МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту на тему:

## Туннельная печь обжига кирпича ОАО «Ивановский завод керамических изделий»

РЕФЕРАТ

Дипломный проект выполнен применительно к условиям ООИ «Взаимопомощь», ранее именуемый «Ивановский завод керамических изделий».

В дипломном проекте проведен расчет туннельной печи, включающий в себя: тепловой баланс печи, расчет горения топлива, расчет продолжительности обжига кирпича, выбор горелочных устройств, подбор вентиляторов. Также был проведен расчет камерного сушила для сушки кирпича-сырца.

Была разработана методика расчета внешнего теплообмена в щелевой электрической печи на основе метода ЗУП (зональный с условными поверхностями).

Разработана схема автоматизации туннельной печи. Выявлены вредные и опасные факторы, возникающие при эксплуатации туннельной печи, разработаны мероприятия по предупреждению и снижению воздействия их на обслуживающий персонал.

1. ОПИСАНИЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ СУШКИ И ОБЖИГА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

1.1 Сушка керамических изделий

1.1.1 Значение сушки изделий и материалов

Для каждого материала и изделия устанавливается определенный режим сушки, то есть допустимая интенсивность сушки, температура материала, температура и относительная влажность сушильного агента и теплоносителя, скорость его движения у материала и изменение указанных параметров в различные периоды процесса сушки. Сушить песок можно при любых температурах и скоростях удаления влаги. Сушить комовую глину и топливо можно при любых скоростях удаления влаги, но температура нагрева этих материалов ограничивается. Так, глина при температуре выше 400°С теряет пластичность, а в топливе выше 150–200°С начинается возгонка горючих продуктов. Растрескивание глины при сушке, вследствие усадки и возникающих усадочных напряжений, ускоряет выделение влаги. Сушка керамических изделий требует определенного режима, как в отношении допускаемых безопасных скоростей сушки, так и температуры нагрева изделий.

Таким образом, теория сушки должна рассматривать не только вопросы статики сушки – материальный и тепловой балансы сушки, миграцию влаги в материале, законы тепло- и массообмена в зависимости от связи влаги с материалом, но и поведение изделий при сушки, связанное с усадочными напряжениями и максимально допускаемыми скоростями сушки. Только лишь это комплексное рассмотрение вопросов теории сушки позволит устанавливать оптимальные режимы сушки, при которых изделия будут высыхать в кратчайшие сроки и иметь высокое качество.

# 1.1.2 Процесс сушки керамических изделий

Сушкой называется процесс удаления из твердых материалов содержащейся в ней влаги за счет ее испарения и удаления образовавшихся паров с поверхности тела в окружающую среду. Для этого к влажному телу, то есть кирпичу сырцу, необходим подвод тепла при условии, что давление водяных паров у поверхности тела больше давления водяных паров в окружающей среде. Процесс сушки сопровождается изменением веса материала во времени вследствие удаления из него влаги. Зная начальную влажность и вес материала, можно выразить графически изменение влажности по времени ω = f(τ), то есть построить кривую сушки, изображенную на рис. 1.1 (кривая 1). По кривой сушки можно построить кривую изменения влажности материала в единицу времени, то есть кривую скорости сушки ωm (кривая 2).

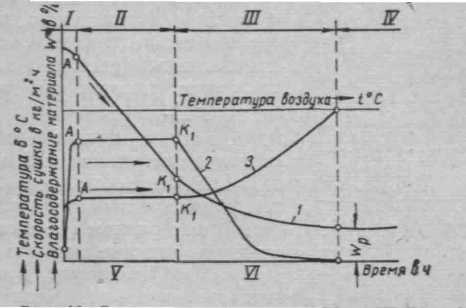
При сушке керамических материалов влага испаряется в основном с поверхности, а поэтому концентрация влаги в середине материала остается большей, чем у его поверхности. Вследствие возникновения перепада (градиента) влажности или концентрации влаги она перемещается из места с большей концентрацией к месту с меньшей концентрацией, то есть из середины тела к поверхности его.

Механизм и скорость перемещения влаги зависят от ряда факторов: формы связи влаги с материалом, его строения, температуры и влажности, а также пористости материала и других его свойств. Экспериментально установлено, что чем выше температура, влажность тела и давление пара внутри него, тем скорость сушки больше.

Процесс сушки керамических изделий можно разделить на следующие периоды.

1. Период прогрева. Материал, будучи помещен в пространство с повышенной температурой, прогревается. В конце этого периода (точка А на рис. 1.1) устанавливается постоянная температура поверхности и тепловое равновесие между количеством тепла, воспринимаемым изделием, и расходом тепла на испарение влаги. После этого наступает период постоянной скорости сушки.

Рис. 1.1. Схема изменения во времени влажности 1, скорости сушки 2 и температуры 3 материала



I - период прогрева; II- период постоянной скорости сушки; III- период падающей скорости сушки;

IV – период равновесного состояния; V – период влажного состояния; VI – период гигроскопического состояния материала

1. Период постоянной скорости сушки. В этот период скорость сушки постоянна и численно равна скорости испарения влаги с открытой поверхности. Следовательно, происходит испарение свободной влаги с поверхности материала, и поверхность в течение этого времени остается влажной за счет поступления влаги из внутренних слоев изделий. Температура поверхности материала , равная приблизительно температуре мокрого термометра, остается неизменной в течение всего периода (кривая 3 на рис. 1.1). Давление паров над поверхностью материала равно парциальному давлению насыщенных водяных паров при температуре поверхности  и не зависит от влажности материала.

Указанный период является наиболее ответственным и опасным, так как в течение его происходит усадка материала, порождающая усадочные напряжения. Скорость остается постоянной до тех пор, пока среднее содержание влаги в изделии не понизится до критического (точка К1 на рис. 1.1), а на поверхности изделия не станет равным гигроскопической влажности . С этого момента начинается период падающей скорости сушки. Однако в действительных условиях он может начаться и тогда, когда вследствие неодинаковых условий испарения влаги со всей поверхности влажность отдельных участков достигает влажности ниже гигроскопической, в то время как другие участки имеют влажность ниже гигроскопической. Следовательно, более правильно переход от периода постоянной к периоду падающей скорости сушки характеризовать точкой на кривой сушки отвечающей , то есть критической влажности.

Гигроскопическую влажность тело приобретает, если его поместить на длительный срок в среду с относительной влажностью φ = 100 % при данной температуре. Гигроскопическая влажность  зависит только от свойств материала и уменьшается при повышении температуры его нагрева. Такую влажность имеет тонкий поверхностный слой изделия в конце периода постоянной скорости сушки.

Критическая влажность представляет собой среднюю по всему изделию влажность, которая зависит от режима сушки, толщины изделия и коэффициента влагопроводности. При достижении изделием влажности  усадка поверхностных слоев прекращается, и дальнейшая сушка вызывает лишь увеличение пористости изделия.

1. Период падающей скорости сушки характеризуется тем, что с уменьшением влажности изделия сушка постепенно замедляется. Уменьшение интенсивности испарения вызывает уменьшение расхода тепла на испарение влаги, что при прочих постоянных условиях приводит к увеличению средней температуры изделия и уменьшению температурной разности между сушильным агентом и поверхностью материала.

Уменьшение скорости сушки обуславливается тем, что парциальное давление водяных паров над поверхностью материала падает и становится меньше парциального давления насыщенных паров при температуре поверхности, являясь функцией температуры и влажности поверхности изделия, то есть .

По линии на I-d- диаграмме и кривым равновесной влажности данного материала можно определить численные значения парциального давления пара над материалом в зависимости от температуры и влажности поверхности материала. При достижении поверхностью материала равновесной влажности скорость сушки становится равной нулю, то есть удаление влаги из материала прекращается. Величина равновесной влажности зависит от свойств материала и параметров окружающей среды, то есть от ее температуры и влажности.

1.1.3 Требования, предъявляемые к сушилкам

Сушка изделий производится в специальных устройствах – сушилках. Сушилка должна обеспечивать максимальную скорость сушки материала при соблюдении его высокого качества, минимальный расход тепла и электроэнергии на 1 кг испаряемой влаги, равномерность сушки по всему объему сушилки; должна обладать возможно большей напряженностью объема по влаге (количеством испаряемой влаги на 1 м3 объема сушилки), легкостью регулирования параметров сушильного агента; должна быть оснащена механизмами для загрузки, выгрузки и перемещения материала; должна быть снабжена приборами теплового контроля (КИП) и автоматикой и удовлетворять санитарным нормам.

Одним из основных требований, предъявляемых к сушилкам, является равномерность сушки изделий по всему объему сушильного пространства. Степень неравномерности высушенных изделий, расположенных в различных местах сушильной камеры (камерные сушилки) или вагонетки (туннельные сушилки), и определяется коэффициентом неравномерности сушки , который выражает отношение конечных влажностей двух (или нескольких) высушенных изделий, расположенных в различных местах сушилки или вагонетки: изделий с наибольшей конечной влажностью  к изделиям с наименьшей влажностью ; при этом начальная влажность этих изделий принимается одинаковой

. (1.1)

Обычно  и с увеличением неравномерности сушки возрастает; при теоретически равномерной сушке .

Коэффициент неравномерности сушки является важной характеристикой сушилок, так как служит мерилом совершенства их с точки зрения движения и распределения газовых потоков, влияет на длительность сушки и характеризует однородность (по влагосодержанию) изделий.

На ООИ «Взаимопомощь» для сушки красного кирпича применяют камерные сушилки системы Росстромпроекта. Блок состоит из 30 камер с размерами: длина 17,8 м, ширина 1,4 м, высота 3,0 м. У пода камеры расположены каналы, подающие и отводящие газы. Сушильный агент поступает в два распределительных приточных канала 1 и оттуда фонтанирует в сушильную камеру через отверстия в плитах перекрывающих эти каналы. Отработанные (насыщенные влагой) газы удаляются из сушилки отводящим каналом 2 через отверстия, расположенные в своде этого канала.

Сушилка работает с принудительной подачей воздуха от вентилятора, создается зональная циркуляция воздуха по вертикали и температура между верхом и низом выравнивается, что приводит к равномерной сушке изделий по высоте камеры.

Сырец укладывается на рамы, которые устанавливают на специальные выступы в стенах камеры. В одной камере размещают 50 вагонеток, одна вагонетка состоит из 10 полок, на каждой полке 12 кирпичей.

2. ОБЖИГ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

2.1 Процессы, происходящие при обжиге изделий из легкоплавких глин

На поведение керамических изделий в процессе обжига влияют термические свойства глин, из которых они изготовлены.

Главнейшими термическими свойствами легкоплавких глин являются огнеупорность, огневая усадка, интервал спекания, интервал обжига, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и прочность в горячем состоянии.

При обжиге легкоплавких глин имеют место физико-химические процессы, связанные с фазовыми превращениями, разложением, частичным плавлением, кристаллизацией новообразований и реакциями в твердой фазе.

Указанные процессы происходят в глинообразующих минералах, примесях и добавках и по времени могут накладываться друг на друга.

Общая картина изменений, происходящих в глинистой легкоплавкой массе при ее обжиге, схематически представлена в таблице 1.1 [4]. При быстром нагреве температурные интервалы, указанные в таблице 1.1, сдвигаются в область более высоких температур.

При нагревании изделия значительной толщины в нем возникают существенные температурные перепады, и отдельные слои изделия находятся под воздействием неодинаковых температур.

