**Санкт-Петербургский Государственный Университет Низкотемпературных и Пищевых Технологий**

**Кафедра Безопасности Жизнедеятельности и промышленной теплотехники.**

**Курсовой проект на тему: « Системы теплоснаб-жения молочного предприятия в городе Курске.**

**Факультет: ТПП**

**Специальность: 2102**

**Группа: 231**

**Отделение дневное**

**Выполнил: Лузин С.А.**

**Проверил: Рахманов Ю.А.**

**Санкт-Петербург**

**2001 год**

**Содержание проекта:**

Аннотация………………………………………………………………………………………….

Содержание………………………………………………………………………………………..

Исходные данные………………………………………………………………………………….

1. Тепловой баланс предприятия……………………………………………………………
   1. Расход теплоты и пара на технологические нужды………………………………...
   2. Расход теплоты и пара на горячее водоснабжение…………………………………
   3. Расход теплоты и пара на отопление………………………………………………...
   4. Расход теплоты и пара на вентиляцию………………………………………………
   5. Расход теплоты на отпуск сторонним потребителям……………………………….
   6. Баланс потребления теплоты и пара предприятием………………………………...
2. Характеристики режимов потребления теплоты в форме пара и горячей воды предприятием……………………………………………………………………………...
3. Подбор теплогенерирующего и вспомогательного оборудования источника теплоты системы теплоснабжения……………………………………………………….
   1. Принципиальная технологическая схема теплоснабжения и ее описание………..
   2. Подбор теплогенераторов…………………………………………………………….
   3. Подбор экономайзеров………………………………………………………………..
   4. Подбор дутьевых вентиляторов……………………………………………………...
   5. Подбор дымососов…………………………………………………………………….
   6. Подбор оборудования химводоподготовки…………………………………………
   7. Подбор деаэраторов…………………………………………………………………...
4. Расчет тепловых сетей…………………………………………………………………….
   1. Определение внутреннего диаметра теплопроводов (паропровода на технологические нужды, конденсатопровода, трубопровода горячей воды)……..
   2. Расчет и подбор толщины тепловой изоляции теплопроводов…………………….
   3. Расчет потерь теплоты и снижение энтальпии теплоносителя при транспортировке по наружным тепловым сетям……………………………………
5. Расчет и подбор оборудования теплоподготовительной установки…………………...
   1. Схема включения, расчет и подбор водоподогревателей системы горячего водоснабжения………………………………………………………………………...
   2. Схема включения, расчет и подбор водоподогревателей системы горячего водоснабжения………………………………………………………………………...
   3. Расчет и подбор аккумуляторов горячей воды……………………………………...
   4. Подбор насосов системы горячего водоснабжения………………………………...
   5. Подбор циркуляционных насосов системы отопления……………………………..
   6. Подбор конденсатных насосов……………………………………………………….
   7. Подбор конденсатных баков………………………………………………………….
6. Показатели работы системы теплоснабжения…………………………………………..
   1. Годовой расход теплоты на технологическое потребление………………………..
   2. Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение……………………………….
   3. Годовой расход теплоты на отопление………………………………………………
   4. Годовой расход теплоты на вентиляцию…………………………………………….
   5. Годовой расход теплоты сторонними потребителями……………………………...
   6. Годовой расход теплоты на собственные нужды…………………………………...
   7. Суммарная годовая теплопроизводительность источника теплоты……………….
   8. Средний коэффициент загрузки эксплуатируемых котельных агрегатов………...
   9. КПД котельной с учетом коэффициента загрузки эксплуатируемых котельных агрегатов……………………………………………………………………………….
   10. Годовой расход топлива………………………………………………………………
   11. Максимальный часовой расход топлива котельной………………………………...
   12. Номинальная теплопроизводительность котельной………………………………..
   13. Удельный расход топлива на получение теплоты…………………………………..
   14. Испарительность топлива…………………………………………………………….
7. Оценка себестоимости отпускаемой теплоты…………………………………………...
   1. Затраты на топливо……………………………………………………………………
   2. Затраты на воду………………………………………………………………………..
   3. Затраты на электрическую энергию………………………………………………….
   4. Затраты на амортизацию……………………………………………………………...
   5. Затраты на текущий ремонт зданий и оборудование котельной…………………..
   6. Затраты на заработную плату………………………………………………………...
   7. Затраты на страховые отчисления……………………………………………………
   8. Прочие затраты………………………………………………………………………..
   9. Ожидаемая себестоимость теплоты………………………………………………….
   10. Структура себестоимости теплоты и пути ее снижения……………………………
8. Алгоритм автоматизации…………………………………………………………………

Автоматизация системы отопления………………………………………………………….

Таблицы………………………………………………………………………………………..

Графики………………………………………………………………………………………...

Спецификация…………………………………………………………………………………

Литература……………………………………………………………………………………..

**Исходные данные к курсовому проекту на тему: теплоснабжение молочного предприятия в городе Красноярске.**

1. Отпуск продукции:

цельномолочное - 25 т/см.

молочные консервы - 16 туб/см.

2. Условная производительность - 85 т/см.

1. Отпуск теплоты сторонним потребителям:

горячей воды 20–  м3/см.

