

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (номер: FWRM-2021-0006).

Список литературы

1. Бугаев С.П., Крейндель Ю.Е., Щапин П.М. Электронные пучки большого сечения. М.: ЭАИ, 1984. 112 с.
2. Соковнин С.Ю. 2007 Наносекундные ускорители электронов и радиационные технологии на их основе (Екатеринбург, УрО РАН) 224 с.
3. Ростов В.В., Алексеенко П.И., Выходцев П.В., Штейнле А.В., Мазин В.И. и др. 2012 Сибирский медицинский журнал, 27, №1, с. 141–146.
4. Kozyrev A.V., Kozhevnikov V.Yu., Vorobyov M.S., Baksht E.Kh., Burachenko A.G., Koval N.N., Tarasenko V.F.// Laser and Particle Beams, 2015. P.1–10. Cambridge University Press. – 0263-0346/15.
5. Григорьев Ю.В., Степанов А.В. 1982 ПТЭ, 5, с. 124.
6. Burlant W. and Hinsch J., 1965, // J. Polim. Sci. A, No.3, 3587.
7. Абдуллин Е. Н., Чмух В. Н. 1979 // Химия высоких энергий. 13 № 2, с.181.
8. М.С. Воробьев, Н.Н. Коваль, С.А. Сулакшин 2015 // ПТЭ, 58, № 5, с. 112–120.

КОНЦЕПЦИЯ КОМПАКТНОГО УСКОРИТЕЛЯ-ТАНДЕМА С ВАКУУМНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

*Колесников Я.А.^{1,2}, Кащеев А.А¹, Савинов С.С.¹, Сингатулин Ш.Р.^{1,2},
Сингатулина Н.Ш.^{1,2}, Сорокин И.Н.^{1,2}, Таскаев С.Ю.^{1,2}*

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

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

В Институте ядерной физики СО РАН предложен, создан и эффективно используют электростатический тандемный ускоритель заряженных частиц оригинальной конструкции, названный со временем ускорителем-тандемом с вакуумной изоляцией VITA [1]. Ускоритель обеспечивает получение стационарного моноэнергетического пучка протонов или дейtronов с энергией от 0,1 до 2,3 МэВ и током до 10 мА. Ускоритель используют для многих приложений, включая радиационное тестирование потоком быстрых нейтронов перспективных материалов, представляющее большой исследовательский интерес для разных научных групп [2, 3].

В Институте начаты пионерские работы по созданию компактного источника быстрых нейтронов [4]. Идея состоит в том, чтобы в качестве источника питания для ускорителя использовать каскадный умножитель Кокрофта-Уолтона VITAmn [5] вместо секционированного выпрямителя ускорителя электронов ЭЛВ. Текущий этап работ предполагает высоковольтное тестирование диэлектрической трубы для газо-вакуумного уплотнения умножителя напряжения, пуско-наладочные работы инвертора и трансформатора, проведение исследований по напуску обтирочного газа с земляного потенциала и проведение высоковольтного тестирования каскадного умножителя.

На основе проделанной инженерно-технической работы предложены две концепции компактных генераторов, – один для генерации нейтронов эпитеплового диапазона с высоковольтным потенциалом 1,135 МВ (энергия 2,3 МэВ) и током протонного пучка 8 мА для применения в БНЗТ, второй для генерации быстрых нейтронов с высоковольтным потенциалом 0,5 МВ (энергия 1,03 МэВ) и током протонного пучка 5 мА. В работе представлены результаты испытаний каскадного умножителя, представлены концепции компактного генератора быстрых нейтронов и компактного ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией.

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

Список литературы

1. С.Ю. Таскаев. Ускорительный источник нейтронов VITA. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2024.
2. Д.А. Касатов и др. Источник быстрых нейтронов на основе ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией и литиевой мишени. Приборы и техника эксперимента, 2020, № 5, 5-9.

3. I. Kolesnikov et al. Generation of a High-Yield Fast Neutron Flux on the Accelerator Based Neutron Source VITA. 2024 IEEE 25th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), Altai, Russian Federation, 2024, pp. 960-963.
4. I. Sorokin, S. Taskaev "A new concept of a Vacuum Insulation Tandem Accelerator", Applied Radiation and Isotopes, vol. 106, pp. 101-103, 2015.
5. A. Kashcheev et al. Concept of Compact Fast Neutron Source VITAm. 2024 IEEE 25th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), Altai, Russian Federation, 2024, pp. 1280-1283.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Горяинов В.Ю.