Таблица 2.1 Процессы, происходящие в отдельных температурных интервалах обжига

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Температурные интервалы в 0С | Превалирующие процессы в данном температурном интервале | |
| До 150 | Удаление физически связанной адсорбированной влаги и межплоскостной влаги монтмориллонитовых минералов | |
| 131-224 | Разложение гидрогематита с выделением воды цеолитного типа | |
| 140-180 | Интенсивное вскипание остаточной влаги в сырце при быстром его нагреве. Понижение прочности сырца с возможностью возникновения трещин, сопровождающихся «хлопками» в печах | |
| 200-400 | Выгорание гумусовых веществ | |
| 400-550 | Пирогенетическое разложение органических примесей и добавок с выделением горючих веществ | |
| 450-550 | Наиболее интенсивное удаление конституционной воды монтмориллонитовых минералов | |
| 500-700 | Начало образования эвтектических силикатных расплавов, сопровождающееся уплотнением и упрочнением черепка | |
| 570-750 | Распад магниевых карбонатов с выделением углекислого газа | |
| 573 | Переход β-кварца в α-кварц с увеличением в объеме на 0,82% | |
| 600-1200 | Реакция между известью и каолинитом с образованием CaO⋅Al2O3 и 2CaO⋅SiO2 | |
| 700-800 | Реакция в твердой фазе между SiO2, Al2O3 и СаСО3 | |
| 700-900 | Выгорание коксового остатка органических примесей и добавок | |
| 800-860 | Разрушение кристаллической решетки монтмориллонита | |
| 800-1000 | Интенсивное разложение кальциевых карбонатов с выделением углекислого газа. При большом содержании карбонатных примесей – заметное повышение пористости черепка с возрастанием температуры обжига | |
| 800-900 | Кристаллизация гематита Fe2O3 | |
| 800-1050 | Интенсивная усадка и уплотнение черепка за счет накопления жидкой фазы эвтектических силикатных расплавов | |
| 950-1000 | Кристаллизация шпинели MgO⋅Al2O3 | |
| 950-1050 | | Начало интенсивного образования муллита | |
| 950-1100 | | Расплавление пылевидных зерен полевого шпата | |
| 1000 | | Переход α-кварца в α-кристобалит с увеличением в объеме на 15,4% | |
| 1050-850 | | *Охлаждение*  Увеличение вязкости при сохранении пиропластичного состояния черепка | |
| 850-750 | | Переход из пиропластичного состояния в твердое (хрупкое). Резкие структурные изменения. Возникновение максимальных напряжений с возможностью образования трещин | |
| 675 | | Переход β-2СаО⋅SiO2 с увеличением в объеме на 10% | |
| 573 | | Переход α-кварца в β-кварц с увеличением в объеме на 0,82% | |
| 270-180 | | Переход α-кристобалита в β-кристобалит с уменьшением в объеме на 2,8% | |

Вследствие этого процессы, указанные в табл. 1.1, протекают в обжигаемом изделии не последовательно друг за другом, а одновременно, накладываясь во времени. В восстановительной среде температуры плавления, начала и конца спекания существенно понижаются, иногда на 100-1500С; особенно это характерно для глин с большим содержанием железистых окислов. По исследованиям М.Г. Лундиной, трещиностойкость изделий из легкоплавких глин в процессе обжига понижается с увеличением, содержания в глине монтмориллонитовых минералов, глинозема, частиц величиной менее 1 мк (особенно при их количестве более 35-40%) и при повышении числа пластичности более 20.

Коренные изменения в минеральном фазовом составе черепка отмечались лишь при достижении температур 800-9000С. Трещинообразование при нагревании наступает лишь в период интенсивной усадки. Обжиг абсолютно сухого сырца до температуры 8000С может производиться с интенсивностью до 300 град/ч. Скоростной обжиг возможен при влажности сырца не более 5%. При этом необходимо иметь в виду, что пересушенный сырец является хрупким и его механические повреждения (видимые и невидимые) возможны до обжига при его транспортировании и садке в печь.

К.А. Нохратян и З.А. Смолякова [4], исследуя процесс охлаждения кирпича, установили наличие “опасного” температурного интервала в области 500-6000С, вызванного полиморфным превращением кварца. При быстром охлаждении кирпича в указанном интервале температур происходит изменение структуры, сопровождающееся общим разрыхлением черепка, повышением его водопоглащения и снижением прочностных показателей. В связи с этим указанные авторы рекомендуют вести процесс охлаждения по трехступенчатому режиму:

1. форсированное охлаждение от конечной температуры обжига до 6000С;
2. медленное охлаждение в интервале температур 500-6000С;
3. форсированное охлаждение до температуры выгрузки. Общая длительность может быть при этом значительно снижена по сравнению с одноступенчатым режимом при существенном улучшении качества кирпича.

2.2 Описание конструкции и работы туннельной печи

Для обжига керамического кирпича на ООИ «Взаимопомощь» установлены 2 туннельные печи. Туннельная печь для обжига керамических изделий имеет вагонеточный состав, передвигающийся вдоль туннеля с помощью толкателя. Внутри туннеля проложен рельсовый путь. Каждая вагонетка, пройдя всю длину туннеля, выдается из печи с другого конца при очередном проталкивании. Таким образом, создается непрерывное перемещение вагонеток в печи, постепенный подогрев, обжиг и охлаждение изделий, находящихся на поду вагонетки. Туннельная печь длиной 62 м и шириной 2 м имеет 3 зоны.

Форкамера служит для уменьшения газообмена с окружающей средой при загрузке вагонеток в печь.

Основное назначение зоны подогрева – окончательное удаление влаги из сырца и равномерный прогрев садки до температуры 6000С. Подогрев и сушка производятся отходящими из зоны обжига продуктами горения.

В зоне обжига сжигается топливо в специальных горелочных устройствах. Сырец нагревается до температуры 9800С, при этом завершаются все процессы, связанные с формированием черепка. Воздух, поступающий для сжигания топлива, предварительно подогревается в зоне охлаждения. Горение топлива происходит в разрывах между садками кирпича на вагонетках. С каждой стороны печи установлено по семь горелок, топливо – природный газ.

В зоне охлаждения происходит остывание кирпича до температуры 3000С перед выдачей вагонеток из печи, также происходит отбор нагретого воздуха для подачи его в сушилку. В этой зоне охлаждается также и футеровка вагонеток, нагретая до высоких температур. Изделия и футеровка вагонеток охлаждаются холодным воздухом, подаваемым в печь сверху и сбоку через несколько каналов, расположенных по длине зоны охлаждения ближе к выходному каналу печи.

Печь работает по принципу противотока, то есть газы и воздух движутся навстречу вагонеткам с обжигаемыми изделиями. Движение газовых и воздушных потоков осуществляется системой вентиляторов.

В зоне подогрева предусмотрена установка циркуляционных вентиляторов для интенсивного перемешивания газовых потоков с целью максимального усреднения газовой среды, то есть ликвидации расслоения ее и уменьшения перепада температур по сечению канала. В зоне подогрева также производится отбор дымовых газов.

Печь выполняется из стандартного красного кирпича, зона обжига изнутри футеруется шамотным кирпичом. Свод печи выполняется из красного кирпича и засыпки шлаком.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Время обжига, ч

Позиции вагонеток

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

# Рис. 1.2. Кривая обжига кирпича в печи



Рис. 1. . Схема движения потоков:

- горячего воздуха от печи к сушилу с параметрами и ;

- продуктов сгорания в дымовую трубу с параметрами  и ;

- смеси продуктов горения и воздуха к сушилу с параметрами и 

Примечание: параметры теплоносителей в скобках определены в результате расчетов

3. РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ОБЖИГА КИРПИЧА. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

3.1 Расчет продолжительности обжига кирпича и производительности печи

Расчет выполнен по методике, изложенной в [1, 2, 3].

Абсолютная влажность загружаемого в печь кирпича ω = 7,5%. Вес сухого кирпича

G1 = 3,3 кг.

Размеры кирпича: длина l = 250 мм;

ширина b = 120 мм;

толщина s = 65 мм.

1). Нагрев до 1000С.

Количество испаряемой влаги

 кг, (2.1)

.

Активная поверхность теплообмена и испарения одиночного кирпича

 м2 , (2.2)

м2.

Количество влаги, приходящейся на 1 м2 активной поверхности,

 кг/м2, (2.3)

кг/м2.

При съеме влаги примерно 0,4 кг/м2·ч с активной поверхности время, необходимое для нагрева до 1000С, составляет:

 ч, (2.4)

ч.

2). Период нагрева от 100 до 8000С.

Определяем допустимую скорость подъема температуры по формуле [1]

 град/ч, (2.5)

где Δtдоп – максимально допустимая разность температур в теле изделия при его нагреве или охлаждении;

а – коэффициент температуропроводности материала, а = 40 м2/ч;

S – толщина прогрева изделий, S = 0,06 м.

Принимая для этого периода Δtдоп = 850С [1], получим

 град/ч.

Время нагрева или охлаждения в известном интервале температур равно:

 ч, (2.6)

где t1 и t2 – температура в начале и конце интервала, 0С;

ч.

3). Период нагрева от 800 до 9800С.

Принимая для этого периода Δtдоп = 850С [1], получим

град/ч.

Время нагрева

ч.

4). Время выдержки при конечной температуре [1]

 ч, (2.7)

ч.

5). Охлаждение в интервале температур от 980 до 5000С при значении Δtдоп = 550С [1]

град/ч.

Время охлаждения

ч.

6). Охлаждение в интервале температур от 500 до 3000С при Δtдоп = 1250С [1]

град/ч.

Время охлаждения

ч.

7). Общая продолжительность обжига равна суммарному времени нагрева, выдержки и охлаждения

 , (2.8)

ч.

Таким образом, по оптимальному режиму обжига, рассчитанному на основе допустимой разницы температур в теле изделия при его нагреве и охлаждении, получили, что общая продолжительность обжига составляет не более 29 ч.

Годовая производительность печи на ОАО «Ивановский завод керамических изделий»

Рг = 9 млн.шт/год.

Единовременная емкость туннельной печи G = 31000 шт.

Количество оборотов печи в год

 , (2.9)

 об.

Число рабочих дней в год

 , (2.10)

 день.

Принимаем zг = 350 дней.

Число часов работы печи в год

ч.

Часовая производительность печи может быть определена из годовой производительности по формуле

 , (2.11)

откуда

 , (2.12)

где Рчас – часовая производительность, шт/ч;

m1 – процент брака, m1 = 2%;

m2 – процент потерь материала во время транспортировки, m2 = 5%.

.

В переводе на массу

.

3.2 Горение топлива

Целью расчета горения топлива является определение необходимого для горения топлива расхода воздуха, выхода продуктов горения и их процентного содержания.

Топливо – природный газ следующего состава:

СН4 = 98,49%

С2Н6 = 0,51%

С3Н8 = 0,17%

С4Н10 = 0,05%

N2 = 0,75%

CO2 = 0,03%

Всего: 100%

Расход окислителя на горение топлива

 , (2.13)

где m, n – индексы при элементах С и Н;

CmHn – углеводороды;

.

Теоретически максимально необходимый для полного горения единицы топлива расход воздуха

  , (2.14)

.

Действительный расход воздуха:

 , (2.15)

где n – коэффициент расхода воздуха, n = 1,2;

.

Продукты горения

  , (2.16)

где СО2 – процентное содержание СО2 в топливе, %;

 , (2.17)

  , (2.18)

где N2 – процентное содержание N2 в топливе, %;

 ;

 ;

.

Избыточное количество кислорода

  , (2.19)

.

Теплота сгорания топлива

 кДж/м3(н), (2.20)

где - теплота сгорания углеводородов, кДж/м3(н);

- процентное содержание в топливе, %;

кДж/м3(н).

Выход продуктов горения

  , (2.21)

.

Процентный состав продуктов горения

, (2.22)

, (2.23)

, (2.24)

, (2.25)

,

,

,

.

3.3 Тепловой баланс рабочего пространства печи

Целью расчета теплового баланса является определение расхода топлива.

Расчет проводим для зон подогрева и обжига и для зоны охлаждения.

3.3.1 Тепловой баланс зоны охлаждения

Приходные статьи баланса.

Тепло обожженных изделий

 кВт, (2.26)

где Рчас – производительность по обжигу, шт/час; Рчас = 1150 шт/час;

mк – вес обожженного кирпича, mк = 3,3 кг;

tобж – температура обжига кирпича, tобж = 9800С;

ск – удельная теплоемкость кирпича при tобж,

ск = 0,837+0,000264·tобж [1];

ск = 0,837+0,000264·980 = 1,1 кДж/кг·0С;

 кВт.

Тепло вносимое из зоны обжига вагонетками

 кВт, (2.27)

где Gв – емкость вагонетки, Gв = 1000 шт;

mш и mм – масса шамотной и металлической частей вагонетки, mш = 1152 кг, mм = 348 кг;

сш и см – удельная теплоемкость шамотной и металлической частей вагонетки,

сш = 0,837+0,000264·tш [1]; см = 0,48 кДж/кг·0С [1];

tш и tм – соответственно средние температуры шамотной и металлической частей вагонетки; tш = 7230С, tм = 600С;

t0ш и t0м – соответственно начальные температуры частей вагонетки, t0ш = 400С, t0м = 300С;

сш = 0,837+0,000264·723 = 1,03 кДж/кг·0С;

 кВт.

Расходные статьи теплового баланса.

Вынос тепла выходящими изделиями

 кВт, (2.28)

где tк – конечная температура кирпича, tк = 3000С;

ск – теплоемкость кирпича при tк ;

ск = 0,837 + 0,000264·300 = 0,9162 кДж/кг·0С;

 кВт.

