Технический Университет Молдовы

Кафедра « Технологии строительных

материалов и изделий»

**Курсовой проект по предмету** «Тепловые установки в технологии строительных материалов»

**На тему** «Расчёт и проектирование туннельной сушилки для кирпичного завода»

Выполнил: ст.гр. IMAC-082

Игнатенко Е.

Проверила: Приску Т.

Кишинёв 2011

**1.ВВЕДЕНИЕ**

Кирпич и керамические камни, изготовленные пластическим прессованием, содержат влагу, которая должна быть удалена, что­бы придать им механическую прочность и подготовить к обжигу.

Сушкой называется процесс удаления влаги из материалов пу­тем ее испарения. Сушку кирпича производят только конвективным методом, т. е. методом, при котором влага испаряется вследствие теплового обме­на между изделием и теплоносителем. В качестве теплоносителя ис­пользуют нагретый воздух или дымовые газы, получаемые от сжи­гания топлива. Эти теплоносители являются одновременно и влаго- поглотителями, так как передают сырцу тепло и поглощают его влагу. Процесс сушки характеризуется следующими основными факто­рами: скоростью перемещения влаги внутри материала, скоростью влагоотдачи с поверхности материала в окружающую среду и уса­дочными напряжениями, обусловленными неравномерным распре­делением влажности внутри материала. Процесс испарения и уда­ления влаги с поверхности изделия называют внешней диффузией. Скорость внешней диффузии зависит от параметров теплоноси­теля—температуры и влажности, а также от скорости его движе­ния относительно высушиваемого изделия.

Способность теплоносителя поглощать то или иное количество влаги зависит от его относительной влажности, т. е. количества со­держащейся в нем влаги. Чем меньше относительная влажность теплоносителя, тем большее количество влаги в виде водяного пара может он поглотить.

В результате испарения влаги с поверхности изделия влага из глубинных слоев перемещается на его поверхность. Этот процесс называют внутренней диффузией.

Если в результате быстрого испарения влаги с поверхности сырца разница в количестве ее на поверхности и внутри будет пре­вышать допускаемый предел, то сырец будет растрескиваться. Этот предел называют критическим перепадом влагосодержания, или критическим градиентом влажности.

Условия сушки кирпича должны быть такими, при которых обра­зующийся в ней перепад влажности не превышал бы критического значения. Скорость внутренней диффузии зависит от влагопровод- ности сырца и возникающего перепада влагосодержания или гради­ента влажности. Внутренняя диффузия протекает медленнее внеш­ней.

Наилучшие условия сушки создаются при одинаковой скорости внешней и внутренней диффузий.

Сушка может происходить только при условии подвода тепла, необходимого для испарения влаги, и при наличии разницы давле­ний паров воды на поверхности испарения и паров воды теплоноси­теля. Чем больше эта разница, тем быстрее скорость испарения.

Теплоноситель поглощает влагу из кирпича до тех пор, пока парциальные давления его паров и паров на поверхности испаре­ния не сравняются.

Насыщенность теплоносителя не должна превышать определен­ного предела. Добавление к насыщенному теплоносителю некоторо­го количества пара вызывает конденсацию его на поверхности изделия в виде капель воды. Чем выше температура воздуха, тем большее количество паров воды он может впитать до насыщения.

В практике степень насыщения воздуха характеризуют его относительной влажностью, т. е. отношением количества водяного пара, содержащегося в 1 м3 воздуха, к количеству пара, которое насыщает воздух при данной температуре. Чем выше температура и ниже относительная влажность воздуха, тем быстрее протекает процесс сушки изделия и тем меньшее количество воздуха необходи­мо для удаления влаги из изделия.

Скоростью сушки называется количество воды, которое удаляется с единицы поверхности изделия в единицу времени. Скорость сушки можно регулировать температурой, относительной влажностью и скоростью движения теплоносителя.

**2.ОБЩИЕ ДАННЫЕ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА**

Процесс сушки делится на три периода: нагрева изделий, посто­янной скорости сушки и замедленной скорости сушки.

