МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГОУ ВПО "Башкирский государственный аграрный

университет"

Факультет: Энергетический

Кафедра: АТД и Т

Специальность: Электрификация и автоматизация с/х

КУРСОВАЯ РАБОТА

"Проектирование отопительно-производственной котельной сельскохозяйственного назначения"

Мухамедьяров Ильнур Равилович

Форма обучения: очная

Курс, группа: АХ 301/1

"К защите допускаю"

Руководитель:

Динисламов М. Г..

Уфа 2009

**РЕФЕРАТ**

Курсовой работа включает в себя 24 страницы расчётно-пояснительной записки, 1 лист графического материала формата А1.

Объектом работы является проектирование отопительно-производственной котельной сельскохозяйственного назначения.

Расчётно-пояснительная записка включает в себя: расчет тепловых нагрузок, выбор источника теплоснабжения, определение годовых расходов теплоты и топлива, регулирование отпуска теплоты, подбор питательных устройств и сетевых насосов, расчёт водоподготовки, тепловую схему котельной, компоновку котельной и расчёт технико-экономических показателей производства теплоты.

Графическая часть курсовой работы, содержит тепловую схему с указанием всего оборудования, участвующего в тепловом процессе, графики годовой тепловой нагрузки и температур воды в тепловой сети.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Задание

2. Расчет тепловой нагрузки

2.1 Определение расчетной тепловой мощности на отопление и вентиляцию

2.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение и технологические нужды

3. Выбор теплоносителя

4. Подбор котлов

5. Годовой расход топлива

6. Регулирование отпуска теплоты котельной

7. Подбор питательных устройств и сетевых насосов

8. Расчет тепловой схемы котельной

9. Технико-экономические показатели производства тепловой энергии

Библиографический список

**1. Задание**

1. Рассчитать по удельным показателям расход теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для объектов, указанных в таблицах 1 и 2 и годовой расход теплоты. При расчете принять: расчетно-климатические условия по последней цифре номера зачетной книжки по таблице 4; высоту помещений ремонтной мастерской -5 м, школы, клуба и гаража - 4 м, остальных объектов - 3 м; давление и температуру пара по предпоследней цифре номера зачетной книжки.

2. Выбрать тип и количество котлов в котельной, определить максимальный часовой расход топлива. Вид топлива принять по таблице 3.

3. Рассчитать внутренний диаметр трубопроводов теплотрассы для отопления объекта, указанного в таблице 3.

Таблица 1 Характеристика потребителей теплоты жилого сектора

|  |  |
| --- | --- |
| Название | Последняя цифра № зач.книжки |
| 7 |
| Жилые дома, |  |
| Школа, |  |
| Клуб, |  |
| Баня, |  |



Таблица 2 Характеристика потребителей теплоты производственного сектора

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Предпосл. цифра № зач.книжки |
| 9 |
| Ремонтная мастерская, тыс. м2 | 1,8 |
| Давление пара, МПа | 0,2 |
| - расход пара, кг/с | 0,15 |
| - расход гор. воды, кг/с | 0,16 |
| температура пара, °С | - |
| Степень сухости пара, х | 0,95 |
| Гараж, тыс. м2 | 0,2 |
| Число автомобилей: - грузовых  - легковых | 20  4 |
| Коровники: число голов | 70 |

Таблица 3 Вид топлива и объект для расчета трубопроводов

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3-я цифра № зач.книжки |
| 5 |
| Топливо | Каменный уголь |
| Теплота сгорания | Qdi=21МДж/нм3 |
| Объект | Жилые дома |

Таблица 4 Расчётно-климатические условия

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Населён-ный пункт | Последняя цифра № зач.книжки | Темп. воздуха наиболее холодной пятидневки, tн.в, °С. | Темп. Вентиляци-онная, tн.в, °С | Продолжительность отно-сительного периода со средне суточная темп., °С | | Средняя скорость ветра |
| h, сут. | tср.о |
| Уфа | 7 | -35 | -20 | 213 | -5,9 | 3,5 |

**2. Расчёт тепловой нагрузки**

*2.1* *Определение расчетной тепловой мощности на отопление и вентиляцию*

*Определение расчётной тепловой мощности на отопление и вентиляцию, в Вт:*

|  |  |
| --- | --- |
| Ф0 = qот⋅Vн⋅(tв - tн.о) ⋅а; | (1) |
| Фв = qв⋅Vн⋅(tв. - tн.в), | (2) |

где qот и qв - удельная отопительная и удельная вентиляционная характеристики здания, Вт/(м3⋅К); применяется в зависимости от назначения и размеров здания.

