

Модернизация НВР-диагностики на токамаке Т-10

Ф.О. Хабанов^{1,2}, М.А. Драбинский^{1,3}, А.В. Мельников¹, Л.Г. Елисеев¹, С.В. Перфилов¹,
В.Н. Зенин^{1,2}

¹ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

² Московский физико-технический институт (государственный университет)

³ Московский государственный технический институт имени Н.Э. Баумана

Зондирование пучком тяжелых ионов (Heavy Ion Beam Probe - НВР) – уникальный метод диагностики плазмы, позволяющий напрямую определять локальные значения электрического потенциала в плазме [1, 2, 3, 4], флуктуации плотности и магнитного поля [1, 5, 6]. Кроме того, может быть измерен турбулентный поток частиц, полоидальные модовые числа и скорости полоидального вращения квазикогерентных мод и широкополосной турбулентности плазмы [7, 8]. Одновременное измерение этих параметров позволяет проводить комплексное исследование свойств турбулентности и переноса частиц в плазме, включая вклад квазикогерентных мод, таких как Геодезическая Акустическая Мода [9] и Альфвеновская собственная мода.

Метод основан на инжекции в плазму пучка однократно ионизованных тяжелых атомов (Tl^+) и регистрации вторичных ионов (Tl^{++}), образовавшихся за счет ионизации на электронах плазмы [1, 2, 3].

В данной работе описывается модернизированная система НВР-диагностики на токамаке Т-10, работающем в НИЦ «Курчатовский институт» (схема диагностической системы представлена на рис. 1). Модернизация производилась с целью расширения частотного диапазона исследуемых колебаний и повышения отношения сигнал/шум. Предполагается увеличение значений тока пучка до 300 мкА при энергии пучка до 300 кэВ и диаметре пучка 7-10 мм. Для этого был спроектирован новый эмиттерно-экстракторный блок, и была обновлена система его питания. Ввод в эксплуатацию модернизированного варианта данной диагностики запланирован на ноябрь 2016 года в рамках осенней экспериментальной кампании на Т-10.

Работа выполнена за счет Российского научного фонда, проект 14-22-00193.

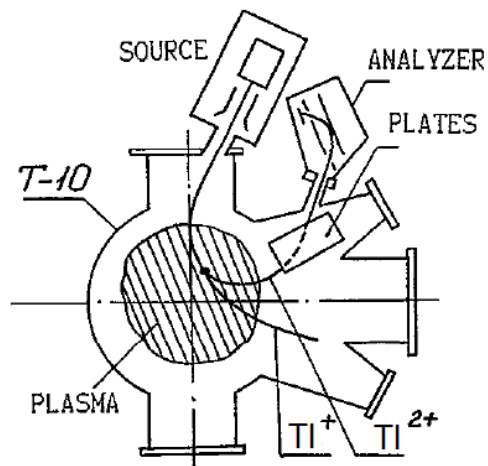


Рис. 1. Схема диагностической системы НИБР на токамаке Т-10.

Литература

1. *Hickok R.L.* A Short History of Heavy Ion Beam Probing. – IEEE Transactions on Plasma Science, 1994, vol. 22, № 4.
2. *Melnikov A.V., Bondarenko I.S., Efremov S.L., Kharchev N.K., Khrebotv S.M., Krupnik L.I., Nedzelskij I.S., Zimeleva L.G., and Trofimenko Yu.V.* HIBP diagnostics on T-10. – Rev. Sci. Instrum., 1995, 66(1).
3. *Dnestrovskij Yu.N., Melnikov A.V., Krupnik L.I., and Nedzelskij I.S.* Development of Heavy Ion Beam Probe Diagnostics. – IEEE Transactions on Plasma Science, 1994, vol. 22, № 4.
4. *Мельников А.В., Дябилин К.С., Елисеев Л.Г., Лысенко С.Е., Днестровский Ю.Н.* Измерения и моделирование электрического потенциала в стеллараторе ТЖ-II. – ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2011, вып. 3.
5. *Crowley T.P.* Rensselaer Heavy Ion Beam Probe Diagnostic Methods and Techniques. – IEEE Transactions on Plasma Science, 1994, vol. 22, № 4.
6. *Smith D.E., Powers E.J., and Caldwell G.S.* Fast-Fourier-Transform-Spectral-analysis techniques as a plasma fluctuation diagnostic tool. – IEEE Transactions on Plasma Science, 1974, vol. 2, pp. 261-272.
7. *Ritz Ch.P. [et al.]* Turbulent structure in the edge plasma of the TEXT tokamak. – Phys. Fluids, 1984, vol. 27, issue 12, 2956.
8. *Eliseev L.G. [et al.]* Two Point Correlation Technique for the Measurements of Poloidal Plasma Rotation by Heavy Ion Beam Probe. – Plasma Fusion Research, 2012, v. 7, p. 2402064.
9. *Melnikov A.V. [et al.]* Investigation of geodesic acoustic mode oscillations in the T-10 tokamak. – Plasma Phys. Control. Fusion, 2006, vol. 48.