

8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

8.1. Расчет технико-экономических показателей

К основным технологическим показателям, определяемым в экономической части дипломного проекта, относятся: установленная мощность котельной, годовая выработка теплоты или пара и отпуск их потребителям, расходы топлива и др.

Важнейшим экономическим показателем, определяемым в дипломном проекте, является себестоимость отпущенной теплоты. В ходе ее расчета определяются и другие экономические показатели: сметная стоимость строительства, штаты котельной, годовые эксплуатационные расходы и тому подобное.

Установленная мощность котельной с водогрейными котлами:

$$Q_{уст} = Q_{ном}^{B.K.} \cdot n, \quad (8.1.1)$$

где $Q_{ном}^{B.K.}$ – номинальная мощность водогрейного котлоагрегата, МВт (по данным завода-изготовителя);

n – количество котлоагрегатов, установленных в котельной,

$$Q_{уст} = 0,5 \cdot 2 = 1,0 \text{ МВт.}$$

Годовой отпуск теплоты на отопление:

$$Q_o^{год} = 7192,18 \text{ ГДж/год (1718,93 Гкал/год).}$$

Годовой отпуск теплоты от котельной:

$$Q_{отп}^{год} = \frac{Q_o^{год}}{1 - k_{TC}}, \quad (8.1.2)$$

где k_{TC} - 0,02 потери тепла в теплосети

$$Q_{отп}^{год} = 7192,18 / (1 - 0,02) = 7338,95 \text{ ГДж/год (1754 Гкал/год).}$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.41			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Розанов А.В.				Расчет технико-экономических показателей котельной	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Широглазова Н.В.							
Консульт.	Полозова О.А.					ГГТУ, ПТЭ и Э		
Н. Контр.	Макеева Е.Н.							
Зав.каф.	Макеева Е.Н.							

Годовая выработка теплоты котельной:

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{отп}}^{\text{год}} \cdot 100}{\eta_{\text{mn}}}, \quad (8.1.3)$$

где η_{mn} – коэффициент теплового потока, %. $\eta_{\text{mn}} = 98\%$, [19];

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = \frac{7338,95 \cdot 100}{98} = 7488,72 \text{ ГДж} (1789,80 \text{ Гкал}).$$

Число часов использования установленной мощности котельной в году:

$$h_{\text{уст}} = \frac{Q_{\text{выр}}^{\text{год}}}{3,6 \cdot Q_{\text{уст}}} = \frac{7488,72}{3,6 \cdot 1,0} = 2080,2 \text{ час / год}. \quad (8.1.4)$$

Удельный расход топлива на 1 ГДж отпущенной теплоты:

- условного:

$$b_{\text{отп}}^y = \frac{340}{\eta_{\text{бр}} \cdot \eta_{\text{mn}}}, \quad (8.1.5)$$

где

$\eta_{\text{бр}}$ – КПД (брутто) котельного агрегата, %; $\eta_{\text{бр}} = 84,6\%$

$$b_{\text{отп}}^y = \frac{340}{84,6 \cdot 98} = 0,041 \text{ тут/ГДж} (171,54 \text{ кг у.т/Гкал});$$

- натурального:

$$b_{\text{отп}}^n = b_{\text{отп}}^y \cdot \frac{29,3}{Q_n^p} = 0,041 \cdot \frac{29,3}{10,274} = 0,1169 \text{ т/ГДж} (489,12 \text{ кг/Гкал}) \quad (8.1.6)$$

Годовой расход топлива котельной:

- условного:

$$B_{\text{год}}^y = b_{\text{отп}}^y \cdot Q_{\text{отп}}^{\text{год}} = 0,1715 \cdot 1754 = 300,81 \text{ тут/год}; \quad (8.1.7)$$

- натурального:

$$B_{\text{год}}^n = b_{\text{отп}}^n \cdot Q_{\text{отп}}^{\text{год}} = 0,4891 \cdot 1754 = 857,92 \text{ т/год}. \quad (8.1.8)$$

Установленная мощность токоприемников:

