ЛАЗЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА НАКОПЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА НА СТЕНКАХ ДЛЯ ТОКАМАКА ГЛОБУС-М2 [[1]](#footnote-1)\*)

1Гаспарян Ю.М., 1Булгадарян Д.Г., 1Синельников Д.Н., 1Ефимов Н.Е., 1Ефимов В.С., 1Крат С.А., 1Попова М.А., 1Вовченко Е.Д., 2Дмитриев А.М., 2Елец Д.И., 2Мухин Е.Е., 2Раздобарин А.Г., 2Минаев В.Б., 2Новохацкий А.Н., 2Сахаров Н.В., 2Варфоломеев В.И.

1Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
 [YMGasparyan@mephi.ru](mailto:YMGasparyan@mephi.ru)  
2Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, [e.mukhin@mail.ioffe.ru](mailto:e.mukhin@mail.ioffe.ru)

В современных термоядерных установках количество захваченного стенками топлива (изотопов водорода) определяется по измерениям газового баланса или при *post mortem* анализе обращенных к плазме компонентов. Методы удаленной диагностики локального накопления топлива в стенках разрабатываются в течение многих лет [1] и входят в список высокоприоритетных задач для реактора ИТЭР [2], однако задача количественного анализа захваченных стенкой изотопов водорода остается нерешенной. В данной работе представлены результаты экспериментов и компьютерного моделирования выхода изотопов водорода из водородосодержащих образцов при лазерном воздействии, а также концепция системы лазерной диагностики накопления изотопов водорода в токамаке Глобус-М2 [3].

Лабораторные эксперименты проводились на установке «Большой масс-монохроматор МИФИ», оснащенной Nd:YAG лазером с длиной волны 1064 нм, длительностью импульса 20 нс и максимальной энергией 70 мДж на импульс. Исследовались насыщенные дейтерием пленки титана, вольфрама, а также вольфрамовая пластина, экспонированная в области дивертора токамака Глобус-М в 2015 году. Для всех образцов при помощи предварительно откалиброванного квадрупольного масс-спектрометра получены зависимости количества выходящего дейтерия от плотности мощности лазерного импульса в диапазоне 5 – 200 МВт/см2. С помощью растровой электронной микроскопии исследовалась поверхность материалов до и после облучения. В некоторых случаях наблюдалось отслоение пленок. Для сравнения с экспериментом, было проведено компьютерное моделирование выхода дейтерия из вольфрамового образца в коде TMAP7, предназначенном для решения комбинированных задач диффузии газа и теплопереноса. Расчеты находятся в неплохом согласии с полученными экспериментальными данными.

На основе полученных результатов спроектирована система лазерной диагностики распределения захваченного дейтерия в первой стенке и диверторе токамака Глобус-М2.

Литература

1. Zlobinski M. et al. Laser induced desorption as tritium retention diagnostic method in ITER // Fusion Engineering and Design. 2011. Vol. 86, № 6. P. 1332–1335.
2. Reichle R. et al. Redefinition of the ITER Requirements and Diagnostics for Erosion, Deposition, Dust and Tritium measurements accounting for the change to tungsten divertor // Proc. of 25th IAEA Fusion Energy Conf., St. Petersburg, 2014.
3. Minaev V., et al., Spherical tokamak Globus-M2: design, integration, construction // Nucl. Fusion 57 (2017) #066047

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/HF-Gasparyan_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)