

УДК 533.9

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ГЕНЕРАЦИИ И ВЫДЕЛЕНИЮ ТРИТИЯ ИЗ СВИНЦОВО-ЛИТИЕВОЙ ЭВТЕКТИКИ Li15.7Pb В ПРОЦЕССЕ РЕАКТОРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Понкратов Ю.В., Тажибаева И.Л., Заурбекова Ж.А., Гордиенко Ю.Н.,
Гныря В.С., Прозорова И.В., Мартыненко Е.А.

Филиал «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

В данной статье представлена методология проведения экспериментов по генерации и выделению трития из эвтектики Li15.7Pb в условиях нейтронного облучения. В ходе разработки методологии были проведены нейтронно-физические расчеты с использованием программы MCNP, в результате которых определена удельная мощность энерговыделения в образце и элементах конструкции ампульного устройства на уровне тепловой мощности реактора 1 МВт. Также были проведены теплофизические расчеты для различных температурных режимов эвтектики на уровнях стационарной мощности реактора 1–6 МВт, расчеты были выполнены при помощи пакетов программ ANSYS. На основе проведенных расчетов было разработано и изготовлено облучательное ампульное устройство (АУ) и в последующем осуществлена очистка и заливка свинцово-литиевой эвтектики в АУ. Проведен методический реакторный эксперимент по определению параметров облучения эвтектики и определению режимов масс-спектрометрической регистрации трития в АУ и приведены его предварительные результаты.

ВВЕДЕНИЕ

В будущих термоядерных энергетических реакторах в качестве топлива предполагается использовать изотопы водорода – дейтерий и тритий. Для наработки трития конструкция термоядерного реактора предусматривает специальное устройство – бриддерный бланкет, в котором функциональный материал в какой-либо форме содержит изотоп ${}^6\text{Li}$. Одной из этих форм является свинцово-литиевая эвтектика. Основными преимуществами свинцово-литиевой эвтектики среди остальных кандидатных функциональных материалов бридера являются: низкая температура плавления; высокий коэффициент воспроизводства трития; высокая теплопроводность; возможность использовать эвтектику как теплоноситель; низкая химическая активность при взаимодействии с кислородом и водой; высокая стойкость к радиационному повреждению; возможность извлечения наработанного трития за пределами бланкета.

В настоящий момент свинцово-литиевая эвтектика выбрана в качестве материала бланкета реактора ДЭМО, предназначенного для демонстрации коммерческой привлекательности термоядерной энергетики [1]. Работы в направлении создания оптимальной конструкции бланкета ДЭМО ведутся во всем мире. Прорабатывается несколько концепций Тестовых Бланкетных Модулей (ТБМ) с дальнейшим их тестированием на реакторе ИТЭР [2–7].

Существует ограниченное число работ, посвященных вопросу взаимодействия изотопов водорода со свинцово-литиевой эвтектикой. Исследования по оценке параметров диффузии, растворимости, выделения изотопов водорода, и, в частности, трития, были выполнены для свинцово-литиевой эвтектики с содержанием лития 17 % и в обычных условиях, т.е. это были эксперименты с необлученными мате-

риалами, либо эксперименты с образцами после облучения [8–10]. Однако, согласно работе [11], даже малое отклонение в концентрации лития по отношению к свинцу приводит к значительным изменениям свойств эвтектики по отношению к изотопам водорода. Было установлено, что активность лития, а значит и растворимость трития в эвтектике, резко падает при самом незначительном уменьшении содержания лития.

Именно поэтому возникает острая необходимость в проведении исследований по выделению трития из свинцово-литиевой эвтектики с содержанием лития равным 15,7 % непосредственно в условиях, моделирующих условия реальной работы в ТЯР.

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Исследуемый образец

Образец свинцово-литиевой эвтектики содержит в атомных долях 15,7 % лития и 84,3 % свинца. Обогащение по изотопу Li^6 составляет 7,52 % (природное). Масса исследуемого образца составляет 68,4 г.

