

Положительный опыт эксплуатации гибридных градирен в Германии показал перспективность их использования на современных ТЭЦ, что позволит снизить водопотребление и существенно уменьшить вредное воздействие ТЭЦ на окружающую среду.

Таким образом, применение на ТЭЦ комбинированных систем охлаждения позволяет эффективно решать проблемы, возникающие при использовании на них ВКУ, характеризующихся высокой стоимостью и нерациональным использованием дорогостоящего оборудования. По сравнению с ВКУ применение комбинированных систем охлаждения на ТЭЦ позволяет:

- сократить не менее чем вдвое количество дорогостоящего теплообменного оборудования и тем самым сократить стоимость системы охлаждения в целом;
- исключить простой теплообменного оборудования и обеспечить его круглогодичное использование;
- существенно увеличить охлаждающую способность системы.

По сравнению с испарительными градирнями комбинированные системы охлаждения дают возможность:

- сократить безвозвратное водопотребление;
- повысить экологичность ТЭЦ.

Литература

1. Королев И.И. О комбинированных системах теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 1996. – № 11. – С. 49–54.

УДК 621.182

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

Бурак Е.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

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 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

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

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_{\max} – индивидуальная топливная характеристика.

Таким образом, вместо громоздких вычислений удельных объемов и энтальпий продуктов сгорания в данном методе используются две обобщенные характеристики t_{\max} 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 $^\circ\text{C}$.

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. Янкевич В.Я. Наладка газомазутных промышленных котельных. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 216 с.

УДК 621.182

ГЛУБОКАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЛАХ

Бурак Е.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

Современные промышленные паровые котлы оборудованы хвостовыми поверхностями, обеспечивающими снижение температуры продуктов сгорания до 140–180 $^\circ\text{C}$. Дальнейшего снижения заводы изготовители не предусматривают, однако техническая возможность дополнительной утилизации теплоты продуктов сгорания имеется, особенно при сжигании газа. Необходимость рассмотрения этой проблемы связана также с тем, что в настоящее время на всех промышленных предприятиях остро стоит вопрос о необходимости использования вторичных ресурсов.

Принципиальная схема использования теплоты уходящих газов для подогрева дутьевого воздуха приведена на рис. 1.

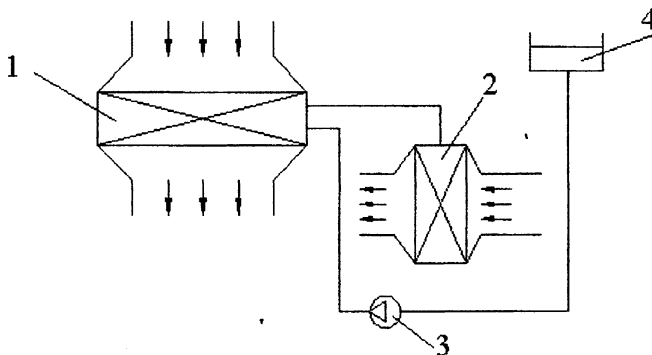


Рис. 1. Воздухоподогреватель с промежуточным теплоносителем: 1 – калорифер в газоходе; 2 – калорифер в воздуховоде; 3 – циркуляционный насос; 4 – расширительный бочек

В газоходе и воздуховоде котельной установки устанавливают сантехнические калориферы, связанные контуром промежуточного теплоносителя. В качестве теплоно-