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{уст} = N_{сн} \cdot Q_{уст}, \quad (8.1.9)$$

где

$N_{сн}$ – удельный расход электрической мощности на собственные нужды котельной, равно 30 кВт/МВт, [19].

$$P_{уст} = 30 \cdot 1,0 = 30 \text{ кВт.}$$

Годовой расход электроэнергии на собственные нужды котельной:

$$W_{кот} = P_{уст} \cdot K_u \cdot K_{эл} \cdot h_{кот} \quad (8.1.10)$$

где

$h_{кот}$ – число часов работы котельной в году, для рассматриваемого случая принимаем равным 4656 ч/год, [13];

$K_{эл}$ – коэффициент использования установленной электрической мощности, принимаем равным 0,5, [13],

K_u – коэффициент использования установленной электрической мощности, принимается равным 0,7, [13].

$$W_{кот} = 30 \cdot 4656 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 48888 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Годовой расход воды котельной при закрытой системе теплоснабжения:

$$G_{год} = 2740,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Удельный расход воды на 1 Гкал отпущенной теплоты, 3 м Гкал :

$$G_{уд}^{св} = \frac{G_{год}}{Q_{отп}^{год}} = \frac{2740,5}{1754} = 1,56 \text{ м}^3/\text{Гкал.} \quad (8.1.11)$$

Годовые эксплуатационные расходы котельной определяются по формуле:

$$I_{кот} = I_{топ} + I_{вод} + I_{эл} + I_{зн} + I_{соц.н} + I_{ам} + I_{рзо} + I_{пр}, \quad (8.1.12)$$

где

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

$I_{\text{зн}}$ – годовой фонд заработной платы, руб./год;

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

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

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

$I_{\text{пр}}$ – прочие расходы, руб./год.

$$I_{\text{кот}} = 61\,410,24 + 4\,379,9 + 14\,454,7 + 21\,142,4 + 7\,315,27 + 7\,900,84 + 4\,295,15 + 7\,631,26 = 128\,674,18 \text{ руб./год};$$

Стоимость топлива определяется по формуле:

$$I_{\text{топ}} = B_{\text{год}}^{\text{н}} \cdot C_{\text{т}}, \quad (8.1.13)$$

где $B_{\text{кот}}$ – годовой расход топлива котельной, т/год;

$$B_{\text{кот}} = 1705,84 \text{ т/год};$$

$C_{\text{т}}$ – стоимость единицы топлива, руб./т;

$$C_{\text{т}} = 36 \text{ руб./т.}$$

$$I_{\text{топ}} = 1705,84 \cdot 36 = 61\,410,24 \text{ руб./год},$$

Стоимость воды, потребленной на нужды котельной:

$$I_{\text{вод}} = G_{\text{вод}} \cdot C_{\text{в}}, \quad (8.1.14)$$

где $G_{\text{вод}}$ – годовой расход воды котельной, м³/год; $G_{\text{вод}} = 2740,5 \text{ м}^3/\text{год}$;

$C_{\text{в}}$ – стоимость единицы потребленной воды, руб./м³;

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Pi_{\phi} = 1,5910 \text{ руб./м}^3.$$

$$\Pi_{\text{вод}} = 2740,5 \cdot 1,5910 = 4\,379,9 \text{ руб./год}$$

Стоимость электроэнергии для потребителя с присоединенной мощностью до 750 кВт·А определяется по одноставочному тарифу:

$$\Pi_{\text{эл}} = W_{\text{кот}} \cdot T_w, \quad (8.1.15)$$

где $W_{\text{кот}}$ – годовое потребление электрической энергии электроприемниками котельной, кВт · ч/год;

T_w – тарифная ставка за электроэнергию по одноставочному тарифу, руб./кВт · ч. $T_w = 0,29567 \text{ руб./ кВт} \cdot \text{ч}.$

$$\Pi_{\text{эл}} = 48888 \cdot 0,29567 = 14\,454,7 \text{ руб./год}$$

Годовой фонд заработной платы обслуживающего персонала котельной определяется по выражению:

$$\Pi_{\text{зн}} = Ч \cdot T_{\text{ст1}} \cdot K_{\text{тар}} \cdot K_{\text{мхн}} \cdot K_{\text{пр.доп.}} \cdot 6,378, \quad (8.1.16)$$

