

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛАЗМЫ В ТОКАМАКЕ Т-15МД НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДИАГНОСТИК ^{*)}

^{1,2}Уласевич Д.Л., ¹Андреев В.Ф., ¹Лукаш В.Э., ¹Хайрутдинов Р.Р.

¹НИЦ «Курчатовский Институт», г. Москва, Россия

²НИЯУ «МИФИ», г. Москва, Россия

Управление положением плазменного шнура по вертикали и большому радиусу в режиме реального времени – важная задача для успешного проведения эксперимента, в частности, она является необходимой частью системы управления положением плазмы при помощи обратных связей.

В системе управления плазмой применяются либо упрощенные алгоритмы, основанные на прямых измерениях (обычно либо магнитного потока, либо магнитного поля), или коды восстановления границы плазмы в режиме реального времени, такие как R-EFIT [1].

К преимуществам упрощенных алгоритмов можно отнести возможность работы при достаточно небольшом токе плазмы, в то время как работа кодов восстановления затруднена при токах менее 50 кА (в масштабах токамака Т-15МД).

В данной работе рассматривается реализация 2-х упрощенных методов контроля положения центра плазмы, основанных на прямых измерениях электромагнитной системой токамака Т-15МД:

- Метод, основанный на изменении магнитного потока, измеряемого магнитными петлями (ДНО – датчиками напряжения обхода) [2];
- Метод, основанный на изменении магнитного поля, измеряемого датчиками магнитного поля (ДФ – датчиками формы) [3].

Предложенные алгоритмы, включают в себя экспериментально измеряемые величины с некоторыми коэффициентами, которые определялись в результате оптимизационной процедуры. Для этого при помощи кода ДИНА [4] были созданы синтетические импульсы, моделирующие эволюцию равновесия плазмы в установке Т-15МД в широком диапазоне искомых параметров. Далее минимизировался функционал невязки – разность положения центра плазменного шнура, определяемого при помощи выбранного алгоритма и положения, определяемого из синтетического импульса методом, описанным в работе [5]. В результате минимизации функционала были найдены искомые коэффициенты, входящие в формулы определения положения плазменного шнура.

В работе приводится сравнение результатов определения положения плазмы по предложенным упрощенным алгоритмам с результатами восстановления границы плазмы кодом D_Bound [6] как для синтетических импульсов, так и для реального импульса в токамаке Т-15МД.

Работа проведена в рамках выполнения Государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Литература

- [1]. Yue X.N. et al., Plasma Phys. and Controlled Fusion, 2013, т. 55, вып. 8
- [2]. Гусев В.К. и др., Журнал технической физики, 2006, т. 76, вып. 8, стр. 25-32
- [3]. R. Yoshino et al, Nucl. Fusion, 1997, т. 37, вып. 8
- [4]. Khayrutdinov R.R., Lukash V.E., J. Comput. Physics, 1993, вып. 109, стр. 193-201
- [5]. Уласевич Д.Л., Хайрутдинов Р.Р. и др., X конференция ЛаПлаз, 2024

^{*)} DOI – тезисы на английском