1.2 Реактор ИВГ.1М

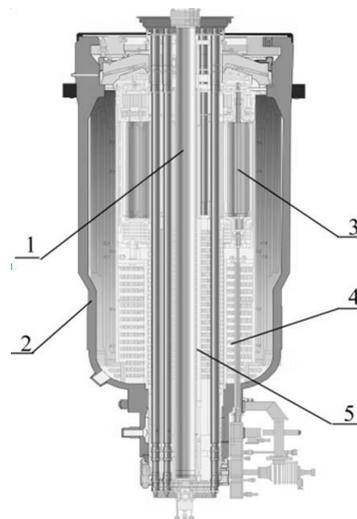
В качестве источника нейтронного облучения использовался реактор ИВГ.1М – исследовательский водо-водяной гетерогенный реактор с бериллиевым отражателем (рисунок 1). Технические характеристики и поток нейтронов реактора приведены в таблицах 1 и 2. Распределение потока нейтронов по высоте экспериментального канала реактора ИВГ.1М приведено на рисунке 2.

Таблица 1. Технические характеристики реактора ИВГ.1М

Тепловая мощность	6 МВт
Эффективный диаметр активной зоны	548 мм
Высота активной зоны	800 мм
Количество ^{235}U в активной зоне	4,6 кг
Плотность потока тепловых нейтронов	$0,87 \cdot 10^{14}$ н/см ² ·с
Расход воды через реактор	до 68 кг/с
Максимальная температура воды	95 °С

Таблица 2. Поток нейтронов в центре активной зоны реактора ИВГ.1М на мощности 1 МВт

Энергетическая группа	0–0,67 эВ	0,67 эВ – 0,10 МэВ	0,10–10,00 МэВ	Интегральный поток
Нейтронный поток, 1/(см ² ·с)	$0,87 \cdot 10^{14}$	$0,42 \cdot 10^{14}$	$0,22 \cdot 10^{14}$	$1,50 \cdot 10^{14}$



1 – центральный канал; 2 – корпус реактора; 3 – регулирующий барабан (РБ); 4 – привод исполнительного механизма РБ; 5 – железо-водная защита

Рисунок 1. Реактор ИВГ.1М

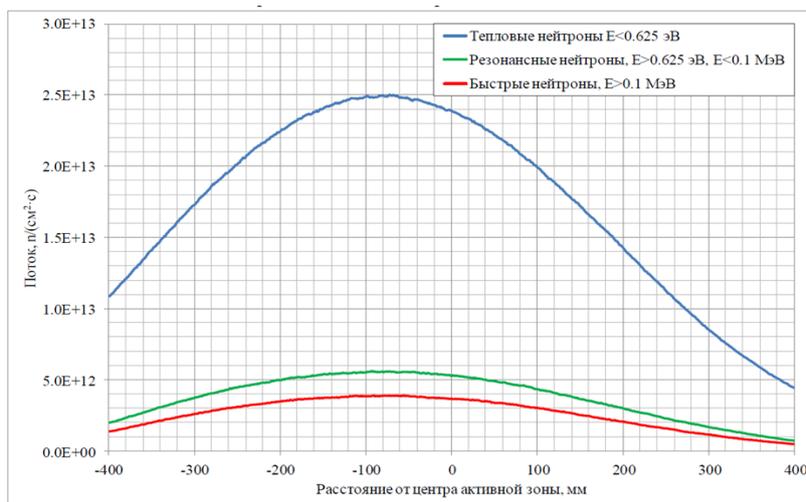


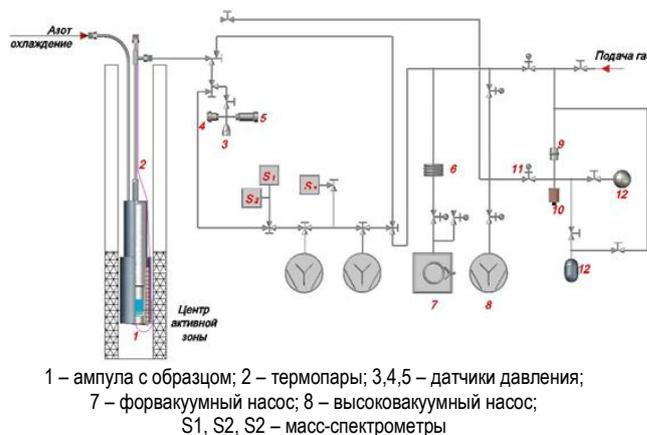
Рисунок 2. Распределение потока нейтронов по высоте экспериментального канала реактора ИВГ.1М

