

9 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью расчёта является определение себестоимости отпущенной тепловой энергий, вырабатываемой Петриковской мини-ТЭЦ, при ликвидации газовой котельной, принадлежащей КУП «Петриковский райжилкомхоз», и передачей ее тепловых нагрузок на Петриковскую мини-ТЭЦ

На котельной КУП «Петриковский райжилкомхоз» были установлены два котла КВа «Факел» (КВа-0,4Гн), работающих на природном газу. Для выработки тепловой энергии выполнена пристройка к зданию мини-ТЭЦ, где установлено два водогрейных котла КВ-Р-0,5-95 работающих на МВТ.

К основным технологическим показателям, определяемым в экономической части дипломного проекта, относятся:

- отпускаемая потребителям тепловая энергия;
- расход топлива;
- расход воды и т.д.

Важнейшим экономическим показателем оценки результата технической и хозяйственной деятельности является себестоимость продукции, которая отражает как количественные, так и качественные показатели работы оборудования.

9.1 Расчет технологических показателей котельной

Установленная мощность котельной (п.1.2), Гкал/ч:
до реконструкции:

$$Q_{\text{уст}} = 0,8 \text{ МВт (0,689 Гкал/ч)},$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.20			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Шуляковская М.А.			ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ		Лит.	Лист
Руковод.		Вальченко Н.А.						
Консульт.		Полозова О.А.						
Н. контр.		Макеева Е.Н.						
Зав. каф.		Макеева Е.Н.						
						ГГТУ им. П.О.Сухого, ПТЭиЭ		

после реконструкции:

$$Q_{\text{уст}} = 1 \text{ МВт (0,862 Гкал/ч)}.$$

Годовой расход теплоты на отопление и вентиляцию [13], $\frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$:

$$Q_o^{\text{год}} = 3600 \cdot k_o \cdot Q_{\text{ов}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_o^{\text{сп}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о}}} \cdot n_o, \quad (9.1)$$

где $k_o = 24 \frac{\text{ч}}{\text{сут}}$ – число часов работы отопления в сутки; $Q_{\text{ов}}$ – максимальный

часовой расход теплоты на отопление и вентиляцию (п.1.2), кВт; $n_o = 188 \frac{\text{сут}}{\text{год}}$ –

продолжительность отопительного периода; $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения (п.1.2); $t_o^{\text{сп}} = -5,1^\circ\text{C}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период (п.1.2); $t_{\text{н.о}} = -22^\circ\text{C}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (п.1.2).

до реконструкции:

$$Q_o^{\text{год}} = 3,6 \cdot 24 \cdot \frac{18 - (-5,1)}{18 - (-22)} \cdot 188 \cdot 0,46 = 4269,6 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \left(1019,01 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \right),$$

где 0,46 – максимальный расход теплоты на отопление и вентиляцию, МВт.

после реконструкции:

$$Q_o^{\text{год}} = 3,6 \cdot 24 \cdot \frac{18 - (-5,1)}{18 - (-22)} \cdot 188 \cdot 0,59 = 5476,3 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \left(1117,61 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \right).$$

где 0,59 – максимальный расход теплоты на отопление и вентиляцию, МВт

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение [13], $\frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$:

$$Q_{\text{гв}}^{\text{год}} = 24 \cdot 3600 \cdot (Q_{\text{гв.з}} \cdot n_o + Q_{\text{гв.л}} \cdot (n_{\text{гв}} - n_o)), \quad (9.2)$$

где $Q_{\text{гв.з}}$ – максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение в отопительный период (п.1.2); $Q_{\text{гв.л}}$ – максимальная тепловая нагрузка на

горячее водоснабжение в межотопительный период (п.1.2); $n_{гв} = 351 \frac{\text{сут}}{\text{год}}$ –

количество суток использования горячего водоснабжения в году.

