ЛАЗЕРНО – ЭЛЕКТРОННОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ВОЛНЫ

И.Н. Косарев

ИПЛИТ РАН, Шатура, Россия, kossarev2006@yandex.ru

Рассматривается возбуждение коротко – волновой поверхностной электронной плазменной волны электронным пучком, который генерируется в результате «вакуумного нагрева» электронов вблизи поверхности плазмы или металла. Вакуумный нагрев может происходить как при наклонном падении на поверхность р – поляризованного лазерного импульса, так и при распространении вдоль поверхности длинно – волновой поверхностной электронной плазменной волны.

Вдоль границы между вакуумом и плазмой (или металлом) возможно распространение поверхностной электронной плазменной волны с частотой, меньше чем электронная плазменная частота [1]. Поле поверхностной волны затухает в направлении от поверхности раздела плазмы и вакуума. В пределе длинных волн поперечное электрическое поле значительно превышает продольное электрическое поле в области вакуума. В плазме, наоборот, продольное поле много больше, чем поперечное. Кроме того, поперечное электрическое поле затухает вглубь плазмы гораздо быстрее, чем в вакууме.

При падении на поверхность плазмы р – поляризованного лазерного импульса происходит ускорение электронов, находящихся вблизи поверхности плазмы до скоростей, близких к максимальной скорости осцилляций. Электроны вырываются из поверхности плазмы и вталкиваются в неё обратно за половину периода лазерного поля. При этом предполагается, что лазерное поле сильно экранировано внутри плазмы. Электроны при этом ускоряются пондеромоторной силой. Этот механизм ускорения назван «вакуумным нагревом». В данных условиях имеет место ускорение пондеромоторной силой внутрь плазмы и без вырывания электронов в вакуум. Аналогичную структуру имеет поперечное электрическое поле поверхностной электронной плазменной волны в длинно – волновом пределе.

Длина пробега электронов в металлах имеет минимум при энергии порядка 100 eV, связанный с возбуждением электронных поверхностных плазменных волн. Кинетическая энергия осцилляций электрона достигает величины порядка 100 eVпри интенсивности лазерного поля порядка 1014 W/cm2.

Возникший в результате ускорения «вакуумным нагревом» и пондеромоторной силой электронный пучок возбуждает монохроматическую поверхностную электронную плазменную волну с короткой длиной волны в нано-метровом диапазоне. При прохождении через поверхность аблирующей плотной лазерной плазмы эти коротко – волновые плазмоны могут способствовать выпадению нано – кластеров заданного размера по механизму, связанному с неустойчивостью сильно – неидеальной плазмы с квантовой электронной компонентой.

Литература

1. H. Raether Surface Plasmons on Smooth and Rough Surfaces and on Gratings in Springer Tracts in Modern Physics, Vol. 111 (Springer, New York, 1988).