Вынос тепла вагонетками

 кВт, (2.29)

где tшк и tмк – температуры на выходе из печи; tшк = 2700С, tмк = 400С;

сшк и смк – удельные теплоемкости шамотной и металлической частей вагонетки при tшк и tмк, смк = 0,48 кДж/кг·0С;

сшк = 0,837 + 0,000264·270 = 0,908 кДж/кг·0С;

кВт.

Потери тепла теплопроводностью через стены и свод.

Длина зоны охлаждения 26 м.

В соответствии с температурной кривой (см. рис. 1.6) разбиваем зону охлаждения на 2 участка:

1 участок 9800С – 6000С Тср = 7900С длина – 14 м

2 участок 6000С – 1600С Тср = 3800С длина – 12 м

 кВт, (2.30)

где Qст – потери через стены;

Qсв – потери через свод.

Потери через стены

 кВт, (2.31)

где Тср – средняя температура на участке, 0С;

Тн – температура наружного воздуха, Тн = 200С;

Ri – толщина i-го слоя кладки, м;

λi – коэффициент теплопроводности i-го слоя кладки, Вт/м·0С;

αн – коэффициент теплоотдачи, αн = 15 Вт/м2 · 0С;

Fвн.ст – внутренняя площадь стен, м2;

Fнар.ст – наружная площадь поверхности стен, м2.

1-ый участок.

Стены печи – двухслойные:

1 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R1 = 0,25 м;

2 слой – красный кирпич на сложном растворе, R2 = 0,89 м.

,

 0С,

[1],

 Вт/м·0С,

,

0С,

 Вт/м·0С.

Наружная площадь стен

 м2, (2.32)

где hнар.ст – высота наружной стены, hнар.ст = 3 м;

lст – длина стен, lст = 14 м;

м2.

Внутренняя площадь стен

 м2, (2.33)

где hвн.ст – высота внутренней стены, hвн.ст = 1,8 м;

м2.

 кВт.

2-ой участок.

Стены печи – двухслойные:

1 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R1 = 0,25 м;

2 слой – красный кирпич на сложном растворе, R2 = 0,89 м.

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

м2,

м2,

 кВт.

,

кВт.

Потери через свод

 кВт, (2.34)

где Fвн.св и Fнар.св – соответственно внутренняя и наружная площадь свода.

1-ый участок.

Свод печи – трехслойный:

1 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R1 = 0,25 м;

2 слой – засыпка шлаком, R2 = 0,24 м;

3 слой – красный кирпич на сложном растворе, R3 = 0,065 м.

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С [1],

0С,

 Вт/м·0С.

Внутренняя площадь свода

 м2, (2.35)

где Ввн и Lвн – соответственно ширина и длина рабочего канала, Ввн = 2 м, Lвн = 12 м;

 м2.

Наружная площадь свода

 м2, (2.36)

где Внар и Lнар – соответственно ширина и длина наружного свода, Внар = 3,27 м, Lнар = 12 м;

м2.

 кВт.

2-ой участок.

Свод печи – трехслойный:

1 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R1 = 0,25 м;

2 слой – засыпка шлаком, R2 = 0,24 м;

3 слой – красный кирпич на сложном растворе, R3 = 0,065 м.

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С.

 м2,

м2.

 кВт.

,

 кВт.

Суммарные потери через кладку

,

 кВт.

Потери с охлаждающим воздухом.

Охлаждающий воздух, омывая кирпич, аккумулирует его тепло.

 кВт, (2.37)

где Q1(изд) – тепло обожженных изделий (1-ая статья приходной части);

Q1(изд) = 1136,39 кВт;

Q1(тр) – тепло вносимое вагонетками из зоны обжига (2-ая статья приходной части);

Q1(тр) = 260,49 кВт;

Q2(изд) – тепло выносимое изделиями (1-ая статья расходной части); Q2(изд) = 289,75 кВт;

Q2(тр) – тепло выносимое вагонетками (2-ая статья расходной части); Q2(тр) = 92,35 кВт;

Qкл – потери через кладку (3-я статья расходной части); Qкл = 49,52 кВт;

 кВт.

Найдем расход воздуха на охлаждение по формуле

 м3/с,

где свк и свн – теплоемкости воздуха при конечной Тк и начальной Тн температуре; Тк = 4200С, Тн = 200С; свк = 1,33 кДж/кг·0С, свн = 1,29 кДж/кг·0С [2];

 м3/с.

Тепловой баланс сведем в таблицу 2.1.1

Таблица 3.1.1 Тепловой баланс зоны охлаждения после реконструкции (2 % брака)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Статьи теплового баланса | Количество тепла | |
| кВт | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Тепло обожженных изделий | 1136,39 | 81,35 |
| 2 | Тепло вносимое вагонетками | 260,49 | 18,65 |
|  | Итого | 1396,88 | 100,00 |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Потери с выходящими изделиями | 289,75 | 20,74 |
| 2 | Потери с выходящими вагонетками | 92,35 | 6,61 |
| 3 | Потери через кладку | 49,52 | 3,55 |
| 4 | Потери с охлаждающим воздухом | 965,26 | 69,1 |
|  | Итого | 1396,88 | 100,00 |

3.3.2 Тепловой баланс зоны подогрева и обжига

Приходные статьи баланса

Тепло горения топлива

 кВт, (2.38)

где  - теплотворная способность топлива,  = 35471,6 кДж/м3;

В – расход топлива – газа, м3/с;

 кВт.

Тепло топлива физическое

 кВт, (2.39)

где tт – температура топлива, tт = 200С;

ст – теплоемкость топлива при tт, кДж/м3·0С;

кДж/м3·0С;

 кВт.

Тепло загружаемого сырца

 кВт, (2.40)

где mc – вес абсолютно сухого сырца, mc = 3,6 кг;

сс – удельная теплоемкость сырца, сс = 0,83 кДж/м3·0С;

mв – вес влаги высушенного сырца, mв = 0,300 кг;

св – удельная теплоемкость влаги, св = 4,187 кДж/м3·0С;

tм – температура загружаемого материала, tм = 300С;

 кВт.

Тепло вносимое вагонетками

 кВт, (2.41)

где tш , tм – температура шамотной и металлической частей вагонетки; tш = 400С, tм = 300С;

 кДж/м3·0С;

 кДж/м3·0С;

 кВт.

Тепло наружного воздуха, поступающего на горение

 кВт, (2.42)

где Lд – действительный расход воздуха; Lд = 11,4252 ;

tв – температура воздуха идущего на горение, tв = 200С;

св – теплоемкость воздуха, св = 1,29 кДж/м3·0С;

 кВт.

Тепло воздуха, поступающего из зоны охлаждения.

Из зоны охлаждения часть воздуха идет на сушило, а часть поступает на горение в зону обжига. Для поддержания температуры в конце зоны обжига равной 9800С (процесс выдержки) продукты сгорания необходимо разбавлять. Для этой цели используется горячий воздух из зоны охлаждения. Температура воздуха 4200С.

Определим, какую долю горячего воздуха необходимо подать на разбавление от общего расхода в зоне охлаждения. Принимаем смесь: 70% - продукты сгорания, 30% - воздух. Этому соответствует величина qв = 750 кДж/м3.

 ,

где х – доля тепла воздуха, необходимая для разбавления в зоне обжига;

- расход воздуха (из зоны охлаждения), = 1,65 м3/с;

,

 ,

.

Расход воздуха, идущий из зоны охлаждения в зону обжига составляет 14% от всего воздуха, проходящего через зону охлаждения .

Расход воздуха на зону обжига

 м3/с,

м3/с.

Приведем  к 4200С:

м3/с.

Определим расход воздуха на сушило:

м3/с.

На сушило воздух идет с температурой 2500С. Приведем  к 2500С:

 м3/с.

Находим тепло воздуха вносимого в зону обжига из зоны охлаждения:

 кВт, (2.43)

 кВт

Итого приходные статьи:



Расходные статьи баланса.

Расход тепла на испарение влаги в сырце и нагрев водяных паров

 кВт, (2.44)

где mв – вес влаги высушенного сырца, mв = 0,3 кг;

r – скрытая теплота парообразования, r = 2500 кДж/кг·0С;

свп – теплоемкость водяных паров, свп = 1,97 кДж/кг·0С;

tпг – температура продуктов горения на выходе, tпг = 1500С;

 кВт.

Расход тепла на химические реакции

 кВт, (2.45)

где n – процентное содержание Al2O3 в глине, n = 15%;

qх – теплота, затраченная на химические реакции при обжиге 1 кг глины на каждый процент Al2O3 , qх = 20,93 кДж;

 кВт.

Расход тепла на нагрев изделий до температуры обжига (из приходной части баланса зоны охлаждения):

 кВт.

Расход тепла на нагрев вагонеток (приходная часть баланса зоны охлаждения):

 кВт.

Потери тепла теплопроводностью через кладку.

По длине зону разбиваем на 2 участка в соответствии с температурной кривой (см. рис. 1.6):

1 участок 200С – 6000С Тср = 3100С длина – 22 м

2 участок 6000С – 9800С Тср = 7900С длина – 14 м

Потери тепла через стены определяем по формуле (2.31).

1-ый участок.

Кладка двухслойная:

1 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R1 = 0,25 м;

2 слой – красный кирпич на сложном растворе, R2 = 0,89 м.

 0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С.

м2,

м2.

 кВт.

2-ой участок

Кладка трехслойная:

1 слой – шамотный кирпич, R1 = 0,25 м;

2 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R2 = 0,25 м;

3 слой – красный кирпич на сложном растворе, R3 = 0,89 м.

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С.

м2,

м2.

кВт.

,

 кВт.

Потери через свод определяем по формуле (2.34).

1-ый участок.

Кладка трехслойная:

1 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R1 = 0,25 м;

2 слой – засыпка шлаком, R2 = 0,24 м;

3 слой – красный кирпич на сложном растворе, R3 = 0,065 м.

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

Площади свода

 м2,

м2.

 кВт.

2-ой участок.

Кладка четырехслойная:

1 слой – шамотный кирпич, R1 = 0,25 м;

2 слой – красный кирпич на глиняном растворе, R2 = 0,065 м;

3 слой – засыпка шлаком, R3 = 0,575 м;

4 слой – красный кирпич на сложном растворе, R4 = 0,065 м.

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

0С,

 Вт/м·0С,

0C,

 Вт/м·0С.

Площади свода

 м2,

м2.

кВт.

,

 кВт.

Суммарные потери через кладку

,

 кВт.

Потери тепла с уходящими газами

 кВт, (2.46)

где V0 – выход продуктов горения, Vпг = 12,4298 ;

 - общий коэффициент расхода воздуха, для коротких туннельных печей  = 3;

L0 – теоретический расход воздуха, L = 9,52 ;

сдым – теплоемкость дымовых газов при tдг;

tдг – температура дымовых газов, tдг = 1500С;

 кДж/м3·0С;

 кВт.

Итого расходные статьи:



Определим расход газа на туннельную печь. Для этого приравняем приходные и расходные статьи теплового баланса:

Расход газа на туннельную печь после реконструкции:



Расход газа на туннельную печь до реконструкции:



Находим удельный расход газа:

 , (2.47)

 м3/1000шт.

Расход условного топлива определяем исходя из калорийности природного газа

, (2.48)

где  - теплота сгорания условного топлива;

кг/ч.

Удельный расход условного топлива

 , (2.49)

 кг/1000шт.

Выбор газогорелочных устройств.

Для установки на печи газогорелочных устройств для сжигания природного газа принимаем горелки специальные. Номинальный расход газа на одну горелку В1 = 16 м3/ч. Определяем число горелок:

 , (2.50)

где nгу – число горелочных устройств, шт;

В – расход газа на печь, В = 189 м3/ч;

шт.

Для обеспечения необходимого тепло-технологического процесса принимаем количество горелок равное 14 шт.

