Исследование ионизационных колебаний в разряде холловского двигателя при различных параметрах его работы с помощью численной одномерной гибридной модели

А.С. Шашков

ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», Москва, РФ, [restless.mipt@gmail.com](mailto:restless.mipt@gmail.com)

Существующие численные модели холловских двигателей (ХД) по способу описания плазмы можно условно разделить на 3 типа: гидродинамические [1,2], кинетические [3,4] и гибридные [5-9]. Гидродинамические модели используются, как правило, для качественной проверки каких-либо ключевых процессов, протекающих в разряде ХД. Гидродинамические расчеты не позволяют учесть всех нюансов протекающих в плазме процессов, но и не требуют больших вычислительных ресурсов. Кинетические расчеты являются на данный момент самым точным инструментом в описании плазменных процессов, однако для расчета хотя бы одного периода ионизационных колебаний таким способом потребуется выполнить в тысячи раз больше вычислительных операций, чем в гидродинамических расчетах. Гибридные модели являются некоторым компромиссом. Они позволяют подробно рассчитывать траектории движения нейтральных частиц и ионов, но при этом, для сокращения времени расчета, используют гидродинамическое описание движения быстрой компоненты плазмы.

В настоящий момент в Центре Келдыша активно ведутся работы по созданию холловских двигателей нового поколения, соответствующих по своим характеристикам требованиям современных космических аппаратов. Для разработки таких двигателей необходима численная модель, способная точно предсказывать тенденции в изменении параметров ХД и при этом требующая минимальное количество времени для расчета.

В качестве отправной точки на пути создания такой модели была разработана одномерная модель гибридного типа. В работе рассмотрено влияние на амплитуду колебаний и частоту ионизационной моды таких параметров, как температуры нейтрального газа, положения максимума магнитного поля, величины максимума магнитного поля и т.д. Установлено, что на характеристики ионизационной моды существенно влияет точность описания движения нейтральных частиц.

Литература

1. S. Barral, E. Ahedo \\ *42nd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit, AIAA* 2006-5172, (2006)
2. I. G. Mikellides, I. Katz, R. R. Hofer, D. M. Goebel, K. Grys, A. Mathers \\ *46th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit, AIAA* 2010-6942, (2010)
3. K. Hara, I.A. Boyd \\ 33rd International Electric Propulsion Conference, IEPS-2013-266, (2013)
4. [J. C. Adam](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0070926), [A. Héron](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0852284), [G. Laval](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0853687) \\ *Phys. Plasmas* 11, 295, (2004)
5. [J. P. Boeuf](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0038347;jsessionid=45i69e5akimkm.x-aip-live-02),  [L. Garrigues](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0530765;jsessionid=45i69e5akimkm.x-aip-live-02) \\ *J. Appl. Phys.* 84, 3541, (1998)
6. [M. K. Scharfe](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0096745), [N. Gascon](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0873005), [M. A. Cappelli](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0002145), [E. Fernandez](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0873006)*\\ Phys. Plasmas* 13, 083505, (2006)
7. [F. I. Parra](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0444245), [E. Ahedo](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0277477), [J. M. Fife](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0444248), [M. Martínez-Sánchez](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0444249) \\ *J. Appl. Phys*. 100, 023304, (2006)
8. [J. Bareilles](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0538373), [G. J. M. Hagelaar](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0038345), [L. Garrigues](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0530765), [C. Boniface](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0870543), [J. P. Boeuf](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0038347), [N. Gascon](http://scitation.aip.org/content/contributor/AU0870458) \\ *Phys. Plasmas*11, 3035, (2004)
9. L. Garrigues, A. Heron, J. C. Adam, J. P. Boeuf \\Plasma Sources Sci. Technol. 9 219, (2000)