Vн - объем здания, м3;

tв - средняя расчетная температура воздуха, характерная для большинства помещений зданий, 0С;

tн.о. и t н.в. - расчётная температура наружного воздуха для системы отопления и вентиляции, 0С;

а - поправка на разность температур, 0С.

a=0,54+22/(tВ- tНО) (3)

*Тепловая мощность на отопление жилых домов:*

принимаем площадь одного жилого дома S=100 м2, тогда количество домов равно 190;

VН=100⋅3=300 м3 —объем одного дома;

q0Т=0,87 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tВ=20°C (приложение 1 /1/);

tН.О.= -35 0С (по заданию);

а=0,54+22/(20-(-35))=0,94;

Фо=0,87⋅300⋅190⋅(20-(-35))⋅0,94=2563803 Вт.

Тепловая мощность на отопление общественных зданий:

Тепловая мощность на отопление и вентиляцию школы:

qoт=0,41 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tВ = 16°C(приложение 1 /1/);

tН.О.= -35 С (по заданию);

а=0,54+22/(16-(-35))=0,971;

VН=3000⋅4=12000 м3;

Ф0=0,41⋅12000⋅(16-(-35))⋅0,971=243643,32 Вт;

qВ=0,09 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tH.B.=-20 0С (по заданию);

Фв=0,09⋅12000⋅( 16-(-20))=38880 Вт.

Тепловая мощность на отопление и вентиляцию клуба:

qoт=0,43 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tB=16°C (приложение 1 /1/);

tH.О.= -35°C (по заданию);

а=0,54+22/(16-(-35))=0,971;

VН= 300⋅4=1200 м3;

Фот=0,43⋅1200⋅(16-(-35))⋅0,98 =25552,8 Вт;

qВ=0,29 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tH.B=-20°C (по заданию);

Фв=0,29⋅5600⋅(16-(-20))=12528 Вт.

Тепловая мощность на отопление и вентиляцию бани:

qoт=0,33 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tB=25 °C (приложение 1 /1/);

tH.О.= -35°C (по заданию);

a=0,54+22/(25-(-35))=0,907;

VН=35⋅3=105 м3;

Фо=0,33⋅105⋅(25-(-35))⋅0,907=271081,77Вт;

qв= 1,16 Вт/(м3⋅К) (приложение11 /2/);

tн.в. =-20 0С (по заданию);

Фв=1,16⋅105⋅(25-(-20))=5781 Вт

Тепловая мощность на отопление производственных зданий:

Тепловая мощность на отопление и вентиляцию ремонтной мастерской:

qo=0,61 Вт/(м3⋅К) (приложение 12 /2/);

tВ = 18°C (приложение 1 /1/);

tH.0.= -35 0С (по заданию);

а=0,54+22/(18-(-35))=0,955;

VН =1800⋅5=9000 м3;

ФОТ=0,61⋅9000⋅(18-(-35))⋅0,955=277876,35 Вт;

qB=0,17 Вт/(м3⋅К) (таблица 1, /2/);

tН.В.=-20 0С (по заданию);

Фв=0,17⋅9000⋅(18-(-21))=58140 Вт.

Тепловая мощность на отопление гаража:

qoт=0,64 Вт/(м3⋅К) (таблица 1, /2/);

tВ= 10 °C (страница 157, /1/);

tН.О.= -35 С (по заданию);

а=0,54+22/(10-(-35))=1,03;

VH=200⋅4=800 м3;

ФОТ=0,64⋅800⋅(10-(-35))⋅1,03=23731,2 Вт.

Суммарная тепловая мощность на отопление:

∑Ф0Т= 2563803+243643,32 +25552,8 +271081,77+277876,35 +23731,2 =3405688,44 Вт

Суммарная тепловая мощность на вентиляцию:

∑Фв=38880+1252+5781+58140=104053 Вт.

