

А.В. Михайлов, главный инженер ORCID 0000-0002-5683-4579

КП «Теплоснабжение г. Одессы»

Е.П. Фомичев, канд. техн. наук, профессор, ORCID 0000-0001-8174-9109

Е.П. Нечипорук, ассистент, ORCID 0000-0002-8443-2446

Одесский национальный политехнический университет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА КОТЕЛЬНЫХ ЦСТ

Проанализированы данные суточных ведомостей работы оборудования 11 котельных; к.п.д. по прямому балансу нигде не определяется, поэтому оценить достоверность информации нельзя; если к.п.д. определить по (1), то окажется, что котел №1 котельной X-квартал 14 января 2013 г. большую часть времени суток работал с к.п.д. 0,95-1,01, а котел № 2 целые сутки проработал с к.п.д. 1,21. Проверка для этого дня в суточной ведомости котельной показывает ошибочность записей, что обнаруживают и учитывают при макетировании в ПТО. Проведено сравнение скорректированного к.п.д. по прямому балансу с данными посуточного макетирования преобразования энергии, выполняемого ПТО предприятия. Рассмотрены погрешности определения к.п.д. по прямому балансу и возможность использования скорректированных данных суточной ведомости журнала оператора для мониторинга показателей энергоэффективности через к.п.д. и через удельный расход газа на выработку тепла. Описан регрессионный анализ качества управления отпуском теплоты и погодным регулированием. Службой энергетического менеджмента запущена программа энергетического мониторинга всех ТЭР по районным и квартальным котельным города; программа позволяет на основании электронной ведомости определить эффективность работы котельной. При содействии служб тепловой автоматики и измерений, информационных технологий была разработана и запущена программа, позволяющая оперативному персоналу котельных отслеживать к.п.д. работы котлов в реальном времени, что на практике позволит определить эффективность регулирования работы котлов оперативным персоналом котельных.

Ключевые слова: информация; к.п.д. по прямому балансу; суточная ведомость работы оборудования; контроль и планирование энергопотребления; энергоэффективность; котельная; регрессионный анализ;

Цель исследования

Определить возможность использования информации суточной ведомости работы оборудования котельной для повышения эффективности путем внедрения системы контроля и оперативного планирования энергопотребления (КИОП) M&T.

Задания

1 Провести анализ данных энергоэффективности 11 отопительных котельных города для обоснования возможности использования к.п.д. котла по прямому балансу при ручном управлении энергоэффективностью.

2 Предложить способы оценки работы персонала в повышении энергоэффективности

Введение

Внедрение энергетического менеджмента в системы централизованного теплоснабжения городов привело к необходимости перехода от управления «по состоянию» к управлению «по результатам», что требует информационного обеспечения мониторинга соответствия достигнутой энергоэффективности с запланированным значением на различных временных интервалах и устранения несоответствий. Удельные расходы топлива и электрической энергии - одни из главных критериев эффективной работы тепло-снабжающих организаций[1]. Порядок расчетов индивидуальных и групповых плановых и прогрессивных норм расхода топлива изложен в КТМ 204 Украина 246-99. На основании этого документа по результа-там прошедшего периода в планово-техническом отделе (ПТО) КП «ТГО»

определяют на следующий от-четный период плановую индивидуальную и групповую нормы; фактическую выработку теплоты определяют в ПТО макетированием для каждого прошедших суток отопительного периода расчетным. Эта информация представлена в разрабатываемых ПТО суточных ведомостях выработки теплоты по каждой котельной и в суточных ведомостях технико-экономических показателей работы КП «ТГО». Норматив-ную характеристику котла принимают на основании данных последних режимно-наладочных испытаний (раз в три года) и приводят в режимной карте для 4- 5 значений нагрузки в диапазоне $0,35 - 0,75 Q_n$ номинальной мощности котла. При всей полноте методического и нормативного обеспечения такая система управления «по состоянию» не позволяет устранить недостатки в ходе процесса, т.к. анализ ведется по окончании месяца или года, когда убытки уже оплачены; анализ на суточных интервалах по результатам макетирования ПТО дает оценку эффективности по котельной, но без оперативного вмешательства в процесс, т.к. касается прошедшего периода котельной в целом.

Энергетическая стратегия Украины в развитии сферы теплообеспечения предусматривает использование природного газа в централизованном теплоснабжении в 2030 г. на уровне 17 млн. т условного топлива и планирует экономию топлива от внедрения энергосберегающих мероприятий (структурных, технологических, рыночных, управленческих, регуляторной перестройки коммунальной теплоэнергетики) при генерации в размере 3...4%.

Для управления повышением энергоэффективности «по результатам» в системе энергоменеджмента по стандарту ИСО 50001 [2] применяется колесо Деминга *PDCA* (Планируй, Действуй, Контролируй, Актуализируй) и система контроля и оперативного планирования энергопотребления (КИОП, *M&T*). Система КИОП позволяет экономить энергоресурсы за счет регулярного контроля уровней их потребления, быстрого определения ухудшения эффективности относительно планируемой и принятия незамедлительных мер для привлечения служб, причастных к энергоэффективности (главного инженера, центрального диспетчера, тепловой автоматики и др.). Систему КИОП применяют в первую очередь для потребителей *SEU* (существенных по потреблению, или по большому потенциалу повышения энергоэффективности), к которым относится котельная.

Основной показатель эффективности (*EnPIs*) сгорания топлива и передачи теплоты к котловой воде в водогрейном котле - коэффициент полезного действия; по прямому балансу при потреблении газа к.п.д. $\eta_{\text{брутто}}$ определяют как

$$\eta_{\text{брутто}} = 100 * G * (t_{\text{п}} - t_{\text{д}}) / (B * q_{\text{пр}}), \quad (1)$$

где G - расход воды, $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{д}}$ - температура воды соответственно после и до котла; B - часовое потребление газа, $q_{\text{пр}}$ - низшая рабочая теплотворность газа. По прямому балансу оператор может ежечасно определять к.п.д. по данным суточной ведомости, что гарантирует оперативность и сокращает затраты на получение информации. По обратному балансу к.п.д. $\eta_{\text{брутто}}$ определяют как

$$\eta_{\text{брутто}} = 100 - q_2 - q_3 - q_5, \quad (2)$$

где q_2, q_3, q_5 - соответственно тепловые потери с котловыми газами, от химической неполноты сгорания, с поверхности в окружающую среду. Считают, что вычисление к.п.д. отопительного котла по обратному балансу точнее, потому что погрешности при измерении потерь теплоты меньше, чем при определении расхода топлива (в первую очередь это касается угля); для определения к.п.д. по обратному балансу нужны данные газоанализатора.

Анализ возможности использования данных суточной ведомости СВ для оперативного управления повышением энергоэффективности выработки тепловой энергии

Для работы системы КИОП в котельных необходима оперативная информация [3]. Ее можно получить из данных, которые содержатся в суточной ведомости (СВ) работы оборудования котельной, в которую оператор котельной должен ежечасно записывать основные параметры работы оборудования, процесса выработки и отпуска тепла, а также среднесменные значения за сутки для возможности последующего анализа работы. Суточная ведомость содержит все необходимые данные для обеспечения надежной и экономичной работы котла, а также определения его нагрузки и энергоэффективности (в том числе величины к.п.д. и факторов, которые на него влияют).

