ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЗАДАНИЕ №\_\_\_\_

на курсовое проектирование

Студента III курса

Н.С.Б.

Время выдачи задания «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_\_г.

Срок выполнения проекта «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_\_г.

Защита проекта назначена на «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_\_г.

1. Тема проекта: Расчет распылительной сушильной установки прямоточного действия с дисковым распылением для получения сухого молока

2. Исходные данные к проекту: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Литература, пособия\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Содержание**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С. Б Бббббллодукавджрпшюоукп аааСовраорСС.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Содержание

Лит.

Листов

34

ВСГТУ гр.206

**Введение ……………………………………………………………………………4**

**1. Технологическая схема и описание установки …………………………….6**

1.1. Характеристика распылительных сушилок ………………………………….7

1.2. Принцип работы сушильной камеры………………………………………...10

1. З. Сравнительная характеристика сушилок различных конструкций……….11

**2. Вспомогательное оборудование………………………………………………13**

2.1. Центробежные пылеотделители – циклоны…………………………….…13

2.2. Вентилятор…………………………………………………………….………15

2.3.Теплообменный аппарат типа ТП……………………………………...……..16

2.4. Центробежные дисковые распылители…………………………….………..18

2.5.Конструкция центробежных дисков………………………………….………21

**3. Технологический расчет аппаратов…………………………………………22**

3.1. Материальный и конструктивный …………………………………….…….22

3.2. Тепловой баланс…………………………………………………..…………..23

3.3. Расчет теплопотерь……………………………………………………………24

**4. Расчет и подбор вспомогательного оборудования………………...………25**

4.1. Циклон………………………………………………………………….…...…25

4.2. Вентилятор……………………………………………………………….........27

4.3. Колорифер………………………………………………………………..……29

4.4. Диск…………………………………………………………….………………31

**Вывод……………………………………………………………………….….…..33**

**Список использованной литературы………………………………………….34**

**Введение**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданов С.Б

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Введение

Лит.

Листов

34

ВСГТУ гр.206

Цель данного курсового проекта является расчет распылительной сушильной установки прямоточного типа с дисковым распылением для получения сухого молока. Этот проект основан на теоретическом материале по процессам сушки.

Сушка- процесс удаления влаги из продукта связанный с затратами теплоты на фазовое превращение воды в пар. Процесс удаления влаги сопровождается удалением ее связи со «скелетом» продукта, на что затрачивается энергия. По величине энергии таких связей различают: химически связанную влагу (не удаляется из влажных тел при нагревании до 100... 120 °С); физико-химически связанную влагу (удерживается на внутренней поверхности пор материала адсорбционными силами) и физико-механически связанную влагу (находится в крупных капиллярах, на наружной поверхности продукта и удерживается капиллярным давлением).

Характер и энергия связи влаги с продуктом определяют общее количество, которое способно удерживать то или иное вещество при равновесии его с окружающей средой. Величина равновесного влагосодержания тем выше, чем больше влаги содержится в окружающем воздухе, и чем ниже его температура.

Удаление влаги из твердых и пастообразных материалов позволяет удешевить их транспортировку, придать им необходимые свойства, уменьшить коррозию аппаратуры и трубопроводов при хранении или последующей обработке этих материалов.

Влагу можно удалять из материалов механическими способами (отжимом,

отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием). Чаще всего все эти процессы относятся к последним операциям на производстве, предшествующие выпуску готовой продукции.

Также применяются комбинированные способы, которые позволяют повысить экономичность процесса.

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

5

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

В химических производствах применяется искусственная сушка материала

в специальных сушильных установках, так как естественная сушка на открытом

воздухе — процесс слишком длительный.

По способу подвода тепла к высушиваемому материалу различают следующие виды сушки:

1. конвективная сушка – путем непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом, в качестве которого обычно используются нагретый воздух или топочные газы (как правило, в смеси с воздухом);

2. контактная сушка — путем передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку;

3. радиационная сушка — путем передачи тепла инфракрасными лучами;

4. диэлектрическая сушка — путем нагревания в поле токов высокой частоты;

5. сублимационная сушка — сумка в замороженном состоянии при глубоком вакууме.

Высушиваемый материал при любом методе сушки находится в контакте с влажным газом (в большинстве случаев воздухом). При конвективной сушке влажному газу (являющемуся сушильным агентом) принадлежит основная роль в процессе. Поэтому изучение свойств влажного газа необходимо при рассмотрении процессов сумки и их расчетах.

Распылительные сушилки используются для сушки жидких и пастообразных продуктов (молоко, соки, экстракты и т.д.). По способу распыления они подразделяются на дисковые и форсуночные. Вследствие распыления продукта на мелки частицы в этих установках создается большая площадь соприкосновения продукта с горячим воздухом, при этом процесс сушки протекает в течении нескольких секунд, а продукт при высушивании находится во взвешенном состоянии.

**1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА И ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Технологическая схема

Лит.

Листов

34

ВСГТУ гр.206

**Описание распылительной установки фирмы для сушки молока**

Фирма «Ниро Атомайзер» (Дания) выпускает сушильные установки с дисковым распылителем молока прямоточного типа. У сушильной башни этих установок большое коническое днище, по которому сухое молоко ссыпается к отводному устройству. Для монтажа сушильной башни необходимо помещение высотой 1З-14м.

