

К ВОПРОСУ ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ОДНОТИПНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

авторы:



Афанасьев В.А.

Преподаватель НОУ ВПО МИЭЭ
Эксперт по энергосбережению



Денисов-Винский Н.Д.

Аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана,
факультет Энергомашиностроения

ключевые слова: энергоаудит, источник тепловой энергии

аннотация: предлагаемая методика позволяет провести ранжирование объектов энергопотребления по показателям энергоэффективности их работы, как для каждого вида энергоресурса, так и для всех потребляемых ТЭР в целом;

Износ энергогенерирующего оборудования в России принимает угрожающие масштабы. Так в декабрьском номере журнала Эксперт, в статье «Страна изношенных турбин» были опубликованы данные, согласно которым около 77% турбин тепловых электрических станций (ТЭС) имеют износ более 50%, а 51% из всех турбин ТЭС и вовсе не пригодны к эксплуатации и характеризуются как «Непригодные к применению» или «Лом». Аналогичная ситуация происходит и с теплогенерирующим оборудованием котельных. Так, энергетическое обследование, проведенное авторами в одном из МУП «Теплосеть» Московской области, показало, что КПД половины всех котлов лежит в пределах от 80% до 90%. КПД другой половины котлов составляет от 70 до 80 %. Встречаются также котлы, у которых КПД и вовсе 64%. На котлах

установлены старые горелочные устройства, с автоматикой, не обеспечивающей качественное сгорание топлива или, вообще, без автоматического управления процессом горения.

На момент обследования из 40 котельных МУП «Теплосеть» только 30 работали на природном газе, причём доля топлива в стоимости реализованной тепловой энергии находилась в пределах от 27 до 82%; 8 котельных, использовавших качестве топлива мазут и печное топливо, являлись убыточными. Доля топлива в стоимости реализованной тепловой энергии для них находилась в пределах от 130% до 334%, а в оставшихся двух котельных, работающих на угле, 50%. Подобная ситуация имеет место во всех районах Московской области, а ситуация в других областях ещё хуже.

Однако прежде чем повышать эффективность использования ТЭР – необходимо выявить причины их неэффективного использования и разработать мероприятия по устранению данных причин.

Все это возможно после проведения энергетического обследования объекта, о чем напрямую указывает закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года.

Согласно данному Закону, проведение энергетического обследования является обязательным для следующих организаций и лиц:

- 1) органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
- 2) организации с участием государства или муниципального образования;
- 3) организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;
- 4) организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов;
- 5) организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;
- 6) организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично

за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

К категории предприятий, подлежащих обязательному энергетическому обследованию, относятся, например, объекты энергопотребления социальной сферы: школы, детские сады, больницы, поликлиники, количество которых только в отдельных округах Москвы достигает нескольких сотен.

Для того чтобы разработать перечень типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и провести их стоимостную оценку, необходимо иметь наиболее качественную и полную картину работы оборудования котельной, в частности работы котлоагрегатов. Энергообследование котлоагрегатов в основном сводится к составлению их теплового баланса. Первая сложность, с которой может столкнуться энергоаудитор, это отсутствие счётчика природного газа на каждый котёл и, в следствии, отсутствие данных по потреблению природного газа каждым котлоагрегатом. В такой ситуации составление теплового баланса котельного агрегата, при его параллельной работе с другими котлами становится затруднительным.

Однако если речь об энергоаудите нескольких котельных, первое энергетическое обследование необходимо начинать с той котельной, где доля потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) является наибольшей.

Пользуясь отчётами энергетических обследований (энергоаудитов) нескольких районов Московской области, проведенных авторами, была разработана методика, позволяющая определить по данным экспресс-обследования котельных ту котельную, где доля потребления ТЭР на единицу тепловой энергии является наибольшей.

При разработке технического задания на проведение энергетического обследования потребителя топливно-энергетических ресурсов, в состав которого входит однотипные энергопотребляющие устройства, возникают определённые трудности: стоимость энергоаудита и время обследования пропорциональна количеству обследуемых объектов – потребителей энергоресурсов. Возникает необходимость выбора определённого количества объектов из их общего количества. Поверхностное знакомство с объектом, как правило, даёт возможность получить информацию только о количестве однотипных устройств. Предлагаемая методика позволяет провести ранжирование объектов энергопотребления по показателям энергоэффективности их работы, как для каждого вида энергоресурса, так и для всех потребляемых ТЭР в целом.

Основная задача при составлении Технического Задания – выбрать конечное количество проблемных источников тепловой энергии из общего их числа. Для проведения ранжирования объектов энергопотребления по показателям эффективного использования энергоресурсов необходимо получить информацию о видах, объёме потребленных энергоресурсов, а также о количестве выработанного конечного продукта. В рассматриваемом случае потребляемыми энергоресурсами являются топливо (природный газ), электроэнергия, вода, канализационные стоки. Затраты на утилизацию канализационных стоков характеризуют объём энергозатрат, необходимых для утилизации. Энергозатраты на утилизацию канализационных стоков пропорциональны объёму канализационных стоков. Конечным вырабатываемым продуктом является тепловая энергия.

Исходные данные для расчета приведены в таблице №1.

Таблица №1. Потреблённые энергоресурсы и количество выработанной тепловой энергии котельными одного из МУП «Теплосеть» Московской области.

Номер котельной	Топливо	ЭЭ	Вода	Канализация	ТЭ
	Объём [тыс. м ³]	Объём [МВт·ч]	Объём [тыс. м ³]	Объём [тыс. м ³]	Объём [Гкал]
1	411,3	219,82	10,3	6,59	2909,87
2	1542,83	178,02	15,2	15,55	10914,06
3	505,96	111,86	3,46	1,76	2856,67
4	3044,04	990,01	33,86	26,56	11888,1
5	573,65	89,25	5,16	3,48	3965,11
6	819,12	221,06	16,72	15,36	5988,43
7	15733,62	2876,4	184,87	199,89	93683,96
8	8111,62	1557,39	182	157,45	53442,55
9	237,81	35,25	0,38	0,23	1322,99
10	10260	2428,3	113,1	86,64	69343,45
11	257,91	58,32	0,51	0,43	1436,06
12	820,75	188,22	24,99	20,64	4716,13
13	3114	507,64	84,74	72,73	20993,74
14	4453,56	878,66	194,25	160,77	18975,34
15	1432,56	235,96	39,59	36,03	12650,79

Данные, приведённые в таблице №1 взяты из отчета по результатам энергетического обследования МУП «Теплосеть» одного из районов Московской области за период с 2003 по 2004 год. Для дальнейших расчетов приняты следующие тарифы на потребляемые ТЭР: тариф на природный газ – 1,15 руб/м³, тариф на

электроэнергию – 1,3 руб/кВт·ч, тариф на воду – 8 руб/м³, тариф на услуги пользования канализации – 5,5 руб/м³.

Первый шаг заключается в анализе стоимостной составляющей каждого ТЭР в единице тепловой энергии, например в Гкал, произведённой на котельной. Результат расчёта этой составляющей приведён в таблице №2.

Таблица №2. Стоимостная составляющая каждого ТЭР, потребленного котельной в 1 Гкал тепловой энергии, выработанной этой котельной.

Номер котельной	Топливо [м ³ /Гкал]	Удельное потребление		Канализация [м ³ /Гкал]
		ЭЭ [кВт·ч/Гкал]	Вода [м ³ /Гкал]	
1	141,35	75,54	3,54	2,26
2	141,36	16,31	1,39	1,42
3	177,12	39,16	1,21	0,62
4	256,06	83,28	2,85	2,23
5	144,67	22,51	1,30	0,88
6	136,78	36,91	2,79	2,56
7	167,94	30,70	1,97	2,13
8	151,78	29,14	3,41	2,95
9	179,75	26,64	0,29	0,17
10	147,96	35,02	1,63	1,25
11	179,60	40,61	0,36	0,30
12	174,03	39,91	5,30	4,38
13	148,33	24,18	4,04	3,46
14	234,70	46,31	10,24	8,47
15	113,24	18,65	3,13	2,85

Поскольку в допущениях для описываемой методики было принято, что на котельных – источниках тепловой энергии, установлены однотипные энергопотребляющие устройства, то данные, приведённые в таблице №2, могут служить отправной точкой для анализа работы оборудования котельной. Так из таблицы №2 следует, что максимальное потребление природного газа, а также электроэнергии имеет место быть на котельной №4, а минимальное потребление на котельной №15 и №2 соответственно.

Данными таблицы №2 позволяют оценить потенциал энергосбережения, как в количестве ТЭР, так и в денежном выражении для каждой котельной.

В таблице №3 приведены данные расчета для оценки потенциала энергосбережения в показателях ТЭР, а в таблице №4 в денежном выражении в соответствии с вышеобозначенным тарифами.

Таблица №3. Потенциал энергосбережения для каждой котельной в показателях ТЭР.

Номер котельной	Потенциал энергосбережения ТЭР			
	Топливо [м ³ /Гкал]	ЭЭ [кВт·ч/Гкал]	Вода [м ³ /Гкал]	Канализация [м ³ /Гкал]
1	28,11	59,23	3,25	2,09
2	28,12	0,00	1,10	1,25
3	63,88	22,85	0,92	0,45
4	142,82	66,97	2,56	2,06
5	31,43	6,20	1,01	0,71
6	23,54	20,60	2,50	2,39
7	54,70	14,39	1,68	1,96
8	38,54	12,83	3,12	2,78
9	66,51	10,33	0,00	0,00
10	34,72	18,71	1,34	1,08
11	66,36	24,30	0,07	0,13
12	60,79	23,60	5,01	4,21
13	35,09	7,87	3,75	3,29
14	121,46	30,00	9,95	8,30
15	0,00	2,34	2,84	2,68

Таблица №4. Потенциал энергосбережения для каждой котельной в денежном выражении.