Непосредственно связаны с определением нагрузки и энергоэффективности котлов данные в следующих колонках на лицевой странице СВ: к3-расход газа $\text{м}^3/\text{ч}$, к4-расход воды $\text{т}/\text{ч}$, температура до котла к5 и после котла к6, к7-количество выработанной теплоты, разрежение в топке - к10, температура дымовых газов - к11, содержание в них O_2 - к12 и трехатомных газов - к13; колонка к2 - температура наружного воздуха, к47 - количество газа, потребляемого всеми котлами и к48- количество теплоты, вырабатываемой всеми котлами. На оборотной странице СВ приведены данные по количеству тепла, отданного в сеть, подпитке и водоподготовке, потребленной электроэнергии по отдельным трансформаторам и общий расход по котельной, давлению и температуре газа. До настоящего времени

не заполняются колонки к48 на всех котельных и к7, а также на большинстве котельных колонки к11, к12, к13. Своевременное выявление несоответствий помогает их ликвидации, способствует уменьшению потерь и возвращению к плановому значению. Погрешности, которые возникают при определении к.п.д. по прямому балансу, и возможность их уменьшения рассматриваются ниже.

Качество данных нынешних суточных ведомостей и преобразование их в информацию для управления энергоэффективностью

Для оценки возможности использования часовых записей суточной ведомости для определения к.п.д. оператором выборочно проанализированы сутки с отрицательными и положительными температурами наружного воздуха; данные анализа приведены в табл. 1 (котел 1 слева, котел 2 справа).

Таблица 1 – Показатели из СВ работы котлов котельной X квартал ЮЗМ за 14 января 2013 г.

время	Темп.	газ	расход	вход	выход	Qгаз	Qвод	η	газ	расход	вход	выход	Qгаз	Qвод	η
час	°С	м3/ч	т/ч	°С	°С	Гкал	Гкал	о.е	м3/ч	т/ч	°С	°С	Гкал	Гкал	о.е
1	-7	2800	560	46	86	22,60	22,4	0,99	2100	520	46	86	16,947	20,8	1,23
2	-7	2400	560	46	81	19,37	19,6	1,01	2100	520	46	86	16,947	20,8	1,23
3	-7	2400	560	48	81	19,37	18,48	0,95	2100	520	48	87	16,947	20,28	1,20
4	-7	2400	560	48	81	19,37	18,48	0,95	2100	520	48	87	16,947	20,28	1,20
5	-7	2400	560	48	81	19,37	18,48	0,95	2100	520	48	87	16,947	20,28	1,20
6	-7	2400	560	49	81	19,37	17,92	0,93	2100	520	49	88	16,947	20,28	1,20
7	-7	2400	560	48	81	19,37	18,48	0,95	2100	520	48	87	16,947	20,28	1,20
8	-6	2400	560	48	80	19,37	17,92	0,93	2100	520	48	87	16,947	20,28	1,20
9	-4	2400	560	46	80	19,37	19,04	0,98	2100	520	46	84	16,947	19,76	1,17
10	-2	2400	560	46	80	19,37	19,04	0,98	2100	520	46	84	16,947	19,76	1,17
11	-1	2400	560	45	80	19,37	19,6	1,01	2100	520	46	84	16,947	19,76	1,17
12	0	2400	560	45	80	19,37	19,6	1,01	2100	520	45	85	16,947	20,8	1,23
13	0	2400	560	45	80	19,37	19,6	1,01	2100	520	45	85	16,947	20,8	1,23
14	0	2400	560	45	78	19,37	18,48	0,95	2000	520	45	85	16,14	20,8	1,29
15	0	2400	560	45	78	19,37	18,48	0,95	2000	520	45	85	16,14	20,8	1,29
16	0	2400	560	45	78	19,37	18,48	0,95	2000	520	45	85	16,14	20,8	1,29
17	0	2400	560	45	78	19,37	18,48	0,95	2000	520	45	85	16,14	20,8	1,29
18	-1	2400	560	45	78	19,37	18,48	0,95	2000	520	45	85	16,14	20,8	1,29
19	-1	2400	560	43	76	19,37	18,48	0,95	2000	520	43	80	16,14	19,24	1,19
20	2	2400	560	42	74	19,37	17,92	0,93	2000	520	42	78	16,14	18,72	1,16
21	2	2400	560	42	74	19,37	17,92	0,93	2000	520	42	78	16,14	18,72	1,16
22	2	2400	560	42	74	19,37	17,92	0,93	2000	520	42	78	16,14	18,72	1,16
23	2	2400	560	42	74	19,37	17,92	0,93	2000	520	42	78	16,14	18,72	1,16
24	2	2400	560	42	74	19,37	17,92	0,93	2000	520	42	78	16,14	18,72	1,16

Приведенные в таблице 1 значения к.п.д. определены расчетным путем по (1).

Судя по таблице 1 котел № 1 14 января 2013 г. большую часть времени суток работал с к.п.д. 0,95-1,01, а котел № 2 целые сутки проработал с к.п.д. 1,21. Поскольку оператор не определяет к.п.д. котла, то обратить внимание на ошибочность представленных в СВ данных измерений не может. Высокую точность измерения расхода газа обеспечивает вычислительный комплекс с корректором Флоутек ВР-ТМ, но он учитывает расход газа по 4 котлам. Для установления источника ошибки проведены одновременные измерения прибором коммерческого и технического учета во время работы одного котла котельной X квартал ЮЗМ; результаты приведены в таблицах 2 и 3 [4].

Таблица 2 - Потребление газа, определенное с помощью расходомера КСД2-002, и к.п.д. котла № 4

время	нар темп	газ	расход	вход	выход	давл. До	авл. пос	Δ	кислор	Qгаз	Qвод	η
час	°С	м3/ч	т/ч	°С	°С	атм	атм	атм	O ₂	Гкал	Гкал	о.е
9:00	13,00	3800	590	38,5	88	10,9	8,7	2,2	5	30,9	28,9	0,94
10:00	13,00	3800	590	38	93	10,9	8,7	2,2	5	30,9	32,2	1,04
11:00	13,00	4200	590	37	92	10,9	8,7	2,2	5	34,1	32,5	0,95

Таблица 3 - Показатели потребления газа вычислительным комплексом Флоутек ВР-ТМ и к.п.д. работы котла № 4

время	нар темп	газ	расход	вход	выход	давл. До	авл. пос	Δ	кислор	Qгаз	Qвод	η
час	°С	м3/ч	т/ч	°С	°С	атм	атм	атм	O ₂	Гкал	Гкал	о.е
9:00	13,00	3970	590	38,5	88	10,9	8,7	2,2	5	32,3	28,9	0,90
10:00	13,00	4530	590	38	93	10,9	8,7	2,2	5	36,8	32,2	0,87
11:00	13,00	4535	590	37	92	10,9	8,7	2,2	5	36,9	32,5	0,88

Измерения проведены 20 марта 2013 г. в период 9:00 – 11:00, когда работал один котел с 7 и 8 горелками. Показания расходомера газа КСД2-002 меньше на 16,1 % в 10:00 и на 7,4 % в 11:00, что и обуславливало значение к.п.д. соответственно 1,04 и 0,95. Поэтому одна из рекомендаций – повышение точности измерения величин, которые используются для определения к.п.д.: потребленного газа, количества теплоносителя и его температур.

