УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Московского авиационного института
(национального исследовательского
университета)
д. т. н., доцент

_____ А.В. Иванов
«05» 05 2025г.

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

В связи с постоянным ростом энергопотребления особую важность приобретают вопросы эффективного сжигания топлива с обеспечением низкого уровня выбросов вредных веществ. В частности, это относится к газотурбинным двигателям (ГТД), нашедшим широкое применение в авиационном транспорте и промышленности.

Допустимые концентрации вредных веществ в отработавших газах ГТД жестко нормируются международными и отечественными стандартами. Кроме того, с целью снижения парникового эффекта, в настоящее время уделяется большое внимание вопросам снижения выбросов в атмосферу углекислого газа CO_2. Это требует дальнейших исследований по оценке возможности работы авиационных ГТД на альтернативных керосину топливах, например, сжиженный природный газ, метано-водородное топливо и др.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Кутлумухамедова А.Р. посвященная разработке метода расчета выбросов токсичного монооксида углерода (CO) из камер сгорания ГТД при работе на природном газе является актуальной в области проектирования авиационных двигателей и промышленных установок.

Входящий № 206 - 3790
Дата 12 МАЙ 2025
Самарский университет

Научная новизна заключается в разработанном автором методе расчета выбросов CO с построением реакторной модели камеры сгорания по результатам трехмерного CFD моделирования, в критериях формирования и моделирования реакторами низкотемпературных «бедных» зон и зоны пламени (эти зоны лимитируют окисление CO в CO_2). Также представлены новые расчетные зависимости влияния закона распределения воздуха в жаровой трубе на выбросы монооксида углерода для камеры сгорания наземной энергетической установки ГТЭ-10/953 номинальной мощностью 8 МВт.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением сертифицированных, проверенных практикой программных продуктов ANSYS CFX v. 16.1 и CANTERA 2.4.0, применением широко рекомендованного механизма химической кинетики окисления метана GRI-Mech 3.0, а также хорошим уровнем соответствия расчетных выбросов CO экспериментам, проведенным с применением метрологически аттестованного и поверенного оборудования.

Разработанный метод, несомненно, обладает теоретической и практической значимостью, т.к. позволяет анализировать рабочие процессы в камере сгорания ГТД с применением детальных механизмов химической кинетики и определять направления по перераспределению воздуха в жаровой трубе с целью оптимизации по снижению выбросов CO. Материалы диссертационной работы по некоммерческому расчетному пакету CANTERA могут быть использованы при освоении этого программного продукта.

К работе имеются замечания.

1) В работе приведены результаты расчета выбросов монооксида углерода из камеры сгорания энергоустановки ГТЭ-10/953 выполненные с помощью эмпирической зависимости А. Лефевра. К сожалению, не описано как в ходе расчета оценивалась температура в первичной зоне и объем зоны горения.

2) Несмотря на наличие экспериментальных данных, не представлено сравнение расчетных потерь полного давления и распределения температуры жаровой трубы с измеренными значениями. Это позволило бы выполнить верификацию трехмерного CFD моделирования на базе которого построена реакторная модель камеры сгорания ГТЭ-10/953.

Отмеченные недостатки не влияют на ключевые научные результаты и выводы, не снижают ценность диссертационной работы.

Диссертационная работа «Метод расчёта выбросов монооксида углерода с формализованным выделением зон, лимитирующих его окисление в камерах сгорания газотурбинных двигателей» является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям по актуальности, научной новизне и практической значимости п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, а ее автор Кутлумухамедов Артур Рамилевич заслуживает присвоения 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 доработку.

Заведующий кафедрой «Теория воздушно-реактивных двигателей» Московского авиационного института (национального исследовательского университета), д. т. н., с.н.с. Агульник Алексей Борисович

Подпись заведующего кафедрой «Теория воздушно-реактивных двигателей» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) Агульника Алексея Борисовича заверяю

Заместитель начальника управления по работе с персоналом МАИ М.А.Иванов

Контактные данные организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993
mai@mai.ru
www.mai.ru
+7 499 158-92-09