1. Отопление водяное:

температура прямой воды - 100 0С

температура обратной воды - 55 0С

1. Город Курск.
2. Вид топлива: газ .
3. Продувка - 6%
4. Объект автоматизации.
5. **Тепловой баланс предприятия.**

Тепловой баланс предприятия характеризует распределение теплоты на технологические нужды, а также учитывает расход теплоты на собственные нужды котельной и топливного хозяйства и отпуск теплоты сторонним потребителям. Это необходимо для подбора нужного количества и типов теплогенераторов, определения максимального часового и годового расходов топлива, обоснования мероприятий по обеспечению надежности теплоснабжения предприятия. Тепловой баланс составляется для наиболее напряженного режима работы системы теплоснабжения в период массовой переработки сырья в расчете на дневную рабочую схему.

Q = Qтн + Qгв + Qот + Qвен + Qсн

Q = 102,4+13,2+7,6+3,3+2,5=164,54 ГДж/см

Где Q – выработка теплоты в котельной,

Qтн, Qгв, Qот, Qвен, Qст, Qсн – соответственно расходы теплоты на технологические нужды, горячее водоснабжение, отопление, вентиляцию, отпуск теплоты сторонним потребителям, и расход теплоты на собственные нужды котельной и топливного хозяйства.

* 1. **Расход теплоты пара на технологические нужды.**

Расход пара на технологические нужды.



Где Di – расход пара на выработку отдельных видов энергоемкой продукции,

Dн – расход пара на производство остальных видов менее энергоемкой продукции.

Di = di\*Пi

D1 = 0,21\*25=5,25 т/см

D2 = 2,8\*16=44,8 т/см.

Где di – расход пара на выработку отдельных видов продукции,

Пi – проектная мощность по выработке отдельных видов продукции.



Где ϕп - доля ненормируемого расхода пара на технологические нужды от нормируемого.

Расход теплоты на технологические нужды.



Где Qi - расход теплоты на выработку нормируемых видов энергоемкой продукции,

Qн - расход теплоты на производство ненормируемых видов продукции.

Qi=qi\*Пi

Q1=0,49\*25=12,33ГДж/см

Q2=5,58\*16=89,28 ГДж/см

Где qi - удельные расходы теплоты на выработку отдельных видов продукции.



Где h2 - энтальпия пара, поступающего в цеха, принимается без потерь теплоты при его транспортировке, т.е. равной энтальпии пара h1 вырабатываемого в котельной.

h1’ - энтальпия кипящей воды при давлении .

ri - теплота парообразования при давлении P1.

xi - cтепень сухости пара принимается в пределах 0,93 – 0, 95

εi доля «глухого» пара в его общем потреблении при выработке отдельных видов продукции.

hi - энтальпия пароконденсатной смеси для отдельных видов продукции.

Здесь hi’ - энтальпия кипящей воды при давлении пароконденсатной смеси Pi для отдельных видов продукции.

ri - теплота парообразования при давлении для отдельных видов продукции.

xi - степень сухости пароконденсатной смеси для отдельных видов продукции.

Расход теплоты на производство ненормируемых видов продукции.



Таблица 1.

* 1. **Расход теплоты и пара на горячее водоснабжение.**

Расход горячей воды



Где Vi - расход горячей воды на выработку отдельных видов продукции.

Vн - расход горячей воды на производство остальных видов продукции и коммунальные нужды.



Здесь Wi – расход горячей воды на выработку отдельных видов продукции.



Где ϕв - доля ненормируемого расхода горячей воды в нормируемом расходе

Vст = 20 м3/см - отпуск горячей воды сторонним предприятиям.

Расход пара на нагрев воды в пароводяных подогревателях системы горячего водоснабжения.



Где с- теплоемкость воды.

ρ - плотность воды.

tхв tгв - соответственно температура холодной и горячей воды.

h1 - энтальпия пара, вырабатываемого в котельной и подаваемого в пароводяные подогреватели (определяется по давлению и степени сухости пара ).

h7 - энтальпия конденсата, возвращаемого из пароводяных подогревателей.

h7 = c \* tгхв h7 = 4,19 \* 100 =419 кДж/кг

Здесь tгхв - температура конденсата (принимается на 25 – 35 0С выше температуры горячей воды).

ηв - коэффициент полезного использования теплоты в водоподогревателях (принимается равным 0,92 – 0,96).

Расход теплоты на нагрев воды для нужд горячего водоснабжения.



Таблица 2.

* 1. **Расход теплоты и пара на отепление.**

Расход теплоты на отопление каждого из зданий и сооружений предприятия для средней за отопительный период температуры наружного воздуха.



Где qот - отопительные характеристики отдельного здания;

Vзд - объем отапливаемого здания по наружному периметру;

tвн - температура воздуха в отапливаемых помещениях (принять равной 18 0С);

tн - средняя за отопительный период температура наружного воздуха;

τсм - продолжительность смены (τ = 8\*3600 с.).

Расход пара на нужды отопления для средней за отопительный период температуры наружного воздуха.



Где h8 - энтальпия конденсата, возвращаемого из пароводяных подогревателей системы водяного отопления.

h8 = c \* tкот h8 = 4,19 \* 90 = 377,1 кДж/кг

Здесь tкот - температура конденсата (принимается на 35 – 45 0С выше температуры обратной воды системы отопления).

Максимальный расход теплоты на отопление каждого из зданий и сооружений для самой холодной пятидневки года.



Где qот’ - отопительные характеристики здания для самой холодной пятидневки года.



здесь tн’ - температура наружного воздуха для самой холодной пятидневки года.

* 1. **Расход теплоты и пара на вентиляцию.**

Расход теплоты на вентиляцию для средней за отопительный период температуры наружного воздуха.



