ISSN 2224-5227

2016 • 3

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.
PUBLISHED SINCE 1944

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**
ISSN 2224-5227
Volume 3, Number 307 (2016), 5 – 9

UDC 342.7(574)

SIMULATION OF THE INTERACTION OF THERMAL NEUTRONS WITH CATALYTIC COMPOSITION (Pb, Bi, Po) IN AN INFINITE MEDIUM

M.Abishev[1], M.Khassanov[1], D.Utepova[1], T.Aitasov[1]

[1]Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
manas_khassanov@mail.ru

Key words: Catalytic composition, Monte-Carlo method, cyclic reaction.

Abstract. The purpose of this work is to simulate the interaction of thermal neutrons with catalytic composition in an infinite medium which consist of isotopes Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}, Pb^{209}, Bi^{209}, Bi^{210}, Po^{210}. During the simulation the concentration of neutrons is constant and does not depend on time.

For simulating the process the cod was based on C++ using Monte-Carlo method for transporting and reactors problem. Using this code we calculated the part of absorbed neutrons by each isotopes of catalytic composition. The initial concentrations of each isotope of the catalytic composition was calculated in work [1]. The results of simulation showed that the catalytic composition mentioned in work [1] is able to be simplified by excepting the isotope Po^{211} from catalytic composition initially.

УДК 342.7(574)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ СОСТАВОМ (PB,BI,PO) В БЕЗГРАНИЧНОЙ СРЕДЕ

М.Абишев[1], М.Хасанов[1], Д.Утепова[1], Т.Айтасов[1]

[1]КазНУ им. аль-Фараби, физико-технический факультет, г. Алматы, Республика Казахстан

Ключевые слова: каталитический состав, метод Монте-Карло, циклическая реакция.

Аннотация. В работе рассматривается моделирование взаимодействия тепловых нейтронов с элементами каталитического состава, состоящих из изотопов Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}, Pb^{209}, Bi^{209}, Bi^{210}, Po^{210}. заполняющую безграничную среду. Концентрация нейтронов в данной среде считается постоянным и не зависит от времени.

Для моделирования данного процесса была написана программа на языке C++ с применением метода Монте-Карло для транспортных и реакторных задач. С помощью этой программы была рассчитана доля поглощения тепловых нейтронов каждым изотопом каталитического состава. Начальные концентрации элементов каталитического состава были вычислены в работе[1]. При сравнении результатов работы [1] и результатов моделирования, проведенных в данной работе, было обнаружено, что элементы каталитического состава, предложенные в работе[1] можно сократить, исключив изотоп Po^{211}, если изначально исключить Po^{211} из каталитического состава и сделать перерасчет начальных концентраций для оставшихся изотопов каталитического состава.

Введение. На сегодняшний день одной из актуальных проблем в реакторной физике является улучшение качеств конструкционных материалов в активной зоне реактора и увеличение срока их

эксплуатации. После долгого облучения в них накапливается водород и гелий, образуя набухание и приводя к уменьшению конструкционных качеств, а также появляется наведенная радиация из-за нейтронной активации. Возможный способ увеличения срока эксплуатации дает нейтронно-каталитический состав, свойства и содержание элементов которого не меняется во время облучения нейтронами. В работе [1] в качестве такого материала был предложен каталитический состав. Данный состав состоит из изотопов Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}, Pb^{209}, Bi^{209}, Bi^{210}, Po^{210}, Po^{211}. На рисунке 1 - схема каталитической реакции, предложенная в работе [1].-

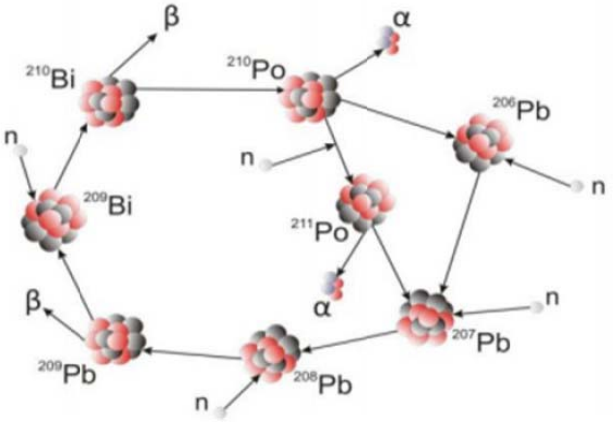

Рисунок 1 – Схематический вид цепочки ядерных реакций нейтронного катализа.

