Влияние конечных градиентов магнитного поля на дреЙфово-циклотронные неустойчивости в ловушке с высоким давлением ионов

1Ю.А. Цидулко, 1,2И.С. Черноштанов

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,
 cherivn@ngs.ru
2Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
 Новосибирск, Россия

В работе изучается влияние градиентного дрейфа в неоднородном магнитном поле на дрейфово-циклотронные неустойчивости. Задача представляет интерес в связи с проектами источников нейтронов на базе открытых ловушек и конфигураций с обращенным полем, в которых ларморовский радиус быстрых ионов  предполагается сравнимым с радиусом плазмы , а давление плазмы сравнимым с давлением магнитного поля.

При учете неоднородности магнитного поля в дополнение к традиционно рассматриваемым дрейфово-циклотронным (дрейфово-конусная (DCLC), “двугорбая” (Double-Hump) [1-3]) и гидродинамическим неустойчивостям [4] появляются новые ветви, развивающиеся за счет инверсного распределения быстрых ионов по скоростям градиентного дрейфа  в окрестности резонансов Ландау , здесь  – отношение поперечного давления плазмы к давлению магнитного поля,  – ларморовская частота ионов.

Спектр "традиционных" дрейфово-циклотронных мод в области параметров c градиентом плотности меньше критического содержит ветви с различным знаком энергии волн. Поэтому антиэрмитовый вклад резонансов Ландау приводит к исчезновению строгой границы устойчивости. В области с градиентом плотности выше критического неоднородность магнитного поля относительно слабо влияет на инкременты "традиционных" дрейфово-циклотронные мод.

Новые кинетические дрейфово-циклотронные неустойчивости имеют частоты порядка , где  – номер циклотронной гармоники. Требование инверсной заселенности в окрестности резонансов Ландау позволяет оценить волновой вектор возмущения .

В работе предполагается, что вклад в резонансы Ландау  от разброса по продольной скорости мал по сравнению с вкладом от разброса по дрейфовой скорости: , где  – длина ловушки. Используются аппроксимации функции распределения ионов, позволяющие аналитически выразить зависимость диэлектрической проницаемости плазмы от частоты и . Найдены области параметров, где существуют границы новых неустойчивостей. Подавление новых неустойчивостей требует большей плотности холодных ионов по сравнению с традиционной DCLC. Получены зависимости безразмерных параметров на границе устойчивости и оценки транспорта в пространстве скоростей.

Литература

1. Post R.F., Rosenbluth M.N., Phys. Fluids, 1966, Vol. 9, N. 4, p. 730.
2. Tang W.M., Pearlstein L.D., Berk H.L., Phys. Fluids, 1972, Vol. 15, N. 6, p. 1153.
3. Gerver M.J., Phys. Fluids, 1976, Vol. 19, N. 10, p. 1581.
4. Чирков А.Ю., Хвесюк В.И., Физика плазмы, 2011, Т. 37, № 5, с. 473.