до реконструкции:

$$Q_{гв}^{\text{год}} = 3600 \cdot 24 \cdot (0,198 \cdot 188 + 0,1584 \cdot (351 - 188)) =$$

$$= 5446,932 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \left(1299,98 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \right),$$

после реконструкции:

$$Q_{гв}^{\text{год}} = 24 \cdot 3600 \cdot (0,248 \cdot 188 + 0,1984 \cdot (351 - 188)) =$$

$$= 6822,420 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \left(1628,263 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \right).$$

Годовой отпуск тепла котельной [13], $\frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$:

$$Q_{\text{отп}}^{\text{год}} = \frac{Q_o^{\text{год}} + Q_{гв}^{\text{год}}}{1 - k_{т.с}}, \quad (9.3)$$

где $k_{т.с} = 0,02$ – коэффициент потерь тепла в тепловой сети.

до реконструкции:

$$Q_{\text{отп}}^{\text{год}} = \frac{1019,01 + 1299,98}{1 - 0,02} = 2366,32 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \left(9914,87 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \right)$$

после реконструкции:

$$Q_{\text{отп}}^{\text{год}} = \frac{1117,61 + 1628,26}{1 - 0,02} = 2995,15 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \left(12549,7 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \right)$$

Годовая выработка тепла котельной [13], $\frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$:

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{отп}}^{\text{год}}}{1 - k_{с.н.}}, \quad (9.4)$$

где $k_{с.н.} = 0,03$ – коэффициент собственных нужд.

до реконструкции:

					ДП 1-43 01 05.22.61.20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = \frac{2366,32}{1-0,03} = 2439,5 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \left(10221,5 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \right)$$

после реконструкции:

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = \frac{2995,15}{1-0,03} = 3087,79 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \left(12937,8 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \right)$$

Годовое число часов использования установленной мощности [13],:

$$h_{\text{уст}} = \frac{Q_{\text{выр}}^{\text{год}}}{Q_{\text{уст}}}, \frac{\text{ч}}{\text{год}} \quad (9.5)$$

до реконструкции:

$$h_{\text{уст}} = \frac{2439,5}{0,689} = 3541 \frac{\text{ч}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$h_{\text{уст}} = \frac{3087,79}{0,862} = 3582 \frac{\text{ч}}{\text{год}}.$$

Удельные расходы условного топлива на выработку и отпуск тепла определяются по выражениям [10, стр. 12], $\frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}}$:

Т.к. котлы однотипные:

$$b_{\text{выр}} = \frac{142,86}{\eta_{\text{ка}}} \cdot 100, \quad (9.6)$$

$$b_{\text{отп}} = \frac{b_{\text{выр}}}{1 - k_{\text{сн}}} \cdot 100, \quad (9.7)$$

где $\eta_{\text{ка}}$ – КПД котла; $k_{\text{с.н.}}=0,03$ – коэффициент собственных нужд.

до реконструкции:

$$b_{\text{выр}} = \frac{142,86}{91} \cdot 100 = 156,98 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}},$$

где 91 – КПД котла с учетом времени его эксплуатации, $91 = 94-3$ (94% – максимальный КПД котла по данным завода производителя, 3% – величина снижения КПД котла при эксплуатации 13 лет.

после реконструкции:

$$b_{\text{выр}} = \frac{142,86}{85} \cdot 100 = 168,1 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}}.$$

где 85 – КПД котла.

Увеличение удельного расхода топлива после реконструкции связано с переходом на сжигание древесного топлива вместо природного газа.

до реконструкции:

$$b_{\text{отп}} = \frac{156,98}{1 - 0,03} = 161,84 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}},$$

после реконструкции:

$$b_{\text{отп}} = \frac{168,1}{1 - 0,03} = 173,27 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}}.$$

Годовой расход условного топлива [13], $\frac{\text{т у.т.}}{\text{год}}$:

$$B_{\text{у.т}} = b_{\text{выр}} \cdot Q_{\text{выр}}^{\text{год}}, \quad (9.8)$$

до реконструкции:

$$B_{\text{у.т}} = 156,98 \cdot 2439,5 \cdot 10^{-3} = 383,0 \frac{\text{т у.т.}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$B_{\text{у.т}} = 168,1 \cdot 3087,79 \cdot 10^{-3} = 519,0 \frac{\text{т у.т.}}{\text{год}}.$$

