



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

1-я Красноармейская ул., д. 1, Санкт-Петербург, 190005

Тел./факс: (812) 316-23-94; (812) 490-05-91

e-mail: bgtu@voenmeh.ru; <http://www.voenmeh.ru>

ОКПО 02066374, ОГРН 1027810328721

ИНН/КПП 7809003047/783901001

01.12.2025 № А1/85

На _____ от _____

Ученому секретарю

Диссертационного совета 24.2.327.06

В.М. Краеву

ФГБОУВО «МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д.4

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Шайдуллина Р.А. на тему
«Влияние взаимодействия продуктов сгорания безметалльного твердого
топлива с продуктами разложения теплозащитного материала на
характеристики РДТТ».

Приложение: отзыв, 1 экз. на 4 л.

с уважением,

Проректор по научной работе

и инновационному развитию

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Воронов В.А.

Вх.№	01-11463
« 12 »	12 2025 г.
Кол-во листов документа	_____
Приложения	_____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шайдуллина Руслана Айратовича «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»

Моделирование рабочих процессов в РДТТ сопряжено со значительными трудностями, обусловленными сложным характером взаимодействия газодинамических и химических процессов, включая абляцию теплозащитного покрытия. Повышение эффективности и точности проектирования РДТТ напрямую связано с совершенствованием методов их математического моделирования. Ключевой проблемой здесь является адекватный учет всех значимых факторов, определяющих выходные характеристики двигательной установки, так и использование физической и математической моделей, соответствующих реализуемому уровню анализа процессов.

Процессы, связанные с функционированием теплозащитного материала в двигательной установке, в значительной степени определяют само функционирование двигателя и могут вносить заметный вклад в формирование уровня рабочего процесса. На основе выше сказанного, считаю, что диссертационная работа Шайдуллина Р.А., направленная на развитие математической модели, учитывающей широкий спектр процессов взаимодействия продуктов сгорания и теплозащитного материала влияния такого взаимодействия на энергетические параметры РДТТ, представляется актуальной и своевременной.

В своей диссертации автор использует подход, основанный на газодинамическом моделировании реагирующей среды посредством химической кинетики. Выбор применяемых в диссертации кинетических механизмов горения твердого топлива на основе перхлората аммония и полибутадиенового каучука с гидроксильными концевыми группами

подкреплен результатами расчетов температуры горения и основных продуктов сгорания, совпадающими с данными других авторов и с расчетами термодинамического равновесия. При этом автор использует подтвержденные и верифицированные продукты программ компьютерного моделирования.

В автореферате представлены новые научные результаты:

1. определены оптимальные формообразующие параметры дозвукового контура сопла при абляции теплозащитного материала дозвукового контура сопла;
2. установлено, что различие между подходами газодинамического моделирования реагирующей среды и термодинамическим равновесием для применяемого твердого топлива может достигать 5–6 % по определению удельного импульса;
3. установлены рекомендации к применению газодинамического моделирования реагирующей среды на основе химической кинетики;
4. получен редуцированный кинетический механизм горения перхлората аммония.

Результаты работы докладывались на 5 научных конференциях, опубликованы 5 статей в журналах, входящих в перечень, рекомендованных ВАК, и 1 статья, опубликованная в издании, индексируемая в базе данных Scopus.

Замечания и вопросы

1. В основном содержании главы 1 имеется упоминание о упрощенном описании теплового баланса между твердой, жидкой и газовой фазами твердого топлива, однако сам применяемый подход не представлен, что возможно является упущением.

2. Было бы полезно, если бы автор в автореферате представил основные граничные условия по газофазному составу продуктов разложения АР/НТРВ и ссылки на применяемые в работе кинетические механизмы.

3. Из-за отсутствия пояснений не понятно почему для одномерных приближений удовлетворительно использовать механизм К.В. Пудуппаккама, а для плоских и объемных моделей механизм М.Л. Гросса?

4. В соответствии с рисунком 10 (профили температуры пламени AP по сокращенному механизму) наблюдается расчетное увеличение температуры вблизи поверхности горящего перхлората. С чем связано данное увеличение?

5. Не понятно, каким образом осуществлен совместный расчет теплообмена и газодинамического моделирования реагирующей среды в Ansys Fluent, не указано использовались ли UDF (пользовательские функции) или какие-то дополнительные подключаемые модули программ?

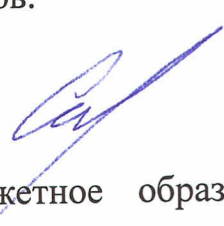
6. В главе 4 размер нереагирующих частиц выбран 1000 мкм, однако, отсутствует пояснение подобного выбора. Чем подкреплён подобный выбор, имеется ли в литературе экспериментальное подтверждение?

7. Работа, в которой проводится исследование достаточно сложного физико-химического процесса во взаимодействии с газодинамикой, неизбежно насыщена значительным количеством численных данных. При этом автору не всегда удается провести содержательное обобщение полученных результатов. Примером тому служат формулировки научных результатов, выносимых на защиту, которые на фоне детального и технически грамотного анализа рассмотренных проблем выглядят не достаточно конкретными.

Представленные замечания не снижают общей характеристики о работе. Диссертационная работа Шайдуллина Руслана Айратовича выполнена на современном научном уровне, соответствует критериям установленным Положением о присуждении ученых степеней, научные положения и выводы обладают признаками научной новизны и практической значимости. Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой.

Считаю, что диссертация Шайдуллина Р.А. «Влияние взаимодействия продуктов сгорания безметалльного твердого топлива с продуктами разложения теплозащитного материала на характеристики РДТТ» соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациями, а ее автор Шайдуллин Р.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Доцент, к.т.н., доцент


С.К. Савельев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

Россия, 195005, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская. д.1

Телефон: +79219779041

Адрес электронной почты: savelev_sk@voenmeh.ru

Подпись Савельева Сергея Константиновича заверяю:

Проректор по научной работе
и инновационному развитию



Воронов В.А.