Влияние теплового разброса электронов пучка на черенковское возбуждение поверхностных волн в системах плазменной СВЧ электроники

Карташов И.Н., Кузелев М.В.

Физический факультет МГУ, Москва, Россия, igorkartashov@mail.ru

В линейном приближении рассмотрена задача возбуждения поверхностных волн в плазменных электродинамических системах плазменной релятивистской СВЧ электроники [1] электронным пучком с учетом теплового разброса электронов по скоростям. Во многих случаях возбуждаемые электронным пучком плазменные волны имеют фазовую скорость, существенно превосходящую характерный тепловой разброс по скоростям электронов плазмы, что позволяет пренебречь их тепловым движением. Разброс электронов пучка по скоростям при описании явления черенковской пучковой неустойчивости в плазме может не учитываться при выполнении более жесткого неравенства

 , (1)

где  – скорость направленного движения электронов пучка,  – разброс скоростей («тепловая» скорость электронов пучка),  и  – частота и волновой вектор волны, возбуждаемой электронным пучком в плазме, . Поскольку при черенковской пучковой неустойчивости , неравенству (1) можно придать следующий вид:

 . (2)

Здесь  – инкремент неустойчивости, . Неравенство (2) имеет простой смысл: за время развития неустойчивости перемещение электрона пучка за счет «теплового» движения мало по сравнению с длиной волны. При выполнении неравенств (1) или (2) пучковую неустойчивость называют гидродинамической. В противном случае требуется учет немоноэнергетичности пучка и говорят о кинетической пучковой неустойчивости. Исследование проводится как на основе гидродинамических уравнений с учетом газокинетического давления в электронном пучке, так и на основе кинетического метода. Для различных параметров пучково-плазменной системы получены комплексные инкременты неустойчивости. Показано существование двух режимов неустойчивости: комптоновского (одночастичного) и рамановского (коллективного), различающихся динамикой плазменных колебаний пучка за время развития неустойчивости. Проанализирована роль тепловых эффектов в электронном пучке и его плотности в формировании того или иного режима пучковой неустойчивости.

Литература.

1. Кузелев М.В., Рухадзе А.А.. Стрелков П.С. Плазменная релятивистская СВЧ-электроника. М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.