



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru  
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,  
ИНН 6316000632, КПП 631601001

03 ДЕК 2021 № 104-6272

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д212.125.08  
Зуеву Ю. В.

125993, г. Москва,  
Волоколамское шоссе, 4,  
Московский авиационный  
институт (национальный  
исследовательский университет)

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Богатого Александра Владимировича, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение: отзыв на автореферат, 2 экз. на 3 л. каждый.

Первый проректор - проректор  
по научно-исследовательской работе

А. Б. Прокофьев

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«14» 12 2021 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Богатого Александра Владимировича**  
«Электромагнитный абляционный импульсный плазменный двигатель для малых  
космических аппаратов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки  
летательных аппаратов»

В последнее время в нашей стране и за рубежом уделяется особое внимание малоразмерным космическим аппаратам (МКА) с массой от единиц до нескольких десятков килограммов. Данная тенденция объясняется новыми достижениями в микроэлектронике, появлением новых материалов и технологий, а также быстро растущим «потреблением информации»: интернет, телекоммуникации, данные о Земле (метеорология, картография) и прочее.

Для повышения эффективности решаемых малыми аппаратами задач, а также для продления срока их активного функционирования требуется наличие на борту двигательной установки. Она же может быть использована для увода аппарата с орбиты для затопления, либо перевода на орбиту захоронения, что требует значительного суммарного импульса тяги, величина которого на порядок может превышать значения, необходимые для выполнения целевой задачи в течение назначенного срока эксплуатации.

Наиболее подходящими для использования в составе двигательных установок (ДУ) для МКА являются электрические ракетные двигатели (ЭРД). Обладая удельным импульсом тяги, в несколько раз превышающим возможности ЖРД, ЭРД позволяют решать задачи обеспечения требуемых затрат характеристической скорости с использованием существенно меньшего количества топлива. Проигрывая в тяге, ДУ с ЭРД значительно выигрывают в полной массе, что является существенным фактором при выборе типа корректирующей ДУ для МКА с массами до 500 кг и сроком активного существования масштаба 5-8 лет. Современные ЭРД отличает высокая надежность, возможность регулирования тяги и потребляемой мощности в широких пределах без снижения эффективности рабочего процесса, относительно низкая стоимость разработки и изготовления. Однако по-прежнему активному использованию ЭРД в составе малых аппаратов препятствует высокая потребляемая мощность.

**Актуальность** темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью создания электроракетных двигательных установок мощностью менее 200 Вт для МКА, предназначенных для решения ряда важных задач, требующих высокоточные малые импульсы тяги при значительных значениях суммарного импульса тяги.

**Целью работы** является повышение тягово-энергетических характеристик и уменьшение карбонизации аблируемых поверхностей рабочего тела электромагнитного абляционного импульсного плазменного двигателя (АИПД).

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«14» 12 2024г.



Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие **задачи**:

1. Экспериментальные и расчётно-теоретические исследования начальной стадии электрического разряда, тягово-энергетических характеристик и рабочих процессов электромагнитного АИПД.

2. Экспериментальные исследования условий возникновения карбонизации аблируемых поверхностей рабочего тела электромагнитного АИПД.

3. Разработка мер по предотвращению карбонизации аблируемых поверхностей рабочего тела и повышению тягово-энергетических характеристик электромагнитных АИПД.

**Научная новизна** результатов исследований состоит в том, что впервые установлен характер влияния предпробойных процессов начальной стадии разряда на развитие электрического разряда и форму аблируемых поверхностей рабочего тела электромагнитных АИПД, на основании чего разработана геометрия разрядного канала, позволяющая предотвратить карбонизацию аблируемых поверхностей и обеспечивающая повышение тягово-энергетических характеристик таких двигателей.

**Практическая значимость** работы выражается в то, что применение разрядного канала разработанной геометрии в экспериментальном образце ЭРДУ АИПД-250 позволило повысить удельный импульс тяги на 9% и снизить цену тяги на 4%, в опытном образце для предварительных испытаний АИПД-95М (разработки АО «НИИЭМ» для КА «Ионосфера-М») повысить суммарный импульс тяги на 20%, среднюю тягу на 15% и предотвратить карбонизацию аблируемых поверхностей рабочего тела.

Однако по материалу авторефераты диссертационной работы имеются следующие **замечания**:

- среди заявленных автором результатов называется математическая модель темновой стадии разряда электромагнитного АИПД, однако в тексте автореферата эта модель не представлена совсем, поэтому оценить сходимость результатов теоретических и экспериментальных исследований не представляется возможным;

- структура диссертационной работы в автореферате представлена неравномерно, в частности второй главе диссертации уделен лишь один абзац;

- в тексте автореферата присутствуют качественные, близкие к умозрительным, заключения автора о полученных результатах (например, «на рис.2 показано достаточно хорошее совпадение...», «из табл. 1 следует, что при приблизительно той же энергии...»), что не характерно для технических наук.

Несмотря на отмеченные замечания, представленная диссертация выполнена на высоком научном уровне, содержит оригинальные результаты, имеющие теоретическое и практическое значение.

В автореферате приводится перечень 17 публикаций автора по теме диссертации, включающий 15 статей в рецензируемых научных изданиях, два патента на изобретение.

Диссертационная работа Богатого А. В. «Электромагнитный абляционный импульсный плазменный двигатель для малых космических аппаратов» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует критериям Положения «О

порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 01.10.2018 г.), а Богатый Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Исполнительный директор - института авиационной и ракетно-космической техники, к.т.н., доцент



И. С. Ткаченко



Название организации: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Почтовый адрес: 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34

Тел.: (846) 335-18-26

E-mail: [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru)