

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА ГОРЕНИЯ ГАЗОМАЗУТНОГО ТОПЛИВА С РЕГУЛИРУЕМЫМ ОСТАТОЧНЫМ ХИМНЕДОЖОГОМ

Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И.

Белорусская государственная политехническая академия

Режим горения газомазутного топлива с регулируемым остаточным химнедожогом необходимо рассматривать комплексно с учетом экономического и экологического факторов, составляющих экономико-экологический функционал вида

$$\Phi = Iq_2 + Iq_3 + Iq_{т.д} + I_{CO} + I_{NO_x} + I_{SO_3} + I_{нк}, \quad (1)$$

где Iq_2 – изменение себестоимости продукции в связи с изменением потерь теплоты с уходящими газами;

Iq_3 – то же, с химнедожогом;

$Iq_{т.д}$ – то же, энергии на тягу-дутье;

I_{CO} – то же, выбросов в атмосферу оксида углерода;

I_{NO_x} – то же, выбросов в атмосферу окислов азота;

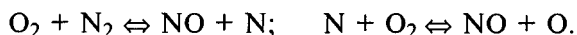
I_{SO_3} – то же, выбросов в атмосферу окислов серы (для мазута);

$I_{нк}$ – то же, долговечности работы низкотемпературных поверхностей нагрева (для мазута).

В предыдущей статье [1] при обосновании выбора параметра контроля качества процесса горения газомазутного топлива было отмечено, что оптимального КПД котла можно достигнуть в том случае, когда потери, обусловленные неполным сгоранием, равны по своему действию потерям теплоты с уходящими газами. Теоретически концентрация оксида углерода должна быть нулевой всякий раз, когда в дымовых газах имеется кислород. На практике максимальный КПД котла обычно достигается при приведенной концентрации оксида углерода между 100 и 400 ppm [2, 3].

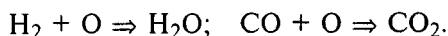
Влияние квазистехиометрического сжигания газомазутного топлива на экономичность работы котлоагрегата общеизвестно и однозначно. Наибольший интерес здесь представляет влияние режима горения газомазутного топлива с регулируемым остаточным химнедожогом на выбросы в атмосферу токсичных продуктов горения: оксида углерода и окислов азота.

Необходимо отметить, что при сжигании природного газа окислы азота образуются в основном при окислении азота воздуха, так как в большинстве случаев топливный азот в газе содержится в незначительных количествах. В случае сжигания мазута часть окислов азота представлена температурными, а часть – топливными окислами азота [4]. В котлах образование температурных окислов азота идет по следующим основным реакциям:



При появлении химического недожога резко снижается равновесие концентрации атмосферного кислорода, что приводит к умень-

шению выхода NO_x . Как было приведено ранее, продукты химического недожога при сжигании всех видов топлив состоят в основном из H_2 и CO [5]. Последние интенсивно реагируют с атомарным кислородом по реакциям



Кроме того, могут проходить и реакции восстановления окислов азота и атомарного кислорода углеродом [8].

Проведенные исследования [6–8] подтверждают однозначную взаимозависимость содержания NO_x и CO . Экспериментальные данные подтверждают возможность сокращения выбросов оксидов азота за счет организации режима горения с небольшим остаточным химическим недожогом. Эффективность снижения концентраций окислов азота при ведении режима горения с небольшим химическим недожогом при содержании CO в пределах 100–400 ppm по объему составляет 20–50 % (для газомазутного топлива). Во время экспериментальных исследований фиксировались изменения температуры факела. При содержаниях $\text{CO} + \text{H}_2 < 0,1$ % об. температура факела в топке практически не изменялась (колебания по различным точкам факела были менее 20 °С), что не позволяет объяснить снижение выбросов окислов азота уменьшением их температурной доли.

