

Отзыв на проект
«Исследование глубоко подкритических ускорительных систем и осо-
бенностей их применения для производства энергии и трансмутации
отработанного ядерного топлива с использованием квази-бесконечной
урановой мишени»

Руководитель: С.И. Тютюнников

В настоящее время развитие ядерной энергетики, использующей для выработки энергии, энергию деления урана-235 или плутония-239, сдерживается, во-первых, из-за проблем, связанных с постоянным накоплением долгоживущих радиоактивных отходов, и, во-вторых, из-за недостатка ресурсов природного урана с приемлемой стоимостью извлечения, необходимого для развития масштабной ядерной энергетики.

Для решения этих проблем и обеспечения условий неограниченного развития ядерной энергетики за счет использования урана-238 и тория-232, ресурсы которых на порядки превышают ресурсы органического топлива, создается концепция развития ядерной энергетики с замкнутым топливным циклом. С целью поддержания нейтронного потенциала такой системы ядерной энергетики необходимо ввести в эксплуатацию инновационные ядерные установки с внешним источником нейтронов, в качестве которых рассматриваются подкритические системы с сильноточным ускорителем заряженных частиц (протонов или легких ионов).

Требования к точности расчетов основных параметров (нейтронный выход из мишени, спектр нейтронов как внутри мишени, так и на ее поверхности, радиационная стойкость конструкционных материалов, окружающих мишень, параметры локального энерговыделения в мишени, «окне» и бланкете, и др.) инновационных ядерных установок с внешним источником нейтронов (ADS) были выработаны еще в начале этого века, однако до настоящего времени они не достигнуты. Причина - все высокоэнергетические транспортные программы, применяемые для расчета таких систем, создавались в различных лабораториях, под научные задачи, связанные, в основном, с областью физики высоких энергий. Поэтому при использовании их для расчета ядерно-энергетических установок, они должны быть верифицированы в широком диапазоне энергий и масс заряженных частиц, бомбардирующих как модели, только нейтронно-образующих мишеней из различных материалов, так модели «мишень+ подкритический бланкет».

С этой целью, в ЛФВЭ с 2010 по 2013 г. г., была создана экспериментальная установка с пучком ядер NUCLOTRON, в которую входила часть мишени "Квинта" из 500 кг природного урана и система контроля входного пучка, разработан и внедрен новый метод измерения нейтронов, генерируемых в мишенях, как в режиме *«in situ»*, так и в пассивном режиме.

Выполненные исследования, связанные с определением основных параметров ADS, с различными мишенями, бомбардируемыми протонами и легкими ионами, показали новые и интересные экспериментальные результаты, в которые получены зависимости выхода энергии в урановой сборке от энер-

тии падающих дейтронов, пространственное распределение реакции U238(n, γ)Pu239, жесткости нейтронного спектра вторичного излучения и спектров утечки нейтронов, измеренных на поверхности установки.

В предложенной части II проекта – исследования квази-бесконечной мишени «Buran», будет создана экспериментальная установка на основе сборки мишени из 20 т природного урана и комплекс измерительных приборов, которые позволяют:

- определить число частиц, бомбардирующих мишень, в каждом сбросе;
- определить форму их пространственного распределения для каждого сброса;
- определить мощность пучка частиц, бомбардирующих мишень;
- проводить исследования со вставками, моделирующие мишени различного состав;
- проводить исследования распределения потоков нейтронов пороговыми детекторами и камерами деления в квази-бесконечной мишени «Buran» со вставками из различных мишеней;
- проводить измерения скоростей реакций образования остаточных ядер продуктов в экспериментальных образцах из natU;
- определить коэффициент умножения энергии входного пучка.

Уникальность предложенной установки определяется ее размерами, которые превышают длину диффузии нейтронов в 5-6 раз, что, как показывают оценки, обеспечит их утечку на уровне 5-10%. При этом возможность замены нейтрально-образующей центральной вставки из natU диаметром 200 мм на вставки из 232Th, natPb, natPb+Bi, natW, natTa, ..., 27Al такого же диаметра, позволит, впервые измерить изменение спектральных индексов в квази-бесконечной мишени из natU диаметром 1200 мм.

Подобная установка будет впервые введена в эксплуатацию, как в Российской Федерации, так и в Европе и, несомненно, будет иметь большой международный потенциал, так как может быть использована для наработки спектра ядерных данных, необходимых для верификации высокоэнергетических транспортных программ, широко используемых в мировой практике для расчета ADS.

Считаю целесообразным реализацию предложенного проекта.

Профессор, д.ф.-м.н.

Ю.Е. Титаренко

Подпись Титаренко Ю.Е. удостоверяю,

И.о. ученого секретаря

НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ

Гордиенко Татьяна Ивановна



23 апреля 2019 года