

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О.Сухого»

Заочный факультет

Кафедра «Маркетинг и отраслевая экономика»

Курсовая работа

по дисциплине: «Организация производства и управление предприятием»
на тему: «Организация и планирование работы энергохозяйства предприятия»

Исполнитель: студент гр. ЗЭН-41с
Сытько А.Г.

Руководитель: ст. преподаватель
Ридецкая И.Н.

Дата проверки: _____

Дата допуска к защите: _____

Дата защиты: _____

Оценка работы: _____

Подписи членов комиссии
по защите курсовой работы: _____

Гомель 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ..... | 5 |
| 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ..... | 6 |
| 1.1 Расход тепла на отопление и вентиляцию | 6 |
| 1.2 Расход тепла на горячее водоснабжение..... | 9 |
| 1.3 Расход тепла на технологические нужды..... | 11 |
| 1.4 Расчет годового объема потребления и выработки тепла..... | 12 |
| 1.5 Расчетные тепловые нагрузки | 13 |
| 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОБОГРЕВ ЗДАНИЙ И ГВС | 15 |
| 3 ВЫБОР ТИПА И КОЛИЧЕСТВА УСТАНОВЛИВАЕМЫХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛИ КОТЕЛЬНОЙ..... | 17 |
| 3.1 Выбор типа и количества устанавливаемых котельных агрегатов | 17 |
| 3.2 Установленная мощность котельной..... | 17 |
| 3.3 Годовое число часов использования установленной мощности | 18 |
| 3.4 Годовой расход топлива котельной | 19 |
| 3.5 Установленная мощность токоприемников котельной | 20 |
| 3.6 Годовой расход электроэнергии котельной | 20 |
| 3.7 Годовой расход воды котельной | 21 |
| 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, СЖАТОМ ВОЗДУХЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ | 24 |
| 4.1 Потребность предприятия в электроэнергии..... | 24 |
| 4.2 Потребность предприятия в топливе технологическом | 26 |
| 4.3 Потребность предприятия в сжатом воздухе..... | 28 |
| 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ РЕЗЕРВОВ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА | 29 |
| 6 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ..... | 32 |
| 7 РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ОТПУЩЕННОЙ ТЕПЛОТЫ..... | 36 |
| 7.1 Стоимость топлива | 36 |
| 7.2 Стоимость воды | 37 |
| 7.3 Стоимость электроэнергии | 37 |
| 7.4 Годовой фонд заработной платы персонала котельной | 37 |
| 7.5 Отчисления на социальные нужды | 39 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.6 Капитальные затраты на сооружение котельной | 39 |
| 7.7 Амортизационные отчисления | 40 |
| 7.8 Затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание | 40 |
| 7.9 прочие расходы | 41 |
| 7.10 Структура себестоимости отпущенной теплоты..... | 41 |
| 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ | 43 |
| 9 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА | 46 |
| 9.1 Капитальные вложения в мероприятия по экономии топлива | 46 |
| 9.2 Финансовые результаты внедрения мероприятий по экономии топлива | 46 |
| 9.3 Показатели экономической эффективности | 48 |
| 10 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА..... | 55 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 59 |
| ЛИТЕРАТУРА | 60 |

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании и эксплуатации систем промышленного энергоснабжения возникает ряд проблем, для решения которых необходимо проведение технико-экономических и плановых расчетов. К таким вопросам относятся: определение плановой потребности предприятия в энергетических ресурсах, объема и плана ремонтных работ, численность персонала, себестоимость энергетической продукции, а также её топливной составляющей, уровня энергозатрат, целесообразности проведения организационно-технических мероприятий и ряд других.

Актуальность данных расчетов в том, что они проводятся на всех без исключения предприятиях энергетики и являются неотъемлемой частью политики государства.

В данном курсовом проекте будут рассмотрены вопросы определения потребности предприятия в различных видах топлива, энергии и энергоносителей; даются рекомендации по расчету основных технико-экономических показателей производственной котельной; проводится оценка возможных резервов экономии топлива и экономической целесообразности их использования; предложены различные формы энергобалансов; даётся методика расчета себестоимости теплоты, отпускаемой из котельной и энергозатрат предприятия.

Целью выполнения расчета курсовой работы является приобретение опыта техники расчета по основным вопросам экономики, организации планирования и управления энергетического норматива. Данные расчеты показывают всю энергетическую структуру предприятия и позволяют оценить эффективность использования топливных и энергетических ресурсов предприятия, что является главным вопросом в стремлении экономии топливных и энергетических ресурсов не только предприятия, но и государства.

Задачи работы:

- определить потребность предприятия в тепловой энергии;
- определение норм расхода тепловой энергии на обогрев зданий и ГВС;
- выбор и обоснование типа и количества устанавливаемых котлоагрегатов, расчет технологических показателей котельной;
- определить потребность предприятия в электроэнергии, сжатом воздухе и технологическом топливе;
- определить возможные резервы экономии топлива и оценить эффективность от внедрения мероприятий;
- составить энергетические балансы предприятия;
- рассчитать себестоимость отпущенной теплоты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные по данной курсовой работе представим в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные

| Наименование | Обозначение | Значение |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
| Регион | | Брест |
| Производственная программа, шт./год | П | 9000 |
| Численность промышленно-производственного персонала, всего, чел | $\text{Ч}_{\text{ППП}}$ | 1250 |
| – в том числе рабочих, чел | $\text{Ч}_{\text{раб}}$ | 1025 |
| Расход пара давлением: 13 ата, т/ч | D^{13} | 2 |
| 8 ата, т/ч | D^8 | 2 |
| Режим работы | | Трехсменный |
| Поправочный коэффициент к объему помещения | k_v | 1,15 |
| Норма расхода электроэнергии на производство сжатого воздуха, кВт·ч/тыс.м ³ | $H_{св}$ | 81 |
| Потери топлива в процессах, %: | | |
| – нагрев | β_y | 23 |
| – термообработка | $\beta_{т.о.}$ | 24 |
| – нормализация и отпуск | $\beta_{н.о.}$ | 25 |
| Месячная тарифная ставка 1 разряда, руб./мес. | $T_{ст}^1$ | 310 |
| Удельные капиталовложения в ОТМ: | | |
| – использование ВЭР технологических установок, руб/ту.т. | k_1 | 590 |
| – снижение СН котельной, руб/Гкал | k_2 | 220 |
| Коэффициент пересчета стоимости котельной | $k_{пер}$ | 1,4 |
| Норма дисконтирования, | p | 11 |
| Перечень цехов и их характеристики | | |
| Наименование | Объем помещений, тыс.м ³ , $V_{ид}$ | |
| Кузнечно-прессовый | 45 | |
| Литейный | 36 | |
| Механический | 54 | |
| Термический | 21 | |
| Сборочный | 30 | |
| Инструментальный | 24 | |
| Рем.-механический | 21 | |
| Компрессорная | 8 | |
| Заводоуправление | 12 | |
| Столовая | 7 | |

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

1.1 Расход тепла на отопление и вентиляцию

Годовой расход тепла на отопление и вентиляцию, Гкал/год:

$$Q_{o_i} = q_{o_i} \cdot V_i \cdot (t_{вн_i} - t_{н.ср}) \cdot n_o \cdot 24 \cdot 10^{-3} \quad (1.1)$$

$$Q_{в_i} = q_{в_i} \cdot V_i \cdot (t_{вн_i} - t_{н.ср}) \cdot n_{в_i} \cdot T_{в_i} \cdot 10^{-3}, \quad (1.2)$$

где q_{oi} – удельная отопительная характеристика здания, $\text{ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$, [1, с.43, Табл.П1.3];

V_i – объем помещения, $V_i = V_{ид} \cdot k_v$, тыс. м^3 , $V_{ид}$ – [Таблица 1];

k_v – поправочный коэффициент к объему помещений, [Таблица 1];

$t_{вн_i}$ – внутренняя температура в помещении, $^\circ\text{C}$, [Таблица 1.1];

$t_{н.ср}$ – наружная средняя температура за отопительный период, $t_{н.ср}$, $^\circ\text{C}$, [1, стр.44, Табл.П1.4], $t_{н.ср} = 0,6^\circ\text{C}$;

n_o – продолжительность отопительного периода, сут., [1, стр.44, Табл.П1.4], $n_o = 181$ дн;

$n_{в_i}$ – продолжительность работы системы вентиляции за отопительный период, сут./год (зависит от режима работы цехов), $n_{в_i} = 127$ дн;

q_{vi} – удельная вентиляционная характеристика здания, $\text{ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$, [1, стр.43, Табл.П1.3];

$T_{в_i}$ – число часов использования вентиляционной нагрузки в сутки, ч/сут.

Для основных цехов $T_{в_i} = 24$ ч/сут., для вспомогательных – 8 ч/сут.

Для кузнечно-прессового цеха:

$$V = 45 \cdot 1,15 = 51,75 \text{ тыс. м}^3$$

$$Q_o = 0,246 \cdot 51,75 \cdot (14 - 0,6) \cdot 181 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 741,04 \text{ Гкал/год.}$$

$$Q_{в_i} = 0,493 \cdot 51,75 \cdot (14 - 0,6) \cdot 127 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 1042,02 \text{ Гкал/год.}$$

Часовой расход тепла на отопление и вентиляцию, Гкал/ч:

$$Q_{po_i} = q_{o_i} \cdot V_i \cdot (t_{вн_i} - t_{н.о}) \cdot 10^{-3}; \quad (1.3)$$

$$Q_{рв_i} = q_{рв_i} \cdot V_i \cdot (t_{вн_i} - t_{н.в}) \cdot 10^{-3}, \quad (1.4)$$

где $t_{н.о}$ – наружная температура для расчета отопления, $^\circ\text{C}$, [1, с.44, Табл.П1.4], $t_{н.о} = -21^\circ\text{C}$;

$t_{н.в}$ – наружная температура для расчета вентиляции, °C, [1, с.44, Табл.П1.4], $t_{н.в} = -6,5^{\circ}\text{C}$.

Для кузнечно-прессового цеха:

$$Q_{po} = 0,246 \cdot 51,75 \cdot (14 - (-21)) \cdot 10^{-3} = 0,45 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_{pv} = 0,493 \cdot 81 \cdot (14 - (-6,5)) \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ Гкал/ч.}$$

Результаты расчетов остальных цехов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Расход тепла на отопление и вентиляцию

| № п.п | Наименование цеха | Объем помещения | Тепловые характеристики зданий, $ккал/(м^3 \cdot ч \cdot ^\circ C)$ | | Температура внутри помещений, $^\circ C$ | Режим работы вентиляции | | Расход тепла, $Гкал/год$ | | Расчетная нагрузка, $Гкал/ч$ | | | |
|--------|-----------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------|----------------------------|----------|-----------------------------|----------------|------------------------------------|-------|----------|----------|
| | | | $V, тыс.м^3$ | q_o | | q_v | $t_{вн}$ | ч/сут. | сут./год | Q_o | Q_v | Q_{po} | Q_{pv} |
| | | | | | | | | t _в | n _в | | | | |
| 1 | Кузнечно-прессовый | 51,75 | 0,246 | 0,493 | 14 | 24 | 127 | 741,04 | 1042,02 | 0,45 | 0,52 | | |
| 2 | Литейный | 41,4 | 0,261 | 0,871 | 14 | 24 | 127 | 628,98 | 1472,78 | 0,38 | 0,74 | | |
| 3 | Механический | 62,1 | 0,395 | 0,143 | 16 | 24 | 127 | 1640,96 | 416,83 | 0,91 | 0,20 | | |
| 4 | Термический | 24,15 | 0,265 | 0,529 | 14 | 24 | 127 | 372,53 | 521,79 | 0,22 | 0,26 | | |
| 5 | Сборочный | 34,5 | 0,419 | 0,189 | 16 | 24 | 127 | 967,04 | 306,07 | 0,53 | 0,15 | | |
| 6 | Инструментальный | 27,6 | 0,428 | 0,206 | 16 | 8 | 127 | 790,25 | 88,96 | 0,44 | 0,13 | | |
| 7 | Ремонтно-механический | 24,15 | 0,432 | 0,215 | 16 | 8 | 127 | 697,93 | 81,24 | 0,39 | 0,12 | | |
| 8 | Компрессорная | 9,2 | 0,408 | 0 | 16 | 0 | 0 | 251,11 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | | |
| 9 | Заводоуправление | 13,8 | 0,281 | 0,106 | 18 | 8 | 127 | 293,11 | 25,86 | 0,15 | 0,04 | | |
| 10 | Столовая | 8,05 | 0,312 | 0,114 | 18 | 8 | 127 | 189,84 | 16,22 | 0,10 | 0,02 | | |
| Итого: | | 296,7 | | | t _{ср} =15,82 | | | 6572,78 | 3971,77 | 3,70 | 2,17 | | |

1.2 Расход тепла на горячее водоснабжение

Расход тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения, Гкал /пер.:

$$Q_{Г.ВС} = G_{Г.ВС} \cdot c \cdot (t_2 - t_x) \cdot 10^{-3}, \quad (1.5)$$

где $G_{Г.ВС}$ – расход воды на горячее водоснабжение, т;

c – теплоемкость воды, $c = 1$, ккал/(кг · °С);

t_2 – температура горячей воды, °С ($t_2=55$ °С);

t_x – температура холодной воды, °С (летом – 15 °С, зимой – 5 °С), $t_x = 5$ °С в I и IV кварталах, $t_x = 15$ °С – во II и III кварталах.

Расход горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд предприятия в общем случае складывается из расходов на умывальники, душевые сетки, приготовление пищи и уборку помещений:

$$G_{Г.ВС} = G_{ум} + G_d + G_{ст} \quad (1.6)$$

Все расчеты по расходу горячей воды и тепловой энергии на ГВС проводятся в квартальном разрезе на предстоящий календарный год.

Расход горячей воды на умывальники:

$$G_{ум} = \sum (Ч_i \cdot g_{y_i} \cdot N_{ip.n.}) \cdot 10^{-3}, \text{ т / пер.} \quad (1.7)$$

где g_{y_i} – нормативный расход горячей воды на одного человека соответствующей группы персонала;

$Ч_i$ – численность соответствующей группы персонала, чел (рабочих – 1250 чел.; служащих – 225 чел.);

$N_{ip.n.}$ – количество рабочих дней по балансу рабочего времени расчетного периода (квартала) с учетом трехсменного режима работы предприятия и категорий работающих на 2022 год (квартал I – 62 дня; II – 63 дня; III – 66 дней; IV – 64 дня).

Нормативный расход горячей воды на одного рабочего и служащего в день составляет – 11 и 5 л, соответственно.

Расход горячей воды на душевые сетки:

$$G_d = g_d \cdot n_d \cdot t_d \cdot N_{p.n.} \cdot 10^{-3}, \text{ т / пер.} \quad (1.8)$$

где g_d – нормативный расход горячей воды на одну душевую сетку в час наибольшего потребления, $g_d = 230$ л/ч;

n_d – количество душевых сеток, шт. Принимать из расчета 1 шт. на 10 чел., $n_d = 250$ шт.;

$N_{p.p.}$ – продолжительность рабочего периода;

t_d – продолжительность работы душевых сеток, $t_d = 0,75$ ч.

Расход воды на приготовление пищи в столовой:

$$G_{ст} = g_{y.б.} \cdot n_{y.б.} \cdot N_{p.p.} \cdot 10^{-3}, \text{ т/пер} \quad (1.9)$$

где $g_{y.б.}$ – норма расхода воды на условное блюдо, л/у. б., $g_{y.б.} = 4$;

$n_{y.б.}$ – количество условных блюд:

$$n_{y.б.} = 3 \cdot \chi_{п.п.п.} \cdot \beta_{ст}, \text{ шт.} \quad (1.10)$$

где $\chi_{п.п.п.}$ – численность персонала предприятия, чел.;

$\beta_{ст}$ – доля персонала, пользующаяся услугами столовой, $\beta_{ст} = 75\%$;

$N_{p.p.}$ – продолжительность рабочего периода (квартал I – 62 дня; II – 63 дня; III – 66 дней; IV – 64 дня).

