



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ  
ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "РОСКОСМОС"

Федеральное государственное унитарное предприятие  
"ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ" (ФГУП ЦНИИмаш)



ул. Пионерская, д.4, городской округ  
Королёв, Московская область, 141070

Тел. (495) 513-59-51  
Факс (495) 512-21-00

E-mail: corp@tsnimash.ru  
http://www.tsnimash.ru

ОКПО 07553682, ОГРН 1025002032791  
ИНН/КПП 5018034218/501801001

26.01.2018 исх. № 9001-424

На исх. № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного совета  
ФГБОУ ВО «Казанского национального  
исследовательского технического университета им.  
А.Н. Туполева»  
В.А. Алтунину  
г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10, 420111

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Будина Артемия Геннадьевича  
«Интенсификация горения полимерного блока гибридного  
ракетного двигателя электростатическим полем»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.07.05 - Тепловые,  
электроракетные двигатели и энергоустановки летательных  
аппаратов

Гибридные ракетные двигатели или ГРД, разработки которых активно  
велись в первой половине прошлого века, в настоящее время находятся на  
новом витке своего развития, к ним проявляется значительный интерес как у  
отечественных разработчиков (например, в центре им. Келдыша), так и за  
рубежом. Вобрав в себя многие положительные качества ЖРД и РДТТ, такие  
как возможность регулирования тяги в ходе работы за счет изменения подачи  
окислителя, относительная простота конструкции двигателя, безопасность,  
чистота выхлопа и пр., ГРД не удалось избежать и отрицательных моментов,  
сдерживавших развитие данного типа двигателей. Основной проблемой здесь  
является консервативность скорости выгорания твердого компонента топлива,  
которая, как правило, недостаточна для создания значительной тяги двигателя.  
В последнее время эту проблему активно решают, в основном  
конструкторскими способами. Разработка новых способов совершенствования  
двигателей данного типа, несомненно, актуальна. Автор рецензируемой работы,  
Будин А.Г. подошел к проблеме со стороны возможности регулирования

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)  
Вх. № 15 7 819 11

012231 \*

скорости горения полимерных материалов электрическими полями, применив такой способ к ГРД.

Соискателем получены обладающие научной новизной данные:

- увеличение скорости выгорания твердого компонента топлива двигателя при наложении электростатического поля (для ПММА до 31%, для полиамида до 17%);
- законы горения для выбранных топливных пар;
- прирост тяги двигателя при создании разности потенциалов (для ПММА до 21%, для полиамида до 16%);
- увеличение расходного комплекса камеры сгорания в поле (для ПММА до 15%, для полиамида до 17%).

Такие результаты, несомненно, могут способствовать развитию ГРД, а так же отрыву нашей страны в вопросах исследования новых перспективных типов ракетных двигателей, что подводит к практической ценности работы.

Работа является в основном экспериментальной, при этом выполнена на достаточно высоком уровне, с хорошей воспроизводимостью результатов, совпадением тарировочных данных с литературными. Отдельного внимания достоин разработанный тестовый стенд с ГРД, позволяющий исследовать рабочие процессы в двигателях данного типа, используя разнообразные топливные пары, геометрические параметры топливных блоков. Это позволяет говорить о перспективности направления работ и широком круге исследований, открывающимся перед соискателем в будущем.

В теоретической части работы уделено внимание изменению структуры поверхности горящего материала (твердого компонента топлива) в поле, приводящему к росту скорости горения. Такие данные полезны в том числе для того, чтобы создавать и использовать топливные блоки с заданными характеристиками.

Несомненно, работа Будина А.Г. является пионерской в области влияния на скорость горения в ГРД, что обуславливает возникающие замечания и вопросы:

1. Стоит рассмотреть влияние электростатического поля на изменение удельного импульса двигателя.
2. Каким образом проводились замеры тяги двигателя и расходного комплекса камеры?
3. Что обуславливало выбор расходов окислителя и коэффициента избытка окислителя в работе?

В целом работа соискателя оставляет положительное впечатление, является ценным научно-техническим исследованием и полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским

диссертациям. Автор работы Будин А.Г. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Начальник Центра системных  
исследований космической деятельности  
ФГУП ЦНИИмаш, к.т.н., с.н.с.



В.С. Кисиленко

Главный специалист ФГУП ЦНИИмаш, к.т.н.

Ю.П. Потапов