

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Фроловой Юлии Леонидовны

«Влияние давления остаточной атмосферы вакуумной камеры на расходимость струи стационарного плазменного двигателя»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов.

Представленная диссертация посвящена разработке методики переноса результатов измерений параметров плазменной струи СПД, полученных в стендовых условиях, на условия натурной эксплуатации.

Работа является актуальной, так как направлена на оптимизацию компоновки космических аппаратов с целью минимизации воздействия плазменной струи на их элементы и системы.

Основными задачами работы являются выработка рекомендаций по такому порядку измерения параметров плазменной струи, при котором обеспечивается возможность прогнозирования изменения этих параметров при переходе от наземных испытаний к работе в космосе, а также разработка методики переноса результатов измерений параметров струи, полученных в стендовых условиях, на условия натурной эксплуатации.

Автором проведены экспериментальные исследования углового и энергетического распределения ионов в плазменной струе СПД с повышенным удельным импульсом на нескольких расстояниях от двигателя при различных давлениях остаточного газа. Предложена методика экстраполяции полученных результатов на условия работы двигателя в открытом космосе. Сформулированы рекомендации по порядку измерения параметров плазменных струй в стендовых условиях, который обеспечивает высокую точность предсказания свойств этих струй при работе СПД в условиях космоса.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые исследованы закономерности изменения параметров струи при уменьшении давления в вакуумной камере, обусловленные не только процессом распространения ионного потока в остаточном газе, но также и процессами формирования этого потока в разрядном канале двигателя.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением апробированных экспериментальных методов и общепринятых физических моделей.

К информации, представленной в автореферате, можно сформулировать следующие замечания:

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

07 12 2020

1. В автореферате отсутствует обоснование выбора граничных энергий для различных групп ионов. Не ясно, из каких соображений в качестве нижней границы для ионов струи выбрана энергия 550 эВ. Верхняя граница энергии ионов перезарядки, составляющая 60 эВ, представляется завышенной, так как, согласно экспериментальным данным, потенциал плазмы в струе обычно не превышает 15-20 В.

2. В автореферате не обосновано исключение из расчётной модели струи всех ионов перезарядки, в то время как они могут образовываться и в космосе при столкновении ионов пучка с атомами истекающего рабочего тела.

3. Для объяснения существенного различия угла расходимости струи при испытаниях в различных вакуумных камерах высказывается предположение о различии систем СПУ, но, насколько можно судить по автореферату, в методике и рекомендациях ничего не сказано о требованиях к СПУ при проведении испытаний, а также не рассмотрены другие возможные причины, например, влияние на функцию источника размеров вакуумной камеры.

В целом, судя по автореферату, представленная диссертация может быть квалифицирована как законченная научно-исследовательская работа, соответствующая требованиям ВАК, а её автор Фролова Юлия Леонидовна заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов.

Ведущий научный сотрудник,  
кандидат физико-математических наук



А.А. Шагайда

Шагайда Андрей Александрович

кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Государственный научный центр Российской Федерации – федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»), 125438, г. Москва, ул. Онежская, д. 8; телефон: +7 (495) 456-96-93; e-mail: shagayda@kerc.msk.ru.

Подпись А.А. Шагайды удостоверяю  
Ученый секретарь ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»  
кандидат военных наук



Ю.Л. Смирнов