Московский государственный университет прикладной биотехнологии

Кафедра «Теплотехники и энергосбережения»

Курсовой проект

**«Теплоснабжение предприятий по переработке животноводческого сырья»**

Выполнил: Семенов С.И.

Факультет: технологический

Группа: 2Т3-1

Руководитель: Егоров В.И.

Москва 2007 год

**Введение**

Предприятия молочной промышленности относятся к энергоемким производствам. Это обусловлено тем, что при переработке животноводческого сырья и консервировании продукции на молочных заводах широко применяются разнообразные тепловые процессы. К ним относятся пастеризация и стерилизация молочных консервов, сушка молочных продуктов и другие процессы. Кроме того, значительное количество теплоты расходуется на нужды горячего водоснабжения, отопления и вентиляции производственных и вспомогательных цехов, административно-бытовых зданий и сооружений.

В связи с опережающим повышением цен на топливно-энергетические ресурсы возрастает доля стоимости затрат теплоты в структуре себестоимости производимой на 1 параметров, гарантирующими производство качественной продукции, представляет важную задачу. Актуальность данной проблемы определяется также ограниченностью не возобновляемых энергоресурсов, необходимостью проведения энергосберегающей политики и снижения уровня техногенной нагрузки систем энергосбережения на окружающую среду.

Системы теплоснабжения предприятий должны обеспечивать выработку и бесперебойную подачу в цеха теплоносителей заданных параметров, гарантирующих получение продукции высокого качества. Состояние теплоносителей определяется их давлением, температурой, энтальпией, степенью сухости и другими параметрами. Необходимо обеспечить резерв тепловой мощности в сезон массовой переработки сырья. Тепловые схемы должны предусматривать возможность максимального использования энергетического потенциала вырабатываемых теплоносителей, снижения выхода тепловых вторичных энергоресурсов и утилизации теплоты, образующихся в теплопотребляющих установках.

**Цель работы.**

Цель работы состоит в углублении знаний студентов по теоретическим разделам курсов теплотехнических дисциплин, освоении методики выполнения теплотехнических расчетов, изучении конструкции и принципа работы отдельных элементов систем теплоснабжения.

**Обоснование типоразмера предприятия**

Технические и энергоэкономические характеристики предприятий по переработке животноводческого сырья существенным образом зависят от объёмов и ассортимента производимой продукции. В связи с этим некоторые расчётные характеристики представлены в зависимости от типоразмера предприятия.

Для молочных заводов определяющий типоразмер представляет собой суммарную сменную переработку сырья с учётом норм расхода цельного молока на производство заданных объёмов продукции.

Цельно- и кисломолочная продукция 120\*0,895=107,4

Масло животное 1,3\*21,185=21,54

Сыры 0,95\*9,285=8,82

Сухое молоко ?2,4?\*9,85=23,64

Типоразмер 200 т/с

# **Определение параметров теплоносителей в реперных точках**

## Для обеспечения высокой экономичности котлов давление вырабатываемого пара следует принимать в пределах от 7 до 11 ата при степени сухости Х от 0,9 до 0,95.

## **Точка А.**

## Принимаем давление пара в точке А равном 0,9 МПа, а степень сухости Х = 0,95.

## Из таблицы берем значения Т, h’, r соответствующие значению давления 0,9.

h’- энтальпия кипящей воды, кДж/кг

r – теплота парообразования, кДж/кг

h – энтальпия влажного насыщенного пара

РА=0,9 МПа

ХА = 0,95

h’А= 742,6 кДж/кг

rА = 2030,4 кДж/кг

ТА= 175,36 ˚С

h А= h’А + rАxА = 742,6 + 2030,4\*0,95 = 2671,48 кДж/кг

**Точка Б.**

Подающий паропровод в водоподогревателе для нужд горячего водоснабжения и отопления.

Давление при условии его дросселирования.

РБ = 0,7 МПа

hБ = hА = 2671,48 кДж/кг

h’Б = 697,1 кДж/кг

rБ = 2069,7 кДж/кг

ТБ = 164,96 °С

ХБ = (hБ – h’Б)/ rБ = (2671,48 – 697,1) / 2069,7 = 0,96

## **Точка В.**

## Паропровод на входе в производственный корпус, давление Р понижается, температура уменьшается, в зависимости от расстояния до производственного корпуса. Потери давления Рпот. на 100 метров паропровода принимаем 8-10 кПа, а потери энтальпии hпот. от 1-1,5 % на 100 метров паропровода. Принимаем потери давления 10 кПа. Так как длина паропровода 161 метр, то

100 10 кПа

161 - Х кПа

Х = 16,1 кПа

Рпот. = 16,1 кПа

РВ = РА - Рпот = 0,9\*10 6 – 0,0161\*10 6 = 0,8839 МПа

Принимаем потери энтальпии h пот 1 %

1. - 1 %

161 - Х %

Х = 1,61%

h пот = 1,61 %

## hВ = hА – h пот = 2671,48 –43,01= 2628,47 кДж/кг

## h’В = 739,4 кДж/кг

## rВ = 2049,6 кДж/кг

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РГ1 = 0,3 Мпа | РГ2 = 0,3 МПа | РГ3 = 0,3 Мпа | **РГ4 = 0,5 МПа** |
| ТГ1 =  133,5 °С | ТГ2 = 133,5 °С | Т Г3 =133,5 °С | ТГ4 = 151,85 °С |
| h’Г1 = 561,1 кДж/кг | h’Г2 = 561,1 кДж/кг | h’Г3 = 561,1 кДж/кг | h’Г4 =  640,1 кДж/кг |
| rГ1 = 2164,1 кДж/кг | rГ2 = 2164,1 кДж/кг | rГ3 = 2164,1 кДж/кг | rГ4 =  2108,4 кДж/кг |
| Х Г1 = 0,95 | ХГ2 = 0,95 | ХГ3 = 0,95 | ХГ4 = 0,94 |