Номер котельной	Потенциал энергосбережения (рублей)			
	Топливо [руб/Гкал]	ЭЭ [руб/Гкал]	Вода [руб/Гкал]	Канализация [руб/Гкал]
1	32,33	77,00	26,00	11,50
2	32,34	0,00	8,80	6,88
3	73,46	29,71	7,36	2,48
4	164,24	87,06	20,48	11,33
5	36,14	8,06	8,08	3,91
6	27,07	26,78	20,00	13,15
7	62,91	18,71	13,44	10,78
8	44,32	16,68	24,96	15,29
9	76,49	13,43	0,00	0,00
10	39,93	24,32	10,72	5,94
11	76,31	31,59	0,56	0,72
12	69,91	30,68	40,08	23,16
13	40,35	10,23	30,00	18,10
14	139,68	39,00	79,60	45,65
15	0,00	3,04	22,72	14,74

Оценка потенциала энергосбережения (табл.№3) была определена разностью между удельным показателем каждого ТЭР для каждой котельной и минимальным значением этого показателя ТЭР для заданного набора котельных. Денежное выражение потенциала энергосбережения (табл.№4) получено в результате умножения

данных таблицы №3 на соответствующий тариф и позволяет определить те котельные, где относительные затраты на отдельные ТЭР являются наибольшими. Однако, для выбора конкретных котельных, где в дальнейшем планируется провести энергоаудит, необходимо вести интегральный показатель суммарного перерасхода ТЭР в денежном выражении. Для этого необходимо суммировать показатели потенциала энергосбережения в денежном выражении для каждой котельной. Результаты расчёта представлены в таблице №5.

Таблица №5. Суммарный потенциал энергосбережения для каждой котельной в денежном выражении.

Номер котельной	Потенциал энергосбережения (рублей)				Суммарный потенциал [руб/Гкал]
	Топливо [руб/Гкал]	ЭЭ [руб/Гкал]	Вода [руб/Гкал]	Канализация [руб/Гкал]	
1	32,33	77,00	26,00	11,50	147
2	32,34	0,00	8,80	6,88	48
3	73,46	29,71	7,36	2,48	113
4	164,24	87,06	20,48	11,33	283
5	36,14	8,06	8,08	3,91	56
6	27,07	26,78	20,00	13,15	87
7	62,91	18,71	13,44	10,78	106
8	44,32	16,68	24,96	15,29	101
9	76,49	13,43	0,00	0,00	90
10	39,93	24,32	10,72	5,94	81
11	76,31	31,59	0,56	0,72	109
12	69,91	30,68	40,08	23,16	164
13	40,35	10,23	30,00	18,10	99
14	139,68	39,00	79,60	45,65	304
15	0,00	3,04	22,72	14,74	41

Из таблицы №5 можно заключить, что из общего числа котельных с однотипным оборудованием наибольший потенциал энергосбережения в размере 304 рублей/Гкал возможен у котельной под номером 14. Однако необходимо помнить, что этот показатель отнесён к 1 Гкал выработанной тепловой энергии и не является общим интегральным показателем денежных потерь, так как не учитывает объёмы выработанной тепловой энергии.

В таблице №6 проведено ранжирование котельных по показателю потенциала энергосбережения на 1 Гкал выработанной тепловой энергии и по показателю

экономии денежных средств за указанный период времени и согласно вышеуказанным тарифам.

Таблица №6.

Номер котельной	Потенциал энергосбережения отнесенный к 1 Гкал [руб/Гкал]	Номер котельной	Потенциальная экономия денежных средств за заданный период [руб]
14	304	7	9 930 500
4	283	14	5 768 503
12	164	10	5 616 819
1	147	8	5 397 698
3	113	4	3 364 332
11	109	13	2 078 380
7	106	12	773 445
8	101	2	523 875
13	99	6	520 993
9	90	15	518 682
6	87	1	427 751
10	81	3	322 804
5	56	5	222 046
2	48	11	156 531
15	41	9	119 069

Из таблицы №6 видно, что, несмотря на то, что потенциал энергосбережения на 1 Гкал выработанной тепловой энергии максимален у котельной №14, наибольшие убытки принесла котельная №7, у которой этот потенциал почти в три раза меньше. В этом случае также показателен пример с котельной под номером 10, у которой потенциал энергосбережения почти в 1,4 раза меньше, чем у котельной №3, но которая приносит потенциальный убыток в 17 раз больше.

Предлагаемые авторами методические рекомендации позволяют при достаточно непродолжительных и простых расчётах, определить приоритет объекта, подлежащего первоочередному энергетическому обследованию. В рассмотренном варианте это котельная № 14. В то же время нельзя однозначно сказать, что такой же вывод будет правильным и по результатам следующих энергетических обследований, т.к. изменение режима работы котельных, вида используемого топлива и т.д. может изменить рейтинговую таблицу.

Список использованной литературы

1. Монахова Елена, Пшеничников Сергей, «Страна изношенных турбин», «Эксперт» № 49-50 от 21 декабря 2009 года.
2. Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года.