Записи выработки и отпуска тепла котельной X кв. ЮЗМ в ноябре 2013 г (сезон 2013-14 гг.) представлены в таблице 4. Градусо-дни как характеристика температуры наружной среды для оценки расхода топлива на отопление в ноябре 2013 г. были равны 266, что составляет 70 % от нормативных 381 и характеризует месяц как относительно «теплый»; в относительно «холодном» ноябре 2011-12 гг. было 413 градусо-дней (на 8,4 % больше нормативного месяца), а самым теплым в период 2010-14 гг. был ноябрь 2010-11 гг. – 179 Г-Д (47 % от нормативного).

В таблице по данным производственно-технического отдела КП ТГО приведены посуточные значения потребления котельными газа, расхода воды с подпиткой, температуры сетевой прямой и обратной воды. Сравнение записей расхода газа ТГО (колонка 3) и суточной ведомости технического учета котельной (4) показывает основные источники погрешности в вычислении к.п.д.

Таблица 4 - Потребление котельной X кв. ЮЗМ газа, параметры теплоносителя и к.п.д. по данным котельной X кв. ЮЗМ и КП ТГО

Дата	ГД	Газ ТГО, °Сдень нм ³	Газ X, м ³	Гв.Х, м ³	Гв.п.Х, м ³	t1, °С	t2, °С	t22, °С	Qг.по, Гкал	Qг.Х, Гкал	Qв.Х, Гкал	ηв.Х, газ ТГО	ηв.Х, газ X	Qв.Х1, Гкал	ηв.ТГО, газ ТГО	ηв.ТГО, газ X
01.11.13	7,10	102 451	102624	66180	387	50	38	39	828	829	761	0,919	0,918	778	0,939	0,938
02.11.13	6,10	98 433	97035	65420	373	50	40	40	796	785	654	0,822	0,834	670	0,842	0,854
03.11.13	4,70	101 215	97440	65060	372	50	39	39	819	788	716	0,874	0,908	731	0,893	0,928
04.11.13	2,70	95 040	96278	65520	368	50	39	40	768	778	688	0,895	0,884	704	0,916	0,904
05.11.13	3,70	94 515	95420	65380	378	50	39	39	764	771	719	0,941	0,932	735	0,962	0,953
06.11.13	2,20	93 105	92181	65400	360	50	39	40	753	746	687	0,911	0,921	702	0,932	0,941
07.11.13	7,10	97 163	96066	63480	295	50	38	39	788	779	730	0,927	0,937	743	0,943	0,954
08.11.13	6,60	83 068	94182	61080	265	49	37	38	676	766	702	1,039	0,917	713	1,055	0,931
09.11.13	5,20	83 359	83092	59590	241	46	35	37	676	674	596	0,881	0,884	605	0,895	0,898
10.11.13	5,50	87 620	84244	59070	253	46	36	37	719	691	561	0,781	0,812	571	0,794	0,826
11.11.13	6,70	83 996	86155	59110	232	47	36	37	689	707	621	0,901	0,878	630	0,914	0,891
12.11.13	8,60	83 643	82744	59220	578	46	35	36	685	678	622	0,908	0,918	644	0,940	0,950
13.11.13	9,80	85 566	85563	60470	560	43	33	34	697	697	574	0,825	0,825	594	0,853	0,853
14.11.13	11,70	123 377	108262	63340	271	46	36	37	1005	881	602	0,599	0,683	612	0,609	0,694
15.11.13	13,30	155 980	146971	65980	375	58	42	43	1273	1199	1023	0,803	0,853	1042	0,818	0,868
16.11.13	13,40	150 427	150070	65040	344	60	42	44	1230	1227	1106	0,899	0,901	1124	0,914	0,916
17.11.13	11,00	147 792	151220	65160	360	60	43	44	1206	1234	1075	0,892	0,871	1094	0,907	0,887
18.11.13	11,30	143 078	149720	65040	309	58	43	43	1168	1222	976	0,836	0,799	991	0,849	0,811
19.11.13	8,70	139 101	137925	65400	282	58	42	43	1136	1126	1014	0,893	0,900	1028	0,905	0,913
20.11.13	7,00	139 223	143170	64840	288	57	42	43	1136	1168	940	0,828	0,805	954	0,841	0,817
21.11.13	6,30	136 127	136548	64890	331	57	43	43	1111	1115	908	0,818	0,815	925	0,832	0,830
22.11.13	7,20	142 516	137005	64850	303	57	44	44	1164	1119	843	0,724	0,753	858	0,737	0,766
23.11.13	7,80	143 757	144795	64670	295	57	43	43	1178	1186	905	0,769	0,763	920	0,781	0,775
24.11.13	7,70	145 099	140780	64930	335	57	43	43	1186	1151	909	0,766	0,790	926	0,780	0,804
25.11.13	7,00	144 732	143924	64670	344	57	43	44	1183	1177	873	0,738	0,742	890	0,752	0,756
26.11.13	14,70	147 276	141198	64630	339	58	43	43	1204	1155	969	0,805	0,840	987	0,819	0,854
27.11.13	16,80	153 851	155453	64560	349	60	43	44	1256	1269	1065	0,848	0,839	1084	0,863	0,854
28.11.13	17,70	157 003	152550	64560	339	60	43	44	1280	1243	1065	0,832	0,857	1083	0,846	0,871
29.11.13	14,20	155 990	157331	63580	315	60	43	44	1269	1282	1049	0,827	0,819	1066	0,840	0,832
30.11.13	13,80	152 838	155131	63150	336	60	43	44	1243	1262	1042	0,838	0,826	1060	0,853	0,840
ГД	266	3 667 341	3645277	1914270	10177	54	40	41	29884	29704	24996	0,845	0,847	25462	0,845	0,847

Приведенные значения к.п.д. в таблице 4 определены расчетным путем по (1).

Разница коммерческого учета месячного расхода газа с показаниями расходомеров КСД2-002 котельной X кв. ЮЗМ в ноябре 2013 г. составила 0,6 % (22 064 куб. м газа) при средней величине отклонений 0,44 % (табл. 5) и разбросом величин от +5,78 до -4,64 %, но среднеквадратичная величина отклонений составила 4,04 % из-за значительной погрешности съема показаний расходомером КСД2-002 при изменении нагрузки котлов 8 ноября (-13,38 % и к.п.д. 1,039) и 14 ноября (12,38 % и к.п.д. 0,599). Для котельной Чубаевка средняя величина отклонений разности показаний коммерческого и технического учета с КСД2-002 за ноябрь 2013 г. составила 1,61 % (36 154 куб. м газа) при среднеквадратичном отклонении 11,2 % из-за значительного расхождения технического учета с коммерческим 5 ноября (-35,34% и к.п.д. 0,603), 7.11 (34,24 % и к.п.д. 1,338) и 8 ноября (27,5 % и к.п.д. 1,203), а также 14 ноября (12,49 % и к.п.д. 1,017) и 17 ноября (-12,38 %). Погрешности измерений носят случайный характер и при увеличении интервала измерений выборочное среднее стремится к генеральному значению и даже такие значительные отклонения не сильно искажают результат как из-за взаимной компенсации, так и уменьшения их относительной величины.

