определение плотности плазмы токовых слоев с помощью спектральных линий нейтрального Гелия с запрещенными компонентами [[1]](#footnote-1)\*)

Кирий Н.П., Франк А.Г.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, г. Москва, 119991 Россия, [kyrie@fpl.gpi.ru](mailto:kyrie@fpl.gpi.ru)

Представлены результаты измерения плотности плазмы токовых слоев по профилям дипольно-разрешенных линий гелия: He I 447.1 (43D – 23P) нм и He I 492.2 (41D – 21P) нм и соответствующих дипольно-запрещенных линий: He I 447.0 (43F – 23P) нм и He I 492.0 (41F – 21P). Впервые использовался предложенный Г.С. Вороновым новый метод определения плотности электронов, который не требует разделения экспериментально зарегистрированных суммарных профилей спектральных линий He I на разрешенные и запрещенные компоненты. Данный метод имеет существенные преимущества по сравнению с классическими методами в условиях большого динамического диапазона изменения плотности электронов и значительных помех от линий примесей.

Исследования проводились на установке ТС-3D. Токовые слои формировались в сильно неоднородном магнитном поле с особой линией *X* типа как в 2D, так и в 3D магнитных конфигурациях. Градиент магнитного поля составлял *h* = 0.5 кГс/см, продольная компонента магнитного поля вдоль *X*–линии равнялась *BZ* = 2.9 кГс. Плазма создавалась при разряде в гелии при начальном давлении *p* = 100 мТорр или *p* = 320 мТорр. Амплитудная величина электрического тока вдоль *X*–линии равнялась *JZ* = 45 кА [1].

Использовалась двухканальная оптическая схема, в которой излучение плазмы собиралось как из центральной квазицилиндрической области, вытянутой вдоль направления тока в слое, так и вдоль ширины (наибольшего из поперечных размеров) слоя, что позволило определить концентрацию электронов в разных областях токового слоя. Спектральные линии регистрировались в одном импульсе работы экспериментальной установки с помощью цифровой камеры Nanogate 1UF, которая представляет собой электронно-оптический преобразователь с усилителем яркости на основе МКП с CCD матрицей в качестве детектора. Длительность строб-импульса камеры составляла Δ*t*gate = 0.8 мкс [2,3].

Установлено, что в центральной области токовых слоев, формировавшихся как в 2D, так и в 3D магнитных конфигурациях, плотность электронов составляла: *Ne* ≈ (0.6 - 0.5)×1016 см-3 в интервале времени *t*= (1.2 – 3.2) мкс при начальном давлении гелия *p* = 320 мТорр, т.е. медленно уменьшалась со временем. При давлении *p* = 100 мТорр плотность электронов была *Ne* ≈ (0.2 - 0.3)×1016 см-3, т.е. меньше, чем при *p* = 320 мТорр.

Показано, что у боковых краев слоя, формировавшегося в 2D магнитной конфигурации, плотность электронов стремительно возрастала, от *Ne* ≈ 0.8×1016 см-3 до *Ne* ≈ 16×1016 см-3, т.е. увеличивалась в 20 раз в течение интервала времени *t* ≈ (1.2 – 3.2) мкс. При этом максимальная величина *Ne* на краях слоя практически не зависела от начального давления гелия. Однако в 3D магнитной конфигурации плотность электронов на краях слоя изменялась незначительно, в пределах *Ne* ≈ (0.6 - 1.3)⋅1016 см-3. Эти данные согласуются с результатами измерений плотности плазмы, полученными ранее на основе анализа профилей спектральных линий ионов гелия [2-4].

Литература

1. A.G. Frank // Phys. Usp. 2010. V. 180. P. 941.
2. Kyrie N.P., Markov V.S., Frank A.G. // JETP Letters. 2012.V. 95. P. 14.
3. N.P. Kyrie and A.G. Frank // Plasma Phys. Rep. 2012. V. 38, P. 960.
4. A.G. Frank, N.P. Kyrie // Plasma Physics Reports. 2017. V. 43 (6). P. 696.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Lt/en/EF-Kyrie_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)