ТВ = 174,6°С

## ХВ= (hВ – hВ’)/ rВ = (2628,47 – 739,4) / 2049,6 = 0,92

## **Точка Г.**

## Давление пара в технологических аппаратах отдельных цехов принимается по таблице 7, в которой приведены также доля расходуемого в них «глухого» пара агп и доля «пролетного» пара Х пп в образующейся пароконденсатной смеси.

Г1 – цех цельно- и кисломолочного молока

Г2 – маслоцех

Г3 – сыродельный цех

Г4 – цех сухого молока

Г5 – цех консервов

hГ = hВ = 2628,47 кДж/кг

ХГ1-3 = (hГ – hГ’)/ rГ =(2628,47 – 561,4)/2164,1=0,95

XГ4-5=(2628,47 -640,1)/2108,4=0,94

## **Точка Д.**

## Конденсатопровод в цехах.

РД рекомендовано 0,9 РГ каждого цеха.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РД1 = 0,27 МПа | РД2 = 0,27 МПа | РД3 = 0,27 МПа | РД4 =0,45 МПа |
| ТД1 = 129,98 С | ТД2= 129,98 С | ТД3 = 129,98 С | ТД4=  147,92С |
| h’Д1 = 546,2 кДж/кг | h’Д2 = 546,2 кДж/кг | h’Д3 = 546,2 кДж/кг | h’Д4 = 623,2 кДж/кг |
| rД1 = 2174,5 кДж/кг | r Д2= 2174,5 кДж/кг | rД3=  2174,5 кДж/кг | rД4 = 2120,6 кДж/кг |
| X Д1 = 0,1 | X Д2 = 0,1 | X Д3 = 0,1 | X Д4 =0,1 |

## РД1 = 0,9\*0,3 = 0,27 МПа

## РД2 = 0,9\*0,3 = 0,27 МПа

## РД3 = 0,9\*0,3 = 0,27 МПа

## РД4 = 0,9\*0,5 = 0,45 Мпа

## hПКС= h’ + r\*X

## hПКС Д1 = 763,65 кДж/кг

## hПКС Д2 = 763,65 кДж/кг

## hПКС Д3 = 763,65 кДж/кг

## hПКС Д5 = 835,26 кДж/кг

## **Точка Е.**

## Конденсатопровод после утилизационной установки.

## Переохлажденный конденсат можно использовать для подогрева воды (для нужд горячего водоснабжения).

## РЕ = Рср (РД)\* 0,9 = 0,31 Мпа

## Происходит полная конденсация с последующим переохлаждением до 80 °С.

## h воды = Св \* Т конд. = 4,19 \* 80°С = 335,2 кДж/кг

где Св – теплоемкость конденсата кДж/кг

для воды Св = 4,19 кДж/кг

## Т нас. = 134,66° С

## Степень переохлаждения

## Δt = Т нас – Т кон = 134,66 – 80 = 54,66° С

## **Точка Ж.**

Водоподогреватели после системы отопления.

В зависимости от наружной Т (расчетной) для самой холодной пятидневки года выбрано из рисунка 7.

Т (расчетная) берется из таблицы 8, в зависимости от местоположения предприятия. Для города Иваново :

Т = -28 °С

Тп = 127 °С

То = 63 °С

Температура конденсата после водоподогревателя принимаем на 35 – 40 °С выше Т обратной воды.

Т кон = 63+40 = 103 °С

Давление Рж = 0,9 (РБ -Pпотерь) = 0,7\*(1-0,10) = 0,63 МПа

Т нас = 160,12 °С

hж= Св\* Т кон = 4,19 \* 103 °С = 431,57 кДж/кг

Степень переохлаждения конденсата

Δt = Т нас – Т к = 160,12 – 103 = 57,12 °С

**Точка З.**

## Конденсатопровод после водоподогревательной системы горячего водоснабжения.

## Принимаем температуру горячей воды Тгв = 70° С

## (после водоподогревателя)

## Тк принимаем на 25 – 30 °С выше Т гв .

Тк = 70 +30 = 100 °С

Рз = 0,9 \* РБ = 0,9\* 0,7 = 0,63 МПа

Тнас = 160,12 °С

hк = С в\* Тк = 4,19\* 100 = 419 кДж/кг

Степень переохлаждения

Δt = Тнас – Тк = 160,12 – 100 = 60,12 °С

**Точка И.**

Конденсатопровод от сторонних потребителей.

Давление возвращаемого от сторонних потребителей конденсата принимаем Ри = 0,2 ати=0,3 МПа.

Температура конденсата **tК=75 оС**.

Тнас = 133,54 °С

Тк = **67 °С**

hк= Св\* Тк = 4,19\*67 = 280,73 кДж/кг

Δt = Тнас – Тк = 133,54 – 67 = 66,54 °C

**Определение удельных расходов теплоты на выработку отдельных видов продукции**

qi = di (hi (1-а гл i) + (hi –h пксi) a глi) 10 –3

Из таблицы 7 берём значения :

агп 1 = 0,5

агп 2 = 0,4

агп 3 = 0,3

а гп 4 = 0,85

Из таблицы 10 берём значения :

d 1 = 0,2 т/т

d 2 = 7,0 т/т

d 3 = 7,0 т/т

d 4 = 17 т/т

q1 = d1 (h1 ( 1 – агл 1) + (h1 – hпкс 1) aгл1)10-3 =

0,2(2628,47(1 – 0,5) + (2628,47 – 763,65) 0,5) 10-3 =0,4493 ГДж/т

q2 = d2 ( h2 ( 1 – aгл 2) + (h2 - hпкс 2) aгл 2) 10-3 =

7,0 (2628,47(1- 0,4) + (2628,47 – 763,65) 0,4) 10-3 = 16,261 ГДж/т

q3 =d3 (h3(1 – aгл3) + (h3 – hпкс3) aгл3) 10-3 =

7,0(2628,47(1– 0,3) + (2628,47 – 763,65) 0,3) 10-3 = 16,796 ГДж/т

q4 = d4(h4(1 – агл 4) + (h4 – hпкс4) aгл4)10-3 =

17(2628,47(1 – 0,85) + (2628,47 – 835,26) 0,85) 10-3 = 32,614 ГДж/т

**Определение сменных расходов пара и теплоты на выработку технологической продукции**

1) Определяем расходы пара на выработку продукции

Di = di \***Пi**

D1 = d1\* П1 = 0,2 \* 120 = 24 т/смену

D2 = d2 \* П2 = 7,0 \*1,3 = 9,1 т/смену

D3 = d3 \* П3 = 7,0 \* 0,95 = 6,65 т/смену

D4 = d4 \* П4 = 17\*2,4= 40,8 т/смену

2) Определяем расходы теплоты на выработку продукции

Qi = qi \*Пi

Q1 = q1 \* П1 = 0,4493 \* 120 = 53,91 ГДж/смену

Q2 = q2 \* П 2 = 16,261 \* 1,3 = 21,14 ГДж/смену

Q3 = q3 \* П 3 = 16,796 \* 0,95 = 15,96 ГДж/смену

Q4 = q4 \* П4 = 32,614 \* 2,4= 78,27 ГДж/смену

) Определяем сменные расходы пара и теплоты на технологические нужды

Dтн = Σ di \*П I = 24 + 9,1 + 6,65 +40,8 = 80,55 т/смену

## Q тн = Σ qi \*П i = 53,91 +21,14 +15,96 +78,27 =169,28 ГДж/смену

**Определение сменных расходов горячей воды, пара и теплоты на нужды горячего водоснабжения**

1) Определяем расходы горячей воды на выработку отдельных видов продукции.

Vi = Wi \* Пi м3/смену , где

Wi , м3/т- удельные расходы горячей воды на выработку продукции

Из таблицы 12 берём значения удельных расходов горячей воды

W1 = 0,4 м3/т

W2 = 5,0 м3/т

W3 = 4,0 м3/т

W4 = 2,0 м3/т

V1 = W1 \* П1 = 0,4 \* 120 = 48 м3/смену

V2 = W2 \* П2 = 5,0 \* 1,3 = 6,5 м3/смену

V3 = W3\* П**3 =** 4,0 \* 0,95 = 3,8 м3/смену

V4 = W4\* П4 = 2,0 \* 2,4 = 4,8 м3/ смену

2) Определяем ненормируемый расход горячей воды на вспомогательные нужды.

Vн = αw Σ Vi , м3/ смену, где αw -доля ненормированного потребления

Из таблицы 12 находим долю ненормированного потребления

αw = 0,2

Vн = 0,2 \* (48 + 6,5 + 3,8 + 4,8) = **12,62 м3/ смену**

3) Определяем общий сменный расход горячей воды

Vгв = Σ Vi + VH + Vст , м3/см,

где Vст – отпуск горячей воды сторонним потребителям, м3/см.

Vст = 0, так как горячая вода не отпускается сторонним потребителям.

Vгв = 63,1+12,62 + 0 = 75,72 м3/смену

4) Определяем расход пара на нагрев воды в пароводяных подогревателях.