В результате средний к.п.д. за ноябрь для котельной X кв. ЮЗМ при использовании расходомеров для воды и учета газа комплексом с корректором Флоутек $\eta = 0,861$ (0,863 при исключении выбросов) при среднеквадратичном отклонении 0,082 и 95 % доверительном интервале 0,779 – 0,943 (мин. 0,609; макс 1,055); при учете газа расходомерами КСД2-002 $\eta = 0,864$ (0,867 без ошибочных данных) при

среднеквадратичном отклонении 0,064 и 95 % доверительном интервале 0,800 – 0,928 (мин. 0,694; макс. 0,954).

Для котельной Чубаевка средний к.п.д. за ноябрь при использовании расходомеров котельной для воды и учета газа комплексом с корректором Флоутек $\eta = 0,836$ (0,834 при исключении выбросов) и техническом учете газа $\eta = 0,862$ (0,841 при исключении выбросов).

При использовании данных о количестве и температуре воды производственно-технического отдела КП ТГО и учете газа комплексом с корректором Флоутек расчетный к.п.д. равен $\eta = 0,898$ при среднеквадратичном отклонении $\sigma = 0,021$ и 95% доверительном интервале 0,876 – 0,919 (мин. 0,868; макс. 0,959). Для тех же данных по воде, но техническом учете газа котельной $\sigma = 0,119$ при 95% доверительном интервале 0,806 – 1,044 (мин. 0,648; макс. 1,327).

Макетирование службой ПТО КП ТГО дает среднеквадратичное значение по котельной Чубаевка для ноября $\sigma = 0,025$ при 95% доверительном интервале 0,894 – 0,944 (мин. 0,889; макс. 0,985).

Управление энергоэффективностью на длительных интервалах сейчас выполнено в соответствии с КТМ; в связи с организацией Службы энергетического менеджмента (СЭМ) необходимо задействовать также управление энергоэффективностью и на коротких интервалах, для чего следует определять среднее значение энергоэффективности за час и смену, что рассматривается ниже.

Отсутствие в суточной ведомости записей показателей энергоэффективности не позволяет персоналу оценивать фактическую величину для управления ею и обращать внимание соответствующих служб на некорректность информации. Предлагаются два способа решения задачи: определение удельного расхода газа на выработку тепла и непосредственное определение к.п.д.

Определение удельного расхода газа на выработку тепла

Исходные данные:

- расход газа по расходомеру КСД2-002 за час по работающим котлам, куб.м за час (соответственно колонки 3, 14, 26 и 36);;

- расход газа за час по котельной – комплекс с корректором Флоутек или (и) сумма показаний КСД2-002, куб.м за час – кол. 47;

- количество выработанного за час тепла $Q_v = G_v \cdot (t_p - t_d)$, Гкал, где Q_v (соответственно колонки 7, 18, 25 и 40), G_v – расход воды тонн в час (соответственно колонки 4, 15, 26 и 37), t_p – температура после и t_d до котла (соответственно колонки 6 и 5, 17 и 16, 28 и 27, 39 и 38)

Результат:

– почасовые значения расхода газа котлами на выработанную гигакалорию $b = V/Q$, м³/Гкал записываются соответственно в колонки 48.2, 48.3 и 48.4 разделенной на 4 части колонка 48 суточной ведомости (в 48.1 записывается количество тепла, выработанного всеми котлами);

- среднее по сменам и за сутки, определенные по соответствующим колонкам для строчек 1, 2, 3 смен и суток – нижние строчки суточной ведомости (или 1 и 2 при 12 – часовой смене);

- выводы относительно достоверности представленной в СВ информации путем сравнения фактического удельного расхода газа с его теоретическим значением по диапазонам таблицы 5 и нормативным значениям режимной карты для текущей теплопроизводительности котла;

- заключения о тренде изменений показателя энергоэффективности и необходимых действий по устранению несоответствий и возможного повышения энергоэффективности;

- информация для соответствующих служб о состоянии системы измерений и управления.

Таблица 5 Зависимость расхода газа на выработку 1 Гкал от к.п.д.

	121,5-124,5	128,5-130,5	134,5-137,5	142,5-145,5	151,5-154,5	162,5-165,5	173,5-176,5
Расход газа, м ³ /Гкал	123	129	136	144	153	164	175
К.п.д. выработки тепла, о.е.	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
Расход газа, кг у.т./Гкал	142,9	150,4	158,7	168,1	178,6	190,5	204,1
	141,1 144,6	148,5 152,2	156,7 160,7	166,0 170,1	176,4 180,8	188,1 192,8	201,6 206,6

Теоретический расход газа определен для низшей теплотворности 8,15 Мкал/м³. Меньше 123 куб. м быть не может (над таблицей пределы изменения расхода газа в зависимости от теплотворности; под таблицей пределы изменения расхода газа в условном топливе от теплотворности) - для районных котельных маловероятна величина больше 175 куб. м. Можно ожидать, что суточная величина расхода будет лежать в пределах 129 – 144 куб.м (расход за час будет иметь больший разброс). Поэтому задача операторов и мастера котельной (в их служебные обязанности входит энергосбережение) отслеживать тренд изменений удельного расхода по каждому котлу и совместно со СТАИ, ПТО и энергоменеджерами выявлять причину расхождений, планировать и добиваться достоверности информации для повышения энергоэффективности; сравнивать между собой результаты работы различных смен, однотипных котлов и различных котельных для поиска рациональных решений и активизации «человеческого фактора».

Достоинство этого способа – необходимо знание только количества гигакалорий тепла (колонка к7 СВ) и расход газа, который определяется с высокой точностью имеющимися на всех котельных измерительным комплексом с корректором Флоутек.

Определение коэффициента полезного действия

Исходные данные:

- расход газа по расходомеру КСД2-002 за час по работающим котлам, куб.м за час (соответственно колонки 3, 14, 26 и 36),;

- расход газа за час по котельной – измерительный комплекс Флоутек или (и) сумма показаний расходомеров КСД2-002, куб.м за час – кол. 47;

- количество выработанного за час тепла $Q_v = G_v \cdot (t_p - t_d)$, Гкал, где Q_v (соответственно колонки 7, 18, 25 и 40), G_v – расход воды тонн в час (соответственно колонки 4, 15, 26 и 37), t_p - температура после и t_d до котла (соответственно колонки 6 и 5, 17 и 16, 28 и 27, 39 и 38)

Результат:

– почасовые значения к.п.д. по прямому балансу, определяемые по (4) и записанные в колонках 48.2 – 48.4 суточной ведомости. Широкая колонка к48 предназначена для записи тепла, выработанного котлами за час; ее можно разделить на несколько колонок, напр. 48.1 – суммарное тепло, 48.2 - к.п.д. котла №1, 48.3 – к.п.д. котла №2, 48.4 – к.п.д. котла № 3. В результате по каждой смене и за сутки будет представлен разброс часовых значений к.п.д. Реальные к.п.д. находятся в интервале значений 0,85 – 0,95 соответствующими таблице 6 и режимной карте удельными расходами газа. Дальнейшие действия аналогичны усреднению, выводам, заключениям и информации из предыдущего.