*2.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение и технологические нужды*

*Определение расходов теплоты на горячее водоснабжение и технологические нужды*

*2.2.1 Расход теплоты на горячее водоснабжение:*

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение Фг.в.ср (в Вт), жилых и общественных зданий в отопительный период определяется:

(4)



m - расчётное количество населения обслуживаемого системой горячего водоснабжения;

qг.в. - укрупненный показатель среднего теплового потока, Вт, на горячее водоснабжение на одного человека. Принимается в зависимости от среднесуточной за отопит. период нормы расхода воды при температуре 60 0С

на одного человека g,л/сут;

По формуле (4) найдём Фсрг.в для жилых зданий:

qг.в=320 Вт для g= 85л/сут (рекомендация на стр.124/2/)

Вт.



По формуле (4) найдём Фсрг.в для школ:

qг.в=146 Вт для g= 40л/сут (рекомендация на стр.124/2/)

Вт



Тепловая мощность на горячее водоснабжение клуба:

При среднем за отопительный период норме расхода, воды при температуре 60 0С на горячее водоснабжение одного душа в час g=110 л/час с горячим водоснабжением (рекомендация на стр.124/2/);

Фг.в =0,278⋅Vt⋅ρв⋅св⋅(tг.в.-tх.в.), (5)

где Vt – часовой расход горячей воды, м3/ч;

ρв – плотность воды (983 кг/м3), (124/1/);

Cв – удельная массовая теплоемкость воды, уравненная 4,19 кДж/(кг⋅ К).

Для душевых помещений из расчета одновременной работы всех душевых сеток в течение 1 часа в сутки:

G=n⋅g⋅10-3 , (6)

где n – число душевых сеток;

g – расход воды на 1 душевую сетку, л/сут.

Фг.в. =0,278⋅10⋅110⋅0,001⋅983⋅4,19⋅(65-5)=75571,2 Вт.

Тепловая мощность на горячее водоснабжение бани.

При среднем за отопительный период норме расхода воды при температуре 600С на горячее водоснабжение одного посетителя g=120 л/сутки с горячим водоснабжением (рекомендация на стр.124/2/);

Для бань и предприятий общественного питания:

G=m⋅g⋅10-3 (7)

m- число посетителей равное числу мест в раздевальной;

m=50

По формуле (5) найдем Фсрг.в:

Фсрг.в.= 0,278⋅50⋅120⋅0,001⋅983⋅4,19⋅(65-5)= 412206,5 Вт.

Максимальный поток теплоты (в Вт), расходуемый на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Фг.в.max =(2…2,4)⋅(672000+27740+75571,2 +412206,5)=2612538,9 Вт.

В животноводческих помещениях максимальный поток теплоты (Вт), расходуемый на горячее водоснабжение (tг=40…60 0С), для санитарно-гигиенических нужд.

(9)



где β - коэффициент неравномерности потребления горячей воды в течение суток; β= 2,5;

- массовая теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/кг, 0С



m - число животных данного вида в помещении;

g - норма среднесуточного расхода горячей воды на одно животное, кг (принимают для коров молочных пород 15 кг.)

Фг.в.= Вт



Максимальный поток на горячее водоснабжение ремонтных мастерских:

(10)



G- расход горячей воды м3 /ч

-плотность воды



-расчетная температура холодной воды принимаемая зимой -5 0С



- расчетная температура горячей воды равная 60 0С



Вт



Поток теплоты, Вт, расходуемый на горячее водоснабжение в летний период по отношению к отопительному снижается и определяется по следующим формулам:

для жилых и общественных зданий:

|  |  |
| --- | --- |
| = 0,65 Фг.в. | (11) |

=0,65⋅2612538,9 =1698150,3Вт



для производственных зданий:

|  |  |
| --- | --- |
| . = 0,82 Фг.в. | (12) |

=0,82⋅(6726,8+36903,9)=35777,2 Вт.



*2.2.2 Тепловая мощность на технологические нужды.*

|  |  |
| --- | --- |
| Фт.н = 0,278⋅ψ⋅D⋅ (h-p⋅hвоз), |  |

Тепловую мощность системы теплоснабжения, Вт, на технологические нужды определяем по формуле:

где ψ- коэффициент спроса на теплоту, равный 0,6...0,7;

D - расход теплоносителя, кг/ч;

р - коэффициент возврата конденсатора или обратной воды, принимаемый равным 0,7;

h и hвоз. - энтальпия теплоносителя и возвращаемого конденсатора или обратной воды, кДж/кг.

hвоз.=cB⋅tK (13)

где: tK - температура конденсата, принимаем равной температуре в обратном трубопроводе 70 0С;

сВ- теплоёмкость воды, сВ=4,19 кДж/(кг⋅К);

hвоз.=4,19⋅70=293,3 кДж/кг.

