

Отзыв

на автореферат диссертации **Гордеева Святослава Валерьевича**
«Газоразрядная камера прямоточного высокочастотного ионного двигателя»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов»

Диссертационная работа Гордеева С.В. посвящена исследованию газоразрядной камеры прямоточного высокочастотного ионного двигателя. Создание такого двигателя нацелено на обеспечение длительного существования космических аппаратов на низких околоземных орбитах (200-300 км), нашедших в настоящее время лишь очень ограниченное применение из-за наличия на них силы аэродинамического сопротивления верхних слоёв атмосферы. Поэтому предмет исследования представляет интерес и исследование является, несомненно, актуальным.

В работе уделяется большое внимание процессам, происходящим в газоразрядной камере при поддержании в ней высокочастотного индукционного разряда. Для более детального понимания этих процессов была разработана двумерная осесимметричная физико-математическая модель индукционного ВЧ разряда, поддерживаемого в различных газах, в том числе и диссоциирующих, какими являются составляющие большую часть атмосферы на рассматриваемых орбитах азот и кислород.

Также в работе представлены результаты экспериментов по исследованию ВЧИД с газоразрядной камерой прямоточной конфигурации, которые хорошо согласуются с результатами численного моделирования. Также при проведении исследований была доказана принципиальная возможность удержания плазмы в газоразрядной камере прямоточной конфигурации.

Научная новизна данной работы заключается в создании двумерной осесимметричной физико-математической модели индукционного ВЧ разряда низкого давления, с возможностью расчета в том числе для диссоциирующих рабочих тел. Также впервые показана возможность удержания плазмы в газоразрядной камере прямоточной конфигурации и получены экспериментальные зависимости для ВЧИД с прямоточной конфигурацией газоразрядной камеры.

Достоверность результатов диссертационных исследований обеспечена использованием известных физических соотношений и уравнений, применением апробированных методик, а также проведением экспериментов на сертифицированном оборудовании.

Результаты исследований могут быть использованы при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию двигательных установок на базе прямоточного ВЧИД.

По результатам исследований опубликовано достаточное количество статей в рецензируемых научных изданиях и сделано значительное количество докладов на конференциях.

В качестве **замечаний** к автореферату диссертационной работы Гордеева С.В. можно отметить следующее:

1. Касаемо разработанной физико-математической модели индукционного разряда, в автореферате не указаны её границы применимости. При сопоставлении данных расчётов и эксперимента не обсуждается точность вычислений, указана только погрешность эксперимента. Слово «верификация» следовало бы заменить на «валидация», так как именно этот термин соответствует сопоставлению результатов вычислительного и натурального экспериментов;
2. В перечислении допущений модели сказано следующее: «ток в индукторе изменяется по синусоидальному закону (будем искать распределение амплитудных значений

плотности кольцевого тока в плазме)». Не совсем понятно, как текст в скобках относится к допущению синусоидальности тока;

- Исследование газоразрядной камеры осуществлялось при использовании в качестве рабочего тела чистого азота, в то время как работа реального двигателя предполагается на воздухе, т.е. смеси азота и кислорода. Кислород потенциально может повлиять на процессы в разрядной камере. Учитывая легкодоступность воздуха, вызывает удивление отсутствие экспериментов с ним;
- В автореферате указывается, что тяга, создаваемая прототипом ионного двигателя, составляет до 1 мН, однако отсутствуют оценки аэродинамического сопротивления, которое требуется преодолеть за счёт тяги двигателя. Таким образом невозможно сделать вывод о том, решена ли задача обеспечения длительного существования космических аппаратов на низких околоземных орбитах.


Тем не менее, сделанные замечания не снижают высокого научно-технического уровня выполнения работы.

Диссертационная работа Гордеева С.В. соответствует всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Гордеев Святослав Валерьевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Старший преподаватель кафедры
физики плазмы Института ЛаПлаз

 Егоров Игорь Дмитриевич
e-mail: IDEgorov@mephi.ru

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры прикладной математики
Института ЛаПлаз

 Степин Евгений Викторович
e-mail: EVStepin@mephi.ru
16.12.2022

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Почтовый адрес: 115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31
Тел.: +7 (495) 788-56-99
E-mail: info@mephi.ru

Подпись старшего преподавателя И.Д. Егорова и доцента Е.В. Степина заверяю:

