**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО ПЛАЗМЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОЛЫМ МАГНИТНЫМ АНОДОМ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

Потапенко М. Ю.

ФГУП ОКБ «Факел», г. Калининград, Калининградская обл., Россия

В настоящее время для решения ряда специализированных практических задач в космосе применяются малые космические аппараты (МКА) с массой до 500 кг. МКА привлекательны, в первую очередь, снижением финансовых затрат и трудоемкости их изготовления, уменьшением рисков в случае неудачного запуска, а также возможностью использования для их выведения на орбиту ракет-носителей легкого класса. Наиболее часто на таких МКА используются электроракетные двигательные установки (ЭРДУ) на основе стационарных плазменных двигателей (СПД). Наряду с СПД классической схемы появляется все больше плазменных двигателей с новыми конструктивными схемами, как, например, двигатели «BHT» компании Busek (США) и

«КМ» ГНЦ «ФГУП им. М.В. Келдыша», продемонстрировавшие возможность повышения уровня тяговых параметров.

Цель работы - разработка перспективной конструктивной схемы и создание

«холловского» двигателя, обладающего повышенными удельными параметрами и характеристиками; исследование влияния параметров конструкции и рабочего режима

на эффективность работы двигателя.

Одна из перспективных конструктивных схем этого направления - стационарный плазменный двигатель с полым анодом, экспериментальный образец которого SPT-1

был разработан в ОКБ «Факел» и испытан в России и США [1]. Создание перспективного высокоэффективного плазменного двигателя малой мощности может быть основано на испытанной в SPT-1 конструктивной схеме путем ее массо- энергетической оптимизации.

Эффективность работы стационарного плазменного двигателя зависит от эффективности функционирования магнитной системы (МС), а также от организации эффективного процесса ионообразования в разрядной камере (РК).

В докладе приводятся результаты разработки перспективной конструктивной

схемы, а также результаты оптимизации конфигурации основных элементов магнитной системы и разрядной камеры двигателя с полым магнитным анодом малой мощности под наименованием ПлаС-40. В результате оптимизации повышена надежность работы двигателя и обеспечен высокий уровень удельных параметров и характеристик за счет снижения потерь в магнитном контуре и повышения эффективности распределения и ионизации газа в РК.

Основным отличительным признаком двигателей типа ПлаС [2] является комбинированная РК, выходная часть которой образована диэлектрическими кольцами, а её донная часть выполнена металлической за счет стенок примыкающего

полого магнитного анода-газораспределителя, электрически изолированного от остальных элементов конструкции магнитной системы. Другим принципиальным отличием конструкции является подача газа в РК с обеспечением его объемного распределения по глубине анодной полости.

Преимущество схемы РК с полым магнитным анодом состоит в минимизации продольных колебаний плазмы, обусловленных облегченным процессом замыкания электронов на анод, а также в формировании «фокусирующей» конфигурации

магнитной «линзы» в ускорительном канале с большим градиентом радиальной составляющей вектора магнитной индукции при минимальных магнитных полях рассеивания.

Результаты испытаний двигателя с полым магнитным анодом ПлаС-40 с мощностью разряда до 650 Вт, серединный диаметр ускорительного канала которого составляет ∅40 мм, продемонстрировали высокую эффективность его работы. Подтверждена продуктивность и целесообразность предложенных в работе результатов оптимизации конструкции двигателей с полым магнитным анодом.

В результате экспериментальных исследований двигателя ПлаС-40 установлено, что двигатель имеет широкую зону устойчивости по магнитному полю, высокие

параметры достигаются при различных сочетаниях токов в катушках намагничивания.

Продемонстрирована стабильность параметров двигателя в диапазоне мощностей от

100 до 650 Вт при режимах работы с напряжением разряда от 100 до 500 В и током разряда от 1,00 до 2,25 А.

Разработанный двигатель с полым магнитным анодом малой мощности ПлаС-40

обеспечивает повышенные в сравнении с аналогами на 10% удельные параметры и характеристики. Кроме того, на двигателе ПлаС-40 достигнуты высокие удельные

параметры, которые обеспечиваются двигателем большего типоразмера, как, например, СПД-70. Применение новых двигателей типа ПлаС для аналогичных задач, выполняемых СПД, позволяет снизить массу и занимаемый ими объем в составе КА практически на 40-50%. При использовании в ЭРДУ КА нескольких двигателей

суммарный результат существенно возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Manzella David H., Jacobson David T., Jankovsky Robert S. High Voltage SPT Performance // AIAA-2001-3774, 37**th** Joint Propulsion Conference, Salt Lake City, Utah,

2001.

2. Potapenko M. Yu., Gopanchuk V. V. Characteristic Relationship between Dimensions and Parameters of a hybrid Plasma Thruster // IEPC-2011-042, 32**nd** International Electric Propulsion Conference, Wiesbaden, Germany, September 11 – 15, 2011.