Разработка мегаваттного электронного пучка для установки ГДЛ

1,2Солдаткина Е.И., 1,2Астрелин В.Т., 1Багрянский П.А., 1,2Воскобойников Р.В., 1Иванов А.А., 1,2Трунев Ю.А., 1Шульженко Г.И.

1Институт Ядерной Физики им. Г.И. Будкера, г. Новосибирск, Россия,  
 [e.i.soldatkina@inp.nsk.su](mailto:e.i.soldatkina@inp.nsk.su)  
2Новосибирский Государственный Университет, г. Новосибирск, Россия

Исследование посвящено проблеме взаимодействия мощного электронного пучка с плазмой газодинамической ловушки с целью обоснования возможного применения электронных пучков в термоядерных установках следующего поколения. В частности, в ИЯФ СО РАН проектируется установка ГДМЛ для удержания термоядерной плазмы с электронной температурой до 2 кэВ, относительным давлением до 40%, плотностью быстрых ионов до 3.5·1014 см–3 и энергетическим временем жизни 1 с. Достижение этих параметров позволит обеспечить эффективность DT реакции синтеза на уровне 10% и продемонстрировать возможность строительства термоядерного реактора на основе ловушки открытого типа. Важной частью установки ГДМЛ являются электронные пучки, инжектируемые из торцевых баков в центральную ячейку. Эти пучки призваны выполнять две ключевые функции:

1) управление радиальным профилем электрического потенциала плазмы, что необходимо для преодоления влияния МГД неустойчивостей на удержание частиц и энергии;

2) дополнительный нагрев электронной компоненты плазмы.

Проблемам взаимодействия электронного пучка и горячей двухкомпонентной плазмы посвящена данная работа. В ИЯФ СО РАН был разработан и изготовлен источник электронного пучка с проектной мощностью до 5 МВт (50 кВ, 20 А, 5 мс). Для реализации этой задачи был выбран подход, основанный на использовании коаксиального диода с магнитной изоляцией [1]. Диод состоит из катода выпуклой сферической формы диаметром 20 мм, фокусирующего электрода и цилиндрического анода. Магнитное поле порядка 0.1 Тл в области формирования пука создается соленоидом, надетым на корпус электронной пушки. Для отсечки и ослабления потока ионов из ловушки используется дополнительный положительно заряженный цилиндрический электрод, расположенный по ходу пучка и изолированный от анодного цилиндра. Катод изготовлен из гексаборида лантана и при нагреве до рабочей температуры 1700 °С способен выдавать плотность эмиссионного тока до 10 А/см2. Выбранная схема формирования позволяет получать пучок с малыми поперечными составляющими скоростей, что необходимо для его адиабатической инжекции во входную пробку ГДЛ с магнитным полем до 13 Тл.

Описанный источник был оттестирован на стенде и показал надежную работу при параметрах несколько ниже проектных, а затем установлен в бак расширителя ГДЛ. Первым результатам инжекции электронного пучка в плазму ГДЛ посвящена данная работа.

Литература

1. Beebe, E. et al, Review of Scientific Instruments, Vol. 71, p. 893 – 895, 2000.