Где qвен - вентиляционные характеристики здания для средней за отопительный период температуры наружного воздуха;

Vздвен - объем вентилируемых помещений технологических цехов (принимается равным 0,35 – 0,45 от общих объемов цехов);

Расход пара на нужды вентиляции.



Где h9 - энтальпия конденсата, возвращаемого из калориферов системы вентиляции

h9 = c \* tкк h = 4,19 \* 95 = 398 кДж/кг

Здесь tкк - температура конденсата (принимается равной 85 – 95 0С).

Таблица 3.

* 1. **Расход теплоты на отпуск сторонним предприятиям.**

Не производится.

* 1. **Баланс потребления теплоты и пара предприятием.**

Общее потребление пара на нужды предприятия

в сезон переработки сырья.



Общее потребление теплоты на нужды предприятия в сезон переработки сырья.



Расход пара на собственные нужды котельной и топливного хозяйства.



Где βсн - доля теплоты, расходуемой на собственные нужды котельной и топливного хозяйства (для котельных работающих на твердом топливе 0,025 – 0,035)

Расход теплоты на собственные нужды котельной и топливного хозяйства.



Таблица 4.

1. **Характеристики режимов потребления теплоты в форме пара и горячей воды предприятием.**

Расход горячей воды по предприятию.



Расход горячей воды сторонним потребителям.





Где γгв - коэффициент неравномерности потребления горячей воды предприятием.

Таблица 5.

График 1.

Расход пара на технологические нужды предприятия.





Где γтн - коэффициент неравномерности потребления пара на технологические нужды.

Расход пара на выработку горячей воды.



Расход пара на нужды отопления (принимается равномерным в течение смены).



Расход пара на нужды вентиляции (принимается равномерным в течение смены).



Расход пара на собственные нужды котельной и топливного хозяйства.



Таблица 6.

График 2.

Выход конденсата от технологических паропотребляющих аппаратов.





Выход конденсата от теплообменников системы горячего водоснабжения, отопления и вентиляции принимаются равными расходу пара на эти нужды.



Таблица 7.

График 3.

1. **Подбор теплогенерирующего и вспомогательного оборудования источника теплоты системы теплоснабжения.**

Вспомогательное оборудование котельной обеспечивает безопасность и надежность работы котельных агрегатов, стабильность заданных параметров и режимов эксплуатации системы теплоснабжения предприятия. К вспомогательному оборудованию относятся установки для химической обработки питательной воды, удаления из нее растворенных газов, баки питательной воды, насосы различного назначения, экономайзеры, дутьевые вентиляторы, дымососы, а также устройства теплового контроля и автоматики.

* 1. **Принципиальная технологическая схема системы теплоснабжения и ее описание.**

Обычно источник теплоты подбирают по максимальной требуемой производительности, параметрам энергоносителям.

Тогда получение требуемых потребителю параметров энергоносителя осуществляется путем снижения t или Р пара с помощью редукционного клапана. В общем случае источник теплоты отпускает пара под давлением Р1 с энтальпией h1, реальные котлы отпускают влажный насыщенный водяной пара со степенью сухости х1. на предприятиях существуют поверхностные и контактные потребители теплоты.

**3.2. Подбор теплогенераторов.**

Используя график нагрузки (график 2), по максимальному часовому потреблению пара производим подбор необходимого количества и типов котлов. Dпараmax = 9,84 т/ч Выбираем три котла ДЕ-4-14Гм: номинальная производительность - 4 т/ч; номинальное давление пара - 1.4 МПа; состояние пара – влажный насыщенный; КПД котлоагрегата – 90,3%.

**3.3. Подбор экономайзеров.**

Экономайзеры предназначены для подогрева питательной воды за счет охлаждения дымовых газов, выходящих из котлоагрегатов. Для котлов типа ДЕ целесообразно применять не кипящие чугунные, ребристые экономайзеры системы ВТИ.

Поверхность нагрева экономайзера.



Где кэк - коэффициент теплопередачи;

h11 - энтальпия питательной воды на выходе из экономайзера, равная энтальпии деаэрируемой воды (соответствует температуре );

h14 - энтальпия питательной воды на выходе из экономайзера (принимается при температуре , которая на 25 – 30 0С ниже температуры кипения воды при давлении в барабане котла Р1).

h11 = c \* tэ’ h11 = 4,19 \* 104 = 435,76 кДж/кг

h14 = c \* tэ’’ h14 = 4,19 \* 165 = 691,35 кДж/кг

Выбираем экономайзер ЭП2 – 236.

3.4. Подбор дутьевых вентиляторов.

Дутьевые вентиляторы предназначены для подачи в топку холодного воздуха, забираемого из верхней зоны помещения котельной. Их подбор производится по требуемой производительности и напору.

Производительность вентилятора.



Где ζα - коэффициент запаса производительности (принимается равным 1.05);

αт - коэффициент избытка воздуха в топке (для камерных топок при сжигании газа 1.2);

V0 - теоретических расход воздуха для сжигания выбранного вида топлива при нормальных условиях, рассчитывается в соответствии с составом топлива;



Bр - расчетный расход топлива;

tхв - температура холодного воздуха (принимается равной 30 – 35 0С).

Состав топлива: CH4 =94,1%, C2 H6 =3,1%, C3 H8 =0,6%, C4 H10 =0,2%, C5 H12 =0,8%, N2 =1,2%

Требуемый расчетный напор дутьевого вентилятора.



Где ζз - коэффициент запаса напора.

