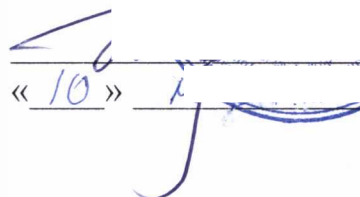


УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ГНЦ РК,
д.ф.-м.н., профессор

 Э.А. Батырбеков
« 10 » _____ 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного
ведения «Национальный ядерный центр Республики Казахстан»
Министерства энергетики Республики Казахстан

Диссертация «Экспериментальные исследования процессов взаимодействия изотопов водорода с жидким литием в условиях нейтронного облучения» по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния выполнена в филиале «Институт атомной энергии» Республиканского государственного предприятия «Национальный ядерный центр Республики Казахстан».

В период подготовки диссертации соискатель Понкратов Юрий Валентинович, 1972 года рождения, работал в филиале «Институт атомной энергии» Республиканского государственного предприятия «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» в должности заместителя начальника лаборатории внутриканальных реакторных испытаний.

В 2022 г. окончил аспирантуру в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, профиль Физика конденсированного состояния. Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2022 г.

Научный руководитель: Никитенков Николай Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор Инженерной школы ядерных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы. Исследования, проводимые в поддержку проектов по созданию установок управляемого термоядерного синтеза, показали, что использование в качестве обращенного к плазме материала (ОПМ) графита, бериллия, вольфрама вызывают серьезные вопросы. Решением проблем может стать использование лития в качестве ОПМ. Важным с точки зрения применения лития в ТЯР является описание механизмов, связанных с процессами рециклинга изотопов водорода в ОПМ. Также проблемными

вопросами применения лития в ТЯР являются процессы генерации и выделения трития из жидкого лития в условиях нейтронного облучения.

Национальный ядерный центр Республики Казахстан эксплуатирует исследовательские ядерные реакторы, технические характеристики которых обеспечивают возможность проведения экспериментальных исследований процессов взаимодействия изотопов водорода с жидким литием, генерации и выделения трития из жидкого лития в условиях нейтронного облучения.

Целью работы является исследование закономерностей взаимодействия изотопов водорода с жидким литием (сорбция, десорбция, растворимость) и процессов генерации трития и гелия в литии, в условиях одновременного воздействия нейтронного облучения и высоких температур. Описание механизмов и определение параметров этого взаимодействия.

Научная новизна заключается в том, что:

1. Впервые проведены эксперименты по облучению жидкого лития с одновременной масс-спектрометрической регистрацией в реальном времени изменения парциального давления изотопов водорода над исследуемыми образцами.
2. Впервые зарегистрированы изменения скорости сорбции (десорбции) жидким литием изотопов водорода в зависимости от нейтронного потока и температуры в условиях реакторного облучения.
3. Впервые зарегистрированы изменения скорости выхода трития из жидкого лития в зависимости от нейтронного потока и температуры в условиях реакторного облучения.
4. Определены параметры процессов сорбции (десорбции) изотопов водорода жидким литием, а также параметры генерации и выделения трития из жидкого лития в процессе реакторного облучения, предложены модели описывающие механизмы этих процессов.

Степень достоверности результатов подтверждается применением современных экспериментальных методов, у которых достаточная воспроизводимость результатов измерений, и обработкой экспериментальных данных на современном оборудовании. Статистическая обработка полученных данных проводилась с заданной вероятностью и необходимым количеством повторных испытаний. Исследования проводились с использованием верифицированных методик и применением откалиброванных средств для измерения-регистрации температуры, абсолютного давления, парциального давления и масс-спектров.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в том, что полученные новые экспериментальные данные позволят расчетно-экспериментальным путем обосновать использование жидкого лития в качестве плазмообращенного материала как на действующих установках управляемого термоядерного синтеза, так и при разработке будущих

термоядерных реакторов. Востребованность и практическая значимость результатов выполненной работы заключается в развитии методик и экспериментальной базы для определения параметров взаимодействия изотопов водорода с конструкционными и функциональными материалами ядерных и термоядерных установок в процессе реакторного облучения; использовании полученных результатов при обосновании конструкции будущих реакторов и их безопасной эксплуатации; возможность применения полученных результатов для создания теоретических моделей поведения изотопов водорода в жидких металлах и сплавах в процессе облучения.

Личное участие автора. Постановка цели и задач исследования. Сбор и анализ данных по исследованиям применения материалов на основе лития в качестве обращенных к плазме материалов ТЯР. Разработка ампульных устройств, участие в разработке методики реакторных экспериментов. Участие в проведении методических, дореакторных и облучательных экспериментах на реакторе ИВГ.1М. Обработка и анализ полученных результатов, разработка моделей, описывающих процессы взаимодействия жидкого лития с изотопами водорода в условиях высоких тепловых и радиационных нагрузок.

