Структура течений плазмы в токамаке в диссипативной мгд моделИ

Д.С. Бадин

Московский инженерно-физический институт, г. Москва, Россия, fobos2204@gmail.com

Эксперименты на многих современных токамаках демонстрируют самосогласованное развитие течений плазмы, причем большие тороидальные скорости плазмы (до нескольких км/с) наблюдаются даже в отсутствии внешних источников импульса [1, 2]. Ряд механизмов был предложен для объяснения подобных течений. В частности, в работах [3, 4] течения плазмы возникали естественным образом при численном решении уравнений одножидкостной МГД с учетом диссипативных эффектов (вязкости и резистивности). Считается, что такой механизм действительно может проявляться в существующих токамаках, однако, в силу грубости модели не следует ждать точного соответствия между теорией и экспериментом.

Данная работа подводит аналитический базис под численные результаты из [3, 4] и обобщает их. Была исследована система стационарных уравнений одножидкостной диссипативной МГД в тороидальной геометрии с аксиальной симметрией, построено её решение методом последовательных приближений в виде ряда по малому параметру  — обратному аспектному отношению. Найдено, что для несжимаемой плазмы течения описываются следующими формулами (для круглого сечения токамака):







Здесь  — обратное аспектное отношение, — малый радиус,  — большой радиус, — радиальная координата, — полоидальный угол, — тороидальный угол. Также было построено решение системы для случая асимметричного сечения токамака и показано, что в этом случае будет ненулевой тороидальный интегральный момент импульса, что хорошо согласуется с численными расчётами и экспериментальными данными.

Литература

1. Camenen Y., Peeters A.G., Angioni C., Casson F.J., Hornsby W.A., Snodin A.P., Strinzi D. Physical Review Letters, 2009, v. 102, 125001.
2. Camenen Y. et al. Plasma Physics and Controlled Fusion, 2010, v. 52, 124037.
3. Morales J.A., Bos W.J.T., Schneider K., Montgomery D.C. Physical Review Letters, 2012, v. 109, 175002.
4. Morales J.A., Bos W.J.T., Schneider K., Montgomery D.C., Physics of Plasmas, 2015, v. 22, 042515.