**В период нагрева** тепло, подводимое к материалу теплоносителем, расходует­ся на подогрев изделия от начальной температуры до температуры теплоносителя. Влажность изделий за этот период уменьшается незначительно.

В первый период сушки удаление влаги происходит с постоянной интенсивностью:



где W — количество испарений влаги, кг; F — поверхность испаре­ния, м[[1]](#footnote-1); т — время испарения, ч.

В этот период температура изделия постоянна и равна темпера­туре мокрого термометра.

**В период постоянной скорости сушки** влага, поступающая из внутренних слоев изделий, испаряется с их поверхности. Скорость сушки в этот период остается постоянной до тех пор, пока влажность на поверхности изделий начнет уменьшаться. Этот период сушки характеризуется примерно постоянным уменьшением массы изде­лия в единицу времени, т. е. количества влаги, испаряемой с едини­цы поверхности высушиваемого изделия.

**В период замедленной скорости сушки** постепенно уменьшается влажность изделия до минимального остаточного количества. После этого сушка изделий прекращается. Этот период характеризуется непрерывным снижением скорости сушки и сопровождается сниже­нием

величины усадки изделий, которая чаще всего прекращается до окончания этого периода.

Влажность, которую имеет масса изделия в момент прекращения усадки, называется критической влажностью.

Конец третьего периода характеризуется равновесной влаж­ностью, т. е. влажностью, при которой изделие прекращает умень­шаться в массе и скорость сушки равна нулю.

Равновесная влажность высушиваемого материала зависит от относительной влажности и температуры теплоносителя. Чем мень­ше относительная влажность теплоносителя и выше его температура, тем меньше равновесная влажность высушиваемого изделия.

Для уменьшения возможности образования трещин в заводской практике обычно стремятся увеличить скорость продвижения влаги от внутренних слоев изделия к наружным настолько, чтобы эта скорость соответствовала скорости испарения с поверхности изде­лия. При этих условиях влажность сырца по всей толщине вырав­нивается и воздействие напряжений уменьшается или устраняется.

СУШКА В ТУННЕЛЬНЫХ СУШИЛКАХ

Для сушки кирпича и керамических камней широко распростра­нены противоточные туннельные сушилки с горизонтально -продоль­ным направлением теплоносителя. Такие сушилки относятся к су­шилкам непрерывного действия.

Конструкция противоточных туннельных сушилок

Каждый туннель противоточной представляет собой камеру 1 длиной 30—36 м, высотой 1,4—1,7 м, шириной 1,15— 1,40 м. В туннеле расположен узкоколейный рельсовый путь 2 для передвижения вагонеток с кирпичом-сырцом. На концах туннелей сделаны одно- или двухстворчатые двери 5. Двери делают также од­ностворчатыми, наклонными, механически открывающимися.

Туннельные противоточные сушилки просты по устройству и кон­структивно различаются лишь схемами подвода и отвода теплоноси­теля, которые бывают нижними или верхними; либо подвод нижний, а отвод верхний, или наоборот; сосредоточенный из одного отвер­стия или распределенный через ряд отверстий.

Теплоноситель подводят и отводят через отверстия, расположен­ные в конце туннеля со стороны выгрузки кирпича-сырца, а отбира­ют его — в противоположном конце туннеля со стороны загрузки ва­гонеток с кирпичом-сырцом.

На рис. 1 показана сушилка с сосредоточенным нижним под­водом и отводом теплоносителя.



Горячий воздух поступает из подводящего приточного канала 3 при открытом положении заслонки 4 и отводится с противополож­ного конца при открытой заслонке 6 в вытяжной канал 7, ведущий к отсасывающему вентилятору. Поезд сушильных вагонеток перио­дически перемещается в туннеле в направлении, противоположном направлению движения теплоносителя, поэтому сушилка называет­ся противоточной.

Туннели объединяют в блоки по 10—20 туннелей. В каждом блоке установлены приточный и вытяжной вентиляторы Вдоль фронта туннелей на их выгрузочных и загрузочных сторонах распо­ложены приточные и вытяжные каналы. Их делают постоянного или переменного сечения.