Годовой расход натурального топлива [13], $\frac{\text{тыс. м}^3}{\text{год}}$:

$$B_{\text{н.т}} = B_{\text{у.т}} \cdot \frac{Q_{\text{н.у.т}}^{\text{р}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}, \quad (9.9)$$

до реконструкции:

$$B_{\text{н.т}} = 383,0 \cdot \frac{7000}{7900} = 339,3 \frac{\text{тыс. м}^3}{\text{год}},$$

после реконструкции:

					ДП 1-43 01 05.22.61.20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$B'_{\text{н.т}} = 519 \cdot \frac{7000}{3661,46} = 992,16 \frac{\text{т н.т.}}{\text{год}},$$

где 3661,46 – теплота сгорания тонны используемых древесных отходов, ккал/кг.

$$B_{\text{н.т}} = \frac{992,16}{0,42} = 2362,3 \frac{\text{пл. м}^3}{\text{год}},$$

где 0,42 – коэффициент перевода тонны натурального топлива в пл. м³ [3].

Годовой расход электрической энергии на собственные нужды котельной [13], $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$:

$$W_{\text{кот}} = k_{\text{и}}^{\text{БК}} \cdot k_{\text{э}}^{\text{БК}} N_{\text{уст}} \cdot T_0, \quad (9.10)$$

где $N_{\text{уст}}$ – установленная мощность токоприемников котла, кВт, согласно пункта 4 установленная мощность токоприемников газового котла КВа-0,4Гн равна 8 кВт, т.к. котлов КВа-0,4Гн 2 шт, то $N_{\text{уст}} = 8 \cdot 2 = 16$ кВт; согласно пункта 4 установленная мощность токоприемников твердотопливного котла КВ-Р-0,5-95 равна 9 кВт, т.к. котлов КВ-Р-0,5-95 устанавливается 2 шт, то $N_{\text{уст}} = 9 \cdot 2 = 18$ кВт; $k_{\text{и}}^{\text{БК}} = 0,5$ – коэффициент использования установленной электрической мощности токоприемников водогрейных и газовых котлов; $k_{\text{э}}^{\text{БК}} = 0,5$ – коэффициент использования оборудования во времени; T_0 – число часов работы в году котлов, ч/год, $T_0^1 = 188 \cdot 24 = 4512$ ч/год, $T_0^2 = 351 \cdot 24 = 8424$ ч/год.

до реконструкции:

$$W_{\text{сн}} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot (16 \cdot 8424 + 16 \cdot 4512) = 51744,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$W_{\text{сн}} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot (18 \cdot 8424 + 18 \cdot 4512) = 58212,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}.$$

Удельный расход электрической энергии на 1 Гкал отпущенной теплоты [13], $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{Гкал}}$:

$$\omega_{\text{эл}} = \frac{W_{\text{сн}}}{Q_{\text{отп}}^{\text{год}}}, \quad (9.11)$$

до реконструкции:

$$\omega_{\text{эл}} = \frac{51744}{2366,32} = 21,9 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{Гкал}},$$

после реконструкции:

$$\omega_{\text{эл}} = \frac{58212}{2995,15} = 19,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{Гкал}}.$$

Годовой расход воды котельной [13], $\frac{\text{тыс. т}}{\text{год}}$:

$$G_{\text{в}} = 24 \cdot G_3^{\text{подп}} \cdot n_{\text{о}} + 24 \cdot G_{\text{л}}^{\text{подп}} \cdot (n_{\text{гв}} - n_{\text{о}}), \quad (9.12)$$

где $G_3^{\text{подп}}$ – расход воды на подпитку тепловой сети в отопительный период;

$G_{\text{л}}^{\text{подп}}$ – расход воды на подпитку тепловой сети в межотопительный период.

