

Отзыв на автореферат диссертации Машерова Павла Евгеньевича  
«Разработка космического источника ионов на основе высокочастотного  
ионного двигателя», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные  
двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

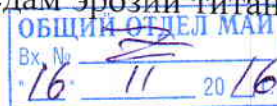
Диссертационная работа Машерова П.Е. посвящена актуальной теме создания космического источника ионного пучка для увода объектов космического мусора с геостационарной орбиты. В плане решения данной задачи в работе описано создание высокочастотного источника ионов с индукционным газоразрядным узлом и щелевой ионно-оптической системой, обеспечившей повышенную «дальнобойность» клиновидного ионного пучка.

Научная новизна работы сводится к следующему.

Во-первых, разработан высокочастотный источник ионного пучка (ВЧИИП) с плоским индуктором и ферритовым сердечником, а также со щелевой ионно-оптической системой. Преимуществами этого источника является то, что он обладает конструктивной простотой, повышенной энергоэффективностью и обеспечивает полуугол расходимости ионного пучка  $(2\div 3)^\circ$ .

Во-вторых, предложен способ интегральной диагностики газоразрядного узла, позволяющий детализировать баланс ВЧ-мощности ВЧИИП и выявить качество технических решений по газоразрядному источнику плазмы и их исполнению. Данный способ признан изобретением, следовательно, он превысил мировой уровень.

В- третьих, создана ИОС из трёх плоских электродов со щелевыми отверстиями, позволяющая сформировать клиновидный пучок с малым углом расходимости, что обеспечило применимость ВЧИИП для решения космических задач. Расчётным путём определены зависимости этого угла от приведённого первеанса ионного пучка и найдены его оптимальные значения, при которых полуугол расходимости поперёк щелей не превышает 3 градусов. Измерение расходимости ионного пучка по следам эрозии титановой и стек-



лянной мишеней подтвердило хорошее согласие расчётных и экспериментальных данных.

Ценность полученных результатов заключается в следующем.

1. Разработана и проведена отработка конструкции лабораторного ВЧИИП, обеспечивающей эффективную диагностику локальных параметров плазмы и возможность контроля её давления.

2. Разработана и реализована методика интегральной диагностики ВЧ-индукционного газоразрядного узла ВЧИИП.

3. Проведена аккуратная диагностика локальных параметров плазмы в ГРК, выявлена относительная равномерность параметров плазмы в ГРК. Устранение влияния размера зондодержателя позволило повысить точность измерений параметров плазмы.

4. Обеспечена возможность зондовых измерений толщины зондового слоя для контроля корректности выбора зондовой теории, используемой для интерпретации результатов измерений, а также массы ионов для контроля чистоты плазмообразующего газа.

5. Предложены и реализованы способ и устройство для оценки плотности ионного тока на ЭЭ ИОС. Инженерная точность данной оценки позволила использовать её результаты при проектировании ИОС.

6. Спроектированы и созданы плоские графитовые электроды ИОС, обеспечившие возможность получения «дальнобойного» клиновидного пучка ионов.

Достоверность полученных результатов, научных положений и сделанных выводов достигнута новыми методическими разработками, эффективностью их реализации, согласием экспериментальных и расчётных данных, а также непротиворечивостью полученной информации аналогичным данным других авторов.

Следует сделать некоторые замечания.

1) В автореферате отсутствует обоснование, почему выбран именно высокочастотный источник ионного пучка.

2) Из текста автореферата, к сожалению, неясно, что представляет техника снятия вольт - амперных характеристик электрических зондов. А это тем более важно, поскольку измерения проводились в условиях высокочастотного разряда.

Сделанные замечания не снижают ценности полученных результатов.

Публикации полностью отражают содержание выполненной работы.

В целом, следует сказать, что диссертационная работа Машерова Павла Евгеньевича выполнена на высоком научно-техническом уровне, является законченной научно-исследовательской, квалификационной работой, основные результаты которой достаточно полно отражены в 21 публикации.

Данная работа отвечает всем требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Машеров Павел Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Хвесьюк Владимир Иванович. Адрес: 125362, Москва Подмосковная ул. д.10 кв.7. Тел.: 8(915)145-4257. E-mail [khvesyuk@bmstu.ru](mailto:khvesyuk@bmstu.ru).

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана.

Профессор, д.т.н., профессор.

Подпись

В.И. Хвесьюк

*Подпись заверено*

