

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ АЛГОРИТМАХ ПРОВЕРКИ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЁТА ЯДЕРНОЙ ИЗОНУКЛИДНОЙ ТРАНСМУТАЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

MODERN CONCEPT OF ALGORITHMS FOR VERIFICATION OF THE ADEQUACY OF MATHEMATICAL MODELS FOR CALCULATION OF NUCLEAR ISONUCLIDE TRANSMUTATION BASED ON DATA OF A NATURAL EXPERIMENT

V. Shchekoldin

Summary. Problem — The process of nuclear transmutation describes the phenomenon in which the formation of a chemical element occurs from an isotope or other element of the periodic table. Transmutation is a process where the nucleus loses or additionally acquires neutrons or protons. Consequently, one element or isotope is transformed into another, as the number of proton or neutron particles included in the nucleus has changed. The article discusses the results of modern research in the field of nuclear transmutation.

Model. The study was conducted on an extensive methodological basis, where a number of methods are used: analysis, synthesis, generalization, as well as analogy. These methods accurately and in detail allow you to analyze the object of research within the framework of the studied problem.

Conclusions. The scientific search takes place completely independently and different physical processes are accompanied by an unknown effect. As we can see from the course of the experiments shown above, transmutation is a process where the chemical elements are subject to general laws.

The scope of the study/the possibility of subsequent use of the results of scientific work (if applicable) — Differences in the essence of the experimental methods, not always the final formulation of the research process, the variety of forms of interpretation, cannot negate the fact that the results obtained are close.

Practical significance (if applicable) — the results of the study can be applied in the practical activities of scientists and researchers in the field of nuclear transmutation.

Щеколдин Владимир Валерьевич

*Аспирант, Димитровградский инженерно-технологический институт — филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
krutyash.94@gmail.com*

Аннотация. Задача — процесс ядерной трансмутации описывает явление, в ходе которого образование химического элемента происходит из изотопа или другого элемента таблицы Менделеева. Трансмутацией признается процесс, где ядро теряет или дополнительно приобретает нейтроны или протоны. Следовательно, один элемент или изотоп преобразуется в другой, так как изменилось число включенных в ядро протонных или нейтронных частиц.

В статье рассматриваются результаты современных исследований в области ядерной трансмутации.

Модель. Исследование происходило на обширной методологической базе, где используется ряд методов: анализ, синтез, обобщение, а также аналогия. Эти методы точно и детально позволяют анализировать объект исследования в рамках изучаемой проблемы.

Выводы. Научный поиск происходит совершенно независимо и неодинаковые физические процессы сопровождаются неизвестным эффектом. Как видим из хода показанных выше опытов, трансмутация является процессом, где химические элементы подчинены общим закономерностям.

Рамки исследования/возможность последующего использования результатов научной работы (если применимо) — Расхождения в сути методик эксперимента, не всегда окончательной формулировке исследовательского процесса, многообразие форм интерпретации, не могут нивелировать того, что полученные результаты близки.

Практическое значение (если применимо) — Результаты исследования могут быть применены в практической деятельности ученых и исследователей в области ядерной трансмутации.

Оригинальность/ценность. Результаты исследования могут являться основой для дальнейшего анализа научных экспериментов и проведения качественно новых экспериментов в области ядерной трансмутации.

Ключевые слова: ядерная трансмутация, научные эксперименты.

Originality/value — the results of the research can be the basis for further analysis of scientific experiments and for conducting qualitatively new experiments in the field of nuclear transmutation

Keywords: nuclear transmutation, scientific experiments.

Введение

На сегодняшний день вопросы изучения слабоэнергетической или низкотемпературной ядерной трансмутации, являются важным аспектом атомной энергетики. Для углубленного изучения процессов изонуклидной трансмутации с настоящее время применяется множество программ. Они позволяют моделировать процессы ядерных превращений. При моделировании необходимо учитывать адекватность модели, т.е. проверять соответствие модели реальной системе. Результаты расчетов должны быть близки к экспериментальным данным. Актуальным на сегодняшний день является создание специализированных программ для моделирования трансмутации нуклидов. С их помощью возможно автоматическое построение и представление на экране схемы радионуклидных превращений, а также в результате реакций, вызываемых нейтронами. Исследование трансмутации материалов для атомной индустрии позволяет ответить на вопрос о количестве атомов и активности в материале после облучения нейтронами, а также предоставить детальную информацию о способах образования данных нуклидов. Для получения качественных и достоверных данных экспериментов необходима автоматизированная система, дающая возможность автоматическое построение схемы трансмутационных реакций.

Задачу по расчету трансмутаций необходимо решать поэтапно. На первом этапе необходимо определить нуклидный состав образца. На втором этапе определяется энергетический спектр и плотность воздействующего на образец нейтронного потока [9]. На третьем этапе сопоставляются схемы нуклидных превращений в результате реакций ядер с нейтронным потоком и распадов радионуклидов [10]. На четвертом этапе определяются скорости для всех рассматриваемых каналов нуклидных превращений. На пятом этапе решается система дифференциальных уравнений, описывающих трансмутации, для заданных временных интервалов облучения.

