

Введение в действие разработанных Правил позволит повысить эффективность противопожарных мероприятий на стадии проектирования строительства и эксплуатации объектов на Белорусской железной дороге.

УДК 621 1881

## О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ЕДИНОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КПД И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА КОТЕЛЬНЫМИ АГРЕГАТАМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕЖИМНО-НАЛАДОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОТЛОВ

Л. В. ШЕНЕЦ

Гомельское областное управление по энергоэффективности

В. М. ОВЧИННИКОВ, А. М. МЫСЛИК

Белорусский государственный университет транспорта

Известно, что раз в три года котельные агрегаты подвергаются режимно-наладочным испытаниям. Цель данной работы – снижение удельного расхода топлива котельными. По результатам проведенных испытаний составляются технический отчет и режимная карта. В режимной карте отображаются эксплуатационные технические параметры, при которых КПД котла наивысший.

При составлении режимной карты для расчета КПД необходимо определить сумму потерь тепловой энергии в котле  $\Sigma q_i$ , %:

$$\Sigma q_i = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6,$$

где  $q_2$  – потери теплоты с уходящими газами, %;  $q_3$  – потери теплоты от химической неполноты горения, %;  $q_4$  – потери теплоты от механической неполноты горения, %;  $q_5$  – потери теплоты от наружного охлаждения, %;  $q_6$  – потери теплоты в виде физической теплоты шлака и потерь на охлаждение панелей и балок, не включенных в циркуляционный контур котла, %.

Основными потерями тепла при сжигании топлива являются, в большинстве случаев, потери с уходящими газами  $q_2$ . Эти потери обусловлены тем, что температура продуктов сгорания, покидающих агрегат, значительно выше температуры окружающего атмосферного воздуха. Потери теплоты от химической неполноты горения  $q_3$  появляются при наличии в уходящих продуктах сгорания горючих газов  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , т. е. при неполном горении. Потери теплоты от механической неполноты сгорания  $q_4$  появляются только при сжигании твердого топлива и обусловлены наличием в очаговых остатках, кроме золы топлива, твердых горючих частиц. Потери теплоты от наружного охлаждения  $q_5$  происходят потому, что обмуровка, изолированные и неизолированные элементы агрегата имеют температуру выше температуры окружающего воздуха. Потери теплоты в виде физической теплоты шлаков и на охлаждение панелей и балок  $q_6$ , не включенных в циркуляционный контур котла, обусловлены тем, что шлак, удаляемый из топki, имеет достаточно высокую температуру. Вода, охлаждающая балки и панели, нагревается до определенной температуры, и если она после этого сбрасывается в канализацию, то теряется заметное количество теплоты.

Поскольку котельные агрегаты на твердом топливе, эксплуатируемые предприятиями Бел. ж. д., как правило, малой производительности, режимно-наладочные испытания данных котлов не проводятся. Следовательно, для определения КПД необходимо рассмотреть потери теплоты при эксплуатации котлов на жидком и газообразном топливе, а именно: потери с уходящими газами  $q_2$ ; потери теплоты от химической неполноты горения  $q_3$ ; потери теплоты от наружного охлаждения  $q_5$ . КПД котлов определяется из выражения

$$\eta = 100 - (q_1 + q_2 + q_3).$$

Потери теплоты от наружного охлаждения

$$q_5 = q_5^H \frac{Q_{\text{НОМ}}}{Q_{\text{КА}}},$$

где  $q_5^H$  – потери тепла в окружающую среду при номинальной нагрузке, %;  $Q_{\text{НОМ}}$  – номинальная производительность котла, ГДж/ч;  $Q_{\text{КА}}$  – фактическая производительность котла, ГДж/ч.



Потери теплоты от химической неполноты горения при проведении режимно-наладочных испытаний котлов должны быть устранены, т. е.

$$q_3 = 0.$$

В настоящее время наиболее часто применяются упрощенная методика теплотехнических расчетов профессора М. Б. Равича, изданная в 1964 году, и методика теплотехнических расчетов по приведенным характеристикам топлива Я. Л. Пеккера. Данные методики были разработаны с целью упрощения расчетов потерь тепла с допустимой величиной погрешности расчета. При подсчете потерь тепла с уходящими газами по данным методикам не приходится подсчитывать теоретические и действительные объемы воздуха и продуктов сгорания, а также производить расчет энтальпии воздуха и уходящих дымовых газов, т.е. расчет выполняется без учета состава сжигаемого топлива.

Следует отметить, что процентный состав топлива, в частности природного газа, значительно отличается от состава природного газа, который приведен в методике М. Б. Равича (таблица 1), что приводит к погрешности расчета  $q_2$  на 7,5 – 8,1 % в сторону его занижения, а при определении КПД – на 0,5–1,4 % в сторону завышения.

Таблица 1 – Состав и некоторые теплотехнические характеристики природного газа

Характеристика	Размерность	Состав газа по методике М. Б. Равича	Состав газа сжигаемого в котельных предприятиях Бел. жд.
Метан $\text{CH}_4$	%	99	97,783
Этан $\text{C}_2\text{H}_6$	%	0	0,911
Пропан $\text{C}_3\text{H}_8$	%	0	0,291
Бутан $\text{C}_4\text{H}_{10}$	%	0	0,105
Пентан $\text{C}_5\text{H}_{12}$	%	0	0,019
Азот $\text{N}_2$	%	1	0,841
Кислород $\text{O}_2$	%	0	0,006
Диоксид углерода $\text{CO}_2$	%	0	0,044
Низшая рабочая теплота сгорания топлива	МДж/м <sup>3</sup>	35,59	33,60

Указанная погрешность на практике может привести к следующему. Например, годовой отпуск тепловой энергии котельной ВЧД Могилев составляет 47 604 Гкал/год, расход топлива - 7 497,6 т у.т./год. Удельный расход топлива котельной на отпуск тепла равен 157,5 кг у.т./Гкал, что соответствует КПД, равному 90,7 %. Если принять, что действительный КПД котельных агрегатов ниже на 1,4 % рассчитанного по методике М. Б. Равича и равен 89,4 %, то действительный отпуск тепла котельной будет ниже на 684,96 Гкал/год.

С другой стороны, если удельные нормы рассчитаны по режимным картам, составленным по методике М. Б. Равича, и котельная оборудована приборами учета расхода топлива и отпуска тепла, то фактический расход топлива превысит нормативный, что приведет к штрафным санкциям со стороны Комитета по энергоэффективности.

При проведении режимно-наладочных испытаний и определении величины КПД котла работы по наладке могут считаться завершенными при достижении паспортного КПД. При расчете КПД по методике М. Б. Равича и, следовательно, завышении реальной его величины котельный агрегат будет налажен не на оптимальный режим работы. В результате на такой котельной, как котельная ВЧД-Могилев, перерасход топлива на отпуск тепла может составить 107,5 т у. т. или в денежном выражении  $107,5 \cdot 60 = 6\,450$  у. е.

Следовательно, исходя из вышеизложенного можно сделать вывод: для обеспечения правильного расчета удельного расхода топлива на отпуск тепловой энергии котельной, для устранения его нерационального расхода, обеспечения точного расчета себестоимости тепла необходимо разработать единую методику по определению КПД и удельного расхода топлива котельными агрегатами по результатам проведения режимно-наладочных испытаний с учетом состава сжигаемого топлива.