Для I квартала:

Расход горячей воды на умывальники:

$$G_{ум} = (11 \cdot 1025 + 5 \cdot 225) \cdot 62 \cdot 10^{-3} = 769 \text{ т/квартал.}$$

Расход горячей воды на душевые сетки:

$$G_d = 230 \cdot 225 \cdot 0,75 \cdot 3 \cdot 62 \cdot 10^{-3} = 3288,71 \text{ т / квартал.}$$

Расход воды на приготовление пищи в столовой:

$$n_{y.б.} = 3 \cdot 1250 \cdot 0,75 = 2812,5 \text{ шт.}$$

$$G_{ст} = 4 \cdot 2812,5 \cdot 62 \cdot 10^{-3} = 697,5 \text{ т / квартал.}$$

Расход горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд предприятия:

$$G_{Г.БС} = 769 + 3288,71 + 697,5 = 4755,01 \text{ т / квартал.}$$

Расход тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения:

$$Q_{Г.БС} = 4755,01 \cdot 1 \cdot (55 - 5) \cdot 10^{-3} = 237,75 \text{ Гкал / квартал.}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Расход воды и тепловой энергии на ГВС

| Период времени | | Расход воды на ГВС, т | | | | Расход тепловой энергии. Гкал/пер. |
|----------------|-----|-----------------------|----------|----------|----------|------------------------------------|
| | | Умывальники | Душевые | Столовая | Итого | |
| Кварталы | I | 769 | 3288,71 | 697,5 | 4755,01 | 237,75 |
| | II | 781,2 | 3341,76 | 708,75 | 4831,71 | 193,27 |
| | III | 818,4 | 3500,89 | 742,5 | 5061,79 | 202,47 |
| | IV | 793,6 | 3394,8 | 720 | 4908,4 | 245,42 |
| Итого за год | | 3162 | 13526,16 | 2868,75 | 19556,91 | 878,91 |

1.3 Расход тепла на технологические нужды

Расход тепла на технологические нужды:

$$Q_T = ((D^{13}(h_{II}^{13} - h_{IIВ}) - D^{13} \cdot \frac{\beta}{100} \cdot h_K) + (D^8(h_{II}^8 - h_{IIВ}) - D^8 \cdot \frac{\beta}{100} \cdot h_K)) \cdot T_m \cdot k_n \cdot 10^{-3}, \quad (1.11)$$

где D^{13} , D^8 – расход пара на технологические нужды из отборов 13 и 8 ата, т/ч,;

h_n^{13} , h_n^8 – энтальпия пара, отпускаемого потребителям на технологические нужды из отборов 13 и 8 ата соответственно, $h_n^{13} = 2900$ кДж/кг, $h_n^8 = 2800$ кДж/кг, [1, стр.7];

$h_{нв}$ – энтальпия питательной воды, $h_{нв} = 437$ кДж/кг, [1, стр.7];

β – возврат конденсата технологическими потребителями, $\beta = 60\%$, [1, стр.7];

h_K – энтальпия конденсата, возвращаемого технологическими потребителями, $h_K = 336$ кДж/кг, [1, стр.7];

T_m – годовое число часов использования потребителями технологической нагрузки, с учетом режима работы предприятия, ч/год; т.к. режим работы предприятия непрерывный, принимаем $T_m = 6120$ ч/год, [1, стр.5];

k_n – коэффициент неравномерности суточного графика по пару, $k_n = 1$ [1, стр.5].

$$Q_T = ((2 \cdot (2900 - 437) - 2 \cdot \frac{60}{100} \cdot 336) + (2 \cdot (2800 - 437) - 2 \cdot \frac{60}{100} \cdot 336)) \cdot 6120 \cdot 1 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 54135,07 \text{ ГДж / год} = 12929,32 \text{ Гкал/год.}$$

1.4 Расчет годового объема потребления и выработки тепла

Годовой расход тепла по всем видам потребителей, Гкал /год:

$$Q_{\text{потр}} = (Q_o + Q_v + Q_{\text{г.вс}} + Q_{\text{г}}) \quad (1.12)$$
$$Q_{\text{потр}} = 6572,78 + 3971,77 + 878,91 + 12929,32 = 24352,78 \text{ Гкал/год}$$

Количество тепла, отпущенного из котельной, Гкал /год:

$$Q_{\text{отп}} = Q_{\text{потр}} / (1 - \kappa_{\text{пот.т.с.}}), \quad (1.13)$$

где $\kappa_{\text{пот.т.с.}}$ – коэффициент, учитывающий процент потерь тепла в тепловых сетях, принимаем: $\kappa_{\text{пот}} = 2\%$, [1, стр.8]

$$Q_{\text{отп}} = 24352,78 / (1 - 0,02) = 24849,78 \text{ Гкал / год.}$$

Потери тепла в тепловых сетях, Гкал /год:

$$Q_{\text{пот.т.с.}} = Q_{\text{отп}} - Q_{\text{потр}} \quad (1.14)$$
$$Q_{\text{пот.т.с.}} = 24849,78 - 24352,78 = 497 \text{ Гкал / год.}$$

Количество тепла, выработанного котельной, Гкал /год:

$$Q_{\text{выр}} = Q_{\text{отп}} / (1 - \kappa_{\text{с.н.}}), \quad (1.15)$$
$$Q_{\text{выр}} = 24849,78 / (1 - 0,03) = 25618,33 \text{ Гкал / год.}$$

где $\kappa_{\text{с.н.}}$ – коэффициент, учитывающий расход тепла на собственные нужды и потери в котельной принимаем 2...3%: $\kappa_{\text{с.н.}} = 3\%$, [1, стр.8]

Расход тепла на собственные нужды и потери в котельной, Гкал /год:

$$Q_{\text{с.н.}} = Q_{\text{выр}} - Q_{\text{отп}} \quad (1.16)$$
$$Q_{\text{с.н.}} = 25618,33 - 24849,78 = 768,55 \text{ Гкал / год.}$$

Потребление и выработка тепла на предприятии

| Теплопотребление и выработка, Гкал/год | | | | | | | | | |
|----------------------------------------|---------|------------|----------------|----------|------------|----------------|-----------|------------|-----------|
| Q_o | Q_B | $Q_{Г.ВС}$ | $\sum Q_{Г.В}$ | Q_T | $Q_{потр}$ | $Q_{пот.т.с.}$ | $Q_{отп}$ | $Q_{с.н.}$ | $Q_{выр}$ |
| 6572,78 | 3971,77 | 878,91 | 11423,46 | 12929,32 | 24352,78 | 497 | 24849,78 | 768,55 | 25618,33 |

1.5 Расчетные тепловые нагрузки

Расчетные тепловые нагрузки котельной, Гкал /ч:

- на отопление и вентиляцию – Таблица 1.1;
- на ГВС:

$$Q_{p.Г.ВС} = Q_{Г.ВС} / T_{Г.ВС}, \quad (1.17)$$

где $T_{Г.ВС}$ – число часов использования максимальной нагрузки ГВС, ч/год.
 $T_{Г.ВС}=3000$ ч/год, [1, стр.8]

$$Q_{p.г.вс} = 878,91 / 3000 = 0,29 \text{ Гкал/ч.}$$

- на технологию – ИД

$$Q_{p.т} = D^{13} + \frac{D^8 \cdot (h_n^8 - h_{n.г})}{(h_n^{13} - h_{n.г})}, \text{ Т/ч} \quad (1.18)$$

$$Q_{p.т} = D^{13} \cdot (h_n^{13} - h_{n.г}) + D^8 \cdot (h_n^8 - h_{n.г}), \text{ ГДж/ч} \quad (1.19)$$

$$Q_{p.п} = \frac{Q_{p.m}}{(1 - k_{ном.мс}) \cdot (1 - k_{сн})}. \quad (1.20)$$

$$Q_{p.т} = 2 + \frac{2 \cdot (2800 - 437)}{(2900 - 437)} = 3,92 \text{ Т/ч}; \quad Q_{p.п} = \frac{3,92}{(1 - 0,02) \cdot (1 - 0,03)} = 4,12 \text{ Т/ч};$$

$$Q_{p.т} = 2 \cdot (2900 - 437) + 2 \cdot (2800 - 437) = 9,65 \text{ ГДж/ч};$$

$$Q_{p.п} = \frac{9,65}{(1 - 0,02) \cdot (1 - 0,03)} = 10,15 \text{ ГДж/ч.}$$

Расчетная тепловая нагрузка предприятия с учетом собственных нужд котельной и потерь в котельной и сетях:

- по горячей воде:

$$Q_{p.ГВ} = \frac{Q_{p.o} + Q_{p.г} + Q_{p.Г.ВС}}{(1 - k_{ном.мс}) \cdot (1 - k_{сн})}, \quad (1.21)$$

$$Q_{p.ГВ} = \frac{3,7 + 2,17 + 0,29}{(1 - 0,02) \cdot (1 - 0,03)} = 6,49 \text{ Гкал/ч.}$$

Рассчитываем нагрузки с учетом потерь, производим пересчет в $ГДж/ч$ и $МВт$. Расчетные тепловые нагрузки сводим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4

Расчетные тепловые нагрузки

| Вид нагрузки | Обозначение | Единицы измерения | | | |
|---------------------------------------------------------|-------------|-------------------|--------|------|------|
| | | ГДж/ч | Гкал/ч | МВт | т/ч |
| Отопление | $Q_{p.o}$ | 15,5 | 3,7 | 4,3 | - |
| Вентиляция | $Q_{p.в}$ | 9,1 | 2,17 | 2,53 | - |
| ГВС | $Q_{p.гвс}$ | 1,23 | 0,29 | 0,34 | - |
| Итого в горячей воде с учетом потерь и собственных нужд | $Q_{p.гв}$ | 27,17 | 6,49 | 7,55 | - |
| Итого в паре с учетом потерь и собственных нужд | $Q_{p.п}$ | 10,15 | 0,98 | 1,15 | 4,12 |
| Всего | $Q_{p.пр}$ | 37,32 | 7,47 | 8,69 | 4,12 |

В данном пункте рассчитаны годовые и часовые расходы тепла на отопление и вентиляцию. Из таблицы 1.1 видно, что суммарный годовой расход тепла на отопление составил 6572,78 Гкал/год, а суммарный годовой расход тепла на вентиляцию – 3971,77 Гкал/год. Также рассчитали расход тепла на горячее водоснабжение и технологические нужды, которые составили 878,91 Гкал/год и 12929,32 Гкал/год, соответственно. Был рассчитан общий расход тепла, который составил 24352,78 Гкал/год. Из этого видно, что наибольшая доля нагрузки приходится на технологические нужды (53,1 %), а наименьшая доля – на ГВС (73,6%). С учетом потерь в тепловых сетях и котельной, а также с учетом расхода тепла на собственные нужды, количество тепла, выработанного котельной составил 25618,33 Гкал/год.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОБОГРЕВ ЗДАНИЙ И ГВС

Норма расхода тепловой энергии на отопление:

$$H_{от} = \frac{(Q_o + Q_b) \cdot 10^3}{V \cdot n_o \cdot (t_{вн}^{cp.взв} - t_{н.ср})}, \frac{\text{Мкал}}{\text{тыс.м}^3 \cdot \text{сут} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (2.1)$$

где V – суммарный объем цехов, тыс.м³;

$t_{вн}^{cp.взв}$ – средневзвешенная внутренняя температура в цехах, °C:

$$t_{вн}^{cp.взв} = \frac{\sum (t_{вн_i} \cdot V_i)}{\sum V_i}, ^\circ\text{C} \quad (2.2)$$

$$t_{вн}^{cp.взв} = \frac{14 \cdot (51,75 + 41,4 + 24,15) + 16 \cdot (62,1 + 34,5 + 27,6 + 24,15 + 9,2) + 18 \cdot (13,8 + 8,05)}{296,7} = 15,36 ^\circ\text{C}.$$

$$H_{от} = \frac{(6572,78 + 3971,77) \cdot 10^3}{296,7 \cdot 181 \cdot (15,36 - 0,6)} = 13,31 \frac{\text{Мкал}}{\text{тыс.м}^3 \cdot \text{сут} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Норма расхода тепловой энергии на ГВС (рассчитывается поквартально):

$$H_{г.вс}^i = \frac{Q_{г.вс}^i \cdot 10^3}{\text{Ч}_{п.п.п}}, \frac{\text{Мкал}}{\text{чел}} \quad (2.3)$$

Для I квартала:

$$H_{г.вс}^I = \frac{237,75 \cdot 10^3}{1250} = 190,2 \frac{\text{Мкал}}{\text{чел}}.$$

Норма расходы тепловой энергии на ГВС по остальным кварталам и годовая норма рассчитываются аналогично.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1

Нормы расхода тепловой энергии

| Вид нормы | Единица измерения | Нормы расхода тепловой энергии | | | | |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------|--------|--------|--------|
| | | годовая | по кварталам | | | |
| | | | I | II | III | IV |
| Обогрев зданий | Мкал/(тыс.м ³ ·сут·°C) | 13,31 | 13,31 | 13,31 | - | 13,31 |
| ГВС | Мкал/чел | 703,13 | 190,2 | 154,61 | 161,98 | 196,34 |

В этом разделе рассчитали нормы расхода тепловой энергии на обогрев зданий и ГВС. Норма расхода тепловой энергии на обогрев остается неизменной в течение всего года, за исключением III квартала, так как в этот период отсутствует отопление и составляет 13,31 Мкал/(тыс. м³·сут·°С). Это легко объясняется, если взглянуть на расчетную формулу: входящие в нее величины никак не зависят от квартала. А вот норма расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение изменяется поквартально (так как, входящий в формулу расход тепловой энергии напрямую зависит от числа дней в квартале) и составила: 190,2 Мкал/чел в первом квартале, 154,61 Мкал/чел – во втором, 161,98 Мкал/чел – в третьем и 196,34 Мкал/чел – в четвертом.

3 ВЫБОР ТИПА И КОЛИЧЕСТВА УСТАНОВЛИВАЕМЫХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛИ КОТЕЛЬНОЙ

3.1 Выбор типа и количества устанавливаемых котельных агрегатов

Состав основного оборудования (водогрейные и паровые котлы) и его установленная мощность выбираются исходя из расчетных тепловых нагрузок в паре и горячей воде и предлагаемой схемы теплоснабжения. По расчетным нагрузкам [табл.1.4] выбираем котлоагрегаты: на технологическую нагрузку (4,12 т/ч) выбираем 2 котла ДКВР -2,5-13, на горячее водоснабжение (0,34 МВт) выбираем котел Ква-0,4, который будет работать только летом, а также устанавливаем 2 котла КВ-ГМ-4-150, которые будут обеспечивать нагрузку на отопление, вентиляцию и ГВС в отопительный период (7,55 МВт).

