

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 621.31

DOI: 10.17223/00213411/68/5/10

**Восстановление поля кольцевого магнита
по данным измерений вектора индукции**Е.Д. Вовченко¹, К.И. Козловский¹, А.П. Скрипник¹, А.Е. Шиканов¹¹ *Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия*

Описан алгоритм восстановления поля кольцевого магнита методом наименьших квадратов по данным измерения вектора индукции. Приведены результаты компьютерного эксперимента для определения поля кольцевого магнита, примененного в малогабаритном ионном диоде с лазерно-плазменным анодом для подавления электронной проводимости.

Ключевые слова: магнитное поле, кольцевой магнит, диод с магнитной изоляцией, индукции магнитного поля, расчетно-теоретическая модель.

Введение

При проектировании и анализе ряда технических устройств, содержащих постоянные магниты, часто требуется моделирование трехмерного распределения магнитного поля. Обычно для этого используется метод конечных элементов, позволяющий проводить расчеты для магнитов произвольной формы [1]. Для рассматриваемого в статье случая кольцевых магнитов наличие азимутально-симметричной геометрии позволяет заметно упростить процедуру определения картины магнитного поля, восстанавливая ее по данным измерения компонентов вектора индукции в конечном числе точек пространства. При этом обеспечивается возможность получения высокого уровня точности определения вектора индукции магнитного поля в произвольной точке пространства.

Кольцевые магнитные элементы широко применяются в ускорительной технике, например, в малогабаритных ускорительных трубках (УТ) для генерации нейтронов. В газонаполненных УТ они используются при создании продольного магнитного поля в ионном источнике Пеннинга [2–4], а в вакуумных УТ – для магнитной изоляции диодной системы [5]. Процесс проектирования подобных УТ требует наличия достоверной информации о пространственном распределении магнитного поля, которое имеет достаточно сложную структуру вблизи поверхности полюсов магнита.

В статье описан алгоритм восстановления азимутально-симметричного магнитного поля методом наименьших квадратов с использованием закона Био – Савара и экстраполяции данных измерения компонент вектора индукции B_r и B_z в отдельных точках пространства, доступных для размещения измерительного зонда. Рассмотрено конкретное применение данного алгоритма для определения поля кольцевого магнита, примененного в малогабаритном ионном диоде с лазерно-плазменным анодом для подавления его электронной проводимости [6].

Диод с магнитной изоляцией и лазерно-плазменным анодом

Схема ускорительного высоковольтного вакуумного диода с лазерно-плазменным источником дейтронов и магнитной изоляцией показана на рис. 1. Диод имеет коаксиальную геометрию электродов с внутренним анодом 1 и охватывающим его кольцевым магнитом 2, играющим роль катода. Дейтроны образуются в плазме, создаваемой при фокусировке на TiD-мишень импульсного излучения лазера, синхронизованного с ускоряющим напряжением ГИН Аркадьева – Маркса. Мишень расположена на аноде, изолированном от стенки вакуумной камеры 3 с помощью электрического ввода 4. Лазерное излучение вводится в вакуумную камеру через оптическое окно 5.

Расширяющаяся струя лазерной плазмы играет роль анода. Дейтроны, извлекаемые с ее боковой поверхности, ускоряются в радиальном направлении к катоду. Поле кольцевого магнита, на-