

О влиянии параметров работы холловского двигателя на положение слоя ионизации и ускорения

А.С. Шашков

Московский физико-технический институт (государственный университет)

ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»

Одной из важнейших задач на этапе разработки холловского двигателя (ХД) является определение оптимальной конфигурации магнитной системы при заданной мощности ХД. В работе [1] была разработана методика, позволяющая определить положение зоны ионизации и ускорения относительно разрядной камеры ХД, основываясь на конфигурации магнитного поля. Однако экспериментальные и численные исследования показывают, что на положение зоны ионизации и ускорения влияют также расход рабочего тела, величина напряжения разряда и величина магнитного поля.

В данной работе рассматривается аналитически влияние упомянутых выше параметров работы двигателя на положение слоя ионизации и ускорения.

Исходя из оценок частот столкновений, подтверждаемых численным расчетом [2], уравнений сохранения импульса и энергии электронов, в предположении квазинейтральности плазмы, можно аналитически получить выражение для объемной скорости ионизации:

$$W_i \sim nN\beta_0 \frac{m_e}{\gamma_{eff}} \left(\frac{E_x}{B_r} \right)^2$$

где n – плотность плазмы, N – плотность нейтрального газа, β_0 – некоторый размерный коэффициент пропорциональности, m_e – масса электрона, γ_{eff} – коэффициент, учитывающий удельную энергию, как ионообразования, так и возбуждения нейтральных частиц, E_x – аксиальная составляющая напряженности электрического поля, B_r – радиальная составляющая индукции магнитного поля.

Полученные по данной формуле профили объемной скорости ионизации хорошо коррелируют с полученными численно в работе [2] профилями.

Литература

1. S. V. Irishkov, O. A. Gorshkov, A. A. Shagayda “Fully Kinetic Modeling of Low-Power Hall Thrusters” // IEPC-2005-035, November 2005.
2. А.С. Шашков «Исследование ионизационных колебаний в разряде холловского двигателя при различных параметрах его работы с помощью численной одномерной гибридной модели» // тезисы XLII Международной (Звенигородской)

Конференция по Физике Плазмы и Управляемому Термоядерному Синтезу, стр.
282, 2015.