Hвт - полное сопротивление воздушного тракта при нормальных режимах эксплуатации котлоагрегатов.

Выбираем дутьевой вентилятор ВДН – 6,3 3 штуки, производительность 3400 м3/ч

Мощностью 1,05 кВт, 1000 об/мин.

**3.5. Подбор дымососов.**

Дымососы служат для создания разрежения в топке и перемешивания продуктов сгорания топлива по газовому тракту.

Производительность дымососа.



Где Vг - объем продуктов сгорания топлива при нормальных условиях.



Здесь Vг0 - объем продуктов сгорания топлива при нормальных условиях и при коэффициенте избытка воздуха, равном 1 м3/кг , рассчитывается в соответствии с составом топлива;



αух - коэффициент избытка воздуха в дымовых газах перед дымовой трубой (при сжигании природного газа можно принять равным 1.35 – 1.45);

tух - температура уходящих газов, равная температуре дымовых газов после экономайзера;

ζз - коэффициент запаса производительности (можно принять равным 1.05)

Напор дымососа.



Где Hгт - общее сопротивление дымового тракта;

ζзн - коэффициент запаса напора (можно принять равным 1.1).

Выбираем центробежный дымосос ДН – 8 3штуки, производительностью 6970 м3/ч, мощностью 1,5 кВт, 1000 об/мин.

**3.6. Подбор оборудования химводоподготовки.**

Для химической обработки воды целесообразно применять двухступенчатое умягчение, обеспечивающее остаточную жесткость воды для котлов типа ДЕ, не превышающую 0.02мг-экв/кг.

Устанавливается не менее двух натрий-катионовых фильтров для каждой ступени (один резервный).

В целях взаимозаменяемости установленного оборудования целесообразно для обеих ступеней умягчения применять фильтры одного типоразмера.

Компоновочная схема система химводоподготовки должна предусматривать возможность отключения любого фильтра для регенерации и ремонта, а также переключения с первой ступени на вторую.

Максимальный часовой расход химически очищенной воды для подпитки котлов.



Где ζ - коэффициент запаса производительности (принимается равным 1,1 – 1,2);

Dпр – расход продувочной воды;



Здесь βпр - доля продувки

Dкmax – масса возвращаемого конденсата.

Диаметр фильтров.



Где ωф - скорость фильтрования воды (принять равным 0,007м/с);

zф - количество работающих фильтров каждой ступени.

Площадь фильтрования 0,39 м2.

**3.7. Подбор деаэраторов.**

Деаэраторы предназначены для удаления из питательной воды растворенных газов с целью предохранения тепловых сетей и поверхности нагрева котлоагрегатов от коррозии.

В схеме компоновки оборудования котельной необходимо предусматривать возможность отключения любого деаэратора для ремонта и ревизии.

Максимальный расход питательной воды



Выбираем деаэратор ДА – 15.

Расход пара на деаэрацию воды.



Где h13 - энтальпия воды, поступающей в деаэратор.



Здесь tхв - температура холодной воды

tк - температура конденсата (принимается равной 50 – 70 0С);

h11 - энтальпия воды после деаэратора

Dвып - потери пара с выпаром (принимаются равными 5 – 10 кг на 1 т деаэрируемой воды).

1. **Расчет тепловых сетей.**

Расчет наружных тепловых сетей заключается в определении диаметров теплопроводов, толщины слоев тепловой изоляции, удельных потерь теплоты. Эти расчеты основываются на максимальных часовых расходах теплоностителей.

* 1. **Определение внутреннего диаметра теплопроводов (паропровода на технологические нужды, конденсатопровода, трубопровода горячей воды).**

Внутренний диаметр паропровода на технологические нужды.



Где Vc - расход пара протекающего по трубопроводу;

ω - допускаемая скорость пара (для влажного насыщенного пара 30 – 40 м/с).

Секундный объемный расход влажного насыщенного пара.





Где Ux – удельный объем влажного насыщенного пара;

Dc – максимальный секундный расход пара.

По расчетному значению dвн подбираем ближайший больший диаметр теплопровода.

Выбираем dвн = 0,069 м, δст = 0,0035 м, dнар = 0,076 м

Внутренний диаметр конденсатопровода.



Где Vc - расход конденсата протекающего по трубопроводу;

ω - допускаемая скорость конденсата (для конденсата 1 – 1.5 м/с).

Секундный объемный расход конденсата.



Где Ux – удельный объем конденсата;

Dc – максимальный секундный расход конденсата.

Выбираем dвн = 0,041 м, δст = 0,0035 м, dнар = 0,048 м

Внутренний диаметр трубопровода горячей воды.



Где Vc - расход горячей воды протекающей по трубопроводу;

ω - допускаемая скорость горячей воды (для горячей воды 2 – 2.5 м/с).

Секундный объемный расход горячей воды.



Где Ux – удельный объем горячей воды;

Dc – максимальный секундный расход горячей воды.

Выбираем dвн = 0,041 м, δст = 0,0035 м, dнар = 0,048 м

* 1. **Расчет и подбор толщины тепловой изоляции теплопроводов.**

Толщина теплоизоляционного слоя наружных теплосетей определяется из уравнения.

Пар:

Выбираем для изоляции теплоизоляционные полуцилиндры из минеральной ваты

λиз = 0,073 Вт/(м\*К).





Где dн – наружный диаметр трубопровода;

λиз - коэффициент теплопроводности тепловой изоляции

tт, tп, t0 – соответственно температуры теплоносителя, поверхности изоляционного слоя и окружающего воздуха.