Тепловая мощность на технологические нужды ремонтной мастерской:

Энтальпия пара при р=0,2 МПа и при степени сухости пара 0,95 (по h,s - диаграмме)

h=2600 кДж/кг;

По формуле (12) найдём Фт.н.рм:

Фт.н.рм=0,278⋅0,65⋅540⋅(2600-0,7⋅293,3)=161828,4 Вт.

Тепловая мощность на технологические нужды гаража

Расход смешанной воды для автогаражей:

|  |  |
| --- | --- |
| где n - число автомобилей, подвергающихся мойке в течении суток;  g - среднегодовой расход воды на мойку одного автомобиля, кг/сут.  Для легковых автомобилей g = 160 кг/сут, для грузовых - g = 230 кг/сут.  Dсм.л=4⋅160/24=26,67 кг/ч.  Dсм.г.=20⋅230/24=191,67кг/ч.  По формуле (12) определяем Фт.н.г:  Фт.н.г.=0,278⋅0,65⋅(26,67 +191,67)⋅( 2800-0,7⋅293,3)=150410,4 Вт.  Фт.н= Фт.н.г+ Фт.н.рм=150410,4+161828,4=312238,8 Вт | (14) () |

*Расчетная суммарная мощность котельной:*

Расчётную тепловую нагрузку на котельную, Вт, подсчитывают отдельно для зимнего и летнего периода годов по расчётным расходам тепловой мощности каждым объектом, включенным в систему централизованного теплоснабжения: для зимнего периода:

Фрзим= 1,2⋅(∑ФОТ+∑Фвен+∑Фг.в.max+∑Фт.н.), (15)

для летнего периода

Фрлет=1,2⋅(Фг.в.летmax+∑Фт.н), (16)

где: ∑Фот,∑Фвен,∑Фг.в.max+∑Фт.н -максимальные потоки теплоты на отопление, вентиляцию, горячего водоснабжение и технологические нужды, (в Вт);

1,2 - коэффициент запаса, учитывающий расход теплоты на собственные нужды котельной, теплопотери в тепловых сетях;

ζ - коэффициент, учитывающий снижение расхода теплоты на горячее водоснабжение в летний период по отношению к зимнему (ζ=0,82 для производственных зданий и ζ=0,65 для жилых и общественных зданий).

Вт.



Вт.



**3. Выбор теплоносителя**

Согласно СНиП 2.04.07-86 "Тепловые сети" при теплоснабжении для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, и если возможно, для технологических нужд в качестве теплоносителя используется вода.

Температура воды в падающей магистрали принимается равной 150 0С, в обратном трубопроводе - 70 0С. Если расчетная тепловая нагрузка Фр<5,8 МВт допускается применение в падающий магистрали воды с температурой 95... 1100С в соответствии с расчетной температурой в местных системах отопления.

Если для технологических нужд необходим пар, то в производственных зданиях и сооружениях при соответствующем технико-экономическом обосновании его можно использовать в качестве единого теплоносителя. В отопительно-производственных котельных допускается применение двух теплоносителей: воды и пара.

**Подбор котлов**

Фуст=Фр= Вт



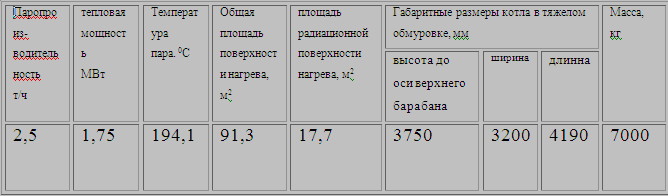
Учитывая величину Фуст и необходимость в технологическом паре, выбираем для котельной котлы ДКВР. Зная что тепловая мощность котла ДКВР-2,5-13 при работе на угле состовляет 1,75 МВт(см. таблица 9 /2/), принимаем котельную с четырьмя котлами ДКВР-2,5-13 с общей тепловой мощностью 1,75⋅4=7 МВт

Так как в летний период максимальная тепловая нагрузка, равна Вт



Что как раз соответствует тепловой мощности одного котла ДКВР-2,5-13, работающего с допустимой перегрузкой до 25

Характеристики котла ДКВР-2,5-13:



**5. Годовой расход топлива**

Годовой расход тепла на отопление:

; (17)



Где - суммарный максимальный расход тепла на отопление,Вт



tв- средняя расчетная по всем потребителям температура внутреннего воздуха (16…180 С);

tн- расчетная отопительная температура наружного воздуха, 0С;

tо.п- средняя температура наружного воздуха за отопительный период, сут.

nот- продолжительность отопительного периода, сут.



