

# ПРОДОЛЬНЫЕ И ПОПЕРЕЧНЫЕ ТОКИ В ТОКОВЫХ СЛОЯХ, ФОРМИРУЕМЫХ В 2D И 3D МАГНИТНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ

Франк А.Г., Сатунин С.Н.

ИОФ РАН, г. Москва, Россия, [annfrank@fpl.gpi.ru](mailto:annfrank@fpl.gpi.ru)

Анализ структуры магнитных полей и токов в токовых слоях, формируемых в 2D и 3D магнитных конфигурациях с особой линией  $X$  типа, позволил установить, что наряду с основным (продольным) током, который разделяет магнитные поля противоположных направлений, в большинстве случаев возникают также поперечные токи. При развитии токовых слоев в 2D магнитных конфигурациях поперечные токи – это токи Холла [1], тогда как в 3D конфигурациях появление поперечных токов связано также с захватом и усилением в слое продольной компоненты магнитного поля [2].

Основные результаты базируются на экспериментах, выполненных с помощью экспериментальной установки ТС-3D, в которой токовые слои создаются в магнитных полях с  $X$  линией,  $\mathbf{B} = \{h_y; h_x; B_z^0\}$ , при возбуждении в плазме тока  $J_z$ . Структура и эволюция поперечных токов, возникающих в плоскости  $(x,y)$ , идентифицировались на основе пространственно-временных характеристик продольной компоненты магнитного поля  $B_z$ , которая создавалась токами плазмы и, соответственно, значительно отличалась от вакуумного магнитного поля  $B_z^0$ .

Особенности эволюции и структуры токов Холла исследовались «в чистом виде» при создании токовых слоев в 2D магнитных конфигурациях, при  $B_z^0 = 0$ , и в плазме с ионами различной массы. В 3D конфигурациях ( $B_z^0 \neq 0$ ) поперечные токи – это не только токи Холла, но и токи, поддерживающие усиление в слое  $B_z$  компоненты. Для выделения каждого из этих эффектов измерения проводились при различных направлениях  $B_z^0$  компоненты, в различных областях токовых слоев.

На ранней стадии эволюции доминирующим эффектом является возбуждение в токовом слое токов Холла, которые по абсолютной величине могут быть соизмеримы с основным продольным током. Со временем токи Холла затухают, и на более поздних стадиях поперечные токи, связанные с усилением  $B_z$  компоненты, могут значительно превысить токи Холла. Приводятся соотношения между продольными и поперечными токами в различных условиях и в различных областях токовых слоев.

Таким образом, структура токов и магнитных полей в токовых слоях имеет существенно 3D характер [3], даже в простейшем случае, когда токовый слой формируется в 2D магнитной конфигурации с нулевой линией.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 01200953488, при частичной поддержке Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 15-02-03644, и Программой ОФН РАН IV.2.14 «Динамика разреженной плазмы в космосе и в лаборатории».

1. Frank A.G., Bugrov S.G., Markov V.S. // Phys. Plasmas 2008. V. **15**. P. 092102.
2. Frank A.G., Bugrov S.G., Markov V.S. // Phys. Lett. A 2009. V. **373**. P. 1460.
3. Франк А.Г., Артемьев А.В., Зелёный Л.М. // ЖЭТФ 2016. Т. **150**. С. 807.