Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Ивановский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту

на тему:

**«Расчет тепловой схемы котельной»**

Выполнил: ст. гр. ТГВ-32

Роина К.

Проверил: к.т.н., доцент

Колибаба О.Б.

Иваново 2009

**Содержание**

1. Исходные данные

2. Определение потребного количества теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение и необходимую теплопроизводительность котельной для технических нужд

3. Расчет тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами для закрытой системы теплоснабжения

4. Расчет водоводяных теплообменников

5. Расчет пароводяных теплообменников

6. Расчет теплообменника для нагрева сырой воды за счет тепла продувочной воды

7. Расчет теплообменника для нагрева сырой воды за счет пара

8. Расчет охладителя выпара атмосферного типа

9. Аэродинамический расчет тракта дымовых газов

10. Расчет дымовой трубы

11. Выбор дымососа

Библиографический список

**1. Исходные данные**

**1.** Город – Кострома.

**2.** Производственно-отопительная котельная.

**3.** Тип котла-ДЕ-16-1,4ГМ.

**4.** Теплоноситель – сухой насыщенный пар при Р=1,4 МПа.

**5.** Вид топлива – природный газ.

**6.** Закрытая система теплоснабжения.

**7.** Параметры теплоносителя в тепловой сети – 70/150°C.

**8.** Доля возвращаемого конденсата – q=0,6.

**9.** Действительное количество дымовых газов - 9,834 м³/кг

**10.** Расчётный расход топлива -  кг/ч

**11.** Аэродинамическое сопротивление тракта котла -  Па.

**2. Определение потребного количества теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение и необходимую теплопроизводительность котельной для технических нужд**

Производительность котлоагрегата, которая принимается по данным завода изготовителя котлоагрегатов, Dед=16 т/ч. Необходимо установить два котлоагрегата.

Общая паропроизводительность определяется следующим образом:

кг/ч

Dт=6.2 т/ч

Dов+ Dгв =1,43+3,36=4,79кг/ч=17,24 т/ч

Количество стальных паровых котлов находят из выражения:



где Dед­ – производительность котлоагрегата, которая принимается по данным завода изготовителя котлоагрегатов.

Определим отпуск теплоты на отопление и вентиляцию по следующей формуле:

, Вт



где  - расход пара на отопление и вентиляцию, кг/с;

 - энтальпии насыщенного пара, Дж/кг;

Ср – средняя массовая теплоемкость, Дж/(кг·К);

 - температуру конденсата, °C;

 - кпд подогревателей

Определим отпуск теплоты на горячее водоснабжение по следующей формуле:

, Вт





где  - расход пара на горячее водоснабжение, кг/с

**3. Расчет тепловой схемы отопительно-производственной котельной с паровыми котлами для закрытой системы теплоснабжения**

**Максимально-зимний режим.**

Температура наружного воздуха для рассчитываемого режима при средней температуре наиболее холодной пятидневки °C.

Определяется относительный расход теплоты на отопление и вентиляцию при выбранной температуре:



Температура прямой сетевой воды на выходе из подогревателей сетевой воды:



Температура обратной сетевой воды на входе в подогреватель сетей воды:



Расчетный отпуск теплоты на отопление и вентиляцию для данного режима:

Вт

Общий расход теплоты на отопление, вентиляцию, кондиционирование и горячее водоснабжение:



Требуемый расход пара для нагрева сетевой воды:

кг/с

Количество конденсата после подогревателей сетевой воды будет равно:

кг/с

Расход сетевой воды натеплообменники определяется по формуле:

кг/с

Количество воды для подпитки тепловых сетей при потерях в них 1,5% составит:

 кг/с

Имея из задания расход пара на производство Dт, долю возврата конденсата , находят количество потерянного конденсата:

 кг/с

И количество возвращаемого конденсата:

 кг/с

Суммарный расход пара на производство и теплоснабжение составит:

 кг/с

Расход пара на деаэрацию и подогрев сырой воды принимается предварительно равным 9% D:

 кг/с

Потери пара внутри котельной принимаются равными 2% D:

