

## УСКОРИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК НЕЙТРОНОВ VITA ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ <sup>\*</sup>)

Остреинов Г.М., Таскаев С.Ю., Бикчурина М.И., Верховод Г.Д., Быков Т.А., Касатов Д.А., Колесников Я.А., Соколова Е.О., Коновалова В.Д., Кошкарев А.М., Щудло И.М.

ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия. [G.M.Ostreinvo@inp.nsk.su](mailto:G.M.Ostreinvo@inp.nsk.su)

В Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера был предложен, создан и в настоящее время эксплуатируется тандемный электростатический ускоритель заряженных частиц с вакуумной изоляцией (VITA) [1]. Ускоритель генерирует стабильные пучки протонов или дейтронов постоянного тока с энергией от 0.2 до 2.3 МэВ и током до 10 мА. Изначально VITA создан для генерации эпитепловых нейтронов в реакции  ${}^7\text{Li}(p,n)$ , для бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ). В настоящее время, ускоритель активно используется для ряда прикладных и фундаментальных исследований.

Высокая степень монохроматичности пучка по энергии (0.1%), в совокупности с технологией изготовления тонких, беспримесных литиевых и борных мишеней, позволяет исследовать механизмы и сечения ядерных реакций. На установке выполнена работа [2] по измерению дифференциального сечения реакции  ${}^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha$  – основного кандидата анейтронного синтеза [3]. Показано, что в подавляющем большинстве случаев, реакция протекает через последовательный распад: на первом этапе испускается высокоэнергичная альфа-частица и образуется ядро  ${}^8\text{Be}$  в основном или возбужденном состоянии, на втором этапе происходит распад ядра бериллия на две альфа частицы.

В совместной работе с исследователями из проектного центра ITER, измерены сечения и спектры нейтронов в различных каналах реакции  ${}^7\text{Li}(d,n){}^8\text{Be}$  [4]. Данная реакция характеризуется большим выходом и энергией нейтронов. Показано, что при энергии пучка дейтронов 1.5 МэВ и при токе пучка 1 мА, на ускорителе можно получить выход нейтронов  $2 \cdot 10^{12} \text{ c}^{-1}$ . Полученные поля быстрых нейтронов применяются для проведения радиационных испытаний материалов и оборудования, использующихся в первой стенке термоядерного реактора [5], а также для проведения исследований по терапии быстрыми нейтронами [6].

### Литература

- [1]. Таскаев.С.Ю. Ускорительный источник нейтронов VITA. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2024. - 248 с.
- [2]. Taskaev S. et al. Measurement of the  ${}^{11}\text{B}(p,\alpha){}^8\text{Be}$  and the  ${}^{11}\text{B}(p,\alpha){}^8\text{Be}^*$  reactions cross-sections at the proton energies up to 2.2 MeV. Nuclear Inst. and Methods in Physics Research
- [3]. Rostoker N., Binderbauer M., Monkhurst H., Colliding beam fusion reactor, Science 278 (5342) (1997) 1419–1422.
- [4]. Мещанинов С.А. и др. Измерение сечения реакций  ${}^7\text{Li}(d,n){}^8\text{Be}$  при энергии дейтронов от 0,4 МэВ до 2,1 МэВ. Ядерная физика (принята к публикации 10.08.2024)
- [5]. A. Shoshin et al. Test results of boron carbide ceramics for ITER port protection. Fusion Engineering and Design. Volume 168, July 2021, 112426
- [6]. Bleddyn Jones. Clinical Radiobiology of Fast Neutron Therapy: What was Learnt? Front.Oncol. vol 10 (2020).

<sup>\*</sup>) [DOI – тезисы на английском](#)