Годовой расход тепла на вентиляцию:

(18)



tн.в- расчетная зимняя вентиляционная температура

zв-усредненное за отопительный период среднесуточное число работы системы вентиляции; при отсутствии данных принимают zв=16ч.



Годовой расход тепла на горячее водоснабжение:

(19)



#### -коэффициент, учитывающий снижение часового расхода воды на горячее водоснабжение в летний период по отношению к зимнему. Для жилых и общественных зданий =0,65, для производственных =0,82;350- число суток



в году работы системы горячего водоснабжения.



Годовой расход тепла на технологические нужды:

(20)



Общий годовой расход тепла:



Годовой расход топлива подсчитываем по формуле:

(21)



-низшая теплота сгорания рабочего топлива(кДж/кг- для твердого и жидкого топлива кДж/м3- для газообразного топлива )



Для каменного угля ;



- средний КПД котельной(при работе на твердом топливе =0,6,на жидком и газообразном- =0,8);



**6 Регулирование отпуска теплоты котельной**

В системах теплоснабжения сельскохозяйственных объектов основной является тепловая нагрузка систем отопления. Поэтому при применении водяных тепловых сетей применяют качественное регулирование подачи теплоты на основании температурных графиков, с помощью которых определяют зависимость температуры воды в трубопроводах тепловых сетей от температуры наружного воздуха при постоянном расходе.

При наличии систем горячего водоснабжения температур воды в подающем трубопроводе открытых систем теплоснабжения принимают не ниже 60 0С, закрытых - не ниже 70 0С. Поэтому температурный график для падающий линии имеет точку излома С, левее которой tп=const.

Минимальная температура обработанной воды определяется, если через точку С провести вертикальную линию до пересечение с графиком обратной воды. Масштаб построения mt=0,23 0С/мм.

**7. Подбор питательных устройств и сетевых насосов**

Для паровых котлов с избыточным давлением пара свыше 68,7 кПа устанавливают конденсатные и питательные баки. Конденсат конденсатными насосами перекачивается из конденсатных в питательные баки, расположенные на высоте 3...5 м от чистого пола. В эти баки подается также химически может выполнить резервуар термического деаэратора, объем которого должен быть равен 2/3⋅ Vп.б

Вместимость питательных баков (м3) из расчета часового запаса воды

Vп..б. = , (22)



- расход питательной воды при расчетной нагрузке котельной, кг/ч.



Вместимость конденсатных баков:

Vк.б. = , (23)



где - коэффициент возвращаемого конденсата, =0,7 (стр.131/1/);



- расход питательной воды при расчетной нагрузке котельной, кг/ч.



Расход питательной воды найдем по формуле:

(24)



D- расчетная паропроизводительность всех котлов, кг/ч;

П- продувка котлов, %(при питании котлов химически очищенных водой П=0,5…3,0%);



Вместимость питательных баков:



Вместимость конденсатных баков:

Vк.б. = ,



Подача конденсатного насоса (м3/ч) должна быть равна часовому объему конденсата Vк.б а напор создаваемый насосом принимают 150…200кПа.

Выбираю центробежный насос 1,5К-6 (приложение 21/1/): подача 6 м3/ч; развиваемое давление 199 кПа; КПД=50%.

Для принудительной циркуляции воды в тепловых сетях устанавливают два сетевых насоса с электроприводом (один из них резервный). Производительность насоса, м3/ч, равная часовому расходу сетевой воды в подающей магистрали:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (25) |

где - расчетная тепловая нагрузка, покрываемая водой, (в Вт);



- плотность обратной воды, кг/м3, =977,8 кг/м3 (132/1/),



и - расчетный температуры прямой и обратной воды, °С.



Тепловая нагрузка , покрываемая паром, Вт



Вт



- тепловая мощность, потребляемая котельной на собственные нужды(подогрев и диарация воды, отопление вспомогательных помещений и др.)



(26)



Вт



Ориентировочно принимаем напор развиваемый сетевым насосом:

;



Выбираем два центробежных насоса 4КМ-12 (приложение 21/1/): подача 65 м3/ч; развиваемое давление 370 кПа; КПД=75%.