 кг/с

Тогда полное количество пара, вырабатываемого котельной составит:

 кг/с

Имея полное количество пара, производимого в котельной, сравнивают его с количеством пара, получаемого от выбранного числа котлоагрегатов; оно должно быть:



7,228 кг/с4,44\*2 кг/с

7,228 кг/с8,88 кг/с

Далее следует взять из расчета водоподготовки величину продувки рпр, %, и найти

 кг/с

При Gпр≥0,28 кг/с (1 т/ч) для использования теплоты, содержащейся в паре, кроме отбора пара, следует включить в схему теплообменник, использующий теплоту воды после расширителя для подогрева сырой воды перед водоподготовкой.

Количество пара, которое можно получить из расширителя, находят из баланса теплоты:

 кг/с

где h’1 – энтальпия котловой воды при давлении в котле, Дж/кг;

h’’н, h’2 – энтальпии пара и воды при давлении в расширителе, обычно равном 0.15 МПа

(1.5 кгс/см2), Дж/кг;

х=0.98 – степень сухости пара, выходящего из расширителя.

Количество воды, уходящей из расширителя, будет:

 кг/с

Эти расчеты позволяют определить количество питательной воды, поступающей в котлы:

 кг/с

Общее количество воды на выходе из деаэратора (питательная вода + вода на подпитку тепловых сетей):

 кг/с

Если принять равным, что количество выпара из деаэратора питательной воды равно 0.4% расхода подаваемой через него воды, то:

 кг/с

И производительность химводоподготовки должна быть:

, кг/с

 кг/с

Для определения расхода сырой воды на химводоочистку необходимо учесть количество воды, идущей на взрыхления катионита, его регенерацию, отмывку и прочие нужды водоподготовки. Их учитывают величиной коэффициента k = 1.10÷1.25 умножаемого на производительность водоподготовки:

 кг/с

При известных расходе сырой воды и температуре ее можно задаваясь значением температуры перед химводооочисткой, найти количество пара, расходуемого в теплообменнике сырой воды:

 кг/с

где t’’с.в., t’с.в – температуры сырой воды после и до подогревателя, 0С;

h’’, hк – энтальпии греющего пара и конденсата, Дж/кг.

Количество конденсата, поступающего из этого теплообменника, G'c.в=Dс.в.

Определяем. температуру воды из охладителя выпара в деаэратор:

 °C

где h’’вып - энтальпия выпара при р=0.12 МПа (1.2 кгс/см2), Дж/кг;

hк - энтальпия конденсата, Дж/кг

Тепловой баланс деаэратора:



Отсюда расход пара на деаэратор будет:







Если далее просуммировать полученный расход пара на деаэратор Dд с расходом пара на подогреватель сырой воды Dс.в., то полученная величина должна быть близка к принятым ранее 9% D. При этом расхождение не должно превышать 15%.

Просуммируем полученный расход пара на деаэратор Dд с расходом пара на подогреватель сырой воды Dс.в. и получим:

Dд +Dс.в=0,444 +0,067=0,511кг/с

Принятая ранее величина:

Dд +Dс.в=0,586 кг/с

И расхождение составляет:





7,228+0,067+0,444кг/с <4,44\*2кг/с

7,739кг/с <8,88 кг/с

**Средне-зимний режим.**

Температура наружного воздуха для рассчитываемого режима при средней температуре отопительного сезона °C.

Определяется относительный расход теплоты на отопление и вентиляцию при выбранной температуре:



Температура прямой сетевой воды на выходе из подогревателей сетевой воды:



Температура обратной сетевой воды на входе в подогреватель сетей воды:



Расчетный отпуск теплоты на отопление и вентиляцию для данного режима:

Вт

Общий расход теплоты на отопление,вентиляцию, кондиционирование и горячее водоснабжение:



Требуемый расход пара для нагрева сетевой воды :

кг/с

Количество конденсата после подогревателей сетевой воды будет равно:

кг/с

Расход сетевой воды натеплообменники определяется по формуле:

