Транспортные модели нагрева плазмы на второй электронно-циклотронной гармонике в токамаках и стеллараторах [[1]](#endnote-1)\*)

1Днестровский Ю.Н., 1Данилов А.В., 1Днестровский А.Ю., 1Лысенко С.Е., 1Мельников А.В., 1Немец А.Р., 1Нургалиев М.Р., 1Субботин Г.Ф., 1Соловьев Н.А., 1Сушков А.В., 2Сычугов Д.Ю., 1Черкасов С.В.

1НИЦ “Курчатовский институт”, Москва, Россия, [Dnestrovskiy\_YN@nrcki.ru](mailto:Dnestrovskiy_YN@nrcki.ru)   
2МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [sychugov@cs.msu.ru](mailto:sychugov@cs.msu.ru)

Из экспериментов на токамаке Т-10 с нагревом на первой и второй ЭЦ-гармониках найден критерий полного поглощения микроволн [1] и построены транспортные модели (Стандартная для полного поглощения и Глобальная для частичного поглощения), использующие канонические профили ионной *Ti* и электронной *Te* температур. Из анализа профильной базы данных Т-10 найдены коэффициенты переноса, дающие минимальные среднеквадратичные отклонения расчетных профилей *Te* и *Ti* от экспериментальных. Введено понятие эквивалентных разрядов, для которых перенос энергии в токамаках и стеллараторах аналогичен. Построены два эквивалентных разряда для стелларатора W7-X [2] и строящегося токамака Т-15МД [3], для которых с помощью Стандартной модели рассчитан перенос в широком диапазоне плотностей. На рис. 1 приведены зависимости максимальных значений *Te* и *Ti* от средней плотности плазмы‾*n*. Треугольники − это экспериментальные значения температуры в W7-X, кружки – расчеты температуры по Стандартной модели. На рис. 2 показаны расчетные (Т-15МД, сплошные линии) и экспериментальные (W7-X, пунктир) профили температур *Te* и *Ti* для разряда в с центральным ЭЦ-нагревом при ‾*n* = 3×1019 м-3.

Эквивалентными могут быть и разряды из разных токамаков. В частности, для токамаков с разными большими радиусами показано, что температура электронов в эквивалентных разрядах различается на 1−2%, а температура ионов − на 10−12%. Наконец, объединенная (Стандартная + Глобальная) транспортная модель использована для предсказания переноса энергии в различных режимах токамака Т-15МД.

Работа поддержана РФФИ, грант 20-07-00391 и РНФ, проект 19-12-00312.

 

|  |  |
| --- | --- |
| Рис. 1. Центральная электронная *Те* и ионная температура *Тi* как функция плотности в эквивалентных разрядах с ЭЦ-нагревом в Т-15МД и W7-X. | Рис. 2. Расчетные (Т15МД) и экспериментальные (W-7X) профили электронной *Te* и ионной *Ti* температур, центральный ЭЦ-нагрев, *QEC*=5 МВт. |

Литература

1. Днестровский Ю.Н., и др. Физика плазмы 2020, Т. 46 С. 387.
2. Bozhenkov S.A., et al. 61st Ann. Meeting APS Division Plasma Physics V. 64, YP10.00058.
3. Khvostenko P.P., et al. Fusion Eng. Design 2019, V. 146, Part A, P. 1108.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/AA-Dnestrovskiy_e.docx) [↑](#endnote-ref-1)