

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»

Актуальность проблемы космического мусора возрастает год от года с непрерывно увеличивающейся потребностью человеческой цивилизации в использовании окружающего околоземного космического пространства. Проблема уже перешагнула чисто научно-технический интерес и стоит на повестке не только космических агентств ведущих космических держав, но и их правительств. На её решение начинают выделяться значительные финансовые средства, вырабатываются и вводятся различные технико-организационные ограничения и требования как к средствам выведения, так и космическим аппаратам. И, если с низкими околоземными орбитами всё как-то более или менее понятно, сама планета с её атмосферой помогает решать эту задачу, то для средних, высоких орбит все оказывается намного сложнее. Особенно это актуально для геостационарной орбиты, на которой точки стояния космических аппаратов распланы на много лет вперёд и для которой существуют специальные требования к ним - после окончания сроков эксплуатации КА должен покинуть орбиту и выйти за пределы $\pm 200-300$ км зоны по высоте.

Диссертационная работа Свотиной В.В. направлена на решение этой актуальной научно-технической задачи - очистка геостационарной орбиты от объектов неуправляемого космического мусора, путем использования струи высокочастотного ионного двигателя, обеспечивающего в составе электроракетной двигательной установки сервисного космического аппарата как транспортные операции – перемещения и фазирования космических аппаратов, так и бесконтактный увод объектов космического мусора.

Научная новизна работы заключается в том, что:

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

- проведена оптимизация ИОС для получения минимальной расходимости ионного пучка;

- рассчитаны и экспериментально подтверждены выходные интегральные характеристики основных узлов ВЧИД как элемента бесконтактного увода объектов космического мусора; спрогнозирован ресурс ВЧИД;

- 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 объект космического мусора;

- 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 объект космического мусора.

Практическая значимость результатов исследований состоит в том, что:

- с помощью разработанных методов оценивается возможность и целесообразность увода из выбранной области геостационарной орбиты на орбиту захоронения конкретных объектов космического мусора и выбора цепочки объектов, подлежащих уводу в рамках единичной миссии сервисного космического аппарата;

- выработанные рекомендации позволяют провести проектную проработку ЭРДУ сервисного космического аппарата;

- с использованием разработанной модели силового воздействия ионного пучка на объект космического мусора можно оценить возможность увода конкретного объекта 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 конструктивных элементов ВЧИД и полученные регрессионные зависимости для углов расходимости ионных пучков позволяют без проведения полномасштабного моделирования оценить интегральные параметры ВЧИД, а также оптимизировать конструкцию ИОС ВЧИД с целью удовлетворения требований, предъявляемых ко ВЧИД как к элементу системы бесконтактной транспортировки ОКМ;

- с использованием результатов предварительного моделирования разработана конструкция экспериментального образца ВЧИД, проведены его исследовательские испытания на различных рабочих телах. Проведены испытания электродов из нового высокоплотного углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) на основе нетканого каркаса «ИПРЕССКОН®». 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.

Объект, предмет исследований, цель работы и применяемые методы сформулированы ясно и соответствуют указанной специальности. Структура работы обоснована и логична.

К недостатку автореферата следует отнести отсутствие подробного изложения основных положений, положенных в основу разработанной методики усреднения энергий ионизации и возбуждения энергетических уровней термов рабочих тел. Очевидно ввиду обширности представляемого материала в автореферате не приведены соотношения, описывающие учет в моделировании вращения уводимых объектов космического мусора, а также ошибки прицеливания на уводимый объект и ошибки определения положения центра масс уводимого объекта.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Свотиной В.В. по теме «Высокочастотный ионный двигатель системы бесконтактной транспортировки объектов космического мусора» в полной мере соответствует требованиям «Положения 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 науке АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева», доктор физико-математических наук (специальность – Механика деформируемого твердого тела), доцент



Охоткин Кирилл Германович

Адрес: Россия, 662972, г. Железногорск Красноярского края, ул. Ленина, 52

АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева», тел. +7 (3919) 764920, сайт <http://www.iss-reshetnev.ru>, E-mail: okg@iss-reshetnev.ru, м.тел.: +7(902)9904369

Я, Охоткин Кирилл Германович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Свотиной Викторией Витальевны, и их дальнейшую обработку.

24.07.2013