Dгв = (Vгв c ρ ( t гв - tхв)) 10 –3/ (hx – hк) ηв ,где

с- теплоёмкость воды (с=4,19 кДж/кг\*К), ρ- плотность воды (ρ=1000 кг/м3), tГВ и tХВ –соответственно температуры горячей и холодной воды, оС, hХ – энтальпия влажного насыщенного пара, кДж/кг, hК – энтальпия конденсата при температуре конденсата tК ,кДж/кг, ηВ – коэффициент полезного использованиятеплоты в водоподогревателях (принимаем 0,94)

t гв = 70° С t хв = 15° С

Dгв =(75,72\*4,19 \*1000(70 – 15) 10-3/(2671,48 - 419)0,94=7.28 т/смену

5) Определяем расход теплоты на нагрев воды для нужд горячего водоснабжения

Qгв = Dгв ( hx – hк) 10 –3 = 7.28 (2671,48 – 419)10-3 = 16.4 ГДж/смену

**Расходы пара и теплоты на нужды горячего водоснабжения**

Форма 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид продукции | Р,  МПа | Х | h x,  кДж/кг | t хв,  °C | tгв ,  °С | W,  м3/т,  м3/туб | П, т/ смену туб/ смену | αw | V , м3/ смену | D , т/  смену | Q,  ГДж/  смену |
| Цельное молоко | 0,5 | 0,95 | 2671,48 | 15 | 70 | 0,4 | 120 |  | 48 |  |  |
| Масло | 0,4 | 0,95 | 2671,48 | 15 | 70 | 5,0 | 1,3 |  | 6,5 |  |  |
| Сыр | 0,3 | 0,95 | 2671,48 | 15 | 70 | 4,0 | 0,95 |  | 3,8 |  |  |
| Сухое молоко | 0,85 | 0,94 | 2671,48 | 15 | 70 | 2,0 | 2,4 |  | 4,8 |  |  |
| Ненорми руемое потребление воды |  |  |  |  |  |  |  | 0,2 | 12,62 | 7,28 | 16,4 |
| Всего |  |  |  |  |  |  |  |  | 75,72 | 7,28 | 16,4 |

**Определение сменных расходов теплоты и пара на отопление зданий и сооружений**

1)Определяем сменные расходы теплоты на отопление отдельных зданий и сооружений.

QОТi=qОТi\*VЗДi\*(tВНi-tН)\*τСМ\*10-9 ,ГДж/см, где

qОТi - удельные отопительные характеристики отапливаемых зданий при tН, Вт/м3\*К;

VЗДi-объёмы отапливаемых зданий по наружному периметру, м3;

tВНi - температуравоздуха внутри отапливаемых зданий, оС ;

tН- средняя за отопительный период температура наружного воздуха, оС;

τСМ- продолжительность рабочей смены, с.

qОТi = qОТi \*(1,3+0,01\* tН), Вт/м3\*К

Из таблицы 16 берём значения удельных отопительных характеристик отапливаемых зданий.

1 – производственные корпуса

2 - вспомогательные цеха

3 – административно-бытовые здания

q от 1 = 0,40 Вт/(м3 К)

q от 2 = 0,36 Вт/(м3 К)

qот 3 = 0,50 Вт/(м3 К)

Среднюю за отопительный период температуру наружного воздуха для города Иваново берём из таблицы 8

tн= - 4,4° C

qот 1 = 0,40 (1,3 + 0,01\*( - 4,4)) = 0,50 Вт/(м3 К)

qот 2 = 0,36 (1,3 + 0,01\*( - 4,4)) = 0,45 Вт/(м3 К)

qот 3 = 0,50 (1,3 + 0,01\*( - 4,4)) = 0,63 Вт/(м3 К)

Qот i = q от i \* Vзд i (tвн i – tн) τсм 10 –9

Из таблицы 14 берём значения объёмов отапливаемых зданий по наружному периметру

Vзд1 = 25 \*103 м3

Vзд 2 = 6,0 \* 103 м3

Vзд 3 = 3,5 \*103 м3

Qот 1 = 0,40 \* 25 \* 103 (20 + 4,4) 28800? \* 10-9 = 7,03 ГДж/смену

Qот 2 = 0,36 \* 6 \* 103 (20 + 4,4) 28800? \*10-9 = 1,52 ГДж/смену

Q от 3 = 0,50 \* 3,5 \* 103 (20 + 4,4) 28800? \* 10 –9 = 1,23 ГДж/смену

2) Определяем максимальные сменные расходы теплоты на отопление отдельных зданий и сооружений

Q\*от i = q\*от i Vзд i (tвн i – tн\*) τсм 10-9

q\*от i = q от i (1,3 + 0,01 tн\*)

q\*от 1 = 0,40 (1,3 – 0,01\* 28) = 0,41 Вт/(м3 К)

q\*от 2 = 0,36 (1,3 – 0,01 \*28) = 0,37 Вт/(м3 К)

q\*от 3 = 0,50 (1,3 – 0,01 \* 28) = 0,51 Вт/(м3 К)

## Q\*от 1 = 0,40 \* 25\*103 (20 + 28) 28800 \* 10-9 = 13,82 ГДж/смену

Q\* от 2 = 0,36\* 6\*103 (20 + 28) 28800 \* 10-9 = 2,98 ГДж/смену

Q\*от 3 = 0,50\* 3,5\* 103 (20 + 28) 28800 \* 10-9 = 2,42 ГДж/смену

3) Средние за отопительный период и максимальный сменный расходы теплоты на отдельные нужды

Qот = Σ Qот = 7,03 + 1,52 +1,23 = 9,78 ГДж/смену

Q\*от = Σ Q\*от =13,82 + 2,98+ 2,42 = 19,22 ГДж/смену

4) Средние за отопительный период и максимальный сменные расходы пара на отопительные нужды

D от = Qот \*103/((hх-hк)\*ηв), т/см

D\*от = Qот \*103/((hх-hк)\*ηв), т/см

hк- энтальпия конденсата при температуре tк, кДж/кг (точка Ж)

D от = Q от \* 103 / ((hx – hк) ηв) = 9,78 \* 103 /(2671,48 – 431,6) 0,94 = 4,6 т/смену

D\*от = Q\*от \* 103 / ((hx – hк) ηв) = 19,22 \* 103 /(2671,48 – 431,6) 0,94 =9,1 т/смену

**Составление балансов потребления и выработки теплоты и пара**

1) Балансы потребления теплоты и пара характеризуют их распределение на деление на основные и вспомогательные нужды предприятия.