Таблица 6 – Почасовой удельный расход газа за котлами № 1 и № 3 22.01.2013 г.

РК Шампанская Котел № 1 ПТВМ-30м 22.01.13													Котёл № 3 ПТВМ-30м 22.01.13													По котельной				
время	Темп. наруж. воздуха	Расход газа	Расход газа на котел (коммерческий учет)	Расход воды через котел	Темп. на входе в котел	Темп. на выходе из котла	Qгаз	Qвод	η	Удельный расход газа, b	Среднесменный уд. Расх. газа, b		время	Темп. воздуха	Расход газа	Расход воды через котел	Темп. на входе в котел	Темп. на выходе из котла	Qгаз	Qвод	η	Удельный расход газа, b	Среднесменный уд. Расх. газа, b	Удельный расход газа, b	Среднесменный уд. Расх. газа, b	η				
час	°С	м³/ч	м³/ч	т/ч	°С	°С	Гкал	Гкал	о.е	м³/Гкал	м³/Гкал		час	°С	м³/ч	т/ч	°С	°С	Гкал	Гкал	о.е	м³/Гкал	м³/Гкал	м³/Гкал	м³/Гкал	о.е				
1	-1	2400	4000	425	40	81	19,56	17,43	0,89	138		1657	1	-1	1600	425	41	70	13,04	12,33	0,95	130		134,5		0,913				
2	-2	2400	4000	425	40	82	19,56	17,85	0,91	134		1634	2	-2	1600	425	41	70	13,04	12,33	0,95	130		132,6		0,926				
3	-2	2400	4000	425	40	82	19,56	17,85	0,91	134		1634	3	-2	1600	425	41	70	13,04	12,33	0,95	130		132,6		0,926				
4	-2	2400	4000	425	40	83	19,56	18,28	0,93	131		1611	4	-2	1600	425	41	70	13,04	12,33	0,95	130		130,7		0,939				
5	-2	2400	4000	425	40	84	19,56	18,70	0,96	128		1589	5	-2	1600	425	41	70	13,04	12,33	0,95	130		128,9		0,952				
6	-2	2280	3800	425	40	84	18,58	18,70	1,01	122		1510	6	-2	1520	425	41	70	12,39	12,33	0,99	123		122,5		1,002				
7	-2	2280	3800	425	40	80	18,58	17,00	0,91	134		1425	7	-2	1520	425	41	65	12,39	10,2	0,82	149		139,7		0,878				
8	-3	2220	3700	425	40	78	18,09	16,15	0,89	137	132	1233	8	-3	1480	425	41	60	12,06	8,08	0,67	183	138	152,7	134	0,914				
9	-4	3000	5000	425	40	87	24,45	19,98	0,82	150		2473	9	-4	2000	425	41	87	16,30	19,55	1,20	102		126,5		0,970				
10	-4	3000	5000	425	40	87	24,45	19,98	0,82	150		2473	10	-4	2000	425	41	87	16,30	19,55	1,20	102		126,5		0,970				
11	-5	3000	5000	425	40	87	24,45	19,98	0,82	150		2473	11	-5	2000	425	41	87	16,30	19,55	1,20	102		126,5		0,970				
12	-5	3000	5000	425	40	87	24,45	19,98	0,82	150		2473	12	-5	2000	425	41	87	16,30	19,55	1,20	102		126,5		0,970				
13	-5	3000	5000	425	40	87	24,45	19,98	0,82	150		2473	13	-5	2000	425	41	87	16,30	19,55	1,20	102		126,5		0,970				
14	-5	2820	4700	425	40	85	22,98	19,13	0,83	147		2376	14	-5	1880	425	41	87	15,32	19,55	1,28	96		121,5		1,010				
15	-5	2820	4700	425	40	85	22,98	19,13	0,83	147		2376	15	-5	1880	425	41	87	15,32	19,55	1,28	96		121,5		1,010				
16	-5	3240	5400	425	43	93	26,41	21,25	0,80	152	150	2727	16	-5	2160	425	42	93	17,60	21,68	1,23	100	100	125,8	133	0,921				
17	-5	3240	5400	425	44	93	26,41	20,83	0,79	156		2727	17	-5	2160	425	43	93	17,60	21,25	1,21	102		128,3		0,956				
18	-5	3240	5400	425	44	93	26,41	20,83	0,79	156		2727	18	-5	2160	425	43	93	17,60	21,25	1,21	102		128,3		0,956				
19	-5	3240	5400	425	44	93	26,41	20,83	0,79	156		2727	19	-5	2160	425	43	93	17,60	21,25	1,21	102		128,3		0,956				
20	-5	3270	5450	420	45	92	26,65	19,74	0,74	166		2709	20	-5	2180	415	47	94	17,77	19,505	1,10	112		138,9		0,884				
21	-6	3120	5200	420	45	90	25,43	18,90	0,74	165		2584	21	-6	2080	415	48	93	16,95	18,675	1,10	111		138,4		0,887				
22	-6	3120	5200	420	45	90	25,43	18,90	0,74	165		2555	22	-6	2080	415	48	92	16,95	18,26	1,08	114		139,9		0,877				
23	-6	3120	5200	420	45	90	25,43	18,90	0,74	165		2555	23	-6	2080	415	48	92	16,95	18,26	1,08	114		139,9		0,877				
24	-6	3120	5200	420	45	90	25,43	18,90	0,74	165	162	2555	24	-6	2080	415	48	92	16,95	18,26	1,08	114	109	139,9	133	0,926				
	-4,1	68130	113550	10175	41,7	86,8	555	459	0,83	148	148	53277		-4,1	45420	10150	42,7	82,9	370	407	1,10	111	111	131	133	0,920				

Пример разброса показаний для котельной Шампанский переулоч показан ниже.

Для котла №1 среднесменные значения с точностью до целых составили 132, 150 и 162 м³/Гкал. В таблице 5 значение 132 принадлежит диапазону к.п.д. от 0,90 до 0,95, что соответствует хорошей эффективности котла ПТВМ-30 №1 в смену 01 – 08 час. Разброс почасовых значений лежит в пределах от 122 (06:00) до 138 (01:00). Значение 122 принадлежит к.п.д. более 1, что невозможно, а значение 128 (05:00) мало вероятно. Если эти два значения исключить, то получим 135 м³/Гкал, что соответствует η = 0,909; если вместо этих двух невозможных значений подставить среднее 132, то получим более вероятное значение 134 с η = 0,914. Однако погрешности измерения и считывания показаний мгновенных значений нестабильных величин вряд ли позволяют определить более достоверное значение, чем среднее для диапазона 0,05; поэтому фиксируем для первой смены значение 134 м³/Гкал с хорошей характеристикой работы. Для второй смены среднее значение равно 150 м³/Гкал, что соответствует η = 0,802. Здесь эффективность ниже, поэтому следует учесть возможные изменения

режимов работы и понаблюдать дальнейший характер тренда. Третья смена характеризуется низкой эффективностью - величина $b = 162$ мЗ/Гкал с $\eta = 0,757$ – следует анализировать изменения температурно-гидравлического и других режимов работы и возможные случайные погрешности считывания показаний и т.п., тем более, что на первой смене считанные данные правдоподобны.