Подпиточные насосы компенсируют разбор воды из открытых тепловых сетей на горячее водоснабжение и технологические нужды, а также восполняют утечки сетевой воды, состовляющие 1…2% ее часового расхода.

Количество подпиточных насосов должно быть не менее двух. Устанавливают подпиточные насосы перед сетевыми насосами во всасывающую линию для обеспечения давления в обратной магистрали.

Подача подпиточного насоса(м /ч)

(27)



- расчетная тепловая нагрузка горячего водоснабжения, Вт



- часть расчетной технологической нагрузки, покрываемой теплоносителем, Вт



и - расчетные температуры горячей и холодной воды, 0С



- плотность подпиточной воды, можно принять равной кг/м3,



Ориентировочно принимаем напор развиваемый подпиточными насосами:



Выбираем насос 3КМ-6 (приложение 21/1/): подача 45 м3/ч; развиваемое давление 358 кПа; КПД=70%. Устанавливают подпиточные насосы перед сетевыми насосами во всасывающую линию для обеспечения давления в обратной магистрали

Мощность, кВт, на привод центробежного насоса с электродвигателем,

|  |  |
| --- | --- |
| N = | (28) |

где Vt - производительность насоса, м3/ч; Рн - давление, создаваемое насосом, кПа; - к.п.д. насоса.



Для насоса 1,5К-6:

N= кВт,



Для насоса 4КМ-12:

N= кВт,



Для насоса 3КМ-6:

N=кВт



**Расчет водоподготовки**

В производственно- отопительных котельных получила распространение докотловая обработка воды в натрий-катионитовых фильтрах с целью ее умягчения. Объем катионита (м3), требующийся для фильтров,

; (29)



-расчетный расход исходной вод, м3/ч



- период между регенерациями катионита(принимаем равной 8…24ч)



- общая жескость исходной воды, мг∙экв/ м3 ( рекомендация на стр. 133/1/)



- обменная способность катионита, г∙ экв/ м3 (для сульфоугля Е=280…300, г∙ экв/ м3);



(30)



-расход исходной воды, м3/ч(для паровой котельной )



Расчетная площадь поперечного сечения одного фильтра:

(31)



h- высота загрузки катиона в фильтре, равная 2…3м

n- число рабочих фильтров(1…3)



По таблице 4.3 стр.134/1/подбираем фильтры с площадью поперечного сечения с запасом в сторону увеличенияА=0,39 м2

Далее определяем фактический межрегенерационный период (ч) и число регенераций каждого фильтра в сутки:



Число регенераций в сутки по всем фильтрам:



Для регенерации натрий- катионитовых фильтров используют раствор поваренной соли NaCl(6…8%).

Расход соли (кг) на одну регенерацию фильтра:

(32)



а- уднельный расход поваренной соли равный 200г/(г∙экв.).



Суточный расход соли по всем фильтрам:



**8. Расчет тепловой схемы паровой котельной**

Один из возможных вариантов принципиальной тепловой схемы котельной, работающей на открытые тепловые сети, представлен на рис. 4.

Вырабатываемый в котле К пар используется для подогрева сетевой воды в подогревателе ПС (Дпс). Конденсат этого пара через охладитель конденсата ОК подается в деаэратор питательной воды ДР 1. В этот же деаэратор поступает конденсат греющего пара подогревателя сырой воды ПСВ и подогревателя химочищенной воды ПХВ, а также добавка химочищенной воды mхов и отсепарировавшийся пар из расширителя непрерывной продувки СНП. Небольшой расход пара необходимый для подогрева этих потоков до 102...104 °С, подается в деаэратор Др1 через редукционную установку РУ. Подпитка тепловой сети осуществляется деаэрированной водой, подаваемой насосом сырой воды НСВ через ПСВ, химводочистку ХВО, охладитель деаэрированной воды ОДВ в деаэратор ДР2 и оттуда подпиточным насосом НПод подпиточным насосом в обратную магистраль перед сетевым насосом НС. Некоторое количество редуцированного пара используется на нагрев подпиточной воды в деаэраторе ДР2 (), на технологические нужды (Dт), на паровое отопление ( )и на собственные нужды (Dсн).



В задачу расчета тепловой схемы паровой котельной входит определение расходов, температур и давлений теплоносителей (пара и воды) по их потокам в пределах установки, а также суммарной паропроизводительности котельной.

