Отражение плазменной волны от потенциального барьера, соизмеримого с длиной волны [[1]](#footnote-1)\*)

Матвеев А.И.

Южный федеральный университет, г. Ростов на Дону, Россия, ya.matveev.alexandr@yandex.ru

С развитием исследований по удержанию плазмы в магнитных ловушках открытого типа (пробкотронах) [1, 2] при изучении колебаний в плазменных волноводах становится актуальной задача отражения плазменных колебаний от границы плазмы, ширина которой соизмерима с длиной волны. Отражение плазменных колебаний от плоской границы полупространства, занятого плазмой, в линейном приближении рассматривалось в [3, 4]. В [5] показано, что задача отражения плазменных колебаний от потенциального барьера, ширина которого соизмерима с длиной волны, является существенно нелинейной. Главной особенностью отражения плазменной волны от потенциального барьера, высота которого значительно больше потенциала волны, является то, что плазменные колебания внутри барьера разрушаются. Однако, благодаря инерции, в каждом пучке электронов с одинаковой энергией модуляция по плотности в области барьера в течение времени, меньшего времени релаксации, сохраняется. Это накладывает ограничение на ширину барьера: она не должна превышать полудлины волны. В области барьера такого рода конвективные или сносовые колебания в пучках с разной энергией движутся с разными скоростями и проходят неодинаковые по величине пути. Причем пучки электронов с большей энергией в области потенциального барьера проходят больший путь, чем пучки с меньшей энергией. Поэтому фаза конвективных колебаний в пучке с большей энергией отстает от фазы конвективных колебаний в пучке с меньшей энергией. После отражения от потенциального барьера и возвращения пучков к основанию барьера конвективные колебания в пучках разной энергии собираются вместе, происходит их интерференция. Таким образом формируется отраженная волна. На основе закона сохранения импульса и энергии показано, что в процессе отражения потери энергии плазменных колебаний не происходит. Так как у конвективных колебаний в пучках с разными скоростями в области барьера появляется отставание по фазе, то после их интерференции у отраженной волны появляется запаздывание фазы относительно фазы падающей волны. В случае параболического барьера это запаздывание вычислено точно, оно не зависит от температуры. Запаздывание фазы отраженной волны относительно фазы падающей волны после отражения от параболического барьера растет с увеличением ширины барьера и величины фазовой скорости волны и уменьшается с увеличением высоты барьера. В случае линейного роста потенциала барьера запаздывание фазы падающей волны зависит от температуры плазмы. Если плазма низкотемпературная, то отставание фазы отраженной волны от фазы падающей волны мало. С ростом температуры плазмы запаздывание по фазе отраженной волны растет линейно, пока тепловая энергия электронов меньше половины максимальной потенциальной энергии барьера. Затем рост запаздывания по фазе отраженной волны прекращается, и оно стремится к значению π/2. С увеличением ширины барьера это запаздывание также сначала растет линейно, затем рост прекращается, и запаздывание по фазе не превышает значения π/2.

Литература

1. Рютов Д.Д. // УФН. ‒1988. ‒ Т. 154. Вып. 4. ‒ С. 565-614
2. Судников А.В., Беклемишев А.Д., Иванов И.А. XLVIII Международная Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 15-19 марта 2021 г.
3. Латышев А. В., Юшканов А. А. // ТМФ. ‒ 2007. ‒ Т. 150, № 3. ‒ С. 498–510.
4. Renato A. G. // Phys. Plasmas ‒ 2020. ‒ V2. ‒ P. 112105.
5. Матвеев А.И. // Известия вузов. Физика. ‒ 2022. ‒ T. 65, № 9. ‒ С.131‒140.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Lt/en/HS-Matveev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)