до реконструкции (пункт 1):

$$G_{\text{в}} = 2,1392 \frac{\text{тыс. т}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$G_{\text{в}} = 24 \cdot 0,5075 \cdot 188 + 24 \cdot 0,09 \cdot (351 - 188) = 2,289 \frac{\text{тыс. т}}{\text{год}}.$$

Удельный расход воды на 1 Гкал отпущенной теплоты [13], $\frac{\text{т}}{\text{Гкал}}$:

$$g_{\text{в}} = \frac{G_{\text{в}}}{Q_{\text{отп}}^{\text{год}}}, \quad (9.13)$$

до реконструкции:

$$g_{\text{в}} = \frac{2139,2}{2366,32} = 0,904 \frac{\text{т}}{\text{Гкал}},$$

после реконструкции:

$$g_b = \frac{2289,84}{2995,15} = 0,76 \frac{\text{т}}{\text{Гкал}}.$$

10.2 Расчёт экономических показателей котельной

Топливная составляющая затрат [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

$$I_{\text{топ}} = B_{\text{топ}} \cdot \Pi_{\text{топ}}, \quad (9.14)$$

где $B_{\text{топ}}$ – годовой расход топлива котельной в натуральном выражении, тыс.м³/год; $\Pi_{\text{топ}}$ – цена за тыс.м³ топлива, руб./тыс.м³:

$$\Pi_{\text{топ}} = \Pi_{\text{топ}}^{\text{расч}} \cdot \frac{k}{k_{\text{баз}}}, \quad (9.15)$$

до реконструкции:

$$\Pi_{\text{топ}}^{\text{газ}} = 406,7 \cdot \frac{2,5448}{2,5481} \cdot \frac{7900}{7900} = 406,173 \frac{\text{руб.}}{\text{тыс.м}^3},$$

где $\Pi_{\text{топ}}^{\text{расч}}$ – цена за тыс.м³ топлива, приведенная в постановлении Министерства антимонопольного регулирования и торговли в Республике Беларусь [16], руб./тыс.м³, т.к. реконструируемая котельная относится к системе ЖКХ – $\Pi_{\text{топ}}^{\text{расч}} = 406,7$ руб/тыс.м³; 7900 – низшая рабочая теплота сгорания природного газа по заданию, ккал/тыс.м³; k – текущий курс доллара, руб. на 05.05.2022 г. (по данным Национального Банка РБ), $k = 2,5448$ руб.; $k_{\text{баз}}$ – базовый курс доллара, руб., $k_{\text{баз}}=2,5481$ руб.

$$I_{\text{топ}} = 339,345 \cdot 406,173 = 137832,89 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

после реконструкции:

$$I'_{\text{топ}} = 2362,292 \cdot 30,3 = 71577,44 \frac{\text{руб.}}{\text{год}},$$

где $\Pi_{\text{топ}}$ – цена за м³ дров, приведенная в ГЛХУ Петриковский лесхоз, руб/пл.м³, $\Pi_{\text{топ}} = 30,3$ руб/пл.м³

Годовые затраты на используемую воду [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

					ДП 1-43 01 05.22.61.20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$I_{\text{в}} = G_{\text{в}} \cdot \Pi_{\text{в}}, \quad (9.16)$$

где $\Pi_{\text{в}} = 1,4685 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$ – цена воды без НДС, для Петриковской мини-ТЭЦ [20].

до реконструкции:

$$I_{\text{в}} = 2139,2 \cdot 1,4685 = 3141,41 \frac{\text{руб.}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$I_{\text{в}} = 2289,84 \cdot 1,4685 = 3362,63 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

Годовые затраты на электроэнергию [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

Стоимость электроэнергии определяем по одноставочному тарифу, $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

$$I_{\text{эл}} = \Pi_{\text{эл}} \cdot W_{\text{сн}}, \quad (9.17)$$

где $\Pi_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии за 1 кВт·ч, руб./кВт·ч [21]:

$$\Pi_{\text{эл}} = \Pi_{\text{эл}}^{\text{расч}} \cdot \left(0,31 + 0,69 \cdot \frac{k}{k_{\text{баз}}} \right)$$

