дисперсия и затухание потенциальных поверхностных волн в фотоионизованной плазме

Ю.М. Алиев1, К.Ю. Вагин1, С.А. Урюпин1, А.А. Фролов2

1Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия, vagin@sci.lebedev.ru
2Объединённый институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия

При ионизации газов лазерным излучением образуется неравновесная анизотропная плазма с распределением фотоэлектронов по скоростям существенно отличающимся от максвелловского. В поле мощного излучения время образования такой плазмы на несколько порядков меньше времен, за которые происходят релаксация исходной функции распределения фотоэлектронов, разлет плазмы или развитие апериодической неустойчивости. Поэтому в достаточно широком временном интервале свойства образующейся фотоионизованной плазмы и реализующихся в ней высокочастотных явлений могут существенно отличаться от присущих равновесной плазме. К числу таких явлений, в частности, относятся потенциальные поверхностные волны (ППВ), имеющие частоты сравнимые с ленгмюровской частотой электронов .

В настоящем сообщении в рамках кинетического описания установлены зависимости частоты  и декремента затухания  ППВ от волнового числа  и степени анизотропии би-максвелловского распределения электронов с различными эффективными тепловыми скоростями  — вдоль и  — поперек поверхности плазмы. Такое распределение аппроксимирует распределение по скоростям фотоэлектронов, образующихся при туннельной ионизации атомов линейно поляризованным излучением. Показано, что влияние теплового движения электронов вдоль поверхности плазмы на свойства поверхностной волны подобно влиянию теплового движения на свойства объемной ленгмюровской волны. Так при  частота ППВ не превышает  при любых . Учет же теплового движения вдоль поверхности плазмы приводит к возможности значительного превышения  над  при достаточно больших . Напротив, тепловое движение поперек поверхности приводит к качественному изменению закона дисперсии и к существенному увеличению декремента затухания в области сравнительно небольших волновых чисел (см. рисунок). В области малых  появляются пропорциональные  вклады, как в закон дисперсии, так и в декремент затухания. В плазме с  доминирующее тепловое движение электронов поперек поверхности является причиной обратной дисперсии и приводит к убыванию декремента затухания с ростом волнового числа ППВ (см. сплошную кривую на рисунке). Такое поведение декремента ППВ описывает приближенное выражение вида

, .

Здесь уменьшающееся с ростом  первое слагаемое связано с тепловым движением электронов поперек поверхности, а обусловленное движением вдоль поверхности нарастающее с  экспоненциальное слагаемое, идентично с декрементом затухания Ландау для объемной ленгмюровской волны.