Как видно из рисунка 1, в схеме существует разветвление на изотопе Po^{210} по двум каналам реакций. Один из этих каналов реакций обусловлен тем, что Po^{210} имеет сечение поглощения нейтронов, равный 0.0300126 барн для тепловых нейтронов. Но при компьютерном моделировании второй канал давал пренебрежимо малый вклад, таким образом, мы исключили изотоп Po^{211} из каталитического состава, предложенного в работе[1]. На рисунке 2 показана схема каталитической реакции без изотопа Po^{211}.

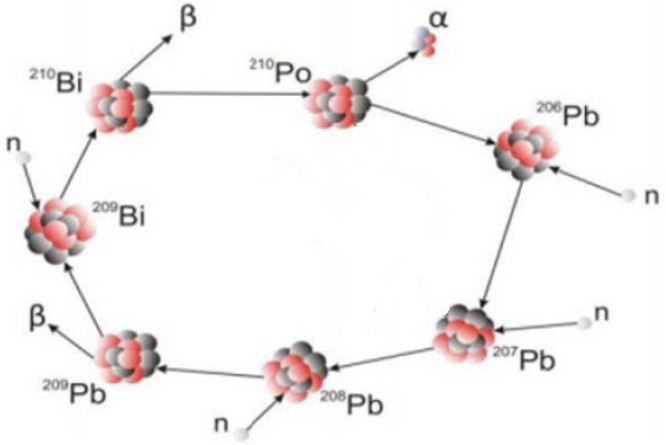

Рисунок 2 – Схематический вид цепочки ядерных реакций нейтронного катализа без участия изотопа Po^{211}.

После упрощения схемы каталитической реакций, предложенной в работе[1], исключив изотоп Po^{211}, мы заново рассчитали начальные концентрации изотопов в каталитическом составе и проверили результаты путем моделирования данной схемы методом Монте-Карло в безграничной среде.

Расчет начальных концентраций. В работе [1] были найдены и изучены наиболее подходящие элементы для каталитического состава и вычислены концентрации элементов для этого состава. Для вычисления концентраций состава использовалась система уравнений Бэйтмана [5], которая описывает содержание и активность в цепной ядерной реакции в зависимости от времени, на основе скорости реакций и начальных содержаний:

(1)

$$\frac{dN_i}{dt} = -\lambda_i N_i + \lambda_{i-1} N_{i-1} \quad (2)$$

$$\frac{dN_k}{dt} = \lambda_{k-1} N_{k-1} \quad (3)$$

$$N_n(t) = \sum_{i=1}^{n} \left[N_i(0) * \left(\prod_{j=i}^{n-1} \lambda_j\right) * \left(\sum_{j=i}^{n} \left(\frac{e^{-\lambda_j t}}{\prod_{p=i,p\neq j}^{n}(\lambda_p - \lambda_j)}\right)\right)\right] \quad (4)$$

Здесь λ_i – это постоянная распада или скорость реакций *i*-го изотопа. Все сечения поглощения нейтронов (т.е. реакций *(n,g))* и периоды полураспада элементов были взяты из базы данных ядерных реакций EXFOR. Результаты вычисления системы уравнения Бэйтмана сделанные в работе[1] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – процентное соотношение изотопов

Изотоп	процентное содержание изотопов
Po^{210}	1,6 %
Pb^{206}	0,0435 10^{-7}%
Po^{211}	0,0126 10^{-7}%
Pb^{207}	0,0317 %
Pb^{208}	97,53 %
Pb^{209}	0,01898 %
Bi^{210}	0,673 %
Bi^{209}	0,07 %

Используя данную систему уравнений Бэйтмана, но исключив из состава Po^{211}, мы сделали перерасчет начальных концентраций изотопов каталитического состава. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – процентное соотношение изотопов

Изотоп	процентное содержание изотопов
Po^{210}	0.39 10^{-3}%
Pb^{206}	0.78%
Pb^{207}	0,3489%
Pb^{208}	98,2993%
Pb^{209}	3.8 10^{-7}%
Bi^{210}	1.4$10^{-5}$%
Bi^{209}	0,5718%

Из таблицы-1 и таблицы-2 видно, что наибольшую концентрацию обладает изотоп Pb^{208}. Это связано с тем, что сечение поглощения нейтронов этого изотопа очень мало (σ = 0.23 мб) и чтобы скорость реакций был одинаковым с остальными изотопами, нужно, чтобы его концентрация была высокой.