Qпот = Qтн + Qгв + Qот = 169,28 +16.4 +9,78 =195,46 ГДж/смену

Dпот = Dтн + Dгв + Dот = 80,55 +7.28 +4,6 =92,43 т/смену

2) Доли теплоты, расходуемой на различные нужды

атн = (Qтн/Qпот) 100% = (169,28 /195,46) 100% = 86,6 %

агв = (Qгв/Qпот) 100% = (16.4 /195,46) 100% = 8,4 %

аот = (Qот/Qпот) 100% = (9,78 /195,46) 100% = 5 %

###### Баланс потребления тепла и пара

Форма 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Технологические нужды | Горячее водоснабжение | Отопление | Всего |
| Потребление  теплоты, ГДж/смену | 169,28 | 16.4 | 9,78 | 190,28 |
| Потребление пара, т/смену | 80,55 | 7.28 | 4,6 | 92,43 |
| Доля в по – треблении % | 86,6 | 8,4 | 5 | 100 |

3) Балансы выработки теплоты и пара характеризуют наиболее напряжённый режим работы котельной в сезон массовой переработки сырья при наличии среднеотопительной нагрузки.

Отпуск теплоты сторонним потребителям.

Qст = Dст (hх – 0,01авзhк) 10 –3 = 45 (2671,48 – 0,01\* 46 \* 280,73) 10–3 =114,4 ГДж/смену

авз = 46% - доля возвращаемого конденсата

Расходы теплоты и пара на собственные нужды котельной

βсн = 0,025 – доля теплоты, расходуемой на собственные нужды котельной

Qсн = βсн (Qтн + Qгв + Qот + Qст) = 0,025 (169,28+16.4+9,78 +114,4) =7,7 ГДж/смену

Dсн = βсн (Dтн + Dгв + Dот + Dст) = 0,025 (80,55 +7.28 +4,6 +45) = 3,44 т/смену

Qвыр = Qтн + Qгв + Qот + Qст + Qсн = 169,28 +16.4+9,78 +114,4+7,7 =317,56 ГДж/смену

Dвыр = Dтн + Dгв + Dот + Dст + Dсн = 80,55 +7.28 +4,6 +45+3,44=140,87 т/смену

Доля теплоты, расходуемой на различные нужды, от общей выработки пара

βi = (Qi /Qвыр) 100%

βтн = (169,28 /317,56) 100 % = 53,3%

βгв = (16.4/317,56) 100% = 5,2 %

βот = (9,78 /317,56) 100% = 3,1 %

βст = (114,4/317,56) 100% = 36 %

βсн = (7,7/317,56) 100% = 2,4 %

**Баланс выработки тепла и пара**

Форма 7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Технологические нужды | Горячее водоснабжение | Отопление | Сторонние потребители | Собственные нужды котельной | Всего |
| Расходы теплоты, ГДж/смену | 169,28 | 16.4 | 9,78 | 114,4 | 7,7 | 317,56 |
| Расход пара, т/смену | 80,55 | 7.28 | 4,6 | 45 | 3,44 | 140,87 |
| Доля в выработке, % | 53,3 | 5,2 | 3,1 | 36 | 2,4 | 100 |

**Построение графиков потребления теплоносителей**

1)Часовые расходы горячей воды по предприятию.

Из таблицы 18 берём коэффициенты неравномерности сменных графиков тепловых нагрузок потребления горячей воды

γ8-9гв = 0,55

γ9-10гв = 0,6

γ10-11гв = 0,9

γ11-12гв = 0,9

γ12-13гв = 0,8

γ13-14гв = 0,75

γ14-15гв = 1,0

γ15-16гв = 0,9

16

Vчiгв= (Vгв – Vст) γгв i/ Σ γгвi

τ=8

Vч8-9гв = 75,72\* 0,55 / 6,4 = 6,51 м3/ч

Vч9-10гв = 75,72\* 0,6/ 6,4 = 7,1 м3/ч

Vч10-11гв = 75,72\* 0,9/6,4 = 10,65 м3/ч

Vч11-12гв = 75,72\* 0,9/6,4 = 10,65 м3/ч

Vч12-13гв = 75,72\* 0,8/6,4 = 9,5м3/ч

Vч13-14гв = 75,72\*0,75/6,4 = 8,9 м3/ч

Vч14-15гв = 75,72\* 1/6,4 = 11,9 м3/ч

Vч15-16гв = 75,72\*0,9/6,4 =10,65 м3/ч

Часовые расходы горячей воды , м3/ч

Форма 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребители | Сменный расход, м3/смену | Часовые интервалы | | | | | | | |
| 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| Предприятие | 75,72 | 6,51 | 7,1 | 10,65 | 10,65 | 9,5 | 8,9 | 11,9 | 10,65 |
| Стороние предприятия |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2) Часовые расходы пара на технологические нужды