В комплект установки входят приемная ванна с теплообменной рубашкой, из которой сгущенное молоко подается насосом на распылительный диск, вращающийся со скоростью до 12 000 об/мин; сушильная башня с коническим днищем, внутри которой расположен воздухопровод для отработавшего воздуха; снаружи башни расположен трубопровод для подачи горячего воздуха, фильтр для механической очистки воздуха, подаваемого вентилятором в калорифер для нагрева; пневматический транспортер с фильтром; батарея циклонов; разгрузочный циклон для сухого молочного порошка; приемник с затвором для выпуска порошка на расфасовку вентилятор; возвратный воздухопровод; вентилятор для отсасывания воздуха из башни; пульт управления. Сушильную башню, циклоны и трубопроводы изготовляют из нержавеющей стали с полированной рабочей поверхностью.

Работа сушки начинается с очистки воздуха от взвешенных в нем частиц и

микроорганизмов через фильтр воздуха (1). Затем очищенный воздух нагнетается вентилятором в калорифер. Температура воздуха на вход в калорифер 19°С (2), где нагревается до 168°С. Этот воздух поступает в распылительную установку. Одновременно из бака подается молоко. В распылительной сушилке происходит процесс сушки благодаря рабочему органу — диск. Диск вращается с помощью электродвигателя (6).

После сушки частицы сухого молока оседают, в конической части сушилки и удаляется с помощью вибратора (11). Также происходит удаление отработавшего воздуха с помощью вытяжного вентилятора (7) через батарею циклонов (8), частицы, которые были уловлены в циклонах удаляются через шлюзы (11). Частицы сухого молока нагнетаются с помощью вентилятора (10) в разгрузочный циклон и выводится через шлюз (9). готовый продукт фасуют и отправляют на склад готовой продукции.

Изм.

Лист

№документа

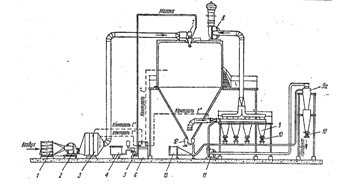
Подпись

Дат.ааа

Лист

7

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000



**1. 1.Характеристика распылительных сушилок**

Распылительные сушилки используются для сушки жидких и пастообразных продуктов (молоко, соки, экстракты и т.д.), в основном применяется, если необходимо испарить растворитель и получить из высушиваемого материала порошкообразный или гранулированный сухой продукт.

Экономическая целесообразность распылительной сушки особенно очевидно при необходимости сушки материалов, близких к состоянию насыщения, а также при организации в камере сушилки комбинированного процесса гигротермической обработки.

По способу распыления они подразделяются на дисковые и форсуночные.

Вследствие распыления продукта на мелкие частицы в этих установках создается

большая площадь соприкосновения продукта с горячим воздухом, при этом процесс сушки протекает в течении нескольких секунд, а продукт при высушивании находится во взвешенном состоянии.

В этих сушилках достигается высокая интенсивность испарения влаги за счет тонкого распыления высушиваемого материала в сушильной камере, через которую движется сушильный агент (нагретый воздух или топочные газы). При сушке в распыленном состоянии удельная поверхность испарения достигает столь большой величины, что процесс высушивания завершается чрезвычайно быстро (примерно 15-30 сек).

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

8

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

В условиях почти мгновенной сушки температура поверхности частиц материала, несмотря на высокую температуру сушильного агента, лишь немного превышает температуру адиабатического испарения чистой жидкости. Таким образом, достигается быстрая сушка в мягких температурных условиях, позволяющих получить качественный порошкообразный продукт, хорошо растворимый и не требующий дальнейшего измельчения.

Распыление центробежными дисками пригодно для диспергирования суспензий и вязких жидкостей, но требует значительно большого расхода энергии, чем механическое распыление. Распыливание механическими форсунками, в которые жидкость подается насосом под давлением 30-200 *аm*, более экономично, но применяется только для жидкостей, не содержащих твердых взвесей, вследствие чувствительности этих форсунок к засорению.

Распыление пневматическими форсунками, работающих при помощи сжатого воздуха под давлением около 6 *ам*, хотя и пригодно для загрязненных жидкостей, но наиболее дорого из-за большого расхода энергии; кроме того, его недостатком является неоднородность распыления.

Для осаждения мелких частиц и уменьшения уноса скорость газов в камере, считается на ее полное сечение, обычно не превышает 0,3-0,5 м/сек. Но даже при таких скоростях унос значителен и требуется хорошее обеспыливание отработанных газов. Для более равномерного распределения сушильного агента по сечению камеры и хорошего смешивания с каплями высушиваемой жидкости используют ввод газа через штуцер, расположенный касательно к корпусу камеры, или через ряд щелей, по ее окружности.

Вследствие относительно низкого напряжения камеры по влаге распылительные сушилки представляют собой довольно громоздкие аппараты. Кроме того, оборудование для сушилок (распиливающие и пылеулавливающие устройства) являются довольно сложным и дорогим в эксплуатации.

Способ сушки распылением обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами сушки.

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

9

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

1. Процесс сушки протекает чрезвычайно быстро (обычно 13-15 сек) и частицы в зоне повышенных температур имеют насыщенную поверхность, температура которой близка к температуре адиабатного испарения чистой

жидкости. Благодаря мгновенной сушке и не высоких температур не происходит денатурация белков, окисления, потерь витаминов.

2. легко регулировать и изменять в нужном направлении качественные показатели готового продукта в зависимости от условий сушки.

3. Готовый продукт не требует дополнительного измельчения.