 кг/с

Количество воды для подпитки тепловых сетей при потерях в них 1,5% составит:

 кг/с

Имея из задания расход пара на производство Dт, долю возврата конденсата , находят

количество потерянного конденсата:

 кг/с

И количество возвращаемого конденсата:

 кг/с

Суммарный расход пара на производство и теплоснабжение составит:

 кг/с

Расход пара на деаэрацию и подогрев сырой воды принимается предварительно

равным 9% D:

 кг/с

Потери пара внутри котельной принимаются равными 2% D:

 кг/с

Тогда полное количество пара, вырабатываемого котельной составит:

 кг/с

Имея полное количество пара, производимого в котельной, сравнивают его с количеством пара, получаемого от выбранного числа котлоагрегатов; оно должно быть:



5,17 кг/с4,44\*2 кг/с

5,17 кг/с8,88 кг/с

Далее следует взять из расчета водоподготовки величину продувки рпр, %, и найти

 кг/с

При Gпр≥0,28 кг/с (1 т/ч) для использования теплоты, содержащейся в паре, кроме отбора пара, следует включить в схему теплообменник, использующий теплоту воды после расширителя для подогрева сырой воды перед водоподготовкой.

Количество пара, которое можно получить из расширителя, находят из баланса теплоты:

 кг/с

Количество воды, уходящей из расширителя, будет:

 кг/с

Эти расчеты позволяют определить количество питательной воды, поступающей в котлы:

 кг/с

Общее количество воды на выходе из деаэратора (питательная вода + вода на подпитку тепловых сетей):

 кг/с

Если принять равным, что количество выпара из деаэратора питательной воды равно 0.4% расхода подаваемой через него воды, то:

 кг/с

И производительность химводоподготовки должна быть:

, кг/с

 кг/с

Определение расхода сырой воды на химводоочистку:

 кг/с

Количество пара, расходуемого в теплообменнике сырой воды:

 кг/с

Количество конденсата, поступающего из этого теплообменника, G'c.в=Dс.в.

Определяем. температуру воды из охладителя выпара в деаэратор:

 °C

Расход пара на деаэратор будет:







Просуммируем полученный расход пара на деаэратор Dд с расходом пара на подогреватель сырой воды Dс.в. (при этом расхождение не должно превышать 15% ) и получим:

Dд +Dс.в=0,37+0,08=0,45 кг/с

Принятая ранее величина:

Dд +Dс.в=0,42 кг/с

И расхождение составляет:





5,17+0,08+0,37 кг/с <4,44\*2 кг/с

5,62кг/с <8,88кг/с

**4. Расчет водоводяных теплообменников.**

В теплогенерирующих установках применяются теплообменники трубчатой конструкции. По трубкам пропускают нагреваемую воду, а в межтрубное пространство подают чистую и умягченную воду. Движение теплоносителей противоточное.

Уравнение теплового баланса:



Отсюда температура сетевой воды tх на выходе из водоводяного теплообменника будет:

°C

Зададимся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках равной ωтр = 1 м/с.

Определим необходимое сечение трубок водоподогревателя по формуле:

м²

где ρнагр – плотность нагреваемой воды, кг/м3.

Плотность нагреваемой воды определяется по средней температуре нагреваемого теплоносителя, которая рассчитывается по формуле:

°C

В соответствии с полученной величиной f.тр выбирают необходимый типоразмер водоподогревателя ПВ-Z-15:

- диаметр основного корпуса (Dн=0,325 м);

- длина секции (L=2м);

- поверхность нагрева одной секции (fсек=14,24 м²)

-кол-во трубок(n=151шт)

Определим фактическую скорость воды в трубках по формуле:

м/с

Площадь межтрубного пространства:

 м²

Для выбранного типоразмера водоподогревателя определяется фактическая скорость воды в межтрубном пространстве по формуле:

 м/с

где ρгр - плотность греющего теплоносителя, кг/м3

Плотность греющего теплоносителя определяется по средней температуре греющего теплоносителя, которая рассчитывается по формуле:

°C

Коэффициент теплоотдачи от греющего теплоносителя к стенкам труб определяется по формуле:



 Вт/(м2·0С)

где tср.гр - средняя температура греющего теплоносителя, 0С.

dэкв - эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м

Эквивалентный диаметр межтрубного пространства:

Коэффициент теплоотдачи от стенок труб к нагреваемой воде определяется по формуле:





 Вт/(м2·0С)

где tср.нагр – средняя температура нагреваемого теплоносителя, 0С.

