

Корпорация
«Тактическое ракетное вооружение»



Акционерное общество
«Военно-промышленная корпорация
«НПО машиностроения»
(АО «ВПК «НПО машиностроения»)

ул. Гагарина, д. 33,
г. Реутов, Московская область, Россия, 143966
Тел.: +7 (495) 528-30-18, факс: +7 (495) 302-20-01;
E-mail: vpk@vpk.npomash.ru, www.npomash.ru
ОКПО 07501739 ОГРН 1075012001492
ИНН/КПП 5012039795/504101001

03.08.2023 № 8/236
на № 010/1729-0-25 от 04.04.2023

Об отзыве на автореферат

Ученому секретарю диссертационного
совета 24.2.327.06 при ФГБОУ ВО
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)» (МАИ),
доктору технических наук, доценту
Краеву В.М.

(МАИ) Волоколамское ш., д. 4,
Москва, А-80, ГСП-3, 125993,
Ученый совет
Факс: 8-499-158-29-77

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

АО «ВПК «НПО машиностроения» направляет Вам отзыв на автореферат диссертации Свотиной В.В. на тему: «Высокочастотный ионный двигатель системы бесконтактной транспортировки объектов космического мусора», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение: отзыв на 3 л. в 2 экз.

Ученый секретарь НТС,
кандидат физико-математических наук

Л.С. Точилон

Отзыв АО «ВПК «НПО машиностроения»
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»

За годы использования окружающего околоземного космического пространства в нем накопилось большое количество выработавших свой ресурс космических аппаратов и их фрагментов. Поскольку их полет неконтролируем они получили обобщенное название – «космический мусор». Проблема его удаления становится весьма актуальной поскольку «мусор» начинает мешать нормальному функционированию действующих КА. Для её решения вырабатываются и вводятся различные технико-организационные ограничения и требования. При этом если на низких орбитах остаточная атмосфера помогает решать задачу удаления за счет аэродинамического торможения, то с ростом высоты полета естественное воздействие исчезает и «мусор» остается на неопределенно долгий срок, вызывая опасность столкновений с рабочими КА. Небольшая опасность этого проявляется на геостационарной орбите (ГСО), где точки стояния космических аппаратов расписаны на много лет вперед, а стоимость КА и его выведения весьма велики. Сейчас для управляемых КА на ГСО существуют специальные требования – после окончания срока эксплуатации аппарат должен покинуть орбиту и выйти за пределы $\pm 200-300$ км зоны по высоте. Однако, для вышедших из строя аппаратов и «мусора» для этого требуется организация специальных мероприятий.

Диссертационная работа Свотиной В.В. направлена на решение **актуальной** научно-технической задачи – очистки геостационарной орбиты от объектов космического мусора (ОКМ). Для чего в ней предлагается использовать струю высокочастотного ионного двигателя (ВЧИД), выполняющего в составе электроракетной двигательной установки сервисного космического аппарата как транспортные операции – перемещения и фазирования космических аппаратов, так и бесконтактный увод ОКМ. Однако, использование существующих и разрабатываемых моделей двигателей затруднено в силу противоположных требований к характеристикам и струе тягового двигателя и элемента системы бесконтактной транспортировки.

Цель работы сформулирована как выбор и оптимизация параметров ВЧИД ЭРДУ, для удовлетворения им требований, предъявляемых к исполнительному элементу системы бесконтактной транспортировки ОКМ.

Автором выполнен большой объем расчетно-экспериментальных работ, который позволил получить результаты, обладающие **научной новизной**:

- проведено моделирование ионно-оптической системы (ИОС) высокочастотного ионного двигателя с малым углом расходимости ионного потока с двумя типами перфорации электродов для полнофакторных экспериментов размерности 2^8 ;

- разработана методика оценки усреднённых значений энергий возбуждения и ионизации энергетических уровней термов ксенона и криптона, с помощью которой выполнена оценка баланса мощности и частиц в газоразрядной камере ВЧИД с учетом массового потока рабочего тела;

- разработана модель воздействия ионного пучка на ОКМ;
- рассчитаны и экспериментально подтверждены интегральные характеристики ВЧИД как элемента бесконтактного увода ОКМ;

- спрогнозирован ресурс данной модели двигателя;

- решена задача по выбору конкретного объекта или цепочки объектов, которые могут быть выведены из конкретной области геостационарной орбиты на орбиту захоронения в рамках одной миссии сервисного космического аппарата;

- сформирован облик ЭРДУ сервисного космического аппарата, включающий пару компенсирующих стационарных плазменных двигателей и ВЧИД, выполняющий задачи точного позиционирования сервисного космического аппарата и силового воздействия на ОКМ.

К положительным моментам диссертации можно отнести следующее:

- предложенные в работе методы можно использовать для оценки возможности и целесообразности увода из выбранной области геостационарной орбиты на орбиту захоронения конкретных ОКМ и выбора цепочки объектов, подлежащих уводу в рамках единичной миссии сервисного космического аппарата. С использованием разработанной модели силового воздействия ионного пучка на ОКМ можно оценить возможность использования ВЧИД с заданными параметрами, уточнить необходимые параметры работы системы управления космического аппарата и углы отклонения компенсирующих ЭРД, получить необходимые диапазоны варьирования параметров ВЧИД, размещенного на борту космического аппарата заданной массы, для увода конкретного ОКМ;

- результаты моделирования элементов ВЧИД и полученные регрессионные зависимости для углов расходимости ионных пучков позволяют без проведения полномасштабного исследования оценить интегральные параметры ВЧИД, а также оптимизировать конструкцию ИОС ВЧИД с целью удовлетворения требований, предъявляемых ко ВЧИД как к элементу системы бесконтактной транспортировки ОКМ;

- разработана конструкция экспериментального образца ВЧИД, проведены его исследовательские испытания на различных рабочих телах. Подтверждены результаты проведенного моделирования и интегральные характеристики ВЧИД. Расчетным путем получена оценка ресурса экспериментального образца ВЧИД при его работе на разных рабочих телах и с использованием различных по конструктивному исполнению электродов;

- выработанные в диссертации рекомендации позволят провести проектную проработку ЭРДУ сервисного космического аппарата.

В качестве **замечания** следует отметить:

- отсутствие подробного изложения основных положений, используемых при построении методики усреднения энергий ионизации и возбуждения энергетических уровней термов рабочих тел;

- отсутствие оценок надежности измененной ЭРДУ с ВЧИД.

Однако, данный недостаток не влияет на общую положительную оценку работы. В диссертации получены новые результаты, имеющие научное и практическое значение. Результаты исследований опубликованы в ведущих научных журналах и прошли широкую апробацию на многих российских и международных конференциях.

Диссертационная работа Свотиной Викторией Витальевны является завершённым исследованием, по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Свотина Виктория Витальевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв обсужден и одобрен на секции НТС предприятия (Протокол № 2/2023 от 02.08.2023).

Заместитель начальника ЦКБМ –
начальник отделения,
кандидат технических наук

Новиков Андрей Евгеньевич

Заместитель начальника отдела

Кабанов Владимир Анатольевич

Подпись Новикова А.Е., Кабанова В.А. заверяю.
Ученый секретарь НТС
АО «ВПК «НПО машиностроения»,
кандидат физико-математических наук

Гочилев Леонид Сергеевич
М.П.

Название организации: Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения» (АО «ВПК «НПО машиностроения»)

Почтовый адрес: 143966, Московская область, г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33.

Тел.: +7-495-528-32-36, +7-495-528-67-18

E-mail: vpk@vpk.npomash.ru, kb8@vpk.npomash.ru