4. Можно достигнуть высокой производительности по высушиваему материалу.

5. Высушиваемый продукт не соприкасается с поверхностями сушилки до тех пор пока не высушится, что упрощает проблему коррозии материала высушиваемой камеры.

6. Сушка происходит в широких температурных пределах (60-120°С).

7. Не происходит вынос пыли высушиваемого продукта в помещении цеха,

что особенно важно при сушке вредных для человеческого организма веществ.

Метод сушки имеет и недостатки:

1. Большие удельные габариты сушильной установки при сушке с начальной

температурой воздуха 100-150°С;

2. Сравнительно дорогое и сложное оборудование для распыления и выделения высушенного продукта из отработанных газов;

3. Повышенный расход электроэнергии, обусловленный увеличенным расходом воздуха.

**1.2. Принцип работы сушильной камеры**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

10

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

Существующие в настоящее время различные типы распылительных сушилок можно классифицировать по принципу движения газа и частиц раствора в сушильной камере. Исходя из этого Признака, сушилки можно разделить на три типа: сушилки, работающие при параллельном, противоточном и смешенном токе газа и частиц раствора.

Наибольшее распространение в промышленности получили сушилки, работающие при параллельном токе газа и частиц раствора сверху вниз (а). В этом случае газ и раствор подается сверху сушильной камеры.

Одним из основных достоинств параллельного тока является возможность

применять для сушки высокую температуру газа без перегрева, высушиваемого

раствора. Температура сухих частиц в основном определяется температурой газов на входе из сушилки. При этой схеме работы сушилки меньше вероятности попадания частиц на стенки камеры, что особенно важно при сумке термочувствительных растворов. Горячий готовый продукт получается однородным, в виде порошка, состоящего из частиц шарообразной формы. При сушке некоторых растворов с применением параллельного тока объемный вес порошка получается меньше, чем при сумке с противотоком. Иногда параллельный ток осуществляется при горизонтальном факеле распыла (б). Ввод газов и распыление раствора производится с одного из краев сушилки. Основная часть продукта осаждается в сушильной камере. Для улучшения смешения газа с распыленными частицами газовому потоку при входе в сушилку придается вращательное движение.

Параллельной ток газа и частиц материала можно осуществить также при подаче газа и раствора снизу сушильной камеры (в). В этом случае необходимо, чтобы скорость газов в сушильной камере была больше скорости витания наиболее крупных частиц. Только тогда все частицы распыленного раствора

будут подниматься вверх, и уноситься вместе с отработанным газом.

Этот принцип движения газа и раствора обладает всеми преимуществами параллельного тока, но в отличие от предыдущей схемы (а) сушка здесь происходит более равномерно.

Параллельный ток снизу вверх особенно выгоден при высокодисперсном и однородном распыле. Правда, в этих условиях несколько усложняется проблема выделения сухих частиц из газового потока.

Изм.

Лист

№документа

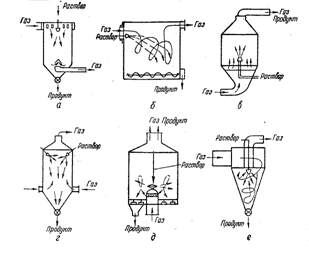
Подпись

Дат.ааа

Лист

11

34.0000 Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО



**1. З. Сравнительная характеристика сушилок различных конструкций**

**Конвективные сушилки с пневмотранспортом материала**

*Пневматические сушилки*. Для сушки во взвешенном состоянии зернистых и кристаллических материалов применяют также пневматические сушилки. Сушка осуществляется в вертикальной трубе длиной до 20 м. Частицы материала движутся в потоке нагретого воздуха, скорость которого превышает скорость витания частиц и составляет 10-30 м/сек. В подобных трубах-сушилках процесс сушки длится секунды и за такое короткое время из материала удается испарить только часть свободной влаги.

Недостатки: расход энергии в пневматических сушилках значителен, причем он снижается с уменьшением размера частиц материала, который не должен превышать 8-10 мм. Для сушки материалов с крупными частицами, а также для удаления из материала связанной влаги пневматические сушилки комбинируют с сушилками других типов. Таким образом, несмотря на компактность и простоту устройства, область применения пневматических сушилок ограничена условиями, указанными выше.

**Контактные сушилки.**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

12

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

*Вакуум-сушильные шкафы*. Простейшими контактными сушилками периодического действия являются вакуум-сушильные шкафы, которые в настоящее время используются для сушки малотоннажных продуктов в производствах с разнообразным ассортиментом продукции, где применение высокопроизводительных механизированных сушилок непрерывного действия экономически не оправдано.

Такие сушилки пригодны для сушки легкоокисляющихся, взрывоопасных и выделяющих вредные или ценные пары веществ.

Однако они малопроизводительны и малоэффективны, поскольку сушка в них происходит в неподвижном слое при наличии плохо проводящих тепло зазоров между противнями и греющими плитами.

*Гребковые вакуум-сушилки*. В этих контактных сушилках периодического действия скорость сушки несколько увеличивается за счет перемешивания материала медленно вращающейся горизонтальной мешалкой с гребками; вместе с тем, они не требуют ручной загрузки и выгрузки материала подобно вакуум-сушильным шкафам.

Производительность сушилки зависит от температуры греющего пара, величины разряжения и начальной влажности материала. Такой тип сушилок имеют высокую стоимость и сложную конструкцию, по сравнению с атмосферными сушилками. Но технологически такие сушилки пригодны для сушки чувствительных к высоким температурам, а также для токсичных и взрывоопасных веществ, для получения высушенных продуктов повышенной чистоты.