где $\Pi_{\text{эл}}^{\text{расч}}$ – цена за 1 кВт·ч указанная в Декларации об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго». Зарегистрирована приказом Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь [21]: $\Pi_{\text{эл}}^{\text{расч}} = 0,33192$ /кВт·ч

$$\Pi_{\text{эл}} = 0,33192 \cdot \left(0,31 + 0,69 \cdot \frac{2,5448}{2,5481} \right) = 0,3316 \text{ руб./ кВт·ч}$$

до реконструкции:

$$I_{\text{эл}} = 0,3316 \cdot 51744,00 = 17159,52 \frac{\text{руб.}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$И_{ЭЛ} = 0,3316 \cdot 58212,0 = 19304,46 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

Расчёт капитальных затрат на сооружение котельной, руб:

Стоимость существующей котельной принимаем по формуле [13], руб/год:

$$K_{\text{кот}}^{\text{до}} = K_{\text{об}} + K_{\text{монт}} + K_{\text{зд}}, \quad (9.19)$$

где $K_{\text{об}}$ – стоимость оборудования котельной, руб.; $K_{\text{монт}}$ – стоимость монтажных работ (рассчитывается исходя из структуры капитальных вложений), руб.; $K_{\text{зд}}$ – стоимость зданий и сооружений, (рассчитывается исходя из структуры капитальных вложений), руб.

до реконструкции:

Стоимость оборудования котельной с газовыми котлами КВа-0,4Гн:

$$K_{\text{об}} = 31245 \text{ руб.},$$

где 31245 – цена котла КВа-0,4Гн с основным и вспомогательным оборудованием на 01.01.2022 год, руб.

Стоимость оборудования котельной с двумя котлами КВа-0,4Гн до реконструкции составляет:

$$K_{\text{об}} = 31245 \cdot 2 = 62490,00 \text{ руб.}$$

Стоимость монтажных работ (рассчитывается исходя из структуры капитальных вложений) [10, табл. П.1.12.], руб.:

$$K_{\text{монт}} = \frac{K_{\text{об}}}{45} \cdot 20, \quad (9.20)$$

где 20 – монтажные работы в структуре капитальных затрат на строительство котельной, %; 45 – оборудование в структуре капитальных затрат на строительство котельной, %.

$$K_{\text{монт}} = \frac{62490}{45} \cdot 20 = 27773,33 \text{ руб.}$$

Тогда стоимость демонтажных работ, руб:

					ДП 1-43 01 05.22.61.20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{\text{демонт}} = 0,3 \cdot K_{\text{монт}} \quad (9.21)$$

$$K_{\text{демонт}} = 0,3 \cdot 27773,33 = 8332,00 \text{ руб}$$

Стоимость зданий и сооружений, руб:

$$K_{\text{зд}} = \frac{K_{\text{об}} + K_{\text{монт}}}{65} \cdot 35 \quad (9.22)$$

$$K_{\text{зд}} = \frac{62490 + 8332,00}{65} \cdot 35 = 48603,33 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{кот}}^{\text{до}} = 62490 + 27773,33 + 62490 = 138866,67 \text{ руб.}$$

после реконструкции:

Таблица 9.1 – Расчет стоимости реконструкции котельной

№ п/п	Наименование оборудования котельной	Кол-во (шт.)	Стоимость (руб.)
1	Котел КВ-Р-0,5-95 в комплекте с:	2	79212
2	Вентилятор первичного дутья котла КВ-Р-0,5-95	2	
3	Вентилятор вторичного дутья котла КВ-Р-0,5-95	2	
4	Дымосос котла КВ-Р-0,5-95	2	
5	Система топливоподачи	2	11527
6	Дымофилтр	2	8542
7	Насос сетевой котлового контура котла КВ-Р-0,5-95	4	17560
8	Насос циркуляционный ГВС	2	8563
9	Теплообменник ГВС	1	10500
10	Дымовая труба	1	32500
11	ВПУ	1	21016
12	Трубопроводы, КИП и А, арматура (принимаем 15 %)		142065
	ИТОГО ОБОРУДОВАНИЕ		331485
13	Затраты на транспортировку оборудования – 4% от стоимости оборудования		13259,4
14	СМР – 25-30% от стоимости оборудования	-	99445,5
15	проектные работы – до 10% от стоимости СМР	-	9944,55

