

## К вопросу об энергоэкономическом аудите

В.А. Воробьев, ЦЭНЭФ

Ниже описываются соотношения, позволяющие на взгляд автора, оценить финансовые потери предприятий коммунальной теплоэнергетики, связанные с потерями и неэффективным использованием энергоресурсов. Описываемые соотношения представляются полезными при первичном ранжировании котельных по уровню потерь и, соответственно, по ожидаемому эффекту от их снижения.

Рассмотрим котельную, назначение которой отпуск тепла потребителям в объеме  $Q_{пп}$ . Котельная потребляет топливо с теплотой сгорания  $q$ , объем потребляемого топлива равен  $V_T$ . Тепло, отпускаемое с коллекторов котельной, обозначим  $Q_k$ .

В случае идеальных технологических процессов  $q * V_{топл} = Q_k = Q_{пп}$

Для реальных технологических процессов можно записать

$$q * V_{топл} = (1+a_{топл}) * (1+a_{тепл}) * Q_k \quad (1)$$

$$Q_{пп} * (1+a_{распр}) = Q_k \quad (2)$$

где  $a_{топл}$ ,  $a_{тепл}$  и  $a_{распр}$  есть безразмерные коэффициенты, посредством которых учитываются потери энергоресурсов на технологических переделах. При этом:

$a_{топл}$  характеризует потери топлива от склада до получения продуктов сгорания;

$a_{тепл}$  характеризует потери при утилизации теплоты продуктов сжигания топлива;

$a_{распр}$  характеризует потери теплоты при доставке произведенного тепла конечным потребителям.

В предельном случае, при отсутствии потерь,  $a_{топл}$ ,  $a_{тепл}$  и  $a_{распр}$  равны нулю.

Для сокращения записей положим

$$(1+a_{топл}) * (1+a_{тепл}) * (1+a_{распр}) = 1+a \quad (3)$$

Используя выражения (1) и (2) можно определить объем топлива  $V_{топл}$ , необходимый для обеспечения потребителя заданным количеством теплоты. При этом

$$V_{топл} = (1+a) * Q_{пп} / q \quad (4)$$

Или, при фиксированном объеме топлива, можно определить возможный отпуск тепла потребителям

$$Q_{пп} = q * V_{топл} / (1+a) \quad (5)$$

Пусть стоимость топлива равна  $C_T$ , тариф для потребителей  $T_n$ . Тогда баланс доходов и расходов для котельной можно представить в виде

$$T_n * Q_{пп} = C_T * V_{топл} + C_{пер} * Q_{пп} + Z \quad (6)$$

где

$Z$  — это постоянные затраты предприятия (амортизация, з/плата, налоги, накопления, ремонт и т.п.),

$C_{пер}$  — это затраты предприятия, отнесенные к единице доставленного потребителю тепла (затраты на воду, электроэнергию для насосного оборудования, химреактивы и т.п.).

При дальнейшем анализе полагаем, что выполнение баланса (6) является необходимым и достаточным *условием* предоставления услуг по теплоснабжению потребителю. Здесь и далее для определенности полагаем так же, что отчетным периодом является год. Соответственно, значения показателей являются средними за год.

Выражение (6) с учетом (4) можно записать как

$$T_n * Q_{пп} = C_T * (1+a) * Q_{пп} / q + C_{пер} * Q_{пп} + Z \quad (7)$$

Выражение (7) можно преобразовать к виду

$$1 + a = (T_n - C_{пер} - Z / Q_{пп}) * q / C_T \quad (8)$$

Если в качестве  $T_n$  использовать *фактическую* себестоимость единицы полезно отпущенного тепла, рассчитанную без учета налогов и накоплений, то анализируя фактическую финансовую отчетность предприятия (например, формы 6-т и 6-гвс) можно оценить существующий уровень эффективности производства и распределения тепла.

Предпосылкой этого является следующее. В пункте 7.3.2 «Методики планирования, учета и калькулирования себестоимости услуг жилищно-коммунального хозяйства» (утв. пост. Госстроя №9 от 23.02.1999) указано, что «... При этом потери тепловой и электрической энергии на стадии планирования определяются по нормативу, согласованному регулирующим органом или со службой заказчика, в зависимости от состояния основных средств, в т.ч. сетей. Потери сверх установленного норматива отражаются в фактической себестоимости услуг и ухудшают финансовые результаты деятельности организации».

С помощью выражения (8) были проанализированы калькуляции фактической себестоимости производства тепловой энергии на цели отопления по нескольким коммунальным предприятиям. Для примера были взяты данные по предприятиям Магаданской области за отопительный период 1998/99 года (они имелись в распоряжении автора). Результаты расчетов представлены в таблице 1.