*Вальцовые сушилки*. В этих сушилках осуществляется непрерывная сушка жидкостей и текучих пастообразных материалов при атмосферном давлении или при разряжении.

**2. Вспомогательное оборудование**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Вспомогательное оборудование

Лит.

Листов

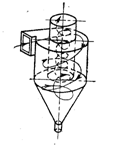
34

ВСГТУ гр.206

**2.1. Центробежные пылеотделители - циклоны**

Более интенсивное и эффективное осаждение твердых частиц, взвешенных в газе, реализуется в центробежных аппаратах-циклонах. Действие центробежной силы, развиваемой газовыми потоком, позволяет удалить из потока частицы диаметром до 5 мкм.

Сущность метода центробежного отделения частиц заключается в создании потока, двигающегося со значительными скоростями, изменяющегося со значительными скоростями, изменяющего направление движения. Обладая значительной инерцией, частицы не успевают за изменениями направления движения потока. Они продолжают движение в первоначальном направлении и оседают на стенках циклона. Поток газа, содержащего частицы, вводятся по касательной в цилиндрическую часть аппарата. Газ проходит вдоль стенок аппарата по спиралям, а затем, описывая малые спирали, выходит вверх по центральной трубе. Частицы оседают на внутренней стенке циклона и падают в суженную конусообразную часть, откуда могут быть удалены.



Для улавливания уноса в сушильных установках наибольшее распространении ввиду простоты и дешевизны получили центробежные циклоны. Степень очистки газов в циклонах составляет 70-90%. Обычно циклон представляет собой цилиндр, к нижней части которого пристраивается конус с углом наклона не менее 60°.

Очищенные газы выводятся по центральной выкидной трубе.

Скорость газов во входном патрубке циклона составляет обычно 10-20 м/сек. Скорость движения в выходной трубе - от 3-8 м/сек.

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

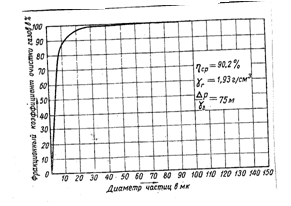
Лист

14

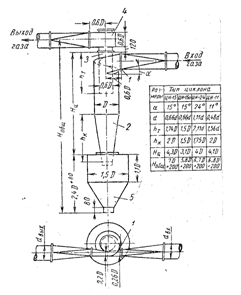
Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

Степень очистки газа от пыли в циклонах зависит от свойств пыли и газа, от скорости движения запыленного газового потока, а также от абсолютных размеров и конструктивных особенностей циклонных аппаратов. Дисперсный состав пыли и его плотность в значительной степени определяет эффект работы циклонов. Чем крупнее частицы пыли, тем полнее они улавливаются циклоном.

На графике приводится зависимость коэффициента очистки газов от диаметра частиц для циклона системы НИИОГАЗ ЦН -15.



В настоящее время в промышленности распространены различные конструкции центробежных пылеотделителей.



**2.2. Вентилятор**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

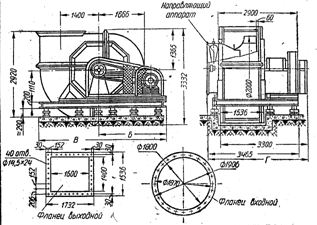
15

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

Центробежные вентиляторы условно делятся на вентиляторы низкого давления (р<103 н/м2), среднего давления (р=103-3\*103 н/м2) и высокого давления (р=3\*103- 104 н/м2).

В спиралеобразном корпусе вентилятора вращается рабочее колесо (барабан) с большим количеством лопаток. Отношение ширины лопатки к ее длине зависит от развиваемого давления и является наименьшим для вентиляторов высокого давления. Газ поступает по оси вентилятора через патрубок и удаляется из корпуса через нагнетательный патрубок. Форму и размеры корпуса вентилятора, рабочего колеса, лопаток и патрубков выбирают такими, чтобы гидравлические потери были наименьшими. Рабочие колеса вентиляторов низкого давления имеют лопатки, загнутые назад. У некоторых типов вентиляторов высокого давления лопатки загнуты вперед для создания большого напора.

Характеристики центробежных вентиляторов, как и других центробежных машин для размещения и сжатие газов, подобны характеристикам центробежных насосов, а изменение производительности, напора и мощности от числа оборотов выражается зависимостями. Рабочий режим устанавливается по точке пересечения характеристики центробежной машины с характеристикой сети.



**2.3.Теплообменный аппарат типа ТП.**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

16

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

Кожухотрубчатые теплообменники относятся к числу наиболее часто применяемых поверхностных теплообменников. Кожухотрубчатый теплообменник состоит из корпуса, и приваренных к нему решеток. В трубных решетках закреплен пучок труб. К трубным решеткам крепятся к крышки при помощи сварки.

В кожухотрубчатом теплообменнике одна из обменивающихся теплом сред движется внутри труб (трубном пространстве), а другая в межтрубном пространстве.

Среды обычно направляют противотоком друг к другу. При этом нагреваемую среду направляют снизу вверх, а среду, отдающую тепло - в противоположном направлении. Такое направление движение каждой среды совпадает с направлением, котором стремится двигаться данная среда под влиянием изменения ее плотности при нагревании или охлаждении.

