

УДК 620.9

Т. А. Горшкова

Самарский государственный технический университет, г. Самара
tatyana.gorchkova@mail.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ КОТЕЛЬНОЙ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

С целью определения фактических эксплуатационных показателей на работающем топливопотребляющем оборудовании был проведён инструментальный аудит. Разработаны мероприятия, направленные на энергосбережение объекта исследования.

Ключевые слова: энергоэффективность; энергопотребление; энергосбережение, инструментальный аудит, котельная, теплоснабжение.

T. A. Gorshkova

Samara State Technical University, Samara

ENERGETIC AUDIT OF BOILER ROOM AND HEAT SUPPLY SYSTEM USING INSTRUMENTAL EXAMINATION

To obtain real performance indicators of fuel consuming equipment was held instrumental audit. Were developed measures focused on energy saving of studied object.

Keywords: energy efficiency; power usage; energy saving; instrumental audit; boiler room; heat supply.

В настоящее время одной из главных задач, стоящей перед любым предприятием, является энергосбережение – повышение эффективности использования его топливно-энергетических ресурсов. В настоящей работе приведен пример энергетического обследования объекта путем проведения инструментального аудита.

Теплоснабжение рассматриваемого объекта осуществляется от собственной котельной, топливом для которой является природный газ; от центральной системы теплоснабжения (водяные тепловые сети); от электрических обогревателей.

Для определения фактических эксплуатационных показателей на работающем газопотребляющем оборудовании был проведен инструментальный аудит. Данная работа заключается в отборе пробы для контроля состава отходящих газов переносным газоанализатором TESTO 340.

КПД котлоагрегата определяется по методу обратного баланса с подсчетом потерь теплоты по методике М. Б. Равича. КПД брутто определяется вычетом суммы тепловых потерь из 100 % располагаемого тепла по формуле (1):

$$\eta_{бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_5), \quad (1)$$

где q_2, q_3, q_5 – потери тепла, соответственно, с уходящими газами, от химической неполноты сгорания топлива и в окружающую среду через обмуровку котлов.

Потери с уходящими газами определялись при помощи переносного газоанализатора. Прибор производит расчет в соответствии с формулой (2):

$$q_2 = \frac{(T_g - T_i) \cdot [C' + (h-1) \cdot B \cdot K] \cdot 100}{T'_{\max}}, \quad (2)$$

где T'_{\max} – жаропроизводительность топлива; C' – соотношение теплоемких продуктов полного сгорания; K – отношение объемной теплоемкости воздуха и продуктов сгорания; B – соотношение объемов влажных и сухих продуктов сгорания; T_g – измеренная температура уходящих газов; T_i – температура поступающего в топку воздуха

Потери тепла, связанные с химической неполнотой сгорания топлива q_3 , обусловленные содержанием в продуктах сгорания горючих компонентов (оксида углерода), прибор рассчитывает этот показатель в соответствии с формулой (3):

$$q_3 = (30,2 \cdot CO \cdot 100 \cdot h) / P, \quad (3)$$

где CO – содержание оксида углерода в уходящих газах в объемных процентах; P – количество теплоты, выделяющейся при полном сжигании 1 м³ сухих продуктов сгорания.

Потери тепла в окружающую среду через обмуровку котлов определяется на основании тепловизионного обследования наружной поверхности котлоагрегата, по формуле (4):

$$q_5 = \frac{\sum Q_5}{Q_H^p \cdot B} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $\sum Q_5$ – суммарные потери тепла в окружающую среду через наружную поверхность котла, по результатам тепловизионного обследования котлоагрегата; Q_H^p – низшая теплота сгорания топлива, ккал/кг; B – расход топлива, кг/ч.

Как известно, на практике невозможно обеспечить идеальный режим сгорания топлива, поэтому топливные установки всегда работают с избыточным количеством воздуха. Избыток воздуха должен быть минимальным, но должно обеспечиваться полное сгорание топлива.

Увеличение избытка воздуха оказывает непосредственное влияние на потери тепла с уходящими газами. С его увеличением возрастают и потери теплоты, что в свою очередь ведет к снижению КПД теплоэнергетической установки.

Удельные выбросы в атмосферу оксидов азота при $\alpha = 1,4$ для котельных установок с тепловой мощностью до 299 МВт, согласно ГОСТ Р 50831-95, не должны превышать 250 мг/м³. Измеренные значения удельных выбросов в атмосферу оксидов азота приводятся к $\alpha = 1,4$ по следующей формуле (5):

$$NO_x^{\alpha=1,4} = \frac{NO_x^\alpha \cdot \alpha}{1,4} \quad (5)$$

На момент замера в котельной находился один котлоагрегат Viessmann Vitoplex 100.

Котел был загружен на 44 % (0,5 Гкал/ч) от своей номинальной производительности. При этом максимальная загрузка котла, установленная режимной наладкой, составляет 100 % (1,167 Гкал/ч). Таким образом, на момент проведения замера котлоагрегат работал с недогрузом, но в пределах, установленных режимной картой значений.

Измеренный коэффициент избытка воздуха после котлоагрегата составил 1,33. Согласно режимной карте, при данной нагрузке котла, коэффициент избытка воздуха должен находиться в пределах 1,27–1,33, следовательно, измеренный коэффициент находится на верхней границе диапазона, установленного режимной наладкой.

Содержание оксида углерода в уходящих газах минимально. Потери тепла, связанные с химической неполнотой сгорания топлива

q_3 , обуславливающие содержание в продуктах сгорания горючих компонентов (окиси углерода), – отсутствуют.

Удельные выбросы в атмосферу оксидов азота котла, приведенные к $\alpha = 1,4$, составили 42 мг/м^3 . Следовательно, удельные выбросы азота не превышают норматив по ГОСТ Р 50831-95.

КПД «брутто» котла составил $92,5 \%$. Судя по динамике процесса, определенного режимной наладкой котла, КПД на данной нагрузке должен составлять 93% . Таким образом, действительный КПД «брутто» котла, незначительно ниже установленного режимной наладкой, т. е. потери топлива – природного газа от снижения КПД минимальны. Котел находится в хорошем состоянии.

На основании результатов, полученных в ходе проведения инструментального аудита, были предложены мероприятия для данного объекта, направленные на энергосбережение, а также рассчитана стоимость внедрения мероприятий и сроки их окупаемости. Расчетные данные приведены в таблице.

Мероприятия, направленные на экономию тепловой энергии

Наименование мероприятия	Стоимость внедрения мероприятия, тыс. руб.	Потенциал экономии энергии в год		Простой срок окупаемости, лет
		натур. ед.	тыс. руб.	
Наладка системы теплоснабжения зданий объекта	676	$66,5 \text{ тыс. м}^3 \text{ газа}$	301	2,25
Установка автоматики погодного регулирования в котельной	89	$82,2 \text{ тыс. м}^3 \text{ газа}$	372	0,24
Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами (1240 м^2)	186	$8,96 \text{ тыс. м}^3 \text{ газа}$	40,6	4,6

Список использованных источников

1. Арутюнян, А. А. Основы энергосбережения: монография / А. А. Арутюнян. М. : Энергосервис, 2014. 600 с.
2. Оценка экономической эффективности энергосбережения. Теория и практика. М. : Теплоэнергетик, 2015. 400 с.
3. Свидерская, О. В. Основы энергосбережения / О. В. Свидерская. М. : ТетраСистемс, 2016. 176 с.