где $Ч$ – численность обслуживающего персонала котельной, чел.;

Принимается равной 5 человекам;

$T_{\text{ст1}}$ – месячная тарифная ставка 4 разряда, руб./мес;

$T_{\text{ст1}} = 207 \text{ руб./мес};$

$K_{\text{тар}}$ – тарифный коэффициент, принимается в соответствии с действующей единой тарифной сеткой. Для второго разряда рабочих $K_{\text{тар}} = 1,57$;

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_{\text{тех}}$ – коэффициент технологических видов работ. Принимается $K_{\text{тех}} = 1,2$;

$K_{\text{пр. доп}}$ – коэффициент, учитывающий премиальные начисления и доплаты. Принимается равным 1,7.

$$I_{\text{зн}} = 5 \cdot 207 \cdot 1,57 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 6,378 = 21\,142,4 \text{ руб./год},$$

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле:

$$I_{\text{соц.н.}} = (34 + 0,6) / 100 \cdot I_{\text{зн}} = 0,346 \cdot 21\,142,4 = 7\,315,27 \text{ руб./год.} \quad (8.1.17)$$

где 34% - отчисления на социальное страхование;

0,6% - обязательное страхование от несчастных случаев.

Капитальные затраты на реконструкцию котельной определяются по формуле:

$$K_{\text{кот}} = K_{\text{обр}} \cdot k_{\text{попр}} + K_{\text{зд}} + K_{\text{мн}}, \text{ руб}$$

где $K_{\text{обр}}$ - Стоимость оборудования определяется согласно договорным ценам;

$$K_{\text{обр}} = 62307,5 \text{ руб.};$$

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

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

$$K_{\text{кот}} = 62307,5 \cdot 2 \cdot (1 + 0,18 / 0,52) \cdot (1 + 0,3 / 0,7) = 217\,099,30 \text{ .руб.}$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$I_{\text{ам}} = H_{\text{ам1}} \cdot K_{\text{зд.с.}} + H_{\text{ам2}} \cdot K_{\text{об.}} \cdot k_m \quad (8.1.18)$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $H_{ам1}$, $H_{ам2}$ – нормы амортизации соответственно по зданиям, сооружениям и оборудованию. $H_{ам1} = 3\%$; $H_{ам2} = 7\%$;

$K_{зд.с}$ – стоимость зданий и сооружений, руб.;

$K_{об.}$ – стоимость оборудования, руб.;

K_m – коэффициент, учитывающий вид и качество топлива, $K_m=1$.

$$I_{ам} = 0,03 \cdot 96\,922 + 0,07 \cdot 62\,307,5 \cdot 1 = 7900,84 \text{ руб./год,}$$

Затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание:

$$I_{рзо} = H_{p1} \cdot K_{зд.с.} + H_{p2} \cdot K_{об.}, \quad (8.1.19)$$

где H_{p1} , H_{p2} – соответственно нормы отчислений на ремонт и обслуживание зданий и сооружений и оборудования; $H_{p1}=1\%$, $H_{p2}=5\%$.

$$I_{рзо} = 0,01 \cdot 96\,922 + 0,05 \cdot 62\,307,5 = 4295,15 \text{ руб./год,}$$

Прочие расходы определяются по формуле:

$$I_{np} = H_{np} \cdot (I_{zn} + I_{рзо}), \quad (8.1.20)$$

где H_{np} – норма прочих (накладных) расходов, %. Принимаем $H_{np} = 30\%$

$$I_{np} = 0,3 \cdot (21\,142,4 + 4295,15) = 7631,26 \text{ руб./год,}$$

Себестоимость отпускаемой теплоты может быть определена по формуле:

$$S_{отп} = \frac{I_{кот}}{Q_{отп}}, \quad (8.1.21)$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $I_{кот}$ – годовые эксплуатационные расходы котельной, руб./год;

