

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Идрисова Дмитрия Владимировича на тему «Разработка метода определения границ  
проскока пламени при использовании метано-водородного топлива в камерах  
сгорания газотурбинных двигателей и энергетических установок», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки  
летательных аппаратов

Работа посвящена одной из самых актуальных проблем индустриального общества. В борьбе за увеличение объемов производственных мощностей человечество зачастую пренебрегает пагубными последствиями, связанными с этим процессом. Снижение вредных выбросов в атмосферу силовыми установками, работающими на природном горючем, действительно может позволить снизить темпы терраформирования поверхности земли. Очевидно, что возникновение парникового эффекта при современном уровне развития науки и техники, не приведет к глобальному вымиранию человечества, но может обострить геополитическую ситуацию в мире на фоне борьбы за плодородные земли и чистую воду. В этой связи предлагаемые разработки также позволят государству сохранить паритет на мировой арене за счет снижения затрат в эксплуатации и повышения эффективности силовых установок военного и гражданского назначения. Исходя из вышесказанного, тема диссертации Идрисова Д.В. является актуальной.

В работе предлагается повышение точности определения границ проскока пламени при горении метано-водородного топлива на этапе предварительного проектирования камер сгорания авиационных газотурбинных двигателей и наземных энергетических установок.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 222 наименований. Основной текст 185 страниц, 89 иллюстраций и 17 таблиц. По объему и структуре работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Автореферат полностью отражает основные идеи, результаты, выводы и соответствует диссертационной работе.

Название и содержание работы соответствуют специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» и отвечает следующим пунктам паспорта специальности: п. 1 в части «Теория и рабочий процесс тепловых и электроракетных двигателей летательных аппаратов, а также силовых и энергетических установок, их узлов и систем. Оптимизация схем и параметров двигателей»; п. 18 в части «Процессы создания и доводки двигателей летательных аппаратов. Способы улучшения характеристик и основных данных двигателей, находящихся в серийном производстве и эксплуатации».

Входящий № 27-8805  
Дата 17 НОЯ 2023  
Самарский университет

Научная новизна результатов, полученных автором, заключается в следующем:  
разработан и валидирован метод, позволяющий определять границы проскока пламени в горелочных устройствах модельных и полноразмерных камер сгорания, отличающийся уточненным кинетическим механизмом окисления метано-водородного топлива и учетом нормальной скорости распространения пламени, зависящей от температуры, давления и состава смеси;

разработан кинетический механизм окисления метано-водородного топлива, основанный на применении известных математических моделей детальной химической кинетики, позволяющий моделировать нормальную скорость распространения пламени с более высокой точностью, применительно к параметрам рабочего процесса камер сгорания авиационных ГТД и ГТУ, отличающийся дополнительным набором элементарных реакций и уточненными константами их скоростей;

получены новые математические зависимости скорости распространения пламени, основанные на применении стандартных математических подходов при решении задач химической кинетики, отличающиеся от известных учетом более широкого диапазона температур, давлений, состава смеси и вида используемого топлива и позволяющие моделировать нормальную скорость распространения метано-водородного пламени, применительно к параметрам рабочего процесса камер сгорания газотурбинных двигателей и газотурбинных установок;

получены новые экспериментальные данные границ проскока пламени при сжигании предварительно подготовленных метано-водородо-воздушных смесей в горелочных устройствах с закруткой потока, основанные на применении известных методик проведения экспериментов, а также аттестованного и поверенного измерительного оборудования, отличающиеся от известных диапазоном исследуемых параметров и видом используемого топлива и позволяющие оценить влияние концентрации водорода на эффективность рабочего процесса.

Достоверность полученных результатов диссертационного исследования Идрисова Д.В. подтверждается:

использованием в экспериментальном исследовании поверенных средств измерения и аттестованного измерительного оборудования;

высоким уровнем согласования результатов численного моделирования с данными, полученными в ходе экспериментальных исследований в модельной камере сгорания;

при написании диссертации соискатель дал все необходимые ссылки на авторов и источники, откуда он заимствовал материалы или отдельные результаты.

Теоретическая значимость результатов работы заключается в формировании и валидации кинетической модели горения метано-водородного топлива и получении новых зависимостей для скорости распространения пламени от температуры, давления и состава смеси.

Практическая значимость результатов состоит в оценке влияния добавки водорода на границы проскока пламени в горелочном устройстве камеры сгорания



серийного двигателя, а также на этапе проектирования перспективных схем камер сгорания, работающих на метано-водородном топливе, тем самым сократив сроки и затраты на их разработку.

По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в периодических изданиях, включённых в список ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 5 публикаций в материалах конференций.

Оценивая работу положительно, считаю необходимым привести следующие замечания и предложения:

при анализе современного состояния вопроса автор не указал причины прекращения исследований отечественными учеными в области создания и внедрения авиационных газотурбинных двигателей, использующих в качестве топлива водород;

не обозначена проблема повышения хрупкости металлических баков и трубопроводов топливных систем в результате наводораживания;

из текста диссертации не представляется возможным сделать вывод о том, что именно проскок пламени является наиболее перспективным направлением исследований среди всех перечисленных автором особенностей внедрения водородосодержащих горючих смесей;

при описании схемы разработанной магистрали подготовки и подачи воздуха не указан описанный выше осушитель рефрижераторного типа и его функционал в рамках исследования;

на схеме подачи природного газа не обозначены функциональные элементы, что затрудняет анализ ее работы;

в работе отсутствует обоснование угла установки лопаточного завихрителя;

для одной из реакций разработанного кинематического механизма, входящего в математическую модель, представлено несколько констант, но не приведено обоснование критериев их выбора при проведении исследований;

в работе не представлено пояснение характера изменения полученных автором зависимостей нормальной скорости распространения пламени при изменении начальной температуры и давления, а также не обозначено с чем связано увеличение погрешности вычислений при высоком содержании водорода;

в работе не представлены пояснения диапазона концентрации топлива, входящего в разработанный макрос для программного продукта ANSYS Fluent;

в работе не представлено обоснование применимости введенного коэффициента запаса во всем эксплуатационном диапазоне режимов работы;

из представленных в пятой главе материалов не ясно можно ли избежать негативных последствий повышения содержания водорода в топливе за счет изменения температуры и давления на входе в камеру сгорания.

Представленные замечания не снижают значимость проведенного диссертационного исследования.

В целом диссертация Идрисова Дмитрия Владимировича является законченным научным исследованием, результаты которого имеют важное значение для науки и практики. Внедрение результатов исследования вносит вклад в развитие методики проектирования и технологии изготовления камер сгорания авиационных газотурбинных двигателей и энергетических установок.


Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Идрисов Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Старший преподаватель 73 кафедры авиационных двигателей ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж), кандидат технических наук

 Тесля Денис Николаевич

Подпись Тесля Д.Н. заверяю.  
Помощник начальника строевого отдела ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)

« 27 »  2023 г.

 А. Саввин

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), 394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54а, Телефон: 8-(473)-244-76-74, e-mail: vva@mil.ru, <http://академия-ввс.рф>.