



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИМЕНИ М.В.КЕЛДЫША»
(АО ГНЦ «Центр Келдыша»)

Онежская ул., д. 8, Москва, Россия, 125438
Тел. +7 (495) 456-4608 Факс: +7 (495) 456-8228
ОКПО 47430587 ОГРН 1217700095667 ИНН/КПП 7743355574 / 774301001
kerc@elnet.msk.ru; <https://keldysh-space.ru>

03.08.2023 № 001.4-05/29
на № 010/1729-а-18 от 04.07.2023

О направлении отзыва

Направляю отзыв АО ГНЦ «Центр Келдыша» на автореферат диссертации
Свотиной Виктории Витальевны на тему: «Высокочастотный ионный двигатель
системы бесконтактной транспортировки объектов космического мусора».

Приложение: Отзыв на 3л. в 2 экз.

Заместитель генерального директора
по экономике и финансам

ФГБУВО «московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)»
МАИ
Ученому секретарю
Диссертационного совета 24.2.327.06

Краеву В.М.

Волоколамское ш., д.4, Москва, 125993

А.С. Ловцов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Свотиной Викторией Витальевны
«ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ СИСТЕМЫ БЕСКОНТАКТНОЙ
ТРАНСПОРТИРОВКИ ОБЪЕКТОВ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов»

Современные тенденции развития спутниковых группировок предполагают кратное увеличение численности недорогих космических аппаратов (КА) и их расположение на низких околоземных орбитах. Освобождение данных орбит от отказавших КА «естественным» путем происходит за относительно короткое время. В то же время остаются востребованными более высокие орбиты для средств навигации, связи и других целей. Дальнейшее расширение использования относительно высоких орбит порождает крайне актуальную проблему безопасности КА при столкновении с объектами космического мусора (ОКМ), который, в основном, представляет собой потерявшие работоспособность неуправляемые достаточно крупногабаритные объекты сложной геометрии. С учетом этого тема диссертации Свотиной В.В., предполагающая применение высокочастотного ионного двигателя (ВЧИД) для бесконтактной транспортировки ОКМ, является весьма актуальной и интересной.

Цель представленной диссертационной работы состоит в выборе и оптимизации параметров ВЧИД в составе электроракетной двигательной установки сервисного космического аппарата, для выполнения требований, предъявляемых к нему не только как тяговому устройству, но и как исполнительному элементу системы бесконтактной транспортировки ОКМ.

В своей работе автор решила целый спектр взаимосвязанных задач по: выработке рекомендаций к построению, формированию облика и требований к электроракетной двигательной установке (ЭРДУ), включающей компенсирующие стационарные плазменные двигатели (СПД) и ВЧИД в составе сервисного КА. Провела моделирование силового воздействия ионного пучка ВЧИД на ОКМ с учетом физико-математического анализа слабо расходящегося ионного пучка ВЧИД, работающего на инертных газах в качестве рабочего тела (РТ). Указанный анализ проводился для ионно-оптической системы (ИОС), использующей как электроды с гексагональной круглой, так и с щелевой перфорациями. Была показана возможность получения малых углов расходимости ионного потока на срезе двигателя, что крайне важно для бесконтактной транспортировки ОКМ. Рассмотрены проектно-баллистический анализ (исходя из баллистической обстановки) и

анализ управления связкой ОКМ – сервисный КА, с моделированием бесконтактной транспортировки КА «Горизонт-18», в качестве примера. Автором представлены результаты исследовательских испытаний опытного ВЧИД с ИОС с гексагональной круглой и щелевой перфорацией электродов для двух РТ (ксенон и криптон).

Научная новизна работы состоит в том, что:

- разработаны методы предварительного проектного анализа связки сервисный КА с ЭРДУ (ВЧИД + СПД) - ОКМ;

- получены регрессионные зависимости для углов расходимости ионного пучка, создаваемого ВЧИД с ИОС на базе электродов с щелевой и гексагональной круглой перфорациями и методика усреднения энергий возбуждения и ионизации энергетических уровней термов РТ упрощающая оценку баланса мощности и частиц в газоразрядной камере ВЧИД, учитывающая массовый поток атомов РТ;

- создана методика оценки воздействия ионного пучка на ОКМ;

- изготовлен и испытан ВЧИД (экспериментальный образец) с щелевой и круглой гексагональной перфорациями электродов из высокоплотного УУКМ на ксеноне и криптоне в качестве РТ.

В практических целях целесообразно применение следующих результатов работы:

- методики предварительного проектного анализа и рекомендации для ЭРДУ с ВЧИД возможно использовать при формировании технических заданий, технических проектов, оценке реализуемости и т.д. на/по созданию космических систем сервисного назначения для ГСО и высоких орбит;

- регрессионные зависимости расходимости ионных пучков могут применяться при создании ВЧИД с ИОС;

- методика усреднения энергий возбуждения и ионизации энергетических уровней термов РТ может быть использована при создании и оценке параметров ЭРД различного типа использующих ионизацию рабочего тела;

- созданный экспериментальный образец ВЧИД и полученные в результате испытаний данные найдут применение в работах по созданию и отработке ВЧИД, включая создание летных образцов.

В автореферате диссертационной работы представлен обстоятельный анализ возможности использования ВЧИД в составе ЭРДУ, использующей СПД, на сервисном КА обслуживания ГСО в качестве средства борьбы с космическим мусором на ГСО. Нет возражений относительно цели работы, объекта, предмета, методологии и методов исследования. Материал изложен комплексно, ясно и последовательно. Автореферат дает хорошее представление о диссертационной работе. Материалы работы были отражены в 29

публикациях, из них: 8 – публикации в журналах из перечня ВАК; 2 – патенты; 19 – публикации в рецензируемых научных изданиях.


К недостаткам автореферата можно отнести:

- из автореферата не ясно каковы критерии оптимизации параметров ЭРДУ и как они зависят от массы и размеров ОКМ;

- оптимизация параметров ИОС во второй главе осуществляется по геометрическим параметрам без указания потенциалов на электродах, что неверно, поскольку оптимальные геометрические параметры ИОС и потенциалы электродов тесно связаны, поэтому при оптимизации необходимо указывать значения потенциалов при которых она проводилась.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на положительную оценку представленных в автореферате результатов работы.

Диссертация по теме «Высокочастотный ионный двигатель системы бесконтактной транспортировки объектов космического мусора» соответствует требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 18.03.2023) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении учёных степеней»), а её автор, Свотина В.В., заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Заместитель генерального директора по космическим аппаратам и энергетике АО ГНЦ «Центр Келдыша», кандидат физико-математических наук  А.С. Ловцов

Ловцов Александр Сергеевич

кандидат физико-математических наук, заместитель генерального директора по космическим аппаратам и энергетике, акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (АО ГНЦ «Центр Келдыша»), 125438, г. Москва, ул. Онежская, д. 8; телефон: +7 (495) 456-46-08; e-mail: lovtsov@kerc.msk.ru.

Подпись А.С. Ловцова удостоверяю

Ученый секретарь АО ГНЦ «Центр Келдыша»,

кандидат военных наук



Ю.Л. Смирнов