Если переходные процессы изменения параметров режимов отсутствуют, нет изменений температуры подаваемого воздуха и изменение теплотворности газа лежит в обычных пределах $\pm 1\%$, то рассматривают особенности характера управления режимом.

Для котла № 3 на первой смене удельный расход составил 138 мЗ/Гкал с $\eta = 0,889$ при наличии невозможного значения 123 мЗ/Гкал (06:00 $\eta = 0,999$) и маловероятного значения в 08:00 188 мЗ/Гкал ($\eta = 0,669$); замена их на среднее 138 дает удельный расход $b = 134$ мЗ/Гкал с $\eta = 0,914$, что соответствует хорошей работе. Если в последующие дни первая смена будет отличаться таким же показателем, то это одно из свидетельств ее хорошей работы.

Вторая и третья смены имеют соответственно среднесменные значения 100 и 109 мЗ/Гкал, что соответствует к.п.д. $\eta > 1$ и предположительно связано с ошибочными записями в суточной ведомости. Для установления этого факта определим удельный расход газа на выработку одной гигакалории по котельной в целом, приняв расход газа за смену по коммерческому учету счетчиком Флоутек и суммарную выработку тепла по котельной из колонки 48 суточной ведомости. Среднесменные удельные расходы составили первой смены 134 мЗ/Гкал ($\eta = 0,914$), второй 125 ($\eta = 0,980$), третьей 135 ($\eta = 0,907$) и за сутки 132 ($\eta = 0,933$); по отчетным данным среднесуточное значение в январе 2013 г. составило 131,2 мЗ/Гкал ($\eta = 0,945$), среднее за отопительный сезон 2012-13 гг. составило 133,2 ($\eta = 0,923$).

В колонке 4 таблицы 6 котла № 1 котельной Шампанский переулоч приведены точные данные коммерческого учета расхода газа. Поэтому распределение газа между котлами можно принять в первом приближении пропорциональным их нагрузке и уточнить расчет по каждому котлу для оценки их энергоэффективности.

Значения к.п.д. по котельной в целом имеет меньший разброс, чем для одного котла. В таблице 7 котельной Южная-2 представлены суточные данные изменения к.п.д. по котельной в целом при работе двух (20 и 22 января) и трех котлов (24, 27, 28, 29 и 30 января). При разбросе часовых значений от 0,76 до 0,97 среднесуточный к.п.д. равен 0,90; изменения среднесуточного к.п.д. за указанные дни находится в пределах 0,88 – 0,92. При двухсменной работе во всех вторых сменах к.п.д. равен 0,91; на первых сменах к.п.д. равен 0,90 за исключением одной с к.п.д. 0,94.

Таблица 7- Выборка суточных показателей энергоэффективности котельной Южная-2 в 2013 г.

Дата	20.Січ	4, 5	22.Січ	4, 5	24.Січ	4, 5, 6	27.Січ	4, 5, 6	28.Січ	4, 5, 6	29.Січ	4, 5, 6	30.Січ	4, 5, 6
Котлы №		Темп. наруж. возд. °С		Темп. наруж. возд. °С		Темп. наруж. возд. °С		Темп. наруж. возд. °С		Темп. наруж. возд. °С		Темп. наруж. возд. °С		Темп. наруж. возд. °С
1	0,90	1	0,95	0	0,86	-8	0,94	-6	0,89	0	0,90	-5	0,88	-11
2	0,90	1	0,95	0	0,87	-8	0,79	-6	0,88	1	0,89	-5	0,90	-11
3	0,91	0	0,96	0	0,87	-8	0,87	-6	0,87	0	0,90	-5	0,90	-12
4	0,95	1	0,96	0	0,85	-8	0,87	-6	0,87	0	0,90	-5	0,89	-12
5	0,95	1	0,95	-1	0,85	-8	0,85	-6	0,87	0	0,88	-5	0,90	-13
6	0,90	1	0,96	-1	0,87	-8	0,86	-5	0,87	-1	0,88	-5	0,92	-14
7	0,76	1	0,94	-2	0,87	-8	0,85	-5	0,87	-2	0,88	-5	0,87	-14
8	0,96	1	0,97	-3	0,72	-9	0,88	-6	0,85	-2	0,90	-6	0,87	-14
9	0,92	2	0,92	-3	0,68	-9	0,87	-5	0,90	-2	0,90	-6	0,88	-14
10	0,91	1	0,92	-3	0,88	-8	0,85	-5	0,90	-2	0,90	-6	0,86	-13
11	0,91	1	0,94	-3	1,20	-8	0,86	-5	0,87	-2	0,87	-6	0,87	-13
12	0,90	1	0,89	-4	1,10	-8	0,86	-5	0,87	-2	0,90	-7	0,87	-12
13	0,91	1	0,91	-4	1,36	-7	0,86	-5	0,88	-1	0,93	-7	0,89	-13
14	0,91	1	0,91	-3	0,91	-8	0,86	-5	0,88	-1	0,90	-7	0,89	-13
15	0,91	1	0,91	-3	0,90	-7	0,88	-4	0,88	-2	0,90	-7	0,91	-12
16	0,91	0	0,88	-4	0,89	-8	0,87	-4	0,89	-2	0,90	-8	0,89	-12
17	0,91	0	0,88	-5	0,87	-8	0,88	-4	0,89	-3	0,90	-9	0,89	-13
18	0,85	0	0,88	-5	0,90	-8	0,88	-4	0,89	-3	0,88	-9	0,88	-13
19	0,88	0	0,92	-5	0,90	-8	0,89	-4	0,89	-3	0,88	-10	0,86	-13
20	0,92	0	0,92	-5	0,89	-8	0,89	-4	0,87	-3	0,87	-10	0,86	-13
21	0,97	0	0,89	-5	0,88	-8	0,89	-3	0,89	-3	0,90	-11	0,92	-13
22	0,88	0	0,89	-5	0,95	-8	0,86	-2	0,89	-4	0,91	-11	0,93	-13
23	0,90	0	0,89	-5	0,89	-8	0,55	-1	0,89	-4	0,90	-11	0,91	-14
24	0,82	-1	0,89	-5	0,89	-8	0,89	0	0,89	-5	0,81	-11	0,89	-14
Ср.суточн.	0,90	0,6	0,92	-3,1	0,91	-8,0	0,86	-4,4	0,88	-1,9	0,89	-7,4	0,89	-12,9
Градусо-дни		17,4		21,1		26,0		22,4		19,9		25,4		30,9
Гкал		1056		1388		1629		1617		1077		1648		1812
Газ, тыс. м³		144087		186028		222517		228528		221947		224331		250379

С учетом определения газа по котельной комплексом Флоутек и возможностью корректировки теплотворности газа на следующий за измерениями день для определения показателя эффективности к.п.д. котельной в качестве интервала осреднения можно выбрать смену, а заключение о качестве работы делать по среднесменным за месяц. Тренд изменения среднесменных к.п.д. целесообразно отслеживать по среднесменным за неделю с организацией устранения несоответствий.