1.3 Экспериментальный стенд

Исследования проводились на экспериментальном стенде ЛИАНА (рисунок 3), который расположен в реакторном зале ИВГ.1М, и предназначен для изучения взаимодействия водорода и его изотопов с металлами, сплавами и композитными материалами, при различных уровнях нейтронного излучения, в интервале температур от 20 °С до 1000 °С.

Экспериментальный стенд функционально состоит из следующих систем:

- вакуумная система;
- масс-спектрометрический комплекс;
- автоматизированная система нагрева и регулировки температуры образца;
- информационно-измерительная система (ИИС).



1 – ампула с образцом; 2 – термопары; 3,4,5 – датчики давления; 6 – форвакуумный насос; 7 – высоковакуумный насос; S1, S2, S2 – масс-спектрометры

Рисунок 3. Схема экспериментального стенда ЛИАНА

Вакуумная система позволяет провести подготовку стенда к работе и обеспечивает все необходимые, заданные программой, условия проведения экспериментов. Система имеет две ступени откачки, форвакуумную и высоковакуумную, а также соединительные трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой. Форвакуумная ступень оснащена вакуумным насосом НВР-5ДМ и азотной ловушкой, высоковакуумная ступень включает в себя магниторазрядные насосы НЭМ-300, НОРД-100 и НОРД-250. Форвакуумная ступень служит для предварительной откачки всех систем и обеспечивает предельно допустимый вакуум для начала работы магниторазрядных насосов. Высоковакуумная ступень создает необходимые вакуумные условия для проведения до-реакторных, реакторных и послереакторных экспериментов.

Масс-спектрометрический комплекс состоит из трех разных по типу масс-спектрометров: циклотронного газоанализатора (омегатрона) ИПДО-1, радиочастотного МХ-6407 и квадрупольного RGA-100. Данный комплекс позволяет проводить измерения и регистрировать парциальные давления газов в экспериментальном ампульном устройстве в диапазоне от 1 до 100 а.е.м., а также вести непрерывный мониторинг парциальных давлений исследуемых газов в реальном времени.

Система автоматизированного нагрева и регулирования температуры выполнена на базе высокоточного регулятора температуры (ВРТ) и обеспечивает реализацию всех необходимых температурных режимов исследуемого образца с точностью ± 2 °С.

Информационно-измерительная система (ИИС) обеспечивает автоматизированный сбор, регистрацию данных и наблюдение в реальном времени.

1.4 Результаты теплофизических и нейтронно-физических расчетов

С использованием программы MCNP были выполнены нейтронно-физические расчеты, по результатам которых определена удельная мощность энерговыделения в образце и элементах конструкции ампульного устройства при мощности реактора 1 МВт (см. таблицу 3).

Таблица 3. Результаты расчетов энерговыделения

Элемент конструкции	Материал	Удельная мощность энерговыделения, Вт/см ³
Кожух охлаждения	Сталь 12Х18Н10Т	0,98
Корпус ампулы	Сталь 12Х18Н10Т	0,64
Перегородка	Сталь 12Х18Н10Т	1,048
Дно корпуса охлаждения	Сталь 12Х18Н10Т	0,983
Свинцово-литиевая эвтектика	Li15.7Pb (⁷ Li 92,57 %, ⁶ Li 7,42 %)	10,583 13,614*
Теплоизоляция	кремнийорганическая	0,186

* – наружный слой 1 мм

Распределение температуры в экспериментальной ампуле обуславливают следующие факторы: энерговыделение в материалах конструкции, конвективный теплообмен, теплообмен в материалах за счёт теплопроводности, теплообмен излучением.