Процесс моделирования. В качестве метода моделирования был выбран метод Монте-Карло для транспортных задач, которая основывается на розыгрыше длины свободного пробега частицы. Длина свободного пробега для нейтрона рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{-1}{\ }\ln(v) \quad (5)$$

здесь L -длина свободного пробега, - макроскопическое сечение состава, v - случайное число. Сам процесс протекает в безграничной среде, заполненной каталитическим составом и тепловыми нейтронами. Для упрощения процесса моделирования считается, что концентрация нейтронов в среде не зависит от времени и составляет $5 * 10^8$ нейтронов на кубический сантиметр, также нейтроны находятся в термодинамическом равновесии с каталитическим составом, таким образом, средняя энергия нейтронов составляет 0.0253 электрон-вольт. При таких энергиях нейтрона у всех

изотопов каталитического состава существует только два канала реакций: это - реакция поглощения нейтрона изотопом с последующим выпусканием гамма частицы и реакция упругого рассеяния нейтрона, все остальные каналы реакции для всех изотопов закрыты из-за малости энергии нейтронов. Но процесс захвата нейтрона тем или иным изотопом каталитического состава не только зависит от существования канала реакций и сечения реакций, но также зависит от концентраций того или иного изотопа в составе. Это означает, что уменьшая процентное соотношение изотопа, можно практически закрыть каналы реакций. Визуализация процесса моделирования показана на рисунке-3. Точками отмечены места взаимодействия нейтрона с изотопами каталитического состава.

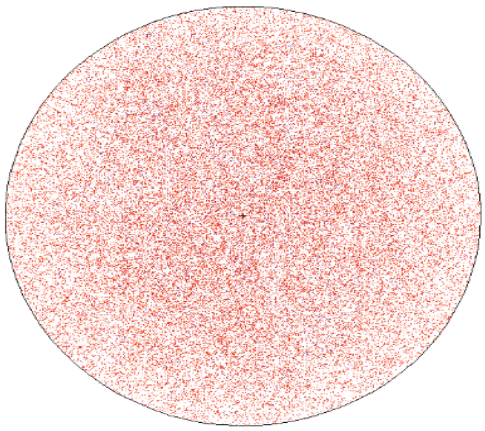

Рисунок 3 – Визуализация процесса моделирования.

Результаты моделирования. Моделирование производилось для нейтронов (достаточно для набора статистики) для состава, заполняющую безграничную среду с процентными соотношениями указанный в таблице-2. В результате моделирования были получены следующие результаты:

- Средняя скорость поглощения нейтронов за единицу секунды каталитическим составом.
- Среднее число нейтронов, поглощенных каждым элементом состава за единицу времени
- Среднее количество нейтронов потерпевших распад за единицу времени в составе.

Таким образом, каталитический состав за единицу секунды в среднем поглощает 8252 нейтронов из 10000 нейтронов. Среднее количество нейтронов потерпевших распад за единицу времени составил 861 нейтронов из 10000 нейтронов. 887 нейтронов продолжают существовать за период времени одна секунда. В таблице3 показано распределение поглощенных нейтронов по изотопам состава.

Таблица 3 – среднее количество нейтронов поглощенных каждым изотопов

Изотоп	количество поглощенных нейтронов
Po^{210}	0
Pb^{206}	2060
Pb^{207}	2067
Pb^{208}	2062
Pb^{209}	0
Bi^{210}	0
Bi^{209}	2063

Заключение. Как видно из таблицы 3, радиоактивные изотопы не поглощают нейтронов, так как их макроскопическое сечение мало по сравнению с остальными изотопами, а стабильные ядра поглощают примерно одинаковое количество нейтронов, что свидетельствует о стабильности каталитической реакции, хотя и существуют малые отклонения, причиной которых могут быть статистические погрешности и неточность в сечениях реакций. Существенным

результатом моделирования оказалось то, что схему каталитической реакции, показанной в работе [1], можно упростить, убрав разветвление на изотопе Po^{210}и исключив из каталитического состава изотоп Po^{211} .

