ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ АТОМОВ ГЕЛИЯ В ПЛАЗМЕ ТОКОВЫХ СЛОЕВ МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ [[1]](#footnote-1)\*)

Кирий Н.П., Харлачев Д.Е.

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

Исследована динамика атомов гелия в плазме токовых слоев, сформированных в 2D и 3D магнитных конфигурациях. Исследования выполнены методами спектроскопии. С помощью доплеровского уширения спектральной линии He I 587.6 нм определены температура и энергия направленного движения атомов гелия в разные моменты времени.

Токовые слои создавались в сильно неоднородном магнитном поле с особой линией X типа при разряде в гелии с помощью экспериментальной установки ТС-3D. Градиент магнитного поля в данных экспериментах составлял *h* = 0.5 кГс/см, начальное давление гелия p = 320 мТорр, максимальная величина электрического тока *Jz* = 45 кА. Для создания 3D магнитной конфигурации вдоль X–линии прикладывалось однородное магнитное поле с индукцией *B*z = 2.9 кГс, в 2D магнитных конфигурациях *B*z = 0 [1].

С помощью двухканальной оптической схемы излучение плазмы собиралось из центральной квазицилиндрической области, вытянутой вдоль направления тока в слое (ось *z*), а также вдоль ширины (наибольшего из поперечных размеров) слоя (ось *x*), что позволило определить температуру атомов гелия в центральной области токового слоя и энергию направленного движения атомов гелия, усредненную вдоль ширины слоя. Профили линии He I 587.6 нм регистрировались в одном импульсе работы экспериментальной установки с помощью программируемой цифровой камеры Nanogate 1UF, которая состоит из электронно-оптического преобразователя, усилителя яркости на основе микроканальной пластины и детектора излучения - CCD матрицы. Длительность строб-импульса камеры составляла 0.8 мкс при том, что время жизни токового слоя ~ 6 мкс [2-5].

Обнаружено, что при формировании токового слоя в 2D магнитной конфигурации в отдельные моменты времени уширения линии He I 587.6 нм, измеренные вдоль оси *x*, в ~7 раз превышали уширения линии, измеренные в *z*-направлении. Анализ экспериментальных данных показал, что это различие обусловлено появлением в токовом слое быстрых сверхтепловых потоков атомов гелия, направленных из центра слоя к его боковым краям (вдоль оси *x*). Энергия направленного движения атомов гелия в процессе эволюции токового слоя быстро возрастает, достигая величины *Wx* = 480 ± 120 эВ, что в ~ 20 раз превышает температуру атомов гелия *Ta* = 20 ± 2 эВ в те же моменты времени.

Появление быстрых атомов гелия в плазме токового слоя коррелирует с генерацией ускоренных потоков ионов гелия [2-5] и связано, по всей видимости, c резонансной перезарядкой ионов гелия на атомах гелия [6].

При формировании токового слоя в 3D магнитной конфигурации направленное движение быстрых атомов гелия не наблюдалось, как не наблюдалось ранее [2-5] ускорение ионов гелия в 3D магнитной конфигурации.

Литература

1. А.Г. Франк, В.П. Гавриленко, Н.П. Кирий, Г.В. Островская // ЭНТП. М.: Янус. 2008. Cерия Б. Т. III-2. C. 335.
2. Кирий Н.П., Марков В.С., Франк А.Г. // Письма в ЖЭТФ. 2012. Т. 95. С. 17.
3. Кирий Н.П., Франк А.Г. // Физика плазмы. 2012. V. 38, P. 1042.
4. A.G. Frank, N.P. Kyrie // Plasma Physics Reports. 2017. V. 43 (6). P. 696.
5. A.G. Frank, N.P. Kyrie, S.N. Satunin, S.A. Savinov // Universe. 2021, 7. 400.
6. С.А. Майоров // Краткие сообщения по физике ФИАН. 2007. Т. 34 (2). С. 26.

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