Степень полноты публикаций. По теме диссертации опубликовано 26 работ. В том числе 20 статей опубликовано в журналах входящих в базы данных Scopus и Web of Science. 8 статей из списка ВАК (три из них индексируемых системой РИНЦ). Четыре публикации представляют собой национальные патенты Республики Казахстан (из них один патент на изобретение и три патента на полезную модель).

Ниже приведен неполный список работ, опубликованных по теме диссертации.

Статьи в рецензируемых изданиях входящих в перечень рекомендованных ВАК:

1. Тажибаева И.Л., Понкратов Ю.В., Кульсартов Т.В. Определение параметров взаимодействия изотопов водорода с жидким литием и литиевой капиллярно-пористой системой в условиях реакторного облучения // Вопросы атомной науки и техники, Сер. Термоядерный синтез. – 2013. – Вып. № 4. – С. 25-38. DOI: 10.21517/0202-3822-2013-36-4-25-38.

2. Гордиенко, Ю.Н., Понкратов Ю.В., Никитенков Н.Н. Применение метода водородопроницаемости реакторных экспериментах по исследованию взаимодействия изотопов водорода с конструкционными материалами // Известия Томского политехнического университета: Математика и механика. Физика. 2014. Т. 324. № 2. С. 149-162.

3. Заурбекова, Ж. А., Понкратов Ю.В., Скаков М.К. Исследование процессов генерации и выделения трития и гелия из свинцово-литиевой эвтектики в условиях реакторного облучения // Ядерная физика и инжиниринг, 2017, том 8, № 1, с. 38-47. DOI: 10.1134/S2079562917010250.

4. Заурбекова, Ж.А., Тажибаева И.Л., Понкратов Ю.В. Исследование наработки трития и гелия в литийсодержащих материалах и их выделения (обзор) // Вопросы атомной науки и техники, Сер. Термоядерный синтез. – 2018.– Том 41. Вып. № 4.– С. 14-25. DOI: 10.21517/0202-3822-2018-41-4-14-25.

5. Люблинский И.Е., Вертков А.В., Понкратов Ю.В. Стационарно работающие литиевые внутрикамерные элементы ТОКАМАКА // Вопросы атомной науки и техники, Сер. Термоядерный синтез. – 2020.– Том 43. Вып. № 1.– С. 55-63. DOI: 10.21517/0202-3822-2020-43-1-55-63.

6. Vertkov A. V., Lyublinski I. E., Ponkratov Yu. V. New version of the KTM lithium divertor // Physics of Atomic Nuclei. – 2020. – V. 83, No. 7. – P. 1-8. DOI: 10.1134/S1063778820070121.

7. Lyublinski I. E., Vertkov A. V., Ponkratov Yu. V. Stationary Operated Lithium In-Vessel Elements of a Tokamak // Physics of Atomic Nuclei, 2021, Vol. 84, No. 7, p. 1-7. DOI: 10.1134/S1063778821070085.

8. Askerbekov S., Ponkratov Yu., Kulsartov T. Analysis of reactor experiments to study the transfer processes of generated tritium in lithium CPS (capillary-porous system) // International Journal of Hydrogen Energy. – 2022. – V.47, Is.11. – P.7368-7378. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2021.03.163.

Статьи в рецензируемых изданиях входящих в перечень Scopus и Web of Science:

9. Ponkratov Yu. V., Baklanov V. V., Skakov M. K. Determination of tritium generation and release parameters at lithium CPS under neutron irradiation // Fusion Engineering and Design. – 2016. – V. 109-111 (Part A). – P. 52-56. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2016.03.054.

10. Tazhibayeva I. L., Ponkratov Yu. V., Skakov M. K. Results of reactor irradiation of liquid lithium saturated with deuterium // Fusion Engineering and Design. – 2017. – V. 117. – P. 194-198. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2016.06.057.

11. Kulsartov T. V., Ponkratov Yu. V., Tazhibayeva I. L. Investigation of hydrogen isotopes interaction with lithium CPS under reactor irradiation // Fusion Engineering and Design. – 2017. – V. 124. – P. 324-327. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2017.03.135.

12. Ponkratov Yu. V., Nikitenkov N. N., Mazzitelli G. Methodology of the experiments to study lithium cps interaction with deuterium under conditions of reactor irradiation // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2019. – V. 21, № 1. – P. 107-113. DOI:10.18321/ectj820.