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абишев М., Хасанов М., Кенжебаев Н. О циклической реакции с участием тепловых нейтронов. // Вестник НАН РК. – 2013. – № 6. – С. 12.

[2] Кунаков С., Кенжебаев Н. Моделирование накопление трития в бериллиевом материале при нейтронном облучений. //Известия НАН РК. – 2014. – №2. – С. 82-86.

[3] Burbidge E., Burbidge G.R., Fowler W.A., Hoyle F. Synthesis of the Elements in Stars. //Reviews of Modern Physics 29. – 1957. – №4. – С.547.

[4] Хаустов И.Н., Тихомиров С.Т., Бейзин С.Д. Функция возбуждения и выходы изотопов висмута и свинца в реакций 203Ti с ионами 3He. //Известия АН КазССР. – 1990. – №2. – С.3.

[5] Bateman H. Solution of a System of Differential Equations Occurring in the Theory of Radio-active Transformations. // Proc. Cambridge Phil. Soc. IS. – 1910. – №423. – С.12-19.

[6] Otto Schwerer. EXFOR Formats Description for Users. – IAEA Nuclear Data Section, 2014. P 3.

REFERENCES

[1] Abishev M., Hasanov M., Kenzhebaev N. Cyclic reactions involving thermal neutrons. *Journal of National Academy of Sciences of Kazakhstan.***2013**. 6. 12-16.

[2] Kunakov S., Kenzhebaev N. Modelling the accumulation of tritium in beryllium materials under neutron irradiation.*Proceedings of the National Academy of Sciences of Kazakhstan*. **2014**. 2. 82-86. (in Russ)

[3] Burbidge E., Burbidge G.R., Fowler W.A., Hoyle F. Synthesis of the Elements in Stars. *Reviews of Modern Physics*. **1957**. 4. 547-554.

[4] Khaustov I.N., Tikhomirov S.V., Baisin S.D. The excitation function and outputs of bismuth and lead isotopes in 203Ti reactions 3He ions. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR*. **1990**. 2. 3-8.

[5] Bateman H. Solution of a System of Differential Equations Occurring in the Theory of Radio-active Transformations. *Proc. Cambridge Phil. Soc. IS.***1910**. 423. 12-19.

[6] Otto Schwerer. EXFOR Formats Description for Users. *IAEA Nuclear Data Section*, **2014**. 3-345.

ЖЫЛУЛЫҚ НЕЙТРОНДАРДЫҢ КАТАЛИЗДЫҚ ҚОСПАМЕН (Pb, Bi, Po) ШЕКСІЗ ОРТАДА ӘСЕРЛЕСУІН МОДЕЛЬДЕУ

М. Абишев, Н. Хасанов, Д. Утепова, Т. Айтасов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті , физика және технология факультеті ,
Алматы, Қазақстан Республикасы

Түйін сөздер: катализдік қоспа, Монте-Карло әдісі, циклдық реакция.

Аннотация. Жұмыстың мақсаты жылулық нейтрондардын Pb^{206} , Pb^{207} , Pb^{208} , Pb^{209} , Bi^{209} , Bi^{210} , Po^{210}. изотоптарынан тұратын катализдік қоспамен шексіз ортада әрекеттесуін компьютерлік модельдеу. Бұл ортадағы нейтрондардын концентрациясы тұрақты және уақыттан тәуелсіз деп есептеледі.Бұл процессті компьютерлік модельдеу жүргізу ушін с++ бағдарлау тілі мен бөлшектерді тасмалдауға арналған Монте-Карло әдісі колданылды. Компьютерлік модельдеу барысында катализдік қоспадағы әр изотоптың канша нейтрон жытатыны есептелді. Бастапқы мезеттегі катализдік қоспадағы әр изотоптың концентрациясы [1] жұмыста есептпелген. Компьютерлік модельдеу нәтижесі [1] жұмыста көрсетілген катализдік қоспадағы Po^{211} изотопын қоспағанда, катализдік реакциялар шебіндегі тармақталудан құтылуға болатынын көрсетті.

