

ФОРМАЛИЗАЦИЯ СО-ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ГАЗОМАЗУТНОГО ТОПЛИВА

Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И.

Белорусская государственная политехническая академия

Применение измерения концентрации оксида углерода в дымовых газах рассматривается в настоящее время в качестве новой развивающейся технологии [1–3], основанной на стехиометрическом сжигании топлива. Эта технология общеизвестна как СО-технология, при которой осуществляется сжигание газомазутного топлива с регулируемым остаточным химнедожогом.

Успешное использование данной технологии возможно лишь при наличии непрерывного контроля химической неполноты сгорания ($\text{CO} + \text{H}_2$) в топочных газах. Для осуществления такого контроля в последние годы создан ряд перспективных электрохимических анализаторов. При этом необходимо предъявлять высокие требования не только к точности и быстродействию приборов газового анализа, но и к типу системы отбора и подготовки газа для анализа. Это связано с тем, что существенно отличаются показания измерения приборов, имеющих различные типы систем отбора. Данное обстоятельство объясняется следующим. Дымовые топочные газы в результате полного сгорания топлива в основном состоят из RO_2 , N_2 , O_2 , H_2O , CO . Парциальное давление оксида углерода в этом объеме определяется его концентрацией. Газоанализатор, имеющий погружную систему газового отбора, находящуюся в потоке дымовых газов, определяет концентрацию CO при высокой температуре, т. е. в условиях, когда все продукты сжигания топлива находятся в газообразном состоянии, в том числе и водяные пары. При анализе газа приборами, имеющими выносную систему отбора и подготовки газа (с побудителями расхода), определение концентрации CO выполняется при температуре окружающего воздуха. В отбираемой пробе вследствие конденсации водяного пара происходит замещение освободившегося объема оставшимися газообразными продуктами. Парциальное давление оксида углерода в таком газе выше, чем в топочном, т. е.

$$\text{CO}^{\text{сух}} = \text{CO}^{\text{влаж}} / (1 - W_{\text{T}}/100) \quad (1)$$

или

$$\text{CO}^{\text{влаж}} = \text{CO}^{\text{сух}} (174,1 + 0,96 \cdot \text{CO}^{\text{сух}}) / (218,4 - \text{CO}^{\text{сух}}) \quad \text{— для газа;} \quad (2)$$

$$\text{CO}^{\text{влаж}} = \text{CO}^{\text{сух}} (343,41 + 0,97 \cdot \text{CO}^{\text{сух}}) / (390,6 - \text{CO}^{\text{сух}}) \quad \text{— для мазута.}$$

Здесь $\text{CO}^{\text{сух}}$ — содержание CO в сухих газах, % об.;
 $\text{CO}^{\text{влаж}}$ — то же, в реальных (влажных) газах, % об.;
 W_{T} — влажность топочных газов, % об.

На рис. 1 представлены расчетные зависимости CO , отнесенные к объемам влажного (реального) и сухого топочного газа, при сжигании как газа, так и мазута.

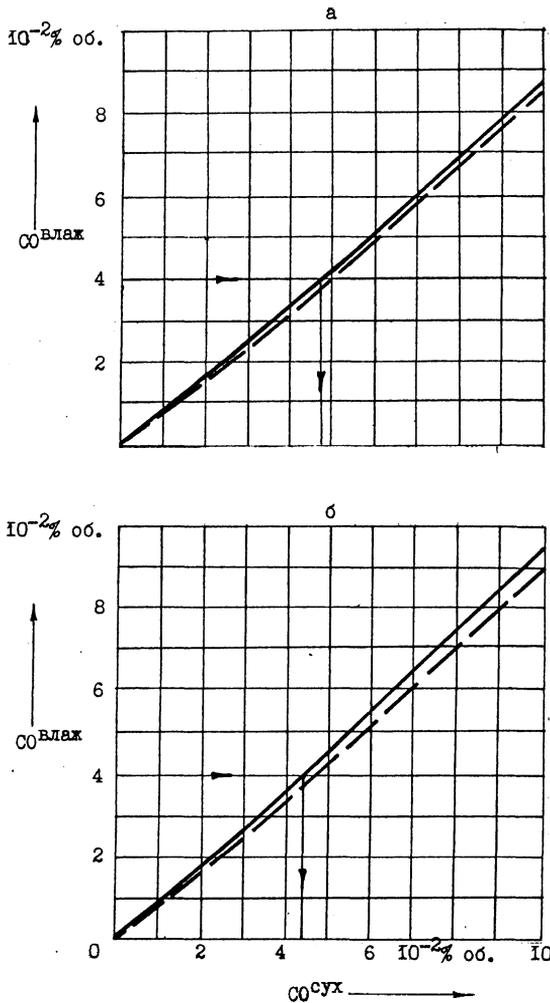


Рис. 1. Графики пересчета концентрации оксида углерода в сухих и влажных продуктах горения: а — газ; б — мазут

