



Тема 7. Сжигание твёрдых топлив

Основу горения составляют реакции окисления горючих веществ топлива, в результате которых исходные вещества (горючее и окислитель) преобразуются в продукты сгорания, т.е. в новые вещества с иными физическими и химическими свойствами.

Характерным признаком горения является быстро протекающий процесс, который сопровождается интенсивным выделением теплоты и резким повышением температуры.

7.1. Кинетика реакций в процессах горения топлива

В зависимости от вида топлива при горении химические реакции делятся на гомогенные и гетерогенные.

Гомогенная система - это система, химические и физические свойства которой во всех частях одинаковы или меняются непрерывно без скачков (между частями системы нет поверхностей раздела).

Гомогенные реакции протекают в однородной смеси реагирующих веществ, находящихся в реакционном объеме в одинаковых фазовых состояниях, например, смесь воздуха и горючего газа.

Гетерогенная система - это неоднородная физико-химическая система, которая состоит из различных по своим свойствам частей, разграниченных поверхностями раздела.

Скоростью гомогенной реакции называется количество вещества, реагирующего в единице объема за единицу времени, т. е. изменение концентрации одного из реагирующих веществ за единицу времени $[кг/(м^3 \cdot ч)]$.

Скорость гетерогенной реакции - это количество вещества, реагирующего на единице поверхности за единицу времени $[кг/(м^2 \cdot ч)]$.

Реакция взаимодействия, протекающая между двумя веществами типа $A + B = AB$ называется бимолекулярной.

Скорость бимолекулярной реакции $v_1 [кг/(м^3 \cdot ч)]$ имеет вид:

$$v_1 = \frac{dc_1}{d\tau} = \frac{dc_2}{d\tau} = k_1 \cdot c_1^{n_1} \cdot c_2^{n_2} \quad (1)$$

где n_1, n_2 - опытные показатели степени; c_1, c_2 - концентрации реагирующих веществ, $кг/м^3$;

k_1 - константа скорости прямой химической реакции, τ - длительность протекания реакции.

Многие химические реакции протекают одновременно в прямом (целевом) и обратном (нежелательном) направлениях. При этом скорость обратной реакции равна

$$v_2 = \frac{dc_3}{d\tau} = \frac{dc_4}{d\tau} = k_2 \cdot c_3^{n_3} \cdot c_4^{n_4} \quad (5.3)$$

Важнейшей характеристикой реакционной способности топлива является константа скорости химической реакции k , отражающая вероятность вступления в химическое взаимодействие молекул окислителя и топлива при их соударении и определяется законом Аррениуса

$$k = k_0 \cdot \exp\left(-\frac{E}{R \cdot T}\right) \quad (5.4)$$

где k_0 - максимальное значение константы скорости химической реакции, зависящей от реакционной способности топлива; E - энергия активации реагирующих веществ, кДж/моль; R - универсальная газовая постоянная, $R = 8,321$ кДж/(моль·К); T - абсолютная температура, К.

Скорость химической реакции в сильной степени зависит от температуры. При низкой температуре T_1 лишь малая доля молекул имеет энергию выше энергии активации. С повышением температуры до T_2 происходит перераспределение энергий молекул, в результате чего становится возможной активная реакция, сопровождающаяся ростом температуры. Одновременно с увеличением числа "активных молекул" растет и скорость химической реакции.

Если топливо и окислитель находятся в одинаковом агрегатном состоянии и между ними отсутствует поверхность раздела фаз, то они образуют гомогенную систему, в которой протекает гомогенное горение. Пример - горение газообразного топлива.

Если топливо и окислитель находятся в различных агрегатных состояниях, то они образуют гетерогенную систему. Пример гетерогенного горения - это горение твёрдого и жидкого топлива.