При помощи программного комплекса ANSYS Fluent выполнены теплофизические расчеты облучательного устройства для различных температурных режимов эвтектики и определено температурное поле в экспериментальной ячейке на уровнях мощности реактора 1–6 МВт. Модель, построенная для расчета, приведена на рисунке 4. На основе выполненных расчетов разработана конструкция и изготовлено облучательное ампульное устройство (АУ).

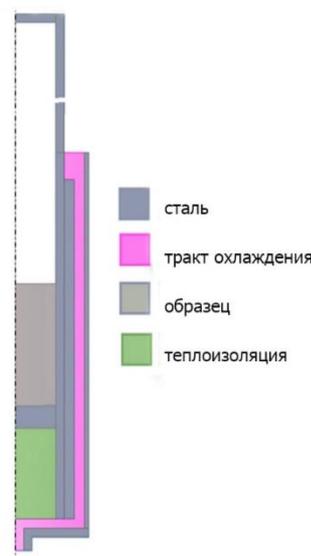


Рисунок 4. Расчетная модель АУ

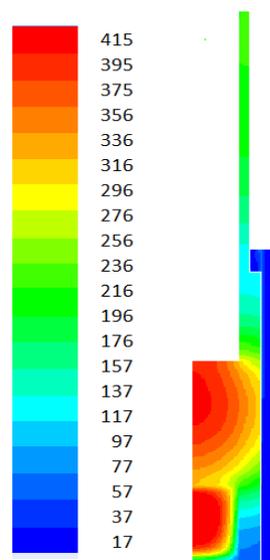


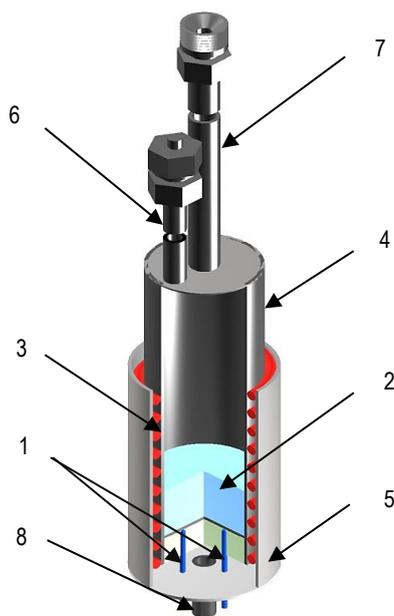
Рисунок 5. Расчетное температурное поле модели АУ на мощности реактора ИВГ.1М 6 МВт

По результатам расчетов было определено, что при стационарном режиме работы на уровне мощности работы реактора 6 МВт для обеспечения температуры корпуса ампульного устройства не выше 300 °С расход азота охлаждения должен составлять не менее 0,04 кг/с. Для того, чтобы при приведенных условиях, температура корпуса ампулы не превысила значения 250 °С требуется расход азота, равный 0,06 кг/с.

Расчетное стационарное температурное поле модели ампульного устройства при значении расхода охлаждающего газа 0,03 кг/с приведено на рисунке 5. Температура приведена в градусах Цельсия.

1.5 Экспериментальное ампульное устройство

Для проведения реакторных экспериментов по определению параметров генерации и выделения трития из свинцово-литиевой эвтектики на основе результатов, полученных в нейтронно-физических и теплофизических расчетах, была разработана конструкция облучательного ампульного устройства (рисунк 6).



