

## ЛИТЕРАТУРА

1. К вопросу использования микроЭВМ для автоматизации тепловых процессов на электростанциях / А.А.Москаленко, Г.Т.Кулаков, А.Д.Качан и др. – Изв. вузов СССР. Сер. Энергетика. – 1981. – № 9. – С. 45–50.

УДК 661.242

В.А.КОВАЛЕВ, Н.Н.САПУН, С.В.СОМОВА,  
канд-ты техн.наук, И.О.ГАЕВАЯ (БПИ)

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТЕПЕНИ ВЫГОРАНИЯ ПАРОВ СЕРЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ

Расчет степени выгорания паров серы в промышленных установках в зависимости от времени их нахождения в зоне горения или продольных размеров печи может быть осуществлен по следующим параметрам: производительности печи по сере  $(G_{s_2})_0$ , линейным размерам печи, расходу подаваемого в печь воздуха  $w_0 F$  или коэффициенту избытка воздуха, так как

$$(G_{s_2})_0 = w_0 F / v_{\text{теор}} a ,$$

где  $v_{\text{теор}} = 3,333 \text{ м}^3/\text{кг}$  – стехиометрический объем воздуха,  $w_0$  – осевая составляющая скорости газа.

Расчет степени выгорания паров серы в зависимости от времени ее горения производят на основании уравнения кинетики горения [ 1 ] :

$$a^2/A_0 (C_{O_2})_0^2 \int_0^{\Omega} \frac{\exp(-E/RT)}{(T_0/T)^2 (1-\Omega)(a-1+\Omega)^2} d\Omega = \int_0^{\tau} d\tau, \quad (1)$$

где  $A_0$  – предэкспоненциальный член константы горения серы;  $E$  – энергия активации химической реакции окисления серы;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T_0$  – температура кипения серы, принятая равной 718 К;  $T$  – текущая температура паров серы;  $\Omega$  – степень выгорания паров серы.

Воспользовавшись соотношением

$$d\tau = T_0/T w_0 dx \quad (2)$$

и подставив его в уравнение кинетики горения (1), находим связь между степенью выгорания паров серы и продольными размерами печи:

$$\frac{a^2 w_0}{A_0 (C_{O_2})_0^2} \int_0^{\Omega} \frac{\exp(-E/RT)}{(T_0/T)^3 (1-\Omega)(a-1+\Omega)^2} d\Omega = \int_0^x dx . \quad (3)$$

При адиабатных условиях сжигания серы в уравнение текущей температуры

$$T = T_0 + \frac{Q}{C_p 3,333 a} \Omega \quad (4)$$

подставляют заданные значения. Полученное значение температуры  $T$  вместе со значением коэффициента избытка воздуха  $a$  подставляют в уравнения кинетики горения (1) или (3). Интегрируя данные уравнения на ЭЦВМ, получают зависимость степени выгорания паров серы  $\Omega$  от времени их пребывания в зоне горения (1) при различной температуре, которая определяется коэффициентом избытка воздуха  $a$  или продольными размерами печи (3).

При внесении охлаждающих поверхностей в зону горения для определения зависимости степени выгорания паров серы от времени горения или продольных размеров печи необходимо дополнительно задать следующие значения: коэффициент теплоотдачи от паров серы к охлаждающей поверхности  $\alpha$ , температуру стенки охлаждающей поверхности  $T_w$ , площадь охлаждающей поверхности на единицу длины хода газового потока  $f$ .

Поскольку охлаждающие поверхности расположены не по всей длине печи, а занимают лишь ее определенную часть, процесс горения в такой печи разбивается на три зоны:

- 1) адиабатную до теплообменника;
- 2) неадиабатную в пределах теплообменника;
- 3) адиабатную за теплообменником.

Тогда степень выгорания паров серы по длине печи определяется последовательным решением уравнений кинетики горения в данных зонах.

В первой зоне имеем

$$\frac{a^2 w_0}{A_0 (C_{O_2})_0^2} \int_0^{\Omega_1} \frac{\exp(-E/RT)}{(T_0/T)^3 (1-\Omega)(a-1+\Omega)^2} d\Omega = \int_0^{x_1} dx,$$

где  $T$  находится по уравнению (4).

Получив для известного значения  $x_1$  значения  $T_1$  и  $\Omega_1$ , подставляем их в уравнение кинетики горения во второй зоне:

$$\frac{a^2 w_0}{A_0 (C_{O_2})_0^2} \int_{\Omega_1}^{\Omega_2} \frac{\exp(-ERT)}{(T_0/T)^3 (1-\Omega)(a-1+\Omega)^2} d\Omega = \int_{x_1}^{x_2} dx,$$

где температура  $T$  определяется из уравнения теплового баланса при наличии охлаждающих поверхностей в зоне горения:

$$-Q(G_{s_2})_0 \Delta\Omega = C_p \rho_0 w_0 F (T - T_1) + af(T - T_w) \Delta x,$$

откуда

$$T = \frac{T_1 + \frac{Q(G_{s_2})_0}{C_p \rho_0 w_0 F} (\Omega_2 - \Omega_1) + \frac{afT_w}{C_p \rho_0 w_0 F} (x_2 - x_1)}{1 + \frac{af}{C_p \rho_0 w_0 F} (x_2 - x_1)}$$

Имея для заданного  $x_2$  значения  $T_2$  и  $\Omega$ , подставляем их в уравнение кинетики горения в третьей зоне:

$$\frac{a^2 w_0}{A_0 (C_{O_2})_0^2} \int_{\Omega_2}^{\Omega} \frac{\exp(-E/RT)}{(T_0/T)^3 (1-\Omega) (a-1+\Omega)^2} d\Omega = \int_{x_2}^x dx,$$

где

$$T = T_2 + \frac{Q}{C_p 3,333 a} (\Omega - \Omega_2).$$

Для определения степени выгорания паров серы в зависимости от времени нахождения их в топочном пространстве при наличии охлаждающих поверхностей в зоне горения воспользуемся соотношением (2).

Предложенная методика расчета степени выгорания серы может быть использована для определения степени окисления паров серы в топочных пространствах имеющих печей или для качественных расчетов, с помощью которых устанавливаются конструктивные размеры новых печей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанчук В.Ф., Ковалев В.А. Расчет процесса горения паров серы // Изв. вузов. Энергетика. - 1980. - № 11. - С. 123-127.

УДК 532.137

В.А.СЫЧИК, канд.техн.наук,  
П.А.ЛАВРИНОВИЧ (БПИ)

### ВИСКОЗИМЕТРИЯ ЖИДКИХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Обеспечение бесперебойной и надежной работы энергетических аппаратов и устройств невозможно без контроля вязкости используемых жидких и вязкотекучих сред. Измерение вязкости жидких электроизоляционных материалов осуществляется с помощью вискозиметров, технические возможности которых в значительной степени обусловлены такими факторами, как диапазон контролируемых значений вязкости, ее зависимость от температуры, давления, плотности. Поэтому для анализа и синтеза методов и средств вискозиметрии жидких электроизоляционных материалов важно рассматривать математическую интерпретацию вязкости во взаимосвязи с вариацией указанных переменных.

Для многоатомных изоляционных жидкостей вязкость в соответствии с [1] записывается в следующем виде:

$$\eta = \eta \frac{\theta [1 - \theta^2 / 2 e^{-\theta} (1 - e^{e^*/T})]}{1 - e^{-\theta}},$$