При использовании в качестве побудителей расхода водоструйных эжекторов происходит дополнительное частичное изменение концентрации RO_2 в пределах 30—60 % от первоначального объема. При этом парциальное давление CO (соответственно и его концентрация) увеличивается. В этом случае выражение (2) будет иметь следующий вид:

$$CO_{\text{влаж}} = (162,5 + 1,566CO_{\text{сух}} - 0,00253(CO_{\text{сух}})^2)/(218,4 - CO_{\text{сух}})CO_{\text{сух}}$$

— для газа;

$$CO_{\text{влаж}} = (314,41 + 2,423CO_{\text{сух}} - 0,00353(CO_{\text{сух}})^2)/(390,6 - CO_{\text{сух}})CO_{\text{сух}}$$

— для мазута.

Исходя из приведенного выше следует, что применение газоанализаторов с выносной системой пробоподготовки приводит к существенной методологической погрешности, не позволяющей достичь оптимального процесса сжигания.

Кроме типа системы газового отбора, не менее важным является выбор места контроля концентрации CO в топочных газах. Согласно [4], к

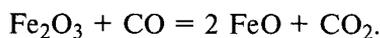
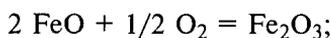
топочно-горелочным устройствам целесообразно предъявить общее требование, чтобы при минимальных избытках воздуха видимый факел активно заполнял объем топочной камеры и не выходил за ее пределы. В этом случае, согласно данным Сполдинга, можно утверждать, что в объеме топки сгорит не менее 99 % топлива [5, 6]. Дожигание же остатков несгоревшего оксида углерода и водорода должно произойти в объеме газохода, заполненного горячими поверхностями нагрева [4, 7—10].

Механизм каталитического дожигания здесь можно представить в виде последовательности процессов:

1) низкие окислы металлов (никеля, ванадия, железа и других металлов переменной валентности, т. е. металлов, способных образовывать с кислородом не один, а несколько окислов) легко окисляются кислородом с образованием высших окислов, например окиси железа;

2) кислород, содержащийся в окиси железа, в свою очередь с большей легкостью, чем молекулярный кислород, окисляет горячий газ, например окись углерода, водород.

Процесс каталитического догорания схематически описывается следующими уравнениями:



Таким образом, если учесть, что в состав металла входят примерно 22 % Fe, 0,25 % Ni и т. д., то можно предположить, что определенная концентрация химнедожога на выходе из топки догорит в процессе прохождения газов по конвективному газоходу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liptak В. G. Improving boiler efficiency // Chemical Engineering.—May 25.—1987. — P. 49—60.
2. Sutherland R. Answering the Burning Question: Automation and Control. — 1987, — 18, 10, 28, 31—34.
3. Njmandeue L., Vambek R. T. Combustion Control using CO trim for coal & gas fired boilers // Advances Instrumentation and Control. — V. 44, Pt. 4, 1631—1637. ISA, 1989 Intern. Conf. Exh. Philadelphia.
4. Верховский Н. И., Красноселов Г. К. и др. Сжигание высокосернистого мазута на электростанциях. — М.: Энергия, 1970.
5. Сполдинг Д. Б. Основы теории горения. — М.; Л.: Госэнергоиздат, 1959.
6. Сполдинг Д. Б. Горение и массообмен. — М.: Машиностроение, 1985.
7. Равич М. Б. Топливо. — М.: Наука, 1972.
8. Томас Дж., Томас У. Гетерогенный катализ. — М.: Мир, 1969.
9. Дельмон Б. Кинетика гетерогенных реакций. — М.: Мир, 1972.
10. Розовский А. Я. Кинетика теплотехнических реакций. — М.: Химия, 1974.

Представлена
кафедрой ТЭС

Поступила 23.04.1999