



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ДВОЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «СОЮЗ»**

ОГРН 1245000132937 ИНН 5027333849

Россия, 140090, Московская обл.,
г.о. Люберцы, г. Дзержинский
ул. Академика Жукова, д. 42
тел.: 8(495)551-76 -00, факс: 8(495)551-11-44
E-mail: soyuz@fcdt.ru

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по НИР АО «ФЦДТ «Союз»,
доктор технических наук

« 09 » 09 А.А. Матвеев 2025 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Шайдуллина Руслана Айратовича, выполненной на тему «Влияние взаимодействия продуктов сгорания безметалльного твердого топлива с продуктами разложения теплозащитных материалов на характеристики РДТТ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертационной работы.

Представленный к рассмотрению автореферат содержит исследования, направленные на совершенствование методов математического моделирования рабочих процессов в РДТТ. Актуальность проведенной работы определяется необходимостью повышения точности прогнозирования энергетических характеристик двигателей, что требует учета в расчетах всего комплекса физико-химических явлений. К числу таких явлений, часто не учитываемых в инженерной практике, относится химическое взаимодействие продуктов сгорания штатного топлива с газами пиролиза, образующимися в процессе абляционного разложения теплозащитных материалов (ТЗМ) камеры сгорания и сопла. Неучёт данного фактора, заменяемого допущением о термодинамическом равновесии, может являться источником систематической погрешности при определении удельного импульса и других параметров. В связи с этим, разработка и верификация моделей, описывающих указанное взаимодействие, представляет собой значимую научно-техническую проблему, на решение которой нацелена данная диссертация.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

« 9 » 12 20 25 г.

Оценка научной новизны и содержания автореферата диссертации.

Научная новизна работы сформулирована в автореферате и заключается в применении подхода, основанного на газодинамическом моделировании реагирующей среды с использованием детального кинетического механизма. В рамках этого подхода для топливной пары перхлорат аммония / полибутадиеновый каучук с концевыми гидроксильными группами (АР/НТРВ) выполнено численное исследование влияния вдува продуктов разложения ТЗМ на структуру течения и интегральные характеристики в докритической части сопла. Важным результатом является полученные количественные оценки влияния абляции на изменение коэффициентов расхода, сопла и удельного импульса. Практическая значимость исследования состоит в получении рекомендаций по выбору оптимальных геометрических параметров дозвукового контура сопла в условиях протекания абляционных процессов. Результаты моделирования, положенные в основу этих рекомендаций, позволяют минимизировать потери удельного импульса, связанные с изменением течения в докритической части сопла. В автореферате указан факт внедрения результатов в учебный процесс и научно-исследовательскую работу.

Методологическая основа диссертации базируется на применении современных программных комплексов для моделирования химически реагирующих течений. Достоверность представленных результатов обеспечивается процедурами верификации, включавшими сопоставление с расчетами термодинамического равновесия, сравнение с опубликованными данными других авторов. Основные положения и выводы работы прошли апробацию на пяти научных конференциях и отражены в шести публикациях, пять из которых размещены в изданиях, рекомендованных ВАК, и одна в журнале, индексируемом в международной базе данных Scopus.

По материалу, изложенному в автореферате, можно сделать следующие **замечания**:

1. В работе представлены профили приведенной скорости в зависимости от массовой доли газообразных продуктов пиролиза, изложен вопрос влияния состава продуктов разложения ТЗМ на структуру и характеристики потока, а изменение профиля температуры не представлено, что повысило бы наглядность этой части работы.

2. Отсутствует описание математической модели для движения нереагирующих частиц. Также требует пояснение выбор характерного размера частиц сажи, принятого в расчетах.

3. В автореферате использована аббревиатура «ТЗП», в то время как корректней было бы использовать аббревиатуру «ТЗМ», как это указано в названии работы.

В качестве пожелания предлагаем автору в будущем провести анализ характеристик созданных энергоустановок с использованием разработанных методик, рассмотрев при этом ряд теплозащитных материалов, применяемых в практике.

Указанные выше замечания не снижают общего качества работы в целом, научной и практической значимости, в которой решена актуальная задача, имеющая значение для развития методов проектирования РДТТ.

Заключение.

Судя по автореферату, на основании рассмотренных материалов диссертационная работа Шайдуллина Руслана Айратовича на тему «Влияние взаимодействия продуктов сгорания безметалльного твердого топлива с продуктами разложения теплозащитных материалов на характеристики РДТТ» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи повышения точности прогнозирования энергетических характеристик РДТТ с учетом комплекса физико-химических явлений на основе газодинамического моделирования реагирующей среды с использованием детального кинетического механизма, имеющей существенное значение в области развития методов проектирования РДТТ, а ее тема и содержание соответствуют паспорту специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

По объему публикаций и исследований, актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9, 10, 11, 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», а её автор Шайдуллин Руслан Айратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв составили:

Главный научный сотрудник
АО «ФЦДТ «Союз», к.т.н.
Начальник лаборатории
АО «ФЦДТ «Союз»

Г.С. Лавров

В.А. Кулибаба

e-mail: soyuz@fcdt.ru, факс: 8 (495) 551-11-44,
тел.: 8(495) 551-73-90, 8(495) 551-77-43

« ____ » _____ 2025 года

Адрес организации: 140090, г. Дзержинский, ул. Академика Жукова, д. 42

Наименование организации: Акционерное общество «Федеральный центр двойных технологий «Союз»

e-mail: soyuz@fcdt.ru, факс: 8 (495) 551-11-44

тел.: 8(495) 551-77-38

Подписи сотрудников АО «ФЦДТ «Союз»: Лавров Геннадий Степанович, Кулибаба Виталий Александрович заверяю

Начальник отдела управления персоналом

АО «ФЦДТ «Союз»

« ____ » _____ 2025 года



Е.С. Волченкова