Поступила 16.05.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Физика

Абишев М., Хасанов М., Утепова Д., Айтасов Т. Моделирование взаимодействия тепловых нейтронов с каталитическим составом (Pb,Bi,Po) в безграничной среде…….. 5

Механика

Туран Д., Сулиев Р.Н., Амиргалиев Е.Н. Идентификация систем с помощью модифицированного разреженного LMS алгоритма с утечкой.....10

Технические науки

Полещук О. Х., Ковалева С. В., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А., Утелбаева А.Б., Нуруллаев М.А. Анализ взаимодействия поверхности металлической ртути с аммонийными основаниями на основании теории функционала плотности.....17

Полещук О. Х., Изаак Т. И., Адырбеков Г.М., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А., Абдраимов Р.Т. Анализ взаимодействия четырехатомного кластера серебра с поверхностью диоксида кремния методами теории функционала плотности.....23

Ракишев Б.Р. Ғылыми - инновациялық жүйелердің қуатты негізі..... 31

Касымканова Н.М., Джангулова Г.К., Бектур Б.К., Туреханова В.Б., Булар С. Исследование влияния структурно-тектонических особенностей и физико-механических свойств горных пород на устойчивость откосов с учётом фактора времени и массовых взрывов..... 36

Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Курапов Г.Г., Волокитин А.В., Волокитина И.Е., Орлова Е.П. Получение композиционных материалов на основе алюминиевой матрицы с применением ультрадисперсного сырья…..... 45

Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Акимбекова М.М., Машекова А.С. Разработка технологий горячей прокатки листов из алюминиевых сплавов на непрерывном продольно-клиновом стане с использованием метода физического моделирования..... 53

Исмаилов С.У., Сатыбалдиева Ф.А., Сарибаев А.С., Мусабеков А.А., Исмаилова А.С. Электронная схема системы слежения за движением Солнца на базе PIC микроконтроллера для управления опорно-поворотным механизмом гелиостата……..... 66

Темирбаев Д.Ж., Б. Онгар Булбул. Исследование поведения азота угля в факеле при пиролизной горелки со сдвигом процессов горения.....72

Муратов А.С., Бренер А.М., Ташимов Л. Метод релаксационных ядер в математической модели процессов переноса и агрегации.....78

Жиенбек А.О., Құдайбергенова Б.Қ., Сейтен А.Б. Ознакомление с автоматизированной проектной системой XILINX WEBPACK ISE, создание простого логического элемента AND3..... 87

Наука о Земле

Каршигина З.Б., Абишева З.С., Бочевская Е.Г., Саргелова Э.А., Акчулакова С.Т. Сернокислотное вскрытие руды месторождения Кундыбай с извлечением редкоземельных металлов……..... 93

Химия

Джумадуллаева С.А., Баешов А.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С. Исследование гидразинолиза салициловой кислоты в присутствии ионитного катализатора..... 102

Биология

Жаманбаева Г.Т., Мурзахметова М.К., Тулеуханов С.Т., Жапаркулова Н.И. Противоопухолевые эффекты растительных полифенолов..... 108

Нигматова В.Г., Литус И.А., Мукушкина Д.Д., Мирошник Т.Н.,Хансеитова А.К., Омарбаева Н.А., Талаева Ш.Ж., Балмуханов Т.С., Айтхожина Н.А. Вариабельные полиморфные локусы rs1128503 и rs1045642 гена множественной лекарственной устойчивости (*mdr1*) среди пациентов с диагнозом рак молочной железы в этнических группах Казахстана.....116

Общественные науки

Атыгаев Н.А. Некоторые материалы по финансовой системе казахского ханства.....123

Касимова С.С., Ушакова К.В., Сейсенова А.С. Анализ урока, ориентированный на результат..... 134

Исмаилова Д. Шамуратова Н. Нургалиева А. Политико-экономическое партнёрство Казахстана с мировыми факторами..... 140

Тастанова З.Т., Торланбаева К.У. Отчет по экспедиционной работе в Жамбылскую и Павлодарскую области в 2015 г. …… 150

Торланбаева К.У. Тюркские рунические памятники как источник по истории Казахстана……..……. 156

Назарова В.Л., Штиллер М.В. Проблемы классификации затрат в стратегическом управленческом учете…….167

Миржакыпова С.Т., Нургалиева А.М. Рыночный риск в банках: содержание и принципы управления…….……. 172