В течении смены персонал выполняет комплекс действий для устойчивой генерации тепла и надо дать ему в руки инструмент оперативной оценки эффективности, чтобы быстрее ликвидировать несоответствия в поддержании заданного режима. Система КИОП использует для этого регрессионный анализ.

Регрессионный анализ качества управления повышением энергоэффективности

Регрессионные зависимости выработки тепла и расход на нее газа котельной Южная-2 по данным таблицы 8 приведены на рис. 1 и 2. Коэффициент детерминации для выработки тепла составил $R^2 = 0,8155$, что отражает хорошую управляемость по температуре (на долю других факторов приходится 18,5 %), но эффективность расхода газа на эту выработку ниже - $R^2 = 0,6383$ – на долю других факторов приходится 36,2 %.

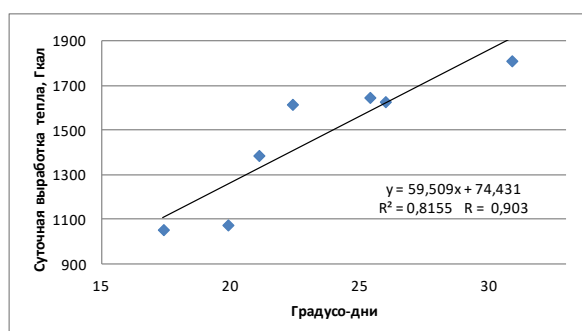


Рисунок 1- Звисимость выработки тепла от градусо-дней

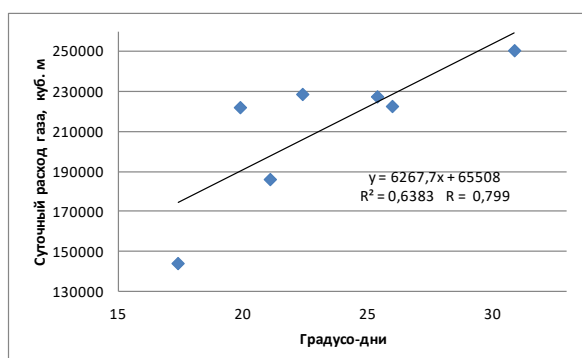


Рисунок 2 -Зависимость расхода газа от градусо-дней

Пример оценки качества управления показан на рис. 3, где представлены зависимости директивных температур сетевой воды от температуры наружного воздуха. Соответствие этим графикам температуры воды

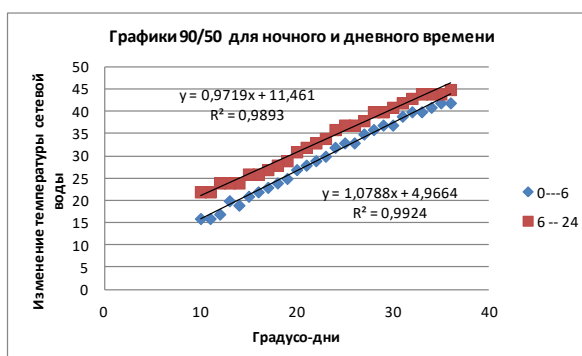


Рисунок 3 - Зависимость изменения директивных температур сетевой воды от изменения температуры наружного воздуха

на подаче левого и правого крыла для суток 14 января 2013 г. котельной X квартал ЮЗМ представлено на рис.4 от 82 до 64 оС ; фактически температура изменялась от 70 до 65 оС, коэффициент детерминации $R^2 = 0,599$ – 40% приходится на долю факторов, не связанных с выполнением директивного графика – температурно-гидравлический режим нуждается в наладке.

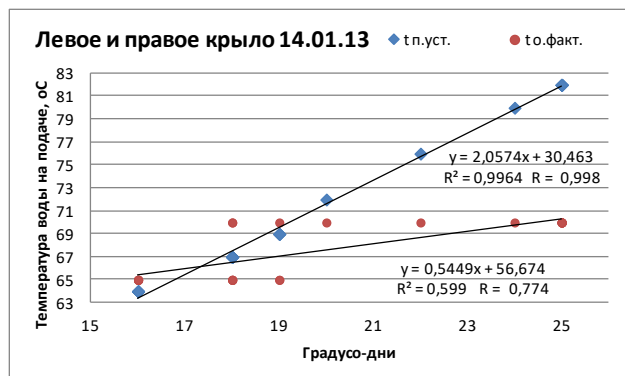


Рисунок 4 – Зависимость изменения директивных и фактических температур сетевой воды котельной X квартал ЮЗМ от количества градусо-дней

Оценку качества регулирования для снижения перетопа котельной X-квартал ЮЗМ в ноябре 2013г. иллюстрирует точечная диаграмма рис. 5 и уравнение линейной регрессии

$$Y = 78653 + 4923,8 * X, \quad (3)$$

там же приведены коэффициенты корреляции R и детерминации $R^2 = 0,496$ (в управлении расходом газа на долю градусо-дней приходится практически 49,6 %, остальные 50,4 % - влияние каких-то иных факторов).

Все точки, которые лежат выше стандартной (средней) линии регрессии, соответствуют худшему регулированию; точки ниже стандартной линии соответствуют хорошей работе на том же оборудовании и при тех же температурах (напр., 8 ноября при 7 градусо-днях потреблено 83 068 куб. м газа, а 17 ноября при тех же 7 градусоднях 147 792 куб. м.). Подсчет превышений относительно стандартного дает величину перерасхода газа за ноябрь 247 190 куб. м (6,74 %) или 323 572 грн.

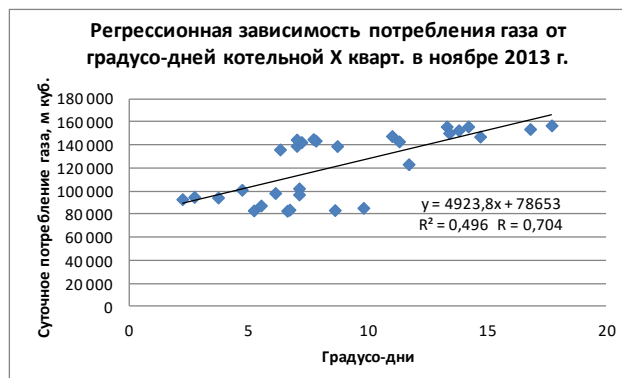


Рисунок 5 – Зависимость расхода газа котельной X-квартал ЮЗМ от количества градусо-дней

С января 2015 службой энергетического менеджмента запущена программа энергетического мониторинга всех ТЭР по РК и КК, программа позволяет на основании электронной ведомости определить эффективность работы котельной.

В феврале 2015г. при содействии служб информационных технологий, тепловой автоматики и измерений была разработана и запущена программа, позволяющая оперативному персоналу котельных отслеживать к.п.д. работы котлов в реальном времени, что позволяет своевременно планировать меры к снижению потерь.