$Q_{отп}$ – количество отпущенной теплоты за год, ГДж/год.

$$S_{отп} = \frac{128674,18}{7338,95} = 17,53 \text{ руб./Гдж} (73,36 \text{ руб./Гкал})$$

Топливная составляющая себестоимости отпускаемой теплоты:

$$S_{отп}^m = \frac{61410,24}{7338,95} = 8,36 \text{ руб./Гдж} (35,01 \text{ руб./Гкал})$$

Далее проводим расчет себестоимости отпускаемой теплоты до реконструкции.

Годовой расход прир. газа котельной: $B_{год}^H = 249,62$ тыс.м³/год

Стоимость топлива определяется по формуле:

$$I_{мон} = B_{год}^H \cdot C_m$$

где C_m – текущая цена природного газа

$$C_m = C_б \cdot \frac{Q_{H.H.T}^P}{Q_H^P}$$

где $C_б$ – базовая цена топлива при теплоте сгорания $Q_{H.H.T}^P = 7900$ ккал/кг
и курсе доллара США $K_{баз} = 2,5481$ руб./\$, $C_б = 406,7$ руб./тыс.м³;

$K_{тек}$ – текущий курс доллара США на 20.05.2022 г., $K_{тек} = 2,5043$ руб./\$

$$C_m = 406,7 \cdot \frac{7988}{7900} \cdot \frac{2,5043}{2,5481} = 404,16 \text{ руб./тыс.м}^3$$

По формуле (8.1.13) определяем стоимость топлива:

$$I_{мон} = 249,62 \cdot 404,16 = 101\,385 \text{ руб./год.}$$

Годовой расход воды котельной: $G_{вод} = 2910$ м³/год..

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Стоимость единицы потребленной воды: $C_{\text{в}} = 1,5910 \text{ руб./м}^3$.

По формуле (8.1.14) определяем стоимость воды:

$$I_{\text{вод}} = 2910 \cdot 1,5910 = 4\,629,81 \text{ руб./год.}$$

Установленная мощность токоприемников в котельной: $P_{\text{уст}} = 30 \text{ кВт.}$

Коэффициент использования установленной электрической мощности.

Принимается равным 0,5.

Число часов работы котельной в году: $T_{\text{кот}} = 4656 \text{ часов.}$

По формуле (8.1.10) определяем годовое потребление электрической энергии электроприемниками котельной:

$$W_{\text{кот}} = 30 \cdot 0,55 \cdot 4656 = 76824 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

По формуле (8.1.15) определяем стоимость электроэнергии:

$$I_{\text{эл}} = 76824 \cdot 0,29567 = 22\,714,55 \text{ руб./год.}$$

Численность обслуживающего персонала котельной: 5 человека.

Тарифный коэффициент, принимается в соответствии с действующей единой тарифной сеткой. Для четвертого разряда рабочих $K_{\text{тар}} = 1,57$.

Коэффициент технологических видов работ. Принимается $K_{\text{техн}} = 1,2$.

Коэффициент, учитывающий премиальные начисления и доплаты. Принимается равным 1,7.

По формуле (8.1.16) определяем годовой фонд заработной платы обслуживающего персонала котельной до реконструкции:

$$I_{\text{зн}} = 5 \cdot 207 \cdot 1,57 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 6,378 = 21\,142,4 \text{ руб./год.}$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По формуле (8.1.17) определяем отчисления на социальные нужды:

$$I_{\text{соц.н.}} = 0,364 \cdot 21\,142,4 = 7\,315,27 \text{ руб./год.}$$

По формуле (8.1.19) определяем амортизационные отчисления

$$I_{\text{ам}} = 0,03 \cdot 71\,230 + 0,07 \cdot 41\,175 = 5\,019,15 \text{ руб./год.}$$

По формуле (8.1.19) определяем затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание:

$$I_{\text{р\text{э}о}} = 0,01 \cdot 71\,230 + 0,05 \cdot 41\,175 = 2\,771,05 \text{ руб./год.}$$

