Взаимодейстие электромагнитных и квази-электростатических волн в условиях верхнего гибридного резонанса в плазме с высоким значением $β$

Господчиков Е.Д., Шалашов А.Г., Кутлин А.Г.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия, anton.kutlin@gmail.com

В данной работе представлены результаты аналитического исследования и численного моделирования трансформации электромагнитных волн в квази-электростатические в слабоанизатропной магнитоактивной плазме в условиях верхнего гибридного резонанса. Случай слабоанизотропной плазмы является промежуточным между случаем изотропной среды и случаем сильной анизотропии, однако ни существующая теория для сильноанизотропной плазмы, ни хорошо проработанная модель изотропной плазмы не способны дать даже качественного согласия с полученными результатами. Представленный в [1] подход к описанию линейной трансформации основан на решении модельного уравнения, полученного из дисперсионного уравнения электромагнитных волн в среде. Более детальный анализ, основанный на непосредственном использовании уравнений Максвелла, продемонстрировал несостоятельность идеи использования дисперсионного уравнения в качестве отправной точки для построения теории в общем случае. Однако в случае распространения волн вдоль градиента концентрации формула, представленная в [1], даёт качественно верные предсказания, хоть и нуждающиеся в уточнении. В настоящей работе была развита теоретическая модель, демонстрирующая качественное согласие с численным моделированием как в случае произвольного направления распространения волны, так и в частном случае распространения вдоль градиента концентрации.

В целях упрощения анализа плазма считалась плавно-неоднородной плоскослоистой средой с градиентом электронной концентрации, ортогональным направлению внешнего магнитного поля. Коэффициент линейной трансформации электромагнитных волн в квази-электростатические считался равным коэффициенту столкновительного поглощения. Такое допущение оправдано независимостью величины поглощения от его физической природы в слабостолкновительном пределе. Были найдены оптимальная частота и направление ввода излучения, для которых реализуется поглощение с эффективностью, заметно превышающей максимальное поглощение, предсказываемое ранее разработанной теорией.

Представленные результаты могут быть использованы для повышения эффективности нагрева электронной компоненты плазмы в магнитных ловушках с высоким уровнем газодинамического давления плазмы, поскольку заметно уточняют оценки эффективности нагрева по сравнению с существующими результатами.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-02-07600-а.

Литература

1. Гинзбург В.Л., *Распространение электромагнитных волн в плазме* (1967), 427c.