Кроме основных каналов для подвода и отвода теплоносителя противоточные туннельные сушилки иногда имеют каналы для по­дачи в определенную зону туннеля или в смеситель­ную камеру рециркулируемого отработанного теплоносителя.

Туннельные сушилки загружают и выгружают путем заталкива­ния вагонеток со свежесформованным кирпичом-сырцом при пере­движении всего поезда вагонеток и выталкивании вагонеток с вы­сохшим кирпичом-сырцом с противоположного конца туннеля.

Особенности сушки в туннельных сушилках

Туннельные сушилки отличаются от камерных рядом преиму­ществ. Сушка в них идет при установившемся режиме, без регулиро­вания; создаются более благоприятные условия для сушки — свежесформованный кирпич-сырец попадает в среду влажного с небольшой температурой теплоносителя. По мере высыхания сырца и продвижения вагонеток к выгрузочному концу кирпич-сырец встречает теплоноситель с более высокой температурой и менее насыщенный влагой, что снижает неравномерность сушки. Сроки сушки в туннельных сушилках меньше.

Однако это достигается лишь при условии правильного подбора температуры, влажности, скорости и количества теплоносителя, а также наиболее рациональной укладки высушиваемых изделий на вагонетках.

В туннельных сушилках кирпич-сырец сушат за 12—50 ч при температуре теплоносителя 50—80° С, температуре отработанного теплоносителя 25—40° С и расходе теплоносителя на один туннель 3000—1000 м\*/ч.

В связи с вышеперечисленными преимуществами мы выбираем туннельную сушилку.

**3.РАСЧЁТ ТУННЕЛЬНОЙ СУШИЛКИ**

Рассчитать и спроектировать туннельную сушилку для кирпичного завода производительностью 33млн.шт.в год по годной продукции.

Сушка производится горячим воздухом, отбираемым от туннельных печей. Начальную температуру воздуха при входе в сушилку принимают 394К,конечную-311К.

Относительная влажность изделий до сушки,% 21

То же,после сушки,% 7

Потери при прокалывании шихта% 8

Потери от брака при сушки и обжиге,% 15

Число рабочих дней в году 350

Продолжительность сушки,ч 31

Температура сырца,поступающего в сушилку,К 285

То же,выходящего из сушилки,К 342

Масса одного изделия (обожженного),кг 3,5

**Решение:**

1)Годовой фонд рабочего времени:

350\*24=8400ч

Где:350- число рабочих дней в году ,24-число рабочих часов в день

2)Производительность по масе:

Gm=33000000\*3,5=115500000 кг/год или 115500 т/год

Где:33000000- производительность 33млн.шт.в год. 3,5- Масса одного изделия (обожженного),кг

3)Часовая производительность завода:



Где Gm - производительность по масе:8400-годовой фонд рабочего времени

4)Часовая производительность сушилки с учетом потерь от брака и ППП:

 =13,75\*1,08\*1,15=17,0775  т/ч

5)Определяем конструктивные размеры сушилки ,принимая следующие габариты вагонетки,мм:

Длина-1580

Ширина-850

Высота-1450

По данным практики на каждую вагонетку вмещается в среднем 770кг по обожженной массе.

6)Количество вагонеток, находящихся в сушилке:

 шт.

Из практических данных количество вагонеток в туннеле принимают 25шт.,тогда количество туннелей:

T=685/25=27.4=27 шт.

7)Определяем длину туннеля(L) ,мм:

L = n\* l = 25 \* 1580 = 39500 мм

Конструктивную длину сушилки принимают на 0,5м больше:

L = 40000 мм

8)Находим ширину туннеля,мм:

bТ =bН + 2\*(100) = 850 +200 = 1050 мм

9)Находим высоту ,мм:

Н = h +100 мм = 1450 +100 = 1550мм

Стены сушилки выполнены из керамического кирпича толщиной 380мм.Сверху сушилка покрыта железобетонными плитами толщиной 70мм и слоем теплоизоляционной засыпки толщиной 150мм.0бщия ширина сушилки, состоящей из 27 туннелей:

bс = 27\*1050 + 380 \*28 = 28350 +10640 = 38990 мм

10)Определяем часовое количество испаренной влаги:

