

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Кутлумухамедов А. Р., Скиба Д. В., Бакиров Ф. Г.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа,
kutlum22@yandex.ru

Ключевые слова: камера сгорания, выбросы вредных веществ, монооксид углерода, CFD, реакторный метод.

Актуально развитие методов расчетной оценки выбросов вредных веществ, в том числе монооксида углерода (СО), из камер сгорания газотурбинных двигателей.

В настоящей работе предлагается комбинированный метод расчета выбросов монооксида углерода, в котором реакторная модель камеры сгорания строится на базе результатов трехмерного CFD моделирования (CFD – Computational Fluid Dynamic). Такой подход позволяет производить быстрые вычисления с применением детальных механизмов химической кинетики и учетом основных особенностей течения газа в камере сгорания [1].

Для повышения точности расчетов выбросов СО необходимо более детально учитывать наличие бедных струй в газовом потоке при построении реакторной модели камеры сгорания. В предлагаемом методе бедные струи выявляются и отслеживаются по результатам трехмерных расчетов и моделируются отдельными реакторами [2].

Под бедной струйкой топливовоздушной смеси подразумевается смесь с адиабатической температурой продуктов сгорания порядка 1450 К. При такой температуре скорость окисления СО относительно мала, однако еще нет полного «замораживания» горения смеси газов [3, 4].

В качестве параметра для выявления бедных струек выбрана объемная доля содержания азота $\tau(N_2)$. Азот не участвует в химических реакциях при применении в CFD моделировании глобальных одно- или двухшаговых механизмов химической кинетики.

По разработанному методу выполнен расчет выбросов монооксида углерода из конвертированной камеры сгорания для наземной энергетической установки. Низкие уровни выбросов вредных веществ получены применением концепции RQL (Rich-Quench-Lean [3]).

Сравнение экспериментальной и расчетной зависимостей выбросов СО от коэффициента избытка воздуха α приведено на рис. 1. Получено хорошее согласование экспериментальных и расчетных данных.

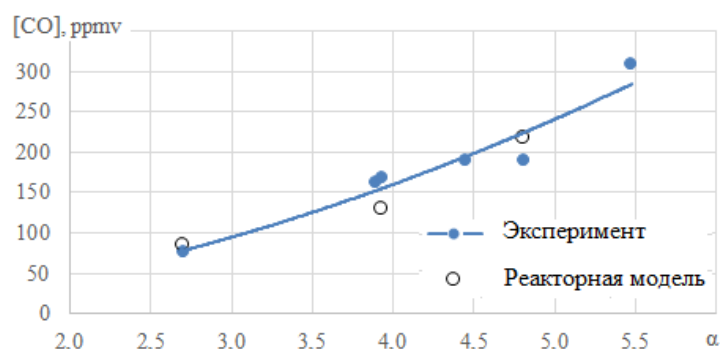


Рис.1 – Экспериментальная и расчетная зависимости выбросов монооксида углерода от состава смеси

Список литературы

1 Кутлумухамедов А.Р., Скиба Д.В., Бакиров Ф.Г. Расчетная оценка концентраций монооксида углерода на выходе из малоэмиссионной камеры сгорания с помощью комбинированного метода // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы докладов междунар. науч.-техн. конф. 12-14 сентября 2018 г. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2018 – С. 87-88.

2 Кутлумухамедов А.Р., Скиба Д.В., Бакиров Ф.Г. Разработка реакторной модели камеры сгорания с отслеживанием «бедной» струйки топливовоздушной смеси для расчета выбросов монооксида углерода // Молодежный Вестник УГАТУ, [S.l.], n. 2(23), p. 72-75, май 2020. ISSN 2225-9309.

3 Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД: Пер. с англ. /А. Лефевр. М.: Мир, 1986. 566 с.

4 Кутлумухамедов А.Р., Скиба Д.В., Бакиров Ф.Г. Расчетное исследование влияния отдельных факторов на уровень выбросов монооксида углерода с помощью реакторной модели малоэмиссионной камеры сгорания. Вестник УГАТУ, [S.l.], v. 23, n. 4 (86), p. 84-92, дек. 2019. ISSN 1992-6502.

Сведения об авторах:

Кутлумухамедов Артур Рамилович, аспирант кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ. Область научных интересов: рабочий процесс камер сгорания газотурбинных двигателей.

Скиба Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ. Область научных интересов: рабочий процесс камер сгорания газотурбинных двигателей.

Бакиров Фёдор Гайфуллович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ. Область научных интересов: рабочий процесс камер сгорания газотурбинных двигателей, энергетика.

COMBINED METHOD FOR ESTIMATION OF CARBON MONOXIDE EMISSION FROM GAS TURBINES COMBUSTION CHAMBERS

Kutlumukhamedov A.R., Skiba D.V., Bakirov F.G.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, kutlum22@yandex.ru

Keywords: combustion chamber, pollutant emission, carbon monoxide, CFD, reactor method.

The article is devoted to a combined method for calculating carbon monoxide emissions from combustion chambers of gas turbine engines.