

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кутлумухамедова Артура Рамилевича «Метод расчёта выбросов монооксида углерода с формализованным выделением зон, лимитирующих его окисление в камерах сгорания газотурбинных двигателей» представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Одним из условий достижения высоких экономических показателей авиационных и промышленных газотурбинных двигателей является обеспечение высокой полноты сгорания топлива в камере сгорания ($\eta_r \geq 0,995$). Этому соответствует низкое содержание в отработавших газах ГТД продуктов неполного сгорания, в частности монооксида углерода СО.

Выбросы СО и NOx определяют экологические характеристики двигателя. Основное мероприятие по уменьшению образования NOx при высоких температурах – это снижение температуры и времени пребывания в зоне горения, что в свою очередь уменьшает скорость окисления СО до СО₂.

Диссертационная работа Кутлумухамедова А.Р. посвящена разработке расчетного метода прогнозирования выбросов монооксида углерода из камер сгорания ГТД, что является актуальной задачей.

Методы численного моделирования в задачах вычислительной газовой динамики с учетом протекания сложных химических процессов нашли широкое применение в проектировании камер сгораний современных ГТД.

В качестве научной новизны автором отмечено следующее:

1. Разработан новый метод расчёта выбросов монооксида углерода из камер сгорания ГТД с применением детальной химической кинетики, отличающийся формализованным построением реакторной модели камеры сгорания по результатам трёхмерного CFD моделирования со схематичным описанием

Зходящий № 207-530X
Дата 15 МАЙ 2025
Самарский университет

структуры течения, распределения воздуха и неравномерности коэффициента избытка воздуха.

2. Разработан новый критерий формирования реакторной модели камеры сгорания, отличающийся обобщением «бедных» зон, неравномерно распределённых в рабочем объёме, в низкотемпературные «бедные» струйки с низкой скоростью окисления монооксида углерода.

3. Разработан новый критерий моделирования реакторами зоны пламени, отличающийся выделением высокотемпературной зоны с существенным сдвигом равновесия в сторону монооксида углерода.

4. Представлены новые расчётные зависимости влияния на выбросы CO распределение коэффициента избытка воздуха по длине жаровой трубы конвертированной «богато-бедной» малоэмиссионной камеры сгорания, отличающиеся законом подвода воздуха и режимными параметрами, совместно с данными сравнительного анализа результатов расчётов с экспериментом.

Разработанные автором реакторные модели камеры сгорания отличаются от моделей в ранее проведенных исследованиях наличием реакторов, отдельно моделирующих низкотемпературные «бедные» зоны с высоким содержанием монооксида углерода.

Разработанный расчётный метод оценки выбросов CO позволяет исследовать неравновесность процессов окисления топлива, что представляет теоритическую значимость работы. Практическая значимость работы заключается в возможности прогнозирования выбросов монооксида углерода на выходе из проектируемой камеры сгорания с оценкой влияния распределения воздуха на выбросы CO и полноту сгорания топлива.

Автором отмечается, что достоверность полученных результатов подтверждается:

- применением отработанного и широко себя зарекомендовавшего механизма химической кинетики GRI-Mech 3.0, разработанного и оптимизированного для расчётов окисления метана (природного газа);

- применением метрологически аттестованного и поверенного измерительного оборудования;

- высоким уровнем соответствия расчётной и экспериментальной зависимостей выбросов монооксида углерода от режима работы камеры сгорания ($[CO] = f(\alpha)$).

В работе ОКБ им. А. Люльки используются схожие по своим параметрам и предназначению программные комплексы, предназначенные для проектирования камер сгорания.

К работе имеется замечание. Приведены экспериментальные данные по количеству СО в отработавших газах газотурбинной энергоустановки ГТЭ-10/953 в ходе эксплуатации, однако, автор не воспользовался возможностью провести сравнение разработанного метода на полноразмерной энергоустановке, а ограничился одnogорелочным отсеком. Отмеченный недостаток не снижает научной и практической значимости работы.

Хочется отметить, что разработанный подход к моделированию рабочих процессов в камерах сгорания работающих на природном газе имеет перспективу применения для проектирования камер сгорания работающих на жидких топливах, где задача численного моделирования на порядок сложнее в виду особенностей процессов распыла, испарения и окисления.

Рассмотренная диссертационная работы Кутлумухамедова А.Р. является законченным научным исследованием, в котором предложено решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение в области авиационного двигателестроения, связанной с обеспечением экономических и экологических характеристик ГТД.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ к содержанию и оформлению, а ее автор Кутлумухамедов А.Р. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Согласен с включением моих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Кутлумухамедова А.Р. и их дальнейшую обработку.

Исполнитель – к.ф.-м.н., ведущий конструктор

Фетисов Фетисов Сергей Николаевич
«6» мая 2025 г.

Подпись Фетисова Сергея Николаевича заверяю



Самоев Ю.Т. Самоев



Опытно-конструкторское
Бюро имени А. Люльки



«Опытно-конструкторское бюро имени А. Люльки» («ОКБ им. А. Люльки»)
филиал ПАО «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение»
ул. Касаткина, 13, г. Москва, Российская Федерация, 129301
Тел.: +7(495) 783-01-11, факс: +7(495) 683-09-97, 686-75-66, <http://www.umpo.ru>, e-mail: okb@okb.umpo.ru
ОГРН 1020202388359, ИНН 0273008320, КПП 771643001

7.5.25 № ОКБ-273-05-304/25
на № 104-1620 от 26.03.2025

Отзыв на автореферат диссертации

**УЧЁНОМУ СЕКРЕТАРЮ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.379.10 ФГАОУ ВО
«САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ВИНОГРАДОВУ А.С.**

Ул. Московское шоссе, д. 34,
г. Самара, 443086

Уважаемый Александр Сергеевич!

Высылаем вам отзыв на автореферат диссертации Кутлумухамедова Артура Рамилевича «Метод расчёта выбросов монооксида углерода с формализованным выделением зон, лимитирующих его окисление в камерах сгорания газотурбинных двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов (технические науки)».

Приложение: отзыв на автореферат – в 2 экз. на 4 л.

Генеральный конструктор –
директор филиала
«ОКБ им. А. Люльки»,
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор

Е. Ю. Марчуков

Фетисов Сергей Николаевич
8 (499) 755-04-64

Рез. 6.5.25