Таблица 2.2.1 Тепловой баланс зоны подогрева и обжига после реконструкции (2 % брака )

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Статьи теплового баланса | Количество тепла | |
| кВт | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Тепло горения топлива | 1862,24 | 78,36 |
| 2 | Тепло топлива физическое | 1,68 | 0,07 |
| 3 | Тепло загружаемого кирпича | 40,67 | 1,71 |
| 4 | Тепло вносимое вагонетками | 14,08 | 0,59 |
| 5 | Тепло воздуха, идущего на горение | 15,47 | 0,65 |
| 6 | Тепло воздуха из зоны охлаждения | 442,5 | 18,62 |
|  | Итого | 2376,64 | 100,00 |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Расход на испарение и нагрев влаги | 264,13 | 11,11 |
| 2 | Расход на химические реакции | 330,96 | 13,93 |
| 3 | Расход на нагрев изделий | 1136,39 | 47,81 |
| 4 | Расход на нагрев вагонеток | 260,49 | 10,96 |
| 5 | Потери через кладку | 44,79 | 1,89 |
| 6 | Потери с уходящими газами | 339,90 | 14,3 |
|  | Итого | 2376,64 | 100,00 |

Таблица 2.3.1 Сводный тепловой баланс туннельной печи после реконструкции (2 % брака)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Статьи теплового баланса | Количество тепла | |
| кВт | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Тепло горения топлива | 1862,24 | 96,28 |
| 2 | Тепло топлива физическое | 1,68 | 0,09 |
| 3 | Тепло загружаемого кирпича | 40,67 | 2,10 |
| 4 | Тепло вносимое вагонетками | 14,08 | 0,73 |
| 5 | Тепло воздуха, идущего на горение | 15,47 | 0,80 |
|  | Итого | 1934,16 | 100,00 |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Расход на испарение и нагрев влаги | 264,13 | 13,66 |
| 2 | Расход на химические реакции | 330,96 | 17,11 |
| 3 | Потери с выходящими изделиями | 289,75 | 14,98 |
| 4 | Потери с выходящими вагонетками | 92,35 | 4,77 |
| 5 | Потери через кладку | 94,31 | 4,88 |
| 6 | Потери с уходящими газами | 339,90 | 17,57 |
| 7 | Потери тепла с охлаждающим воздухом (на сушило) | 522,76 | 27,03 |
|  | Итого | 1934,16 | 100,00 |

3.4 Расчет количества газов, проходящих по печи

Исходные данные:

а) часовая производительность печи по обжигу, шт 1150

б) расход природного газа в час, м3 189

в) объем воздуха на горение,  11,4252

г) объем продуктов горения,  12,4298

д) температура отработанных газов, 0С 150

е) температура воздуха, отбираемого из зоны охлаждения, 0С 250

Количество дымовых газов.

Объем отработанных дымовых газов определяем по формуле

 м3/ч, (2.51)

где L – теоретический расход воздуха, L = 9,52 ;

Vпг – выход продуктов горения, Vпг = 12,4298 ;

- коэффициент избытка воздуха, = 3;

нм3/ч.

Объем отходящих дымовых газов приведенный к 1500С равен:

 м3/ч.

Объем воздуха, отбираемого из зоны охлаждения туннельной печи

 м3/ч

(из теплового баланса зоны обжига).

Объем воздуха, поступающего в зону охлаждения

 м3/с =5940 м3/ч

(из теплового баланса зоны обжига).



Рис. 2.1. Схема движения материала, газа, воздуха и продуктов горения в печах

1 – подача воздуха на охлаждение кирпича;

2 – загрузка материала;

3 – отбор горячего воздуха на сушило; 4 – воздух в зону обжига;

5 – подача природного газа; 6 – подача воздуха на горение;

7 – выброс дымовых газов в трубу

Примечание: параметры, указанные в скобках, определены в результате расчетов.

3.5 Расчет аэродинамических сопротивлений туннельной печи

Сопротивление аэродинамической системы туннельной печи состоит из сопротивлений садки изделий в печи и местных сопротивлений ее отдельных элементов: трубопроводов, дымоходов, заслонок и т.п., на всасывающей и нагнетающей сторонах вентиляторов.

Сопротивление садки изделий.

Для расчета принимаются показания замеров на действующей печи, работающей на природном газе, по точкам:

в точке Т1 Нс = -31,4 мм.вод.ст

в точке Т2 Нс = 0 мм.вод.ст

в точке Т3 Нс = 14,3 мм.вод.ст

в точке Т4 Нс = 21 мм.вод.ст

Аэродинамическая кривая изображена на рис. 2.2.

Местные сопротивления систем отбора дымовых газов и воздуха из печи, и подачи воздуха в печь.

Дымосос:

### Всасывающая сторона -2,5 мм.вод.ст

Нагнетающая сторона -8,1 мм.вод.ст

Полный напор Нп = 10,6 мм.вод.ст

Вентилятор отбора горячего воздуха:

### Всасывающая сторона -4,6 мм.вод.ст

Нагнетающая сторона -9,6 мм.вод.ст

Полный напор Нп = 14,2 мм.вод.ст

Вентилятор подачи воздуха в печь:

### Всасывающая сторона -10,9 мм.вод.ст

Нагнетающая сторона -11,1 мм.вод.ст

Полный напор Нп = 22,0 мм.вод.ст

Общее сопротивление систем:

Отбор дымовых газов

, мм.вод.ст (2.52)

где Нс – сопротивление садки, мм.вод.ст;

Нп – полный напор местного сопротивления, мм.вод.ст

 мм.вод.ст при t = 1500С

Отбор горячего воздуха

 мм.вод.ст при t = 2500С

Подача холодного воздуха

 мм.вод.ст при t = 200С

3.6 Подбор вентиляторов

Вентилятор отбора горячего воздуха из зоны охлаждения

1. Часовой объем отбираемого горячего воздуха нм3/ч
2. Общее сопротивление системы Нобщ = 28,5 мм.вод.ст

Приводим сопротивление к t = 200С, так как номограммы рассчитаны на эту температуру

 (2.53)

мм.вод.ст

По номограммам [5] выбираем центробежный вентилятор типа Ц9-57№6, число оборотов n = 725 об/мин, КПД η= 0,6.

Вентилятор нагнетания холодного воздуха

1. Часовой объем нагнетаемого в печь воздуха м3/ч
2. Общее сопротивление системы при t = 200С Нобщ = 43 мм.вод.ст

По номограммам [5] выбираем центробежный вентилятор типа Ц4-70№8, число оборотов n = 650 об/мин, КПД η= 0,7.

Вентилятор отсоса отработанных дымовых газов

1. Часовой объем отработанных дымовых газов нм3/ч
2. Общее сопротивление системы Нобщ = 42 мм.вод.ст

мм.вод.ст

По номограммам [5] выбираем центробежный вентилятор типа Ц4-70№8, число оборотов n = 760 об/мин, КПД η= 0,65.

Вентилятор рециркуляции теплоносителя

1. Производительность вентилятора соответствует производительности дымососа нм3/ч
2. Общее сопротивление системы Нобщ = 31 мм.вод.ст

мм.вод.ст

По номограммам [5] выбираем центробежный вентилятор типа Ц4-70№6, число оборотов n = 960 об/мин, КПД η= 0,6.

4. РАСЧЕТ ПРОЦЕССА СУШКИ КИРПИЧА-СЫРЦА И ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС СУШИЛКИ

Тепловые потери из печи с охлаждающим воздухом самые большие и составляют 27,16% в тепловом балансе печи. Нагретый воздух как вторичный энергетический ресурс должен быть использован. Тепло воздуха можно использовать в сушилках, то есть на технологические цели.

Производительность сушила в соответствии с заданной производительность печи Рг = 9 млн. шт в год. В переводе на массу Ргм = 33000 т/год. Начальная относительная влажность изделий = 22%. Конечная относительная влажность после сушки = 7,5%.

Сушка производится горячим воздухом, отбираемым из зоны охлаждения туннельных печей. Начальную температура воздуха при входе в сушило принимаем tн = 1200С.

1). Для определения часовой производительности сушила принимаем: количество рабочих дней в году – 350, брак при сушке и обжиге  = 2%. Тогда часовая производительность по обжигаемым изделиям будет равна:

 кг/ч, (3.1)

где 24 – число часов в сутках;

кг/ч.

Если потери при прокаливании в процессе обжига составляют = 2%, то часовая производительность сушила по сухой массе составит:

 кг/ч, (3.2)

 кг/ч.

Поступает в сушило влажных изделий

 кг/ч, (3.3)

кг/ч.

Выходит из сушила высушенных изделий

 кг/ч, (3.4)

 кг/ч.

2). Часовое количество испаряемой влаги:

 кг/ч, (3.5)

кг/ч.

3). Расход сухого воздуха для теоретического процесса сушки.

Начальные параметры воздуха, поступающего в сушило, tн = 1200С. Влагосодержание dн находится по I-d диаграмме [1] для летних условий tвоз = 200С,  (точка А). Получаем dн = 12 г/кг сух. воз. и теплосодержание Iвоз = 56 кДж/кг сух. воз. Схема расчета по I-d диаграмме дана на рис. 3.1.

При повышении температуры воздуха в зоне охлаждения печи до tн = 1200С его влагосодержание не изменяется, а теплосодержание повышается до Iн = 156 кДж/кг сух. воз. (точка В).

Теоретический процесс сушки, изображенный линией ВС (рис.3.1), заканчивается при d2 = 41 г/кг сух. воз. Точка С находится на пересечении линии Iн = const с линией tк = const, задаемся tк = 400С.

Расход сухого воздуха при теоретическом процессе сушки находим по формуле

 кг сух. воз./ч , (3.6)

кг сух. воз./ч.

4). Потери теплосодержания воздуха в процессе сушки. Для расчета действительного процесса сушки определяем расход тепла в сушиле на нагрев материала, потери тепла в окружающую среду и тепло аккумулированное кладкой сушила.

Продолжительность сушки изделий принимаем 72 часа. Ширина сушильной камеры b = 1,4 м, длина камеры l = 17,8 м, высота h = 3 м. Сушило состоит из 30 камер.

Стены и свод сушила выполнены из красного кирпича, толщина стен Rст = 0,24 м, толщина свода Rсв = 0,12 м.

Общая ширина сушила:

 м, (3.7)

м.

Расход тепла на нагрев изделий в сушиле определяем по формуле

 кДж/ч, (3.8)

где см – теплоемкость высушенного материала

 кДж/кг·0С, (3.9)

где сс – теплоемкость абсолютно сухого материала, кДж/кг·0С;

сс = 0,921 кДж/кг·0С;

 кДж/кг·0С;

tк и tн – конечная и начальная температуры кирпича при сушке, tк = 900С,

tн = 350С;

 кДж/ч.

Потери тепла в окружающую среду через стены, потолок и двери определяем по формуле

 кДж/ч, (3.10)

где k – коэффициент теплопередачи, который определяем по формуле

 Вт/м2·0С, (3.11)

где - коэффициент теплоотдачи внутри сушила от движущегося сушильного агента к стенкам камеры, для садки изделий на этажерках при низких температурах = 5,2 Вт/м2·0С;

S1 – толщина стенки, S1 = Rст = 0,24 м;

- коэффициент теплопроводности кирпичной стенки, = 0,5 Вт/м·0С;

- коэффициент теплоотдачи от стенки в окружающую среду, определяем по номограмме для = 150С [1], = 10 Вт/м2·0С;

tср – средняя температура сушильного агента, 0С;

tокр – температура окружающей среды, tокр = 200С;

F – теплоотдающая поверхность стенок.

 м2 , (3.12)

 м2,

 Вт/м2·0С.

Потери тепла через стены

 кДж/ч.

Находим поверхность потолка для определения потерь через свод:

 м2, (3.13)

 м2.

Коэффициент теплопроводности красного кирпича = 0,5 Вт/м·0С.

Коэффициент теплоотдачи = 11,4 Вт/м2·0С.

Коэффициент теплопередачи по формуле (3.11)

 Вт/м2·0С.

Потери тепла через потолок по формуле (3.10)

 кДж/ч

Определяем потери тепла через дверки, выполненных из дерева толщиной

R = 50 мм. Коэффициент теплопроводности = 0,16 Вт/м·0С.

Поверхность дверок:

 м2, (3.14)

 м2.

Коэффициент теплопередачи по формуле (3.11)

 Вт/м2·0С.

 кДж/ч.

Суммарные потери тепла в окружающую среду составят:

 кДж/ч, (3.15)

 кДж/ч.

Теплота аккумуляции определяется по формуле

 кДж/ч, (3.16)

где Gкл – масса кладки, аккумулирующая тепло

 кг, (3.17)

где  , (3.18)

 , (3.19)

где  - толщина слоя аккумуляции,  = 0,06 м;

- плотность кирпича, = 1800 кг/м3;

сн , ск – теплоемкости кирпичных стен и свода при tн , tк; сн = 0,848 кДж/кг·0С, ск = 0,866 кДж/кг·0С;

tн = 400С, tк = 1100С – начальная и конечная температуры стен и свода;

- время сушки (аккумуляции);



Суммарные потери тепла в сушилке:

 , (3.20)

кДж/ч.