3.2 Установленная мощность котельной

Установленная мощность котельной, Гкал/ч:

$$Q_{уст} = Q_{у.в.к.} + Q_{у.п.к.} + Q_{у.м.к.} \quad (3.1)$$

где $Q_{у.в.к.}$, $Q_{у.п.к.}$, $Q_{у.м.к.}$ – установленная мощность водогрейных, паровых и малых котлов, соответственно.

$$Q_{у.в.к.} = Q_{ном}^{в.к.} \cdot n \quad (3.2)$$

$$Q_{у.п.к.} = (D_{ном}^{п.к.} \cdot (h_n - h_{п.в.}) + D_{пр} \cdot (h_{к.в.} - h_{п.в.})) \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ ГДж/ч} \quad (3.3)$$

где $Q_{ном}^{в.к.}$ – номинальная мощность водогрейных котлов;

$D_{ном}^{п.к.}$ – номинальная паропроизводительность котлов;

n – число установленных котлов;

$h_{к.в.}$ – энтальпия котловой воды, $h_k = 830 \text{ кДж/кг}$;

$D_{пр}$ – непрерывная продувка котла.

$$D_{пр} = 0,01 \cdot p_{пр} \cdot D_{ном}^{п.к.}, \quad (3.4)$$

где $p_{пр}$ – процент продувки котла, $p_{пр} = 3\%$ [1, стр.11]

$$Q_{у.в.к.} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ Гкал/ч} = 9,3 \text{ МВт};$$

$$Q_{у.м.к.} = 0,4 \text{ МВт} = 0,34 \text{ Гкал/ч};$$

$$D_{пр} = 0,01 \cdot 3 \cdot 5 = 0,15 \text{ т/ч};$$

$$Q_{у.п.к.} = (5 \cdot (2900 - 437) + 0,15 \cdot (830 - 437)) \cdot 10^{-3} = 12,37 \text{ ГДж/ч} = 2,95 \text{ Гкал/ч} = 3,43 \text{ МВт};$$

$$Q_{уст} = 8 + 0,34 + 2,95 = 11,3 \text{ Гкал/ч} = 13,14 \text{ МВт}.$$

Коэффициенты загрузки котельного оборудования:

$$k_{з.п.к.} = \frac{D_{п.п.}}{D_{у.п.к.}}; \quad (3.5)$$

$$k_{з.б.к.} = \frac{Q_{п.б.г.}}{Q_{у.б.к.}}; \quad (3.6)$$

$$k_{з.м.к.} = \frac{Q_{п.з.гс}}{Q_{у.м.к.}}; \quad (3.7)$$

$$k_{з.п.к.} = \frac{4,12}{5} = 0,825 \text{ о.е.}$$

$$k_{з.б.к.} = \frac{6,49}{8} = 0,811 \text{ о.е.}$$

$$k_{з.м.к.} = \frac{0,29}{0,34} = 0,852 \text{ о.е.}$$

Данные по выбранному оборудованию котельной представлены в таблице 3.2

Таблице 3.2

Технические показатели агрегатов котельной

| Тип КА | Количество | Номинальная мощность | | | Установленная мощность | | КПД | к _{загр} |
|--------------------|------------|----------------------|--------|------|------------------------|-------|------|-------------------|
| | | т/ч | Гкал/ч | МВт | Гкал/ч | МВт | % | о.е. |
| ДКВР – 2,5 -13 | 2 | 2,5 | - | - | 2,95 | 3,43 | 90 | 0,825 |
| КВ-ГМ – 4-150 | 2 | - | 4 | 4,65 | 8 | 9,3 | 93,9 | 0,811 |
| Ква – 0,4 | 1 | - | 0,34 | 0,4 | 0,34 | 0,4 | 92 | 0,852 |
| Всего по котельной | 5 | - | - | - | 11,3 | 13,14 | - | - |

Коэффициент загрузки по паровой и водогрейной части в отопительный период:

$$k_{з.зима.} = \frac{8,69}{13,14} = 0,661 \text{ о.е.}$$

3.3 Годовое число часов использования установленной мощности

Годовое число часов использования установленной мощности:

$$h_y = \frac{Q_{выр}}{Q_{уст}}, \text{ ч/год} \quad (3.8)$$

$$h_y = \frac{25618,33}{11,3} = 2267,7 \text{ ч/год.}$$

3.4 Годовой расход топлива котельной

Годовой расход топлива котельной:

– условного, т у.т./год:

$$B_{y.t.} = Q_{выр} \cdot b_{выр}^{ср} \cdot 10^{-3}, \quad (3.9)$$

– натурального, тыс. м³/год:

$$B_{н.т.} = B_{y.t.} \cdot \left(\frac{Q_{y.t.}}{Q_n^p} \right), \quad (3.10)$$

где $b_{выр}^{ср}, b_{отп}^{ср}$ – средневзвешенный удельный расход условного топлива на выработку и отпуск единицы тепла, соответственно, кг у.т./Гкал;

$Q_{y.t.}, Q_n^p$ – низшая теплотворная способность условного и натурального топлива, соответственно.

Удельные расходы топлива на выработку и отпуск тепла при однотипных котлах определяются по выражениям:

$$\begin{aligned} b_{выр}^i &= \frac{142,86}{\eta_k^i}, \text{ кг у.т./Гкал} \quad (3.11) \\ b_{выр}^{пк} &= \frac{142,86}{0,9} = 158,73 \text{ кг у.т./Гкал}; \\ b_{выр}^{вк} &= \frac{142,86}{0,939} = 152,14 \text{ кг у.т./Гкал}; \\ b_{выр}^{мк} &= \frac{142,86}{0,92} = 155,28 \text{ кг у.т./Гкал}. \end{aligned}$$

Средневзвешенные удельные расходы условного топлива на выработку и отпуск единицы тепла:

$$\begin{aligned} b_{выр}^{ср} &= \frac{b_{выр}^{пк} \cdot Q_{выр}^{пк} + b_{выр}^{вк} \cdot Q_{выр}^{вк} + b_{выр}^{мк} \cdot Q_{выр}^{мк}}{Q_{выр}^{пк} + Q_{выр}^{вк} + Q_{выр}^{мк}}, \text{ кг у.т./Гкал} \quad (3.12) \\ Q_{выр}^{пк} &= \frac{Q_m}{(1-k_{ном}) \cdot (1-k_{сн})} = \frac{12929,32}{(1-0,02) \cdot (1-0,03)} = 13601,22 \text{ Гкал/год}; \\ Q_{выр}^{мк} &= \frac{Q_{гвс}}{(1-k_{ном}) \cdot (1-k_{сн})} = \frac{395,74}{(1-0,02) \cdot (1-0,03)} = 416,31 \text{ Гкал/год}; \\ Q_{выр}^{вк} &= Q_{выр} - Q_{выр}^{пк} - Q_{выр}^{мк} = 25618,33 - 13601,22 - 416,31 = 11600,8 \text{ Гкал/год}; \\ b_{выр}^{ср} &= \frac{158,73 \cdot 13601,22 + 152,14 \cdot 11600,8 + 155,28 \cdot 416,31}{31462,75} = 155,69 \text{ кг у.т./Гкал} \\ b_{отп}^{ср} &= \frac{b_{выр}^{ср}}{1-k_{сн}} = \frac{155,69}{1-0,03} = 160,51 \text{ кг у.т./Гкал}. \quad (3.13) \end{aligned}$$

$$B_{y.t.} = 25618,33 \cdot 15,69 \cdot 10^{-3} = 3988,56 \text{ т.т. / год};$$

$$B_{н.т.} = 3988,56 \cdot \left(\frac{7000}{8050} \right) = 3468,32 \text{ тыс.м}^3 / \text{год}.$$

3.5 Установленная мощность токоприемников котельной

Установленная мощность токоприемников котельной определяется как сумма мощностей установленного силового электрооборудования по паровой и водогрейной части с учетом электроосвещения, кВт:

$$P_{уст} = P_{уст}^{пк} + P_{уст}^{вк} + P_{уст}^{мк}, \text{ кВт} \quad (3.14)$$

где $P_{уст}^{пк}, P_{уст}^{вк}, P_{уст}^{мк}$ – установленная мощность токоприемников паровой и водогрейной части котельной, соответственно.

$$P_{уст}^{пк} = p^n \cdot Q_{уст}^{пк}, \text{ кВт} \quad (3.15)$$

$$P_{уст}^{вк} = p^в \cdot Q_{уст}^{вк}, \text{ кВт} \quad (3.16)$$

$$P_{уст}^{мк} = p^с \cdot Q_{уст}^{мк}, \text{ кВт} \quad (3.17)$$

где $p^n, p^в$ – удельный расход электрической мощности паровой и водогрейной части котельной, соответственно, кВт/МВт, [1, стр.45, табл. П.1.7]

$$P_{уст}^{пк} = 33 \cdot 3,43 = 113,34 \text{ кВт};$$

$$P_{уст}^{вк} = 33 \cdot 9,7 = 320,23 \text{ кВт};$$

$$P_{уст} = 113,34 + 320,23 = 433,58 \text{ кВт}.$$

3.6 Годовой расход электроэнергии котельной

Годовой расход электроэнергии котельной:

$$W_{кот} = (P_{уст}^{пк} \cdot k_u \cdot T_T + P_{уст}^{вк} \cdot k_u \cdot T_o) \cdot k_э, \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \quad (3.18)$$

где $P_{уст}^{пк}, P_{уст}^{вк}$ – установленная мощность токоприемников паровой и водогрейной части котельной, соответственно;

k_u – коэффициент использования установленной электрической мощности, принимается в зависимости от значения $Q_{уст}$,

$$k_{увк}=0,6;$$

$$k_{ипк}=0,55 [1, \text{стр.14}];$$

$k_э$ – коэффициент использования оборудования во времени, $k_э =$

0,5[1,стр.14];

T_T, T_o – число часов работы в году паровых и водогрейных котлов, соответственно,

$$T_T = 6120 \text{ ч/год}; T_o = 181 \cdot 24 = 4344 \text{ ч/год};$$

$$W_{\text{кот}} = (113,34 \cdot 0,55 \cdot 6120 + 320,23 \cdot 0,6 \cdot 4344) \cdot 0,5 = 608082,76 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

Удельный расход электроэнергии на 1 Гкал тепла, отпущенную котельной:

$$\omega_{\text{кот}} = W_{\text{кот}} / Q_{\text{отп}} \quad (3.19)$$

$$\omega_{\text{кот}} = 608082,76 / 24849,78 = 24,47 \text{ кВт} \cdot \text{ч/Гкал}.$$

3.7 Годовой расход воды котельной

Годовой расход воды котельной:

$$G_B = G_T + G_{\text{ГВ}} + G_{\text{О}}, \text{ тыс.м}^3 \quad (3.20)$$

где G_m – расход воды на технологические нужды котельной, тыс.м^3 ;

$G_{\text{св}}$ – расход воды на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения (с централизованным приготовлением ГВ), тыс.м^3 ;

$Z_{\text{кот}}, T_{\text{кот}}$ – число дней и часов работы котельной в году: $Z_{\text{кот}} = 350 \text{ сут.};$

$$T_{\text{кот}} = Z_{\text{кот}} \cdot 24 = 350 \cdot 24 = 8400 \text{ ч}.$$

Значения средних удельных расходов воды (g) в расчетах принимаем:

- подпитка тепловой сети в отопительный период: $g_1^{\text{з}} = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$, в летний период: $g_1^{\text{л}} = 0,5$; $g_1^{\text{з}} = 7,5 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- восполнение потерь пара и конденсата: $g_2 = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- собственные нужды: $g_{\text{сн}} = 27 \text{ м}^3/\text{сут}$;
- подпитка обратной системы водоснабжения $g_3 = 19 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Расчет годового расхода воды котельной осуществляется по нормативному методу в табличной форме, согласно составу расходов по формулам табл. 3.3.

Таблица 3.3

Годовой расход воды котельной

| Вид потребления воды | Нормы расхода воды | | Условное обозначение | Расчетная формула | Подстановка | Расход воды, тыс. м ³ |
|--------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| | м ³ /ч | м ³ /сут | | | | |
| Технологические нужды: | | | | | | |
| - подпитка тепловой сети (зима) | 15 | | $G_{подп}$ | $[g_1^3 \cdot T_o + g_1^л \cdot (T_{кот} - T_o)] \cdot 10^{-3}$ | $[15 \cdot 4512 + 7,5 \cdot (8400 - 4344)] \cdot 10^{-3}$ | 95,58 |
| - подпитка тепловой сети (лето) | 7,5 | | | | | |
| - восполнение потерь пара и конденсата | 10 | | $G_{ном}$ | $g_2 \cdot T_{кот} \cdot 10^{-3}$ | $10 \cdot 8400 \cdot 10^{-3}$ | 84 |
| - собственные нужды водоподготовки | - | 27 | $G_{сн}$ | $g_{сн} \cdot Z_{кот} \cdot 10^{-3}$ | $27 \cdot 350 \cdot 10^{-3}$ | 9,45 |
| - подпитка оборотной системы водоснабжения | - | 19 | $G_{нос}$ | $g_3 \cdot Z_{кот} \cdot 10^{-3}$ | $19 \cdot 350 \cdot 10^{-3}$ | 6,65 |
| Итого на основные технологические нужды | | | $G_{от}$ | $G_{подп} + G_{ном} + G_{сн} + G_{нос}$ | $95,58 + 84 + 9,45 + 6,65$ | 195,68 |
| Прочие расходы | | | $G_{пр}$ | $0,03 \cdot G_{от}$ | $0,03 \cdot 195,68$ | 5,87 |
| Итого на технологические нужды | | | G_m | $G_{от} + G_{пр}$ | $195,68 + 5,87$ | 201,55 |
| ГВС | | | $G_{з.вс}$ | Пункт 1.2 | 19,56 | 19,56 |
| Итого: | | | $G_{в}$ | $G_m + G_{з.вс}$ | $201,55 + 19,56$ | 221,11 |

В данном разделе согласно рассчитанной тепловой нагрузке в разделе 1 выбрали котельные агрегаты, устанавливаемые в котельной. С учетом незначительной доли нагрузки ГВС предусмотрели установку котла малой мощности (Ква-0,4). Рассчитали установленную мощность котельной, которая составила 11,3 Гкал/ч. Рассчитали коэффициенты загрузки котельного оборудования: для паровых котлов он составил 0,825, а для водогрейных – 0,852 (для летнего периода) и 0,811 (для зимнего периода). Годовое число часов использования установленной мощности составило 2267,7 ч/год. Определили средневзвешенные удельные расходы топлива на выработку и отпуск тепла, которые составили 155,69 кг.у.т./Гкал и 160,51 кг у.т./Гкал, соответственно. Был также рассчитан удельный расход электроэнергии на 1 Гкал тепла, отпущенную котельной, он составил 24,47 кВт·ч/Гкал и не должен превышать предельное значение. Для котельной установленной мощностью до 26 Гкал/ч – 33 – 28 кВт·ч/Гкал. Из этого следует, что расход электроэнергии на котельной является допустимым. Годовой расход воды в котельной составил 221,11 тыс.м³/год.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, СЖАТОМ ВОЗДУХЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ

4.1 Потребность предприятия в электроэнергии

Потребность предприятия в электроэнергии (W_{np}) складывается из расходов ее по отдельным производственным подразделениям (W_{nn}), которые определяются на основе объема производства продукции (Π), удельных расходов (w_i) и косвенных норм (α_i) по направлениям использования по выражениям:

$$W_{np} = \frac{\sum_{nn}^n W_{nn} + W_{осв.n}}{1 - \alpha_{nom.n}}, \text{ кВт} \quad (4.1)$$

$$W_{nn_i} = \frac{w_i \cdot \Pi + W_{осв.i}}{1 - \alpha_{nom.i}}, \text{ кВт} \quad (4.2)$$

где $W_{осв.n}$, $W_{осв.i}$ – расходы электроэнергии на наружное освещение предприятия и на освещение подразделений предприятия, соответственно, кВт·ч, определяются в долях ($\alpha_{осв.n}$, $\alpha_{осв.i}$) от суммарного расхода электроэнергии на основные и вспомогательные нужды подразделений и предприятия в целом, соответственно; $\alpha_{nom.n}$, $\alpha_{nom.i}$ – доля потерь электроэнергии в общем электропотреблении подразделений и предприятия соответственно, о.е.

В расчетах принимаем: $\alpha_{осв.n} = 0,004$; $\alpha_{осв.i} = 0,03$; $\alpha_{nom.n} = 0,04$ $\alpha_{nom.i} = 0,03$

В годовое потребление на технологические нужды входит потребление энергии в электропечах, термических печах и сушильных установках; на энергетические нужды – в компрессорной и котельной; на вентиляционные нужды – в вентиляционном оборудовании.