Коэффициент теплопередачи следует определять по формуле:

 Вт/(м2·0С)

Поверхность нагрева водоподогревателя определяют из уравнения теплового баланса:

 м²

где  - тепловая мощность теплообменника, Вт;

 - коэффициент теплопередачи, Вт/(м2·0С);

Δtср.лог – среднелогорифмическая разность температур между греющей и нагреваемой средой, 0С

Тепловую мощность водоводяного теплообменника определяют по формуле:

 Вт

Среднелогорифмическая разность температур определяется по формуле:

 0С

где  - большая разность температур, °C

°C

 - меньшая разность температур, °C

°C

Число секций водоподогревателя определяется по формуле:

 шт

где fсек – площадь одной секции, которая определяется в соответствии с выбранным типом водоподогревателя.

**5. Расчет пароводяных теплообменников**

Плотность нагреваемой воды определяется по средней температуре нагреваемого теплоносителя, которая рассчитывается по формуле:

°C

Зададимся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках равной ωтр = 1 м/с.

Определим необходимое сечение трубок по формуле

м²

где ρ – плотность воды, кг/м3.

В соответствии с полученной величиной f.тр выбирают необходимый типоразмер водоподогревателя ПП 1-108-7-IV:

- диаметр основного корпуса (Dн=0,820 м);

- длина секции (L=2м);

- поверхность нагрева одной секции (fсек=108,0 м²)

-кол-во трубок(n=792шт)

Для выбранного типоразмера пароводяного теплообменника определяется фактическая скорость воды в трубном пространстве по формуле:

 м/с

Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к горизонтальной стенке трубки определяется по формуле:

****

**** Вт/(м2·0С)

где - количество трубок, шт.;

dН - наружный диаметр трубок, м



Коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к нагреваемой воде определяется по формуле:



 Вт/(м2·0С)

где tср.нагр – средняя температура нагреваемого теплоносителя, 0С.

dвн - внутренний диаметр межтрубного пространства, м

Тепловая производительность подогревателя определяют по формуле:

 Вт

Коэффициент теплопередачи следует определять по формуле:

 Вт/(м2·0С)

Поверхность нагрева пароводяных подогревателей определяется по формуле:

 м²

где  - расчетная тепловая производительность подогревателя, Вт;

 - коэффициент теплопередачи, Вт/(м2·0С);

Δtср.лог – среднелогорифмическая разность температур, 0С

Среднелогорифмическая разность температур определяется по формуле:

 0С

где  - большая разность температур, °C

°C

 - меньшая разность температур, °C

°C

Число секций теплообменника определяется по формуле:

 шт

где fсек – площадь одной секции, которая определяется в соответствии с выбранным типом пароводяного теплообменника.

**6. Расчет теплообменника для нагрева сырой воды за счет тепла продувочной воды**

Уравнение теплового баланса:



Отсюда температура сырой воды tх будет равна:



Плотность греющего теплоносителя определяется по средней температуре греющего теплоносителя, которая рассчитывается по формуле:

°C

Плотность нагреваемой воды определяется по средней температуре нагреваемого теплоносителя, которая рассчитывается по формуле:

°C

Зададимся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках равной ωтр = 1 м/с.

Определим необходимое сечение трубок теплообменника по формуле:

м²

где ρнагр – плотность нагреваемой воды, кг/м3.