Из таблицы 18 берём коэффициенты неравномерности сменных графиков тепловых нагрузок потребления пара на технологические нужды

γтн 8-9 = 0,6

γтн9-10 = 0,85

γтн10-11 = 1

γтн11-12 = 0,9

γтн12-13 = 0,8

γтн13-14 = 0,82

γтн14-15 =0,84

γтн15-16 = 0,81

16

Dчiтн = Dтн γтн i/ Σ γтн i

τ=8

Dч8-9тн = 80,55 \*0,6/6,62 =7,2 т/ч

Dч9-10тн = 80,55 \*0,85/6,62 = 10,2 т/ч

Dч10-11тн = 80,55 \*1/6,62 = 12 т/ч

Dч11-12тн = 80,55 \*0,9/6,62 = 10,8 т/ч

Dч12-13тн = 80,55 \*0,8/6,62 = 9,6 т/ч

Dч13-14тн = 80,55 \*0,82/6,62 = 9,9 т/ч

Dч14-15тн = 80,55 \*0,84/6,62 = 10,1 т/ч

Dч15-16 тн = 80,55 \*0,81/6,62 = 9,8 т/ч

3) Часовые расходы пара на выработку горячей воды

Dчiгв = DгвVчiгв/Vгв

Dч8-9гв = 7.28 \*6,51/75,72= 0,63 т/ч

Dч9-10гв = 7.28 \*7,1/75,72= 0,68 т/ч

Dч10-11гв = 7.28 \*10,65/75,72= 1,02 т/ч

Dч11-12гв = 7.28 \*10,65/75,72= 1,02 т/ч

Dч12-13гв = 7.28 \*9,5/75,72= 0,9 т/ч

Dч13-14гв = 7.28 \*8,9/75,72= 0,85 т/ч

Dч14-15гв = 7.28 \*11,9/75,72= 1,14 т/ч

Dч15-16гв = 7.28 \*10,65/75,72 = 1,02 т/ч

4) Часовые расходы пара на отопления определяются из условия их равномерности в течение смены.

Dчi от = Dот/8 = 4,6/8 = 0,57 т/ч

5) Часовые количества пара, отпускаемого сторонним потребителям.

Из таблицы 18 берём коэффициенты неравномерности графиков отпуска пара сторонним потребителям

γст8-9 = 0,65

γст9-10 = 0,75

γст10-11 = 1

γст11-12 = 0,9

γст12-13 = 0,85

γст13-14 = 0,8

γст14-15 = 0,9

γст15-16 = 0,85

Dчiст = Dст γст i /Σ γст i

τ=8

Dч8-9ст = 45\*0,65/6,7 = 4,36 т/ч

Dч9-10ст = 45\*0,75/6,7 = 5,04 т/ч

Dч10-11ст = 45\*1/6,7 = 6,72 т/ч

Dч11-12ст = 45\*0,9/6,7 = 6,04 т/ч

Dч12-13ст = 45\*0,85/6,7 = 5,71 т/ч

Dч13-14ст = 45\*0,8/6,7 = 5,37 т/ч

Dч14-15ст = 45\*0,9/6,7 = 6,04 т/ч

Dч15-16ст = 45\*0,85/6,7 = 5,71 т/ч

6) Часовые расходы пара на собственные нужды котельной

Dчiсн = βсн (Dчiтн + Dчiгв + Dчiот + Dчiст)

Dч8-9сн = 0,025 (7,2 +0,63 +0,57 +4,36) =0,32 т/ч

Dч9-10сн = 0,025 (10,2 +0,68 +0,57 +5,04) =0,41 т/ч

Dч10-11сн = 0,025 (12 +1,02 +0,57 +6,72) =0,51 т/ч

Dч11-12сн = 0,025 (10,8 +1,02 +0,57 +6,04) = 0,46 т/ч

Dч12-13сн = 0,025 (9,6 +0,9 +0,57 +5,71) = 0,42 т/ч

Dч13-14сн = 0,025 (9,9 +0,85 +0,57 +5,37) = 0,42т/ч

Dч14-15сн = 0,025 (10,1 +1,14 +0,57 +6,04) = 0,45т/ч

Dч15-16сн = 0,025 (9,8 +1,02 +0,57 +5,71) = 0,43 т/ч

**Часовые расходы пара, т/ч**

Форма 9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребители | Сменный расход, т/смену | Часовые интервалы | | | | | | | |
| 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| Техноло-гические аппараты | 79,6 | 7,2 | 10,2 | 12 | 10,8 | 9,6 | 9,9 | 10,1 | 9,8 |
| Система горячего водоснабжения | 7,32 | 0,63 | 0,68 | 1,02 | 1,02 | 0,9 | 0,85 | 1,14 | 1,02 |
| Система отопления | 4,56 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,57 |
| Сторонние предприятия | 44,99 | 4,36 | 5,04 | 6,72 | 6,04 | 5,71 | 5,37 | 6,04 | 5,71 |
| Собственные нужды котельной и топливного хозяйства | 3,42 | 0,32 | 0,41 | 0,51 | 0,46 | 0,42 | 0,42 | 0,45 | 0,43 |
| Всего | 139,89 | 13,08 | 16,9 | 20,82 | 18,89 | 17,2 | 17,11 | 18,3 | 17,53 |

**Подбор паровых котлов**

Используя сменный график требуемой выработки пара, по максимальному часовому расходу пара производится подбор необходимого типа и количества котлов.