Расчет производим в форме таблицы 4.1

Таблица 4.1

Годовое потребление предприятием электроэнергии

| № п/п | Цеха (подразделения) | Удельный расход электроэнергии по направлениям использования, кВт·ч/ед.прод | | | | | | Годовое потребление электроэнергии, тыс. кВт·ч | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|------------|---------------------|-----------|--------|----------|
| | | станочно- прессовое оборудование | электро- печи | термические печи | сушильные установки | вентиляц-е оборудование | производство энергоноси- телей | технологич-е нужды | силовые нужды | вентиляция | энергетич. нужды | освещение | потери | итого |
| 1 | Кузнечно-прессовый | 30,7 | 13,7 | 180,7 | 4,7 | 25,7 | | 1791,9 | 276,30 | 231,30 | | 68,99 | 73,25 | 2441,74 |
| 2 | Литейный | 25,7 | | 110,7 | 5,7 | 22,7 | | 1047,6 | 231,30 | 204,30 | | 44,50 | 47,25 | 1574,94 |
| 3 | Механический | 250,7 | | | 4,7 | 10,7 | | 42,30 | 2256,30 | 96,30 | | 71,85 | 76,29 | 2543,04 |
| 4 | Термический | 5,7 | 9,7 | 50,7 | 9,7 | 22,7 | | 630,90 | 51,30 | 204,30 | | 26,60 | 28,24 | 941,34 |
| 5 | Сборочный | 20,7 | | | | 5,7 | | | 186,30 | 51,30 | | 7,13 | 7,57 | 252,30 |
| 6 | Инструментальный | 30,7 | 25,7 | | | 6,7 | | 231,30 | 276,30 | 60,30 | | 17,04 | 18,09 | 603,03 |
| 7 | РМЦ | 36,7 | | | 2,7 | 2,7 | | 24,30 | 330,30 | 24,30 | | 11,37 | 12,07 | 402,34 |
| 8 | Компрессорная | | | | | | 81 | | | | 364,50 | 10,94 | 11,61 | 387,05 |
| 9 | Котельная | | | | | | 24,47 | | | | 608,08 | 18,24 | 19,37 | 645,70 |
| 10 | Заводоуправление | | | | | 3,2 | | | | 28,8 | | 0,86 | 0,92 | 30,58 |
| 11 | Столовая | 9,7 | 30,7 | | 2,2 | 9,7 | | 296,1 | 87,30 | 87,30 | | 14,12 | 14,99 | 499,82 |
| Итого по подразделениям | | 410,6 | 79,8 | 342,7 | 29,7 | 109,8 | | 4064,4 | 3695,4 | 988,2 | 972,58 | 291,62 | 309,66 | 10321,86 |
| Пр.общ.производ.: | | | | | | | | | | | | 40,05 | | |
| – наружное освещение | | - | | | | | | | | | | | | |
| – потери в зав. сетях | | | | | | | | | | | | | 431,75 | 471,79 |
| Всего по предприятию | | | | | | | | 4064,4 | 3695,4 | 988,2 | 972,58 | 331,67 | 741,4 | 10793,65 |

Годовое потребление электроэнергии на освещение, *тыс. кВт·ч*:

$$W_{\text{осв}_i} = (W_{\text{т.н}_i} + W_{\text{с.н}_i} + W_{\text{в}_i}) \cdot a_{\text{осв}_i}. \quad (4.3)$$

Годовое потребление электроэнергии, *тыс. кВт·ч*:

$$W_{\text{год}_i} = \frac{W_{\text{осв}_i} + W_{\text{т.н}_i} + W_{\text{с.н}_i} + W_{\text{в}_i}}{(1 - a_{\text{пот}_i})}. \quad (4.4)$$

Годовые потери, *тыс. кВт·ч*.

$$W_{\text{пот}_i} = W_{\text{год}_i} \cdot a_{\text{пот}_i} \quad (4.5)$$

Для кузнечно-прессового цеха:

$$\begin{aligned} W_{\text{осв}_{\text{к.-п.}}} &= (1791,9 + 276,3 + 231,3) \cdot 0,03 = 68,99 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч.} \\ W_{\text{год}_{\text{к.-п.}}} &= \frac{1791,9 + 276,3 + 231,3 + 68,99}{(1 - 0,03)} = 2441,74 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч.} \\ W_{\text{пот}_{\text{к.-п.}}} &= 2441,74 \cdot 0,03 = 73,25 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч.} \end{aligned}$$

Годовое потребление электроэнергии на наружное освещение, *тыс. кВт·ч*:

$$\begin{aligned} W_{\text{н.осв}} &= a_{\text{осв.п}} \cdot (W_{\text{год}_{\text{пр}}} - W_{\text{пот}_{\text{пр}}}) \quad (4.6) \\ W_{\text{н.осв}} &= 0,004 \cdot (10321,86 - 309,66) = 40,05 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч.} \end{aligned}$$

Годовые потери электроэнергии в заводских сетях, *тыс. кВт·ч*:

$$\begin{aligned} W_{\text{пот.зс}} &= \frac{W_{\text{н.осв}} + W_{\text{год}}}{(1 - a_{\text{пот.п}})} \cdot a_{\text{пот.п}} \quad (4.7) \\ W_{\text{пот.зс}} &= \frac{40,05 + 10321,86}{(1 - 0,04)} \cdot 0,04 = 431,75 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч.} \end{aligned}$$

4.2 Потребность предприятия в топливе технологическом

На предприятии в качестве технологического топлива используется газ для обработки заготовок – поковок и отливок. Удельный вес поковок – 0,65 т/шт, отливок – 0,7 т/шт.

Годовой расход топлива на технологические нужды:

$$B_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 \left(b_{i,j} \cdot m_i \cdot \Pi \right), \text{ т у.т./год} \quad (4.8)$$

где Π – годовой объем производства, тыс. шт, $\Pi = 9000$;

i – вид заготовок, подлежащих обработке;

j – вид обработки;

$b_{i,j}$ – удельный расход топлива, $т\cdot у.т./т$;

m – вес заготовки, $т/шт$.

При нагреве в газовых печах:

- вес заготовок (поковок) на рабочую программу:

$$m_1 \cdot \Pi = 0,65 \cdot 9000 = 5850 \text{ т/год.};$$

- годовой расход топлива:

$$B_1 = 0,27 \cdot 5850 = 1579,5 \text{ т у.т./год.}$$

- в том числе потери:

$$B_1^{\text{пот}} = 1579,5 \cdot 23/100 = 363,29 \text{ т у.т./год.}$$

- полезное использование:

$$B_1^{\text{пол}} = B_1 - B_1^{\text{пот}} = 1579,5 - 363,29 = 1216,22 \text{ т у.т./год.}$$

Расчет представим в форме таблицы 4.2.

Таблица 4.2

Потребность предприятия в топливе технологическом

| Вид обработки | Удельный расход топлива, т у.т./т | | Вес заготовки на годовую программу, т | | Годовой расход топлива, т у.т./год | В том числе | | |
|---------------------------|-----------------------------------------|---------|---------------------------------------------|---------|---------------------------------------------|-------------|------------|--------------------------------|
| | Поковки | Отливки | Поковки | Отливки | | Потери | | Полезное использо- вание |
| | | | | | | % | т у.т./год | т у.т./год |
| Нагрев в газовых печах | 0,27 | 0 | 5850 | 0 | 1579,5 | 23 | 363,29 | 1216,22 |
| Термообработка | 0,17 | 0,19 | 5850 | 6300 | 2191,5 | 24 | 525,96 | 1665,54 |
| Нормализация и отпуск | 0 | 0,051 | 0 | 6300 | 321,3 | 25 | 80,33 | 240,98 |
| ИТОГО | 0,44 | 0,241 | - | - | 4092,3 | - | 969,57 | 3122,73 |

4.3 Потребность предприятия в сжатом воздухе

Потребность предприятия в сжатом воздухе:

$$V_{с.в} = H_{св} \cdot П \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. м}^3/\text{год} \quad (4.9)$$

где $H_{св}$ – норма расхода сжатого воздуха на единицу продукции, $\text{м}^3/\text{шт.}$.
Принимаем $H_{св} = 500 \text{ м}^3/\text{шт.}$ [1, стр.20]

$$V_{с.в} = 500 \cdot 9000 \cdot 10^{-3} = 4500 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

В данном разделе определили потребность предприятия в электроэнергии (10793,65 тыс.кВт·ч/год), технологическом топливе (4092,3 ту.т./год) и сжатом воздухе (4500 тыс.м³/год).

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ РЕЗЕРВОВ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА

Для предприятия, имеющего в своей структуре котельную и использующего топливо для технологических целей, возможны следующие резервы экономии топлива:

1. *Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) при реализации технологических процессов обработки металла.*

Принимаем, что реализация этого направления обеспечит экономию технологического топлива ($\Delta B_{\text{тех}}$) по видам процессов (α_j) согласно табл. 5.1 по выражению:

Экономия топлива технологического:

$$\Delta B_{\text{тех}} = \sum_{j=1}^3 (\alpha_j / 100 \cdot B_{\text{пот } j}, \text{ т у.т./год} \quad (5.1)$$

где α_j – процент возможного использования ВЭР, таблица 5.1;

$B_{\text{пот } j}$ – потери топлива по процессам, таблица 4.2.

При нагреве металла:

$$\Delta B_{\text{тех}}^I = 0,3 \cdot 363,29 = 108,99 \text{ т у.т./год.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 5.1

Таблица 5.1

Экономия топлива технологического

| Вид процесса | Потери топлива, т у.т./год | Экономия топлива | |
|-----------------------|-------------------------------|------------------|------------|
| | | % | т у.т./год |
| Нагрев металла | 363,29 | 30 | 108,99 |
| Термообработка | 525,96 | 20 | 105,19 |
| Нормализация и отпуск | 80,33 | 10 | 8,03 |
| Итого | 969,57 | | 222,21 |

Тогда годовой расход топлива технологического:

$$B_{\text{тех}} = 4092,3 - 222,21 = 3870,09 \text{ т у.т./год} = 3365,30 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

2. *Снижение расходов теплоты на собственные нужды и потерь тепла в котельной* от реализации организационно-технических мероприятий как по отдельным котлоагрегатам, так и общекотельного оборудования согласно [1, табл. П.1.9]:

1. по отдельным котлоагрегатам: перевод котлов на автоматическое регулирование процессов горения и питания водой, выполнение режимных рекомендаций по горению: $\alpha_{сн.к} = 0,04$;

2. по общекотельному оборудованию: отказ от работы паровых питательных насосов: $\alpha_{сн.кот} = 0,03$.

Экономия топлива энергетического:

$$\Delta B_{эн} = b_{выр}^{cp} \cdot \Delta Q_{сн_кот} \cdot 10^{-3}, \text{ т у.т./год} \quad (5.2)$$

где $b_{выр}^{cp} = 155,69 \text{ кг у.т./Гкал}$.

$\Delta Q_{сн_кот}$ – снижение расходов теплоты на собственные нужды котельной в результате реализации ОТМ, Гкал/год:

$$\Delta Q_{сн_кот} = \Delta Q_{ОТМ_КА} + \Delta Q_{ОТМ_кот}, \quad (5.3)$$

где $\Delta Q_{ОТМ_КА}$; $\Delta Q_{ОТМ_кот}$ – снижение расхода теплоты на собственные нужды в результате выполнения ОТМ по отдельным котлоагрегатам и по общекотельному оборудованию, соответственно, Гкал/год:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{ОТМ_КА} &= Q_{сн_к} \cdot \alpha_{сн_к}, \text{ Гкал/год} \\ \Delta Q_{ОТМ_кот} &= Q_{сн} \cdot \alpha_{сн_кот}, \text{ Гкал/год} \end{aligned} \quad (5.4)$$

где $Q_{сн}$ – расход теплоты на собственные нужды котельной, $Q_{сн} = 768,55 \text{ Гкал/год}$

$Q_{сн_к}$ – расход теплоты на собственные нужды котлоагрегата:

$$Q_{выр_пк} = 13601,22 \text{ Гкал/год.}$$

$$Q_{отп_пк} = Q_{выр_пк} \cdot (1 - k_{с.н.}) = 13601,22 \cdot (1 - 0,03) = 13193,19 \text{ Гкал/год.}$$

$$Q_{сн_пк} = Q_{выр_пк} - Q_{отп_пк} = 13601,22 - 13193,19 = 408,04 \text{ Гкал/год.}$$

$$\Delta Q_{ОТМ_КА} = 408,04 \cdot 0,04 = 16,32 \text{ Гкал/год.}$$

$$\Delta Q_{ОТМ_кот} = 768,55 \cdot 0,03 = 23,06 \text{ Гкал/год.}$$

$$\Delta B_{эн_КА} = 158,73 \cdot 16,32 \cdot 10^{-3} = 2,59 \text{ т у.т./год.}$$

$$\Delta B_{эн_кот} = 155,69 \cdot 23,06 \cdot 10^{-3} = 3,59 \text{ т у.т./год.}$$

Полученные результаты расчетов представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Расчет снижения расхода тепловой энергии и топлива на собственные
нужды котельной

| Мероприятия по экономии ТЭР | Относи- тельная экономия, % | Расход тепла на СН $Q_{с.н}$, Гкал/год | Экономия тепла ΔQ , Гкал/год | Экономия топлива $\Delta B_{кот}$, т ут/год. |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. по ПК | 4 | 408,04 | 16,32 | 2,59 |
| 2. по котельной | 3 | 768,55 | 23,06 | 3,59 |
| <i>Итого</i> | | | 39,38 | 7,01 |

В данном разделе мы определили возможные резервы экономии топлива в результате снижения расходов теплоты на собственные нужды котельной от реализации организационно-технических мероприятий (7,01 т.у.т./год), экономию технологического топлива (222,21 т.у.т./год), суммарная экономия топлива (228,39 т у.т./год).

6 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Переводные коэффициенты определяются следующим образом:

- топливо: $\frac{Q_n^p}{Q_{ум}} = \frac{8050 \text{ ккал} / \text{м}^3}{7000 \text{ ккал} / \text{кг у.т.}} = 1,15 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{м}^3} = 1,15 \frac{\text{т у.т.}}{\text{тыс.м}^3}$;
- тепловая энергия: $b_{выр}^{ср} = 155,69 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}} = 0,15569 \frac{\text{т у.т.}}{\text{Гкал}}$;
- электроэнергия: $0,123 \frac{\text{т у.т.}}{\text{тыс.кВт} \cdot \text{ч}}$;
- сжатый воздух: $0,123 \frac{\text{т у.т.}}{\text{тыс.кВт} \cdot \text{ч}} \cdot 0,081 \frac{\text{тыс.кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс.м}^3} = 0,01 \frac{\text{т у.т.}}{\text{тыс.м}^3}$ (норма расхода электрической энергии $81 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$ [ИД]).

По результатам предыдущих расчетов составляются плановые энергетические балансы: тепловой баланс (таблица 6.1), баланс электрической энергии (таблица 6.2), синтезированный топливный баланс (таблица 6.3) и сводный топливно-энергетический баланс (таблица 6.4).