Потери теплосодержания воздуха в сушиле

 кДж/кг сух. воз., (3.21)

 кДж/кг сух. воз.

5). Действительный расход воздуха на сушку определяем с помощью I-d диаграммы. Для этого по I-d диаграмме от т.С вниз откладываем величину Iпот = 36,47 кДж/кг сух. воз. Действительный процесс сушки изображается линией ВЕ. Конечные параметры сушильного агента tк = 400С, = 55%, dк = 34 г/кг сух. воз.

Действительный расход воздуха на сушку

 кг сух. воз./ч, (3.22)

 кг сух. воз./ч=8,64 м3(н)/с

Количество воздуха, подаваемого в сушило при tвоз = 200С и V = 0,86 м3/кг сух. воз. [1] (приложение 40), составит:

 м3/ч, (3.23)

м3/ч

При температуре t = 1200С действительный расход воздуха равен:

 м3/ч.

Количество отработанного воздуха, удаляемого из сушила при tк = 400С, находим по формуле

 м3/ч, (3.24)

где  кг/ч;

- плотность отработанного воздуха, = 1,3 кг/м3;

м3/ч.

6). Расход тепла на сушку находим по формуле

 кДж/ч, (3.25)

где tм – температура материала, поступающего в сушило;

 кДж/ч.

7). Составим тепловой баланс сушила (табл.3.1).

Тепло, уходящее с отработанным воздухом

 кДж/ч, (3.26)

кДж/ч.

Тепло на испарение и нагрев влаги материала

 кДж/ч, (3.27)

 кДж/ч.

Таблица 4.1 Тепловой баланс сушилки после реконструкции (2% брака)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Статьи теплового баланса | Количество тепла | |
| кДж/ч | % |
|  | Приход тепла |  |  |
| 1 | Количество тепла, необходимое для сушки | 3,4726⋅106 | 100,00 |
|  |  |  |  |
|  | Расход тепла |  |  |
| 1 | Нагрев материала qм | 272572,26 | 7,49 |
| 2 | Потери в окружающую среду qокр | 475312 | 13,07 |
| 3 | Испарение и нагрев влаги qисп | 1914379,6 | 52,63 |
| 4 | Тепло на аккумуляцию qакк | 244875 | 6,73 |
| 5 | Тепло с уходящим воздухом qух | 730452,5 | 20,08 |
|  | Итого | 3,6376⋅106 | 100,00 |

8). Расчет горения топлива в подтопке (аналогично п.2.2)

Состав топлива:

СН4 = 98,49%

С2Н6 = 0,51%

С3Н8 = 0,17%

С4Н10 = 0,05%

N2 = 0,75%

CO2 = 0,03%

Всего: 100%

## Расход окислителя на горение топлива

.

Теоретически максимально необходимый для полного горения единицы топлива расход воздуха

.

Действительный расход воздуха:

.

Продукты горения

 ;

;.

.

Теплота сгорания топлива

кДж/м3(н).

Выход продуктов горения

.

Процентный состав продуктов горения

,

,

,

.

9). Приводим окончательный вариант итерационного расчета параметров воздуха, необходимых для сушки.

Количество воздуха, подаваемого в сушилку из зоны охлаждения печи, недостаточно для сушки. Поэтому дополнительно используют подтопок. В подтопке установлена горелка для сжигания природного газа. Также в подтопок нагнетается воздух, необходимый для разбавления продуктов горения до нужной температуры. Смесь воздуха и продуктов горения смешивается с горячим воздухом, идущим от печи. Таким образом, обеспечиваются необходимые параметры воздуха для сушки кирпича-сырца (рис.3.2)

Действительный объем воздуха, необходимый для сушки,  м3/с. Учитывая потери в сушилке (~ 20%) объем воздуха  м3/с.

Объем смеси от подтопка

 м3/с, (3.28)

где  - объем воздуха, необходимый для сушки,  м3/с;

- объем воздуха, отбираемый в зоне охлаждения печи, = 3,13 м3/с;

 м3/с.

Объем продуктов горения в подтопке

 м3/с, (3.29)

где Vпг – выход продуктов горения (из горения топлива в подтопке);

В – расход газа в горелке подтопке, принимаем В = 52 м3/ч;

 м3/с.

Рассчитываем объем воздуха, подаваемого в подтопок по формуле

 м3/с, (3.30)

 м3/с

Определим температуру смеси в подтопке из уравнения:

 , (3.31)

где спг – теплоемкость продуктов горения при tпг = 15000С, спг = 1,587 кДж/кг·0С;

св – теплоемкость воздуха при tв = 200С, св = 1,29 кДж/кг·0С;

сдг+в – теплоемкость продуктов горения и воздуха, сдг+в = 1,375 кДж/кг·0С;

при tпг = 15000С, tв = 200С.

Выразим tдг+в из уравнения (3.31), получим

 , (3.32)

0С.

Аналогично рассчитываем температуру смеси на входе в сушилку.

 (3.33)

0С.

Таким образом, температура смеси соответствует температуре, необходимой для сушки кирпича.



Рис. 3.2. Схема движения теплоносителей от печи и подтопка к сушилу

Примечание: в скобках указаны параметры теплоносителей, полученные в результате расчетов

5. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧА

Исходные данные взяты из заводской калькуляции за 2001 год.

Расчет себестоимости производства кирпича ведем по статьям калькуляции:

1. сырье;
2. вода;
3. топливо на технологические цели;
4. энергия на технологические цели;
5. расходы по оплате труда персонала;
6. цеховые расходы;
7. общезаводские расходы;
8. брак обжига кирпича.

 руб/1000 шт

5.1 Затраты на сырье

Сырьем для производства керамического кирпича являются глина, опилки и зола. Поскольку опилки и зола являются вторичным сырьем производства, то расчет ведем только по глине.

 руб/1000 шт,

где Vгл – нормы глины для производства 1000 штук кирпича, Vгл = 4,62 т;

Цгл – стоимость глины, Цгл = 70 руб/т;

руб/1000 шт

5.2 Затраты на воду

 руб/1000 шт,

где Vв – количество потребляемой воды, Vв = 0,82 руб/1000 шт;

Цв – стоимость воды, Цв = 10 руб/т.

руб/1000 шт

5.3 Затраты на топливо

 руб/1000шт.,

где bт – тариф за газ, bт = 750 руб/1000 м3;

В – расход газа на печь, В = 206,6 м3/ч;

Рг – годовая производительность печи, Рг = 10 млн.шт;

zч – число часов работы печи в год, zч = 8280 ч.

руб/1000 шт

5.4 Затраты на электроэнергию

 руб/1000 шт,

где bэ – тариф на электроэнергию, bэ = 1,4 руб/кВт·ч;

Q – потребленное количество энергии, Q = 120 кВт·ч/1000 шт.

 руб/1000 шт

5.5 Расходы по оплате труда персонала



Фонд оплаты труда можно рассчитать по следующей формуле:

, руб/1000 шт,

где ЗПср – средняя заработная плата по цеху производства кирпича,

ЗПср = 1700 руб/мес;

N – количество рабочих в цеху, N = 94;

 руб/1000 шт

Рассмотрим расчет фонда оплаты труда отдельных рабочих на примере лаборанта и обжигальщика. Работа обжигальщиков организуется по трехсменному четырехбригадному графику, поэтому для таких работников предусматриваем резерв, который учитывается при расчете списочного состава.

Для работающих в одну смену резерва не предусматривается.

1. Расчет фонда оплаты труда лаборанта.

### Планируемый к отработке годовой фонд рабочего времени

 ч,

где - планируемые потери рабочего времени: основной и дополнительные отпуска, отвлечение на выполнение важных общественных и государственных обязанностей, болезни;

,

ч.

Годовой фонд оплаты труда работников, имеющих месячные должностные оклады и работающих в одну смену

 руб.,

где  - должностной оклад.

,

,

руб./год.

Размер премий принимаем для ИТР 40% от оклада или годового тарифного фонда:

,

 руб./год.

Основная заработная плата

,

 руб./год.

Оплата основных и дополнительных отпусков, дней выполнения государственных обязанностей (дополнительная заработная плата)

,

 руб./год.

Отчисления в социальные фонды:

,

 руб./год.

Фонд оплаты труда

,

 руб./год.

1. Расчет оплаты труда обжигальщика

Списочное число работников определяем по формуле

 ,

где  - явочное число рабочих с учетом графика выхода на работу;

 - плановый коэффициент использования рабочего времени в зависимости от режима работы.

.

### Планируемый к отработке годовой фонд рабочего времени

,

где - планируемые потери рабочего времени: основной и дополнительные отпуска, отвлечение на выполнение важных общественных и государственных обязанностей, болезни.

 ч



 чел.

Годовой тарифный фонд рабочих, имеющих часовые тарифные ставки:

,

где τ - часовая тарифная ставка, руб./ч.

руб./год

Размер доплат за работу в ночные смены предприятия принимаем 40% часовой тарифной ставки за каждый час работы в ночное время. ночным считается время с 22 до 6 часов.

Доплата за работу в ночное время:



руб./год

Доплата за работу в праздники:

,

где - среднегодовое число праздничных часов, приходящееся на одного работающего,

ч/год

руб./год

Размер премий принимаем для рабочих 30% от месячного (годового) тарифного фонда:



 руб./год

Основная заработная плата



руб./год

Оплата основных и дополнительных отпусков, дней выполнения государственных обязанностей (дополнительная заработная плата)

руб./год

Отчисления в социальные фонды

 руб./год

Фонд оплаты труда

руб./год

Цеховые расходы, общезаводские расходы и брак обжига кирпича берем по заводской калькуляции за 2001 год: Ицех = 749,77 руб/1000 шт;

Иобщ = 189,85 руб/1000 шт;

Ибрак = 3,01 руб/1000 шт.

С учетом инфляции получаем:

руб/1000 шт

 руб/1000 шт

 руб/1000 шт

Себестоимость производства кирпича равна

руб/1000 шт

Структура себестоимости показывает долю каждой из составляющих в общей себестоимости. Оформим ее в виде таблицы 6.1. Издержки производства в таблице 6.1 указаны для двух печей.

Таблица 6.1 Структура себестоимости

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Сырье | Вода | Топливо | Энергия | Заработная плата | Цеховые расходы | Общезаводские расходы | Брак | Сумма |
| 1. Издержки производства,  тыс.руб/год | 6468 | 164 | 2566 | 3360 | 3835,2 | 17994,4 | 4556,4 | 72,2 | 39016,2 |
| 2. Удельные затраты,  руб/1000 шт. | 323,40 | 8,20 | 128,30 | 168,00 | 191,76 | 899,72 | 227,82 | 3,61 | 1950,81 |
| 3. Удельный вес, % | 16,6 | 0,4 | 6,6 | 8,6 | 9,8 | 46,1 | 11,7 | 0,2 | 100 |

Из структуры себестоимости видно, что себестоимость производства кирпича равна 1950,81 руб/1000 шт. и наибольшей составляющей в ней являются цеховые расходы 46,1%.

6. ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПЕЧИ

6.1 Разработка технического задания

6.1.1 Характеристика объекта управления

Тепловую обработку материалов и изделий необходимо проводить по заданному технологическому режиму, так как его нарушение приводит к браку изделий. Для предупреждения отклонений от установленного режима требуется постоянный контроль за работой печи при помощи различных контрольно-измерительных и регулирующих приборов и устройств.

В данной проекте объектом управления является туннельная печь для обжига керамического кирпича

У каждой печи имеются свои особенности, которыми она отличается от других печей. Печи могут быть различны по конструкции, по виду топлива, по виду обрабатываемого материала. Особенностью туннельной печи является обжиг изделий на вагонетках, которые передвигаются вдоль печного канала с определенной скоростью и проходит по отдельным зонам печи, в зонах – различные температуры. В зоне обжига происходит горение топлива. Основным условием нормального обжига изделий является поддержание установленных температур в зонах обжига. Это условие общее для различных конструкций печей. Следовательно, температура – это наиболее важный контролируемый параметр.

В наиболее ответственных точках рабочего пространства туннельной печи температуры поддерживаются постоянными:

t0 = const.

Поддержание контролируемых температур в ответственных точках рабочего пространства печи связана с процессом регулирования других параметров, которые тоже необходимо контролировать.

Контроль и регулирование температур в печи связаны непосредственно с контролем расхода топлива. Для повышения температуры печи необходимо увеличить расход топлива, и соответственно для уменьшения температуры – уменьшить расход топлива, например, изменением положения регулирующего клапана на газопроводе. В этом случае температура печи регулируется по уравнению:

tn = f(B).