α2 - коэффициент теплоотдачи от изоляционного теплопровода к окружающему воздуху.

Коэффициент теплоотдачи от поверхности изолированного теплопровода к окружающему воздуху рассчитывается по эмпирической формуле.



Конденсат:

Выбираем для изоляции войлок строительный λиз = 0,061Вт/(м\*К).



Горячая вода:

Выбираем для изоляции войлок строительный λиз = 0,061 Вт/(м\*К).



4.3. Расчет потерь теплоты и снижения энтальпии теплоносителя при транспортировке по наружным тепловым сетям.

Удельные потери теплоты наружными теплопроводами.

Пар:



Где α1 - коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к стенке трубы;

λтр - коэффициент теплопроводности трубы.

Конденсат:



Горячая вода:



Снижение энтальпии для каждого из теплоносителей при их транспортировке по наружным теплосетям.

Пар:



Где L – протяженность теплосети между котельной и производственным корпусом (100 – 200 м).

mc - максимальный расход теплоносителя.

Конденсат:



Горячая вода:



Степень увлажнения пара, обусловленная потерями теплоты в окружающую среду.



Где z – теплота парообразования при давлении Р1.

Снижение температуры воды (конденсата).

Конденсат:



Горячая вода:



1. **Расчет и подбор оборудования теплоподготовительной установки.**
   1. **Схема включения, расчет и подбор водоподогревателей системы отопления.**

Исходными данными для расчета водоподогревателей являются: максимальный часовой расход горячей воды в сезон массовой переработки сырья , максимальный расход теплоты на отопительные нужды в период самой холодной пятидневки года, температуры холодной и горячей воды в системе горячего водоснабжения и прямой и обратной воды в системе отопления.

Суммарная поверхность нагрева пароводяных подогревателей для системы отопления



Где к – коэффициент теплопередачи водоподогревателей 1,8;

Δt - средняя разность между температурами греющего пара и нагреваемой водой.



Выбираем пароводяной подогреватель

ПП-1-17-11, F = 17,2 м2, Р = 0,7 МПа 2 штуки.

* 1. **Схема включения, расчет и подбор водоподогревателей системы горячего водоснабжения.**

Суммарная поверхность нагрева пароводяных подогревателей системы горячего водоснабжения.





Выбираем пароводяной подогреватель

ПП-1-9-7-IV F = 9,5 м2 2 штуки.

* 1. **Расчет и подбор аккумуляторов горячей воды.**

Баки – аккумуляторы горячей воды выбираются на основании сравнения интегрального графика потребления горячей воды (график 4 линия а)со средним потреблением за смену (график 4 линия б) по данным сменного графика потребления горячей воды.

Геометрический объем баков – аккумуляторов должен быть на 5 – 10% больше расчетного

Vак = 2,71 м3

Vак’ = 2,71 \* 0,1 = 3,2 м3.

Выбираем два бака: Т40.02.00.000СБ Тип 1

V = 2 м3 , d = 1,4 м.

* 1. **Подбор насосов системы горячего водоснабжения.**

Выбор единичной мощности и числа устанавливаемых насосов системы горячего водоснабжения определяется максимальным расходом горячей воды.

Наиболее целесообразной является схема горячего водоснабжения с тремя насосами. При этом устанавливаются два насоса максимального расхода и один минимального расхода, а схема автоматизируется.

Vгвmax = 7,56 м3/ч Vгвmax = 5 м3/ч

?Выбираем три насоса КМ 8/18 номинальная мощность – 8 м3/ч

* 1. **Подбор циркуляционных насосов системы отопления.**

Циркуляционные насосы системы отопления подбираются по тем же параметрам для наиболее напряженного режима ее эксплуатации в самую холодную пятидневку года.

Устанавливается не менее двух циркуляционных насосов максимального расхода. Целесообразно также предусмотреть возможность переключения на насосы, работающие в режиме средней тепловой нагрузки отопительной системы.



Выбираем два центробежных насоса КМ 20/18 номинальная мощность 20 м3/ч.

* 1. **Подбор конденсатных насосов.**

Конденсатные насосы подбираются аналогично циркуляционным на основании максимального выхода конденсата от различных потребителей (график 3).

Dкmax = 9,84 т/ч

Выбираем центробежный конденсатный насос Кс-12-110 2 штуки номинальная производительность 12 м3/ч.

* 1. **Подбор конденсатных баков.**

Конденсатные баки подбираются для режима непрерывной подачи конденсата в котельную или на ТЭЦ. В тепловой схеме целесообразно предусмотреть установку двух баков вместительностью не менее 50% от максимальной расчетной.

Расчетная вместительность конденсатных баков определяется путем сравнения интегрального графика выхода конденсата (графику 5 линия а) и его среднего выхода (график 5 линия б).

Vкон = 0,93 м3

Выбираем два бака: Т40.01.00.000СБ Тип 1, V = 1 м3, d = 1 м.

1. **Показатели работы системы теплоснабжения.**
   1. **Годовой расход теплоты на технологические нужды.**



Где zсм – число рабочих смен в год (для молочных заводов до - 580);

ψпм - средние за год коэффициент загрузки производственных мощностей (для молочных заводов 0.85 – 0.90).

* 1. **Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение.**



* 1. **Годовой расход теплоты на отопление.**



Где zсмот - число смен, в течение которых отапливаются здания предприятия (определяется по продолжительности отопительного периода);

ψот - коэффициент, учитывающий снижение расходов теплоты на отопительные нужды за счет прерывистого отопления в выходные дни и нерабочие смены (принимается равным 0.7 – 0.75).