Таблица 6.1

Баланс тепла

| Статьи баланса | Приход | | Расход | |
|--------------------------------------------------|----------|--------|----------|--------|
| | Гкал | % | Гкал | % |
| 1. Получено со стороны | - | - | - | - |
| 2. Собственные генерирующие установки, в т.ч. | 25618,33 | 100,00 | - | - |
| - 2хДКВР-2,5/13 | 13601,22 | 53,09 | - | - |
| - 2хКВ-ГМ-4-150 | 11600,80 | 45,28 | - | - |
| - КВа-0,4 | 416,31 | 1,63 | - | - |
| Итого по разделам 1-2: | 25618,33 | 100,00 | | |
| 3. Производственные нужды | - | - | 12929,32 | 50,47 |
| 4. Вспомогательные и хозяйственные нужды, всего: | - | - | 11423,46 | 44,59 |
| - отопление | - | - | 6572,78 | 25,66 |
| - вентиляция | - | - | 3971,77 | 15,50 |
| - ГВС | - | - | 878,91 | 3,43 |
| 5. Отпуск на сторону | - | - | - | - |
| 6. Собственные нужды котельной | - | - | 768,55 | 3,00 |
| 7. Потери энергии в тепловых сетях | - | - | 497,00 | 1,94 |
| Итого по разделам 3-7: | - | - | 25618,33 | 100,00 |
| Баланс: | 25618,33 | 100,00 | 25618,33 | 100,00 |

Таблица 6.2

Баланс электрической энергии

| Статьи баланса | | Приход, тыс. кВт·ч | Расход, тыс. кВт·ч | | | | | | Итого | |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|---------------|-------|
| | | | техно- логич. нужды | энерге- тич. нужды | силовые нужды | венти- ляция | освеще- ние | потери | тыс. кВт·ч | % |
| 1. Получено со стороны | | 10793,65 | | | | | | | 10793,65 | 100,0 |
| 2. Генерирующие установки | | | | | | | | | | |
| - компрессорная | | | - | 364,50 | - | - | 10,94 | 11,61 | 387,05 | 3,59 |
| - котельная | | | - | 608,08 | - | - | 18,24 | 19,37 | 645,70 | 5,98 |
| итого по разделу 2: | | | - | 972,58 | - | - | 29,18 | 30,98 | 1032,74 | 9,57 |
| 3. Производство | | | | | | | | | | |
| осн-е цеха | - кузнечно-прессовый | | 1791,90 | - | 276,30 | 231,30 | 68,99 | 73,25 | 2441,74 | 22,62 |
| | - литейный | | 1047,60 | - | 231,30 | 204,30 | 44,50 | 47,25 | 1574,94 | 14,59 |
| | - механический | | 42,30 | - | 2256,30 | 96,30 | 71,85 | 76,29 | 2543,04 | 23,56 |
| | - термический | | 630,90 | - | 51,30 | 204,30 | 26,60 | 28,24 | 941,34 | 8,72 |
| | - сборочный | | - | - | 186,30 | 51,30 | 7,13 | 7,57 | 252,30 | 2,34 |
| всп. | - инструментальный | | 231,30 | - | 276,30 | 60,30 | 17,04 | 18,09 | 603,03 | 5,59 |
| | - ремонтно-механический | | 24,30 | - | 330,30 | 24,30 | 11,37 | 12,07 | 402,34 | 3,73 |
| итого по разделу 3: | | | 3768,30 | - | 3608,10 | 872,10 | 247,46 | 8758,72 | 8758,72 | 81,15 |
| 4. Непроизводственные потребители | | | | | | | | | | |
| - заводоуправление | | | - | - | - | 28,80 | 0,86 | 0,92 | 30,58 | 0,28 |
| - столовая | | | 296,1 | - | 87,30 | 87,30 | 14,12 | 14,99 | 499,82 | 4,63 |
| - наружное освещение | | | - | - | - | - | 40,05 | - | 40,05 | 0,37 |
| итого по разделу 4: | | | 296,1 | - | 87,30 | 116,10 | 55,03 | 15,91 | 570,45 | 5,29 |
| 5. Отпуск на сторону | | | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6. Потери в заводских сетях | | | | | | | | 431,75 | 431,75 | 4,00 |
| Баланс: | | 10793,65 | 4064,40 | 972,58 | 3695,40 | 988,20 | 331,67 | 741,40 | 10793,65 | 100,0 |
| Структура: | | 100,0 | 37,66 | 9,01 | 34,24 | 9,16 | 3,07 | 6,87 | 100,0 | |

Таблица 6.3

Синтезированный топливный баланс

| Элементы баланса | Обороты топлива | | | | Структура | |
|--------------------------------------------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------|--------------|
| | до ОТМ | | после ОТМ | | до ОТМ | после ОТМ |
| | тыс.м ³ | т у.т. | тыс.м ³ | т у.т. | % | % |
| Приход: | | | | | | |
| Поступило газа со стороны | 7026,84 | 8080,86 | 6828,24 | 7852,47 | 100,0 | 100,0 |
| Расход: | | | | | | |
| 1. Полезно использовано на: | 6012,40 | 6914,26 | 6012,40 | 6914,26 | 85,56 | 88,05 |
| 1.1. Технологические нужды, всего, в том числе: | 2715,42 | 3122,73 | 2715,42 | 3122,73 | 38,64 | 39,77 |
| – нагрев в газовых печах | 1057,58 | 1216,22 | 1057,58 | 1216,22 | 15,05 | 15,49 |
| – термообработка | 1448,30 | 1665,54 | 1448,30 | 1665,54 | 20,61 | 21,21 |
| – нормализация и отпуск | 209,54 | 240,98 | 209,54 | 240,98 | 2,98 | 3,07 |
| 1.2. Производство энергоносителей, всего, в том числе: | 3296,98 | 3791,53 | 3296,98 | 3791,53 | 46,92 | 48,28 |
| – производство пара | 1750,43 | 2012,99 | 1750,43 | 2012,99 | 24,91 | 25,64 |
| – горячей воды всего, в том числе: | 1546,56 | 1778,54 | 1546,56 | 1778,54 | 22,01 | 22,65 |
| – отопление | 889,85 | 1023,33 | 889,85 | 1023,33 | 12,66 | 13,03 |
| – вентиляция | 537,72 | 618,37 | 537,72 | 618,37 | 7,65 | 7,87 |
| – ГВС | 118,99 | 136,84 | 118,99 | 136,84 | 1,69 | 1,74 |
| 2. Потери, всего, в том числе | 1014,44 | 1166,61 | 815,84 | 938,21 | 14,44 | 11,95 |
| 2.1. В технологических процессах всего, в том числе: | 843,10 | 969,57 | 649,88 | 747,36 | 12,00 | 9,52 |
| – нагрев в газовых печах | 315,90 | 363,29 | 221,13 | 254,30 | 4,50 | 3,24 |
| – термообработка | 457,36 | 525,96 | 365,89 | 420,77 | 6,51 | 5,36 |
| – нормализация и отпуск | 69,85 | 80,33 | 62,86 | 72,29 | 0,99 | 0,92 |
| 2.2. Собственные нужды котельной | 104,05 | 119,66 | 98,68 | 113,48 | 1,48 | 1,45 |
| 2.3. Потери в сетях | 67,29 | 77,38 | 67,29 | 77,38 | 0,96 | 0,99 |
| Итого расход | 7026,84 | 8080,86 | 6828,24 | 7852,47 | 100,0 | 100,0 |

После всех мероприятий по экономии топливных ресурсов потребность предприятия в топливе составила 6828,24 тыс.м³, что на 198,6 тыс.м³ меньше чем до ОТМ.

Таблица 6.4

Сводный топливно-энергетический баланс

| № п/п | Вид энергоресурса | Единица измерения | Приход | | Переводной коэффициент | | Расход | | |
|--------|-------------------|--------------------|------------|---------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------|--------|
| | | | со стороны | собств-ое произв-во | значение | единица измерения | Вид ЭР и направление использования | т у.т. | % |
| 1 | Топливо | тыс.м ³ | 6828,24 | - | 1,15 | т у.т./тыс.м ³ | Топливо, всего | 7852,474 | 85,54 |
| | | | | | | | топливо технологическое | 3870,090 | 42,16 |
| 2 | Тепловая энергия | Гкал | - | 25618,33 | 0,15545 | ту.т./Гкал | топливо энергетическое | 3982,384 | 43,38 |
| 3 | Электроэнергия | тыс.кВт·ч | 10793,65 | - | 0,123 | т у.т./тыс.кВт·ч | электроэнергия | 1327,619 | 14,46 |
| 4 | Сжатый воздух | тыс.м ³ | - | 4500 | 0,010455 | т у.т./тыс.м ³ | в т.ч. на произв-во сжатого воздуха | 47,0475 | 0,51 |
| Итого: | | | | | | | | 9180,09 | 100,00 |

Значение переводного коэффициента после ОТМ: $b_{\text{выр}}^{\text{ср}*} = \frac{B_{\text{т.эн}}^{\text{ОТМ}}}{Q_{\text{выр}}^{\text{ОТМ}}} = \frac{3982,384}{25618,33} = 0,15545 \text{ т у.т. / Гкал} = 155,45 \text{ кг у.т. / Гкал.}$

7 РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ОТПУЩЕННОЙ ТЕПЛОТЫ

Определение себестоимости тепловой энергии включает в себя расчет годовых эксплуатационных расходов котельной по выражению:

$$I_{\text{кот}} = I_{\text{топ}} + I_{\text{вод}} + I_{\text{эл}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{соц.н}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{РЭО}} + I_{\text{пр}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (7.1)$$

где $I_{\text{топ}}$ – стоимость топлива, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{вод}}$ – стоимость воды, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{ЗП}}$ – годовой фонд заработной платы персонала котельной, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{соц.н}}$ – отчисления на социальные нужды, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{РЭО}}$ – затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание, *тыс.руб/год*;

$I_{\text{пр}}$ – общекотельные и прочие расходы, *тыс.руб/год*.

7.1 Стоимость топлива

Стоимость топлива:

$$I_{\text{топ}} = B_{\text{кот}} \cdot C_{\text{топ}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс.руб/год} \quad (7.2)$$

где $B_{\text{кот}}$ – годовой расход топлива котельной с учетом мероприятий по экономии топлива в натуральном выражении, *тыс.м³/год* [Табл.6.4];

$C_{\text{топ}}$ – цена за тыс.м³ топлива, *руб/тыс.м³* [2].

$C_{\text{топ}}^{\text{баз}} = 674,15 \text{ руб/тыс.м}^3$; $k_{\text{баз}} = 2,5481 \text{ руб/\$}$.

$$B_{\text{кот}} = B_{\text{нт}} - \Delta B_{\text{кот}} \cdot \frac{7000}{8050}, \text{ тыс.м}^3/\text{год},$$

где $B_{\text{нт}}$ – годовой расход топлива котельной без учета мероприятий по экономии топлива в натуральном выражении, *тыс.м³/год* [п.3.4, стр. 20];

$\Delta B_{\text{кот}}$ – экономия топлива в результате снижения расходов теплоты на собственные нужды котельной от реализации ОТМ, *тут/год* [табл. 5.2, стр. 31].

$$B_{\text{кот}} = 3468,32 - 6,18 \cdot \frac{7000}{8050} = 3462,94 \text{ тыс.м}^3/\text{год}.$$

На 10.02.2022 года курс доллара составил: $k_{\text{тек}} = 2,5600 \text{ руб/\$}$.

$$C_{\text{топ}} = C_{\text{топ}}^{\text{баз}} \cdot \frac{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{(Q_{\text{н}}^{\text{р}})_{\text{баз}}} \cdot \frac{k_{\text{тек}}}{k_{\text{баз}}} = 674,15 \cdot \frac{8050}{7900} \cdot \frac{2,5600}{2,5481} = 690,16 \text{ руб/тыс.м}^3.$$

$$I_{\text{топ}} = 3462,94 \cdot 690,16 \cdot 10^{-3} = 2389,98 \text{ тыс.руб/год}.$$

7.2 Стоимость воды

Стоимость воды:

$$I_{\text{вод}} = G_{\text{кот}} \cdot \Pi_{\text{вод}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (7.3)$$

где $G_{\text{кот}}$ – годовой расход воды котельной, тыс.м³/год [Табл.3.3];

$\Pi_{\text{вод}}$ – цена за 1 м³ воды, руб/м³: $\Pi_{\text{вод}} = 0,9267 \text{ руб/м}^3$ [3];

$$I_{\text{вод}} = 221,11 \cdot 0,9267 = 204,90 \text{ тыс.руб/год.}$$

7.3 Стоимость электроэнергии

Стоимость электроэнергии определяется по двухставочному тарифу:

$$I_{\text{эл}} = W_{\text{сн_кот}} \cdot \left(\frac{a \cdot 12}{T_{\text{max}}} + b \right) \cdot 10^{-3}, \text{ тыс.руб/год} \quad (7.4)$$

где $W_{\text{сн_кот}}$ – годовое потребление электрической энергии электроприемниками котельной, кВт·ч [раздел 3.6];

T_{max} – число часов использования предприятием максимальной нагрузки, ч, для непрерывного режима принимаем $T_{\text{max}} = 6000 \text{ ч}$;

a – основная ставка тарифа – стоимость 1 кВт максимальной мощности, руб/кВт·мес: $a_{\text{б}} = 27,55299 \text{ руб/кВт} \cdot \text{мес}$

$$a = a_{\text{б}} \cdot \left(0,31 + 0,69 \cdot \frac{K_{\text{тек}}}{K_{\text{баз}}} \right) = 27,55299 \cdot \left(0,31 + 0,69 \cdot \frac{2,5600}{2,5481} \right) = 27,64178 \text{ руб/кВт} \cdot \text{мес.} \quad (7.5)$$

b – дополнительная ставка тарифа – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·ч: $b_{\text{б}} = 0,23301 \text{ руб/кВт} \cdot \text{ч}$

$$b = b_{\text{б}} \cdot \left(0,31 + 0,69 \cdot \frac{K_{\text{тек}}}{K_{\text{баз}}} \right) = 0,23301 \cdot \left(0,31 + 0,69 \cdot \frac{2,5600}{2,5481} \right) = 0,23376 \text{ руб/кВт} \cdot \text{ч.} \quad (7.6)$$

где $K_{\text{тек}}$ – курс доллара на 10.02.2022г.: по данным Нац. Банка $K_{\text{тек}} = 2,5600 \text{ руб/}\$$

$K_{\text{б}}$ – базовый курс доллара: $K_{\text{б}} = 2,5481 \text{ руб/}\$$.

$$I_{\text{эл}} = 608082,76 \cdot \left(\frac{27,64178 \cdot 12}{6000} + 0,23376 \right) \cdot 10^{-3} = 175,76 \text{ тыс.руб/год.}$$

7.4 Годовой фонд заработной платы персонала котельной

Годовой фонд заработной платы обслуживающего персонала котельной:

$$I_{\text{ЗП}} = \Pi_{\text{кот}} \cdot T_{\text{ст}}^1 \cdot k_{\text{тар}}^{\text{сп}} \cdot k_{\text{твр}} \cdot 12 \cdot k_{\text{пр.доп}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (7.7)$$

где $\text{Ч}_{\text{кот}}$ – численность обслуживающего персонала котельной. Численность обслуживающего персонала котельной может быть определена на основе штатного расписания (таблица 7.1).

$T_{\text{ст}}^1 = 310 \text{руб}$ – тарифная ставка первого разряда [таблица 1];

$k_{\text{тар}}^{\text{ср}}$ – средневзвешенный тарифный коэффициент, равен 1,8;

$k_{\text{твр}}$ – коэффициент повышения тарифных ставок по технологическим видам работ, равен 1,2[5];

$k_{\text{пр,доп}}$ – коэффициент, учитывающий премиальные начисления и доплаты за стаж, принимаем его равным 1,6;

$k_{\text{пр,доп}}$ – коэффициент, учитывающий премиальные начисления и доплаты: премиальные начисления – 15%; доплаты: ночные – 15% (за работу в период 22.00-6.00); за профмастерство – 10% ; за стаж работы – 10%; надбавка за сложность и напряженность работы – 10% (ИТР).

