

НАХОЖДЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ ПРИ СМЕШАННОМ СЖИГАНИИ ГАЗА И МАЗУТА

Лившиц С. А. – к. т. н., доцент,

Лебедев Р. В. – к. т. н.,

Юдина Н. А. – к. х. н., доцент,

Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: практическая реализация смешанного сжигания газа и мазута поставила перед исследователями задачу – оценки значения удельных выбросов при совместном сжигании топлив (газа и мазута). Предложена уточненная методика по определению интенсивности образования окислов азота и серы при совместном сжигании газообразного и жидкого топлива и разработка рекомендаций по оптимизации процесса совместного сжигания. Комплексное решение задач: снижения концентрации NO_x, позволит повысить как экономичность, так и улучшить экологическую картину процесса в целом.

Ключевые слова: точка росы, совместное сжигание, уходящие газы, различные виды топлив, выбросы.

FINDING THE DEW POINT TEMPERATURE FOR MIXED COMBUSTION OF GAS AND OIL

Annotation: the practical implementation of mixed combustion of gas and fuel oil has set researchers the task of assessing the value of specific emissions during the joint combustion of fuels (gas and fuel oil). A refined methodology has been proposed for determining the intensity of formation of nitrogen and sulfur oxides during the co-combustion of gaseous and liquid fuels and the development of recommendations for optimizing the co-combustion process. A comprehensive solution to the problems of reducing NO_x concentration will increase both efficiency and improve the environmental picture of the process as a whole.

Keywords: dew point, co-combustion, exhaust gases, various types of fuels, emissions.

В литературе недостаточно освещен вопрос нахождения температуры точки росы уходящих газов при совместном сжигании различных видов топлива.

Велись работы по определению температуры точки росы уходящих газов, но при сжигании лишь отдельных видов топлива.

Практическая реализация смешанного сжигания газа и мазута поставила перед исследователями задачу оценки значения удельных выбросов

(или концентраций) NOx при совместном сжигании топлив (газа и мазута). Разработки в этой области привели к созданию методических указаний. Разработанная в последствии методика расчета выбросов оксидов азота [1] позволила скореллировать опытные и расчетные данные.

Комплексное решение задач: снижения концентрации NOx и нахождения температуры точки росы уходящих газов, а как следствие этого оптимальное выстраивание топочного режима и нахождение коридора оптимально допустимых температур, при которых уходящие газы будут иметь наименьшую возможную температуру (при которой еще не может начаться образование серной кислоты, и связанная с этим, низкотемпературная коррозия хвостовых поверхностей нагрева), и минимальную концентрацию оксида азота, позволит повысить как экономичность [2], так и улучшить экологическую картину процесса в целом.

Предлагаемая методика имеет следующий вид [3]:

Истинный расход пара парогенератора определяется по формуле:

$$D_{ист} = D_n \sqrt{\frac{V_z}{V_d}}; \quad (1)$$

где D_n – расход пара по показаниям паромера, т/ч; V_d – действительный удельный объем перегретого пара; V_z – удельный объем пара при градуировочных параметрах.

Расход топлива:

$$B_m = \frac{\left(\frac{Q_{\kappa}^{op}}{\eta_{\kappa}} - B_z Q_{н.газ}^p \right)}{Q_{н.маз}^p}, \text{ кг/ч}, \quad (2)$$

где $Q_{н.газ}^p$, $Q_{н.маз}^p$ – удельная теплота сгорания газа и мазута, кДж/кг.

Доля газа в смеси определяется согласно соотношению:

$$d_z = \frac{B_z Q_{н.газ}^p}{B_z Q_{н.газ}^p + B_{маз} Q_{н.маз}^p} = \frac{B_z Q_{н.газ}^p}{Q_{\kappa}^{op}} \eta_{\kappa}, \quad (3)$$

где d_z – доля газа по тепловыделению, B_z – расход природного газа.

Удельные объемы воздуха, дымовых газов и водяных паров определяются:

$$V_z = V_{zz}^0 \left(\frac{B_z V_{zz}^z}{B_z V_{zz}^z + B_m V_{ГМ}^0} \right) + V_{zm}^0 \left(1 - \frac{B_z V_{zz}^z}{B_z V_{zz}^z + B_m V_{ГМ}^0} \right) + 1,016(\alpha - 1) \left[V_{\text{вз}}^0 \frac{B_z V_{\text{вз}}^0}{B_z V_{\text{вз}}^0 + B_m V_{\text{вм}}^0} + V_{\text{вм}}^0 \left(1 - \frac{B_z V_{\text{вз}}^0}{B_z V_{\text{вз}}^0 + B_m V_{\text{вм}}^0} \right) \right], \text{ м}^3 / \text{кг}. \quad (4)$$

Здесь: V_{zz}^z , $V_{ГМ}^0$, $V_{\text{вм}}^0$, $V_{\text{вз}}^0$ – удельные объемы дымовых газов и природного газа необходимые для сжигания 1 кг мазута, м³/кг.

Избытки воздуха α в режимном сечении за РВП определяются:

$$\alpha = \alpha_p + \Delta \alpha \sqrt{\frac{D_{н.ном}}{D_{н.ист}}}, \quad (5)$$

где α_p – присосы воздуха по газоходу, $\Delta\alpha\sqrt{\frac{D_{п.ном}}{D_{п.ист}}}$ – присосы воздуха в РВП.

Температура конденсации водяных паров определяется по формуле:

$$t_k = \frac{244,838 \cdot \ln P_{нас} + 1252,593}{12,677 - \ln P_{нас}}, \quad (6)$$

где $P_{нас} = P_2 r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_r} P_2$ – давление насыщения водяных паров дымовых

газов, P_2 – абсолютное давление дымовых газов.

Температура точки росы в дымовых газах находится по формуле:

$$t_p^s = t_k + 250\sqrt[3]{S^{пр}O_2}, \quad (7)$$

где $S^{пр} = \frac{\bar{S}^p}{\bar{Q}_H^p}$ – приведенная сернистость топлива.

Анализ полученных результатов позволяет с уверенностью говорить о возможности применения данного подхода для практических расчетов.

Список литературы

1. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов : РД 34.02.304-88. – М. : ВТИ, 1989.

2. Determination of the conditions of spontaneous combustion of a rheologically complex medium inside the continuous infinite cylinder in convective heat transfer case / S. A. Livshits [et al.] // E3S Web of Conferences. 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019. – 2019. – С. 01034.

3. Лившиц, С. А. Методика расчета температуры точки росы уходящих газов при смешанном сжигании газа и мазута в топках / С. А. Лившиц, В. А. Лебедев, Р. В. Лебедев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – № 3–4. – С. 51–57.