1 – термопары; 2 – свинцово-литиевая эвтектика (масса – 68,5 г); 3 – нагреватель (КТМС ХК); 4 – корпус ампулы; 5 – кожух охлаждения (12Х18Н10Т); 6 – штуцер соединения заливного устройства; 7 – штуцер откачки АУ и соединения с масс-спектрометрической частью; 8 – труба подачи азота

Рисунок 6. Схема ампульного устройства с образцом свинцово-литиевой эвтектики

Облучательное ампульное устройство (рисунк 6) представляет собой герметичную капсулу, изготовленную из нержавеющей стали 12Х18Н10Т с помещенным в нее образцом свинцово-литиевой эвтектики и оснащена штуцером для соединения ее с вакуумной и измерительной системами стенда ЛИАНА. Для контроля и регистрации температуры исследуемого образца и корпуса ампулы на поверхности ус-

ройства установлены две термопары типа ХА. Облучательное устройство снабжено омическим нагревателем мощностью 200 Вт (изготовленного из провода КТМС ХК), который предназначен для нагрева исследуемого образца и обеспечения поддержания выбранных температурных режимов в проводимых экспериментах. Также предусмотрена система охлаждения в виде одетого на экспериментальную ячейку чехла. Охлаждение производится продуванием газообразного азота через чехол. Особенностью экспериментальной ампулы является наличие прикрепленного к ней специального контейнера, в который изначально помещалась эвтектика для проведения процедуры очистки и последующей заливки в АУ.

Заливка свинцово-литиевой эвтектики в экспериментальное ампульное устройство проводилась на специальном вакуумном стенде. Перед заливкой эвтектики в ампульное устройство были проведены процедуры ее очистки, так как получение чистой свинцово-литиевой эвтектики, удовлетворяющей определенным требованиям по примесям для использования ее в вакуумных камерах плазмо-физических установок, является важным этапом в технологии изготовления исследовательских образцов.

Способы, методики и процедуры очистки, которые частично использовались в данной работе, подробно описаны в [12].

Свинцово-литиевая эвтектика, которая применялась для изготовления образцов, изначально имела вид металлического куска с сильно окисленными поверхностями и, даже после самой тщательной очистки на поверхностях оставались следы химического взаимодействия с атмосферой воздуха. Все это приводило к попаданию в литий углерода и водорода, а взаимодействие очищенных поверхностей с кислородом и азотом так же приводило к загрязнению.

Чтобы очистить свинцово-литиевую эвтектику от примесей были использованы методы химической очистки (геттерирование) и фильтрации. Для этого в заливное устройство был помещен геттер (цирконий), связывающий растворенные в эвтектике примеси в термически более прочные соединения, такие как нитрид циркония, гидрид циркония и т.п., не диссоциирующие в процессе нагрева эвтектики. В качестве фильтра для отделения жидкой эвтектики от крупных частиц оксидов, нитридов и карбидов использовалась мелкоячеистая сетка из нержавеющей стали.

Процедура изготовления исследуемого образца свинцово-литиевой эвтектики была следующей. Сначала эвтектика помещалась в циркониевый стакан, размещенный в герметичном контейнере из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т с установленным штуцером, предназначенным для откачки и последующей заливки эвтектики в АУ. Затем при помощи средств безмасляной откачки контейнер вакуумировался до давления порядка 10^{-5} торр. Далее, с помощью омического нагревателя контейнер нагре-

вался до температуры 750 °С и выдерживался в течение 2,5 часов в условиях непрерывной откачки, после чего нагреватель выключали, и эвтектика остывала до комнатной температуры, затем в контейнер напускался аргон. По завершению вышеописанных процедур контейнер подсоединялся к ампульному устройству, вся конструкция откачивалась до давления не выше 10^{-5} торр и нагревалась до температуры порядка 500 °С. Далее производилась заливка расплава свинцово-литиевой эвтектики через мелкаячеистую металлическую сетку на дно АУ.

На следующем этапе, после проведения всех необходимых технологических процедур и проверки на герметичность, облучательное ампульное устройство с образцом свинцово-литиевой эвтектики было загружено в центральный экспериментальный канал реактора ИВГ.1М (образец находился в центре активной зоны) и подсоединено к экспериментальному стенду ЛИАНА.

1.6 Методические реакторные эксперименты

Первоначально были проведены методические реакторные эксперименты для отработки температурных режимов и режимов регистрации трития и гелия масс-спектрометрической системой.

Для проведения методических реакторных экспериментов был выбран метод, который заключается в масс-спектрометрической регистрации изменения парциальных давлений газов над исследуемым образцом на разных мощностях реактора при различных температурах исследуемого образца.