При расчетах в состав  $C_{пер}$  включались только затраты на электроэнергию и воду. Все остальные затраты (кроме топлива) включались в  $Z$ . При наличии более подробного разнесения затрат по статьям расходов возможно включение в  $C_{пер}$  и других затрат. В любом случае данные таблицы 1 носят иллюстративный характер.

Пользуясь выражением (7) можно оценить общую «стоимость» суммарных потерь. Затраты на потери (обозначим их через  $LC$ ) описываются соотношением

$$LC = C_T * Q_{пп} * a / q \quad (9)$$

При этом значение параметра «а» определяется по последнему столбцу таблицы 1.

**Табл. 1. Оценка показателя суммарных потерь**

Предприятие	Топливо	Выработка, тыс. Гкал	Полезный отпуск, тыс. Гкал	1 + а
Ольское МП ЖКХ	Мазут	46,1	38,9	1,67
Ольское МП ЖКХ (п. Гадля)	Мазут	5,6	4,7	1,61
МП Теплосеть	Мазут	119,2	104,2	1,61
Хасынкомэнерго	Мазут	15,9	14,7	1,35
ГУП Магаданский стекольный завод	Мазут	24,2	17,7	1,56
МП Жилкоммунэнерго	Уголь	61,7	52,7	1,76
Омсукчанское МПП ЖКХ	Уголь	13,8	13,1	1,47*
ОАО Бурхалинское МПП ЖКХ и Э	Уголь	15,4	13,4	1,83
МПП Жилкоммунэнерго	Уголь	137	114,8	1,62
ОАО Селена	Уголь	87,3	70,6	1,73
Аткинское ГУДП	Уголь	11,6	11,1	1,7
МП Жилкоммунэнерго (п.Сеймчан)	Уголь	89,7	72,2	2,93**

\*) после уточнения отчетности. Из представленных данных получено значение 1,1

\*\*\*) Видимо в калькуляцию включены расходы, не имеющие отношения к производству тепла для конечных потребителей (напр. теплица при котельной).

Снижение уровня потерь при *неизменном* объеме отпуска тепла потребителям обеспечит экономию затрат (обозначим ее как  $LC_3$ ):

$$LC_3 = C_T * Q_{пп} * (a1 - a2) / q \quad (10)$$

где  $a1$  и  $a2$  характеризуют соответственно текущий уровень потерь и ожидаемый после реализации проекта (или мероприятий), направленного на повышение эффективности работы котельной.

Левую часть выражение (3) в первом приближении можно записать как:

$$(1 + a_{топл}) * (1 + a_{тепл}) * (1 + a_{распр}) = 1 + a_{топл} + a_{тепл} + a_{распр} \quad (11)$$

Соответственно,

$$a = a_{топл} + a_{тепл} + a_{распр} \quad (12)$$

В свою очередь, каждую составляющую потерь (12) тоже можно представить как сумму показателей, характеризующих потери на отдельных технологических переделах.

Далее принято следующее разбиение на составляющие:

- для  $a_{\text{топл}}$  : потери топлива на складе  $a_{\text{склад}}$ , потери топлива при транспортировке к топке  $a_{\text{транспорт}}$  и потери механического недожога  $a_{\text{мех.недож.}}$ .
- для  $a_{\text{тепл}}$  : потери с уходящими газами  $a_{\text{ух.газы}}$ , потери тепла со шлаком  $a_{\text{шлак}}$ , потери химического недожога  $a_{\text{хим.недож.}}$ , потери через обмуровку котла  $a_{\text{обмур}}$  и потери, связанные с обеспечением собственных нужд котельной  $a_{\text{собств.нужды}}$ .

В таблицах 2-4 приведена оценка диапазона изменений показателей для котельных, работающих на твердом и жидком топливах. Показатель потерь при распределении тепла потребителям  $a_{\text{распр}}$  оценивается в 0,05-0,25.

**Табл. 2. Оценка потерь топлива при хранении и транспортировке**

Топливо	$a_{\text{склад}}$		$a_{\text{транспорт}}$		$a_{\text{мех.недож.}}$		$a_{\text{топл}}$	
	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс
твердое	0,03	0,05	0,01	0,02	0,03	0,08	<b>0,07</b>	<b>0,14</b>
жидкое	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>

**Табл. 3. Оценка потерь при утилизации теплоты топлива**

Топливо	$a_{\text{ух.газы}}$		$a_{\text{шлак}}$		$a_{\text{хим.недож.}}$		$a_{\text{обмуровка}}$		$a_{\text{собств.нужды}}$		$a_{\text{тепл}}$	
	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс
твердое	0,08	0,30	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,08	<b>0,12</b>	<b>0,44</b>
жидкое	0,05	0,15	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,08	<b>0,08</b>	<b>0,26</b>

