ТОКОВЫЕ СЛОИ В ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ И В МАГНИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Франк А.Г., 1Артемьев А.В.*,* 1Зеленый Л.М.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия,
 annfrank@fpl.gpi.ru
1Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия

Для многих явлений «вспышечного» типа» характерно быстрое преобразование энергии магнитного поля в тепловую и кинетическую энергию плазмы, в потоки ускоренных частиц и излучений. Вспышечные явления — это вспышки на Солнце и звездах, суббури в магнитосферах Земли и планет, неустойчивости срыва в токамаках, нестационарные явления в пинчах с обращенным полем, компактных торах, плазменном фокусе, Z- и Θ-пинчах. Согласно современным представлениям, преобразование магнитной энергии в энергию плазмы реализуется благодаря процессам магнитного пересоединения, когда в некоторой локальной области пространства тесно сближаются магнитные силовые линии противоположных или различающихся направлений, и образуется токовый слой. Изучение возможностей формирования токовых слоев и происходящих в них процессов представляет значительный интерес, как в фундаментальном плане, так и для прикладных аспектов.

Наряду с многочисленными теоретическими исследованиями, динамика токовых слоев и процессы магнитного пересоединения изучаются в целом ряде специально поставленных лабораторных экспериментов. Более того, протяженный токовый слой хвостовой области магнитосферы Земли уже в течение нескольких десятилетий исследуется с помощью различных, в том числе современных многоспутниковых миссий.

В докладе проводится сопоставление основных характеристик токовых слоев, формируемых в лабораторных экспериментах, с результатами непосредственных спутниковых наблюдений в хвостовой области магнитосферы Земли. Анализ структуры магнитных полей свидетельствует, что и в хвостовой области магнитосферы, и в лабораторных условиях формируются сравнительно тонкие токовые слои, обладающие поразительным качественным сходством, несмотря на колоссальные различия в масштабах, параметрах плазмы, магнитных полей и токов [1 – 3]. Действительно, различия между абсолютными значениями параметров, характеризующих магнитосферные и лабораторные токовые слои, достигают 7 – 16 порядков величины, поэтому для их количественного сопоставления необходимо использовать безразмерные параметры [4]. Анализ ряда безразмерных параметров показал, что в обоих случаях они имеют достаточно близкие значения, что позволяет обосновать возможность количественного моделирования процессов, происходящих в магнитосфере, в лабораторных условиях. С другой стороны, многие явления, которые наблюдаются в хвостовой области магнитосферы Земли, могут иметь место в лабораторных токовых слоях и, по всей вероятности, могут быть обнаружены экспериментально.

Работа поддержана РФФИ, проект № 15-02-03644, и Программой ОФН РАН IV.2.14 «Динамика разреженной плазмы в космосе и в лаборатории».

Литература

1. 1.A.V. Artemyev, A.A. Petrukovich, A.G. Frank et. al. // J. Geophys. Res. 2013. **118**. 2789.
2. 2. Е.В. Юшков, А.Г. Франк, А.В. Артемьев. и др. // Физика плазмы 2015. **41**. 73.
3. 3. L.M. Zelenyi, A.G. Frank, A.V. Artemyev et. al.// Plasma Phys. Contr. Fus. 2016. **58**. 054002.
4. 4.А.Г. Франк, А.В. Артемьев, Л.М. Зелёный // ЖЭТФ 2016. **150**. 807.