Условия эксперимента были следующие:

- исследуемый интервал температуры образца от 150 °С до 550 °С;
- остаточное давление в измерительном тракте 10^{-4} Па;
- тепловая мощность реактора ИВГ.1М 6 МВт;
- интегральная плотность потока нейтронов на 6 МВт $1,5 \cdot 10^{14}$ н/(см²·с).

Охлаждение корпуса АУ осуществлялось газообразным азотом через кольцевой зазор, расход газа – от 1 г/с до 60 г/с.

Порядок проведения эксперимента был следующим:

- после загрузки ампульного устройства с исследуемым образцом в экспериментальный канал реактора ИВГ.1М образец свинцово-литиевой эвтектики был нагрет до температуры 300 °С, при непрерывной откачке объема ампульного устройства высоковакуумным турбомолекулярным насосом, после чего образец был охлажден до комнатной температуры. Данная процедура была необходима для дегазации образца и уменьшения фоновых значений остаточных газов в объеме ампульного устройства;

- перед началом выхода реактора на заданный уровень тепловой мощности 6 МВт, была включена

масс-спектрометрическая регистрация исследуемых газов в объеме над образцом;

- далее реактор ИВГ.1М выводился на заданный стационарный уровень мощности, при этом температура образца с помощью системы охлаждения была застabilизирована на первой заданной температурной полке образца;

- после установки потоков, выделяющихся из образца газов на квазистационарном уровне (по масс-спектрометру), проводился нагрев образца до следующей заданной температуры образца;

- когда весь исследуемый температурный интервал был пройден, осуществлялся плановый сброс мощности реактора.

2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных методических экспериментов были получены временные зависимости изменения парциальных давлений газов, в том числе гелия и трития в экспериментальном облучательном устройстве от температуры исследуемого образца свинцово-литиевой эвтектики на мощности реактора 6 МВт (рисунок 7).

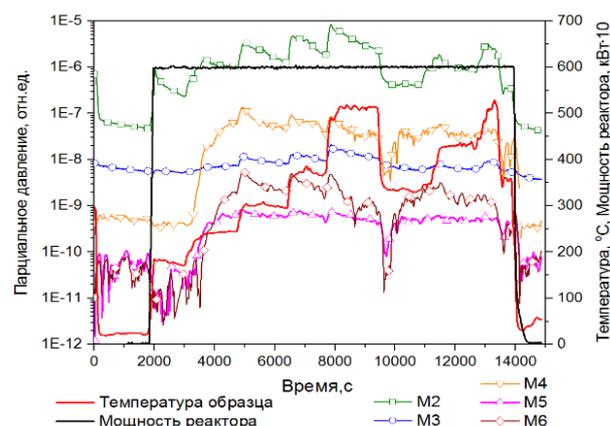


Рисунок 7. Диаграмма реакторного эксперимента с образцом Li15.7Pb

Как видно из графика, практически сразу после начала реакторного эксперимента начинается рост пика, соответствующего массовому числу четыре (данный пик является суммой пиков молекул гелия и молекулы HT), причем наблюдаемый рост происходит пропорционально мощности реактора. Также на начальном этапе облучения при температурах 200–250 °С наблюдается выделение M6, что соответствует молекуле трития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках работ по исследованию генерации и выделения трития и гелия из свинцово-литиевой эвтектики Li15.7Pb были выполнены следующие задачи:

1. Проведены нейтронно-физические и теплофизические расчеты активной ячейки с образцом, с по-

мощью которых были определены оптимальные параметры проведения реакторных экспериментов;

2. Разработано и изготовлено экспериментальное облучательное ампульное устройство для проведения реакторных экспериментов с образцом свинцово-литиевой эвтектики, посредством которого можно также проводить очистку и заливку исследуемого образца в экспериментальную ячейку;

3. Была разработана процедура очистки и заливки эвтектики в экспериментальную ячейку;

4. Проведены методические реакторные эксперименты с образцом свинцово-литиевой эвтектики, посредством которых были определены режимы вакуумной откачки АУ и были выбраны интервалы исследуемых температур образца, определены параметры облучения эвтектики и режимы масс-спектрометрической регистрации трития в АУ.