Выводы

1. На основании данных, содержащихся в суточных ведомостях работы котельных, с достаточной точностью могут оперативно вычисляться фактические показатели их энергетической эффективности, в

частности, такие как к.п.д. котлоагрегатов и удельный расход топлива на выработку тепла, необходимые для создания и функционирования систем КИОП.

2. При определении показателей энергоэффективности котельных необходимо учитывать несовершенство учета основных параметров их работы: расхода газа и воды, количество выработанного тепла и др.

3. Внедрение систем КИОП позволит осуществлять оперативное ручное управление процессом горения с целью повышения эффективности использования топлива на котельных.

4. Для осуществления такого управления необходимо обеспечить операторов энергетическими характеристиками котлов, работоспособной аппаратной частью, соответствующими программными средствами выбора оптимальных режимов горения, а также создать и использовать систему стимулирования персонала за повышение энергоэффективности котельных.

Список использованной литературы

1. Я.М. Торчинский и др. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов. – К. Будівельник, 1986

2. Системы энергетического менеджмента – Требования к руководству по применению ИСО 50001:2011.

3. Информационное обеспечение контроля и планирования системы энергоменеджмента на предприятии теплоснабжения. Перша Міжнародна науково-практична та навчально-методична конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'14» НТУУ КПІ 27-29 травня 2014 р., с.68, Ковшар С.П., Фомічов П.Є.

4. Информационные аспекты внедрения системы M&T на котельных ЦСТ. IV Международная научно-практическая и научно-методическая конференция «Энергетический менеджмент: состояние и перспективы развития – REMS'17» НТУУ КПИ им. Игора Сикорского 25-27 апреля 2017 г., с. 45-46, Михайлов А.В.

5. Фомичев Е.П., Нечипорук Е.П. Тарновский М.В. Энергоаудит предприятий централизованного теплоснабжения. Подготовлено ЧЭФ «Оптим Энерго», 2013. Электронное издание.

A. Mikhailov, Chief Engineer ORCID 0000-0002-5683-4579
KP "Heat supply in Odessa"

E. Fomichev, Cand. tech. Sciences, Professor, ORCID 0000-0001-8174-9109

E. Nechiporuk, assistant, ORCID 0000-0002-8443-2446

Odessa National Polytechnic University

INFORMATION ASPECTS OF INTRODUCTION OF ENERGY CONSUMPTION MONITORING AND PLANNING SYSTEMS ON BOILER DISTRICT HEATING SYSTEM

The data of the daily statements of the operation of the equipment of 11 boiler houses are analyzed; Coefficient of efficiency On the direct balance is not determined anywhere, therefore it is impossible to evaluate the reliability of the information; If the coefficient of efficiency Determine by (1), it turns out that boiler No. 1 of the boiler house X-quarter YUZM on January 14, 2013, most of the time worked with the coefficient of efficiency 0,95-1,01, and boiler No. 2 worked for a whole day with coefficient of efficiency 1.21. The check for this day in the boiler's daily statement shows the error of the records, which is detected and taken into account when modelling in the technical inspection. A comparison of the adjusted coefficient of efficiency is made on the direct balance sheet with the data of the daily modelling of the energy conversion carried out by the enterprise's technical inspection. Errors in the determination of coefficient of efficiency are considered on the direct balance sheet and the possibility of using the corrected daily log data of the operator's log for monitoring energy efficiency indicators through coefficient of efficiency measures and through the specific gas consumption for heat production. A regression analysis of the quality of heat management and weather regulation is described. The Energy Management Service launched an energy monitoring program for all fuel and energy resources in the city's district and quarter boiler houses. The program allows to determine the efficiency of the boiler house on the basis of an electronic sheet. With the assistance of thermal automation and measurement services, information technology a program was developed and launched. The program allow to operative boiler room

personnel to track the efficiency operation of boilers in real time It will allow to determine the efficiency of boiler operation regulation in practice by the operating personnel of boiler houses.

Keywords: Efficiency On the direct balance sheet; Daily statement of equipment operation; Control and planning of energy consumption; Energy efficiency; boiler room; regression analysis; Energy anagement

References

1. Ya.M. Torchinsky and others. Normalization of the expenditure of fuel and energy resources. - K. Budivel'nik, 1986
2. Energy management systems - Requirements for guidance on the application of ISO 50001: 2011.
3. Information support for the control and planning of the energy management system at the heat supply enterprise. The 1st International Scientific and Practical and Methodological Conference "Energy Management: Status and Prospects of Development - PEMS'14" NTUU KPI May 27-29, 2014, p.68, Fomichev E.P. , Kovshar S.P., Fomichev P.E.
4. Information aspects of the M & T system implementation in the DPT boiler houses. IV International scientific-practical and scientific-methodical conference "Energy management: state and prospects of development - PEMS'17" NTUU KPI them. Igor Sikorsky on April 25-27, 2017, with. 45-46, Mikhailov A.V., Fomichev E.P., Nechiporuk E.P.
5. Tarnovsky M.V. Energy audit of district heating enterprises. Prepared by Optimum Energo, 2013. Electronic publication.

УДК 621.311

А.В. Михайлов, головний інженер ORCID 0000-0002-5683-4579

КП «Теплопостачання м. Одеса»

Е.П. Фомічов, канд. техн. наук, професор, ORCID 0000-0001-8174-9109

Е.П. Нечипорук, асистент, ORCID 0000-0002-8443-2446

Одеський національний політехнічний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА КОТЕЛЬНИХ ЦСТ

Проаналізовано дані добових відомостей роботи обладнання 11 котельень; к.к.д. за прямим балансом ніде не визначається, тому оцінити достовірність інформації не можна; якщо к.к.д. визначити по (1), то виявиться, що котел №1 котельні Х-квартал 14 січня 2013 р більшу частину часу доби працював з к.к.д. 0,95-1,01, а котел № 2 цілу добу пропрацював з к.к.д. 1,21. Перевірка для цього дня в добовій відомості котельні показує хибність записів, що виявляють і враховують при макетування в ПТО. Проведено порівняння скоригованого к.к.д. за прямим балансом з даними добового макетування перетворення енергії, що виконується ПТО підприємства. Розглянуто похибки визначення к.к.д. за прямим балансом і можливість використання скоригованих даних добової відомості журналу оператора для моніторингу показників енергоефективності через к.к.д. і через питома витрата газу на вироблення тепла. Описано регресійний аналіз якості управління відпуском теплоти і погодним регулюванням. Службою енергетичного менеджменту запущена програма енергетичного моніторингу всіх ПЕР по районним та квартальним котельним міста; програма дозволяє на підставі електронної відомості визначити ефективність роботи котельні. За сприяння служб теплової автоматики і вимірювань, інформаційних технологій була розроблена і запущена програма, що дозволяє оперативному персоналу котельень відстежувати к.к.д. роботи котлів в реальному часі, що на практиці дозволить визначити ефективність регулювання роботи котлів оперативним персоналом котельень. Ключові слова: інформація; к.к.д. за прямим балансом; добова відомість роботи обладнання; контроль і планування енергоспоживання; енергоефективність; котельня; регресійний аналіз; енергетичний менеджмент.

Надійшла 21.06.2017

Received 21.06.2017