

УДК 621.182

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КПД КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ПО МЕТОДИКЕ М.Б. РАВИЧА ПРИ СЖИГАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТОПЛИВ

Джежора С.Н.

Научный руководитель – Тарасевич Л.А., к.т.н., доцент

Составление теплового баланса по результатам периодически проводимых теплотехнических испытаний каждого котельного агрегата является частью общей задачи нормирования, учета и расхода топлива котельной установкой. Данные теплового баланса представляют характеристику экономичности котла. Объективность оценки определения КПД котлоагрегата является важным стимулом экономии топливно-энергетических ресурсов.

Существующие общие положения о порядке учета и контроля ТЭР не регламентируют методы анализа технического состояния и эффективности работы оборудования. Выбор методик обработки результатов теплотехнических испытаний осуществляется согласованным решением инженерно-технического персонала предприятия и специализированной наладочной организацией.

При определении КПД по различным методикам, как правило, получается неполное соответствие результатов. При использовании одних и тех же данных измерений невязка теплового баланса при подсчете КПД по различным формулам составляет обычно 0,2 - 0,3 %, а в некоторых случаях может достигать 1,0 - 1,5 %.

Таким образом, при неудовлетворительном выборе расчетного алгоритма оценка эффективности отдельных мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов может оказаться искаженной.

В большинстве случаев по результатам теплотехнических испытаний котлоагрегата при определении КПД используется методика Равича М.Б.. В основе метода М.Б. Равича лежит ряд преобразований уравнений определения потерь с уходящими газами (q_2) и потерь химической неполноты сгорания (q_3).

Определение потерь q_4 , q_5 , q_6 не отличается от нормативного метода. Определение КПД котлоагрегата вычисляется по обратному балансу.

Исходная идея преобразования уравнения определения потерь с уходящими газами заключается в формальной замене весьма малостабильной величины – теплоты сгорания топлива – значительно более постоянной для определения групп топлив характеристикой – жаропроизводительностью.

В этом случае формула М.Б. Равича определения потерь с уходящими газами имеет вид

$$q_2 = \frac{t_{yx} - l \cdot t_{вх}}{t_{макс}} \cdot [C' + (m-1) \cdot B \cdot K'] \cdot 100,$$

где m – коэффициент разбавления продуктов сгорания воздухом;
 l , B – усредненные характеристики топлива, определяются по таблицам в зависимости от вида топлива;

C' , K' – поправочные коэффициенты, зависят от температуры продуктов сгорания;

$t_{макс}$ – индивидуальная топливная характеристика.

Таким образом, вместо громоздких вычислений удельных объемов и энтальпий продуктов сгорания в данном методе используются две обобщенные характеристики $t_{макс}$ и B и два табличных параметра.

Однако рациональность исходной идеи скомпрометирована рядом искусственных упрощений, вводимых автором метода с целью сохранения компактности расчетной формулы для q_2 . По приведенным в работе [1] оценкам сжигания газообразных топлив и мазута в сопоставлении с нормативным методом среднее отклонение Δq_2 в сторону

преуменьшения составляет 0,17 %, в сторону преувеличения - 0,13 %. Соответственно с обратным знаком вносится методическая погрешность в оценку фактического КПД топливоиспользующего агрегата.

Ввод коэффициента l вносит уточнение в определение q_2 при эксплуатационных значениях коэффициента избытка воздуха (α) в пределах 1,0-1,2. Если по каким-либо причинам топливо сжигается с более высоким α , то расчетная потеря тепла оказывается заметно завышенной против фактической.

Особенно велико значение методической погрешности для забалластированных топлив. Так в случае индивидуального сжигания доменного газа при $t_{ex}=30^\circ\text{C}$ расчетная потеря тепла с уходящими газами занижена на 0,95 %. Соответственно КПД котла или нагревательной печи оказывается искусственно завышенным примерно на 1 %.

Дополнительная погрешность определения q_2 по методу М.Б.Равича возникает в результате необоснованного усреднения значений t_{max} для некоторых видов топлив. Эта составляющая общей погрешности особенно заметна при сжигании забалластированных топлив и мазута. Во всех практических расчетах для доменного газа однозначно принимается $t_{max} = 1470^\circ\text{C}$. Однако как показал статистический анализ состава доменных газов по 22 металлургическим заводам, действительное значение t_{max} изменяется от 1400 до 1535°C .

Очевидно, что при принятии к расчету среднего значения t_{max} для отдельных потребителей доменного газа систематическая относительная погрешность определения q_2 может достигать 4,8 %, а дополнительная абсолютная погрешность определения КПД – 0,5 %.

Рекомендуемое [2] для мазутов значение $t_{max} = 2100^\circ\text{C}$ относится к обезвоженному мазуту марок М40 и М100. Используя справочные данные о теплоте сгорания и о теоретических удельных объемах продуктов сгорания нетрудно убедиться, что при сжигании мазутов различных марок с механическим распыливанием значение t_{max} составляет $2060-2140^\circ\text{C}$, а при паровом распыливании снижается – $1990-2030^\circ\text{C}$. В последнем случае относительная погрешность определения q_2 составляет около 4 %, а КПД оказывается завышенным в среднем на 0,4 %.

Поэтому в условиях ужесточения требований к экономии топливно-энергетических ресурсов практическое использование формулы М.Б. Равича определения потерь с уходящими газами рекомендуется применять в большей степени для предварительной оценки с дальнейшим уточнением по нормативному методу.

Литература

1. Равич М.Б. Эффективность использования топлива. – М.: Наука, 1977. – 344 с.
2. Янкелевич В.Я. Наладка газомазутных промышленных котельных. – М.: Энергоатомиздат, 1988 – 216 с.