**Табл. 4. Оценка суммарных потерь**

Потери	твердое топливо		жидкое топливо	
	мин	макс	мин	макс
$a_{\text{топл}}$	0,07	0,14	0,00	0,02
$a_{\text{тепл}}$	0,12	0,44	0,08	0,26
$a_{\text{распр}}$	0,05	0,25	0,05	0,25
<b>a</b>	0,24	0,73	0,13	0,53
<b>1 + a</b>	1,24	1,73	1,13	1,53

Минимальные и максимальные значения показателя «а» характеризуют соответственно удовлетворительное и неудовлетворительное состояние котельной и тепловых сетей как единого

технологического комплекса по теплоснабжению потребителей. Значения параметров приведенных таблиц могут и должны быть уточнены для конкретных котельных с учетом нормативно-технической документации (проект котельной, проектное топливо, длительность эксплуатации, соблюдение графиков ремонта, квалификация персонала и т.п.).

Используя данные таблиц 1 и 4, и пользуясь выражением (14) можно рассчитать потенциал энергосбережения в денежном выражении для каждой котельной. Исходные данные и результаты расчетов (цены на топливо 1999 года) приведены в таблице 5.

Результаты расчета потерь и связанных с ними затрат, приведенные в таблицах 1 и 5, должны быть сопоставлены с данными, характеризующими:

- условия эксплуатации котельных;
- соответствие показателей проектного и фактически используемого топлива;
- отклонения от проектных решений;
- соблюдение графиков текущего и капитального ремонта;
- квалификацию персонала;
- показатели и состояние тепловых сетей, характеристики потребителей;
- условия и порядок финансирования производства тепла и т.п.

**Табл. 5. Оценка потенциала энергоэффективности в денежном выражении**

Предприятие	Топливо	Q <sub>пл</sub>	1 + a	a1	a2	a1-a2	q	C <sub>т</sub>	LC <sub>э</sub>
		тыс. Гкал					Гкал /т.н.т.	руб. /т.н.т.	тыс. руб.
Ольское МП ЖКХ	жидкое	38,9	1,67	0,67	0,13	0,54	9,87	2293	<b>4880,1</b>
Ольское МП ЖКХ (п. Гадля)	жидкое	4,7	1,61	0,61	0,13	0,48	9,87	2300	<b>525,7</b>
МП Теплосеть	жидкое	104,2	1,61	0,61	0,13	0,48	9,52	2344	<b>12314,9</b>
Хасынкомэнерго	жидкое	14,7	1,35	0,35	0,13	0,22	9,94	1975	<b>642,6</b>
ГУП Магаданский стекольный завод	жидкое	17,7	1,56	0,56	0,13	0,43	9,52	1859	<b>1486,2</b>
МП Жилкоммунэнерго	твердое	52,7	1,76	0,76	0,24	0,52	5,11	785	<b>4209,8</b>
Омсукчанское МПП ЖКХ	твердое	13,1	1,47	0,47	0,24	0,23	4,9	313	<b>192,5</b>
ОАО Бурхалинское МПП ЖКХ и Э	твердое	13,4	1,83	0,83	0,24	0,59	4,1	413	<b>796,4</b>
МПП Жилкоммунэнерго	твердое	114,8	1,62	0,62	0,24	0,38	4,36	452	<b>4522,5</b>
ОАО Селена	твердое	70,6	1,73	0,73	0,24	0,49	4,2	547	<b>4505,5</b>
Аткинское ГУДП	твердое	11,1	1,7	0,70	0,24	0,46	4,9	632	<b>658,6</b>

Результатом сопоставления (которое можно провести в рамках предварительного энергоаудита) будет перечень факторов, определяющих текущий уровень энергоэффективности котельной. Далее принимается решение о целесообразности проведения энергоаудита конкретных котельных для уточнения характеристик и последующей разработки технических мероприятий (проекта).

В заключение отметим следующее. Показатель LC (при корректном его определении) характеризует размер реальных средств, расходуемых на финансирование потерь. Соответственно, показатель LC<sub>э</sub> должен характеризовать размер реальной экономии этих средств в случае реализации мероприятий проекта.

При этом, проделав определенные процедуры, можно определить стоимость потерь на каждом технологическом переделе и соответственно, возможную экономию на каждом переделе. Ранжируя затраты на реализацию вариантов мероприятий по сроку окупаемости (хотя давно пора по затратам жизненного цикла, но это дороже, т.к. требует более детальной проработки), а эффекты от каждого варианта по размеру фактической экономии в денежном выражении, можно принимать обоснованные инвестиционные решения.