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

Стенд плазменного ускорителя в ФТИ им. А.Ф. Иоффе – универсальная установка с обширным диагностическим комплексом, позволяющая автономно решать различные задачи, будь то исследование параметров струи плазменных источников различных модификаций в геометрии и энергетике, или облучение материалов; и активная работа которого не прекращается несколько десятков лет. Экспериментальный стенд (рис. 1) состоит из вакуумной камеры, системы откачки газа, плазменного источника и диагностик. Удобство конструкции позволяет за короткое время без полной откачки вакуумной камеры заменять компоненты эксперимента и энергетику. Размеры вакуумной камеры объемом 2.5 м³ позволяют без влияния стенок оценивать состояние вытекающей струи. Внутри камеры имеется ряд заменяемых диагностик: давления, скорости, энергии струи. Возможно проведение спектральных измерений, видеосъемки скоростной камеры и тепловизионной съемки через окна.

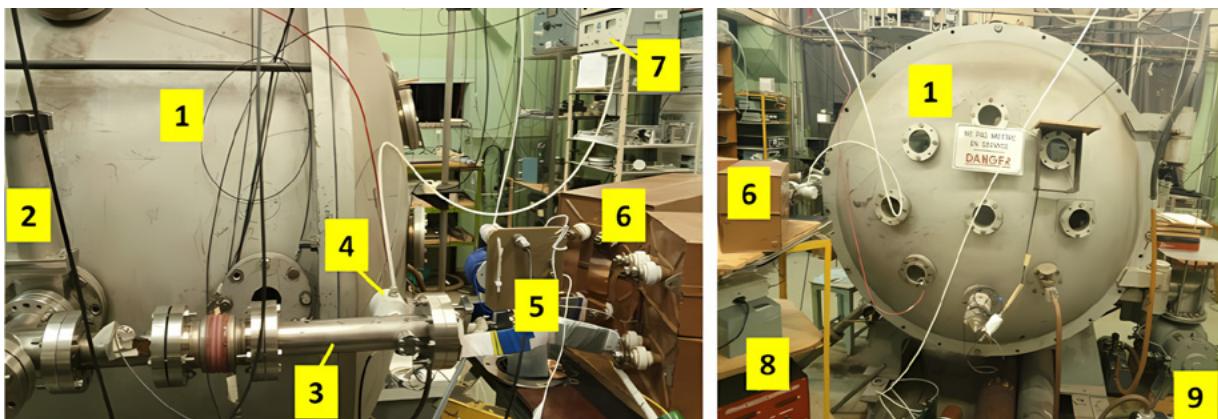


Рис. 1 Внешний вид стендов плазменного ускорителя. 1 – вакуумная камера, 2 – затвор, 3 – внешний электрод, 4 – клапан, 5 – запуск и коммутатор тока, 6 – емкостные накопители, 7 – вакуумметр ВИТ-3 ламповый, 8 – зарядный блок, 9 – турбомолекулярный насос.

Основная задача исследований состоит в эффективной подаче вещества-топлива в токамак и поддержания тока. Для этого требуется формирование плазменной струи, свободной от примесей, с высокими плотностью, скоростью, достаточными для ее прохождения через магнитное поле токамака (до 1 Тл). С этой целью был разработан и модернизирован коаксиальный ускоритель с улучшенными значениями давления и энергии струи, плотностью 10^{15} см⁻³, скоростью выше 100 км/с [1]. Ускоритель представляет собой коаксиальный плазменный рельсотрон с системами питания, подачи газа и управления. Диаметр наружного электрода составлял 48 мм, длина 250 мм. Напряжение на электродах для емкости 200 мкФ можно варьировать от 3 до 5 кВ, ток разряда может достигать 120 кА, длительность импульса ~ 30 мкс. Использование стендов позволяет без взаимодействия с токамаком проводить тестовые испытания плазменного ускорителя после каждой модификации и находить наиболее подходящие режимы работы.

Результатом стало успешное применение ускорителя в качестве инжектора плазмы в токамак, в том числе на плато тока. Большинство испытаний проводилось на установке Глобус-М/М2 с маг-