

РЕЛАКСАЦИЯ ПЛАЗМОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ТЕРМОЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК *)

Афанасьев В.П., Лобанова Л.Г.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия, v.af@mail.ru

При взаимодействии плазмы с материалами внутрикамерных поверхностей термоядерных установок приблизительно 50% неупругих потерь энергии заряженных частиц плазмы переходит в возбуждение плазменных или ленгмюровских волн. В данной работе приводится критический анализ экспериментальных данных по электронной эмиссии, наблюдаемой при электронной и ионной бомбардировке твердых тел. Выполняется анализ спектров рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и спектроскопии характеристических потерь энергии с целью определения времени жизни плазменных возбуждений. Представлены эксперименты по наблюдению эмиссии фотонов с энергией, равной энергии плазмонов.

Электронно-ионная плазма твердого тела, взаимодействующая с потоком электронов, энергия которых заметно превышает энергию Ферми, рассмотрена на основе квантовой электродинамики. Показано, что квантовое описание плазмонов приводит к понятию электромагнитного вакуума продольных ленгмюровских волн. Взаимодействие плазмонов с плазменным вакуумом приводит к релаксации плазменных возбуждений и рождению продольных фотонов. Представленный механизм релаксации плазмонов позволяет объяснить ряд явлений, считавшихся аномальными, а именно, поляризация электронно-фотонной эмиссии, наблюдаемой на плазменных частотах, и особенности в спектрах вторичной электронной эмиссии на плазменных энергиях, наблюдаемые при электронной и ионной бомбардировках. Представлено сравнение спектров электронно-фотонной эмиссии с дифференциальными сечениями неупругих потерь энергии быстрых электронов на возбуждение плазмонов (рис. 1).

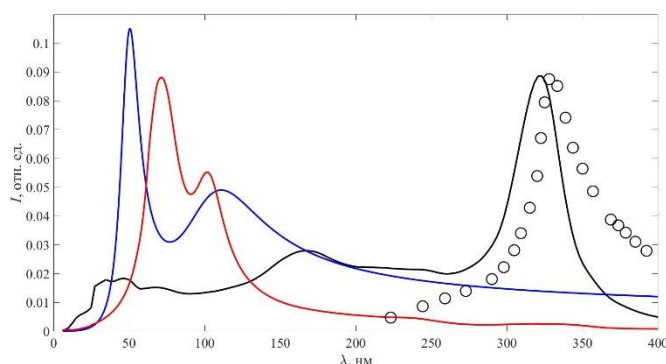


Рис. 1. Линии – дифференциальные сечения неупругих потерь энергии электронов на возбуждение плазмонов в W (синяя), Si (красная) и Ag (черная) [1]. Кружки – оптические спектры электронно-фотонной эмиссии в Ag [2,3]. Данные представлены для энергии 1 кэВ

Представлены энергетические спектры вторичной электронной эмиссии, имеющие выраженные максимумы на энергиях плазмонов. Данное явление следует рассматривать как фотоэффект на продольных фотонах, возникающих в результате релаксации плазменных возбуждений. Аналогичный эффект наблюдался при бомбардировке Al и Mg ионами He, Ne и Ar [4].

Литература

- [1]. Afanas'ev V.P., Gryazev A.S., Efremenko D.S., Kaplya P.S., Vacuum, 2017, 136, 146.
- [2]. Поп С.С., Крицкий В.А., Запесочный И.П., Письма в ЖТФ, 1979, 5, 1452.
- [3]. Boersch H., Dobberstein P., Fritzsche D., Sauerbrey G., Zeitschrift für Physik, 1965, 187, 97.
- [4]. Baragiola R.A., Dukes C.A., Phys. Rev. Lett., 1996, 76, 2547.

*) [DOI – тезисы на английском](#)