равновесие плазмы с предельным бета в осесимметричной открытой ловушке

1,2Христо М.С., 1,2Беклемишев А.Д.

1Институт Ядерной Физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, РФ,
2Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, РФ,
 khristo.mikhail@gmail.com

Режим диамагнитного удержания является одним из новых предложений по повышению параметров плазмы в осесимметричных открытых ловушках. На данный момент существует аналитическая теория равновесия плазмы высокого давления в режиме диамагнитного удержания в параксиальном приближении [1]. В этом режиме равновесие устроено так, что магнитное поле почти полностью вытесняется из центральной части ловушки (вблизи минимума вакуумного поля) с образованием непараксиального «пузыря». Его можно рассматривать и как предельный случай FRC, когда при конечном радиусе FRC его обращённое поле стремится к нулю. Из-за непараксиальности равновесия аналитическая теория имеет ограниченную применимость. В то же время стандартное численное итерационное решение уравнения Грэда-Шафранова с заданным профилем давления плазмы неприменимо: во-первых, искомое равновесие имеет предельное давление, величина и профиль которого заранее неизвестны, а во-вторых, стандартные итерации (без условия вмороженности) вблизи предельных давлений сходятся к решениям с обращённым полем.

Настоящая работа посвящена численному исследованию равновесия плазмы в осесимметричной открытой ловушке при наличии эффектов переноса. Для моделирования равновесия используется соответствующее уравнение, основанное на уравнении Грэда-Шафранова [2, 3]. Для учета эффектов переноса используется уравнение диффузии плазмы в магнитном поле, полученное в рамках магнитной гидродинамики с изотропным давлением. Итоговая система уравнений равновесия и переноса описывает как равновесие, так и самосогласованное формирование профиля давления плазмы. Система является сильно нелинейной, и её конечное состояние не является единственным. Для отбора топологически подходящих решений (без FRC) и ускорения сходимости метода в случае квази-однородного внешнего поля использован новый итерационный процесс, основанный на последовательном учёте поправок к параксиальному равновесию.

Литература.

1. Beklemishev A.D. Diamagnetic “bubble” equilibria in linear traps //Physics of Plasmas. – 2016. – Т. 23. – №. 8. – С. 082506.
2. Шафранов В.Д. О равновесных магнитогидродинамических конфигурациях //ЖЭТФ. – 1957. – Т. 33. – №. 3. – С. 710.
3. Днестровский Ю.Н., Костомаров Д.П. Математическое моделирование плазмы. – " Физико-математическая литература", 1993. – Т. 3.