 104 |
| Автомат-садчик | СМ-1092 | 1 | 50 | 50 | 8 |
| Туннельная печь | «Гипростром» | 1 | 50000 | 50000 | 7500 |
| Печная вагонетка | 3\*3 | 40 | 80 | 3200 | 480 |
| Итого: |  |  |  | 72550 |  | 10885 |
| Неучтенное оборудование (10% от оборудования) |  |  |  | 7255 | 15 | 1088,5 |
| Инструмент, инвентарь (1% от оборудования) |  |  |  | 725,5 | 15 | 108,85 |
| Итого: |  |  |  | 80530,5 |  | 12082,35 |

Инвестиционные издержки составляют:

Стоимость строительства – 56700 тыс. руб.

Стоимость оборудования – 80530,5 тыс. руб.

Затраты на поставку оборудования – 16106,1 тыс. руб.

Монтаж оборудования – 12079,575 тыс. руб.

Пусконаладочные работы – 8053,05 тыс. руб.

Расчет текущих производственных издержек.

Расчет текущих производственных издержек основан на определении себестоимости продукции, производство и реализация которой предполагается программой осуществления инвестиционного проекта. Себестоимость продукции представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе ее производства и реализации материальных и трудовых ресурсов. Затраты, образующие себестоимость продукции, группируются в соответствии с их экономическим содержанием по элементам:

1. материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
2. затраты на оплату труда;
3. отчисления на социальные нужды;
4. амортизация;
5. прочие затраты.

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость приобретаемых со стороны сырья, основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов, запасных частей для ремонта оборудования и транспортных средств, материалов для ремонта зданий, тары и тарных материалов, топлива и энергии всех видов для технологических и других производственных и хозяйственных нужд.

Затраты на материалы и энергоносители.

Исходные данные и результаты расчетов сведены в таблицу 8.2 и таблицу 8.3.

Таблица 8.2

Расчет затрат на сырье и материалы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Единица измерения | Годовая потребность в сырье и материалах | Цена за единицу измерения, тыс. руб. | Затраты на годовой объем производства, тыс. руб. |
| Глина | т | 120751,62 | 50 | 6038 |
| Опилки | т | 4610,99 | 10 | 46 |
| Шамот(брак обжига) | т | 15519,99 | 20 | 310,4 |
| Итого: |  |  |  | 6394,4 |

Таблица 8.3

Расчет затрат на энергию.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование энергоносителя | Единица измерения | Годовой расход энергоносителя | Стоимость единицы измерения, руб. | Затраты на годовой объем производства, тыс. руб. |
| Топливо (природный газ) | м3 | 15724649,56 | 0,36 | 5660,874 |
| Электроэнергия | кВт∙ч | 7650 | 0,66 | 5,049 |
| Итого: |  |  |  | 5665,923 |

Затраты на оплату труда.

Режим работы предприятия в 3смены. Календарный фонд времени 365 дней, нерабочих дней 91. Номинальный фонд рабочего времени ТНОМ составляет 274 дня, эффективный фонд рабочего времениТЭФ - 240 дней. Коэффициент пересчета штатной численности рабочих в списочную 1,14.

Затраты (годовой фонд) на оплату труда рассчитываются по формуле:

ФОТi=ЗплСР.М∙Чi∙12,

Где ФОТi – годовой фонд оплаты труда i-той категории работников, ден. ед.;

ЗплСР.М – среднемесячная заработная плата одного среднесписочного работника, ден. ед.;

Чi – списочная численность i-той категории работников, чел.

Численность работников рассчитывается по категориям и группам работников, по цехам и предприятию в целом на основе принятой в проекте технологической схемы производства и режима работы.

Сначала определяем по нормам обслуживания и нормам выработки явное число основных рабочих по цехам и профессиям.

Явное число основных рабочих по нормам обслуживания определяется по формуле:

,



где ЧЯВ – явное число основных рабочих в сутки, чел.;

N – количество единиц оборудования данного вида, шт.;

НОБСЛ – норма обслуживания (количество единиц оборудования или рабочих мест, которое должно обслуживаться одним рабочим), маш./чел.;

nСМ – количество смен в сутки.

Далее рассчитывается штатная численность. При непрерывном производстве:

ЧШТ =ЧЯВ∙(nСМ+1),

Где ЧШТ – штатная численность основных рабочих в сутки, чел.;

ЧЯВ – явное число основных рабочих в сутки, чел.;

nСМ – количество смен в сутки.

Списочная численность рабочих определяется по формуле:

ЧСП= ЧШТ∙КП

ЧСП – списочная численность рабочих, чел.;

ЧШТ - штатная численность рабочих, чел.;

КП – коэффициент пересчета штатной численности в списочную.

КП=ТНОМ/ТЭФ,

гдеТНОМ, ТЭФ – номинальный и эффективный фонды рабочего времени, дн.

Штатная численность вспомогательных рабочих рассчитывается по нормативам численности:

Подсобных рабочих – 40%, рабочих по ремонту и обслуживанию оборудования – 25% от штатной численности основных рабочих.

Численность руководителей, специалистов и технических исполнителей устанавливается на основе рациональной схемы управления производством

Штатную численность административно-управленческого персонала принимаем в размере 10% от штатной численности производственных рабочих.

Для руководителей, специалистов, технических исполнителей и административно-управленческого персонала списочная численность равна штатной.

Результаты расчета численности работников всех категорий сведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4

Расчет численности работников.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование категории и профессии | Явочная численность в смену, чел. | Кол-во смен в сутки | Явочная численность в сутки, чел. | Штатная численность в сутки, чел. | Списочная численность, чел. |
| 1.Производственные рабочие   * 1. Основные рабочие   Экскаваторщик  Водитель  Разбивщик сырья  Дозатор массы  Просеиватель  Дробильщик  Приготовитель масс  Формовщик  Оператор на автомате-укладчике  Подаватель рамок  Браковщица  Подкатчик вагонеток  Водитель электропередаточной тележки  Сушильщик  Обжигальщик  Укладчик кирпича | 4  8  1  4  2  2  1  1  1  1  1  1  2  1  1  1 | 1  1  3  3  3  3  3  3  3  3  3  3  3  3  3  3 | 4  8  3  12  6  6  3  3  3  3  3  3  6  3  3  1 | 4  8  12  48  24  24  12  12  12  12  12  12  24  12  12  4 |  |
| Итого основных рабочих | 32 | 44 | 70 | 244 | 279 |
| 1.2 Вспомогательные рабочие  Подсобные рабочие  Рабочие по ремонту и обслуживанию оборудования  Итого вспомогательных рабочих |  |  |  | 98  61  159 | 111,72  69,54  181,26 |
| Итого производственных рабочих |  |  |  | 403 | 362,52 |
| 2. Руководители, специалисты, технические исполнители |  |  |  | 14 | 14 |
| 3. Административно-управленческий персонал |  |  |  | 41 | 41 |
| Всего работников |  |  |  | 458 | 417,52 |

По данным таблицы 8.4 годовые затраты на оплату труда работников составят 35072 тыс. руб., а единый социальный налог – 12486 тыс. руб.

Эксплуатационные затраты составят:

Материальные затраты – 12060,323 тыс. руб.

Заработная плата – 35072 тыс. руб.

Единый социальный налог – 12486 тыс. руб.

Амортизация зданий – 2835 тыс. руб.

Амортизация оборудования – 12082,35 тыс. руб.

Прочие затраты – 11180,351 тыс. руб.