В соответствии с полученной величиной f.тр выбирают необходимый типоразмер водоподогревателя ПВ-Z-7:

- диаметр основного корпуса (Dн=0,114м);

- длина секции (L=2м);

- поверхность нагрева одной секции (fсек=1,79 м²)

-кол-во трубок(n=19шт)

Определим фактическую скорость воды в трубках по формуле:

м/с

Площадь межтрубного пространства определяется по формуле:

 м²

Определим фактическую скорость воды в межтрубном пространстве по формуле:

 м/с

где ρгр - плотность греющего теплоносителя, кг/м3

Эквивалентный диаметр межтрубного пространства определяется по формуле:

 м

Коэффициент теплоотдачи от греющего теплоносителя к стенкам труб определяется по формуле:



 Вт/(м2·0С)

где tср.гр - средняя температура греющего теплоносителя, 0С.

dэкв - эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м

Коэффициент теплоотдачи от стенок труб к нагреваемой воде определяется по формуле:



 Вт/(м2·0С)

где tср.нагр – средняя температура нагреваемого теплоносителя, 0С.

dвн - внутренний диаметр межтрубного пространства, м

Коэффициент теплопередачи следует определять по формуле:

 Вт/(м2·0С)

Тепловую мощность теплообменника определяют по формуле:

 Вт

Поверхность нагрева теплообменника определяют из уравнения теплового баланса:

 м²

где  - тепловая мощность теплообменника, Вт;

 - коэффициент теплопередачи, Вт/(м2·0С);

Δtср.лог – среднелогорифмическая разность температур, 0С

Среднелогорифмическая разность температур определяется по формуле:

 0С

где  - большая разность температур, °C

°C

 - меньшая разность температур, °C

°C

Число секций теплообменника определяется по формуле:

 шт

где fсек – площадь одной секции, которая определяется в соответствии с выбранным типом теплообменника.

**7. Расчет теплообменника для нагрева сырой воды за счет пара**

котельная теплообменник дымосос водоснабжение

Плотность нагреваемой воды определяется по средней температуре нагреваемого теплоносителя, которая рассчитывается по формуле:

°C

Температура конденсата определяется по формуле:

°C

Зададимся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках равной ωтр = 1 м/с.

Определим необходимое сечение трубок по формуле:

м²

где ρ – плотность воды, кг/м3.

В соответствии с полученной величиной f.тр выбирают необходимый типоразмер водоподогревателя ПВ-Z-15:

- диаметр основного корпуса (Dн=0,325 м);

- длина секции (L=2м);

- поверхность нагрева одной секции (fсек=9,5 м²)

-кол-во трубок(n=68шт)

Для выбранного типоразмера теплообменника определяется фактическая скорость воды в трубном пространстве по формуле:

 м/с

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенкам труб определяется по формуле:

****

****Вт/(м2·0С)

где - количество трубок, шт.;

dН - наружный диаметр трубок, м

Коэффициент теплоотдачи от стенок труб к нагреваемой воде определяется по формуле:



 Вт/(м2·0С)

где tср.нагр – средняя температура нагреваемого теплоносителя, 0С.

dвн - внутренний диаметр межтрубного пространства, м

Тепловую мощность теплообменника определяют по формуле:

 Вт

Коэффициент теплопередачи следует определять по формуле:

 Вт/(м2·0С)

Поверхность нагрева теплообменника определяют из уравнения теплового баланса:

 м²

где  - тепловая мощность теплообменника, Вт;

 - коэффициент теплопередачи, Вт/(м2·0С);

Δtср.лог – среднелогорифмическая разность температур, 0С

Среднелогорифмическая разность температур определяется по формуле:

 0С

где  - большая разность температур, °C

°C

 - меньшая разность температур, °C

°C

Число секций теплообменника определяется по формуле:

 шт

где fсек – площадь одной секции, которая определяется в соответствии с выбранным типом теплообменника.

**8. Расчет охладителя выпара атмосферного типа**

Плотность определяется по средней температуре, которая рассчитывается по формуле:



Зададимся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках равной ωтр = 1 м/с.

Определим необходимое сечение трубок по формуле:

м²

где ρ – плотность воды, кг/м3.