Трубы в решетках обычно равномерно размещают по периметрам правильных шестиугольников, т.е по вершинам равносторонних треугольников. В отдельных случаях, когда необходимо обеспечить удобную очистку наружной поверхности труб преследуют одну цель — обеспечить, возможно, более компактное размещение необходимой поверхности теплообмена внутри аппарата. В большинстве случаев наибольшая компактность достигается при размещении трубок по периметрам правильных шестиугольников.

Рассматриваемый теплообменник является одноходовым. При сравнительно небольших расходах жидкости скорость ее движения в трубах таких теплообменников низка и, следовательно, коэффициенты теплоотдачи не велики. Для увеличения последних при данной поверхности теплообмена можно уменьшить диаметр труб, соответственно увеличив их высоту (длину).

Однако теплообменники небольшого диаметра и значительной высоты неудобны для монтажа, требуют высоких помещений и повышенного расхода металла на изготовление деталей, не участвующих непосредственно в теплообменнике (кожух аппарата). Поэтому более рационально увеличивать скорость теплообмена путем применения многоходовых теплообменников.

Вертикальные теплообменники более просты в эксплуатации и занимают меньшую производительную площадь. Горизонтальные изготавливаются обычно многоходовыми и работают при больших скоростях участвующих в теплообмене сред для того, чтобы свести к минимуму расслоение жидкостей вследствие разности их температур и плотностей, а также устранить образование застойных зон.

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

17

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

Для уменьшения температурных деформаций, обусловленных большой разностью температур труб кожуха, значительной длиной труб, а также различием материала труб и кожуха, используют кожухотрубчатые теплообменники с линзовым компенсатором, у которых на корпусе имеется линзовый компенсатор, подвергающийся упругой деформации. Такая конструкция отличается простотой, но применима при небольших избыточных давлениях в межтрубном пространстве, обычно не превышающих 6 *аm.*

К числу компактных и эффективных теплообменников, созданных за последнее время, относятся различные конструкции теплообменных аппаратов с оребренными поверхностями. Применение оребрения со стороны теплоносителя, отличающегося низкими значениями коэффициентов теплоотдачи (газы, сильновязкие жидкости), позволяет значительно повысить тепловые нагрузки аппаратов.

Помимо трубчатых теплообменников с трубами, имеющими поперечные ребра прямоугольного или трапециевидного сечения, разработаны конструкции с продольными, плавниковыми, проволочными, игольчатыми непрерывными спиральными ребрами и др.

Трубы с поперечными ребрами различной формы широко используются, в частности, в аппаратах для нагрева воздуха – калориферах, а также в аппаратах воздушного охлаждения. При нагреве воздуха обычно применяют насыщены водяной пар, поступающий в коллектор и далее в пучок оребренных труб. Конденсат отводится из коллектора.

Конструкция оребренных теплообменников разнообразны. схема устройства современного пластинчато – ребристого теплообменника, работающего по принципу противотока.

Изм.

Лист

№документа

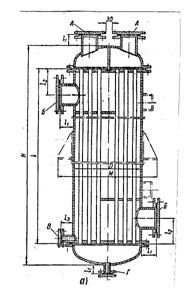
Подпись

Дат.ааа

Лист

18

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000



**2.4. Центробежные дисковые распылители**

В сушильной технике получило широкое распространение распыление с помощью центробежных дисков. Этот метод отличается от метода распыления растворов механическими форсунками тем, что раствор принимает большие скорости без давления на него.

Раствор через специальную распределительную коробку или трубу с отверстиями под небольшим избыточным давлением подается на диск и получается вращательное движение. Благодаря действию центробежной силы раствор в виде пленки перемещается с непрерывно возрастающей скоростью к лопаткам или соплам, далее по ним к периферии диска и сбрасывается. При этом происходит распыление раствора.

Изм.

Лист

№документа

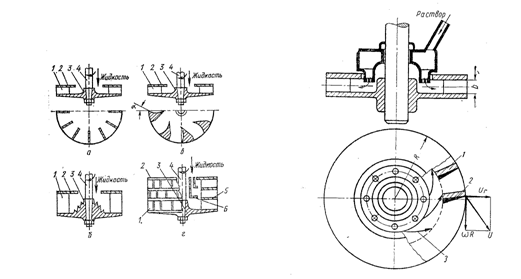
Подпись

Дат.ааа

Лист

19

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000



Механизм распыления раствора зависит от условий работы центробежного диска. При небольших скоростях потока и производительности диска распыление происходит с непосредственным образованием капель. Пленка жидкости стекает к краям диска и собирается в виде висящего цилиндра. Этот цилиндр увеличивается до тех пор, пока не достигнет критической величины. При этом жидкостная пленка принимает выпуклую форму по периферии диска и под действием центробежной силы, преодолевая поверхностные силы, удерживающие раствор на твердой поверхности силы, разрывается. С увеличением производительности образуются отдельные тонкие струйки, которые, как статистически неустойчивые, распадаются на капли. При дальнейшем увеличении производительности из струй образуется сплошная пленка, которая также распадается с образованием отдельных капель.

Распад отдельных струек или пленки раствора происходит на некотором расстоянии диска. Распад статистически неустойчивой формы происходит за счет турбулентности потока и за счет сил давления на поверхность раствора, возникающего вследствие трения о воздух.

Неравномерность распыла в общем случае объясняется главным образом тем, что распад отдельных струек или пленки происходит на различном расстоянии от диска, т.е. при различной их толщине. Неоднородность распыла увеличивается с переходом от стадии распада отдельных струек к распаду пленки. Таким образом, величина капель и однородность распыла зависит от края от окружной скорости диска и толщины пленки раствора, которая в свою очередь, определяется производительностью.

