

Лимитирование объемной нагрузки камеры сгорания по нормам выбросов оксидов азота

Ярмольчик Ю. П., Ярмольчик М. А.

Белорусский национальный технический университет

Объемная нагрузка камеры сгорания n_V рассчитывается как отношение мощности горелки N_b (МВт) к рабочему объему топки V_{bt} (м^3). Рабочий объем рассчитывается: для реверсивных двухходовых котлов – по диаметру топки, для проходных топок трехходовых котлов – по среднему диаметру гофрированной жаровой трубы:

$$n_V = \frac{N_b}{V_{bt}}$$

Так как усредненный свободный пробег молекул дымовых газов в высокотемпературной зоне зависит от объема «свободной» зоны, т. е. пространства между организованным горелкой факелом и внутренними стенками камеры сгорания, то и вероятность соударений свободных молекул азота и кислорода будет зависеть от этого значения. Если подобные соударения происходят в зоне высоких температур $\sim 1850^\circ\text{C}$, то вероятность образования монооксида азота по тепловому механизму Зельдовича значительно увеличивается. Несомненно, однозначные зависимости конечных значений концентрации NO_x от объемной нагрузки камеры сгорания без учета конструкции горелки рассчитать невозможно, однако, качественные предельные значения можно определить.

В результате проведенных замеров концентрации NO_x в уходящих газах при содержании O_2 в выбросах $\sim 3\%$. при сжигании природного газа в котлах разных производителей с близкой номинальной тепловой нагрузкой (максимальной мощностью горелки) 0,7–0,9 МВт с различными значениями объемной нагрузки были определены следующие эмпирические значения: при $n_V = 0,8\text{--}0,9 \text{ МВт/м}^3$ для трехходовых котлов концентрация NO_x фактически равнялась концентрации, заявленной производителями горелок эмиссионным классом: 1-й – $\leq 170 \text{ мг/кВт.ч}$; 2-й – $\leq 120 \text{ мг/кВт.ч}$; 3-й – $\leq 80 \text{ мг/кВт.ч}$. Для реверсивных двухходовых котлов значения были несколько выше – на 5–8%, но для горелок стандартного исполнения (2-го эмиссионного класса) вполне соответствовали нормированным значениям по ЭкоНиП–2017. При увеличении объемной нагрузки – уже при значении $n_V = 1,2\text{--}1,5 \text{ МВт/м}^3$ для трехходовых котлов и $n_V = 1,0\text{--}1,2 \text{ МВт/м}^3$ – для двухходовых, – концентрация NO_x превышало норму и, следовательно, для таких котлов уже требуется установка горелочных устройств 3-го эмиссионного класса – типа Low- NO_x .