

ОТЗЫВ

научного руководителя, ведущего научного сотрудника НИИ ПМЭ МАИ кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Рябого Валентина Анатольевича на диссертационную работу Машерова Павла Евгеньевича «Разработка космического источника ионов на основе высокочастотного ионного двигателя», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Машеров Павел Евгеньевич закончил с красным дипломом факультет № 2 МАИ в 2012 г. по специальности «Плазменные энергетические установки». По окончании института ему была предложена работа в НИИ ПМЭ МАИ в научной должности младшего научного сотрудника. Он принял это предложение, поскольку современная плазменно-ионная техника электроракетных двигателей (ЭРД) космического назначения была для него весьма интересна. Имея серьёзный образовательный потенциал, в том же 2012 г. он поступил в очную аспирантуру МАИ для подготовки диссертации по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Диссертация Машерова П.Е. посвящена весьма актуальной теме – разработке космического ВЧ-ионного двигателя (ВЧИД), применяемого в качестве ВЧ-источника ионного пучка (ВЧИИП) с полууглом расходимости ионного пучка не более 6 градусов для использования в составе сервисного космического аппарата, который должен очищать геостационарную орбиту от крупногабаритных объектов космического мусора. В настоящее время таких объектов – огромное множество.

Для решения такой непростой задачи требовался творческий подход. Аспирант начал активно работать с научно-технической и патентной литературой, изучая разработки ВЧ-индукционных (ВЧИ) устройств, методы их интегральной и локальной диагностики, имеющиеся физико-математические модели ВЧИ-разряда. Здесь ему существенно помогло хорошее владение английским языком, закреплённое в ходе преддипломной практики в Италии, на дружественной нам фирме “ALTA” в г. Пиза. Эта практика познакомила Машерова также с самой передовой вакуумной и измерительной техникой, используемой европейским плазменным сообществом для испытаний ЭРД.

Полученные знания помогли ему в выборе конструктивной схемы и при разработке экспериментальной модели ВЧИИП для первичного исследования в составе настольной установки. Освоение интегральной диагностики ВЧИ-устройств и их локальной диагностики зондами Ленгмюра с помощью наиболее передовой в мировом масштабе зондовой станции VGPS-12 привело аспиранта к разработке новых диагностических методик и

устройств, на которые были поданы в Российское патентное ведомство три заявки на изобретения (пока они находятся на рассмотрении экспертизы). В итоге были установлены повышенная энергоэффективность разработанной модели ВЧИИП, улучшенная равномерность плазмы перед ионно-оптической системой (ИОС) и повышенная надёжность конструкции в силу её простоты. По этой причине данную модель ВЧИИП можно считать перспективным устройством следующего поколения. Новые и интересные экспериментальные результаты по ВЧИ-газоразрядному узлу позволили расширить область применения зондов Ленгмюра, повысить чёткость анализа близости изучаемой плазмы к максвелловской среде и дать обоснованное предсказание плотности ионного тока к эмиссионному электроду ионно-оптической системы (ИОС), что послужило надёжным исходным материалом для расчёта ускорительных ячеек ИОС.

Созданные на этой основе, электроды ИОС были выполнены в виде плоских графитовых листов со щелевыми отверстиями. Испытания полного комплекта модельного ВЧИИП на большой вакуумной установке показали, что генерируемый моделью ионный пучок имел требуемую клинообразную форму с полууглами заметно меньших значений, чем предсказывал расчёт: если по расчёту минимальный полуугол расходимости пучка поперёк щелей ИОС должен был находиться пределах 3-4 градусов, то у реального пучка это значение оказалось в диапазоне 2-3 градуса при практически нулевом полуугле расходимости пучка вдоль щелей ИОС.


Совмещая интересное исследование с учебным процессом, в текущем 2016 году Машеров П.Е. закончил учебу в аспирантуре, сдал кандидатские экзамены и довёл своё исследование до получения упомянутых выше результатов, свидетельствующих об их актуальности и новизне.

За время работы в НИИ ПМЭ МАИ и обучения в аспирантуре МАИ он проявил себя грамотным инженером-конструктором и инженером-физиком, проявил склонность к научной работе и стал профессиональным специалистом в области ВЧИД и ВЧИИП. Большой интерес к предмету своего исследования, желание получить положительный результат и внутренняя организованность стимулировали аспиранта к выполнению всех учебных и производственных заданий с большой ответственностью при эффективном совмещении их с творческим выполнением исследований в рамках своей диссертационной работы. Их результаты были внедрены при выполнении НИР по договорам 2013-2015 гг. с Центром Келдыша и по договору 2016 г. с ЦНИИМАШ, а также апробированы в 10 публикациях в отечественных и зарубежных журналах и в 11 докладах на отечественных и зарубежных конференциях.

Таким образом, диссертационная работа Машерова П.Е. содержит новые научные и технические результаты, которые будут способствовать дальнейшему прогрессу в области ВЧИД и ВЧИИП. Считаю, что она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор проявил себя как квалифицированный специалист, способный решать сложные

научно–технические задачи. Отсюда следует, что диссертант Машеров Павел Евгеньевич безусловно заслуживает присуждения ему искомой учёной степени к.т.н.

Научный руководитель, к.т.н., с.н.с.


16.09.2016.

Рябый В. А.

«Подпись Рябого В. А. удостоверяю»

заместитель директора НИИ ПМЭ МАИ, д.т.н., профессор



Плохих А. П.