Из таблицы 5 выбираем котел типа КЕ, так как заданное топливо – газ и максимальный часовой расход 20,82 т/ч,а

с учетом установленной мощности +25%=26,025 т/ч, то мы выбираем 3 котла типоразмер КЕ-10-14С

**Определение максимального часового расхода топлива**

1) Максимальный часовой расход натурального топлива

Из таблицы 20 выбираем низшую теплоту сгорания топлива, подбор топлива осуществляется на основе географического местоположения предприятия. Так как предприятие находится в городе Иваново, то газ поставляется по газопроводу Саратов - Москва, а низшая теплота сгорания газа в нем 34,16 МДж/м3

где **QpН**- низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг (кДж/м3) (подбор топлива осуществляется по табл. 20; tПВ = 66 ; hПВ = С \* tПВ = 4,19 \* 66 = 276,54

Вmax = Dчmax(hx – hпв) 103/ (Qрнηк) = 17,89 (2671,48 – 276,54)103/ /(12,64\*103 \* 0,834) = 4064,4 кг/ч

2) Перевод расхода натурального топлива в условное топливо

Вy max = Bmax Qpн/29300 = 4064,4 \* 12,64\*10 3/29300 = 1753,4 кг/ч

**Расчёт и подбор водоподогревателей для систем отопления горячего водоснабжения**

1) Тепловая мощность системы горячего водоснабжения

Qгв = Vmax гв c ρ (tгв – tхв) / 3600 = 15,3 \* 4,19 \* 1000 (72 – 15) / 3600 = 1015 кВт

2) Тепловая мощность системы отопления

Qот = Q\*от \* 10 6/ 8 \* 3600 = 24 \* 10 6/ 28800 = 833,3 кВт

3) Требуемая суммарная поверхность нагрева водоподогревателей системы горячего водоснабжения, при К=1,8.

Из рисунка определяем Δtср

Δtм = 160-72 = 88° С

Δtб = 112 – 15 = 97° C

Так как Δtб/Δtм = 1,07 < 1,7 ,то

Δtср = (Δtм + Δtб) / 2 = (90 + 97)/2 = 93,5° С

Fгв = Qгв / (K Δtср) = 1015/ 1,8 \* 93,5 = 6 м2

##### С учётом резерва установленной мощности

Fгв = 6\*1,27 = 7,7 м2

4) Требуемая суммарная поверхность нагрева водоподогревателей системы отопления

Δtб = 112 – 72= 40° С

Δtм = 160 – 143 = 17° С

Δtср = (Δt б + Δt м) / 2 = (40 + 17) / 2 = 28,5° С

Fот = Qгв/ (K Δtср) = 979,4 /1,8 \* 28,5 = 19,1 м2

##### С учётом установленной мощности

Fот = 19,1 \* 1,27=24,3 м2

Водоподогреватели устанавливаются в центральном теплопункте. Для нашего предприятия мы выбираем один подогреватель

ПП 1-9-7-11

Количество ходов по воде 2

Длина трубок 3 метра

Диаметр корпуса 0,325 метра.

А также один подогреватель ПП 1-35-2-11

Количество ходов по воде 2

Длина трубок 2 метра

Диаметр корпуса 0,530 метра.

5) Резерв установленной мощности водоподогревателей для систем отопления и горячего водоснабжения.

δ Fгв = 100 (Fфгв – Fгв)/Fгв = 100 (9,5– 7,7)/ 7,7= 23,4%

δ Fот = 100 (Fфот – Fот)/Fот = 100 (35,3 – 24,3)/24.3 = 45 %

**Определение годовых расходов теплоты, пара и топлива.**

1) Годовая выработка теплоты

Qгодтн = Q тн Z рΨпм = **130,23** \* 580 \* 0,9 = 68\*103 ГДж/год

Qгодгв = Qгв Zр Ψпм = 24,3 \* 580 \* 0,9 = 12,7 103 ГДж/год

Qгодот = 3 Qот Zот Ψот = 3 \* 11.54 \* 234 \* 0,7 = 5,7 10 3 ГДж/год

Qгодст = Qст Z стΨ пм = 127 \* 500 \* 0,8 = 50,8 103 ГДж/год

Qгодсн = βсн ( Qгодтн + Qгодгв + Qгодот + Qгодст) = 0,025 ( 68+ 12,7 + 5,7 + 50,8) 103 = 3,43 103 ГДж/год

Qгод = Qгодтн + Qгодгв + Qгодот + Qгодст + Qгодсн =140,63 103 ГДж/год

**Структура годового теплового баланса**

2) Годовая выработка пара

Dгод = Qгод 103/( hх – hпв) = 140630 \* 103 /(2671,48 – 276,54) = = 61 103 т/год

3) Годовой расход условного топлива

Вгоду = Qгод \* 10 5/ 29300 ηк = 140630 \* 10 5/ 29300 \* 83,4 = 5,8 \* 103 тут/год

4) Годовой расход натурального топлива

Э = Qрн / 29300 = 12640 / 29300 = 0,43

Вгод = Вгоду /Э = 5,8 103 /0,43 = 13488 т/год

**Определение технико-экономических показателей работы системы теплоснабжения**

теплоснабжение цех пар реперный

1) Стоимость годового расхода топлива, стоимость тыс м3 газа на данный момент 1400 рублей.

