Температуры электронов и ионов в криптоновой плазме токовых слоев по результатам спектральных измерений [[1]](#footnote-1)\*)

1Кирий Н.П., 2Савинов С.А.

1Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, kyrie@fpl.gpi.ru
2Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия

В работе исследована эволюция интенсивностей и уширений спектральных линий ионов криптона Kr II и Kr III, излучаемых плазмой токового слоя. На основе этих данных определены температуры электронов и ионов в различных условиях эксперимента. Интерес к тепловым процессам в токовых слоях связан с тем, что в некоторых режимах сильный импульсный нагрев плазмы (до Temax ≈ 100 эВ, Timax ≈ 300 эВ) приводит к быстрому разрушению токового слоя, инициируя начало магнитного пересоединения [1]. Аналогичные явления могут происходить и на Солнце непосредственно перед началом вспышки. Применительно к солнечным вспышкам идея «теплового триггера» впервые была высказана С.И. Сыроватским [2] и получила дальнейшее развитие в ряде работ (например, [3]).

Температура электронов в токовом слое определялась из эволюции во времени интенсивностей спектральных линий ионов криптона Kr II 473.9 нм и Kr III 501.6 нм. Метод основан на сильной зависимости скоростей ионизации излучающих ионов от температуры электронов Те в области Те/Ei≤1, где Еi - потенциал ионизации. Был выполнен численный расчет зависимостей скоростей ионизации атомов и ионов криптона Kr I – Kr V от температуры электронов Te в диапазоне 1÷200 эВ с использованием результатов работ [4,5]. Расчеты были проведены с помощью программы Wolfram Mathematica. Температура ионов определялась по доплеровскому уширению линий Kr II 473.9 нм и Kr III 501.6 нм, поскольку штарковским уширением линий в условиях эксперимента можно пренебречь [6].

Токовые слои создавались при разряде в криптоне в магнитном поле с X-линией: начальное давление газа составляло 33 мТорр, максимальное значение электрического тока, протекавшего в слое, – 45 кА, градиент поперечного магнитного поля с X-линией ~ 0.6 кГс/см. Часть экспериментов была выполнена в присутствии однородного магнитного поля с индукцией ~ 3 кГс, приложенного вдоль направления тока. В этих случаях магнитная конфигурация, в которой формировался токовый слой, становилась трехмерной (3D).

Излучение плазмы собиралось из центральной квазицилиндрической области, вытянутой вдоль направления тока. Пространственное разрешение измерений составляло ~ 2.6 см. Профили спектральных линий регистрировались в одном импульсе работы экспериментальной установки с помощью программируемой электронно-оптической камеры «Nanogate 1-UF».

Установлено, что максимальные температуры электронов и ионов достигаются в 2D геометрии и составляют Tе = 5 эВ и Ti = 125 эВ, соответственно. Исследованный режим формирования токового слоя является, по всей видимости, квазистационарным. Показано, что основным каналом энергетических потерь электронов в плазме токового слоя является ионизация.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № АААА-А19-119121790086-9.

Литература

1. Кирий Н.П., Марков В.С., Франк А.Г.// Письма в ЖЭТФ 1992. Т. 56. С. 82-86.
2. Сыроватский С.И.// Письма в Астрон. ж. 1976. Т. 2.С. 35-38.
3. Леденцов Л.С., Сомов Б.В.// Письма в Астрон. журн. 2016. Т. 42. С. 925.
4. M. Mattioli, G. Mazzitelli et al, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **39**, 4457 (2006).
5. M. J. Seaton, Planet Space Sci. **12**, 55 (1964).
6. A de Castro et al, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **34** 3275 (2001).
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Lt/en/FT-Kyrie_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)