

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ $E \times B$ РАЗРЯДА С ПОМОЩЬЮ ДВУМЕРНОЙ АКСИАЛЬНО-АЗИМУТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЛАЗМЫ ^{*)}

^{1,2}Данильченко И.К., ¹Томилин Д.А.

¹АО ГНЦ «Центр Келдыша», г. Москва, Россия

²Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), г. Долгопрудный, Россия, danilchenko.ik@phystech.edu

Проблема описания поведения электрического разряда в присутствии электрических и магнитных полей возникает во многих областях современной науки, в том числе при описании плазмы в разрядном канале холловских электрореактивных двигателей. Одним из ключевых вопросов при моделировании такого разряда является описание турбулентной (аномальной) электронной проводимости плазмы поперек магнитного поля. Известно, что механизм, отвечающим за возникновение этого вида проводимости, являются волны, распространяющиеся в азимутальном направлении (вдоль направления дрейфа электронов) [1]. Таким образом для расчета аномальной проводимости в численной модели необходимо учитывать азимутальные неустойчивости, но, вместе с тем, необходимо учитывать радиальные и аксиальные направления для корректного учета взаимодействия плазмы со стенками разрядного канала.

Создание трехмерной модели плазмы на данный момент научно-технического развития не представляется возможным из-за высокой вычислительной сложности задачи, поэтому для моделирования двигателей используются радиально-аксиальные модели, учитывающие турбулентную проводимость с помощью различных эмпирических закономерностей [2], а для изучения турбулентной проводимости и азимутальных неустойчивостей используются аксиально-азимутальные модели.

В данной работе было проведено численное исследование $E \times B$ разряда с помощью двумерной аксиально-азимутальной модели (2D2V PIC), оптимизированной под высокопроизводительные численные расчеты с использованием многопоточных вычислений и векторизации (SIMD). Динамика ионной и электронной компонент плазмы в самосогласованном электрическом и внешнем магнитном поле рассчитывалась с помощью метода частиц в ячейках, при этом столкновения между частицами, являющиеся механизмом возникновения классической проводимости, не учитывались в расчете. Особое внимание уделялось исследованию зависимости турбулентной проводимости плазмы от параметров азимутальных волн, в частности от корреляции между концентрацией электронов и азимутальным электрическим полем.

Литература

- [1]. J. Cavalier, N. Lemoine, G. Bonhomme, S. Tsikata, C. Honoré, D. Grésillon, “Hall thruster plasma fluctuations identified as the $E \times B$ electron drift instability: Modeling and fitting on experimental data”, *Physics of Plasmas* 20, 082107 (2013)
- [2]. Kravchenko D.A., Shagayda A.A., Selivanov M.Y., Shashkov A.S., Tomilin D.A., Khmelevskoi I.A., et al. “Ion Thruster Discharge Modeling with Adjustment of Coefficient of Anomalous Electron Conductivity”, *Journal of Propulsion and Power*. American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) 2022

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)