Сгодв = Вгод \* Sв = 13488 \* 1400 = 18,88\*106 руб/год

2) Годовые затраты на производство теплоты

Из графика определяем долю затрат топлива в себестоимости производства теплоты γв = 0,62

СгодQ = Cгодв/ γв = 18,88\*106 / 0,62 = 30,45 106 руб/год

3) Себестоимость производства 1 ГДж теплоты и 1 т пара

SQ = Cгод Q / Qгод = 30,45 106 / 140630 = 216,52 руб/ГДж

SQ = Cгод Q/ Dгод = 30,45 106 / 61000 = 499,18 руб/м3

**Библиографический список**

1. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы «теплоснабжение предприятий по переработке животноводческого сырья».

2. Теплотехника /Под ред. А. П. Баскакова.- М,: Энергоатомиздат, 1991.- 224с.

3. Бажан П. И., Каневец Г. Е., Селиверстов В. И. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение, 1989.-336с.

4. Ноздрин С. И., Руденко Г. С. Рациональное использование топлива и теплоты на предприятиях мясной и молочной промышленности.- М.: Агропромиздат, 1985.-280с.

5. Ноздрин С. И., Руденко Г.С. Системы теплоснабжения предприятий мясной и молочной промышленности. СПб.: СПТИХП, 1992.-108с.

6. Основные методические положения по использованию вторичных энергетических ресурсов.- М.: Энергоатомиздат,1995-59с.

7. Правила учёта тепловой энергии и теплоносителя.- М.:Минтопэнерго РФ, 1995.-66с.

8. Правила эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей.- М.6 Энергоатомиздат,1992.-159с.

9. Роддатис К. Ф., Полторацкий А. Н. Спавочник по котельным установкам малой производительности.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 487с.

10. Термодинамика. Терминология. – М.: Наука, 1973.- 55с.

11. Цветков В. В. Организация пароснабжения прмышленных прдприятий. – М.: Энергия, 1980.-206с.

12. Энергетический баланс. Терминология.- М.: Наука, 1973.-32.

13. Энергетическое топливо СССР. Справочник.- М.: Энергоатомиздат, 1991.-184с.

14.Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие /Под ред.

Л. Д. Богуславского и В. И. Ливчака.- м.: Стройиздат, 1990.-624с.

**Приложение**

**Форма 1 Параметры теплоносителей в реперных точках**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Реперные точки | Характеристики реперных точек | Давление пара (конденсата), МПа | Степень сухости пара (пароконденсатной смеси) | Энтальпия пара, кДж/кг | Температура, °С | Энтальпия конденсата (пароконденсатной смеси) | Степень переохлаждения конден-сата, °С |
| А | Распределительный паровой коллектор в котельной | 0,9 | 0,95 | 2671,48 | 175,36 |  |  |
| Б | Подающие паропроводы в водоподогреватели | 0,7 | 0,96 | 2671,48 | 164,96 |  |  |
| В | Паропровод на входе в пргоизводственный корпус | 0,72 | 0,93 | 2623,38 | 166,1 |  |  |
| Г1 | Паропровод в тепловом узле цельного и к/м цеха | 0,3 | 0,95 | 2623,38 | 133,54 |  |  |
| Г2 | Паропровод в тепловом узле маслоцеха | 0,3 | 0,95 | 2623,38 | 133,54 |  |  |
| Г3 | Паропровод в тепловом узле сыродельного цеха | 0,3 | 0,95 | 2623,38 | 133,54 |  |  |
| Г5 | Паропровод в тепловом узле цеха консервов | 0,5 | 0,94 | 2623,38 | 151,85 |  |  |
| Д1 | Конденсатопровод в узле цельного и к/м цеха | 0,27 | 0,1 |  | 129,98 | 763,65 |  |
| Д2 | Конденсатопровод в узле масло цеха | 0,27 | 0,1 |  | 129,98 | 763,65 |  |
| Д3 | Конденсатопровод в узле сыродельного цеха | 0,27 | 0,1 |  | 129,98 | 763,65 |  |
| Д5 | Конденсатопровод в узле цеха консервов | 0,45 | 0,1 |  | 147,92 | 835,26 |  |
| Е | Конденсатопровод после утилизационного теплообменника | 0,31 |  |  | 134,66 | 335,2 | 54,66 |
| Ж | Конденсатопровод после водоподогревательной системы отопления | 0,63 |  |  | 160,12 | 469,3 | 48,12 |
| З | Конденсатопровод после водоподогревательной системы горячего водо-снабжения | 0,63 |  |  | 160,12 | 419 | 60,12 |
|  | Конденсатопровод от сторонних теплопотребителей | 0, 3 |  |  | 133,54 | 280,73 | 66,54 |



1- Технологические аппараты 2-Система горячего водоснабжения 3- Система отопления 4-Сторонние предприятия 5-Собственные нужды котельной и топливного хозяйства

**Часовые расходы пара**

