

Влияние траекторий первичных электронов на эффективность работы газоразрядной камеры ионного двигателя

Д. А. Кравченко, А. С. Ловцов

В данной работе приводятся результаты моделирования плазмы в газоразрядной камере ионного двигателя ИД-50. Для получения этих данных использовалась двухмерная кинетическая модель, основанная на методе «частиц в ячейках» (Particle-in-Cell). Анализ результатов, которые лежат в хорошем соответствии с экспериментальными данными, позволил выявить корреляцию между траекториями первичных электронов и эффективностью работы газоразрядной камеры. Показана взаимосвязь между геометрией магнитной системы, определяющей траектории первичных электронов, картиной течения ионной компоненты и величиной энергетической цены иона.

Ключевые слова: электроракетные двигатели, ионные двигатели, плазма, численное моделирование, кинетическое моделирование, частица в ячейке, первичные электроны.

Ссылка: Кравченко Д. А., Ловцов А. С. // Прикладная физика. 2019. № 1. С. 35.

Reference: D. A. Kravchenko and A. S. Lovtsov, Prikl. Fiz., No. 1, 35 (2019).

Кравченко Дмитрий Александрович, н.с., к.ф.-м.н.
Ловцов Александр Сергеевич, нач. отдела, к.ф.-м.н.
 ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша».
 Россия, 125438, ул. Онежская, 8.
 E-mail: dmitry1204@gmail.com

Статья поступила в редакцию 1 ноября 2018 г.

© Кравченко Д. А., Ловцов А. С., 2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Гориков О. А., Муравлев В. А., Шагайда А. А. Холловские и ионные двигатели для космических аппаратов. – Машиностроение, Москва, 2008.

2. Koroteev A. S., Lovtsov A. S., Muravlev V. A., Selivanov M. Y., Shagayda A. A. // The European Physical Journal D.

2017. DOI: 10.1140/epjd/e2017-70644-6

3. Mahalingam S., Menart J. A. / 47th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit. – San Diego, California, 2011. P. 1–24. – AIAA 2011-6071.

4. Wirz R., Katz I. / 40th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit. — Fort Lauderdale, Florida, 2004. – AIAA 2004-4107.

5. Hirakawa M., Arakawa Y. / 23rd International Electric Propulsion Conference. – Seattle, WA, 1993. – IEPC-93-242.

6. Szabo J. J. Fully Kinetic Numerical Modeling of a Plasma Thruster (PhD thesis). – Massachusetts Institute of Technology, 2001.

7. Кравченко Д. А. // Прикладная физика. 2015. № 5. С. 26.

8. Goebel D. M., Katz I. Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall. – New York: John Wiley & Sons, 2008.

9. Zikeyev M. V., Shagayda A. A. Probe Measurements In Discharge Chamber Of Low-Power Ion Thruster, IEPC-03-120

10. Lovtsov A. S., Kravchenko D. A. // Procedia Engineering. 2017. Vol. 185. P. 326.

PACS: 52.75.Di; 52.65.Cc; 52.65.Pp; 52.65.Rr.

Primary electrons trajectories influence on performance efficiency of ion thruster discharge chamber

D. A. Kravchenko and A. S. Lovtsov

Keldysh Research Centre
8 Onezhskaya str., 125438, Moscow, Russia
E-mail: dmitry1204@gmil.com

Received November 1, 2018

Results of simulations of plasma in IT-50 ion thruster discharge chamber are submitted in this paper. The 2D kinetic model based on particle-in-cell technique was used to obtain numerical data, which are in good agreement with experimental ones. Analysis of the results showed correlation between primary electron trajectories and efficiency of the discharge chamber performance. The impact of magnetic system design on primary electron tracks, ion flow distribution and ion production cost was revealed.

Keywords: electric propulsion, ion thruster, plasma, simulation, kinetic model, particle-in-cell, primary electrons.

REFERENCES

1. O. A. Gorskov, V. A. Muravlev, and A. A. Shagayda, *Hall and Ion Thrusters for Spacecraft* (Mashinostoyenie, Moscow, 2008) [in Russian].
2. A. S. Koroteev, A. S. Lovtsov, V. A. Muravlev, M. Y. Selivanov, and A. A. Shagayda, *The European Physical Journal D*. 2017. DOI: 10.1140/epjd/e2017-70644-6
3. S. Mahalingam and J. A. Menart, in *Proc. 47th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit*. (San Diego, California, 2011). P. 1–24. – AIAA 2011-6071.
4. R. Wirz and I. Katz, in *Proc. 40th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit*. (Fort Lauderdale, Florida, 2004). – AIAA 2004-4107.
5. M. Hirakawa and Y. Arakawa, in *Proc. 23rd International Electric Propulsion Conference*. (Seattle, WA, 1993). – IEPC-93-242.
6. J. J. Szabo, *Fully Kinetic Numerical Modeling of a Plasma Thruster. PhD thesis*. (Massachusetts Institute of Technology, 2001).
7. D. A. Kravchenko, *Prikl. Fiz.*, No. 5, 26 (2015).
8. D. M. Goebel and I. Katz, *Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall*. (New York: John Wiley & Sons, 2008).
9. M. V. Zikayev and A. A. Shagayda, *Probe Measurements In Discharge Chamber Of Low-Power Ion Thruster* (IEPC-03-120).
10. A. S. Lovtsov and D. A. Kravchenko, *Procedia Engineering* **185**, 326 (2017).