История становления исследований в области ядерной трансмутации

Первым ученым, продвинувшимся в данных исследованиях, является И.В. Курчатов [11]. Его работы были посвящены исследованию воздействия электрозарядов на ряд газов: в чистом виде — водород, дейтерий, гелий, аргон и ксенон, и в смесях. Давление на газы в его экспериментах осуществлялось в диапазоне от 0,005 мм рт. ст. до 1 атмосферы. Применялись разрядные трубки прямой формы, их длина варьировалась от считанных сантиметров до 2 метров, диаметр также менялся и мог быть как 5, так и 60 см. Электрозаряды производились с силой 100–2000 кА и менялись со скоростью 1010.1012 А/с. На осциллограммах токов и напряжений имелись изломы. Расшифровка их показывала, что в напряжении имелось два или три участка резкого падения. Это приводило к уменьшению тока. Во время разряда измерялись нейтронный поток и уровень рентгеновского излучения. Курчатов обнаружил, что при разряде в водороде и дейтерии перед вторым участком падения напряжения возникает нейтронный импульс и синхронно с ним жесткое рентгеновское излучение с энергией 300...400 кэВ. В целом, опыты Курчатова можно трактовать как термоядерные превращения легких элементов.

Из наиболее современных исследователей необходимо отметить В.А. Панькова и Б.П. Кузьмина. Для опытов они использовали коаксиальную ячейку с электродами и запитывали всю установку при помощи LC-контура в резонансе 50 Гц, запитываемого от электросети со стандартным напряжением и одной фазой питания. В качестве индуктивности был использован регулятор напряжения однофазный типа РНО-250–5, включенный как регулируемый дроссель.

Возбуждение плазмы происходит при активации электрохимических процессов. При этом плотность тока полностью зависит от используемых при их изготовлении материалов. Для опытов применялся дистиллят

с добавками в виде металлощелочных фторидов и буры. При подаче питания через корпус установки слышны щелчки и виден свет от электроразрядов. Амперметр показывает значения от 3 до 6А в резонансе. Через выходной шланг поступает жидкость черного цвета.

Стандартный цикл образования порошкообразного осадка составляет 10–20 секунд. Однако, при образовании осадка между электродами может произойти замыкание и тогда показатели тока будут колебаться ниже, чем 1А. для получения большего количества выходного материала воду допускается пропускать неоднократно, чтобы из 2 литров жидкости получить до 15 г порошка. Далее существенно посветлевшая жидкость сливается, смесь просушивается и исследуется. Спустя 2 или 3 суток ферромагнитные металлы должны образовать своеобразные сгустки и определяться постоянным магнитом. Таким образом, осуществляется определение на успешность проведенного эксперимента [3].

Порошок проверяется на рентгеноанализаторе, ионы меди при этом не подлежали учету, являясь следствием эрозии медных электродов. Дозиметр показал фоновый уровень. Изотопный состав порошка не осуществлялся. Таким образом, можно сделать вывод о стабильности изотопов как исходных, так и образующихся элементов. Уровень проникающих излучений в камеру также подвергался контролю.

Это все основные исследования, которые проводились в области изучения ядерной трансмутации. Наука только недавно получила возможность тщательно проанализировать происходящие при этом процессы и гипотезы относительно процессов рано строить. Перечислить можно только некоторые, как наиболее обоснованные и аргументированные.

Согласно гипотезе А.В. Вачаева и Н.И. Иванова, дейтонногорнометаллургической, в процессе преобразования образуются дейтоны таких элементов, как водород и кислород, а также электроны и нейтрино. При этом по мере расширения установки могут появляться и другие дейтоны, высвобождение же последних четырех электронов приводит к образованию электрического тока. Авторы рассматривают различные варианты ядерной трансформации и обращают внимание на то, что энергетический потенциал исходных элементов по сравнению с остальными в таблице невероятно мал. Сами элементы при запуске процесса становятся нестабильными, однако, при превращении в другие вещества приводят к появлению последних в стабильных изотопах.

Также есть работы, в которых процесс трансмутации рассматривается на основе К-захвата. Данное явление

представляет собой не что иное, как образование нейтронов, когда протон захватывает электрон. Если в процессе энергозатраты были невелики, то в результате образуется вещество с атомной массой, равной исходной пробе. Необходимо только наличие свободных электронов.

Среди разновидностей взаимодействий на атомном уровне электронный захват является тем процессом, где взаимодействие охарактеризовано как слабое. В этом случае частицы взаимодействуют на внутринуклонном уровне, по энергиям ниже ядерных процессов на 2–4 порядка. Трансмутировавший элемент образуется, так как его ядро потеряло частицы, или, наоборот, приобрело дополнительные.

