АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО НАГРЕВУ ПЛАЗМЫ НА ТОКАМАКЕ ГЛОБУС-М2 С ПОМОЩЬЮ ДИАМАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ [[1]](#footnote-1)\*)

1Ткаченко Е.Е., 1Сахаров Н.В., 1Курскиев Г.С., 1Жильцов Н.С., 1Мирошников И.В., 1Петров Ю.В., 1Минаев В.Б., 1Бахарев Н.Н., 2Кавин А.А., 1Киселев Е.О., 2Лобанов К.М., 1Новохацкий А.Н., 2Минеев А.Б., 1Солоха В.В., 1Тельнова А.Ю., 1Тюхменева Е.А., 1Хромов Н.А., 1Щеголев П.Б.

1ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, РФ, erina.tkachenko@yandex.ru
2АО «НИИЭФА», Санкт-Петербург, РФ

В работе представлен анализ оценки запасенной в плазме тепловой энергии *W*P в разрядах токамака Глобус-М2 с тороидальным магнитным полем до 0.9 Тл, током плазмы 0.3-0.4 МА в режиме с дополнительным нагревом. Для нагрева использовались два инжектора атомов с энергиями частиц $E\_{NBI}^{1}\leq 28 кэВ$ и $E\_{NBI}^{2}\leq 45 кэВ$, суммарная вводимая мощность составила $P\_{NBI} =1.25 МВт$. С учетом мощности омического нагрева полная объемная плотность мощности нагрева достигла значения в *P*total/*V*p ≈ 3 MВт/m3.

Эволюция *WP* была промоделирована PET [1] - равновесным кодом со свободной границей. Код решает уравнение Грэда-Шафранова и дает возможность определять диамагнитный поток от плазмы. Задача равновесия плазмы решалась итеративным методом минимизации двух параметров – евклидового расстояния между реконструированной границей плазмы и смоделированной кодом PET, а также разности диамагнитного потока от плазмы из PET и экспериментального.

Измеренный диамагнитный поток использовался для определения $β\_{dia}$ [2] и последующего расчета $W\_{approx}$ по приближенным формулам. Отличие *WP* и $W\_{approx}$ в диапазоне от 6 до 16 кДж составило менее 10%.

Реконструкция крайней замкнутой магнитной поверхности плазмы осуществлялась с помощью метода токовых колец [3]. Данный метод моделирует ток плазмы набором из 19 токопроводящих колец. Входными данными являются магнитные потоки, измеренные 21 петлей, размещенной на стенке вакуумной камеры вблизи границы плазмы, ток плазмы, токи в катушках полоидального магнитного поля и ток соленоида. Сигналы магнитных петель дополнительно используются для определения распределения токов по стенке вакуумной камеры.

Внутренняя индуктивность ($l\_{i})$ была определена из выражения для вертикального магнитного поля в приближении $β\_{p}=β\_{dia}$. Данная индуктивность соответствует $l\_{i}$, полученной кодом PET, с точностью 10% в рассмотренном диапазоне от 0,8 до 1,2.

Запасенную в плазме энергию (*Wkin*) можно также определить из кинетических измерений профилей температуры и концентрации электронов и ионов, полученных с помощью диагностики томсоновского рассеяния лазерного излучения, диагностики спектроскопии излучения атомов перезарядки (CXRS) и анализатора спектра нейтральных атомов (NPA). Эффективный заряд плазмы получен посредством диагностики тормозного излучения. В работе приведено сравнение *Wkin* и *WP*.

Работа выполнена на УНУ "Сферический токамак Глобус-М", входящей в состав ФЦКП "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях", в рамках государственного задания ФТИ им. А.Ф Иоффе (темы 0034-2021-0001 и 0040-2019-0023).

Литература.

1. S.A. Galkin, A.A. Ivanov, S.Yu. Medvedev et al Nucl. Fusion, **37** (1997).
2. L.L. Lao et al 1985 Nucl. Fusion 25 1421
3. V.I. Vasiliev, Yu.A. Kostsov, K.M. Lobanov et al, Nucl. Fusion **46**, 625 (2006).
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/BN-Tkachenko_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)