По формуле (8.1.20) определяем прочие расходы:

$$I_{\text{пр}} = 0,3 \cdot (21\,142,4 + 2\,771,05) = 7\,174,03 \text{ руб./год.}$$

По формуле (8.1.12) определяем годовые эксплуатационные расходы котельной:

$$I_{\text{кот}} = 169\,996,38 \text{ руб./год.}$$

По формуле (8.1.21) определяем себестоимость отпускаемой теплоты:

$$S_{\text{отп}} = \frac{169\,996,38}{7\,338,95} = 24,88 \text{ руб./Гдж} (104,11 \text{ руб./Гкал})$$

Определяем топливную составляющую себестоимости отпускаемой теплоты:

$$S_{\text{отп}}^{\text{т}} = \frac{101\,385}{7\,338,95} = 13,81 \text{ руб./Гдж} (57,80 \text{ руб./Гкал})$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Годовой расход условного топлива до реконструкции определяется по формуле:

$$B_y = B_{\text{кот}} \cdot \frac{Q_n}{Q_y} \quad (8.1.22)$$

где $B_{\text{кот}}$ - годовой расход натурального топлива, т.нм³/год;

$$B_{\text{кот}} = 249,62 \text{ т.нм}^3/\text{год};$$

Q_n – теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

Q_y – теплота сгорания условного топлива, МДж/кг.

$$B_y = 249620 \cdot \frac{33,45}{29,31} = 284878 \text{ кг} \text{ ут} / \text{год},$$

Удельный расход топлива на единицу отпущенного тепла определяется по формуле:

- натурального:

$$b_{\text{отп}}^n = \frac{B_{\text{кот}}}{Q_{\text{отп}}} = \frac{249620}{1754} = 142,31 \text{ нм}^3 / \text{Гкал}, \quad (8.1.22)$$

- условного:

$$b_{\text{отп}}^y = \frac{B_y}{Q_{\text{отп}}} = \frac{284878}{1754} = 162,41 \text{ кг} \text{ ут} / \text{Гкал}, \quad (8.1.23)$$

где $Q_{\text{отп}}$ – годовой отпуск тепла потребителям, ГДж.

Срок окупаемости проекта определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{кот}}}{I_{\text{суц}} - I_{\text{пл}}} \quad (8.1.24)$$

					ДП 1-43 01 05.22.61.41	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $I_{суц}$ – величина годовых эксплуатационных расходов котельной до реконструкции, руб./год;

$I_{пл}$ - величина годовых эксплуатационных расходов котельной после реконструкции котельной, руб./год;

$K_{кот}$ – капитальные затраты на реконструкцию, руб.

$$T_{ок} = \frac{217099,30}{169996,38 - 128674,18} = 5,2 \text{ года},$$

Структура себестоимости отпускаемого тепла представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Структура себестоимости отпускаемого тепла

Наименование элементов и статей затрат	Усл. обознач.	До реконстр-ии		После реконстр-ии	
		Значение, руб.	%	Значение, руб.	%
1. Материальные затраты,	$I_{мз}$	128 729,36	75,72	80 245,04	62,3
в т.ч.: - топливо,	$I_{т}$	101 385	59,63	61 410,24	47,72
- вода,	$I_{в}$	4 629,81	2,72	4 379,9	3,4
- электроэнергия.	$I_{эл}$	22 714,55	13,36	14 454,7	11,23
2. Содержание и эксплуатация ЭОиС, в т.ч.:	$I_{рзо}$	2 771,05	1,63	4 295,15	3,3
- амортизация:	$I_{ам}$	5 019,15	2,95	7 900,84	6,14
3. Оплата труда	$I_{зн}$	21 142,4	12,43	21 142,4	16,43
4. Отчисления на соц. нужды	$I_{соц.н}$	7 315,27	4,3	7 315,27	5,68
5. Прочие расходы	$I_{пр}$	5 019,15	2,95	7 631,26	5,9
Всего		169 996,38	100	128 674,18	100