

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Машерова Павла Евгеньевича

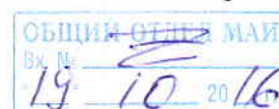
«Разработка космического источника ионов на основе высокочастотного ионного двигателя», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертационная работа Машерова П.Е. посвящена:

актуальной теме создания космического источника ионного пучка для увода объектов космического мусора с геостационарной орбиты. Предметом исследования в работе является высокочастотный источник ионов с индукционным газоразрядным узлом и щелевой ионно-оптической системой, обеспечившей повышенную «дальнобойность» клиновидного ионного пучка.

Научная новизна

1. Разработан высокочастотный источник ионного пучка (ВЧИИП) с плоским индуктором и ферритовым сердечником, а также со щелевой ионно-оптической системой; новый ВЧИИП характерен конструктивной простотой, повышенной энергоэффективностью и полууглом расходимости ионного пучка не более 3 градусов.
2. Разработан новый способ интегральной диагностики газоразрядного узла, позволяющий детализировать баланс ВЧ-мощности ВЧИИП и выявить качество технических решений и исполнения всех элементов газоразрядного источника плазмы. Согласно заключению патентного ведомства РФ данный способ находится на уровне мировых стандартов в области таких методик диагностики.
3. Значительно расширена методология зондовой диагностики: а) разработан зондовый способ измерений массы ионов плазмы и толщины зондового слоя на основе использования эффекта Бома в невозмущённой максвелловской плазме; б) предложен способ количественной оценки близости экспериментальной плазмы к максвелловской среде; в) предложены способ и устройство для оценки плотности ионного тока на эмиссионный электрод (ЭЭ) ионно-оптической системы (ИОС) источника ионов; г) предложен безразмерный критерий оценки соотношения размеров собирающей поверхности зонда и поверхности зондодержателя, позволяющий снизить погрешность измерений зондами Ленгмюра. На пп. а) и в) поданы заявки на изобретения, рассматриваемые экспертизой патентного ведомства РФ.
4. 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 стеклянной мишеней подтвердило хорошее согласие расчётных и экспериментальных данных.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

1. Разработана и проведена отработка конструкции лабораторного ВЧИИП с металлической ГРК, обеспечивающей эффективную диагностику локальных параметров плазмы и возможность контроля её давления. Использование плоского индуктора с ферритовым сердечником обеспечило повышенную энергоэффективность ВЧИИП. Плоские электроды ИОС со щелевыми отверстиями улучшили фокусировку ионного пучка.

2. Разработана и реализована методика интегральной диагностики ВЧ-индукционного газоразрядного узла ВЧИИП, превысившая мировой уровень, которая позволила оценить его операционные и конструктивные параметры, определяющие физико-технический облик изделия, включая степень совершенства его конструкции и схемотехники линии электропитания разряда.

3. Проведена диагностика локальных параметров плазмы в ГРК, выявлена относительная равномерность параметров плазмы в ГРК. Устранённое влияние размера зондодержателя на результаты диагностики зондами Ленгмюра позволило практически исключить зондовые искажения параметров плазмы.

4. Обеспечена возможность зондовых измерений толщины зондового слоя и массы ионов плазмы.

5. Предложены и реализованы способ и устройство для оценки плотности ионного тока на ЭЭ ИОС.

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

Достоверность полученных результатов

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 с аналогичными данными других авторов.

Следует отметить некоторые замечания в представленной работе.

1) При описании результатов интегральной диагностики в части энергоэффективности газоразрядного узла модели желательно было бы отметить, что КПД передачи ВЧ мощности в разряд до 0,92 отнесён к падающей ВЧ-мощности генератора, а по отношению к электропитанию генератора в целом он составляет величину в 2 раза меньшую, равную 0,46 при точном согласовании генератора с нагрузкой (обеспечивает максимум передачи ВЧ мощности в разряд). Поэтому достигнутый в диссертации верхний предел КПД модели ВЧИИП равен 0,46, что важно для его привязки к сервисному космическому аппарату.

2) Автор отзыва отмечает отсутствие анализа приложений методики, разработанной диссертантом, в плане практического её использования, например, для ионных двигателей. Тем не менее, это может стать направлением дальнейшей масштабной работы Машерова П.Е.

Сделанные замечания не носят принципиального значения для общей оценки данной диссертации и имеют в большей степени рекомендательный характер.

Публикации по выполненной работе вполне соответствуют её содержанию.

Заключение

Диссертационная работа Машерова Павла Евгеньевича выполнена на высоком научно-техническом уровне и является законченной научно-исследовательской, квалификационной работой, основные результаты которой достаточно полно отражены в 21 публикациях.

Диссертационная работа, выполненная Машеровым Павлом Евгеньевичем, по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Машеров Павел Евгеньевич безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Директор НИИЯФ МГУ,
дфмн, профессор

panasyuk@sinp.msu.ru

Тел.: (495)939-18-18



М.И. Панасюк