

О СВЯЗИ МЕЖДУ ВЫБРОСОМ ОКСИДОВ АЗОТА И ПОЛНОТОЙ ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА

Ивлиев А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Процесс образования оксидов азота при горении топлива обычно рассматривают в связи с необходимостью выполнения требований по охране окружающей среды. В то же время, реакция образования оксида азота путем окисления атмосферного азота атмосферным же кислородом, эндотермична, по какому бы пути она не протекала. На образование одного килограмма оксида азота требуется затратить 3014 кДж тепловой энергии [1]. Поэтому, выброс оксидов азота топливосжигающими устройствами не только экологически опасен, но и влияет на полноту выделения тепла. Определим степень этого влияния.

В практике авиадвигателестроения часто используют удельный выход токсичных веществ, измеряемый в граммах на килограмм сожженного топлива. Обозначим этот параметр для i -го вещества как индекс эмиссии EI_i , г/кгт (грамм на кг топлива – г/кг-топл. или г/кгт). Удельный выход оксидов азота, EI_{NO_x} , измеряемый суммарно, пересчитывают на выход диоксида азота по количеству связанного азота, т.е. считают, что

$$EI_{NO_x} = EI_{NO_2} \quad (1)$$

Поскольку в процессе горения топлива подавляющее количество связанного азота находится в виде оксида азота, учитывая (1) можно записать:

$$EI_{NO} = EI_{NO_x} \frac{M_{NO}}{M_{NO_2}} \quad (2)$$

где M_{NO} и M_{NO_2} соответственно молекулярные массы оксида и диоксида азота, подставив которые получим

$$EI_{NO} \approx 0,652 EI_{NO_x} \quad (3)$$

Неполнота выделения тепла, при известных удельном выходе и низшей теплотой сгорания i -го компонента H_{U_i} [кДж/кг], очевидно, определится как

$$\varphi_i = \frac{EI_i H_{ui}}{1000 H_{ui}} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где H_{ui} – низшая теплота сгорания сжигаемого топлива, кДж/кг.

Подставив в (4) в качестве H_{ui} тепловой эффект реакции образования оксида азота и учитывая (3), получим

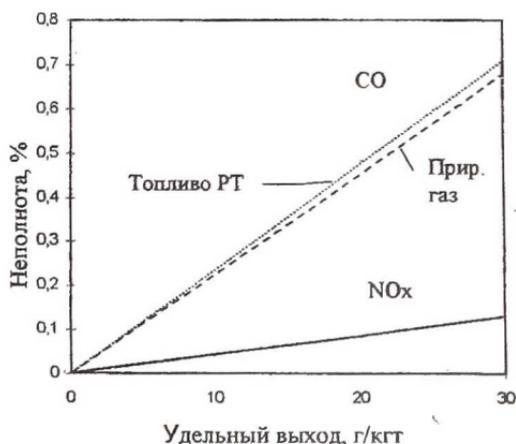
$$\varphi_{NO_x} = \frac{0,652 \cdot EI_{NO_x} \cdot 3014}{1000 \cdot H_{UT}} \cdot 100\% = 196,5 \cdot \frac{EI_{NO_x}}{H_{UT}}, \% . \quad (5)$$

Графическая зависимость связи неполноты выделения тепла с выбросом оксидов азота, рассчитанная в соответствии с (5), для случая сжигания природного газа с теплотворной способностью 45214 кДж/кг и жидкого топлива РТ с теплотворной способностью 43214 кДж/кг представлена на рисунке.

Здесь же, для сравнения, приведена подобная зависимость для выброса оксида углерода, рассчитанная в соответствии с (4), где низшая теплотворная способность СО принята равной 10216 кДж/кг.

Можно видеть, что учет влияния выхода оксидов азота на полноту выделения тепла целесообразен для топливосжигающих устройств с приближающейся к 100% полнотой сгорания топлива. Например, для газотурбинных двигателей с высокой степенью повышения

давления в компрессоре, где неполнота выделения тепла, обусловленная образованием оксидов азота, может составить более 0,1%.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. – М.: АН СССР, 1947. – 145 с.