

Измерение фазового портрета пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией

С.С. Савинов^{1,2}, Т.А. Быков^{1,2}, Я.А. Колесников^{1,2}, И.М. Щудло^{1,2}, С.Ю. Таскаев^{1,2}

¹ Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

В ИЯФ СО РАН для проведения перспективной методики лечения злокачественных опухолей – бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) – функционирует ускорительный источник эпитепловых нейтронов на основе нового типа ускорителя заряженных частиц – ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией. На ускорителе получают пучок протонов или дейтронов с широким диапазоном тока от 1 нА до 10 мА и энергии от 0,6 до 2,2 МэВ и генерируют нейтроны с различным спектром – холодные, тепловые, эпитепловые, надэпитепловые, моноэнергетические и быстрые. Нейтроногенерирующая мишень располагается в одном из пяти положений в зависимости от решаемой задачи – проведения исследований в области БНЗТ, изучения радиационного блистеринга, проведения радиационного тестирования материалов, измерения сечения ядерных реакций, изучения элементного состава пленок и т. д. Для решения некоторых задач пучок протонов необходимо транспортировать на расстояние более 10 метров, поэтому требовалось определить целесообразность использования фокусирующих элементов.

Для этого было проведено измерение фазового портрета стационарного пучка протонов с мощностью до 6 кВт. Ток и положение прошедшего через подвижный коллиматор пучка протонов измерялся проволочным сканером. В результате проведенных исследований установлено, что размер пучка протонов на выходе из ускорителя составляет 9 – 11 мм, его угловая расходимость не более 0,2 мрад, а нормализованный эмиттанс равен 0,2 мм·мрад. Пучок с такими параметрами может быть транспортирован на расстояние более 10 метров без применения дополнительных фокусирующих элементов.

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина будет поставлен ускорительный источник эпитепловых нейтронов, подобный существующей экспериментальной установке, с другим источником отрицательных ионов водорода и предускорительной трубкой.

Для измерения фазового портрета пучка протонов на поставляемой установке будет применен аналогичный методологический прием.

В докладе приведены и обсуждаются результаты измерения фазового портрета протонного пучка, сделаны выводы о возможности его транспортировки на расстояние до 10 метров без применения фокусирующих элементов в высокоэнергетическом тракте установки, приведена схема для измерения фазового портрета в поставляемой установке.

Исследование проведено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-72-30005).