СПЕКТРАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗАМАГНИЧЕННОМ ГЕЛИЕВОМ РАЗРЯДЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Кавыршин Д.И., 1Федорович С.Д., 1,2Муравьева Е.В., 1,2Чиннов В.Ф., 1,2Мязин А.С., 1Чан К.В., 1Карпов А.В., 1Будаев В.П.

1ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия, [dimakav@rambler.ru](mailto:dimakav@rambler.ru),  
2ОИВТ РАН, Москва, Россия, [v\_chinnov@oivtran.ru](mailto:v_chinnov@oivtran.ru).

В работе исследуется разряд в гелии низкого давления с магнитным удержанием на экспериментальном стенде МЭИ – плазменной установке ПЛМ (плазменном линейном мультикаспе) [1]. Установка представляет собой магнитную ловушку с минимумом магнитного поля на оси до 6 мТл, плазма в которой создаётся потоком электронов, движущихся в металлической трубе-соленоиде с внутренним диаметром 160 мм от термокатода к аноду. Стационарный поток гелиевой плазмы при давлении в камере   
10-1 ÷ 10-3 торр, токе разряда 2 ÷ 25 А, диаметре струи 15 ÷ 17 мм, длине разряда 400 мм и напряжении горения 100 ÷ 200 В обеспечивает тепловую нагрузку на поверхность вводимой в приосевую область мишени до 10 МВт/м2. Для диагностики параметров в канале плазмы и в области ее взаимодействия с испытуемым образцом на установке выполнялась регистрация спектров излучения трехканальным спектрометром AvaSpec-ULS2048 в диапазоне длин волн 200 - 1100 нм. Полученное в корональном приближении [2] выражение для отношения интенсивностей ионной линии гелия к интенсивности одной из атомных линий

 (1)

позволило определить температуру плазмы с погрешностью около 10%, путем сравнения экспериментально измеренного отношения интенсивностей к результату расчета по (1). Анализ показал, что при всей сложности состояния исследуемой плазмы: нелокальность ФРЭЭ, сложный характер дрейфа и диффузии зарядов в скрещенных и неоднородных *E* x *H-* полях и др., - излучающий ион гелия является высокочувствительным индикатором уровня средней энергии электронов *= 3kTe/2 –* ядра функции распределения. Поэтому использование отношения интенсивностей наиболее сильной в УВИ -диапазоне линии He II 468,6 нм и ряда линий He I с хорошо известными функциями электронного возбуждения [3] оказалось надежным методом спектрального определения электронной температуры замагниченной разреженной плазмы гелия. При следующих экспериментальных условиях: [He] ≈ 1014 см-3, ток разряда 4,1 А, падение напряжения 182 В, - измеренная с использованием трех синглетных и четырех триплетных линий He I температура электронов составила   
*Teср =* 2,5 ± 0,3 эВ*.*

Спектроскопическое исследование выполнено при поддержкегранта РНФ 21-79-10281 "Спектроскопия высокого разрешения для диагностики приповерхностной плазмы при взаимодействии мощных потоков неравновесной замагниченной плазмы со стенкой", работы по генерации плазмы на ПЛМ выполнены при поддержке проекта 223 ЕОТП-УТП.

Литература

1. В.П. Будаев , С.Д. Федорович, Ю.В. Мартыненко, М.В. Лукашевский, М.К. Губкин, А.В. Карпов, А.В.Лазукин, Е.А. Шестаков, Д.И. Кавыршин, К.С. Рогозин “Плазменная установка ПЛМ для испытаний вольфрама мощными стационарными плазменно-тепловыми нагрузками”, Ядерная физика и инжиниринг Т.9 (2018), №3, с. 283-294,  
   doi: 0.1134/S207956291803003X
2. В.Н. Очкин. Спектроскопия низкотемпературной плазмы. М., Физматлит, 2006.
3. Cross section Database for Helium. NIFS—DATA-059 . Oct.2000.

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