

Горение топлива

Горение – химический процесс соединения горючих элементов топлива с окислителем, сопровождающийся интенсивным выделением теплоты и значительным повышением температуры.

Для обеспечения непрерывного горения необходимы бесперебойный подвод окислителя к топливу, их интенсивное перемешивание и отвод образующихся продуктов сгорания.

Различают горение топлива:

полное или неполное

гомогенное или гетерогенное

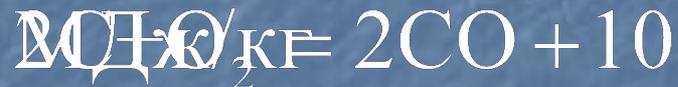
диффузионное или кинетическое

Реакции горения горючих компонентов топлива

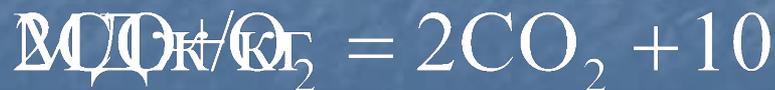
Полное горение углерода



Неполное горение углерода



Горение окиси углерода



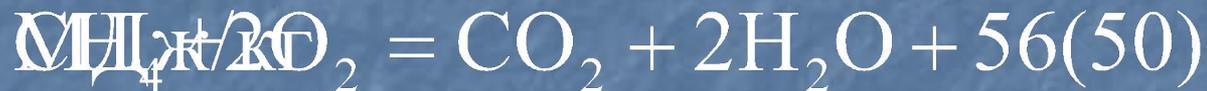
Горение водорода



Горение серы



Горение метана



При тепловом расчете котлоагрегатов определяют

- Теоретический и действительный расходы воздуха, необходимые для сгорания единицы топлива
- Состав и объем продуктов сгорания
- Энтальпию продуктов сгорания при различных температурах и коэффициентах избытка воздуха

Коэффициент избытка воздуха – отношение количества воздуха, действительно поданного в топку к теоретически необходимому

$$\alpha = \frac{V_B}{V_0}$$

Теоретическое количество воздуха, требуемое для сжигания 1 кг топлива

$$V_0 = \frac{8/3 \cdot 8H + S^p \cdot O - p}{1,429 \cdot 0,21 \cdot 100} \text{ м}^3 / \text{кг}$$

$$V_0 = 0,0889(75^p S + 0,265) H + 0,033 O \cdot p$$

Объем продуктов сгорания при полном сжигании топлива

$$V_{\Gamma} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{O}_2} \text{ м}^3 / \text{кг}$$

$$\text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{O}_2 = 100\%$$

Объем трехатомных газов

$$V_{\text{RO}_2} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{\rho_{\text{CO}_2}} + \frac{m_{\text{SO}_2}}{\rho_{\text{SO}_2}}$$

$$V_{\text{RO}_2} = \frac{11}{3} \frac{C^{\text{p}}}{100 \cdot 1,977} + 2 \frac{S^{\text{p}}}{100 \cdot 2,927} = 0,0186 (C^{\text{p}} + 0,375 \cdot S^{\text{p}})$$

Объем двухатомных газов

$$V_{\text{B}_2} = V_{\text{N}_2} + V_{\text{O}_2} = V_{\text{N}_2}^0 + \Delta V$$

Теоретический объем азота

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot V_0 + 0,008 \cdot N^{\text{p}}$$

Избыточный объем воздуха

$$\Delta V_{\text{B}} = (\alpha - 1) V_0$$

Объем водяных паров

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,112 \cdot \text{H}^{\text{p}} + 0,0124 \cdot \text{W}^{\text{p}} + 0,0161 \cdot V$$

Неиспользованный кислород

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(\alpha - 1)V_0$$

Уравнение полного сгорания топлива

$$\text{O}_2 = 21 - \text{RO}_2 \left[1 + 0,79 \left(\frac{21}{x} - 1 \right) \right] = 21 - \text{RO}_2 (1 + \beta)$$

$$x = \frac{100 \cdot V_{\text{RO}_2}}{V_0}$$

$$\beta = 0,79 \left(\frac{21 \cdot V_0}{100 \cdot V_{\text{RO}_2}} - 1 \right) = 2,37 \frac{\text{H}^{\text{p}} - 0,126 \times \text{O}^{\text{p}}}{\text{C}^{\text{p}} + 0,375 \cdot \text{S}^{\text{p}}}$$

Практическое применение

Максимальное содержание трехатомных газов в дымовых газах (при $\alpha=1$)

$$21 - RO_2^{\max} (1 + \beta) = 0 \quad RO_2^{\max} = \frac{21}{1 + \beta} < 21\%$$

Методы определения коэффициента избытка воздуха

$$\alpha = \frac{RO_2^{\max}}{RO_2}$$

$$\alpha = \frac{V_B}{V_0} = \frac{N_2}{N_2 - N_2^{\text{изб}}} = \frac{21}{21 - 79 \frac{O_2}{N_2}} \approx \frac{21}{21 - O_2}$$