

Минобрнауки России
Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной физики
им. А.В. Гапонова-Грехова
Российской академии наук»
(ИПФ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПФ РАН
академик РАН
д.ф.-м.н., профессор
Григорий Геннадьевич Денисов



(подпись)
августа 2024 г.

ведущей организации
на диссертационную работу

Бикчуриной Марины Игоревны

«Исследование генерирующих свойств литиевой мишени»,
представленную в диссертационный совет 24.1.162.02 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной
физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук,
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

Актуальность работы:

В настоящее время быстро растет спрос на источники нейтронов различной мощности, которые все шире используются в фундаментальных и прикладных исследованиях (медицина, материаловедение, системы безопасности, нейтронография и т. д.). В диссертационной работе М.И. Бикчуриной рассматривается нейтронный источник на основе тандемного ускорителя ионов водорода, который в первую очередь оптимизирован для исследований в области бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ). БНЗТ – один из наиболее перспективных новых методов лучевой терапии онкологических заболеваний. В данном направлении за последние 10-20 лет было получено значительное количество ярких результатов, которые подтвердили возможность создания относительно компактных безреакторных нейтронных источников с необходимой для БНЗТ эффективностью.

В последние несколько лет наиболее острой проблемой на пути к созданию нейтронных источников для широкого применения в клинических исследованиях БНЗТ являлось решение задачи разработки надежной и эффективной генерирующей мишени с достаточным ресурсом. Из всех рассматриваемых вариантов на сегодняшний день

наиболее перспективной представляется тонкая литиевая мишень. Диссертационная работа М.И. Бикчуриной посвящена исследованию свойств и характеристик такой мишени и ее применению для генерации терапевтических нейтронных пучков. Результаты, полученные М.И. Бикчуриной, фактически закрывают проблему разработки мишени для нейтронных источников на основе ускорителей для БНЗТ и позволяют рассчитывать на существенное расширение программы биомедицинских исследований в данном направлении.

Научная новизна диссертационной работы:

Научная новизна результатов диссертационной работы не вызывает сомнений. Коллективом лаборатории БНЗТ впервые была разработана литиевая мишень для генерации нейтронных пучков, отвечающих требованиям бор-нейтронозахватной терапии. М.И. Бикчуриной исследованы ее свойства, определена эффективность генерации нейтронов и ее зависимость от состава мишени. В рамках работы удалось разработать уникальные новые методики измерения сечений реакций с использованием тандемного ускорителя с вакуумной изоляцией и провести измерения сечения ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ с высокой точностью.

Научная и практическая значимость полученных результатов:

Практическая значимость диссертации не вызывает сомнений. Результаты диссертационной работы могут использоваться в исследовательских, проектных и конструкторских организациях, работающих в области физики ускорителей заряженных частиц, нейтронной физики. Полученные результаты обеспечивают возможность производства надежных и эффективных нейтроногенерирующих мишеней медицинских установок. В ходе исследований был разработан целый ряд новых методик, позволяющих использовать тандемный ускоритель в ИЯФ СО РАН для диагностических целей, определения структуры, состава и радиационной стойкости различных объектов и материалов, уточнения данных о сечениях различных реакций и т.д.

Обоснованность и достоверность полученных результатов:

Исследования свойств и характеристик тонкой литиевой мишени для генерации терапевтических нейтронных пучков проведены с использованием целого ряда уникальных экспериментальных методик, а их объем весьма значителен. Работы, выполненные с использованием различных (в некоторых случаях дублирующих друг друга) методов диагностики, сравнение их результатов с существующими аналогами и теоретическими расчетами, широкое обсуждение полученных данных на

специализированных международных конференциях, публикации в ведущих научных журналах не вызывают сомнения в обоснованности и достоверности научных положений и выводов. Проведенные исследования позволили разработать надежную литиевую мишень с большим ресурсом для генерации нейтронных пучков, отвечающих требованиям бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний.

Результаты диссертации докладывались на многочисленных российских и международных конференциях и представлены в 4 научных статьях в международных и российских журналах (в журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России).