Таблица 7.1

Персонал котельной

| № | Наименование | Количество, чел | Разряд | Тарифный коэффициент |
|---------------|--------------------------------------------|--------------------|--------|-------------------------|
| Руководители: | | | | |
| 1 | Начальник котельной | 1 | 15 | 3,48 |
| 2 | Старший мастер | 1 | 13 | 3,04 |
| 3 | Мастер | 1 | 11 | 2,65 |
| Рабочие: | | | | |
| 3 | Оператор | 3 | 6 | 1,9 |
| | | 2 | 5 | 1,73 |
| | | 2 | 4 | 1,57 |
| 4 | Аппаратчик ХВО | 1 | 4 | 1,35 |
| | | 1 | 3 | 1,57 |
| 5 | Слесарь по ремонту газового оборудования | 1 | 5 | 1,73 |
| | | 1 | 4 | 1,57 |
| 6 | Слесарь по ремонту котельного оборудования | 1 | 6 | 1,9 |
| | | 1 | 4 | 1,57 |
| 7 | Слесарь КИПиА | 1 | 6 | 1,9 |
| | | 1 | 5 | 1,73 |
| 8 | Слесарь-сантехник | 1 | 4 | 1,57 |
| 9 | Электромонтер | 1 | 5 | 1,73 |
| | | 2 | 4 | 1,57 |
| 10 | Электрогазосварщик котельного хозяйства | 1 | 4 | 1,57 |
| 10 | Уборщица | 1 | 2 | 1,16 |
| Итого | | 24 | | 1,83 |

$$И_{ЗП} = 24 \cdot 310 \cdot 1,83 \cdot 1,2 \cdot 1,6 = 309,4 \text{ тыс.руб/год.}$$

Тогда средняя заработная плата работников котельной:

$$ЗП_{\text{ср_кот}} = \frac{И_{ЗП}}{Ч_{\text{кот}} \cdot 12} = \frac{309,4 \cdot 1000}{24 \cdot 12} = 1090,22 \text{ руб/ (чел. \cdot мес).}$$

7.5 Отчисления на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды определяются в соответствии с нормативами отчислений и платежей по действующему законодательству пропорционально фонду оплаты труда (34% – отчисления на социальное страхование, 0,6% – отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев):

$$И_{\text{соц.н}} = И_{ЗП} \cdot (0,34 + 0,006), \text{ тыс.руб/год} \quad (7.8)$$

$$И_{\text{соц.н}} = 309,4 \cdot (0,34 + 0,006) = 107,05 \text{ тыс.руб/год.}$$

7.6 Капитальные затраты на сооружение котельной

Капитальные затраты на сооружение котельной наиболее точно определяются по сметно-финансовому расчету, но в связи с его сложностью в курсовой работе используем метод удельных капитальных вложений:

$$K_{\text{кот}} = (K_1 \cdot Q_{\text{ном1}} + K_n \cdot Q_{\text{номп}} (n - 1)) k_{\text{пер}}, \text{ тыс.руб} \quad (7.9)$$

где K_1, K_n – удельные капиталовложения для ввода первого и последующих котлоагрегатов, соответственно, тыс.руб/МВт(табл. П.1.11);

$Q_{\text{ном1}}, Q_{\text{номп}}$ – номинальная мощность первого и последующих агрегатов, МВт;

n – количество однотипных котлов;

$k_{\text{пер}}$ – коэффициент пересчета стоимости котельной, $k_{\text{пер}}=1,4$ (задается в исходных данных).

$$K_{\text{кот}} = K_{\text{об}} \cdot k_{\text{попр}} + K_{\text{зд}}, \text{ тыс.руб} \quad (7.10)$$

где $K_{\text{об}}$ – стоимость основного оборудования, тыс.руб;

$k_{\text{попр}}$ – коэффициент, учитывающий стоимость вспомогательного оборудования; $k_{\text{попр}}=1,5$;

$K_{\text{зд}}$ – стоимость зданий и сооружений (30% от всей стоимости);

$K_{\text{монтаж}}$ – стоимость монтажных работ (18% от всей стоимости).

$$K_{\text{кот}}^{\text{КВГМ}} = (55 \cdot 4,65 + 27 \cdot 4,65 \cdot (2-1)) \cdot 1,4 = 534,05 \text{ тыс.руб.}$$

$$K_{\text{кот}}^{\text{ДКВР}} = (75 \cdot \frac{2,5}{1,376} + 36 \cdot \frac{2,5}{1,376} \cdot (2-1)) \cdot 1,4 = 282,34 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость котельного агрегата Ква-0,4: 347000 росс.руб. Курс российского рубля по отношению к белорусскому по данным Национального банка Республики Беларусь на 10.02.2022 г. – 0,034265 бел.руб./росс.руб.

$$K_{\text{об}} = 347000 \cdot 0,034265 / 1000 = 11,89, \text{ тыс.руб}$$

$$K_{\text{кот}}^{\text{Ква}} = 11,89 \cdot 1,5 \cdot (1 + 0,18 / 0,52) \cdot (1 + 0,3 / 0,7) = 34,30 \text{ тыс.руб.}$$

$$K_{\text{кот}} = 534,05 + 282,34 + 34,30 = 850,69 \text{ тыс.руб.}$$

7.7 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления определяются в соответствии с нормами амортизации, по формуле:

$$I_{\text{ам}} = H_{\text{ам.ср}} \cdot K_{\text{кот}}, \text{ тыс. руб./год} \quad (7.11)$$

$$H_{\text{ам.ср}} = \alpha_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ам1}} + \alpha_{\text{об}} \cdot H_{\text{ам2}}$$

где $H_{\text{ам1}}, H_{\text{ам2}}$ – нормы амортизации [1, стр.29];

1 – по зданиям и сооружениям – 3,5%; 2 – по оборудованию – 8%;

$K_{\text{кот}}$ – капитальные затраты на сооружение котельной;

$\alpha_{\text{ср}}, \alpha_{\text{об}}$ – доля стоимости общестроительных работ и зданий и оборудования с монтажом в общей стоимости котельной, $\alpha_{\text{ср}} = 0,3$, $\alpha_{\text{об}} = 0,7$ [1, стр.47, Табл.П1.12];

$$H_{\text{ам.ср}} = 0,035 \cdot 0,3 + 0,7 \cdot 0,08 = 0,0665$$

$$I_{\text{ам}} = 0,0665 \cdot 850,69 = 56,57 \text{ тыс. руб./год.}$$

7.8 Затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание

Затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание:

$$I_{\text{РЭО}} = H_{\text{РЭО}} \cdot K_{\text{кот}}, \text{ тыс. руб./год} \quad (7.12)$$

где $H_{РЭО}$ – средняя норма отчислений на ремонтно-эксплуатационное обслуживание оборудования котельной, $H_{РЭО} = 5\%$ [1, стр.30].

$$И_{РЭО} = 0,05 \cdot 850,69 = 42,53 \text{ тыс.руб/год.}$$

7.9 Прочие расходы

Общекотельные и прочие расходы:

$$И_{пр} = H_{пр} \cdot И_{уП}, \text{ тыс.руб/год} \quad (7.13)$$

где $H_{пр}$ – норма прочих (накладных) расходов, %. Принимаем $H_{пр} = 30\%$ [1, стр.30];

$И_{у.п}$ – условно постоянные расходы, тыс. р./год.

$$\begin{aligned} И_{уП} &= И_{вод} + И_{зП} + И_{ам} + И_{соц.н} + И_{РЭО} + И_{эл} = 204,90 + 309,4 + \\ &+ 107,05 + 56,57 + 42,53 + 175,76 = 896,22 \text{ тыс. руб./год.} \end{aligned}$$

$$И_{пр} = 0,3 \cdot 896,22 = 268,87 \text{ тыс. руб./год.}$$

Тогда годовые эксплуатационные расходы котельной:

$$\begin{aligned} И_{кот} &= 2389,98 + 204,90 + 175,76 + 56,57 + 42,53 + \\ &+ 309,40 + 107,05 + 268,87 = 3555,08 \text{ тыс.руб/год.} \end{aligned}$$

7.10 Структура себестоимости отпущенной теплоты

Структура себестоимости теплоты, отпущенной из котельной, приведена в таблице 7.2.

Себестоимость единицы отпущенной теплоты определяется по выражению, тыс.р./Гкал:

$$S_{о.т.п} = \frac{И_{кот}}{Q_{о.т.п}}, \quad (7.14)$$

где $И_{кот}$ – годовые эксплуатационные расходы котельной, тыс.р./год

$$S_{отп} = \frac{3555,08}{24849,78} = 0,14306 \text{ тыс. руб./Гкал} = 143,06 \text{ руб./ Гкал.}$$

Топливная составляющая себестоимости тепла:

$$S_{\text{топ}} = \frac{2876,12}{24849,78} \cdot 1000 = 96,18 \text{ руб./Гкал.}$$

Таблица 7.2

Структура себестоимости отпущенной теплоты

| № п.п | Наименование элементов и статей затрат | Условное обозначение | Значение, тыс.руб. | Структура % |
|---------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|
| 1 | Материальные затраты, всего, в том числе: | $I_{\text{мз}}$ | 2770,65 | 77,93 |
| | - стоимость топлива | $I_{\text{т}}$ | 2389,98 | 67,23 |
| | - стоимость воды | $I_{\text{в}}$ | 204,90 | 5,76 |
| | - стоимость электроэнергии | $I_{\text{эл}}$ | 175,76 | 4,94 |
| 2 | Содержание и эксплуатация ЭО и сетей, всего, в том числе: | $I_{\text{сэ}}$ | 99,11 | 2,79 |
| | - амортизация | $I_{\text{ам}}$ | 56,57 | 1,59 |
| | - РЭО | $I_{\text{РЭО}}$ | 42,53 | 1,20 |
| 3 | Оплата труда | $I_{\text{зп}}$ | 309,40 | 8,70 |
| 4 | Отчисления на соц. нужды | $I_{\text{соц.н}}$ | 107,05 | 3,01 |
| 5 | Прочие | $I_{\text{пр}}$ | 268,87 | 7,56 |
| Итого: | | $I_{\text{кот}}$ | 3555,08 | 100,00 |

В данном разделе рассчитали годовые эксплуатационные расходы котельной, которые составили 3555,08 тыс.руб. Они включают в себя: стоимость топлива, воды, электроэнергии, годовой фонд заработной платы, отчисления на социальные нужды, амортизационные отчисления, затраты на сооружение котельной, на ремонтно-эксплуатационное обслуживание и прочие расходы. Наибольший вес в структуре затрат приходится на стоимость топлива (67,23 %), а наименьший – на ремонтно-эксплуатационные затраты (1,2 %). Рассчитали себестоимость единицы отпущенной теплоты, которая составила 143,06 руб./Гкал, топливная составляющая – 96,18 руб./Гкал.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Энергетическими затратами предприятия называются затраты, связанные с получением (покупкой или производством) энергоресурсов и их использованием в процессе производства.

Таким образом, энергетические затраты предприятия:

$$Z_3 = (I_{\text{эр}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{р.э.о}} + I_{\text{з.п}} + I_{\text{пр}}) \cdot 10^{-3}, \text{ млн.руб/год} \quad (8.1)$$

Стоимость энергоресурсов ($I_{\text{эр}}$) определяется исходя из их годового расхода (раздел 6) и действующих цен и тарифов:

$$I_{\text{эр}} = I_{\text{топ}} + I_{\text{эл.эн}} + I_{\text{вод}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (8.2)$$

$$I_{\text{топ}} = 6828,238 \cdot 690,16 \cdot 10^{-3} = 4712,58 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$I_{\text{эл.эн}} = 10793,65 \cdot 0,28904 = 3119,80 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$I_{\text{вод}} = 204,9 \text{ тыс.руб/год. [п.7.2]}$$

$$I_{\text{эр}} = 4712,58 + 3119,80 + 204,9 = 8037,27 \text{ тыс.руб/год.}$$

Стоимость основных производственных фондов энергохозяйства определяется упрощенно по выражению:

$$K_{\text{эх}} = k_{\text{уд}} \cdot B_{\Sigma}, \text{ тыс.руб/год} \quad (8.3)$$

где $k_{\text{уд}}$ – величина удельных капитальных вложений, тыс.руб/ту.т., принимаем

$$k_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{кот}}}{B_{\text{эн}}} = \frac{850,69}{3988,56} = 0,2133 \text{ тыс.руб/т у.т.}$$

B_{Σ} – годовой расход всех видов ТЭР, тут/год [Табл.6.4]

$$K_{\text{эх}} = 0,2133 \cdot 9180,093 = 1957,95 \text{ тыс.руб/год.}$$

Ежегодные амортизационные отчисления определяются исходя из стоимости основных производственных фондов энергохозяйства ($K_{\text{эх}}$) и средневзвешенной нормы амортизации (7%):

$$I_{\text{ам}} = 0,07 \cdot K_{\text{эх}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (8.4)$$

$$I_{\text{ам}} = 0,07 \cdot 1957,95 = 137,06 \text{ тыс.руб/год.}$$

Годовая зарплата работников энергохозяйства:

$$I_{зп} = \Phi_{зп} \cdot \chi_{эx}, \text{ тыс.руб/год} \quad (8.5)$$

где $\Phi_{зп}$ – годовой фонд оплаты труда с отчислениями на социальные нужды одного работника, руб/чел·год:

$$\Phi_{зп} = \frac{I_{э.п.} + I_{соц.п.}}{\chi_{кот}} = \frac{309,4 + 107,05}{24} = 17,35 \text{ тыс.руб/}(чел. \cdot \text{год}).$$

$\chi_{эx}$ – численность работников энергохозяйства предприятия, чел, принимается в размере 10...12 % от общей численности работников предприятия [1, стр.32]:

$$\chi_{эx} = 0,1 \cdot \chi_{ппп}, \text{ чел} \quad (8.6)$$

$$\chi_{эx} = 0,1 \cdot 1250 = 125 \text{ чел.}$$

$$I_{зп} = 17,35 \cdot 125 = 2169,02 \text{ тыс.руб/год.}$$

Величина годовых затрат на ремонтно-эксплуатационное обслуживание энергооборудования и сетей определяется в размере 5% от стоимости основных производственных фондов энергохозяйства [1, стр.32]

$$I_{рэо} = 0,05 \cdot K_{эx}, \text{ тыс.руб/год} \quad (8.7)$$

$$I_{рэо} = 0,05 \cdot 1957,95 = 97,9 \text{ тыс.руб/год.}$$

Прочие (накладные) расходы определяются аналогично пункту 7.9:

$$I_{пп} = H_{пп} \cdot I_{уп}, \text{ тыс.руб/год} \quad (8.8)$$

$$I_{уп} = I_{ам} + I_{р.э.о} + I_{зп} = 137,06 + 97,9 + 2169,02 = 2403,98 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$I_{пп} = 0,2 \cdot 2403,98 = 480,8 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$З_3 = 2169,02 + 137,06 + 480,8 + 97,9 + 8037,28 = 10922,05 \text{ тыс.руб/год.}$$

Структура энергетических затрат предприятия представлена в таблице 8.1.

Таблице 8.1

Структура энергетических затрат предприятия

| Наименование статей затрат | Условное обозначение | Значение, тыс. руб. | Структура, % |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------|
| 1. Стоимость энергоресурсов | $I_{\text{эр}}$ | 8037,27 | 73,59 |
| 2. Амортизация энергооборудования и сетей | $I_{\text{ам}}$ | 137,06 | 1,25 |
| 3. Ремонтно-эксплуатационное обслуживание | $I_{\text{рзо}}$ | 97,9 | 0,9 |
| 4. Оплата труда работников энергохозяйства с начислениями | $I_{\text{зп}}$ | 2169,02 | 19,86 |
| 5. Прочие | $I_{\text{пр}}$ | 480,8 | 4,4 |
| Итого: | $З_{\text{э}}$ | 10922,05 | 100,00 |

В данном разделе определили годовые энергетические затраты предприятия, которые составили 10922,05 тыс.руб./год, из них 73,59 % – стоимость энергоресурсов.

9 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА

9.1 Капитальные вложения в мероприятия по экономии топлива

Капитальные вложения в ОТМ по экономии топлива:

а) технологического: за счет использования более экономичных печей для нагрева металла (ОТМ 1):

$$K_{\text{тех}} = k_1 \cdot \Delta B_{\text{тех}}, \text{ тыс.руб / год} \quad (9.1)$$

где k_1 – удельные капитальные вложения в оборудование по использованию топлива технологического, тыс.руб/тут;

Из ИД: $k_1=590$ руб./т у.т.;

$\Delta B_{\text{тех}}$ – экономия топлива технологического, т у.т./год [Табл.5.1]:

$$K_{\text{тех}} = 590 \cdot 222,21 / 1000 = 131,10 \text{ тыс.руб / год.}$$

б) энергетического:

– за счет перевода котлов на автоматическое регулирование процессов горения и питания водой, выполнение режимных рекомендаций по горению (ОТМ 2.1):

$$K_{\text{Э1}} = k_2 \cdot \Delta Q_{\text{ОТМ_к}}, \text{ тыс.руб / год} \quad (9.2)$$

– за счет отказа от работы паровых питательных насосов (ОТМ 2.2):

$$K_{\text{Э2}} = k_2 \cdot \Delta Q_{\text{ОТМ_кот}}, \text{ тыс.руб / год} \quad (9.3)$$

где k_2 – удельные капитальные вложения в энергетические установки, тыс.руб/Гкал; из ИД: $k_2=220$ руб/Гкал;

$\Delta Q_{\text{ОТМ_к}}, \Delta Q_{\text{ОТМ_кот}}$ – экономия тепла за счет внедрения ОТМ 2.1 и ОТМ 2.2, соответственно, Гкал/год.

$$K_{\text{Э1}} = 220 \cdot 16,32 / 1000 = 3,59 \text{ тыс.руб / год.}$$

$$K_{\text{Э2}} = 220 \cdot 23,06 / 1000 = 5,07 \text{ тыс.руб / год.}$$

9.2 Финансовые результаты внедрения мероприятий по экономии топлива

Финансовые результаты первого года от внедрения ОТМ можно оценить по выражению:

$$P_{\text{ОТМ}} = \Delta I_{\text{ОТМ}} = \Delta I_{\text{т}} + \Delta I_{\text{ам}} - \Delta I_{\text{рзo}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (9.4)$$

где $\Delta I_{\text{т}}$ – экономия на текущих затратах на топливо, тыс.руб/год:

$$\Delta I_{\text{т}} = \Delta B \cdot C_{\text{топ}}, \text{ тыс.руб/год} \quad (9.5)$$

$\Delta I_{\text{ам}}$ – дополнительные амортизационные отчисления, за счет внедрения нового оборудования; тыс.руб/год:

$$\Delta I_{\text{ам}} = H_{\text{ам}} \cdot K, \text{ тыс.руб/год} \quad (9.6)$$

где $H_{\text{ам}}$ – норма амортизации, %:

$$H_{\text{ам}} = 1/T_{\text{сл}} \cdot 100\%,$$

где $T_{\text{сл}}$ – нормативный срок службы оборудования, лет.