По сравнению с двухстадийным сжиганием здесь обеспечивается более интенсивное подавление NO_x в связи с тем, что сокращение концентрации атмосферного кислорода в результате его взаимодействия с CO и H_2 происходит в корне каждого факела. В случае сжигания сернистого мазута наряду с восстановлением NO_x будет происходить восстановление SO_3 . Что же касается роста потерь с химической неполнотой сгорания q_3 , то, как отмечалось ранее, они совпадают со значением q_3 , соответствующим оптимальной величине КПД котлоагрегата (при концентрации $\text{CO} + \text{H}_2$ в зоне окисления активного горения 100–400 ppm значение q_3 составит 0,05–0,2 %).

Необходимо также отметить различную степень токсичности выбросов оксидов углерода и окислов азота. Наиболее токсичными являются окислы азота. Если проводить экологическую оптимизацию токсичности уходящих дымовых газов, то можно записать суммарную токсичность газов как

$$Y_{\Sigma} = Y_{\text{NO}_x} + Y_{\text{CO}}, \quad (2)$$

где Y_{NO_x} — степень токсичности окислов азота;

Y_{CO} — то же, оксидов углерода.

В данном случае суммарная токсичность газов будет определяться токсичностью наиболее токсичного газа, т. е. NO_x . На рис. 1 показана взаимосвязь токсичности окислов азота и оксида углерода для газомазутного топлива. Как видно из рис. 1, наиболее благоприятный с точки зрения токсичности режим горения топлива лежит опять же в пределах концентрации $\text{CO} > 100$ ppm.

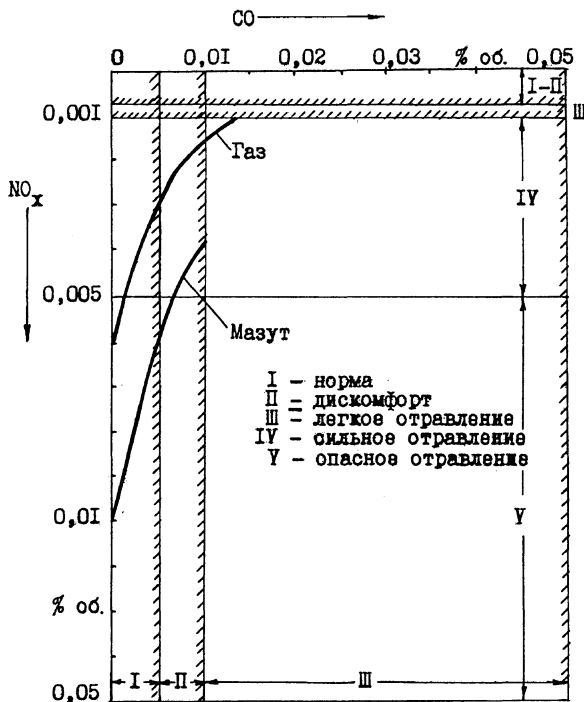


Рис. 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров В. И. Обоснование выбора параметра контроля качества процесса горения газомазутного топлива // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ)-1999. — № 5. — С. 64—70.
2. L i p t a k B. G. Improving boiler efficiency // Chemical Engineering. — 1987. — May 25. — P. 49—60.
3. В н у к о в А. К. Уравнение режимом горения газа и мазута в крупных газовых котлах // Электрические станции. — 1963. — № 3. — С. 9—12.
4. Г о л о в и н а Е. С. Высокотемпературное горение и газификация углерода. — М.: Энергоатомиздат, 1983.
5. С ж и г а н и е высокосернистого мазута на электростанциях / Н. И. Верховский, Г. К. Красноселов и др. — М.: Энергия, 1970.
6. Б а р ы ш е в В. И., Б е л о с е л ь с к и й Б. С. Снижение выброса окислов азота с помощью регулируемого остаточного химического недожога // Теплоэнергетика. — 1985. — № 10. — С. 5860.
7. Ф а т к у л и н Р. М. Об опыте использования газоанализатора TESTO-33 в энергосистеме // Энергетика. — 1994.
8. М и ц у б и ш и Юокогаё Кабушика Кансима. Патент № 2844М (Великобритания) по М кл 23 с 7/00.

Представлена
кафедрой ТЭС

Поступила 28.04.1999