В соответствии с полученной величиной f.тр выбирают необходимый типоразмер водоподогревателя ПВ-Z-15:

- диаметр основного корпуса (Dн=0,325 м);

- длина секции (L=2м);

- поверхность нагрева одной секции (fсек=9,5 м²)

-кол-во трубок(n=68шт)

Для выбранного типоразмера пароводяного теплообменника определяется фактическая скорость воды в трубном пространстве по формуле:

 м/с

Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к горизонтальной стенке трубки определяется по формуле:

****

**** Вт/(м2·0С)

где - количество трубок, шт.;

dН - наружный диаметр трубок, м



Коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к нагреваемой воде определяется по формуле:



 Вт/(м2·0С)

где tср.нагр – средняя температура нагреваемого теплоносителя, 0С.

dвн - внутренний диаметр межтрубного пространства, м

Тепловая производительность подогревателя определяют по формуле:

 Вт

Коэффициент теплопередачи следует определять по формуле:

 Вт/(м2·0С)

Поверхность нагрева пароводяных подогревателей определяется по формуле:

 м²

где  - расчетная тепловая производительность подогревателя, Вт;

 - коэффициент теплопередачи, Вт/(м2·0С);°C

Δtср.лог – среднелогорифмическая разность температур, 0С

Среднелогорифмическая разность температур определяется по формуле:

 0С

где  - большая разность температур, °C

°C

 - меньшая разность температур, °C

°C

Число секций теплообменника определяется по формуле:

 шт

где fсек – площадь одной секции, которая определяется в соответствии с выбранным типом пароводяного теплообменника.

**9. Аэродинамический расчет тракта дымовых газов**

Метод аэродинамического расчета котельных установок используется для подсчета газовых и воздушных сопротивлений и для выбора дымовых труб и тягодутьевых устройств. При аэродинамических расчетах определяют перепады давлений на газовоздушных трактах подсчетом их сопротивлений и возникающей на данном участке или в установке самотяги.

Когда теплоноситель не изменяет агрегатного состояния, расчет аэродинамики состоит изопределения суммы потерь напора в местных сопротивлениях и потерь напора на трение:

.

Потери напора на трение, Па определяют по формуле Дарси-Вейсбаха:



где  – коэффициент сопротивления трением, зависящий при турбулентном режиме от

шероховатости, а при ламинарном и турбулентном от числа Рейнольдса;

– длина участка, м;

– плотность газа, кг/м3;

– средняя скорость потока, м/с;

– эквивалентный диаметр, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

1. часовой объем дыма от одного котельного агрегата по формуле:



 - действительное количество дымовых газов при средней величине избытка воздуха в газоходе,, м³/кг;

-расчетный расход топлива, кг/ч;

-плотность газового топлива, кг/м3,определяемая по следующей формуле:



где Vгд – средний объем продуктов сгорания при нормальных условиях и средней величине избытка воздуха в газоходе, м3/ч;

α – коэффициент избытка воздуха;

V0 – теоретически объем воздуха для горения при α=1, м3/кг, м3/ м3;

ρсг.т.- плотность сухого газа, кг/м3;

dг.т. – содержание влаги в топливе, кг/м3, равная 10 г/м3.

Для действительных условий плотность газовоздушной смеси определяется по формуле:

,



где tг – температура газов у дымососа, 0С, принимается равной температуре газов за воздухоподогревателем (при его отсутствии за экономайзером).

Определяют сечение дымовых боровов, задаваясь скоростью движения дымовых газов 10 м/с по формуле

,

где  - объем дыма, м³/с;

 - оптимальная скорость движения дымовых газов, м/с;

 м²

 м²

 м²

Действительная скорость движения дымовых газов:





Определяем потери напора в местном сопротивлении в Па на участке по формуле:





Определяем потери напора на трение на участке, Па, по формуле Дарси-Вейсбаха:





l – длина участка, м;

ρ – плотность газа, кг/м3

ω – средняя скорость потока, м/с.

d – эквивалентный диаметр, равный для круглого сечения его диаметру и для некруглого определяемый по формулам, м

**10. Расчет дымовой трубы**

Для котельной следует иметь одну общую дымовую трубу для всех котлоагрегатов, стоящую отдельно от здания котельной, с возможностью присоединения к ней еще одного-двух котлов. Стальные трубы могут иметь высоту не более 45 м, и устанавливаются только на вертикально-цилиндрических котлах и водогрейных котлах большой теплопроизводительности башенного типа. При естественной тяге и сжигании природного газа высота дымовой трубы должна быть не ниже 20 м.

