

УДК 621.311

**Михайлов О.В.**, головний інженер  
КП «Теплопостачання міста Одеси»,  
**Фомічов Є.П.**, професор, **Нечипорук Є.П.**, інженер,  
Одеський національний політехнічний університет

### ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ M&T НА КОТЕЛЬНЯХ ЦТП

Функціонування системи енергетичного менеджменту передбачає управління підвищенням енергоефективності за колесом Демінга PDCA та впровадження системи контролю і оперативного планування M&T у першу чергу для споживачів SEU (суттєвих за споживанням, або за великим потенціалом підвищення енергоефективності). Основний показник ефективності (EnPIs) згоряння палива та передачі тепла до котлової води у водогрійному котлі – коефіцієнт корисної дії; за прямим балансом при споживанні газу к.к.д.  $\eta_{\text{брутто}}$  визначають як

$$\eta_{\text{брутто}} = 100 \cdot G \cdot (t_n - t_d) / (B \cdot q_n^p),$$

де  $G$  – витрата води (к4),  $t_n$  та  $t_d$  – температура води відповідно після (к6) і до (к5) котла,  $B$  – витрата газу за годину (к3);  $q_n^p$  – нижча теплотворність газу; (к4), (к5), (к6), (к3) – номери колонок добової відомості, куди щогодини оператор записує дані вимірювальних приладів. Отже за прямим балансом оператор може визначити к.к.д. щогодини, якщо знає теплотворність споживаного газу.

За зворотним балансом к.к.д.  $\eta_{\text{брутто}}$  визначають як

$$\eta_{\text{брутто}} = 100 - q_2 - q_3 - q_5,$$

де  $q_2$ ,  $q_3$ ,  $q_5$  – відповідно теплові втрати з котловими газами, від хімічної неповноти згоряння, з поверхні у оточуюче середовище. Вважають, що обчислення ККД опалювального котла по зворотному балансу точніше, бо похибки при вимірюванні втрат теплоти менше, ніж при визначенні витрати палива (у першу чергу це стосується вугілля). Наявність стаціонарного газоаналізатора і автоматизація управління процесом горіння з оптимізацією співвідношення «паливо-повітря» дозволяє підтримувати величину к.к.д. в оптимальній зоні з  $\alpha = 1,05 - 1,15$  і досягти підвищення к.к.д. в річному численні на 2 – 5 %. Засобів автоматики та газоаналізаторів досить багато (напр. АГАВА 6432, КГА-8С, SHUK та інш.), щоб можна було вибрати розумне співвідношення ціна – ефект (ціновий діапазон від 100 до 400 тис. грн.). Переносний газоаналізатор testo 335 група налагодження СТАИ КП «Теплопостачання м. Одеси» використовує для контрольних замірів складу відхідних газів і к.к.д. котла, але не для управління.

При ручному управлінні фактичний режим роботи котла відрізняється від зазначених в режимній карті значень, що обумовлює зниження к.к.д. і підвищення витрати газу. Якщо оператор знає значення  $O_2$ ,  $CO$ ,  $\alpha$  і може змінити параметри режиму для приведення їх у відповідність з визначеними, то втрати тепла можна знизити і підвищити к.к.д.

При відсутності газоаналізатора і приладів визначення  $O_2$ ,  $CO$  і температури котлових газів для контролю ефективності виробітки теплоти можливо застосувати к.к.д. за прямим балансом.

1 Порівняння годинного значення із плановим за добу (тиждень, місяць) можна використати як первинний сигнал невідповідності плановому значенню і своєчасному аналізу причин, що це спонукали (помилки у визначенні даних, зміна тиску текучого, зміни температури, порушення роботи приладів та інше). Вчасне виявлення невідповідностей допомагає організації по їх ліквідації, сприяє зменшенню втрат і поверненню до планового значення.

2 Мотивація персоналу на основі показників енергоефективності як дієвий показник успішної реалізації політики енергоменеджмента.

Похибки, що виникають при визначенні к.к.д. за прямим балансом, та їх зменшення розглядаються нижче.

Витрата газу в котельні визначається газовим лічильником комерційного обліку з похибкою  $\pm 0,3$  % (Флоутек з коректором для нормалізації показань). Безпосередньо з котла облік ведеться витратоміром газу КСД2-002 з похибкою  $\pm 1$  % за показаннями. Протягом розглянутих 3 опалювальних сезонів теплотворність газу змінювалася в межах від 8,056 до 8,232 при середньому значенні  $q_n^p = 8,145$  Гкал/(1000\*м<sup>3</sup>) і середньоквадратичним відхиленні від середнього 0,45 %.