Данные эксперименты являются первым этапом исследований по изучению процессов взаимодействия изотопов водорода со свинцово-литиевой эвтектикой в условиях реакторного облучения. В будущем планируется определить параметры выделения трития из свинцово-литиевой эвтектики Li15.7Pb в условиях реакторного облучения для различных температурных режимов; построить феноменологическую модель, описывающую особенности генерации и выделения трития из свинцово-литиевой эвтектики Li15.7Pb; определить параметры оптимальных режимов воздействия на свинцово-литиевую эвтектику, при которых достигается максимальная эффективность выделения трития.

Работа выполнена в рамках реализации проекта грантового финансирования исследований МОН РК № AP05131677/ГФ5.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Li-Puma, J. Bonnemason, L. Cachon, J.L. Duchateau, F. Gabriel. Consistent integration in preparing the helium cooled lithium lead DEMO-2007 reactor // Fusion Engineering and Design 84, 2009. P. 1197–1205.
2. Malang S. et al. An example pathway to a fusion power plant system based on lead–lithium breeder: Comparison of the dual-coolant lead–lithium (DCLL) blanket with the helium-cooled lead–lithium (HCLL) concept as initial step // Fusion Engineering and Design, 2009. V. 84. P. 2145–2157.
3. Di Maio P.A. et al. Analysis of the thermo-mechanical behaviour of the DEMO Water-Cooled Lithium Lead breeding blanket module under normal operation steady state conditions // Fusion Eng. Des. 2015. In press. ([http://dx.doi.org/10.1016.j.fusengdes.2015.03.051](http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2015.03.051)).
4. Sawan M.E. et al. Three-dimensional nuclear analysis for the US dual coolant lead lithium ITER test blanket module // Fusion Engineering and Design, 2010. V. 85. P. 1027–1032.
5. Sadhana Mohan, Kalyan Bhanja, K.C. Sandeep. Experimental design of tritium extraction loop from lead lithium eutectic // Fusion Engineering and Design, 85, 2010, P. 803–808.
6. V. Kapyshev, I. Danilov, I. Kartashev, V. Kovalenko, A. Leshukov, V. Poliksha, A. Razmerov, Yu. Strebkov, M. Sviridenko, E. Trusova, N. Vladimirova, A. Kalashnikov. Initial design and test of the tritium breeder monitoring system for the lead-lithium cooled ceramic breeder (LLCB) module of the ITER // Fusion Engineering and Design, 88, 2013, P. 2293–2297.
7. Yong Song, Qunying Huang, Yongliang Wang, Mui Ni. Analysis on tritium controlling of the dual-cooled lithium lead blanket for fusion power reactor FDS-II // Fusion Engineering and Design, 84, 2009, P. 1779–1783.
8. Irina Tazhibayeva, Timur Kulsartov, Nikolay Barsukov, Yuri Gordienko, Yuri Ponkratov, Zhanna Zaurbekova, Eugeny Tulubayev, Vyachaslav Gnyrya, Viktor Baklanov, Ergazy Kenzhin. Interaction of tritium and helium with lead–lithium eutectic under reactor irradiation // Fusion Engineering and Design, 89, 2014, P. 1486–1490.
9. Takayuki Terai and Satoru Tanaka. Tritium release behavior from liquid tritium breeding materials for fusion reactor blanket under neutron irradiation. Progress in Nuclear Energy, Vol 32, No. 1/2, 1998. P. 97–112.
10. A. Li Puma, J.L. Berton, B. Branas, L. Bühler, J. Doncel. Breeding blanket design and systems integration for a helium-cooled lithium–lead fusion power plant // Fusion Engineering and Design, 81, 2006, P. 469–476.
11. S. Fukada, T. Terai, S. Konishi, K. Katayama, T. Chikada, Y. Edao, T. Muroga, M. Shimada, B. Merrill and D. K. Sze. Clarification of Tritium Behavior in Pb–Li Blanket System // Materials Transactions, Vol. 54, No. 4, 2013, P. 425–429.
12. Субботин В.Н., Арнольдов М.Н., Ивановский М.Н., Мосин А.А., Тарбов А.А. Литий. М.: Атом, 1999. 263 с.

