

ОТЗЫВ

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

Автореферат кандидатской диссертации на тему: «Метод расчета выбросов монооксида углерода с формализованным выделением зон, лимитирующих его окисление в камерах сгорания газотурбинных двигателей» представляет оригинальное и актуальное расчетно-экспериментальное исследование по разработке методов расчета эмиссии монооксида углерода в камерах сгорания (КС) ГТД.

Актуальность работы обусловлена постоянным ужесточением требований к эмиссионным характеристикам авиационных двигателей (ГТД) и промышленных газотурбинных установок (ГТУ). В настоящее время исследований эмиссии монооксида углерода недостаточно, что объясняется сложностью проблемы его оценки для конкретных образцов КС. В диссертации автором проанализированы проблемы моделирования СО, что позволило ему обоснованно выбрать эффективный путь моделирования эмиссии монооксида.

Автором использован подход к включению детальных кинетических схем, как основы расчета концентраций СО, в существующие модели расчета КС. В основе анализа, проведенного автором, выявление взаимосвязи зон с «бедным» и близким к стехиометрии составом топливовоздушной смеси (ТВС). В этих зонах с пониженной и повышенной температурами продуктов сгорания в КС ГТД имеет место наибольшая эмиссия монооксида, определяемая, соответственно, снижением скоростей горения и полноты сгорания в зонах с «бедной» ТВС и диссоциацией CO_2 в СО в зонах горения с обогащенной ТВС, что безусловно справедливо.

Автор отмечает, что основными очагами эмиссии СО действительно являются зоны с малой концентрацией топлива в ТВС. Попытка их объединения в «бедные струйки» позволяет сократить число реакторов в общей схеме и сделать расчетную схему более мобильной. Автор продемонстрировал знакомство со многими пакетами и комплексами для расчета течений реагирующих потоков, их смешения и горения. Часть из них автор успешно использовал в практических расчетах. Кроме того, в автореферате обращено внимание на большой объем расчетов равновесных продуктов сгорания для горения метана и пропана с воздухом в широком диапазоне изменения определяющих параметров. Дан анализ результатов.

Зходящий №	106 - 3837
Дата	14 МАЙ 2025
Самарский университет	

При построении схемы расчета эмиссии СО автор пошел по пути формализации общей задачи. Такой подход позволил обоснованно перейти к более экономичному вычислительному алгоритму и сократить время расчета.

В качестве замечаний к автореферату можно отметить следующее:

1. Примененный автором в диссертации подход, позволяющий использовать детальные кинетические схемы разной сложности для оценок СО, не отличается новизной. Ранее его применение было оправдано слабым развитием вычислительных пакетов для моделирования течения и горения.

2. Следует принять во внимание трудоёмкость и субъективизм предложенного расчетного метода, заключающиеся в проведении многих операций «вручную» и интуитивно, что требует определённого опыта работы с данным алгоритмом, а также удачного выбора разделения КС на зоны.

3. Зоны «бедных струек» и пламени автором определяются характерными температурами, которым соответствуют определенные концентрации азота. Однако, одной и той же температуре (например, 1450 К) в зависимости от состава ТВС могут соответствовать разные концентрации азота. Фактически, для выбранной температуры должна рассматриваться зависимость концентрации азота от состава смеси ($N_2(\alpha)$). При анализе диапазона температур (например, 1400-1500 К) необходима интерполяция соответствующих зависимостей ($N_2(\alpha)$) для диапазона $T=Var$, что существенно увеличивает трудоёмкость расчета и снижает его точность.

4. В работе не приведены данные о применяемых в CFD-расчётах сеток и принципах их построения. Выбор сеток для выбранного формализованного подхода очень важен, поскольку определяет количество и расположение реакторов, моделирующих «бедные струйки», пламена и ЗОТ. Не указана логика выбора времени пребывания реагентов в PSR, а также не принято во внимание, что в PSR могут поступать реагенты с низкой полнотой сгорания.

5. В автореферате постоянно подчеркивается, что метод использован для КС с богато-бедной низкоэмиссионной технологией сжигания топлива. Однако, богато-бедная схема сжигания топлива может быть низкоэмиссионной только в случае предварительного смешения реагентов, как в богатой зоне, так и в зоне бедного дожигания. Как видно из автореферата, в диссертации рассмотрена модель расчета СО применительно к классической диффузионной, а не низкоэмиссионной КС.

В целом, работа выполнена на высоком техническом уровне, разработан довольно трудоёмкий метод расчётной оценки эмиссии СО, применение которого, в силу его правильной («ручной») настройки, показало высокую точность при расчёте диффузионной камеры сгорания на метане.

Указанные замечания не умаляют общих достоинств работы. Выводы и предложения, содержащиеся в автореферате диссертации, имеют не только теоретическое, но и практическое значение.

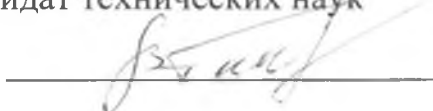
Автореферат позволяет судить о том, что диссертация представляет собой законченную, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу. Она отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, с последними изменениями, а его автор, Кутлумухамедов Артур Рамилевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Главный научный сотрудник отдела «Горения и камер сгорания» ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», доктор технических наук



Свердлов Евгений Давыдович

Старший научный сотрудник отдела «Специальные авиационные двигатели и химмотология» ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», кандидат технических наук



Гольцев Валентин Федорович

29 апреля 2025 г.

Подписи Е.Д. Свердлова и В.Ф. Гольцева заверяю

Ученый секретарь ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», доктор экономических наук, доцент



Джамай Екатерина Викторовна

Государственный научный центр Федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»

Адрес: 111116, город Москва, Авиамоторная улица, 2

Email: edsverdlov@ciam.ru

Сайт: <http://ciam.ru>

тел.+7(903)7003780