

УСКОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В ДИНАМИЧЕСКИХ ТОКОВЫХ СЛОЯХ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛОКОН.

Я.К. Ходатаев (ИОФ РАН, Москва), Э.В. Вашенюк (ПГИ КНЦ РАН, г.Апатиты), В.М. Фадеев (НПП ВНИИЭМ, Москва)

Предложен механизм ускорения частиц в динамических токовых слоях, возникающих в месте контакта периодически сближающихся и расходящихся плазменных токовых волокон. Такой характер движения волокон может, в частности, иметь место при распаде листового тока на отдельные волокна с последующим их слиянием (коалесцентная неустойчивость), а также при возбуждении колебаний в стационарных токово-плазменных системах.

Структура магнитного поля в окрестности слоев способствует длительному удержанию частиц в зоне ускорения. Периодическое усиление и ослабление поля в окрестности динамического токового слоя приводит к периодическому изменению энергии захваченных в магнитную ловушку частиц (ввиду сохранения адиабатических инвариантов). Однако, при наличии рассеяния, энергия частицы перестает быть периодической функцией времени и за несколько периодов может значительно превысить начальную. Рассеяние частиц может происходить на плазменной турбулентности (причиной которой могут быть и сами ускоренные частицы), а также на крупномасштабных пространственно-временных неоднородностях поля.

В работе получено уравнение, описывающее эволюцию спектра частиц, которое после усреднения удается свести к одномерному уравнению Фоккера-Планка. Обсуждается вид решений этого уравнения для случая стационарной турбулентности. Показано, что ускорение наиболее эффективно в случае, когда частота рассеяния одного порядка с частотой колебаний слоя. В этом случае энергия частицы растет во времени в геометрической прогрессии с инкрементом порядка частоты колебаний. Рассмотрены роль кулоновских потерь, а также ограничения на максимальную энергию частиц, обусловленные магнитным дрейфом.

Показано, что данный механизм ускорения может эффективно действовать в условиях солнечной короны, для которой весьма характерно осцилляторное движение токовых волокон и протуберанцев. Представляет интерес также роль данного механизма в ускорении частиц и нагреве газа при развитии неустойчивости слияния в нейтральном слое хвоста магнитосферы.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант N 93-02-17158