Do = Dт + Dсн + + + Dпсв + Dпхв + Dсп. (33)



Расход пара на технологические нужды:

|  |  |
| --- | --- |
| Dт = | (34) |

где - тепловая мощность, отпускаемая технологическим потребителям, кВт;



- энтальпия пара, кДж/кг (определяется по давлению и по температуре для перегретого пара или же по давлению (температуре) насыщения и по степени сухости пара).



Dт =



Расход пара на отопление производственных помещений, если отопление паровое:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (35) |

где - тепловая мощность, идущая на отопление производственных помещений, кВт;



- тепловая мощность, идущая на вентиляцию производственных помещений, кВт;



- энтальпия возвращаемого конденсата (= 4,19⋅tк, где tк=70 °С).



Расход пара на собственные нужды принимается

|  |  |
| --- | --- |
| Dсн=0,050⋅ Dотп | (36) |

Расход пара на деаэрацию потока подпиточной воды определяется из уравнения теплового баланса деаэратора ДР2:



|  |  |
| --- | --- |
| (mпод. - )⋅с⋅+⋅ho = mпод. ⋅c⋅tд, | (25) |

где - температура воды на входе в деаэратор ДР2, (=80...85 °С);



tд - температура деаэрированной воды, равная температуре насыщенного пара в деаэраторе при рд=0,12 МПа, определяем tд=105 0С;

ho - энтальпия пара, вырабатываемого котлом, кДж/кг, при р=0,2 МПа h0=2600 кДж/кг (по h, d - диаграмме).

|  |  |
| --- | --- |
| = | (26) |

Определяем тепловую мощность, передаваемой по тепловой сети:

Фсет=∑Фкр-∑Фс.н., (27)

где: ∑ Фкр - расчетная тепловая мощность котельной, (Вт);

∑Фс.н - тепловая мощность, потребляемая на собственные нужды, Вт. Предварительно принимается до 3% от общей тепловой мощности котельной установки.



Фс.н.=0,03⋅Фкр =0,03⋅6478149,8=194344,5 Вт;

Фсет =6478149,8-194344,5 =6283805,3 Вт.

Расход воды в подающей сети:

, (28)



где: tп - температура прямой сетевой воды на выходе из котла, °С;

t0 - температура обратной сетевой воды на входе в котел, 0С;

Температуры tп и t0 определяем по температурному графику (лист А1).

mп=6283805,3 /4,19⋅(150-70)=18,74 кг/с.

Расход подпиточной воды при закрытом режиме тепловой сети:

mпод=(0,01...0,03)⋅mп (29)

mпод =(0,01 ...0,03)⋅18,74 =0,1874...0,5622 кг/с, принимаем mпод=0,3 кг/с.

Расход воды в обратной тепловой сети:

mо= mп- mпод, (30)

mо=18,74-0,3=18,44 кг/с.

По формуле (26) определяем :



Расход пара для подогрева сырой воды Dпсв. до температуры 25...30 °С перед химводочисткой определяется из уравнения теплового баланса ПСВ:

|  |  |
| --- | --- |
| Dпсв. = | (31) |

где tх - температура исходной воды (зимой 5 °С, летом 15 °С);

hк - энтальпия конденсата при рк=0,12 МПа, hк=tд⋅с=105⋅4,19=439,95 кДж/кг;

ηп - к.п.д. подогревателя (0,95...0,98).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dп.с.в. =0,3⋅4,19⋅(30-5)/(2600-439,95)⋅0,96=0,015 кг/с.  Температура подпиточной воды определяется из уравнения теплового баланса охладителя деаэрированной воды ОДВ:   |  |  | | --- | --- | | mпод. ⋅с ⋅(tд- tпод.) ⋅ ηп = (mпод. - ) ⋅ ( - tг) ⋅с, | 2.50 |   Отсюда:   |  |  | | --- | --- | | tпод. =, | 2.51 |   0С  Температуру сетевой воды перед сетевыми насосами tсм определяем из уравнения теплового баланса точки смешения подпиточной и сетевой воды:   |  |  | | --- | --- | | mпод. ⋅с ⋅ tпод. + mо ⋅с ⋅ tо = mп ⋅с ⋅ tсм, (34) | 2.52 |   Преобразуя формулу (34) получим:  tсм = (35) | (32)  (33) |

tсм =(0,3⋅49,8+18,44⋅70)/18,74=69,68 0С.

