РАСЧЕТ И ИЗМЕРЕНИЕ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ПО СКОРОСТЯМ ПРИ БОЛЬШИХ ПОЛЯХ В ПЛАЗМЕ

А.С. Мустафаев, А.Ю. Грабовский, В.С. Сухомлинов\*

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», С.-Петербург, РФ  
\*С.-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, РФ, [rectorat@spmi.ru](mailto:rectorat@spmi.ru)

Известно, что немногочисленные результаты экспериментов по исследованию ионной компоненты плазмы, полученные за последние 100 лет, хорошо согласуются между собой. В то же время, экспериментальные [1-3] и теоретические [4-7] результаты имеют существенное расхождение, при этом констатируется, что причины этого не ясны. Очевидно, что для решения этой задачи необходима разработка новых и совершенствование существующих экспериментальных и теоретических методов диагностики ионной функции распределения.

В настоящей работе развит и экспериментально апробирован зондовый метод диагностики функции распределения ионов (ФРИ). В плазме паров ртути при низком давлении (порядка 10-3 тор) измерены энергетические зависимости семи лежандровых компонент ФРИ *fj*, концентрация и дрейфовая скорость ионов.



Для проверки надежности и точности разработанного метода найдено аналитическое решение кинетического уравнения Больцмана для ионов в плазме собственного газа в условиях, когда доминирующим процессом является резонансная перезарядка и ион на длине свободного пробега приобретает скорость много большую характерной скорости теплового движения атомов. При этом учтено наличие амбиполярного поля произвольной величины.

Сравнение угловых зависимостей рассчитанной ФРИ, рассчитанной суммы первых семи членов разложения ФРИ по полиномам Лежандра и этой же суммы, найденной из измерений для энергии ионов ε=0,05 эВ; ширина аппаратной функции зондового метода Δε=0,2 эВ, *j*=100 *мA/см2*; *P*=10-3 тор, *E/P*=400 *В/см тор*; *Ta*=410 *K*

Проведено сравнение расчетов дрейфовой скорости ионов He+ в He, Ar+ в Ar, Hg+ в Hg с известными экспериментальными данными, которое показало их хорошее соответствие. Результаты проведенных сравнений позволили сделать вывод о том, что данной теорией можно пользоваться для проверки экспериментальных результатов зондовых измерений.

Сравнение экспериментальных данных разработанного зондового метода с полученными теоретическими результатами также показало их хорошее соответствие. Установлено, что при скоростях ионов меньше средней тепловой скорости атомов ионы по скоростям распределены изотропно, несмотря на наличие сильного поля. При увеличении скорости иона распределение становится все более вытянутым в направлении электрического поля (см. рис.), что указывает на его возрастающую анизотропию.

Литература

1. A. Hornbeck. // Phys. Rev. 1951. Vol.84. P. 615-620.
2. Frederick R. Kovar't. // Phys. Rev. 1964. Vol.133. №3А. p. A681-A865.
3. R. Hegerbergt, M.T. Elford et. all. // J. Phys. B: At. Mol. Phys. 1982. Vol.15. P. 797 -811.
4. Смирнов Б.М. Подвижность ионов в собственном газе. ЖТФ, т.36, 1864, 1966.
5. Перель В.И. Вычисление скорости дрейфа ионов в собственном газе. ЖЭТФ, т.32, 526, 1957.
6. Фок В.А. О движении ионов в плазме. ЖЭТФ, т.18, 1048, 1948.
7. В.Е. Голант, А.П. Жилинский, С.А. Сахаров. // Основы физики плазмы. М: Атомиздат. 1977, 150 с.