Температура горения топлива и величина тепловыделений зависят в большей степени от других факторов, чем от расхода топлива, например, от количества воздуха, подаваемого для горения и от температуры его подогрева. Расход воздуха при контроле и регулировании температуры в печи – важный параметр. Количество воздуха, подаваемого для горения, зависит от расхода топлива. Для полного горения топлива и получения необходимой температуры горения следует поддерживать постоянным коэффициент избытка воздуха, выбор которого обуславливается эффективностью сжигания топлива в данной печи.

В существующих конструкциях туннельных печей воздух для горения топлива поступает из зоны охлаждения. В зону охлаждения его подают в количестве, значительно превышающем количество, необходимое для горения. Избыток воздуха из зоны охлаждения используют в сушилах или выбрасывают в атмосферу. При этом количество воздуха, подаваемого к горелкам, зависит от общего его количества, подаваемого в печь и от количества, отбираемого из зоны охлаждения. В этом случае для регулирования количества воздуха, подаваемого к горелкам, необходимо стабилизировать количество воздуха, отбираемого из печи:

Vвоз = const.

6.1.2 Назначение системы управления

Целью создания системы управления является необходимость обеспечить наиболее эффективную работу печи с технологической и экономической точек зрения, максимально упростить обслуживание печи и обезопасить ее работу.

Для реализации этих задач на систему управления возложены функции теплового контроля, автоматического регулирования, технологической сигнализации и защиты.

# Таблица 6.1 Техническое задание на тепловой контроль

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Параметр теплового контроля | Номинальное значение | Характеристика среды | Место установки вторичного прибора | Вид контроля | Класс точности |
| 1 | Температура печи | 6000С  9300С  9800С | Дымовые газы | На щите | IR | 1,5 |
| 2 | Температура дымовых газов | 1500С | Дымовые газы | На щите | I | 1,0 |
| 3 | Температура воздуха на сушило | 2500С | Воздух | На щите | I | 1,0 |
| 4 | Расход природного газа | 206,6 м3/ч | Природный газ | На щите | IR | 2,0 |
| 5 | Расход воздуха на сушило | 10764 м3/ч | Воздух | На щите | IR | 2,0 |
| 6 | Расход воздуха на зону охлаждения | 6552 м3/ч | Воздух | На щите | IR | 2,0 |
| 7 | Расход отходящих газов | 10063 м3/ч | Дымовые газы | На щите | IR | 2,0 |
| 8 | Давление природного газа | 1 кПа | Природный газ | По месту | I | 1,5 |
| 9 | Давление воздуха на горение | 0,45 кПа | Воздух | По месту | I | 1,5 |

Таблица 7.2 Техническое задание на автоматическое регулирование

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Регулируемый параметр | Номинальное значение | Допустимое отклонение | | Пределы нагрузок | | Характер и величина возмущения | Требования к быстродействию | Примечание |
| Кратковременное | Длительное | Максимум | Минимум |
| 1 | Температура в печи | 6000С | +600С | +18 0С | 100% | 20% | Ступенчатый |  |  |
| 2 | Температура в печи | 9300С | +930С | +30 0С | 100% | 20% | Ступенчатый |  |  |
| 3 | Температура в печи | 9800С | +980С | +32 0С | 100% | 20% | Ступенчатый |  |  |
| 4 | Расход воздуха на зону охлаждения | 6552 м3/ч | +655 м3/ч | +172 м3/ч | 100% | 20% | Ступенчатый |  |  |
| 5 | Расход воздуха, отбираемого на сушило | 10764 м3/ч | +1076 м3/ч | +287 м3/ч | 100% | 20% | Ступенчатый |  |  |
| 6 | Соотношение газ-воздух | 11,4 м3/м3 | +1,14 м3/м3 | +0,345 м3/м3 | 100% | 20% | Ступенчатый |  |  |

##### 6.1.3 Требования к системе автоматизации

Система автоматизации имеет иерархическую структуру. Она включает в себя нижний и верхний уровень. Реализация нижнего уровня достигается с помощью средств локальной автоматики, решающая следующие задачи анализ ситуаций, идентификация, стабилизация режимов работы, контроль, измерение, сигнализация, защита, регулирование. На верхнем уровне находится микропроцессорный контроллер. Он решает задачи оптимизации и адаптации (изменение параметров настройки в процессе работы), рассчитывает технико-экономические показатели, к.п.д. работы оборудования. Верхний уровень управления имеет информацию о всех параметрах технологического процесса. Система автоматизации должна содержать ряд подсистем:

− контроль: здесь осуществляется контроль значение технологических параметров, контроль состояния оборудования, контроль технико-экономических показателей;

− анализ: анализ ситуации и принятия решений и подготовка информации для других систем;

− управление: реализует принятое решение и передает информацию выше стоящим структурам.

Подсистема анализа и принятия решений реализуется с помощью участия человека-диспетчера на основе информации, поступающей из подсистемы «контроль». Реализация решений осуществляется путем передачи этого решения на объект управления с помощью АСУ ТП. АСУ работает в супервизорном режиме. Основная задача супервизорной системы управления − автоматическое поддержание технологического процесса вблизи оптимальной рабочей точки путем оперативного воздействия на него.

Работа вычислительного комплекса заключается в следующем: вычислительный комплекс выполняет функции централизованного контроля, вычисление технико-экономического показателя, контроля работы и состояния оборудования, анализ поступающей информации и поиск оптимальных решений, формирование воздействий и настройка регуляторов.

Комплекс технических средств (КТС), должен обеспечить реализацию всех функций системы и возможность их расширения.

Все технические средства системы должны быть рассчитаны на непрерывную круглосуточную работу.

Комплекс технических средств КТС должен включать:

− средства сбора информации о состоянии объекта управления;

− средства регулирования и управления;

− средства предоставления информации оперативному персоналу;

− средства дистанционного управления исполнительными механизмами.

Получение, формирование и передача информации осуществляется при помощи серийно выпускаемых средств КИПиА.

Датчики и преобразователи должны обеспечить однозначность измерений. Они должны быть устойчивы к воздействию окружающей и измеряемой среды.

Для обеспечения нормальной работы надо провести ряд мероприятий:

− ежедневно проверять правильность функционирования приборов в составе системы автоматизации по показателям КИП;

− при отключении напряжения питания проверить надежность крепления приборов и их внешних электрических соединений.

6.1.4 Технико-экономическое обоснование системы автоматизации

В сложных технологических объектах с большим количеством контролируемых параметров невозможно обеспечить безопасную работу при управлении объектом вручную. Человека в этом процессе заменяет система автоматизации, которая ведет контроль, анализ и регулирование параметров. В случае возникновения аварийных ситуаций система автоматизации оповещает об этом световой и звуковой сигнализацией обслуживающий персонал и автоматически предотвращает выход параметра за критическое. Использование автоматики уменьшает время настройки параметра и улучшает качество регулирования.

При автоматическом регулировании повышается качество измерения и настройки технологических параметров, это приводит к повышению качества продукции (чем ближе к заданным будут значения параметров, тем меньше брака готовой продукции).

### 6.2 Разработка системы автоматизации

Для реализации узлов регулирования используются технические средства системы «Каскад 2», выпускаемые московским заводом тепловой автоматики, который обеспечивается Пи-законом регулирования.

Блоки оперативного управления системы «Каскад2»:

1) Устройство задающее потенциометрическое ЗУ-11. Предназначено для оперативного изменения значения регулируемой величины с пульта управления. Представляет собой переменный резистор со шкалой. Применяется в том случае, если не требуется распределения сигнала задания нескольким потребителям.

2) Блок управления релейного регулятора БУ-21. Блок позволяет реализовывать следующие функции:

* переключение цепей управления исполнительным механизмом постоянной скорости;
* ручное дистанционное управление исполнительным механизмом;
* световую сигнализацию срабатывания релейного регулирующего блока двумя индукторными блоками.

3) Регулирующий блок Р-27 входит в состав «Каскад2». Блок при совместной работе с реверсивным исполнительным механизмом постоянной скорости реализует закон ПИД-регулирования с передаточной функцией:

 (7.1)

где kп – постоянная передачи, с/%;

Тим – постоянная времени исполнительного механизма, с;

Тиз – постоянная времени изодрома, с;

Тпвр – постоянная времени предварения, с;

Тдфр – постоянная времени демпфирования, с.

Дополнительно на регуляторе имеются следующие органы установки:

Δнч – зона нечувствительности;

Δtимп – длительность импульсов.

Требуемый коэффициент передачи регулятора kр %, устанавливается путем изменения коэффициента передачи kп блока Р27.

 (7.2)

Регулятор состоит из трех модулей: измерительного модуля ИОО1.1; регулирующего модуля Р027.1. Входные аналоговые сигналы поступают на измерительный модуль. Назначение модуля – формирование сигнала согласования ИΣ. Регулирующий модуль Р027.1 формирует последовательность импульсов включения исполнительного механизма, обеспечивающую закон ПИД-регулирования.

6.2.1 Разработка функциональной схемы автоматизации

Схема автоматизации печи приведена на чертеже (лист 5).

В соответствии с технологическим заданием выбрана система теплового контроля и автоматического регулирования, которая выполняет следующие функции: технологический контроль; автоматическое регулирование; технологическую сигнализацию; технологическую защиту. Она разработана в соответствии с ГСП (государственная система промышленных приборов) и предусматривает контроль и регулирование следующих параметров: температуры, давления, расхода.

Технологический контроль включает в себя измерение следующих параметров:

а) давление природного газа и воздуха на горение с помощью электроконтактных манометров ЭКМу (поз. 10, 9);

б) температура в печи – термопарой ТХА (поз. 1а) в комплекте с нормирующим преобразователем Ш-78 (поз. 1б) и самопищущим миллиамперметром РП-160 (поз. 1в).

Принцип действия термопары основан на зависимости термо-ЭДС от температуры.

В) расходы газа, воздуха - методом переменного перепада давления (камерная диафрагма с сильфонным дифманометром и самопищущим миллиамперметром РП-160);

г) Температура дымовых газов и воздуха, идущего на сушило – термопарой ТХА и пирометрическим милливольтметром Ш4501.

Регулирование температуры в печи осуществляется следующим образом: токовый сигнал по температуре от нормирующего преобразователя Ш-78 (поз.1б) подается в регулирующий блок РУ5-02М (поз.1г), предназначенный для регулирования расхода газа по заданной программе и являющейся программным задатчиком; далее на регулятор Р-27 (поз.1д), блок управления БУ-21 (поз.1ж), через усилитель мощности У-23 (поз.1е), который включает исполнительный механизм МЭОБ (поз.1з) для перемещения регулирующего клапана; изменяющего расход газа на горелки.

Регулирование расходов воздуха на охлаждение и сушку осуществляется на базе электронного агрегатного комплекса устройств автоматического регулирования «Каскад 2». Замеренный расход сравнивается с требуемым, который задается через задатчик. Сигнал рассогласовывается между заданным и измеренным расходом воздуха, усиливается в усилителе и передается исполнительному механизму, переворачивающему заслонку поворотного шибера на трубопроводе подачи воздуха.

Аналогично регулируется соотношение газ-воздух.

Разработанная технологическая сигнализация и защита позволяет обеспечить обслуживающий персонал информацией о возникновении аварийных ситуаций и предотвратить их. Сигнализация бывает предупредительной и аварийной.

Технологическая сигнализация и автоматическая защита предусматривает срабатывание в следующих случаях:

* при повышении или понижении давления газа;
* при повышении или понижении давления воздуха.

Предложенная система должна обеспечить защиту и блокировку в указанных случаях. При срабатывании сигнализации появляется световой или звуковой сигнал. Защита должна обеспечить отключение подачи газа и воздуха.

