

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ

**Лунёва О.А. студент; Пикуль И.Н. студент;
Цапенко Г.И. доц. к.т.н.**

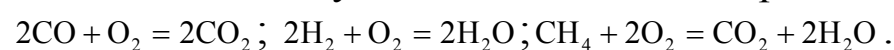
(Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина)

Горение – это процесс взаимодействия топлива с окислителем, сопровождающийся выделением тепла. В качестве топлива в металлургических печах используется смесь доменного и коксового газов в соотношении по объему I часть коксового газа и II части доменного газа. Анализ химического состава топлива показал, что химический состав топлива непостоянный.

Химический состав топлив (смесь коксового и доменного газов) с теплотворной способностью 2000 ккал/м^3 следующий: двуокись углерода CO_2 – 6,7 %, окись углерода CO – 19,8 %, водород H_2 – 23,2 %, метан CH_4 – 8,3 %, азот N_2 – 41,2 %.

Горючими веществами топлива являются окись углерода, водород и метан.

Процесс окисления окиси углерода, водорода и метана описывается следующими химическими реакциями:



Таким образом, для сжигания 1 м^3 окиси углерода или водорода потребуется $0,5 \text{ м}^3$ кислорода, а для сжигания 1 м^3 метана потребуется 2 м^3 кислорода.

Количество кислорода, необходимое для сгорания 1 м^3 топлива, определяется следующим уравнением:

$$Q_{\text{O}_2} = 0.5Q_{\text{CO}} + 0.5Q_{\text{H}_2} + 2Q_{\text{CH}_4}, \quad (1)$$

где Q_{O_2} - количество кислорода, необходимое для полного сгорания продуктов горения, м^3 ; Q_{CO} - количество окиси углерода, вступающее в реакцию окисления, м^3 ; Q_{H_2} - количество водорода, вступающего в реакцию окисления, м^3 ; Q_{CH_4} - количество метана, вступающее в реакцию окисления, м^3 .

По приведенным выше данным, согласно выражению (1), получим:

$$Q_{O_2} = 0,5 \cdot 0,198 + 0,5 \cdot 0,232 + 2,0 \cdot 0,083 = 0,361 \text{ м}^3$$

В сухом воздухе кислород по объему составляет 21%.
Необходимое количество воздуха для сжигания 1 м³ топлива:

$$Q_{B_0} = \frac{Q_{O_2}}{n_{O_2}} = \frac{0,361}{0,21} = 1,82 \text{ м}^3,$$

где n_{O_2} - концентрация кислорода в сухом воздухе;

Полученное по реакциям количество воздуха представляет собой то наименьшее количество, которое необходимо для полного окисления 1 м³ горючего вещества. На практике сжигание топлива осуществляется при расходах воздуха несколько превышающих теоретическое количество.

Величина, показывающая отношение действительного расхода воздуха к теоретическому называется коэффициентом избытка воздуха.

Зависимость температуры от расхода воздуха $\theta = f(Q_B)$ называется статической характеристикой. Она может быть построена на основании анализа уравнения теплового баланса.

Уравнение теплового баланса установившегося режима работы имеет следующий вид:

$$Q_T \lambda_T + Q_B C_B \theta_B + Q_T C_T \theta_T = Q C \theta, \quad (2)$$

где Q_T -расход топлива, м³/с; λ_T - теплотворная способность топлива, ккал/ м³; Q_B - расход воздуха, м³/с; C_B - теплоемкость воздуха, ккал/ м³ °С; θ_B - температура подаваемого воздуха, °С; C_T - теплоемкость топлива, м³/с; θ_T - температура подаваемого топлива, °С; Q – объем продуктов сгорания, °С; C – теплоемкость продуктов сгорания, ккал/ м³ °С; θ - температура в камере сгорания, °С.

Из выражения (2) следует, что температура продуктов сгорания определяется формулой:

$$\theta = \frac{Q_T \lambda_T + Q_B C_B \theta_B + Q_T C_T \theta_T}{Q C}, \quad (3)$$

Так как тепло $Q_T C_T \theta_T$, которое выносится с топливом, незначительно, то им в выражении (3) можно пренебречь.

Тогда выражение (3) принимает вид:

$$\theta = \frac{Q_T \lambda_T + Q_B C_B \theta_B}{Q C}. \quad (4)$$

Так как объем продуктов сгорания определяется как сумма расхода топлива и воздуха, то выражение (4) запишем в следующем виде:

$$\theta = \frac{Q_T \lambda_T + Q_B C_B \theta_B}{(Q_T + Q_B) C} \quad (5)$$

По выражению (5) вычисляем статическую характеристику зависимости температуры факела от количества воздуха $\theta = f(Q_B)$. Расчетные статические характеристики процесса горения при калорийности топлива $\lambda_T=2000$ ккал/м³ (кривая а) и при калорийности $\lambda_T=1600$ ккал/м³ (кривая б) и при неизменном расходе топлива $Q_T=1700$ м³/ч представлены на рис.1

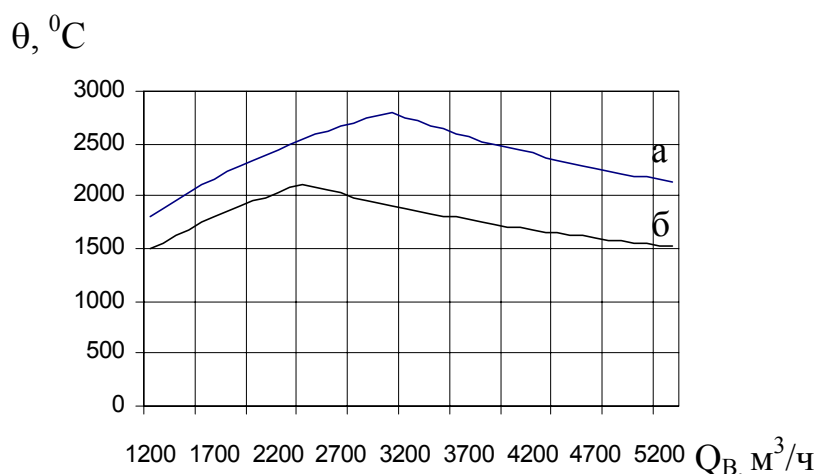


Рис.1 – Зависимость температуры сгорания θ °С от количества воздуха Q_B .

Анализ результатов расчета показывает, что статическая характеристика процесса горения имеет четко выраженный экстремум, причем экстремум имеет дрейф в зависимости от химического состава топлива, поэтому система управления процессом горения (соотношение газ - воздух) должна быть поисковой с нахождением экстремума и его удержания.

Перечень ссылок

1. П.Г. Аксельруб, И.И. Сухов, В.М. Тымчак Нагревательные колодцы М. Metallurgizdat 1962 г.
2. Климовицкий И.Д. Оптимизация работы нагревательных печей М. Metallurgiya 1965 г.
3. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий М. Наука 1976 г.