Исследование зависимости энергии направленных движений плазмы, генерируемых в токовых слоях, от условий формирования слоя

Франк А.Г., Кирий Н.П., Марков В.С., Воронова Е.В.

*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия,* [*annfrank@fpl.gpi.ru*](mailto:annfrank@fpl.gpi.ru)

Генерация сверхтепловых потоков плазмы является характерным свойством токовых слоев, как существующих в космическом пространстве, так и создаваемых в лабораторных условиях. Экспериментально характеристики плазменных потоков изучались при развитии токовых слоев в различных условиях, в том числе в 2D и 3D магнитных конфигурациях. В докладе представлены впервые проведенные исследования зависимости энергии потоков плазмы от амплитуды тока, протекающего в лабораторном токовом слое. Эти результаты анализируются на основе представлений об изменениях параметров токовых слов при изменении величины тока в слое.

Эксперименты проводились с помощью установки ТС-3D, амплитуда тока изменялась в диапазоне 14 ÷ 45 кА, скорости плазмы определялись по уширениям профилей спектральной линии Ar II 480.6 нм. Обнаружено, что энергия направленных потоков резко возрастает с увеличением амплитуды тока и изменяется более, чем на порядок величины, а температура ионов изменяется в гораздо меньшей степени. Полученная экспериментально зависимость энергии потоков плазмы *Wx* от амплитуды тока в слое *Jz0* может быть аппроксимирована степенной зависимостью *Wx* ~ (*Jz0*)α, где α ≈ 1.8 ÷ 1.9.

В рамках представлений об ускорении плазмы под действием сил Ампера и на основе соотношений для нейтрального токового слоя была рассчитана энергия потоков в зависимости от амплитуды тока в слое. Показано, что изменение энергии с изменением тока обусловлено не только изменением сил Ампера, но и изменением ширины токового слоя, в пределах которого происходит процесс ускорения. В результате получено, что зависимость энергии плазменных потоков от величины протекающего в слое тока должна быть более сильной, чем линейная, а именно: *Wx* ~ (*Jz*)3/2. Это соотношение качественно согласуется с основной тенденцией быстрого роста энергии направленных потоков с увеличением амплитуды тока, что подтверждает предположение об определяющей роли сил Ампера в процессах ускорения плазмы в токовых слоях. Вместе с тем, в реальных токовых слоях энергия потоков плазмы растет несколько быстрее с увеличением тока, что указывает на существование дополнительных факторов, влияющих на увеличение энергии направленных движений плазмы.

На основании аналогичных оценок можно показать, что зависимость энергии потоков от градиента поперечного магнитного поля *h* является более слабой, чем зависимость от амплитуды тока: *Wx* ~ (*h*)1/2.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 01200953488, при частичной поддержке Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 15-02-03644-а) и Программой фундаментальных исследований III.2 ОФН РАН «Динамика разреженной плазмы в космосе и в лаборатории».