При малых окружных скоростях диска (меньше 50 м/сек) получается резко выраженный неоднородный распыл, факел распыла как бы состоит из основной группы крупных капель, которые оседают ближе к диску. По мере увеличения скорости вращения неоднородность распыла уменьшается, расстояние между основной массой крупных и мелких капель сокращается. Начиная с окружной скорости 60 м/сек и выше, такого разложения не наблюдается, поэтому скорость 60 м/сек можно принять минимальной, имеющей промышленное значение.

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

20

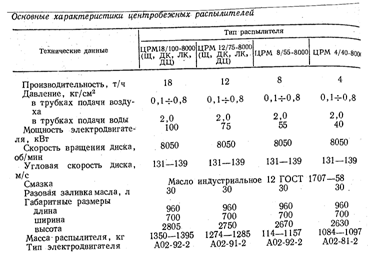
Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 34.0000

Чаще всего распыление дисками различных конструкций производится при окружных скоростях в интервале 90-140 м/сек в зависимости от свойств раствора и температурного режима сушки.

Распыление центробежными дисками имеет большие преимущества перед другими способами, так как позволяет распылять жидкости с высокой вязкостью, регулировать производительность в пределах ±25% без существенного изменения факела распыления; диски надежны в работе. Недостатками центробежного распыления являются сравнительно высокая стоимость распылительного механизма и его сложная конструкция. Из-за широкого факела распыления, лежащего в горизонтальной плоскости, требуется большой диаметр сушильной камеры и соответственно большая площадь помещения.

Большое значение имеет равномерная во времени подача раствора на диск. При значительном разряжении в диске не рекомендуется раствор подавать самотеком, - так как это ведет к пульсирующей производительности диска и резкому увеличению диаметра факела распыла. Раствор должен подаваться на диск под небольшим давлением специальным насосом. Это позволяет не только равномерно подать на его на диск, но и осуществить плавную регулировку производительности диска в зависимости от температуры отходящих газов, Перед работой диски вместе с валом должны подвергаться статистической и динамической балансировке.

Для получения больших чисел оборотов диска применяются паровая турбина с противодавлением, быстроходный высокочастотный электродвигатель с редуктором. Паровая турбина обычно применяется мощностью 10-12 кВт при давлении пара 0,8 *аm*. Число оборотов турбины 140 в секунду. Пар после турбины обычно используется для нагрева воздуха в нагревателях



**2.5.Конструкция центробежных дисков**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

21

34.0000 Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

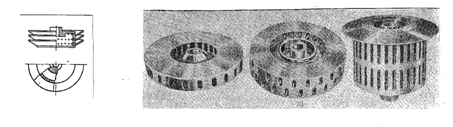
Существуют различные тины центробежных дисков.

Конструкция диска обуславливается его производительностью и свойствами

диспергирумого раствора. К ним нужно отнести: влажность, коррозионные и эрозионные свойства, термочувствительность, вязкость и т.д.

При большой производительности наиболее рационально использовать многоярусные диски, обеспечивающие небольшой факел распыла и повышенную плотность орошения.

Современные конструкции диска грубо можно подразделить на две группы: к первой относятся диски с канавками и лопатками, в которых имеется значительный участок разгона в радиальном направлении пленки жидкости; ко второй группе относятся сопловые чашеобразные диски. В первом случае можно обеспечить большую величину смоченного периметра и, как следствие, равномерный распыл.



**3. Технологический расчет**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Лит.

Листов

34

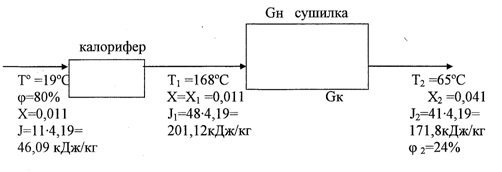
ВСГТУ гр.206

**3. 1. Материальный и конструктивный расчет**

Дано:

Gн= 630 кг/ч; Uн= 56%; Uк=4,5%; t°= 19°С; t1 =168°С; t2 =65°С;

φ1=80%; φ2=24%



G1=G2+W

G1(100- Uн/100) =G2(100- Uк/100);

W=Gн (Uн -Uк/100- Uк)

1. Количество испаренной в сушке влаги:

W=Gн (Uн - Uк /100- Uк), где

Gн и Un- начальная масса и влажность материала, поступающего на сушку;

Gк u UK- конечная масса и влажность высушенного материала;

W= 630 (56-4,5/100-4,5)=339,6 кг/ч.

GK= W-Gн =630-339,6=290,4 кг/ч.

2. Расход сухого воздуха в сушилке L (в кг/с):

L=W/Х2 -Х0=339,6/0,041-0,011= 11320 кг/ч.

3. Объем сушильной башни:

V=W/A 339,6/4 = 84,9 м3 ≈85 м3

D=1,053 √W/А = 1,053 √85= 4,6 ≈5;

Н=5∙2,5 = 12,5≈ 13 м.

**3.2 Тепловой баланс**

Изм.