-**поступает в сушилку влажных изделий**:

 = 14900 кг /ч

**-выходит из высушенных изделий:**

 кг /ч

**11)**Часовое каличество испаряемой влаги:

 = 21519 - 18280 = 3239 кг / ч

12)Определяем удельный расход теплоты,кДж/кг:

-на нагрев изделий в сушилке(теплоемкость изделия Сизд=0,965кДж/кг\*К): кДж / ч

Масса металлической части вагонетки равна-210кг; Теплоемкость стали Смет= 0.47кДж/кг\*К

13)В 1 ч погружают вагонеток в сушилку:685/60=11,4=12 шт. Где:432-кол.вагонеток

Начальная температура вагонетки 283 К.

Конечная металлической части вагонетки-363К,

**Определяем потери теплоты в окружающую среду**

14) Коэффициент теплоотдачи ,вт/(ш2К)



15) Средняя температура сушильного агента:

Тср = (394 + 311 ) / 2 = 352 ,5 К

При небольших значениях  коэффициент теплоотдачи конвенкции приближенно можно рассчитать по формуле Юргеса:

ак = 5,6 + 4v(Wt /m2 \*К)

Тогда при скорости движения теплоносителя:

v = 2 (m / s), a1 = 5,6+4\*2 = 13 ,6 Wt / т 2 \* К

Теплопроводность кирпичной стенки  =0,48Вт/(м\*К). Из справочных данных коэффициент теплоотдачи от стенки в окружающую среду :

а2 *= 10,2*Вт /(м2\* К),тогда:

 = 1,04 Вт /м2 \* К )

16)Площадь теплоотдающей поверхности стенок(которую определяют по чертежу):

F с = 2 \* 40 \* 1,55 =124 м 2

17)Потери теплоты через стены:

=3,6\*1,04(352,5-291)\*124/3239= =8,81кДж / кг

Где:291 -средняя температура стен

18) Находим площадь потолка:

Fn=41\*29,97=1228м2

Теплопроводность железобетона  =1,55Вт/м\*К;

для теплоизоляционной засыпки  =0,12Вт/м\*К.

Из справочных данных имеем : а2 = 11,3 Вт/м\*К.

тогда: =0,688 Вт /(м2 \* К)

19)Определяем потери теплоты через потолок:

 кДж/ кг 20)Определяем также потери теплоты через дверки со стороны подачи теплоносителей.

Поверхность 27 дверок, выполненных из дерева толщиной 50мм =0,16Вт/(м\*К),

=1,55\*0,960\* 27=40,176 м2

=2,06 Вт /(м2\* К)

Тогда:

= 3,6 \* 2,06(394 - 291)40,176/3239 = 9,47 кДж /кг

21)Потери теплоты со стороны выдачи вагонеток:

= 3,6 \* 2,06(311 - 291 )40,176 /3239= 1,83кДж / кг

22)Суммарные потери теплоты в окружающую среду составляют:

qo c = 83+ 9,47 + 1,83= 94,3 кДж / кг

**4.РЕГУЛИРОВКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕЖИМА**

При сушке изделий стремятся создать **оптимальный режим**, т. е. режим, при котором получают качественные изделия без трещин в минимальные сроки и при возможно меньших затратах тепла и электроэнергии.

Оптимальный режим сушки обычно устанавливают эксперимен­тальным путем и из нескольких режимов выбирают наиболее эффек­тивный. Этот путь дорогой, трудоемкий и длительный, а главное, не всегда дает лучшие результаты.

Поэтому применяют расчетно-экспериментальные методы. Одним из них является метод *установления критического градиента влаж­ности*. По его величине можно устанавливать оптимальный режим сушки.

Если критический градиент влажности для определенной кера­мической массы составляет величину более 3, то кирпич следует сушить в начальный период при температуре теплоносителя 60-70° С и относительной влажности 55-60%; срок сушки - 12 ч.

