Расчёт формирования электрического поля в канале стационарного плазменного двигателя СПД

В.А. Смирнов

НИЦ “Курчатовский институт”, г. Москва, Россия, Smirnov\_VA@nrcki.ru

До настоящего времени отсутствовала модель, позволяющая рассчитывать электрические поля в канале стационарного двигателя. Это было обусловлено тем, что не было ясности, каким образом осуществляется перенос электронов в канале СПД. Поэтому оптимизация характеристик СПД осуществлялась эмпирическим способом — изменением конфигурации магнитного поля в канале и за срезом канала двигателя с последующим исследованием характеристик двигателя.

В работе [1, 2] был исследован механизм движения электронов в канале СПД и получено выражение для проводимости плазмы. Этот механизм переноса был получен при исследовании влияния азимутальных колебаний, которые проявляются, как ионизационная неустойчивость, на динамику электронов в канале двигателя. Для проводимости плазмы вдоль электрического поля было получено следующее выражение:



Увеличение проводимости в этом выражении за счёт азимутальных колебаний учитывается членом τi(x)α(x)/ τ0(x), где τi(x) и α(x) — характеризует период Т = 2 τi(x) и амплитуду азимутальных колебаний, τ0(x)- время рассеяния электронов на атомах газа , τi(x) 0151 время ионизации атомов газа электронами.

Это дало возможность в рамках модели трёх жидкостной гидродинамики (ионы, электроны, нейтралы), учитывающее, что нагрев электронов носит омический характер j=σ(x)E(x), рассчитать электрическое поле, температуру электронов, ионизацию в канале двигателя, энергетический спектров ионов, динамику ионов, выходящего из двигателя.

Результаты расчёта сравниваются с экспериментальными результатами, полученными для двух моделей СПД 70 и СПД 100. Показано, что результаты расчёта качественно совпадают с экспериментальными результатами.

Представленные результаты показывают, что эта модель даёт возможность рассчитывать оптимальную конфигурацию магнитного поля, размеры канала с целью уменьшения взаимодействие ионов со стенками канала, что должно привести к увеличению тягового кпд и ресурса работы двигателя.

Литература

1. А.Н. Веселовзоров, А. А. Погорелов, Э. Б. Свирский, В. А. Смирнов. Механизм диффузии электронов в канале СПД. Тезисы доклада , 42 Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, г. Звенигород, 12-16 февраля 2014г.
2. Alexander Veselovzorov, Alexander Pogorelov, Edward Svirsky, Vladimir Smirnov, The electron diffusion into the channel of stationary plasma thruster, IEPC-2015-397, 34th International Electric Propulsion Conference, Hyogo-Kobe, Japan, July 4 – 10, 2015.