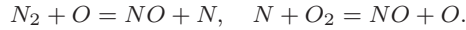


В. В. Иванов, О. В. Кузьмина (Йошкар-Ола, МарГТУ). **К вопросу моделирования рабочего процесса камеры сгорания с учетом образования термического оксида азота.**

В процессе горения в воздухе углеводородных топлив образуются химически активные оксиды азота NO_x , являющиеся экологически опасными продуктами. Моделирование образования оксидов азота рассматривалось во многих работах (см., например, [1]–[3]), где обсуждаются кинетические схемы образования NO_x , выбор значений констант отдельных реакций, условия проведения эксперимента и пр., а при моделировании принимаются некоторые заданные температуры горения.

Однако процессы сжигания топливно-воздушной смеси в камере сгорания двигателя представляют собой нестационарные газодинамические процессы тепло-, массо-переноса, распределенные по длине камеры сгорания и протекающие с переменными температурой и составом смеси. При этом изменение отдельного параметра, например, температуры, подаваемой на вход в камеру смеси, существенно влияет как на процесс горения в целом, так и на процессы эмиссии вредных веществ [4]. Поэтому исследование влияния параметров рабочего процесса камеры на уровень выброса вредных веществ является актуальной проблемой.

В работе, представленной данным сообщением, рассматривается процесс горения топливно-воздушной смеси совместно с процессом образования термического NO . Кинетика образования NO моделируется по схеме Я. Б. Зельдовича [1]:



Предполагается, что реакция образования NO не зависит от состава топлива и определяется только температурой и концентрациями кислорода и азота воздуха, которые входят в состав топливной смеси и изменяются при горении вдоль оси камеры. Процесс горения описывается системой дифференциальных уравнений [5], дополненных кинетическими уравнениями образования NO :

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_f}{\partial t} + u \frac{\partial C_f}{\partial x} &= -W_T, \\ \frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} + u \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x} &= -L_{st}W_T - K_2 C_N C_{O_2}, \\ \frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} &= \frac{H_0}{c_p} W_T + q_z(x, t), \\ \frac{\partial C_{NO}}{\partial t} + u \frac{\partial C_{NO}}{\partial x} &= K_1^* C_{N_2} C_O + K_2 C_N C_{O_2}, \\ \frac{\partial C_N}{\partial t} + u \frac{\partial C_N}{\partial x} &= K_1^* C_{N_2} C_O - K_2 C_N C_{O_2}, \\ \frac{\partial C_O}{\partial t} + u \frac{\partial C_O}{\partial x} &= -K_1^* C_{N_2} C_O + K_2 C_N C_{O_2}, \\ \frac{\partial C_{N_2}}{\partial t} + u \frac{\partial C_{N_2}}{\partial x} &= -K_1^* C_{N_2} C_O. \end{aligned}$$

Описание переменных $C_f(x, t)$, $C_O(x, t)$, $C_{O_2}(x, t)$, $C_N(x, t)$, $C_{N_2}(x, t)$, $C_{NO}(x, t)$, $T(x, t)$ и значения коэффициентов скоростей K_2 и K_1^* химических реакций даны в [3], [5]. Для данной системы дифференциальных уравнений при заданных начальных условиях решается задача Коши.

Как показывают расчеты, предлагаемая математическая модель позволяет исследовать влияние состава топливной смеси и температуры процесса горения на уровень образования термического NO .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зельдович Я. Б., Садовников П. Я., Франк-Каменецкий Д. А. Окисление азота при горении. М.: Изд-во АН СССР, 1947, 145 с.
2. Химия горения./ Под ред. У. Гардинера, мл. М.: Мир, 1988, 464 с.
3. Бочков М. В., Ловачев Л. А., Четверушкин Б. Н. Химическая кинетика образования NO_x при горении метана в воздухе. — Математическое моделирование, 1992, т. 4, № 9, с. 3–36.
4. Дрегаллин А. Ф., Черенков А. С. Общие методы теории высокотемпературных процессов в тепловых двигателях. М.: Янус-К, 1997, 328 с.
5. Сиразетдинов Т. К., Иванов В. В. Моделирование, синтез и устойчивость процессов в камере сгорания газотурбинных двигателей и энергетических установок. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004, 243 с.