* 1. **Годовой расход теплоты на вентиляцию.**



* 1. **Годовой расход теплоты сторонними предприятиями.**



Где zсмст - число смен в году у сторонних потребителей пара ( принимается в пределах 500 – 700);

ψст - средний за год коэффициент загрузки производственных мощностей сторонних потребителей пара (принимается равным 0.8 – 0.9).

* 1. **Годовой расход теплоты на собственные нужды.**



* 1. **Суммарная годовая теплопроизводительность источника теплоты.**



* 1. **Средний коэффициент загрузки эксплуатируемых котельных агрегатов.**



Где D – выработка пара;

Dн – номинальная производительность котла;

n – число котлов.

* 1. **КПД котельной с учетом коэффициента загрузки эксплуатируемых котельных агрегатов.**



Где ηбр - КПД котлов;

а – поправочный коэффициент (для котельных, работающих на твердом топливе, составляет 0.05 – 0.07).

* 1. **Годовой расход топлива.**





* 1. **Максимальный часовой расход топлива котельной.**



Где Dчmax - максимальное потребление пара;

h1 - энтальпия вырабатываемого пара;

h11 - энтальпия питательной воды;

h12 - энтальпия котловой воды;

βпр - доля непрерывной продувки котлов (принимается равной 3 – 6%)



Где Qнр - низшая теплота сгорания топлива.

* 1. **Номинальная теплопроизводительность котельной.**



* 1. **Удельный расход топлива на получение теплоты.**





* 1. **Испарительность топлива.**





1. **Оценка себестоимости отпускаемой теплоты.**

Себестоимость вырабатываемой в котельной теплоты является важнейшим экономическим показателем, характеризующим эффективность работы теплового хозяйства предприятия. Себестоимость теплоты используется также при калькуляции себестоимости производимой на предприятии теплоемкой технологической продукции.

В зависимости от исходных данных рассчитывается «отчетная» и «плановая» себестоимость теплоты.

Отчетная себестоимость определяется на основании фактических затрат на выработку пара и горячей воды за предшествующий период. Плановая себестоимость на последующий календарный период определяется на основании планов производства продукции и технико-экономических нормативов для обоснования необходимых затрат на эксплуатацию теплового хозяйства. Отчетную себестоимость теплоты целесообразно определять ежеквартально. При обосновании плановой себестоимости теплоты целесообразно расчеты проводить на календарный период, равный году.

7.1. Затраты на топливо.

Стоп = Вгод \*Sт

Стоп = 1893,73 \* 28\*6 = 318146,64 руб/год

Где Sт – стоимость топлива.

7.2. Затраты на воду.

Св = Vгод \* Sв

Св = 36170,54 \* 3,6 = 130213,94 руб/год

Где Vгод – годовое потребление воды;

Sв – стоимость воды с учетом затрат на очистку сточных вод и эксплуатацию системы канализации.



Где Vгодгв - годовое потребление воды на нужды горячего водоснабжения.



Vгодхов - годовое потребление химически очищенной воды.



где ψ - среднегодовой коэффициент загрузки системы теплоснабжения (принимается равным 0.8 – 0.9).

7.3. Затраты на электрическую энергию.



Где Wгод – годовое потребление электроэнергии;

Sэл – стоимость электроэнергии.

Годовое потребление электроэнергии.

Wгод = Qгод \* WQ

Wгод = 63611,79 \* 4,4 = 279891,88 кВт\*ч/ГДж

Где WQ - удельный расход электроэнергии на выработку теплоты.

7.4. Затраты на амортизацию.



Где Самзд, Самоб - соответственно амортизация зданий и оборудования.



Где nзд - доля капитальных затрат, приходящихся на стоимость зданий;

Азд - норма амортизации зданий (принимается равной 3%);

куст - капитальные затраты на строительство котельной.



Где кQ - удельные капитальные затраты;

Qуст - установленная теплопроизводительность котельной





Где nоб, nмон - соответственно доля капитальных затрат, приходящихся на стоимость оборудования и его монтаж;

Аоб – норма амортизации оборудования (принимается равной 8,5% при сжигании малозольного твердого топлива).

7.5. Затраты на ремонт зданий и оборудование котельной.



7.6. Затраты на заработную плату.



Где mшт - коэффициент штатного персонала;

Зшт - средняя заработная плата штатного работника котельной.

7.7. Затраты на страховые отчисления.



Где Сстсоц, Сстмед, Сстим - соответственно отчисления в соцстрах (26% от суммы зарплаты), на медицинское страхование (1% от суммы зарплаты) и страхование имущества (0.08% от капитальных затрат на строительство котельной).



7.8. Прочие затраты.

Прочие затраты, принимаются в размере 3 - 5% от общей суммы остальных эксплутационных затрат.



7.9. Ожидаемая себестоимость теплоты.



Где Сгод - эксплуатационные затраты.



Где Стоп - стоимость топлива;

Св - стоимость воды;

Сэл - стоимость электроэнергии;

Сам - амортизационные отчисления;

Стр - затраты на текущий ремонт;

Сзп - зарплата работников теплоцеха;

Сст - отчисления на страхование;

Спр - прочие затраты.

7.10. Структура себестоимости теплоты и пути ее снижения.