Содержание диссертации и ее завершенность:

Диссертация изложена на 138 страницах, состоит из введения, 4 глав и заключения, содержит 44 рисунков, 10 таблиц и список литературы из 164 наименований. Во введении обозначены цели и задачи исследования, раскрыты их новизна, практическая значимость, личный вклад М.И. Бикчуриной, сформулированы положения, выносимые на защиту. В первой главе представлена информация о методах проведения исследований, описана экспериментальная установка. Во второй главе представлены результаты измерений полного нейтронного выхода из литиевой мишени. В третьей главе исследован элементный состав мишени и его зависимость от режимов облучения и хранения мишени. В четвертой главе описана разработанная оригинальная методика измерения сечения ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$, приводятся результаты ее применения. В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы М.И. Бикчуриной.

Работа выстроена логично, ее структура и содержание отражают цели и задачи исследования. Работа представляется законченным научным трудом. Результаты М.И. Бикчуриной, изложенные в диссертации, являются, несомненно, новыми и обладают большой научной значимостью, соответствуют мировому уровню исследований в области разработки нейтронных источников для медицинских приложений на основе ускорителей заряженных частиц и, в значительной степени, определяют его.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника в области исследования «Расчетно-теоретические и экспериментальные исследования взаимодействий пучков заряженных частиц с электромагнитными полями, друг с другом, с молекулами остаточного газа и мишенями» (п. 7 паспорта специальности).

Замечания и пожелания:

Проведенные М.И. Бикчуриной исследования и их результаты не вызывают серьезных замечаний. К работе может быть сформулирован ряд незначительных пожеланий.

1. В ходе исследований элементного состава мишени автором были использованы эффективные методики, реализация которых стала возможна благодаря богатым возможностям уникальной экспериментальной установки. Было бы хорошо провести аналогичные дублирующие исследования и с использованием серийного специализированного оборудования, прошедшего многократную проверку достоверности измерений. Для этого можно было воспользоваться вторичной ионной масс-спектрометрией (ВИМС), от которой автор отказалась при выборе методов.
2. При определении нейтронного выхода с мишени путем определения числа накопленных радиоактивных ядер бериллия представляется важным обосновать, что их количество в процессе облучения мишени не может существенно зависеть от каких-то еще реакций бериллия с протонами, нейтронами, гамма-излучением.
3. Раздел 1.4 с обзором методов измерений сечений ядерных реакций составлен слишком кратко.

Отмеченные недостатки ни в коей мере не снижают важности и достоверности полученных в диссертации М.И. Бикчуриной результатов. В целом, диссертационная работа производит очень хорошее впечатление.

Оценка автореферата диссертации:

Автореферат полностью раскрывает основные положения диссертации. Замечаний к автореферату не предъявляется.

Заключение семинара Отделения физики плазмы и электроники больших мощностей Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» по диссертации М.И. Бикчуриной на соискание ученой степени кандидата наук:

Диссертация Бикчуриной Марины Игоревны «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника является научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты, имеющие принципиальную значимость для развития

ускорительных источников нейтронов и их применения для бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний.

Диссертационная работа М.И. Бикчуриной «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени» полностью соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Отзыв составил:

Скалыга Вадим Александрович
Заместитель директора по научной работе ИПФ РАН
Доктор физико-математических наук, профессор РАН
Специальность 01.04.08 «Физика плазмы»,
адрес: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, д. 46
тел: +7 (915) 949-27-11
эл. почта: skalyga@ipfran.ru

«05» августа 2024 г.

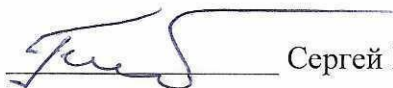


Вадим Александрович Скалыга

Материал диссертации М.И. Бикчуриной «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени» рассмотрен на семинаре Отделения физики плазмы и электроники больших мощностей Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» 06 июня 2024 года.

Голубев Сергей Владимирович
Руководитель научного направления «Физика плазмы»
Доктор физико-математических наук
Специальность 01.04.08 «Физика плазмы»,
адрес: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, д. 46
тел: +7 (951) 902-57-85
эл. почта: gol@ipfran.ru

«05» августа 2024 г.



Сергей Владимирович Голубев

Подпись В.А. Скалыги и С.В. Голубева заверяю
Ученый секретарь ИПФ РАН



Игорь Валерьевич Корюкин