Понижение или повышение давления газа или воздуха контролируется электроконтактным манометром ЭКМ 1у (поз.9 и 10). Одновременно с сигнализацией срабатывает технологическая защита, осуществляющая отсечку газа к горелкам с помощью электромагнитных клапанов (поз.11в)

Заказная спецификация

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование параметра и место отбора импульса | Предельное значение параметра | Место установки | Наименование и характеристика аппаратуры | Тип | Количество | Изготовитель | Приме-чание |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1а | Температура в печи | а) 6000С  б) 9300С  в) 9800С | По месту | Термопара хромель-алюмель  а) (0…8000С)  б) (0…10000С)  в) (0…12000С) | ТХА 0806 | 3 | «Теплоприбор»  г.Челябинск |  |
| 1б | Температура в печи | а) 6000С  б) 9300С  в) 9800С | На щите | Нормирующий преобразователь гр.ПП68  а) (0…8000С)  б) (0…10000С)  в) (0…12000С) | Ш-78 | 3 | Львовприбор |  |
| 1в | Температура в печи | а) 6000С  б) 9300С  в) 9800С | На щите | Показывающий самопишущий миллиамперметр (0…10000С) класс точности 0,5 | РП-160 | 3 | «Теплоприбор» |  |
| 1г | Температура в печи |  | На щите | Задатчик программный | РУ5-02М | 3 | Львовприбор |  |
| 1д | Температура в печи |  | На щите | Регулятор | Р-27 | 3 | МЗТА |  |
| 1е | Температура в печи |  | На щите | Усилитель мощности | У-23 | 3 | МЗТА |  |
| 1ж | Температура в печи |  | На щите | Блок управления | БУ-21 | 3 | МЗТА |  |
| 1з | Температура в печи |  | На щите | Исполнительный механизм | МЭОБ-25/100 | 3 | МЗТА |  |
| 2а | Соотношение газ-воздух | 2358 м3/ч | Воздухопровод | Диафрагма камерная | ДК-6-100 | 14 | «Манометр»  г.Москва |  |
| 2б | Соотношение газ-воздух |  | По месту | Дифманометр сильфонный, ΔР по расчету СУ | «Сапфир» ДСРЭ | 14 | «Теплоприбор» |  |
| 2в | Соотношение газ-воздух |  | На щите | Блок вычисления корня | БИК-1 | 14 | МЗТА |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2г | Соотношение газ-воздух |  | На щите | Миллиамперметр показывающий самопишущий | РП-160 | 14 | МЗТА |  |
| 2д | Соотношение газ-воздух |  | На щите | Блок деления |  | 14 | МЗТА |  |
| 2е | Соотношение газ-воздух |  | На щите | Задатчик токовый | ЗУ-11 | 14 | МЗТА |  |
| 2ж | Соотношение газ-воздух |  | На щите | Регулятор | Р-27 | 14 | МЗТА |  |
| 2з | Соотношение газ-воздух |  | На щите | Блок управления | БУ-21 | 14 | МЗТА |  |
| 2и | Соотношение газ-воздух |  | По месту | Трехпозиционный тиристорный усилитель | У-21 | 14 | МЗТА |  |
| 2к | Соотношение газ-воздух |  | По месту | Исполнительный механиз электрический | МЭО-630 | 14 | МЗТА |  |
| 2л | Соотношение газ-воздух |  | Воздухопровод | Поворотно-регулирующая задвижка | ЗД-3 | 14 | МЗТА |  |
| 3а | Расход природного газа | 206,6 м3/ч | Газопровод | Диафрагма камерная | ДК-6-200 | 14 | «Манометр» |  |
| 3б | Расход природного газа |  | По месту | Дифманометр сильфонный | «Сапфир» ДСРЭ | 14 | «Теплоприбор» |  |
| 3в | Расход природного газа |  | На щите | Блок вычисления корня | БИК-1 | 14 | МЗТА |  |
| 3г | Расход природного газа |  | На щите | Миллиамперметр показывающий самопишущий, 0-630 нм3/ч, класс точности 0,5 | РП-160 | 14 | МЗТА |  |
| 4а | Расход воздуха на зону охлаждения | 6552 м3/ч | Воздухопровод | Диафрагма камерная | ДК-6-300 | 1 | «Манометр» |  |
| 4б | Расход воздуха на зону охлаждения |  | По месту | Дифманометр сильфонный | «Сапфир» ДСРЭ | 1 | «Теплоприбор» |  |
| 4в | Расход воздуха на зону охлаждения |  | По месту | Миллиамперметр показывающий самопишущий, 0-32000 м3/ч | РП-160 | 1 | «Автоматика» |  |
| 4г | Расход воздуха на зону охлаждения |  | На щите | Регулятор | Р-27 | 1 | МЗТА |  |
| 4д | Расход воздуха на зону охлаждения |  | На щите | Блок управления | БУ-21 | 1 | МЗТА |  |
| 4е | Расход воздуха на зону охлаждения |  | На щите | Задатчик токовый | ЗУ-11 | 1 | МЗТА |  |
| 4ж | Расход воздуха на зону охлаждения |  | По месту | Блок вычисления корня | БИК-1 | 1 | МЗТА |  |
| 4з | Расход воздуха на зону охлаждения |  | По месту | Трехпозиционный тиристорный усилитель | У-21 | 1 | МЗТА |  |
| 4и | Расход воздуха на зону охлаждения |  | По месту | Исполнительный механизм электрический | МЭО-630 | 1 | МЗТА |  |
| 4к | Расход воздуха на зону охлаждения |  | По месту | Поворотно-регулирующая задвижка | ЗД-1 | 1 | МЗТА |  |
| 5а | Расход воздуха на сушило | 10764 м3/ч | Воздухопровод | Диафрагма камерная | ДК-6-300 | 1 | «Манометр» |  |
| 5б | Расход воздуха на сушило |  | По месту | Дифманометр сильфонный | «Сапфир» ДСРЭ | 1 | «Теплоприбор» |  |
| 5в | Расход воздуха на сушило |  | На щите | Миллиамперметр показывающий самопишущий 0-32000 м3/ч | РП-160 | 1 | «Автоматика» |  |
| 5г | Расход воздуха на сушило |  | На щите | Регулятор | Р-27 | 1 | МЗТА |  |
| 5д | Расход воздуха на сушило |  | На щите | Блок управления | БУ-21 | 1 | МЗТА |  |
| 5е | Расход воздуха на сушило |  | На щите | Задатчик токовый | ЗУ-11 | 1 | МЗТА |  |
| 5ж | Расход воздуха на сушило |  | На щите | Блок вычисления корня | БИК-1 | 1 | МЗТА |  |
| 5з | Расход воздуха на сушило |  | По месту | Трехпозиционный тиристорный усилитель | У-21 | 1 | МЗТА |  |
| 5и | Расход воздуха на сушило |  | По месту | Исполнительный механизм электрический | МЭО-630 | 1 | МЗТА |  |
| 5к | Расход воздуха на сушило |  | По месту | Поворотно-регулирующая задвижка | ЗД-1 | 1 | МЗТА |  |
| 6а | Температура воздуха, отбираемого в сушило | 2500С | По месту | Термоэлектрический термометр (0…6000С) | ТХА 0806 | 1 | «Теплоприбор» |  |
| 6б | Температура воздуха, отбираемого в сушило |  | На щите | Пирометрический милливольтметр (0…6000С) | Ш4501 | 1 | Завод измерительных приборов г.Ереван |  |
| 7а | Расход продуктов горения | 10063 м3/ч | По месту | Диафрагма камерная | ДК-6-300 | 1 | «Манометр» |  |
| 7б | Расход продуктов горения |  | По месту | Дифманометр сильфонный | «Сапфир» ДСРЭ | 1 | «Теплоприбор» |  |
| 7в | Расход продуктов горения |  | На щите | Миллиамперметр показывающий самопишущий, 0…32000 м3/ч | РП-160 | 1 | МЗТА |  |
| 8а | Температура дымовых газов | 1500С | По месту | Термопара хромель-алюмель (0…6000С) | ТХА 0806 | 1 | «Теплоприбор» |  |
| 8б | Температура дымовых газов |  | По месту | Пирометрический милливольтметр (0…6000С),  класс точности 1 | Ш4501 | 1 | Завод измерительных приборов г.Ереван |  |
| 9 | Давление природного газа | 1 кПа | По месту | Электроконтактный манометр 0…0,1 МПа | ЭКМ 1у | 1 | МЗТА |  |
| 10 | Давление воздуха на горение | 0,45 кПа | По месту | Электроконтактный манометр 0…0,1 МПа | ЭКМ 1у | 1 | МЗТА |  |
| 11а | Отсечка газа и воздуха на горелки |  | На щите | Блок управления | БУ-21 | 1 | Завод средств автоматики, г.Смоленск |  |
| 11б | Отсечка газа и воздуха на горелки |  | По месту | Трехпозиционный тиристорный усилитель | У-21 | 1 | МЗТА |  |
| 11в | Отсечка газа и воздуха на горелки |  | По месту | Электромагнитные клапаны |  | 2 |  |  |

7. БЕЗОПАСНОСТЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

7.1 Выявление воздействий на производственный персонал и их характеристика

Печное отделение кирпичного цеха представлено техногенной системой. В таблице 8.1 описаны воздействия на производственный персонал в данной техногенной системе.

# Таблица 7.1 Воздействия в техногенной системе «Печное отделение»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование компонента | Назначение | Функциональные показатели | Процесс | Детерминированное воздействие | Происшествие | Стохастические воздействия |
| 1 | Помещение | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 1.1 | Ограждения помещения с дверными проемами | Защита от воздействий окружающей среды | Выполнен из негорючего материала | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 1.2 | Пол | Для размещения оборудования | Нетокопроводящий, выполненный из негорючего материала | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 1.4 | Воздушная среда | Для обеспечения жизнедеятельности | 15-250С | Тепломассообмен  Дыхание | Тепловое воздействие микроклимата  Ингаляционное | ⎯ | ⎯ |
| 2 | Комплекс техногенных устройств | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 2.1 | Две туннельные печи | Обжиг керамического кирпича | Производительность печи 10 млн.шт в год | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 2.1.1 | Кладка печи | Свести к минимуму потери в окружающую среду | Материал: красный кирпич, шамот, засыпка шлаком | Тепловое излучение | Тепловое воздействие, связанное с инфракрасным излучением | Соприкосновение с нагретой поверхностью | Тепловое воздействие при соприкосновении с нагретыми поверхностями |
| 2.1.2 | Газовая обвязка печи | Поступление топлива в печь | Газопровод низкого давления | Движение газа | Акустическое воздействие | Утечка газа, образование взрывоопасной смеси | Взрывное воздействие, ингаляционное |
| 2.1.3 | Горелки | Сжигание топлива | Горелка газовая типа по проекту п/я Г-4316 | Горение топлива, движение газа | Акустическое воздействие | Погасание факела, образование взрывоопасной смеси | Взрывное воздействие |
| 2.1.4 | Система воздухоснабжения | Поступление холодного воздуха на охлаждение садки | Мощность 4 кВт | Движение воздуха | Акустическое воздействие | Косвенное прикосновение | Электрическое воздействие переменного тока |
| 2.1.5 | Система загрузки-выгрузки | Загрузка и выгрузка вагонеток с кирпичом | Частота толканий 58 минут | Тепловое излучение | Тепловое воздействие, вызванное инфракрасным излучением | Соприкосновение с нагретой поверхностью изделий | Тепловое воздействие при соприкосновении с нагретой поверхностью |
| 2.1.5.1 | Вагонетки | Для размещения садки кирпича | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 2.1.5.2 | Толкатели | Продвижение вагонеток в печи | Гидравлический толкатель | ⎯ | ⎯ | Косвенное прикосновение | Электрическое воздействие переменного тока |
| 2.1.5.3 | Электропередаточная тележка с лебедкой | Выгрузка вагонеток из печи | Грузоподъемность до 12 т | ⎯ | ⎯ | Косвенное прикосновение  Срыв лебедки с вагонетки | Электрическое воздействие  Механическое воздействие |
| 2.1.6 | Система дымоудаления | Удаление продуктов сгорания из печи | Температура на выходе из печи 150°С | Выбивание газов | Ингаляционное воздействие | Разрушение дымоходов | Ингаляционное воздействие |
| 2.1.7 | Рабочее пространство печи | Обжиг кирпича | Размеры рабочего пространства | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 2.1.7.1 | Загрузочный материал | Полуфабрикат | Температура выходящих изделий 300°С | Выгрузка изделий | Тепловое воздействие, вызванное инфракрасным излучением | Завал садки | Тепловое воздействие при соприкосновении с нагретой садкой |
| 2.1.7.2 | Продукты сгорания | Прогрев садки в зоне подогрева печи | Прогрев садки до температуры 600°С | Выбивание газов | Ингаляционное воздействие | ⎯ | ⎯ |
| 2.2 | Система газоснабжения | Подача газа к печам | Газопровод низкого давления | Движение газа | Акустическое воздействие | Утечка газа, образование взрывоопасной смеси | Взрывоопасное воздействие |
| 2.3 | Система электроснабжения | Снабжение цеха электроэнергией | Напряжение: 380/220 | Передача электрической энергии | Электромагнитное воздействие | Прямое и косвенное прикосновение | Электрическое воздействие переменного тока |
| 2.4 | Система освещения | Освещение рабочих мест | Сеть с напряжением 220 В | Перенос потока световой энергии | Световое воздействие | Косвенное прикосновение | Электрическое воздействие переменного тока |
| 3 | Производственный персонал | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 3.1 | обжигальщик | Розжиг горелок, слежение за показаниями приборов автоматики, поддержание температурного режима обжига | Разряд 3 | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 3.2 | Два загрузчика - выгрузчика | Заталкивание и выгрузка вагонеток с кирпичом | Знания правил безопасности в объеме инструкции по охране труда | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 4 | Окружающая среда | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |
| 4.1 | Население соседней селитебной зоны | Работники предприятия | 500 человек | ⎯ | ⎯ | ⎯ | ⎯ |

Из общего перечня воздействий были выбраны наиболее значимые для объекта проектирования и способные приводить к опасным эффектам в организме человека. Данные о воздействиях сведены в таблицу 8.2.