Расход пара на сетевые подогреватели Dс.п. определяется из уравнения теплового баланса вместе с охладителями конденсата ОК:

|  |  |
| --- | --- |
| Dсп. ⋅ (ho - ) ⋅ηп = mп. ⋅с ⋅(tп - tсм), | (36) |

где - энтальпия конденсата после охладителей ОК,



= tох⋅с=30⋅4,19=125,7 кДж/кг.



Давление греющего пара принимается в ПС исходя из того, что температура насыщения его на 10...15 °С выше, чем tп.

Из уравнения (36) находим:

|  |  |
| --- | --- |
| Dс.п. = | (37) |



Расход химочищенной воды на подпитку тепловой схемы котельной, mх.в.о рассчитывается на компенсацию потерь пара и воды в схеме котельной:

|  |  |
| --- | --- |
| mх.в.о = Dсн.+(1-μв) ⋅ Dт + Dпр + Dсеп, | (38) |

где μв - коэффициент возврата конденсата, отдаваемого потребителям технологического пара (μв=0,5...0,7), если же технологические процессы потребляют пар без возврата конденсата, например, кормоцех, то μв=0;

Dпр - расход воды на продувку котла, Dпр = (0,03...0,05) ⋅ Dс.п., кг/с;

Dсеп - количество пара, отсепарированного в расширителе СНП непрерывной продувки, направляемый в деаэратор ДР 1,

Dсеп = (0,2...0,3) ⋅ Dпр.

Dпр.=0,04⋅2,66=0,11 кг/с;

Dсеп.=0,25⋅0,11=0,028 кг/с;

По формуле (38) определяем mх.в.о:

mх.в.о=0,0078 +(1-0,6)⋅0,062+0,11+0,028=0,17 кг/с.

Расход греющего пара на деаэратор питательной воды определяется из уравнения теплового баланса деаэратора:



|  |  |
| --- | --- |
| ⋅ho+mхов⋅с⋅+Dпс⋅ +(Dпсв+Dпхв)⋅+⋅+Dт ⋅μвс⋅= mп.в⋅с⋅tд, | (39) |

где - температура возвращенного конденсата технологического пара (= 40...70 °С);



mп.в - расход питательной воды в котле, рассчитанный на выработку пара Dок с учетом продувки котла:

|  |  |
| --- | --- |
| mп.в = Dсп + Dпр, | (40) |

mп.в=2,66+0,11=2,77 кг/с.

- энтальпия конденсата после отопительных приборов



|  |  |
| --- | --- |
| = 4,19⋅ tк, | (41) |

( tк можно принять равной 70 °С),

= 4,19⋅70=293,3 кДж/кг,



После преобразования уравнения (38) находим:

|  |  |
| --- | --- |
| = | (42) |



Определяем паропроизводительность котельной из уравнения (21): Do = Dт + Dсн + + + Dпсв + Dпхв + Dсп.



Do= 0,062+0,156+0,0078+0,011+0,29+0,015 +0+2,66=2,97 кг/с.

N=



**9. Технико-экономические показатели производства тепловой энергии**

Работа котельной оценивается ее технико-экономическими показателями.

1. Часовой расход топлива (кг/ч):

(43)



q- удельная теплота сгорания топлива, по заданию для каменного угля:=21000 кДж/кг;



- к.п.д. котельного агрегата, — при работе на твердом топливе (приложение 14/1/);



2. Часовой расход условного топлива (кг/ч):

(44)



3. Годовой расход топлива (т или тыс. м3):

, (45)



где Qгод — годовой расход теплоты, ГДж/год.

т.



4. Годовой расход условного топлива (т или тыс. м3):

(46)



т.



5. Удельный расход топлива (т/ГДж или тыс. м3/ГДж):

т/ГДж. (46)



6. Удельный расход условного топлива (т/ГДж или тыс. м3/ГДж):

т/ГДж.



7. Коэффициент использования установленной мощности котельной:

, (47)



где Фуст — суммарная тепловая мощность котлов, установленных в котельной, МВт;

8760 — число часов в году.



**Библиографический список**

1. А.А.Захаров "Практикум по применению и теплоснабжению в с/х" - М.: Колос, 1995.- 176с.:ил.
2. А.А. Захаров "Применение тепла в с/х" - 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Колос, 1980.- 311с.
3. Д.Х. Мигранов "Методические указания к выполнению расчетно-графических работ" - Уфа: БГАУ, 2003.
4. Драганов Б.Х. и др. "Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве".- М.: Агропромиздат, 1990.- 463с.: ил.