Для снижения себестоимости теплоты нужно автоматизировать систему теплоснабжения. Наибольший экономический и технический эффект дает автоматическое регулирование работы котельного агрегата, которое может привести к повышению его КПД на 2-2,5% и соответствующему уменьшению расхода топлива. Наряду с этим соответствующий технико-экономический эффект дает автоматическое регулирование работы всех вспомогательных установок, деаэраторов, питательных и других насосов, водоподогревательных установок, продувочных устройств и др.

Таблица8.

8. Схема автоматического контроля и защиты котельного агрегата на газообразном топливе.

Схема автоматического регулирования работы основных и вспомогательных установок котельной имеет назначение автоматически воссоздавать в условиях непрерывно изменяющейся нагрузки нормальный, наиболее экономичный и надежный режим работы установки. Кроме того, автоматизация позволяет значительно сократить обслуживающий персонал котельной.

На чертеже представлена схема автоматического регулирования давления пара и процесса горения в котельном агрегате с котлами типа ДКВР при работе на газообразном топливе.

Основным импульсом является давление пара, отбираемое от главной паровой магистрали. Этот импульс передается на регулятор горения, который воздействует на исполнительные механизмы, приводящие в движение регулирующие органы подачи горючего газа и воздуха, а также регулирующий орган дымососа, изменяя тем самым количества топлива и воздуха подаваемых в топку, а также дымовых газов, отсасываемых из нее. Чтобы сохранить требуемое давление воздуха перед горелками и разрежение в верхней части топки работу регулятора горения корректируют первичными импульсами давления, отбираемого в воздушном коробе перед горелками, и разрежения, отбираемого в верхней части топки.

Данная схема также дополнена элементами автоматики безопасности, вступающей в действие при ослаблении и прекращении горения в топке, прекращении поступления воздуха в нее, отключении газа и недопустимом повышении пара в котле. При понижении температуры в топке уменьшение воздействия импульса от терморезисторов сопротивления, размещенных во фронте топки, на трехходовой соленоидный вентиль приводит к автоматическому закрытию клапана-отсекателя с мембранным исполнительным механизмом. При этом одновременно начинает подаваться газ на запальные горелки. По этому же принципу срабатывает автоматика и в других заявленных случаях нарушения режима работы котельного агрегата.

В котлах барабанного типа существенно важно поддерживать постоянный уровень воды в барабане, так как упуск воды из барабана может привести к перегоранию кипятильных труб, а переполнение его водой также к забросу ее в пароперегреватель, в результате чего может произойти авария. Постоянный уровень воды в барабане котла поддерживается воздействием импульса на питательный клапан котла. Из котла типа ДКВР импульс отбирается от поплавкового сигнализатора.

**Таблица 1.**

Расход пара и теплоты на технологические нужды.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид продукции | P  Мпа | x2 | h2  кДж/кг | ε | P3  МПа | x3 | h3  кДж/кг | П  т/см | ϕп | D  т/т | q  ГДж/т | D  т/см | Q  ГДж/см |
| Цельномолочное | 1,4 | 0,94 | 2690,1 | 0,4 | 0,3 | 0,12 | 812 | 25 | -- | 0,21 | 0,49 | 5,25 | 12,33 |
| Молочные консервы | 1,4 | 0,94 | 2690,1 | 0,7 | 0,8 | 0,12 | 966 | 16 | -- | 2,8 | 5,58 | 44,8 | 89,28 |
| Ненормируемое потребление | 1,4 | 0,94 | 2690,1 | 0,5 | 0,5 | 0,11 | 821 | 85 | -- | -- | -- | 6,5 | 0,79 |
| Всего | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 0,13 | -- | -- | 56,55 | 102,4 |

**Таблица 2.**

Расход пара и теплоты на нужды горячего водоснабжения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид продукции | P1  МПа | x1 | h1  кДж/кг | tхв  0С | tгв  0С | W  м3/т | П  т/см | ϕв | Vгв  м3/см | Dгв  т/см | Qгв  ГДж/см |
| Цельномолочное | -- | -- | -- | -- | -- | 0,5 | 25 | -- | 12,5 | -- | -- |
| Молочные консервы | -- | -- | -- | -- | -- | 0,7 | 16 | -- | 6 | -- | -- |
| Ненормируемое потребление | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 6,64 | 5,8 | 13,2 |
| Отпуск сторонним потребителям | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 0 | -- |
| Всего | 1,4 | 0,95 | 2690 | 5 | 65 | -- | -- | 0,28 | 50,3 | 5,8 | 13,2 |

**Таблица 3.**

Расход пара и теплоты на нужды отопления и вентиляции.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Здания, | Vзд  тыс.м3 | Vздвен  тыс.м3 | qот  Вт/м3К | qот’  Вт/м3К | qвен  Вт/м3К | tн  0C | tн’  0C | tвн  0C | Dот  т/см | Dвен  т/см | Qот  ГДж/см | Qвен  ГДж/см |
| Производственные корпуса | 17 | 6,8 | 0,5 | 0,66 | 0,8 | -- | -- | 18 | -- | -- | 5,14 | 3,3 |
| Вспомогательные цеха | 5 | -- | 0,45 | 0,59 | -- | -- | -- | 18 | -- | -- | 1,36 | -- |
| Административно-бытовые здания | 3 | -- | 0,6 | 0,79 | -- | -- | -- | 18 | -- | -- | 1,09 | -- |
| Всего | -- | -- | -- | -- | -- | -3 | -24 | -- | 3,4 | 1,5 | 7,6 | 3,3 |

