

НЕЙТРАЛЬНЫЙ ТОКОВЫЙ СЛОЙ

Авторы: Л. М. Зелёный, Х. В. Малова

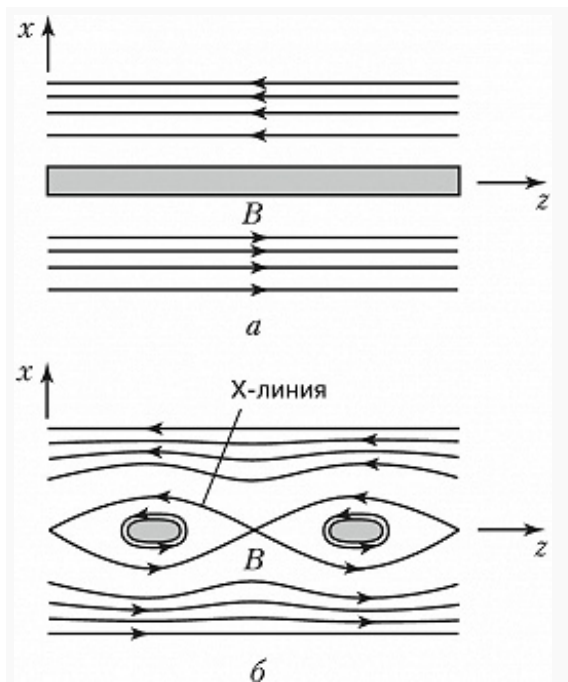


Рис. 1. Нейтральный токовый слой Харриса (серые области): а – невозмущённый; б – с разрывной модой.

НЕЙТРАЛЬНЫЙ ТОКОВЫЙ СЛОЙ, токовый слой в плазме, разделяющий плазменные области с противоположно направленными магнитными полями. В рамках магнитогидродинамич. приближения Н. т. с. является тангенциальным разрывом магнитного поля. В модели С. Н. Сыроватского Н. т. с. представляет собой бесконечно тонкую сингулярную поверхность. В кинетич. модели Э. Харриса Н. т. с. имеет конечную ширину (рис. 1, а). В отсутствие перпендикулярной слою компоненты магнитного поля токовый слой неустойчив, в нём возникают разрывы, происходит пинчевание тока (см. [Пинч-эффект](#)) с образованием цепочки «магнитных островов» (рис. 1, б). В космич. плазме магнитное поле

часто имеет не только тангенциальную составляющую индукции

B_{\parallel} , но и перпендикулярную токовому слою составляющую

B_{\perp} (рис. 2, а). Такая конфигурация поля может стабилизировать Н. т. с., но в достаточно узком интервале изменения величины

B_{\perp} . Таким образом, Н. т. с. является метастабильной структурой, которая в процессе своего формирования может относительно долгое время пребывать в состоянии устойчивого равновесия, а затем спонтанно разрушаться. Это сопровождается

[пересоединением магнитных силовых линий](#) и быстрым, взрывным высвобождением запасённой магнитной энергии в виде нагрева плазмы и ускорения её частиц до

высоких нетепловых скоростей.



Рис. 2. Нейтральный токовый слой (серые области) с конечной нормальной компонентой магнитного поля B_{\perp} : а – в отсутствие возмущения; б – после образования «магнитных островов».

Пересоединение магнитных силовых линий в Н. т. с. приводит к изменению топологии магнитного поля с образованием т. н. нейтральных линий, или X-линий (рис. 1, б; рис. 2, б). По обе стороны от X-линии Н. т. с. достигает миним. толщины порядка ионного ларморовского радиуса. Вокруг X-линии возникает диффузионная область, в которой происходит диссипация энергии. Космич. и лабораторные исследования показали, что вокруг X-линии формируется характерная квадрупольная магнитная структура, обусловленная токами Холла. Обнаружение

холловских токов и магнитных полей в наблюдениях на ИСЗ может свидетельствовать о процессах пересоединения в магнитосферной плазме. Пересоединением магнитных силовых линий в Н. т. с. были объяснены вспышки в солнечной короне и магнитные суббури – глобальные магнитосферные возмущения в околоземном пространстве.

Литература

Лит.: Сыроватский С. И. Нейтральные токовые слои в лабораторной и космической плазме // Нейтральные токовые слои в плазме. М., 1974; Галеев А. А. Спонтанное пересоединение магнитных силовых линий в бесстолкновительной плазме // Основы физики плазмы. М., 1984. Т. 2; Богданов и др. Структура и динамика плазмы токовых слоев в трехмерных магнитных полях с X-линией – исследования методом голографической интерферометрии // Физика плазмы. 2006. Т. 32. № 12; Зеленый Л. М. и др. Тонкие токовые слои в бесстолкновительной плазме: равновесная структура, плазменные неустойчивости и ускорение частиц // Там же. 2011. Т. 37. № 2.