ОТМ 1 (использование более экономичных газовых печей): машины и оборудование → машины и оборудование черной металлургии → Печи термические роликовые (кроме отпуска рельсов), колпаковые, протяжные, башенные, секционные и прочие термические и нагревательные печи во всех отраслях промышленности (шифр 43016) [7]: $T_{\text{сл}}=10$ лет.

ОТМ 2.1 (перевод котлов на автоматическое регулирование процессов горения и питания водой, выполнение режимных рекомендаций по горению): машины и оборудование → Приборы и устройства измерительные и регулирующие → Контрольно-измерительное и испытательное, сортировочное оборудование установки (шифр 47022)[7]: $T_{\text{сл}}=12$ лет;

$\Delta I_{\text{рзo}}$ – дополнительные издержки на ремонт установленного оборудования, тыс.руб/год:

$$\Delta I_{\text{рзo}} = H_{\text{р}} \cdot K, \text{ тыс.руб/год} \quad (9.7)$$

где $H_{\text{р}}$ – норма отчислений на ремонт оборудования, %, принимаем 5 %.

Финансовые результаты первого года от внедрения ОТМ 1:

$$\Delta I_{\text{т}} = 193,23 \cdot 690,16 \cdot 10^{-3} = 133,36 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$H_{\text{ам}} = 1/10 \cdot 100\% = 10\%.$$

$$\Delta I_{\text{ам}} = 0,1 \cdot 131,1 = 13,11 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$\Delta I_{\text{р.э.о}} = 0,05 \cdot 131,1 = 6,56 \text{ тыс.руб/год.}$$

$$P_{\text{ОТМ}} = \Delta I_{\text{ОТМ}} = 133,36 + 13,11 - 6,56 = 139,91 \text{ тыс.руб/год.}$$

Результаты расчета представим в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Финансовые результаты внедрения ОТМ.

| Показатели | Условное обозначение | Единица измерения | Значение | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------|---------|
| | | | ОТМ 1 | ОТМ 2.1 |
| Капитальные вложения | $K_{\text{ОТМ}}$ | тыс. руб. | 131,10 | 3,59 |
| Годовая экономия топлива | ΔB | тыс. м ³ /год | 193,23 | 2,25 |
| | $\Delta И_{\text{Т}}$ | тыс. руб./год | 133,36 | 1,55 |
| Срок службы | $T_{\text{сл}}$ | лет | 10 | 12 |
| Норма амортизации | $H_{\text{ам}}$ | % | 10 | 8,33 |
| Норма на ремонт | $H_{\text{р}}$ | % | 5 | 5 |
| Издержки амортизации | $\Delta И_{\text{ам}}$ | тыс. руб./год | 13,11 | 0,30 |
| Издержки на ремонт | $\Delta И_{\text{рз}}$ | тыс. руб./год | 6,56 | 0,18 |
| Финансовый результат | $P_{\text{ОТМ}}$ | тыс. руб./год | 139,91 | 1,67 |

9.3 Показатели экономической эффективности

Расчет показателей экономической эффективности проводим для ОТМ 1 и ОТМ 2.1. Норму дисконтирования принимаем в соответствии с исходными данными $p=11\%$.

1. *Срок окупаемости (статический) $T_{\text{ок.стат}}$:*

$$T_{\text{ок.стат}} = \frac{K_{\text{ОТМ}}}{P_{\text{ОТМ}}}, \text{ лет} \quad (9.8)$$

$$T_{\text{ок.стат}}^{\text{ОТМ1}} = \frac{131,1}{139,91} = 0,94 \text{ лет.}$$

2. *Чистый дисконтированный доход ЧДД (экономический эффект от внедрения ОТМ за весь срок расчетного периода Т):*

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (P_t - K_t) \cdot d_t, \text{ тыс. руб.} \quad (9.9)$$

где P_t – финансовый результат ОТМ в году, t ;

K_t – капиталовложения в году t ;

$(P_t - K_t)$ – поток наличности в году, t ;

d_t – коэффициент дисконтирования текущего года:

$$d_t = \frac{1}{(1+p)^t} \quad (9.10)$$

где p – норма дисконтирования, о. е.

Расчет представим в форме таблиц 9.2 и 9.3.

Таблица 9.2

Определение чистого дисконтированного дохода (при норме дисконтирования – $p=11\%$) в случае использования более экономичных печей для нагрева металла

| Годы, Т | Капиталь- ные вложения, тыс.руб., К | Финансовый результат, тыс.руб. P_t ,. | Денежный поток $P_t - K_t$ | Коэффициент д исконти- рования, d_t | Дисконтиро- ванная стоимость, тыс.руб. $ДС_t$. | Чистый дискон- тированный доход, тыс. руб. $ЧДД_t$, |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 0 | 131,10 | 0 | -131,1 | 1,00 | -131,10 | -131,10 |
| 1 | | 139,91 | 139,91 | 0,90 | 126,05 | -5,06 |
| 2 | | 139,91 | 139,91 | 0,81 | 113,56 | 108,50 |
| 3 | | 139,91 | 139,91 | 0,73 | 102,30 | 210,80 |
| 4 | | 139,91 | 139,91 | 0,66 | 92,16 | 302,97 |
| 5 | | 139,91 | 139,91 | 0,59 | 83,03 | 386,00 |
| 6 | | 139,91 | 139,91 | 0,53 | 74,80 | 460,80 |
| 7 | | 139,91 | 139,91 | 0,48 | 67,39 | 528,19 |
| 8 | | 139,91 | 139,91 | 0,43 | 60,71 | 588,90 |
| 9 | | 139,91 | 139,91 | 0,39 | 54,70 | 643,60 |
| 10 | | 139,91 | 139,91 | 0,35 | 49,27 | 692,87 |

3. Срок окупаемости (динамический) $T_{ок.дин}$:

$$T_{ок.дин} = t - \frac{ЧДД_t}{ЧДД_{t+1} - ЧДД_t}, \text{ лет} \quad (9.11)$$

где t – последний год, в котором накопленная $ЧДД(ЧДД_t)$ имеет отрицательное значение, лет;

$ЧДД_{t+1}$ – накопленная $ЧДД$ в $t+1$ (следующем) году, млн.руб.

$$T_{ок.дин}^{отм1} = 1 - \frac{-5,06}{108,5 - (-5,06)} = 1,04 \text{ лет.}$$

Таблица 9.3

Определение чистого дисконтированного дохода (при норме дисконтирования – $p = 11\%$) в случае перевода котлов на автоматическое регулирование процессов горения и питания водой, выполнение режимных рекомендаций по горению

| Годы, Т | Капиталь- ные вложения, тыс.руб., К | Финансовый результат, тыс.руб. P_t . | Денежный поток $P_t - K_t$ | Коэффи- циент диско- нти- рования, d_t | Дисконтиро- ванная стоимость, тыс.руб. $ДС_t$. | Чистый дискон- тированный доход, тыс. руб. $ЧДД_t$. |
|------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 0 | 3,59 | 0 | -3,59 | 1,00 | -3,59 | -3,59 |
| 1 | | 1,67 | 1,67 | 0,90 | 1,51 | -2,08 |
| 2 | | 1,67 | 1,67 | 0,81 | 1,36 | -0,72 |
| 3 | | 1,67 | 1,67 | 0,73 | 1,22 | 0,50 |
| 4 | | 1,67 | 1,67 | 0,66 | 1,10 | 1,60 |
| 5 | | 1,67 | 1,67 | 0,59 | 0,99 | 2,60 |
| 6 | | 1,67 | 1,67 | 0,53 | 0,90 | 3,49 |
| 7 | | 1,67 | 1,67 | 0,48 | 0,81 | 4,30 |
| 8 | | 1,67 | 1,67 | 0,43 | 0,73 | 5,03 |
| 9 | | 1,67 | 1,67 | 0,39 | 0,65 | 5,68 |
| 10 | | 1,67 | 1,67 | 0,35 | 0,59 | 6,27 |
| 11 | | 1,67 | 1,67 | 0,32 | 0,53 | 6,80 |
| 12 | | 1,67 | 1,67 | 0,29 | 0,48 | 7,28 |

4. внутренняя норма доходности $p_{вн}$:

$$p_{вн} = p_1 - \frac{ЧДС_1 \cdot (p_2 - p_1)}{ЧДС_2 - ЧДС_1}, \% \quad (9.12)$$

где p_1 и p_2 – две пограничные нормы дисконтирования, которым соответствуют значения ЧДС ($ЧДС_1$ и $ЧДС_2$, соответственно), противоположные по знаку: $p_1 = 11\%$; $p_2 = 107\%$ (для ОТМ 1) и $p_1 = 11\%$; $p_2 = 50\%$ (для ОТМ 2.1).

$$p_{вн}^{ОТМ1} = 11 - \frac{692,87 \cdot (107 - 11)}{-0,44 - 692,87} = 106,94 \%$$

$$p_{вн}^{ОТМ2.1} = 11 - \frac{7,28 \cdot (50 - 10)}{-0,27 - 7,28} = 48,62 \%$$

Результаты расчета ЧДД при p_1 и p_2 представлены в таблицах 9.4 и 9.5 (для ОТМ1 и ОТМ2.1).

Таблица 9.4

Определение чистого дисконтированного дохода (при норме дисконтирования – $r=107\%$) в случае использования более экономичных печей для нагрева металла

| Годы, Т | Капиталь- ные вложения, тыс.руб., К | Финансовый результат, тыс.руб. P_t ,. | Денежный поток $P_t - K_t$ | Коэффи- циент диско- нти- рования, d_t | Дисконтиро- ванная стоимость, тыс.руб. $ДС_t$. | Чистый дискон- тированный доход, тыс. руб. $ЧДД_t$, |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 0 | 131,1 | 0,00 | -131,10 | 1 | -131,10 | -131,10 |
| 1 | | 139,91 | 139,91 | 0,4831 | 67,59 | -63,51 |
| 2 | | 139,91 | 139,91 | 0,2334 | 32,65 | -30,86 |
| 3 | | 139,91 | 139,91 | 0,1127 | 15,77 | -15,09 |
| 4 | | 139,91 | 139,91 | 0,0545 | 7,62 | -7,47 |
| 5 | | 139,91 | 139,91 | 0,0263 | 3,68 | -3,79 |
| 6 | | 139,91 | 139,91 | 0,0127 | 1,78 | -2,01 |
| 7 | | 139,91 | 139,91 | 0,0061 | 0,86 | -1,15 |
| 8 | | 139,91 | 139,91 | 0,0030 | 0,42 | -0,73 |
| 9 | | 139,91 | 139,91 | 0,0014 | 0,20 | -0,53 |
| 10 | | 139,91 | 139,91 | 0,0007 | 0,10 | -0,44 |

Таблица 9.5

Определение чистого дисконтированного дохода (при норме дисконтирования – $r=50\%$) в случае перевода котлов на автоматическое регулирование процессов горения и питания водой, выполнение режимных рекомендаций по горению

| Годы, Т | Капиталь- ные вложения, тыс.руб., К | Финансовый результат, тыс.руб. P_t ,. | Денежный поток $P_t - K_t$ | Коэффициент дисконти- рования, d_t | Дисконтиро- ванная стоимость, тыс.руб. $ДС_t$. | Чистый дискон- тированный доход, тыс. руб. $ЧДД_t$, |
|------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 0 | 3,59 | 0,00 | -3,59 | 1,000 | -3,59 | -3,59 |
| 1 | | 1,67 | 1,67 | 0,667 | 1,12 | -2,47 |
| 2 | | 1,67 | 1,67 | 0,444 | 0,74 | -1,73 |
| 3 | | 1,67 | 1,67 | 0,296 | 0,50 | -1,23 |
| 4 | | 1,67 | 1,67 | 0,198 | 0,33 | -0,90 |
| 5 | | 1,67 | 1,67 | 0,132 | 0,22 | -0,68 |
| 6 | | 1,67 | 1,67 | 0,088 | 0,15 | -0,54 |
| 7 | | 1,67 | 1,67 | 0,059 | 0,10 | -0,44 |
| 8 | | 1,67 | 1,67 | 0,039 | 0,07 | -0,37 |
| 9 | | 1,67 | 1,67 | 0,026 | 0,04 | -0,33 |
| 10 | | 1,67 | 1,67 | 0,017 | 0,03 | -0,30 |
| 11 | | 1,67 | 1,67 | 0,012 | 0,02 | -0,28 |
| 12 | | 1,67 | 1,67 | 0,008 | 0,01 | -0,27 |

Также определим внутреннюю норму доходности графическим методом. Графики представлены на рисунке 1 для ОТМ 1 и на рисунке 2 для ОТМ 2.1.

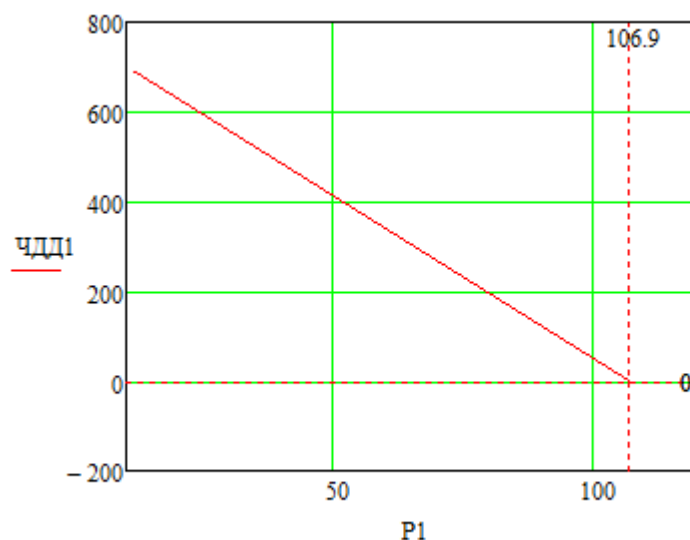


Рисунок 1 – Определение внутренней нормы доходности для ОТМ 1

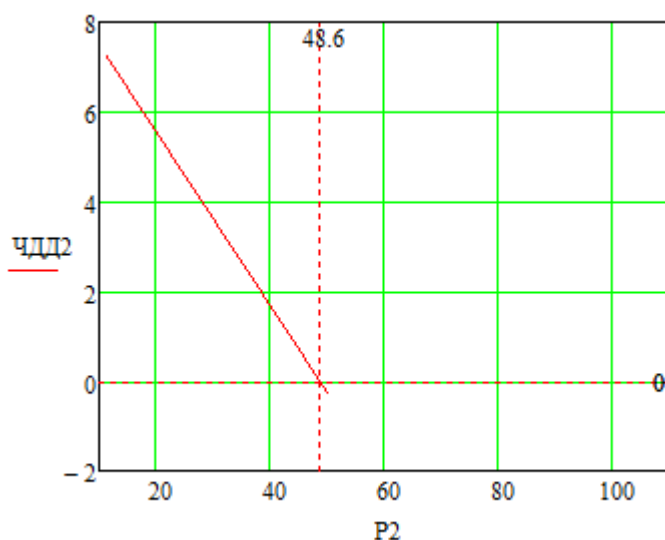


Рисунок 2 – Определение внутренней нормы доходности для ОТМ 2.1

Определим динамический срок окупаемости графическим методом. Графики представлены на рисунке 3 для ОТМ 1 и на рисунке 4 для ОТМ 2.1.