Окончание таблицы 9.1

№ п/п	Наименование оборудования котельной	Кол-во (шт.)	Стоимость (руб.)
16	пуско-наладочные работы – 3-5% от стоимости оборудования	-	13259,4
18	демонтажные работы – 30% от стоимости монтажных работ	-	8332,0
	ВСЕГО	-	475725,9

Стоимость котельной после реконструкции, руб:

$$K_{\text{кот}} = K_{\text{кот}}^{\text{до}} - K_{\text{демон}}^{\text{об}} + K_{\text{об}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{смп}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{пнр}} \quad (9.23)$$

$$K_{\text{кот}} = 138866,67 + 8332,00 + 331485 + 13259,4 + 99445,5 + 9944,55 + 13259,4 = 543770,52 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления определяются в соответствии с нормами амортизации, руб/год:

$$I_{\text{ам}} = H_{\text{ам.ср}} \cdot K_{\text{кот}}, \quad (9.24)$$

где $H_{\text{ам.ср}}$ – средняя норма амортизации, %.

$$H_{\text{ам.ср}} = \alpha_{\text{стр}} \cdot H_{\text{ам1}} + \alpha_{\text{об}} \cdot H_{\text{ам2}}, \quad (9.25)$$

где $H_{\text{ам1}}=3,5\%$ – норма амортизации по зданиям и сооружениям; $H_{\text{ам2}}=8\%$ – норма амортизации по оборудованию; $\alpha_{\text{стр}}$, $\alpha_{\text{об}}$ – доля стоимости общих строительных работ и оборудования с монтажом в общей стоимости котельной.

до реконструкции:

$$H_{\text{ам.ср}} = 0,35 \cdot 3,5 + 0,65 \cdot 8 = 6,425 \%,$$

$$I_{\text{ам}} = 138866,67 \cdot 0,06425 = 8922,18 \text{ руб/год.}$$

после реконструкции:

$$H_{\text{ам.ср}} = 0,35 \cdot 3,5 + 0,65 \cdot 8 = 6,425 \%,$$

$$I_{\text{ам}} = 543770,52 \cdot 0,06425 = 34937,26 \text{ руб/год.}$$

Затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание [13], руб/год:

$$I_{\text{рзо}} = H_{\text{рзо}} \cdot K_{\text{кот}}, \quad (9.26)$$

где $H_{\text{рзо}}$ – средняя норма отчислений на ремонтно-эксплуатационное обслуживание оборудования котельной, значение которой можно принять 5 %.

до реконструкции:

$$I_{\text{рзо}} = 0,05 \cdot 138866,67 = 6943,33 \text{ руб/год,}$$

после реконструкции:

$$I_{\text{рзо}} = 0,05 \cdot 543770,52 = 27188,53 \text{ руб/год.}$$

Годовые затраты на заработную плату персонала котельной [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

$$I_{\text{зп}} = 12 \cdot 3\text{П}_{\text{ср}} \cdot \text{Ч}_{\text{штп}}, \quad (9.27)$$

где $3\text{П}_{\text{ср}}$ – среднемесячная заработная плата (с учетом доплат, премиальных и отпускных), руб./чел мес, $3\text{П}_{\text{ср}} = 700$ руб/чел мес; $\text{Ч}_{\text{штп}}$ – численность персонала котельной.