**Таблица 4.**

Структура парового и теплового балансов предприятия.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хар-ка | Еди  ница | Техноле нужды | Горяч водо-  снаб | Отоплен | Вентиляция | Общее потребл | Отпуск сторон потреб | Расход  собст нужды | Выраб  ока |
| D | т/см | 56,55 | 5,8 | 3,4 | 1,5 | 67,25 | 0 | 1,35 | 135,85 |
| D | % | 41,62 | 4,27 | 2,58 | 1,1 | 49,5 | 0 | 0,99 | 100 |
| Q | Гдж/см | 102,4 | 13,2 | 19,7 | 3,3 | 126,5 | 0 | 2,53 | 257,63 |
| Q | % | 39 | 5 | 7 | 1 | 49 | 0 | 0,98 | 100 |

**Таблица 5.**

Расход горячей воды, м3/ч.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель | Сменный расход  м3/см | Часовой интервал. | | | | | | | |
| 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| Предприятие | 30,29 | 2,76 | 3,21 | 4,13 | 4,13 | 3,67 | 3,67 | 4,59 | 4,13 |
| Стороннее предприятие | 19,91 | 1,67 | 2 | 2,3 | 2,67 | 2,3 | 3,3 | 2,67 | 3 |
| Всего | 50,2 | 4,43 | 5,21 | 6,43 | 6,8 | 5,97 | 6,97 | 7,26 | 7,13 |

**Таблица 6.**

Расход пара, т/ч.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель | Сменный расход  т/см | Часовой интервал. | | | | | | | |
| 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| Технологические аппараты | 56,56 | 5,82 | 7,49 | 8,32 | 7,49 | 6,65 | 6,65 | 7,07 | 7,07 |
| Система горячего водоснабжения | 5,53 | 0,49 | 0,57 | 0,71 | 0,75 | 0,66 | 0,77 | 0,80 | 0,78 |
| Система отопления | 3,44 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| Система вентиляции | 1,52 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 |
| Собственные нужды | 1,34 | 0,14 | 0,17 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| Всего | 68,36 | 7,07 | 8,85 | 9,84 | 9,04 | 8,09 | 8,20 | 8,67 | 8,64 |

**Таблица 7.**

Выход конденсата, т/ч.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник | Сменный выход  т/см | Часовые интервалы. | | | | | | | |
| 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| Технологические аппараты | 33,39 | 3,44 | 4,42 | 4,91 | 4,42 | 3,93 | 3,93 | 4,17 | 4,17 |
| Система горячего водоснабжения | 5,53 | 0,49 | 0,57 | 0,71 | 0,75 | 0,66 | 0,77 | 0,80 | 0,78 |
| Система отопления | 3,44 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| Система вентиляции | 1,52 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 |
| Всего | 43,88 | 4,55 | 5,61 | 6,24 | 5,79 | 5,21 | 5,32 | 5,59 | 5,57 |

**Таблица 8.**

Структура себестоимости теплоты.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид затрат | Затраты  руб/год | Удельные затраты | | Доля затрат,  % |
| руб/ГДж | руб/т |
| Стоимость топлива | 318146,64 | 5,00 | 11,99 | 19,34 |
| Стоимость воды | 130213,94 | 2,04 | 4,91 | 7,89 |
| Стоимость электроэнергии | 145543,78 | 2,29 | 5,48 | 8,85 |
| Амортизационные отчисления | 343391 | 5,39 | 12,94 | 20,84 |
| Текущий ремонт | 68678 | 1,08 | 2,59 | 4,17 |
| Зарплата | 459144 | 7,21 | 17,30 | 27,88 |
| Страховые отчисления | 128435 | 2,02 | 4,84 | 7,81 |
| Прочие затраты | 51659,56 | 0,81 | 1,95 | 3,13 |
| Всего | 1645212,24 | 25,86 | 62 | 100 |

****

**График №1**

**График №2**

****

**График №3**

****

**График №4.**

****

**Грфик №5**



**Аннотация.**

В данной работе спроектирована система теплоснабжения молочного предприятия в городе Курске. Отпускная продукция предприятия цельномолочная 25 тонн и молочные консервы 16 туб. Его суммарная, условная производительность 85 тонн. При этом ожидаемая себестоимость теплоты на уровне 25,86 руб /ГДж , а себестоимость выработанного пара 61,99 руб /т. Так же в данной системе предусмотрен отпуск постороннему потребителю горячей воды в размере 20м3 в смену.

В системе использованы три котла ДЕ-4-14 Гм производительностью 4т/ч, три экономайзера ЭП2- 236, дымососы ДН8 производительностью 6970 м3 /ч также три, дутьевые вентиляторы две штуки ВДН-6,3 производительностью 3400 м3 /ч , фильтры для очистки воды две штуки, деаэратор ДА-15, водоподогреватели для системы отопления ПП-1-17-II две штуки, водоподогреватели для систем горячего водоснабжения ПП-19-7-IV аккумуляторные баки для горячей и конденсата соответственно Т.40.02.00.000СБ Тип1 и Т40.01.00.000СБ Тип 1, насосы для систем отопления, горячего водоснабжения и конденсата КМ20/18, КМ8/18 и Кс-12-110.

**Список используемой литературы:**

С.И. Ноздрин, Г.С. Руденко Системы теплоснабжения предприятий мясной и молочной промышленности. Учебное пособие С-Пб 92.

Р.Г. Зах Котельные установки.

# 