Лист

№документа

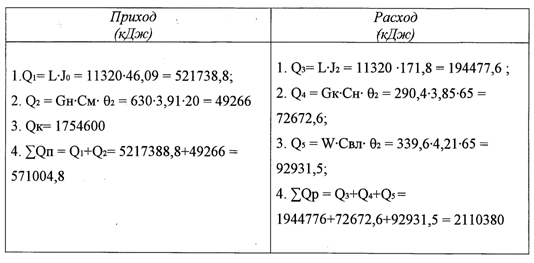
Подпись

Дат.ааа

Лист

23

34.0000 Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО



Qpacx-Qпpиx =2110380-571004,8 = 1539375,2 кДж;

Qкалор.= L(J1-J0) = 11320(201,12-46,09) = 1754600;

Qpacx/Qприx= 1539375,2/1754600 ≈ 1 калорифер

**3.3. Расчет теплопотерь**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

24

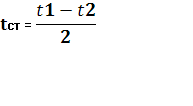
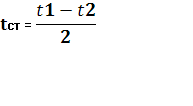
34.0000 Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

1. Qпот=α(tст-tос)F

F=2πrk=2∙3,14∙2,5∙13=204,1

2. Температура стенки

=



3. Коэффициент теплопроводности:



В качестве изоляционного материала используем орпрьтит вату.



Qпот=9,495∙(116,5-20)∙204,1=187010,2кДж



**4. Расчет вспомогательного оборудования**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Расчет вспомогательного оборудования

Лит.

Листов

34

ВСГТУ гр.206

**4.1. Расчет циклона**

Данные для расчета:

производительность по воздуху Vсек=2,82 м3/сек

наименование диаметра частичек d=12 мкм

Скорость воздуха:

-при вводе в циклон Wвх=20 м/сек

- в циклоне Wц=12 м/сек

- в выхлопной трубе Wтр=6м/сек

Площадь сечения входного патрубка



Ориентировочное значения диаметра циклона:



Поскольку минимальный размер улавливаемых частичек меньше 12 мкм, полагают, что осаждение их подчиняется закону Стокса. Поэтому скорость осаждения подсчитывают по формуле:



Проверяют правильность применения формулы



Внутренний диаметр выхлопной трубы:

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

26

34.0000 Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО



Наружный диаметр выхлопной трубы:



Диаметр циклона:



Высота конусной части циклона:



Гидравлическое сопротивление рассчитываемого циклона:

Высота циклической части циклона:



Выбираем циклон типа ЦН-11 с размерами:

Д=1,044м;

hт=1,56



hк=2∙Д=2088

Hц=4,1∙Д=4280

Hобщ=6,8Д+200=7299

**4.2. Выбор вентилятора**

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

27

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО 3

Мощность потребляемая вентилятором



*-*подача вентилятора, м3/сек;



– полное сопротивление сушильной установки с учетом скоростного напора, н/м3;



= – общий КПД вентилятора;



V=V1=9712,5м3;

Объем влажного воздуха:

Рп=12,5 мм рт.ст.

Роб=745 мм рт. ст



где = – сопротивление трения воздухопроводов, н/м2;



– местные сопротивления, н/м2;



∆Рсуш –сопротивление сушилки, н/м2;

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

28

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

34.0000

∆Ркал – сопротивление калориферов, н/м2;

∆Рц –сопротивление циклонов, н/м2;

∆Рск=Wв2ρ/2 – скоростной напор, н/м2;

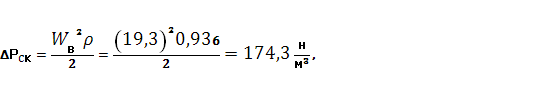
Из уравнения расхода находят диаметр воздухопровода между аппаратами.



Уточним скорость движения воздуха



Скоростной напор



где – плотность воздуха при tср=93,5°C



Предварительно подсчитываем критерий Re



при *Re=*



*l* – общая длина воздухопровода

∆Рсуш=20мм вод ст=20∙9,81=196,2 н/м2;

∆Рц =85 мм вод ст = 85∙9,81=835 н/м2;

Сопротивление калориферов

∆Ркол =10,4 мм вод ст= 10,4∙9,81=102,2 н/м2;

Полное сопротивление сушильной башни

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

29

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

34.0000

∆Р=216,2+196,2+102,2+835+174,3=155,35 кгс/м2=155,35 мм. вод. ст.

Исходя из найденной мощности вентилятора выбираем вентилятор №12 с электродвигателем А02-51-4 со следующими техническими характеристиками:

N=7,5 квт, h=610 мин, Дшкива =450.

**4.3. Выбор и расчет калорифера**

Для подогрева до определенной температуры воздуха, поступающего в сушилки, применяют воздухонагреватели с большой поверхностью теплообмена и малым гидравлическим сопротивлением.

Принимаем для расчета кожухотрубчатый калорифер.

1. Находим необходимую поверхность нагрева.

где К – коэффициент теплопередачи, вт/(м2град);

– средняя разность температур между теплоносителями, град;



2. Принимаем в качестве источника тепла насыщенный водяной пар

р=8ата, tп=169,6

Принимают турбулентный режим движения воздуха по трубному пространству. Диаметр труб d=38\*2. Для предварительного расчета полагают Re=20000.

Из выражений:



Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

30

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

3

определяют



– вязкость воздуха при



tср=t0+t1/2=19+168/2=93,5°С

По каталогу выбираем двухходовой теплообменник типа ТН с общим числом труб 488 и диаметром 800 мм.

Уточним критерий Re



Для турбулентного режима движения воздуха в трубах

, откуда



теплопроводность воздуха



при температуре 93,5°С.