до реконструкции:

Таблица 9.2 – Штатное расписание котельной до реконструкции

№	Наименование	Кол-во, чел	Разряд
1	Оператор котельной	4	4
2	Оператор ВПУ (по совместительству лаборант)	1	4
3	Слесарь по ремонту и обслуживанию газового оборудования	1	5
	ИТОГО, чел.	6	

$$I_{\text{зп}} = 12 \cdot 700 \cdot 6 = 50400 \text{ руб/год}$$

после реконструкции:

Таблица 9.3 – Штатное расписание котельной после реконструкции

№	Наименование	Кол-во, чел	Разряд
1	Оператор котельной (по совместительству кочегар)	4	4
2	Оператор ВПУ (по совместительству лаборант)	1	4
	ИТОГО, чел	5	

$$I_{\text{зп}} = 12 \cdot 700 \cdot 5 = 42000 \text{ руб/год}$$

Отчисления на социальные нужды [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

$$I_{\text{соц.н}} = I_{\text{зп}} \cdot (n_{\text{с.с}} + n_{\text{с.н.с}}), \quad (9.29)$$

где $n_{\text{с.с}} = 34\%$ – ставка тарифа на социальные нужды; $n_{\text{с.н.с}} = 0,6\%$ – отчисление на обязательное страхование от несчастных случаев.

до реконструкции:

$$I_{\text{соц.н}} = 50400 \cdot (0,34 + 0,006) = 17438,40 \frac{\text{руб.}}{\text{год}},$$

после реконструкции:

$$I_{\text{соц.н}} = 42000 \cdot (0,34 + 0,006) = 14532,00 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

Затраты на общекотельные и прочие нужды [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

$$I_{\text{пр}} = I_{\text{уп}} \cdot H_{\text{пр}}, \quad (9.30)$$

где $H_{\text{пр}} = 0,2$ – норма прочих (накладных) расходов.

Условно постоянные расходы [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$

$$I_{\text{уп}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{соц.н}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{рзо}}, \quad (9.31)$$

до реконструкции:

$$I_{\text{уп}} = 8922,18 + 17438,40 + 6943,33 + 50400 = 83703,92 \frac{\text{руб.}}{\text{год}},$$

$$I_{\text{пр}} = 0,2 \cdot 83703,92 = 16740,78 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

после реконструкции:

$$I_{\text{уп}} = 34937,26 + 27188,53 + 14532,00 + 26157,60 = 118657,78 \frac{\text{руб.}}{\text{год}},$$

$$I_{\text{пр}} = 0,2 \cdot 118657,78 = 23731,56 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

Годовые эксплуатационные расходы котельной [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{год}}$:

					ДП 1-43 01 05.22.61.20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$I_{\text{кот}} = I_{\text{т}} + I_{\text{в}} + I_{\text{эл}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{рзо}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{соц}} + I_{\text{пр}}, \quad (9.32)$$

до реконструкции:

$$I_{\text{кот}} = 137832,89 + 17159,52 + 3141,42 + 8922,18 + 6943,33 + 50400 + \\ + 17438,40 + 16740,78 = 258578,53 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

после реконструкции:

$$I_{\text{кот}} = 71577,44 + 19304,46 + 3362,63 + 34937,26 + 27188,53 + 42000 + \\ + 14532,00 + 23731,56 = 236633,87 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}.$$

Себестоимость отпускаемой теплоты [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{Гкал}}$:

$$S_{\text{отп}} = \frac{I_{\text{кот}}}{Q_{\text{отп}}^{\text{год}}}, \quad (9.33)$$

до реконструкции:

$$S_{\text{отп}} = \frac{258578,53}{2366,32} = 109,27 \frac{\text{руб.}}{\text{Гкал}},$$

после реконструкции:

$$S_{\text{отп}} = \frac{236633,87}{2995,15} = 79,01 \frac{\text{руб.}}{\text{Гкал}}.$$

Топливная составляющая себестоимости тепла [13], $\frac{\text{руб.}}{\text{Гкал}}$:

$$S_{\text{т}} = \frac{I_{\text{топ}}}{Q_{\text{отп}}^{\text{год}}}, \quad (9.34)$$

до реконструкции:

$$S_{\text{т}} = \frac{137832,89}{2366,32} = 58,25 \frac{\text{руб.}}{\text{Гкал}},$$

после реконструкции:

$$S_{\text{т}} = \frac{71577,44}{2995,15} = 23,90 \frac{\text{руб.}}{\text{Гкал}}.$$

