

II International Scientific Conference «Innovative Technologies of Nuclear
Medicine and Radiation Diagnostics and Therapy»
**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ РЕАКЦИИ $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha\alpha$
ДЛЯ ПРОТОННОЙ ТЕРАПИИ И ДРУГИХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

**А. А. Шуклина^{1,2}, М. И. Бикчурина^{1,2}, Т. А. Быков^{1,2}, Д. А. Касатов^{1,2},
Е. О. Соколова^{1,2}, С. Ю. Таскаев^{1,2}**

¹ *Институт ядерной физики, Новосибирск, Россия*

² *Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
a.shuklina@g.nsu.ru*

Достоверные знания о сечении ядерной реакции $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha\alpha$ актуальны для нескольких направлений. Первое – это использование бора как радиосенсибилизатора при проведении протонной терапии. Накопление бора-11 в раковых клетках с последующим облучением протонами приводит к ядерной реакции с генерацией высокоэнергетичных α -частиц, что позволяет увеличить поглощенную дозу на глубине пика Брэгга при проведении протонной терапии [1]. Второе – это перспектива использования реакции бор-протонного синтеза для термоядерной энергетики. В сравнении с альтернативными реакциями, рассматриваемыми для осуществления управляемого термоядерного синтеза, при производстве энергии с использованием бора отсутствует остаточная радиация и увеличивается количество эффективной энергии, так как реакция $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha\alpha$ проходит без генерации нейтронов [2]. Третье направление – исследование механизма первичного нуклеосинтеза в рамках ядерной астрофизики [3]. Несмотря на актуальность, физика реакции до сих пор является открытым вопросом, а данные о сечении, представленные в базе данных ядерных реакций IBANDL, существенно разнятся.

Цель работы заключается в получении новых знаний, актуализации и уточнении имеющихся данных о сечении реакции $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha\alpha$.

Толстая борсодержащая мишень облучена протонами с энергией 0,3-2,15 МэВ на ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией VITA в Институте ядерной физики СО РАН, позволяющем получать про-

II International Scientific Conference «Innovative Technologies of Nuclear
Medicine and Radiation Diagnostics and Therapy»

тоны с энергией от 0,6 до 2,3 МэВ со стабильностью 0,1 % с током от 0,3 мА до 10 мА со стабильностью 0,4 % [4]. Спектры α -частиц, образующихся в результате реакции $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha$, измерены под углом 135° относительно направления протонного пучка спектрометром α -частиц на основе кремниевого полупроводникового детектора ПДПА-1К (Институт физико-технических проблем, Дубна). С помощью программного обеспечения SIMNRA version 7.03 (Институт физики плазмы им. Макса Планка, Германия) проведено моделирование взаимодействия протонного пучка с толстой борсодержащей мишенью, что позволило определить точный состав облучаемой мишени. Полученные результаты подтвердили, что реакция $^{11}\text{B}(p,\alpha)\alpha$ имеет два канала - $^{11}\text{B}(p,\alpha_1)^8\text{Be}^*$ и $^{11}\text{B}(p,\alpha_0)^8\text{Be}$ с различными сечениями, что соотносится с современными представлениями.

В дальнейшем планируется исследовать тонкую борную мишень для измерения сечений реакций каждого канала и измерить спектры образующихся α -частиц под различными углами к направлению протонного пучка.

Исследование было поддержано Российским Научным Фондом, грант No. 19-72-30005.

[1] G. A. P Cirrone. et al., First experimental proof of Proton Boron Capture Therapy (PBCT) to enhance protontherapy effectiveness, Scientific reports, vol. 8(1), p. 1141, (2018).

[2] F. Belloni, On a fusion chain reaction via suprathreshold ions in high-density $\text{H-}^{11}\text{B}$ plasma, Plasma Physics and Controlled Fusion, vol. 63(5), p. 055020, (2021).

[3] L. Lamia et al., New measurement of the $^{11}\text{B}(p,\alpha_0)^8\text{Be}$ bare-nucleus S (E) factor via the Trojan horse method, Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics, vol. 39(1), p. 015106, (2011).

[4] S. Taskaev et al., Neutron source based on vacuum insulated tandem accelerator and lithium target, Biology, vol. 10(5), p. 350, (2021).