Так как коэффициент теплоотдачи со стороны пара, конденсирующегося на наружной поверхности труб в межтрубном пространстве, достаточно велик и основное термическое сопротивление будет сосредоточено со стороны воздуха (αк>> αв), то можно принять αк=12000 вт/(м2 град).

Принимают тепловую проводимость загрязнений со стороны накипи , и со стороны нагреваемого воздуха , соответственно равными, а теплопроводность стали λ=46,4 вт/(м2 град).

Изм.

Лист

№документа

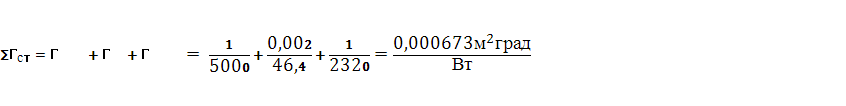
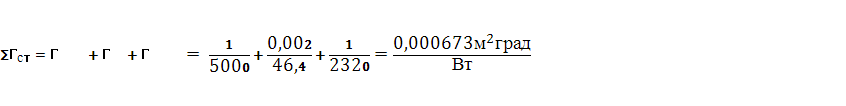
Подпись

Дат.ааа

Лист

31

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО



Общий коэффициент теплопередачи



Выбираем по каталогу двухходовой теплообменник ТН со следующими техническими данными F=131м2; n=488; lтруб=3500мм; Д=800мм.

Наружный диаметр трубок: 25 мм, шаг – 32.

Размеры штуцеров:

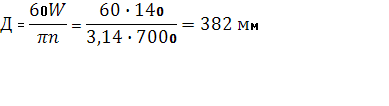
А: dy=200 Б: dy=200 В: dy=80

l1=140 l1=140 l3=140

l2=175 l2=250

**4.4. Распылительный диск**

Скорость отрыва капли зависит от концентрации молока и ориентировочно равна окружной скорости диска. При обычной концентрации 36% окружная скорость диска W=140 м/сек. Число оборотов диска при турбинном приводе n=7000 об/мин, тогда диаметр диска по концам сопел:



Диаметр сопл:



средний диаметр капли



mn – число оборотов диска, об/мин.

Изм.

Лист

№документа

Подпись

Дат.ааа

Лист

32

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

3

R – радиус диска, м.

σ – поверхность натяжения, н/м.

σ=42∙10-3н/м,

R=Д/2=0,382/2=0,19

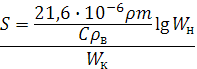
ρмол=1235,2

Рм=10[1,42∙Q+(100-Q)]=1235,2 кг/м3

Размер капли при тех же условиях по Андрееву



Длина полета капли

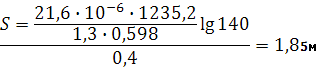


плотность воздуха; С=1,3; t=168°C



Wн – начальная скорость полета капли=140м/сек;

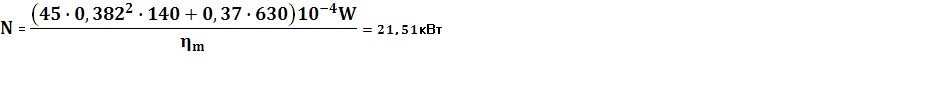
Wк – конечная скорость=0,4м/сек;



радиус камеры: R=2,55; S<R;

1,85<2,55

мощность вращения диска



**Вывод**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

33

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Вывод

Лит.

Листов

34

ВСГТУ гр.206

После выполнения курсового проекта можно сделать вывод: технико-

экономические показатели этого метода сушки могут быть значительно улучшены за счет интенсификации процесса испарения в распылительных сушилках. Как показала практика, при сушке высокодиспергированных материалов можно значительно интенсифицировать процесс, в результате чего сокращаются габариты установки и расходы электроэнергии и тепла.

Основными факторами, определяющими эффективность работы сушильных установок, эксплуатируемых в промышленности, являются: свойства суспензии, температурный режим, характеристики распыления или в общем случае — аэрогидродинамическая обстановка в сушильной камере. Свойства суспензии определяют при этом температурный режим и характер распыления

**Список литературы:**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

34

Д. 240.01.1.01.007.0000 ВО

Раз раб.

Найданова С.Б.

Пров.

Хараев Г.И.

.

Н.контр.

Утв.

Список литературы

Лит.

Листов

34

ВСГТУ гр.206

1. Лятипов С.Т., Кретов И.Т, Остриков А. Машины и аппараты пищевых

производств. — М.: Высшая школа, 2001. — 680 с.: ил.

2. Калунянц К.А., Голгер Л.И., Балашов В.Е. Оборудование микробиологических производств. — М.: ВО «Агропромиздат», 1987,- 398 с., un.- (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

3. Касаткин А.Г Основные процессы и аппараты химической технологии.- М.:«Химия» 784 с., ил.

4. Павлов К.Ф., Романков П.Г, Носков А.А. Процессы и аппараты химической технологии.- Ленинград: Химия», 1987,- 576 с., ил.

5. Остриков А.И., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин, аппаратов

пищевых производств.- Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003,- 352 с., ил.

Федеральное агентство по образованию РФ

Восточно-Сибирский государственный технологический университет

Институт пищевой инженерии и биотехнологии

Кафедра «Процессы и аппараты пищевых производств»

Допущен к защите

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_2009г

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**Тема: Расчет распылительной сушильной установки для получения сухого молока**

по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств»

Исполнитель: Найданова С.Б.

студентка

гр. 206

Руководитель проекта: ХараевГ.И.

Улан-Удэ

2009