# Таблица 8.2 Характеристика воздействий

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Полное название воздействия | Эффекты воздействия | Фактор или параметры воздействия | Оптимальное значение | Предельно допустимое значение | Номер ссылки на нормативный документ |
| 1 | Тепловое воздействие при соприкосновении с нагретыми поверхностями | Ожоги различной степени тяжести | Температура поверхности контакта | 36,50С | При Твн<100°С  Тпов ≤ 35°С  При  Твн>100°С  Тпов ≤ 45°С | ГОСТ 12.1.005-88 |
| 2 | Воздействие взрыва при утечке природного газа | Нарушение целостности кожных покровов, ушибы, переломы, черепно-мозговые травмы | Избыточное давление Рs | 0 | 104 Па - порог поражения органов слуха | [ ] |

#### 7.2 Оценка техногенных воздействий

#### 7.2.1 Взрывное воздействие

Избыточное давление дефлограционного взрыва можно определить по формуле:

, кПа (8.1)

где Pmax – максимальное давление дефлограционного взрыва, кПа; Рmax = 828 кПа;

Р0 – давление воздушной среды в помещении до взрыва, кПа; Р0 = 101,3 кПа;

mг – масса горючего газа, поступившего в помещение в результате утечки или погасания горелки, кг;

zy – коэффициент участия горючей смеси во взрыве;

ρг – плотность газа; ρг = 0,8 кг/м3;

Vсв – объем помещения, который может быть заполнен взрывоопасной смесью, м3;

сст – стехиометрическая концентрация рабочего газа, %;

kн – коэффициент, учитывающий не герметичность помещения и не аддиабатичность взрывного процесса, kн = 3.

Масса газа, поступившего в помещение, определяется по формуле:

, кг (8.2)

где Vу – объем газа, поступившего в помещение из техногенного устройства, м3;

Vт – объем газа, поступившего в помещение из трубопровода, м3;

, м3 (8.3)

где Р1 – абсолютное давление газа в техногенном устройстве, Р1 = 102,1 кПа;

V – геометрический объем техногенного устройства, заполненный горючим газом,

 м3.

м3

Объем газа, поступившего из трубопроводов:

, м3 (8.4)

где Vт1 – объем газа, поступившего в помещение из трубопровода до отключения подачи газа в газопровод

, м3 (8.5)

где В – расход газа в трубопроводе, м3/с; В = 0,106 м3/с;

τ - время срабатывания запорного устройства или время необходимое для отключения подачи газа в газопровод. Принимаем τ = 180 с при наличии клапана отсекателя.

м3

Vт2 – объем газа, поступившего в помещение, после отключения подачи газа в газопровод:

, м3 (8.6)

где Рi – абсолютное давление газа на i-ом участке газопровода;

Li – длина i-го участка газопровода;

ri – внутренний радиус трубы на i-ом участке газопровода;

N – количество участков газопровода.

 м3

м3

кг

Стехиометрическую концентрацию горючего газа определяем по формуле:

, % (8.7)

где m – количество атомов углерода в молекуле горючего газа;

n – количество атомов водорода в молекуле горючего газа;

%

Объем помещения определяется как разность между геометрическим объемом и объемом занимаемым техногенными устройствами.

, м3 (8.8)

где Lп, Bп, Hп – соответственно длина, ширина и высота помещения;

Lп = 100 м, Bп = 20 м, Hп = 10 м.

м3.

Коэффициент участия газа во взрыве рассчитывается по формуле:

, (8.9)

где сг – приведенная концентрация газа во взрывоопасной зоне помещения;

ен – нижний концентрационный предел распространения пламени, ен = 5%;

δ - допустимое отклонение концентрации газа во взрывоопасной зоне, δ = 1,38;

xn – размер взрывоопасной зоны вдоль длины помещения;

yn – размер взрывоопасной зоны вдоль ширины помещения;

zn - размер взрывоопасной зоны вдоль высоты помещения.

 , (8.10)

%

, м (8.11)

м

, м (8.12)

 м

, м (8.13)

 м



кПа

При полученном значении Рs>0 существует вероятность взрыва, в результате которого может пострадать обслуживающий персонал.

## 7.2.2 Тепловое воздействие

При соприкосновении с наружной поверхностью стенки печи существует вероятность ожога кожного покрова обжигальщика. Для оценки этой вероятности рассчитаем температуру наружной поверхности стенки печи.

Определим поток тепла через стенку. Для этого выбираем 1 участок зоны охлаждения (см. тепловой баланс рабочего пространства печи), для которого температура рабочего пространства максимальна t = 9800С, а толщина стен кладки минимальна R = 1140 мм.

, Вт/м2 , (8.14)

где tвн – температура внутренней стороны печи, 0С; tвн = 9800С;

tв – температура окружающего воздуха, tв = 200С;

Ri – толщина i-го слоя кладки. Кладка двухслойная: R1 = 250 мм, R2 = 790 мм;

λi – коэффициент теплопроводности i-го слоя кладки, Вт/м⋅0С. Для определения λ для каждого слоя кладки найдем среднюю температуру кладки:

0С

0С

, Вт/м⋅0С (8.15)

 Вт/м⋅0С

 Вт/м⋅0С

αн – коэффициент теплоотдачи, αн = 15 Вт/м2⋅0С

 Вт/м2

Определим температуру наружной поверхности стенки печи:

, 0С (8.16)

0С

Температура tн превысила температуру поверхности стенки, допустимую по санитарным нормам равную 450С. Поэтому требуется изолировать стенку теплоизолирующим материалом, например, минеральной ватой толщиной 100 мм (λмв = 0,07 Вт/м⋅0С).

Проведем поверочный расчет по формулам (8.14) и (8.16):

 Вт/м2

0С

Температура не превышает 450С, значит применение минеральной ваты для теплоизоляции в этом случае целесообразно.

7.3 Обеспечение техногенной безопасности

Во избежание взрыва, газопроводы изготавливают из цельнотянутых труб, соединенных сваркой, при этом не используют резьбовые и фланцевые соединения. Цеховую газовую сеть снабжают перекрывающимися и отключающимися устройствами, регуляторами давления.

Требования промышленной безопасности при использовании природного газа, сформулированные в «Правилах безопасности в газовом хозяйстве», предусматривают следующие правила эксплуатации газового оборудования и агрегатов. Подача газа на установку прекращается:

а) при погасании контролируемого пламени горелок в результате снижения или повышения давления на горелку.

Для контроля давления установлен электроконтактный манометр типа ЭКМ, используется звуковая и световая сигнализация. При погасании факела срабатывает технологическая защита, осуществляющая отсечку газа к горелкам с помощью электромагнитных клапанов (поз.11в из схемы автоматизации), установленных перед горелками. К повторному розжигу разрешается приступать после вентиляции топки и газоходов, а также устранение причин неполадок.

б) при обнаружении обжигальщиком в процессе работы печи неисправности контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и сигнализации;

в) при отключении дутьевых вентиляторов или недопустимых отклонениях подачи воздуха для сжигания газа в горелке;

г) при появлении неплотностей в обмуровке печи, в местах установки предохранительно взрывных клапанов и газоходах;

д) при прекращении подачи энергии, при исчезновении напряжения на КИП и на установках автоматического управления (блок управления БУ-21, регулятор Р-27);

е) при выходе из строя предохранительных блокирующих устройств и потери герметичности затвора запорной арматуры (поворотно-регулирующие задвижки ЗД);

ж) при неисправности горелок;

з) при появлении загазованности, обнаружении утечек газа на газовом оборудовании;

и) при пожаре, угрожающем персоналу или оборудованию, а также цепям защиты и дистанционного управления запорной арматуры.

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [ ] кирпичный цех ОАО «Ивановский завод керамических изделий» относится к ряду опасных производственных объектов, так как в цехе используется природный газ, который отнесен к опасным веществам.

ОАО «Ивановский завод керамических изделий», как опасный производственный объект, обязан:

* иметь лицензию на эксплуатацию опасного производственного объекта;
* обеспечивать укомплектованность штата работников опасного производственного объекта в соответствии с установленными требованиями;
* допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
* обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;
* иметь на опасном производственном объекте нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ на опасном производственном объекте;
* организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
* обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;
* предотвращать проникновение на опасный производственный объект посторонних лиц;
* приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по предписанию федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности, его территориальных органов и должностных лиц в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте, а также в случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность;
* осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте, оказывать содействия государственным органам в расследовании причин аварии;
* анализировать причины возникновения инцидента на опасном производственном объекте, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике подобных инцидентов;
* своевременно информировать в установленном порядке федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный в области промышленной безопасности, его территориальные органы, а также иные органы государственной власти, органы местного самоуправления и население об аварии на опасном производственном объекте;
* принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии на опасном производственном объекте.

Работники опасного производственного объекта обязаны:

* соблюдать требования нормативных правовых актов и нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте и порядок действий в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
* проходить подготовку и аттестацию в области промышленной безопасности;
* незамедлительно ставить в известность своего непосредственного руководителя или в установленном порядке других должностных лиц об аварии или инциденте на опасном производственном объекте;
* в установленном порядке приостанавливать работу в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
* в установленном порядке участвовать в проведении работ по локализации аварий на опасном производственном объекте.

Заключение

В дипломном проекте проведен расчет туннельной печи обжига кирпича ОАО «Ивановский завод керамических изделий». Рассчитаны тепловые балансы для туннельной печи обжига кирпича и камерной сушилки для сушки сырца. Выбраны горелочные устройства, вентиляторы для отбора воздуха, продуктов горения и вентилятор подачи воздуха на охлаждение кирпича. Разработана методика расчета внешнего теплообмена в щелевой электрической печи. Произведен расчет себестоимости производства кирпича, разработана схема автоматизации и теплового контроля туннельной печи. Рассмотрены вопросы безопасности при обслуживании туннельной печи.

Литература

1. Левченко П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности. - М., Высшая школа, 1968
2. Д.В. Гинзбург и др. Печи и сушила силикатной промышленности. - М., Промстройиздат, 1963
3. Тепловые расчеты печей и сушилок силикатной промышленности. 2-е издание, переработанное и дополненное, Баренбойм А.М., Галиева Т.М. и др. - М., Стройиздат, 1964
4. Справочник по производству строительной керамики под ред. Наумова М.М. и Нохратяна К.А., Том III, Госстройиздат, 1962
5. Сидоров М.Д. Справочник по воздуходувным и газодувным машинам. – М.-Л., Машгиз, 1962
6. Зигель Р., Хауэлл Д. Теплообмен излучением: Пер. с англ.– Мир, М.1975 г.
7. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: Учебник для вузов. Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенников С.А.– М.: Металлургия, 1990
8. Коленда З.С., Гнездов Е.Н. О зональном методе расчета лучистого теплообмена с введением условных поверхностей // Изв. вуз. Черная металлургия, – 1982.– №1.– С.138–142
9. Математическое моделирование и оптимизация теплотехнологических установок: Учеб. пособие / Е.Н.Гнездов; Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 1994. – 124 с.
10. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие. Под ред. Б.Д.Кошарского. Л., Машиностроение, 1976
11. Техногенная безопасность. Методические указания к разделу дипломного проекта для технических специальностей университета. – Иваново, 2002
12. Чернов К.В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Курс лекций / Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2001. – 116 с.
13. Правила безопасности в газовом хозяйстве. ПБ от 26.12.90.
14. О промышленной безопасности опасных производственных объетов: Федеральный закон РФ принят Гос. Думой 20.6.97 № 116-ФЗ // Безопасность труда в промышленности, № 10, 1997