



**Акционерное общество  
«Конструкторское бюро химавтоматики»  
(АО КБХА)**

Россия, 394006, г. Воронеж, ул. Ворошилова, 20  
тел.: (473) 234-65-65, 263-36-80, факс: (473) 276-84-40  
e-mail: info\_kb@kbkha.ru, http://www.kbkha.ru/

ОКПО 29691226, ОГРН 1043600062725  
ИНН/КПП 3665046177/366501001

№ \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**Отзыв**

на автореферат диссертации **Нечаева Ивана Леонидовича**  
«Исследование перспективных схем абляционного импульсного плазменного  
двигателя с повышенными характеристиками»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.07.05 — «Тепловые, электроракетные двигатели и  
энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертационная работа Нечаева И.Л. посвящена актуальной проблеме разработки новых моделей абляционного импульсного плазменного двигателя для задач современной отечественной космонавтики. При этом основной задачей работы являются повышение удельных характеристик, таких как удельный импульс тяги и тяговый КПД.

Развитие электроракетных двигателей невозможно без детального исследования рабочего процесса в них. В нашей стране продолжают работы по совершенствованию и внедрению импульсных плазменных двигателей (ИПД) в космическую технику. Однако для задач с повышенным сроком активного существования космического аппарата требуются большие, чем у применяемых в настоящее время ИПД, скорости истечения плазмы. Среди импульсных плазменных двигателей особый интерес вызывает абляционный импульсный плазменный двигатель (АИПД) с боковой системой подачи рабочего тела, который обладает рядом

преимуществ – высокой надежностью, определяемой простотой конструкции; низкой массой блоков систем электропитания и управления и отсутствием прямой зависимости удельных характеристик двигателя от потребляемой электрической мощности. При этом в АИПД, как и у любого другого двигателя, есть и ряд недостатков. Так, основные потери в АИПД происходят в результате потерь массы рабочего тела (РТ) при процессе «послепарения» шашек фторопласта. Эта масса рабочего тела фактически ускоряется только до тепловых скоростей, поэтому совершенствование процесса передачи энергии в плазму в разрядном канале АИПД является актуальным.

Автором проведены магнитозондовые исследования модели с двойным обратным токоподводом, позволившие собрать ценные данные по особенностям протекания рабочего процесса. Для модели с асимметричным разрядным каналом поставлен и проведен ряд экспериментов с использованием метода фотодиагностики потока плазмы, основанного на изучении процесса обтекания плоского керамического клина, введённого в поток плазмы. Исследован также процесс развития разряда с помощью высокоскоростного фоторегистратора. В целом, работа, проведённая автором, позволила лучше объяснить некоторые стороны протекания высоковольтного разряда, что необходимо для теоретических оценок возможности повышения эффективности двигателей данного типа.

Нечаев И.Л. в своей работе провёл скрупулёзные измерения большого массива зондовых характеристик. По результатам измерений автором были построены распределения магнитной индукции в разрядном канале АИПД для разных моделей. Было проведено сравнение полученных результатов, причём модель «KL» (модель с увеличенной индуктивностью) была сделана автором специально для подтверждения положительного эффекта от внедрения новой ошиновки в конструкцию, а не от увеличения индуктивности модели.

Положения диссертационной работы, представляющие научную новизну:

1. Предложена новая схема АИПД с асимметричным разрядным каналом, на которой был получен удельный импульс тяги выше, чем на базовой модели АИПД при тех же параметрах накопителя энергии и аналогичных размерах разрядного канала.
2. Предложена новая схема АИПД с модернизированными токоподводами (модель «М»), на которой была получена более высокая среднемассовая скорость истечения плазмы по сравнению с базовой моделью.

3. Предложена новая схема двухступенчатого АИПД с одним общим электродом для двух ступеней. На этой модели был получен удельный импульс тяги в два раза больший, чем на базовой модели АИПД той же энергии.

Результаты исследования имеют яркую практическую направленность, однако следует отметить и некоторые замечания:

1. В автореферате отсутствуют какие-либо интегральные оценки изменения величины индукции магнитного поля по длине разрядного канала, приводится лишь приблизительная оценка этих изменений, что делает вывод об 20% увеличении не совсем корректным.
2. В автореферате следовало привести графические иллюстрации экспериментальных распределений величины магнитной индукции по длине разрядного канала, что позволило бы сделать материал более наглядным.

В целом автореферат работы написан логичным и грамотным техническим языком, а отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку проведенного исследования. Диссертационная работа Нечаева И.Л. является законченной научно-квалификационной работой, результаты которой возможно использовать при создании новых электроракетных двигателей.

В автореферате приводится перечень публикаций автора по теме диссертации, включающий 15 публикация, 3 из которых в изданиях из рекомендованного ВАК при Министерстве образования и науки РФ перечня рецензируемых научных изданий, и два патента на изобретение.

Диссертационная работа Нечаева И.Л. соответствует всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Нечаев Иван Леонидович, заслуживает присуждение степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Зам. начальника расчетного отдела,  
к.т.н.,



С.Н. Гарбера

Подпись Гарберы Станислава Николаевича заверяю  
Руководитель направления по ЭРД,  
к.т.н.,



П.А. Дронов