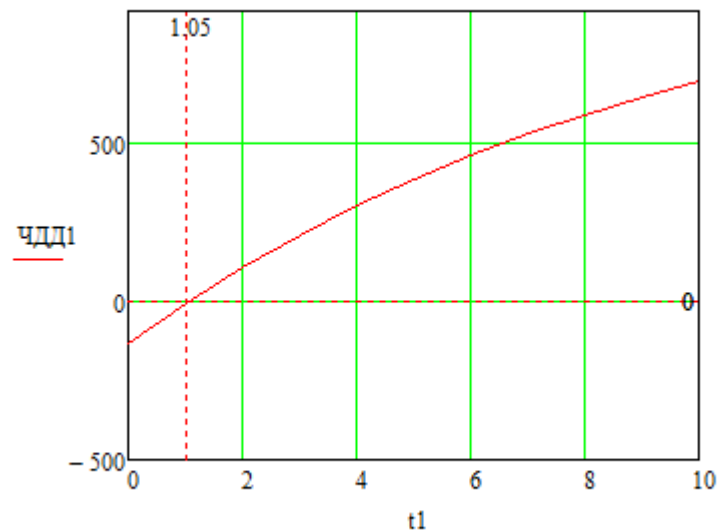


Рисунок 3 – Определение динамического срока окупаемости для ОТМ 1

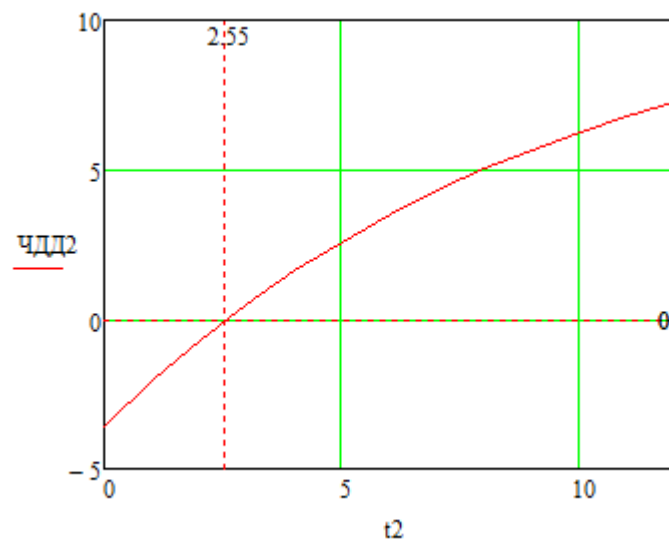


Рисунок 4 – Определение динамического срока окупаемости для ОТМ 2.1

5. индекс доходности (рентабельность капитала) R_k :

$$ИД = \frac{\sum P_t \cdot d_t}{\sum K_t \cdot d_t} = \frac{P_1 \cdot d_c}{K_{ОТМ}} \quad (9.13)$$

где P_1 – финансовый результат первого года (или среднегодовой), тыс.руб;

d_c – совокупный коэффициент дисконтирования, позволяющий определить сумму дисконтированных потоков (доходов и расходов) за весь срок реализации проекта по величине потока одного года:

$$d_c = \frac{(1+p)^{T_{сл}} - 1}{(1+p)^{T_{сл}} \cdot p} \quad (9.14)$$

$$d_c^{отм1} = \frac{(1+0,11)^{10} - 1}{(1+0,11)^{10} \cdot 0,11} = 5,889.$$

$$ИД^{отм1} = \frac{139,91 \cdot 5,889}{131,1} = 6,28.$$

6. среднегодовой экономический эффект $ЧДД_{год}$:

$$ЧДД_{год} = ЧДС \cdot a, \text{ млн.руб/год} \quad (9.15)$$

где a – переводной коэффициент совокупных затрат и результатов в однородные годовые в течение всего срока реализации проекта:

$$a = \frac{p \cdot (1+p)^{T_{сл}}}{(1+p)^{T_{сл}} - 1} \quad (9.16)$$

$$a^{отм1} = \frac{0,11 \cdot (1+0,11)^{10}}{(1+0,11)^{10} - 1} = 0,170.$$

$$ЧДД_{год}^{отм1} = 692,87 \cdot 0,170 = 117,65 \text{ тыс.руб/год.}$$

Показатели экономической эффективности сводим в таблицу 9.8.

Таблица 9.8

Показатели экономической эффективности

| Наименование | Обозначение | Единица измерения | ОТМ 1 | ОТМ 2.1 |
|---------------------------------------|---------------|-------------------|--------|---------|
| 1. Чистый дисконтированный доход | $ЧДС$ | тыс.руб | 692,87 | 7,28 |
| 2. Срок окупаемости статический | $T_{ок.стат}$ | лет | 0,94 | 2,14 |
| 3. Срок окупаемости динамический | $T_{ок.дин}$ | лет | 1,04 | 2,55 |
| 4. Индекс доходности | $ИД$ | - | 6,28 | 3,03 |
| 5. Внутренняя норма доходности | $r_{вн}$ | % | 106,94 | 48,62 |
| 6. Среднегодовой экономический эффект | $ЧДД_{год}$ | тыс.руб/год | 117,65 | 1,12 |

В данном разделе оценили экономическую эффективность мероприятий по экономии топлива. Организационно-техническое мероприятие оправдано, если выполняются следующие условия: $T_{ок.стат} \leq 5 \text{ лет}$; $T_{ок.дин} \leq 8 \text{ лет}$; $ЧДС > 0$; $ИД \geq 1$; $r_{вн} > r_{банк}$. Так как все вышеперечисленные условия выполняются для каждого мероприятия, направленного на снижение топлива [Табл.9.8], то имеет смысл проведение всех мероприятий.

10 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

Дополнительно рассчитываем следующие показатели:

1. Энерговооруженность труда:

$$\mathcal{E}_{\text{вт}} = \frac{B_{\Sigma}}{q_{\text{ппп}}}, \text{ т у.т./чел} \quad (10.1)$$

где B_{Σ} – годовой расход топлива и всех видов энергии в пересчете на условное топливо с учетом ОТМ, т у.т./год [Табл.6.4]:

$$\mathcal{E}_{\text{вт}} = \frac{9180,09}{1250} = 7,34 \text{ т у.т./чел.}$$

2. Электровооруженность труда:

$$\mathcal{E}_{\text{л.вт}} = \frac{W}{q_{\text{ппп}}}, \text{ тыс.кВт} \cdot \text{ч/чел} \quad (10.2)$$

где W – суммарное годовое потребление электроэнергии, кВт·ч/год [Табл.4.1]:

$$\mathcal{E}_{\text{л.вт}} = \frac{10793,65}{1250} = 8,63 \text{ тыс.кВт} \cdot \text{ч/чел.}$$

3. Энергоемкость продукции:

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = \frac{B_{\Sigma}}{\Pi}, \text{ т у.т./шт} \quad (10.3)$$

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = \frac{9180,09}{9000} = 1,02 \text{ т у.т./шт.}$$

4. Электроемкость продукции:

$$\mathcal{E}_{\text{л.п}} = \frac{W}{\Pi}, \text{ тыс.кВт} \cdot \text{ч/шт} \quad (10.4)$$

$$\mathcal{E}_{\text{л.п}} = \frac{10793,65}{9000} = 1,1993 \text{ тыс.кВт} \cdot \text{ч/шт} = 1199,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/шт.}$$

5. Теплоемкость продукции:

$$T_{\text{п}} = \frac{Q}{\Pi}, \text{ Гкал/шт} \quad (10.5)$$

где Q – суммарное годовое потребление тепловой энергии предприятием, Гкал [Табл.6.4]:

$$T_{\text{п}} = \frac{24352,78}{9000} = 2,706 \text{ Гкал/шт} = 2706 \text{ Мкал / шт.}$$

Технико-экономические показатели приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1

Основные технико-экономические показатели котельной

| Наименование | Обозначение | Единица измерения | Значение |
|------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|-----------|
| Показатели котельной | | | |
| Расчетная производительность | Q_p | <i>МВт</i> | 8,69 |
| | | <i>Гкал/ч</i> | 7,47 |
| Установленная мощность | $Q_{уст}$ | <i>МВт</i> | 13,14 |
| | | <i>Гкал/ч</i> | 11,30 |
| Годовая выработка тепла | $Q_{выр}$ | <i>Гкал/год</i> | 25618,33 |
| | | <i>ГДж/год</i> | 107263,94 |
| Годовой отпуск тепла | $Q_{отп}$ | <i>Гкал/год</i> | 24849,78 |
| | | <i>ГДж/год</i> | 104046,02 |
| Годовое число часов использования установленной мощности | h_y | <i>час/год</i> | 2267,67 |
| Годовой расход условного топлива до ОТМ после ОТМ | B_{yt} | <i>т у.т./год</i> | 3988,56 |
| | | | 3982,38 |
| Годовой расход натурального топлива до ОТМ после ОТМ | $B_{нт}$ | <i>тыс.м³/год</i> | 3468,32 |
| | | | 3462,94 |
| Установленная мощность токоприемников | $P_{уст}$ | <i>кВт</i> | 433,58 |
| Годовой расход электроэнергии котельной | $W_{кот}$ | <i>тыс.кВт·ч/год</i> | 608,08 |
| Численность обслуживающего персонала | $Ч_{кот}$ | <i>чел</i> | 24 |
| Капитальные вложения | $K_{кот}$ | <i>тыс.руб.</i> | 850,69 |
| Годовые эксплуатационные расходы | $И_{кот}$ | <i>млн.руб/год</i> | 3,254 |
| Удельные показатели котельной | | | |
| <i>на единицу установленной мощности:</i> | | | |
| - капитальные затраты; | $K_{уд}$ | <i>тыс.руб/МВт</i> | 64,75 |
| - численность персонала. | $n_{кот}$ | <i>чел/МВт</i> | 1,8 |
| <i>на единицу отпущенного тепла:</i> | | | |
| Удельный расход условного топлива до ОТМ после ОТМ | $b_{отп}$ | <i>кг у.т./Гкал</i> | 160,51 |
| | | | 160,26 |

| Наименование | Обозначение | Единица измерения | Значения |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Удельный расход электроэнергии | $\omega_{\text{кот}}$ | кВт·ч/Гкал | 24,47 |
| Себестоимость тепла в т.ч. топливная составляющая | $S_{\text{отп}}$ $S_{\text{топ}}$ | руб/Гкал | 143,06 96,18 |
| Показатели работы энергохозяйства предприятия | | | |
| Годовой расход топлива до ОТМ после ОТМ | B | т у.т./год | 8080,86 7852,47 |
| Годовая экономия топлива | ΔB | т у.т./год % | 228,39 2,91 |
| Годовое потребление электроэнергии | W | тыс. кВт·ч/год | 10793,65 |
| Годовое потребление тепла | Q | Гкал/год | 24352,78 |
| Годовое суммарное потребление ТЭР | $B_{\text{тэр}}$ | т у.т./год | 9180,09 |
| Годовая потребность в сжатом воздухе | $V_{\text{св}}$ | тыс.м ³ /год | 4500 |
| Общая численность персонала энергохозяйства | $\text{Ч}_{\text{эх}}$ | чел. | 125 |
| Энергозатраты на производство продукции | Z_9 | тыс. руб./год | 10922,1 |
| Удельные энергозатраты на производство продукции | \bar{Z}_9 | тыс. руб./шт. | 1,214 |
| Энерговооруженность труда | $\mathcal{E}_{\text{вт}}$ | т у.т./чел | 7,34 |
| Электровооруженность труда | $\mathcal{E}_{\text{лвт}}$ | тыс.кВт·ч/чел | 8,63 |
| Энергоемкость продукции | $\mathcal{E}_{\text{п}}$ | т у.т./шт. | 1,02 |
| Электроемкость продукции | $\mathcal{E}_{\text{лп}}$ | кВт·ч/шт. | 1199,3 |
| Теплоемкость продукции | $T_{\text{п}}$ | Мкал/шт. | 2705,9 |

В данном разделе рассчитаны основные технико-экономические показатели проекта и представлены в табличной форме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения расчета курсовой работы был приобретен опыт техники расчета по основным вопросам экономики, организации планирования и управления энергетического норматива, были использованы средства вычислительной техники при решении технико-экономических вопросов. Данные расчеты показывают всю энергетическую структуру предприятия и позволяют оценить эффективность использования топливных и энергетических ресурсов предприятия, что является главным вопросом в стремлении экономии топливных и энергетических ресурсов не только предприятия, но и государства.

В курсовой работе были рассчитаны следующие показатели:

– потребность предприятия в топливе, тепле, электроэнергии и сжатом воздухе;

$$B = 9180,09 \text{ т у.т./год};$$

$$Q = 24352,78 \text{ Гкал/год};$$

$$W = 10793,65 \text{ тыс.кВт}\times\text{ч/год};$$

$$V_{св} = 4500 \text{ тыс.м}^3/\text{год}.$$

– результаты внедрения организационно-технических мероприятий. По результатам расчетов можно судить о целесообразности и экономической эффективности этих мероприятий. Так благодаря мероприятию, направленному на снижение топлива в технологических установках, удалось снизить расход на следующую величину:

$$\Delta B_{mex} = 222,21 \text{ т у.т./год}.$$

А благодаря мероприятиям, направленным на снижение топлива в энергетических установках, удалось снизить расход на следующую величину:

$$\Delta B_{ЭН} = 6,18 \text{ т у.т./год}.$$

– себестоимость единицы отпускаемой теплоты, а так же топливную составляющую:

$$S_{отп} = 143,06 \text{ руб/Гкал};$$

$$S_{топ} = 96,18 \text{ руб/Гкал}.$$

– Удельные энергозатраты на производство продукции:

$$\bar{z}_э = 1,214 \text{ тыс.руб/шт}.$$

– подведены итоги в виде технико-экономических показателей проекта в виде таблицы. В данной таблице приведены как все основные технико-экономические показатели, так и дополнительные показатели.

Актуальность данных расчетов в том, что они проводятся на всех без исключения предприятиях энергетики и являются неотъемлемой частью политики государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация производства и управление предприятием : учеб.-метод. пособие по одной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. и заоч. форм обучения / Г. А. Прокопчик, О. А. Полозова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 50 с.
2. О ценах на природный газ. Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 20.01.2022 г. № 9. [Электронный ресурс] Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.
3. Решение Брестского облисполкома № 130 от 10.03.2021. «О регулировании тарифов на коммунальные услуги» [Электронный ресурс] «УП Брестводоканал». – Режим доступа: <http://www.bvod.by>.
4. Декларация об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО "Белэнерго" для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (зарегистрирована Министерством антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь, приказом от 28.01.2022 №18. [Электронный ресурс] РУП «Брестэнерго» филиал «Энергосбыт» – Режим доступа: <http://www.brestenergo.by>.
5. Инструкция о порядке определения тарифных ставок и должностных окладов работников коммерческих организаций и индивидуальных предпринимателей. Утверждено Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 02.03.2015 № 16. [Электронный ресурс] Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.
6. Указ Президента Республики Беларусь от 1 марта 2010 г. № 110 «О внесении изменений и дополнений в некоторые указы Президента Республики Беларусь по вопросам обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <http://bgs.by>.
7. Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 30.09.2011 №161. «Об установлении нормативных сроков службы основных средств и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь». (Текст с изменениями и дополнениями на декабрь 2013 года) [Электронный ресурс].– Законодательство Беларуси.– Режим доступа:<http://www.pravo.newsby.org>