ФОКУСИРОВКА ПУЧКА ИОНОВ ДЕЙТЕРИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА НЕЙТРОНОВ [[1]](#footnote-1)\*)

Голубев С.В., Скалыга В.А., Изотов И.В., Шапошников Р.А., Разин С.В, Боханов А.Ф., Казаков М.Ю., Лапин Р.Л., Выбин С.С., Шлепнев С.П.

Institute of Applied Physics, Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod 603950, Russia

Представленная работа посвящена разработке и созданию точечного источника нейтронов на основе D-D реакции синтеза, протекающей при попадании сфокусированного пучка ионов дейтерия на дейтерий-содержащую мишень, как простого и компактного устройства, позволяющего удовлетворить современным требованиям в приложениях нейтронной томографии. В данном типе нейтронного генератора важным параметром, который определяет качество нейтронографического изображения, является размер нейтронного источника, который, в свою очередь, зависит от качества фокусировки ионного пучка на мишень. Следовательно, возникает задача получения наименьшего возможного размера пучка в фокальной плоскости.

В проведенных экспериментах для создания плазмы ЭЦР-разряда использовалось СВЧ-излучение гиротрона с мощностью до 100 кВт и частотой излучения 37.5 ГГц, работающего в импульсном режиме с длительностью импульса 1.5 мс. Плазма удерживалась в прямой магнитной ловушке, образованной парой соленоидов работающих в импульсном режиме. Значение магнитного поля, соответствующее ЭЦР-резонансу для использовавшейся частоты излучения составляет 1.34 Тл, максимальное поле в пробках ловушки составляло 4 Тл. Для формирования ионного пучка использовалась двухэлектродная система экстракции, состоящая из плазменного и пуллерного электродов, между которыми прикладывалось напряжение до 60 кВ. За системой экстракции располагалась магнитная линза, обеспечивавшая фокусировку ионного пучка. Система напуска газа была интегрирована в электродинамическую систему ввода СВЧ-излучения в плазму, располагавшуюся на оси системы вблизи первой магнитной пробки. В качестве рабочего газа использовался дейтерий.

Для диагностики поперечного размера пучка, а также для измерения его полного тока, была использована система подвижных ортогональных щелей с размером отверстия 0.5 мм. Система щелей была помещена в вакуумный объем внутрь диагностической камеры после фокусирующей линзы. Экстрагированный из плазмы пучок попадал на токоприемик, располагавшийся перед щелями, который позволял определять полный ток пучка. За щелями располагался электрод, на который попадала часть пучка, прошедшая сквозь отверстие, что позволяло определять распределение плотности тока в поперечном сечении. Положение щелей регулировалось с помощью автоматизированной системы, позволявшей сдвигать отверстие с шагом 0.15 мм. В ходе исследований были получены поперечные распределения плотности тока пучка ионов дейтерия с шириной на половине максимума менее 1 мм. При этом полный ток достигал значений 150 мА.

Также в работе представлены результаты численного моделирования, проведенные с помощью открытого набора библиотек IBSimu, в рамках которого анализировалась фокусировка ионного пучка с использованием комбинированной фокусирующей системы: электростатической и магнитной. В рамках предложенного метода предлагается разместить дополнительный электрод после системы экстракции для формирования параллельного пучка, что позволит значительно улучшить его транспортировку и фокусировку магнитной линзой. Показано, что такой метод может позволить сфокусировать пучок в область 0.13 мм.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 16-19-10501.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Lt/en/FC-Shaposhnikov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)