**РЕАКТОРЛЫҚ СӘУЛЕЛЕНДІРУ ЖАҒДАЙЫНДА Li15.7Pb ҚОРҒАСЫН-ЛИТИЙ
ЭВТЕКТИКАСЫНАН ТРИТИЙДІ АЛУ ЖӘНЕ ГЕНЕРАЦИЯ БОЙЫНША
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ**

**Ю.В. Понкратов, И.Л. Тажибаева, Ж.А. Заурбекова, Ю.Н. Гордиенко,
В.С. Гныря, И.В. Прозорова, Е.А. Мартыненко**

ҚР ҰЯО РМК «Атом энергиясы институты филиалы», Курчатов, Қазақстан

Нейтрон сәулелендіру жағдайында Li15.7Pb қорғасын-литий эвтектикасынан тритийді алу және генерация бойынша эксперименттік зерттеу әдістемесі ұсынылып отырған мақалада баяндалады. Әдістеме әзірлеу барысында нейтрон-физикалық есептер MCNP бағдарламасы көмегімен жүргізілді. Есептеулер нәтижесінде ИВГ1.М реакторының 1 МВт жылу қуаты деңгейінде ампулалық құрылғы конструкциясы мен элементтерінде және үлгідегі энергия бөлінуінің үлестік қуаты анықталған. Сонымен қатар эвтектикадағы ИВГ1.М реакторының 1–6 МВт стационарлық қуат деңгейіндегі түрлі температуралық режимдеріне арналған ANSYS бағдарлама пакетінің көмегімен жылуфизикалық есептеулері жүргізілді. Жүргізілген есептеулер негізінде нейтрондық сәулелендіруге арналған ампулалық құрылғы (АҚ) әзірленді. Әзірлену барысында қорғасын-литий эвтектикасын тазалау және ампулалық құрылғыға қорғасын-литий эвтектикасын құю процесі жүзеге асырылды. Эвтектикадағы сәулелену параметрлері және ампулалық құрылғыдағы тритийдің масс-спектрометриялық тіркеу режимдерін анықтау бойынша реакторлық әдістемелік эксперименттері өткізілді және эксперименттер барысындағы алдын ала нәтижелері мақалада келтірілген.

Ұсынылып отырған мақала ҚР БҒМ № AP05131677/ГФ5 гранттық қаржыландыру жобасының жүзеге асыру бағдарламасы аясында орындалды.

**THE METHODOLOGY OF THE EXPERIMENTS ON TRITIUM GENERATION AND RELEASE
FROM THE Li15.7Pb LEAD LITHIUM EUTECTIC UNDER REACTOR IRRADIATION**

**Yu.V. Ponkratov, I.L. Tazhibayeva, Zh.A. Zaurbekova, Yu.N. Gordienko,
V.S. Gnyrya, I.V. Prozorova, E.A. Martynenko**

Branch “Institute of Atomic Energy” RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

In this paper, the methodology of the experiments on tritium generation and release from the Li15.7Pb lead-lithium eutectic under neutron irradiation is presented. Using the MCNP software, the neutron-physical calculations were performed. As a result of calculations, the power of energy release from the sample and from the design elements of ampoule device at the level of 1 MW thermal power are determined. Using the ANSYS software packages, thermophysical calculations for different temperature modes of eutectic at 1–6 MW stationary reactor power levels has been carried out. Based on the calculations a special irradiation ampoule device (AD) was developed. The cleaning and filling of the lead-lithium eutectic into AD were conducted. The methodical experiments to determine the irradiation parameters of eutectics and to determine the mass-spectrometric registration modes of tritium in ampoule device was performed. The preliminary results of the methodical experiments were presented.

The work was conducted within the research grant financing by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan No. AP05131677/GF 5.