13. Tazhibayeva I. L., Ponkratov Yu.V., Kulsartov T.V. Reactor studies of hydrogen isotopes interaction with lithium CPS using dynamic sorption technique // Fusion Engineering and Design. – 2019. – V. 146. – P.402-405. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2018.12.077.

14. Gordienko Yu. N., Ponkratov Yu. V., Kulsartov T. V. Research facilities of IAE NNC RK (Kurchatov) for investigations of tritium interaction with structural

materials of fusion reactors // Fusion Science and Technology. – 2020. – V. 76, Is. 6. – P. 703-709. DOI: 10.1080/15361055.2020.1777667.

15. Kulsartov T. V., Ponkratov Yu. V., Zaurbekova Zh. A. In-situ determination of parameters of hydrogen isotopes interaction with materials using dynamic sorption/desorption method // Fusion Science and Technology. – 2020. – V. 76, Is. 3. – P. 333-340 DOI: 10.1080/15361055.2020.1712006.

16. Kulsartov Timur, Ponkratov Yuriy, Knitter Regina. Investigation of hydrogen and deuterium impact on the release of tritium from two-phase lithium ceramics under reactor irradiation // Nuclear Materials and Energy. – 2022. – V. 30:101115. DOI: 10.1016/j.nme.2022.101115.

17. Tulubayev Yevgeniy, Ponkratov Yuriy, Nikitenkov Nikolay. Development of a methodology for conducting experiments with a sample of lithium capillary-porous structure at a plasma-beam installation // Materials Today: Proceedings. – 2023. – V. 81, Is. 3. – P. 1209-1215. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.176.

Национальные патенты Республики Казахстан:

18. Понкратов Ю.В., Скаков М.К., Абдуллин Х.А., Бакланов В.В., Барсуков Н.И., Гордиенко Ю.Н., Заурбекова Ж.А., Кульсартов Т.В., Чихрай Е.В. Способ изготовления исследовательских образцов литиевой капиллярно-пористой структуры // Патент РК на полезную модель № 2716, Бюллетень №15, опубл. 23.04.2018.

19. Понкратов Ю.В., Тажибаева И.Л., Барсуков Н.И., Гордиенко Ю.Н., Заурбекова Ж.А., Карамбаева И.С. Устройство очистки и заливки эвтектики // Патент РК на изобретение №34277., Бюллетень №32, опубл. 14.08.2020.

20. Понкратов Ю.В., Скаков М.К., Барсуков Н.И., Гордиенко Ю.Н., Заурбекова Ж.А., Карамбаева И.С., Гныря В.С. Ампульное устройство для исследования тритийгенерирующих материалов // Патент РК на полезную модель №4912, Бюллетень №18, опубл. 06.05.2020.

21. Понкратов Ю. В., Тажибаева И. Л., Гордиенко Ю. Н., Бочков В. С., Тулубаев Е. Ю., Карамбаева И. С., Самарханов К. К. Ампульное устройство для изготовления образцов оловянно-литиевого сплава // Патент РК на полезную модель №6918, Бюллетень №9, опубл. 04.03.2022.

Также основные результаты диссертационной работы докладывались на следующих международных научных конференциях: 5th International Symposium on Liquid Metal Applications for Fusion (ISLA-2017); Международный научный форум «Ядерная наука и технологии», Казахстан, Алматы, 2018, 2019, 2021; V Международная научно-техническая конференция «Инновационные проекты и технологии ядерной энергетики» (МНТК НИКИЭТ – 2018); International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems (INESS2018, INESS2019, INESS 2020); Symposium on Fusion Technology (SOFT 2018); Международная конференция «Проблемы термоядерной энергетики и плазменные технологии», 2019; 12th

International Conference on Tritium Science and Technology (Tritium 2019); International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-19, ICFRM-20); 3rd Asia Pacific Symposium on Tritium Science. (APSOT-3), 2020.

Диссертация «Экспериментальные исследования процессов взаимодействия изотопов водорода с жидким литием в условиях нейтронного облучения» Понкратова Юрия Валентиновича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Заключение принято на заседании научно-технического совета Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» Министерства энергетики Республики Казахстан.

Присутствовало на заседании 21 чел. Результаты голосования: «за» - 21 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 3 от 05 мая 2023 г.

Зам. председателя НТС
Витюк В.А., к.ф.-м.н., PhD,
заместитель генерального директора
по науке



подпись

Секретарь НТС
Баранов С.А., к.б.н.,
главный специалист отдела
бюджетных программ и подготовки кадров



подпись