При величине критического градиента влажности сырца менее 1,8 начальная температура теплоносителя должна быть примерно 32°С, относительная влажность 82-85%, а срок сушки 60-72 ч.

Автоматизация работы сушилок и процесса сушки. Задачей ав­томатического регулирования работы сушильных установок являет­ся поддержание оптимальных условий сушки, обеспечивающих по­лучение изделий высокого качества с минимальными затратами труда, топлива и электроэнергии. Процесс сушки материала зави­сит от многих факторов: размеров, структуры, пористости и началь­ной влажности материала, температуры, влажности теплоносителя на входе и выходе из сушила, скорости перемещения теплоносителя и других, что при учете всех этих факторов вызывает необходи­мость применения необоснованно сложной системы регулирования. Поэтому автоматическое регулирование процесса сушки сводят к поддерживанию заданного режима сушки, подбираемого экспери­ментально, путем контроля и регулирования параметров теплоноси­теля, его температуры и влажности. Реже при регулировании в си­стему включают весь комплекс устройств, определяющих работу су­шилок— подтопков, вентиляционного и силового оборудования и т. п.

На рисунке приведена схема комплексного автоматического контроля и регулирования работы туннельной сушилки. Схемой предусмат­ривается регулирование температуры теплоносителя в подводящем канале, количество теплоносителя, температура и давление по дли­не туннеля, а также дистанционное включение и выключение венти­ляторов и дымососов сушилки.

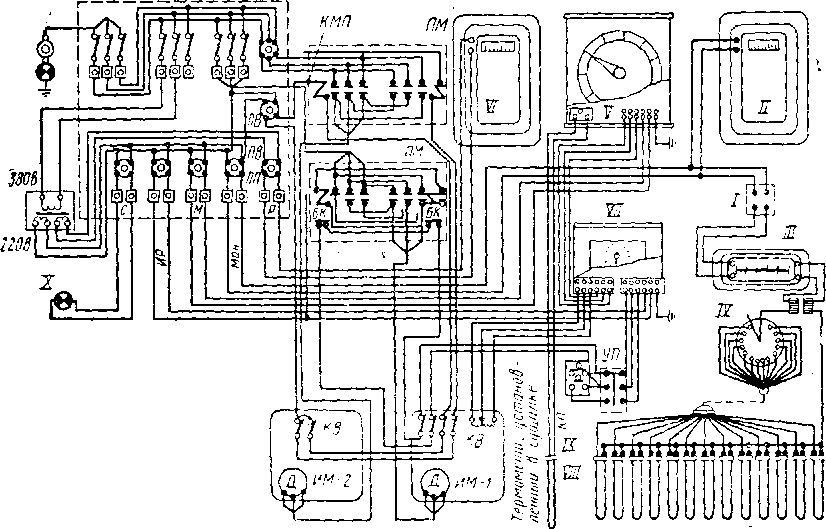


Схема автоматического регулирования температуры теплоносителя в

туннельной сушилке:

УП - универсальный переключатель; КП- кнопочный пункт; ПМ-магнитный пускатель; KB - конечный выключатель; ИМ- исполнительный механизм; Д - электродвигатель испол­нительного механизма; БК- блокирующий контакт магнитного пускателя; КМП- катушка магнитного пускателя; ПВ -пакетный выключатель; ПП - пробочный предохранитель; ИР — изодромный регулятор; М — электронный мост; Ман — манометр (кольцевые весы); Р — расходомер; I — селеновый выпрямитель; II — манометр; III— логометр; IV — переклю­чатель; V — электрический мост; VI— расходомер: VII — изодоомный регулятор; VIII — тер­мометры сопротивления, установленные в тоннелях сушил; IX — то же, в подводящем ка­нале сушил; X — освещение щита

Кроме автоматического регулирования и контроля режима сушки, сушильные установки оборудуются системами автоматизации загрузки: подъема и опускания штор, открывания и закрывания ворот (дверей) туннелей, проталкивания вагонеток и т. д.