Витрата котлової води визначається витратоміром КСД2-004 з похибкою за показаннями  $\pm$

1%. Температури води на вході в котел і на виході вимірюються КСМ2-022 з основною похибкою у відсотках від нормованого значення не більше  $\pm 1$ . Для задач керування точність визначення к. к. д. може бути менше, ніж для комерційних розрахунків спожитих енергоресурсів та відпуску теплової енергії.

Для обчислення к. к. д. за прямим балансом дані повинні бути для одного і того ж проміжку часу як для тепла горіння газу, так і для енергії теплоносія. Газовий лічильник Флоутек дає значення по котельні в цілому як витрати поточного, так і кількість за розглянутий інтервал часу (напр., година, доба). Теплові лічильники встановлені на колекторі відпустки тепла котельні, але не працюють із-за перешкод вимірювальним системам. Витратоміри газу КСД 2-002 і води КСД 2-004 показують поточне значення потоку, бо не мають інтегруючого і рахункового пристрою (якщо не вважати стрічки самописця); тому похибка залежить не тільки від похибки приладу та коректності зчитування і запису, а також від розбіжності моментів вимірювань та поширення миттєвого значення змінної величини витратомірів на середнє за годину. Якщо до цього додати впливи коливань теплотворності палива, зміни навантаження котла, температури палива і повітря, технічний стан пальників і тягодуттєвого обладнання, то в результаті виходить розкид значень, для яких доводиться визначати статистичні характеристики.

Нижче наведено висновки з порівнянь можливих варіантів обліку газу і води кількох котелень для визначення к.к.д. за прямим балансом. Детальний опис з таблицями у статті по даній доповіді.

Різниця комерційного обліку місячної витрати газу з показаннями приладів КСД2-002 котельні Х кв. ЮЗМ у листопаді 2013 р. склала 0,6 % (22 064 куб. м газу) при середній величині відхиленнь 0,44 % (табл. 13) і розкидом величин від +5,78 до -4,64 %, але середньоквадратична величина відхиленнь склала 4,04 % із-за значної похибки знімання показань КСД2-002 при зміні навантаження котлів 8 листопада (-13,38 % і к. п. д. 1,039) і 14 листопада (12,38 % і к. п. д. 0,599). Для котельні Чубаевка середня величина відхиленнь різниці показань комерційного і технічного обліку з КСД2-002 за листопад 2013 р. склала 1,61 % (36 154 куб. м газу) при середньоквадратичнім відхиленні 11,2 % з-за значної розбіжності технічного обліку з комерційним 5 листопада (-35,34% і к. п. д. 0,603), 7.11 (34,24 % і к. к. д. 1,338) і 8 листопада (27,5 % і к. п. д. 1,203), а також 14 листопада (12,49 % і к. к. д. 1,017) і 17 листопада (-12,38 % – (табл. 3.11). Похибки вимірювань носять випадковий характер і при збільшенні інтервалу вимірювань середнє прагне до генерального значенням і навіть такі значні відхилення не сильно спотворюють результат як із-за взаємної компенсації, так і зменшення їх відносної величини. У результаті середній к. к. д. за листопад для котельні Х кв. ЮЗМ при використанні витратомірів для води та обліку газу Флоутеком  $\eta = 0,861$  (0,863 при виключення викидів) при середньоквадратичнім відхиленні 0,082 і 95 % довірчому інтервалі 0,779 – 0,943 (мін. 0,609; макс. 1,055); при обліку газу приладами КСД2-002  $\eta = 0,864$  (0,867 без помилкових даних) при середньоквадратичнім відхиленні 0,064 і 95 % довірчому інтервалі 0,800 – 0,928 (мін. 0,694; макс. 0,954).

У лютому 2015р. при сприянні служб теплової автоматики і вимірювань, інформаційних технологій і головного інженера Михайлова А. В. була розроблена і запущена програма, яка дозволяє оперативному персоналу котелень відстежувати ККД роботи котлів в реальному часі, що на практиці дозволить визначити наскільки ефективно здійснюється регулювання роботи котлів оперативним персоналом котелень.

**Список використаних джерел:**

- 1 Системы энергетического менеджмента – Требования и руководство по применению ISO 50001:2011.
- 2 Тарновский М.В. Энергоаудит предприятий централизованного теплоснаб-жения. Для энергоаудиторских компаний. Подготовлено ЧЭФ «ОптимЭнерго», 2013, Электрон-ное издание.
- 3 Информационное обеспечение контроля и планирования системы энергоменеджмента на предприятии теплоснабжения Друк. Перша Міжнародна науково-практична та навчально- методична конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'14» НТУУ КПІ 27-29 травня 2014 р., с.17-18, Ковшар С.П., Фомічов П.Є.