Структура себестоимости вырабатываемой тепловой энергии приведена в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Структура себестоимости вырабатываемой тепловой энергии

№ п/п	Наименование элементов и статей затрат	Обозначение	До реконструкции		После реконструкции	
			Значение, руб.	Структура, %	Значение, руб.	Структура, %
1	Материальные затраты:	$I_{мз}$	158133,83	61,16	94244,53	39,83
	- топливо	$I_{топ}$	137832,89	53,30	71577,44	30,25
	- вода	$I_{в}$	3141,42	1,21	3362,63	1,42
	- электроэнергия	$I_{эл}$	17159,52	6,64	19304,46	8,16
2	Амортизационные отчисления	$I_{ам}$	8922,18	3,45	34937,26	14,76
3	РЭО	$I_{рэо}$	6943,33	2,69	27188,53	11,49
4	Оплата труда	$I_{зп}$	50400,00	19,49	42000,00	17,75
5	Отчисления на соц. нужды	$I_{соц}$	17438,40	6,74	14532,00	6,14
6	Прочие	$I_{пр}$	16740,78	6,47	23731,56	10,03
Итого:		$I_{кот}$	260589,37	258578,5	100,00	236633,8

Основные технико-экономические показатели котельной.

Таблица 9.5 – Техничко-экономические показатели котельной

№ п/п	Наименование	Обоз на- чение	Един. измер.	Значение	
				до рекон- струкции	после рекон- струкции
1	Марка и количество котлов			2хКВа-0,4Гн	2хКВ-Р-0,5-95
2	КПД котла	η	%	91	85
3	Установленная мощность	$Q_{уст}$	МВт (Гкал/ч)	0,8 (0,689)	1 (0,862)
4	Годовая выработка тепла	$Q_{выр}$	Гкал/год (ГДж/год)	2439,5 (10221,5)	3087,7 (12937,8)
5	Годовой отпуск тепла	$Q_{отп}$	Гкал/год (ГДж/год)	2366,3 (9914,8)	2995,1 (12549,6)
6	Годовое число часов использования установленной мощности	h_y	ч/год	3541	3582
7	Годовой расход натурального топлива: - газ - дрова	$B_{нт}$	тыс.м ³ /год пл.м ³ /год	339,3 -	- 2362,29
8	Годовой расход условного топлива	$B_{ут}$	т у.т./год	383,0	519,0
9	Установленная мощность токоприемников	$P_{уст}$	кВт	16	18
10	Годовой расход электроэнергии	$W_{кот}$	тыс.кВт·ч/год	51744,0	58212,000
11	Годовой расход воды	$G_{вод}$	т/год	2139,2	2289,84
12	Численность обслуживающего персонала	$Ч_{кот}$	чел	8	7
13	Стоимость котельной	$K_{кот}$	руб.	138866,67	475725,85
14	Годовые эксплуатационные расходы	$И_{кот}$	руб./год	258578,53	236633,87

Окончание таблицы 9.5

№ п/п	Наименование	Обоз- на- чение	Един. измер.	Значение	
				до рекон- струкции	после ре- конструк- ции
15	Удельный расход условного топлива	$b_{отп}$	кг у.т./ Гкал	161,84	173,27
16	Удельный расход электроэнергии	$w_{эл}$	кВт·ч/ Гкал	21,9	19,4
17	Удельный расход воды	g_v	т/Гкал	0,904	0,76
18	Себестоимость тепла	$S_{отп}$	руб./Гкал	109,27	79,01
19	Топливная составляющая	$S_{топ}$	руб./Гкал	58,25	23,9
20	Затраты на реконструкцию	$K_{рек}$	руб.	-	475725,85
21	Срок окупаемости	$T_{ок}$	лет	-	5,2

Срок окупаемости проводимой реконструкции:

$$T_{ок} = \frac{K_{рек}}{Q_{отп}^{год} \cdot (S_d - S_n)}, \text{ лет.} \quad (9.35)$$

$$T_{ок} = \frac{475725,85}{2995,15 \cdot (109,27 - 79,01)} = 5,2 \text{ года}$$