

30кг 50

АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей»



Акционерное общество
«Опытное конструкторское бюро
«НОВАТОР»

(АО «ОКБ «Новатор»)
620091, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов, 18
Тел. (343) 264-10-00
Факс: (343) 264-13-00, (343) 264-10-03
E-mail: main@okb-novator.ru

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.327.06
ФГБОУ ВО "Московский
авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)"

В.М. Краеву

Волоколамское шоссе, 4,
Москва,
Московская область, 125993
E-mail: shmelevaka@mai.ru

05 декабря 2025 г., исх. № 39773/41

На Ваш № от 25 ноября 2025 г.

отзыв на автореферат диссертации

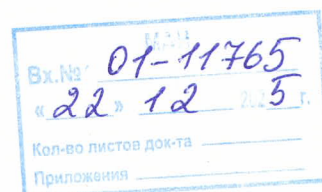
Уважаемы Вячеслав Михайлович!

Направляю Вам 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.

Приложение: отзыв на автореферат диссертации на 3 листах, 2 экз.

Генеральный директор,
генеральный конструктор

Ф.Х. Абдрахманов



Исполнитель: Вершинин А.В.
Контактный телефон: (343)216-22-62, Начальник конструкторского бюро Попов В.В..

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»

Повышение точности расчетных моделей РДТТ остается актуальной задачей, поскольку существующие методики не всегда учитывают основные факторы, влияющие на тяговые и энергетические характеристики РДТТ. Взаимодействие высокотемпературных продуктов сгорания с продуктами разложения теплозащитного материала носит сложный физико-химический характер и слабо изучено. Это взаимодействие может приводить к деградации теплозащитного материала, непредсказуемому изменению теплофизических свойств пристеночного слоя и, как следствие, к отклонению реальных характеристик РДТТ от расчетных. В результате может возникнуть значительная неопределённость при проектировании и опытных конструкторских работах по обеспечению безопасности и точности выполнения тактико-технических требований к РДТТ. Таким образом, исследование необходимо для создания достоверных методик проектирования перспективных ракетных двигателей с применением различных теплозащитных материалов и для создания конкурентоспособных образцов ракетной техники.

Работа вносит существенный вклад в развитие теории рабочих процессов в РДТТ. Ключевым теоретическим достижением является создание физико-математической модели химического взаимодействия продуктов сгорания с продуктами разложения теплозащитного материала с верификацией применяемого кинетического механизма для АР/НТРВ. Полученные количественные данные о границах изменения коэффициентов расхода, сопла и удельного импульса в зависимости от интенсивности абляции теплозащитного материала в камере сгорания и сопле в теории позволяют перейти от качественных оценок к точному прогнозированию характеристик РДТТ. Это преодолевает существенный пробел в существующих исследованиях, где химическое взаимодействие часто игнорировалось и рассматривалось в термодинамическом приближении.

Практическая значимость работы заключается в непосредственном применении полученных результатов в реальном проектировании. Разработанные рекомендации по выбору оптимальной геометрии дозвукового участка утолщенного сопла и оценке интенсивности абляции теплозащитного материала позволяют конструкторам принимать обоснованные решения на этапе

проектирования двигателей, что напрямую способствует уменьшению потерь удельного импульса и повышению точности вывода полезной нагрузки. Использование апробированных методик и кинетических механизмов в учебном процессе и научно-исследовательских работах (как отмечено в акте внедрения) расширяет базу для подготовки высококвалифицированных кадров и дальнейших исследований в области ракетного двигателестроения.

Автором применен комплексный подход, сочетающий современные методы численного моделирования (Chemkin-Pro, Fluent) с верификацией результатов на экспериментальные данные, результаты других авторов, со сравнением результатов расчета термодинамического приближения, широко применимого во всей области двигателестроения. Использование отработанных методик расчета коэффициентов расхода и сопла также добавляет уверенности в достоверности полученных результатов.

Результаты исследований были представлены и, можно предположить, получили положительную оценку на пяти российских конференциях, охватывающих различные аспекты темы от общей направленности двигателестроения до узкоспециализированных симпозиумов по горению и взрыву.

Несмотря на высокое качество работы, по материалу, изложенному в автореферате, можно сделать несколько замечаний, не снижающих общее положительное впечатление о работе:

1. отсутствует описание условий моделирование двухфазного потока, не указаны принятые модели и начальная скорость частиц;
2. необоснованность выбора моделей турбулентности. Не приведено сравнения результатов, полученных по модели $k-\omega$ SST, с другими моделями турбулентности для подтверждения адекватности выбора;
3. отсутствует пояснения по выбору размера нереагирующих частиц сажи 1000 мкм;
4. на рисунке 13 приводятся данные газодинамического моделирования реагирующей среды и без учета химического взаимодействия (данные Кирилловой А.Н.). Показана разница между влиянием газодинамического и химического факторов на коэффициент расхода, однако по тексту и далее отсутствует какая-либо количественная информация.

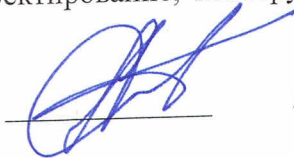
Представленный автореферат свидетельствует о том, что диссертационная работа Шайдуллина Руслана Айратовича является завершенным научно-квалифицированным исследованием, выполненным на высоком научно-техническом уровне, и соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациями ВАК. Соискатель демонстрирует глубокие знания в области химической кинетики, газовой динамики и моделирования рабочих процессов в РДТТ. Цели и задачи работы достигнуты,

полученные результаты имеют признаки теоретической и практической значимости для ракетно-космической отрасли. В связи с этим, считаю, что Шайдуллин Р.А. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Генеральный директор, генеральный конструктор
Акционерного общества "Опытное конструкторское бюро "НОВАТОР"
620017, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов, 18/51,

Тел.: (343) 264-10-00, E-mail: main@okb-novator.ru, <http://www.okb-novator.ru>

Доктор технических наук (2.5.13 – Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов)



Абдрахманов Фарид Хабибуллович

Я, Абдрахманов Фарид Хабибуллович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Шайдуллина Р.А. Опытное конструкторское бюро "НОВАТОР"



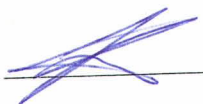
Абдрахманов Фарид Хабибуллович

Начальник управления научно-исследовательских разработок и материаловедения - главный химик

Акционерного общества "Опытное конструкторское бюро "НОВАТОР"
620017, г. Екатеринбург, пр. Космонавтов, 18/51,

Тел.: (343) 264-92-47, E-mail: main@okb-novator.ru, <http://www.okb-novator.ru>

Доктор технических наук (2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов)



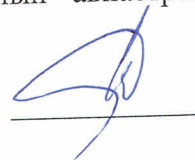
Койтов Станислав Анатольевич

Я, Койтов Станислав Анатольевич, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Шайдуллина Р.А.



Койтов Станислав Анатольевич

Подпись Ф.Х. Абдрахманова, С.А. Койтова удостоверяю
Учёный секретарь Научно-технического Совета, Лауреат премии Правительства РФ по науке и технике, Заслуженный конструктор РФ, Почётный авиастроитель и Почётный машиностроитель, кандидат технических наук



В. Е. Барский