Скорость газов на выходе из дымовых труб определяется условием недопустимости задержки ветром газов в трубе («задувания») при естественной тяге и целесообразным выбросом газов на необходимую высоту. При искусственной тяге скорость истечения газов определяется материалом труб и их высотой с учетом необходимости выброса в верхние слои атмосферы. Ориентировочные значения скорости дымовых газов на выходе их дымовых труб приведены в табл…

Потери на трение в дымовой трубе (кирпичной или железобетонной), Па, (кгс/см2), определяются из выражения:





λ – коэффициент сопротивления трения. Среднее опытное значение для бетонных и кирпичных труб с учетом кольцевых выступов футеровки равно 0,05, для стальных труб с диаметром dд.т. ≥2 м λ=0,015, а при dд.т <2м λ=0,02;

ω0 – скорость, м/с, в выходном сечении трубы диаметром dд.т.

**Ориентировочные значения выходных скоростей газов из дымовых труб, м/с**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал для дымовой трубы | Естественная тяга | Искусственная тяга |
| Высота дымовой трубы, м |
| <20 | 20 – 45 | <20 | 20 – 45 | >45 |
| Кирпич | 5 – 8 | 8 – 10 | – | 15 – 20 | 20 – 25 |
| Железобетон | 5 – 8 | 8 – 10 | – | 15 – 20 | 20 – 25 |
| Стальной лист | 6 – 10 | 10 – 12 | – | 15 | – |

При искусственной тяге охлаждение газов в дымовой трубе не учитывается. Потеря напора с выходной скоростью, Па (кгс/см2), определяется

,

ξ – коэффициент местных потерь на выходе из трубы, равный 1,1.



Задаваясь скоростью движения дымовых газов на выходе их дымовой трубы согласно данным табл… определяют диаметр устья дымовой трубы по формуле:

.



Диаметр основания определяем по формуле:

.



Определяем действительную скорость истечения дымовых газов, м/с:





Определяем самотягу дымовой трубы, Па:

,



Рассчитываем полезную тягу дымовой трубы, Па:



Определяем полное сопротивление газового тракта котельной установки, Па (кгс/см2), суммированием сопротивлений отдельных элементов установки:



**11. Выбор дымососа**

Найдем производительность дымососа:

****

Найдем напор по формуле:

****

По полученным значениям напора и производительности выбираем дымосос типа ВД: марка – ВД–6; частота вращения n=1450 об/мин, к.п.д. – 65 %.

Определим мощность дымососа по формуле:

****

Тепловая схема (принципиальная) отопительно-производственной котельной с паровыми котлами для закрытой системы теплоснабжения.

1 – котел; 2 – расширитель непрерывной продувки; 3 - питательный насос; 4 – подогреватель сырой воды; 5 – химводоочистка; 6 – потребитель технологического пара; 6а – потребитель теплоты, используемой на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение;7 – насос для подпитки тепловых сетей; 8 – теплообменники для сетевой воды; 9 – деаэратор атмосферный; 10 – охладитель выпара из деаэратора; 11 – сетевой насос; 12 – регулируемый клапан; 13 – редукционный клапан.

**Библиографический список**

1. Тепловой расчёт паровых котлов малой мощности: Учебное пособие / Курилов В.К. . - Иваново: ИИСИ, 1994. – 80 с.

2. Задачник по процессам тепломассообмена: Учебное пособие для вузов / Авчухов В.В., Паюсте Б.Я.. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.: ил.

3. Справочник по котельным установкам малой производительности / Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н.. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.: ил.

4. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения.

5. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов.

6. СНиП 2.04.07-86\* Тепловые сети.