**5.ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Все туннельные сушилки, где в качестве теплоносителя применяют дымовые газы, должны работать под разряжением показатели разрежения в камерах следует ежесменно записывать в специальный журнал. При работе искусственных сушилок на отходящих газах необхо­димо систематически отбирать пробы воздуха в камерах, туннелях и помещениях сушилок для определения в нем концентрации угар­ного и других газов. В случае превышения допускаемой концентра­ции газов, предусмотренной санитарными нормами, должны быть немедленно приняты меры к ликвидации загазованности. В помещениях, где кирпич сушат топочными газами, должна быть установлена общеобменная вентиляция и устроены фрамуги в оконных проемах для естественного воздухообмена. Загружать и разгружать камеры при открытых шиберах подво­дящих каналов запрещается. Перекрытия подводящих и отводящих каналов и люки должны быть герметичными. Шиберы должны иметь герметичный гидрав­лический или другой затвор. Двери камер следует плотно закрывать, зазоры между створка­ми дверей, между дверью и колодкой, а также отверстия необходи­мо уплотнять резиновыми или войлочными прокладками Двери ка­мерных сушилок надо прижимать деревянными брусками, установ­ленными горизонтально или вертикально в створе дверей, а бруски прижимать зажимом или клином. Спуск людей в приточные и вытяжные каналы и в камеры сме­шивания газов с холодным воздухом разрешается только при пол­ной остановке работы подтопков и температуре в них не выше 60° С с обязательным применением изолирующих или шланговых проти­вогазов. Спуск людей в каналы разрешается только по специально устро­енным переносным лестницам или скобам, укрепленным в стенах Спускающийся рабочий обязан надеть предохранительный пояс прикрепленный к веревке, свободный конец которой должен нахо­диться в натянутом положении в руках рабочего, наблюдающего снаружи у люка канала. Теплоноситель можно подавать в туннели сушилки только после того, как плотно закрыты люки и двери. Рельсы путей в помещениях сушильных от­делении следует укладывать на прочном основании. Стыки рельсов должны обеспечивать продвижение вагонеток без сотрясений и тол­чков. Уклон рельсового пути не допускается. Туннели сушилок не реже одного раза в квартал сле­дует подвергать техническому осмотру. В неисправных тун­нелях работа запрещается. Доступ рабочих в туннель разрешается только при полном за­крытии шиберов подводящих каналов и температуре в туннеле, не превышающей 60° С. Подача вагонеток к туннелям и проталкивание их в туннелях должны быть механизированы и осуществляться механическими толкателями. Пользоваться ломами или иными ручными приспособ­лениями для проталкивания груженых вагонеток воспрещается. Каждый туннель с обеих сторон должен быть оборудован сигнальными лампами. Перед заталкиванием вагонетки в туннель должен быть подан сигнал об открытии двери с противоположного (выгрузочного) кон­ца туннеля для выхода очередной вагонетки с сухим кирпичом-сыр­цом. Со стороны выгрузки должен последовать ответный сигнал о выполнении.

Все вентиляционное хозяйство сушильных цехов дол­жно иметь надежное ограждение и сигнализацию о пуске. Электроприводы кроме ограждения должны быть надеж­но заземлены.

Ремонтные работы непосредственно в сушильных ус­тановках можно проводить только в специальных костю­мах и в кислородной маске. При ремонте сушил, работа­ющих на горячем воздухе, вместо кислородной маски допускается специальная охлаждающая маска, ношение которой обязательно при работе в туннелях, камерах, ка­налах, т. е. там, где температура превышает 40 °С.

Отходящие от сушильных установок газы должны проходить обязательную очистку от пыли и возможных уносов перед выбросом их в атмосферу. Сушильные цехи должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиля­цией, в них обязательно должна быть вывешена инструк­ция по безопасной эксплуатации установок.

**6) БИБЛИОГРАФИЯ**

1)И.С.Кашкаев, Е.Ш.Шейнман «Производство глиняного кирпича»

2)В.В. Перегудов «Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий»

3)Ю.С. Буров «Технология строительных материалов и изделий»

4)Г.С. бурлаков «Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей»

1. [↑](#footnote-ref-1)