Изучив публикацию В.И. Казбанова, узнаем, как автор описал переход $Al-P \rightarrow Si$ в плане гипотезы и указал, что возникает явление новое и критическое, а ко всем взаимодействующим частицам привлекаются нуклоны, пополняя кооперацию слагаемых. Нуклоны, попадая в вещество, захватываются атомами, этот процесс идет одновременно, и напрямую провоцирует превращения изотопа или элемента. Поскольку механизмы не расписаны и не разъяснены, то предположение фактически ничего не дает. Однако, авторы полагают объединенное и согласованное осуществление перехода жидкого раствора в твердое состояние доказанным.

В исследовании Уручкоева как основополагающая предложена гипотеза о том, что катализ имеет природу магнитно-нуклонную, а в плазменном канале образуется магнитное монополе. Его заряд очень велик, без затруднений разрушается барьер Кулона, а частица захватывается и связывается атомным ядром. Признаем, что предположение носит характер общего, и не раскрывает, как именно возникают отдельные элементы.

Гипотеза Ф.А. Гареева также может считаться перспективной и имеющей право на существование. Она заключается в объяснении низкотемпературной трансмутации через принципы резонансной синхронизации и резонансного туннелирования. Исследования в этом направлении уже проводятся.

Совместное представление результатов работ разных авторов доказывает возможность существования такого явления, как низкотемпературное преобразование элементов и возможность получения в результате проводимых исследований электроэнергии.

При этом способы необходимо оценить половину потенциала, применимости, что приведем ниже. Заслуживает перед наукой Б.В. Болотова является импульсный метод, использовать который приемлемо, если

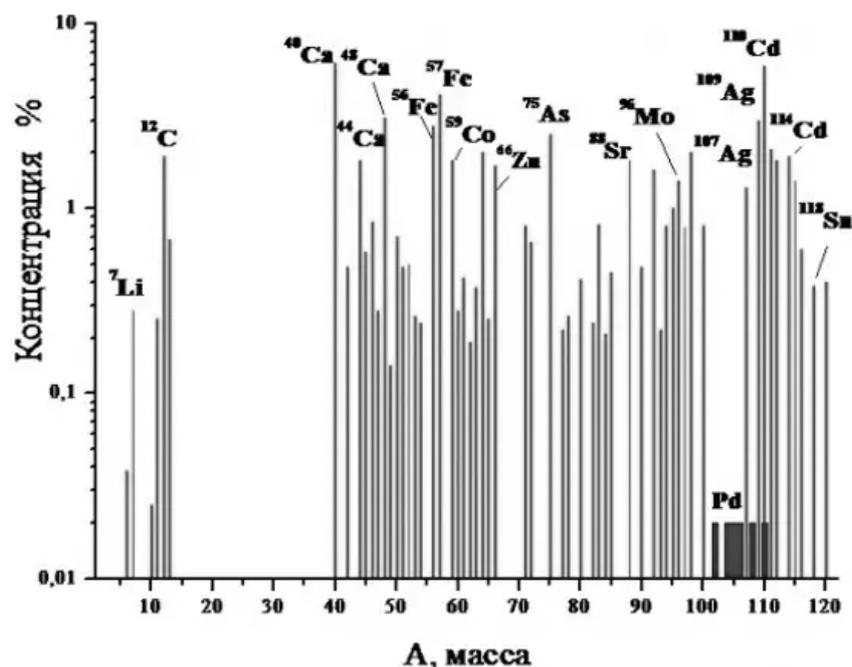


Рис. 1. Примеси «новых» нуклидов, нарабатанные в Pd-катоде в тлеющем разряде дейтерия. Для ориентации изотопы палладия выделены синими линиями, без их относительного содержания

исходный состав находится в расплавленном состоянии. Работать по способу А.В. Вачаева допустимо, если исследователь изучает жидкодисперсную среду, здесь процессы протекают непрерывно, и это нужно признать преимуществом. Удары импульсом с интервалами в наносекунду используются для разнообразных составов, расплавленных или растворенных, а метод является относительно простым. Не менее простой способ предложил В.И. Казбанов: тут применяется электроискровое воздействие, из-за чего ожидается, что методика будет широко распространена. Жидкая дисперсная среда, объем которой незначителен, не может выдержать ядерную трансмутацию, если воспользоваться методикой Л.И. Уруцкого, предлагающего электровзрывное воздействие.

В целом обоснования носят характер гипотез. При этом уже существуют разработки для получения энергии путем применения низкой энергозатратной технологии для трансмутации элементов. Исследования продолжают проводиться во всем мире, для подтверждения или опровержения гипотез [1].

Современные научные эксперименты в области ядерной трансмутации

В порядке эксперимента предпринимались попытки добиться того, чтобы палладий трансмутировал, а так-

же были использованы катоды из других металлов (Ti, Ag, Nb и др.), на которые подавался тлеющий разряд.

Базой экспериментатора стало НИИ НПО «Луч» в городе Подольске. Для работы предоставлена установка, где в камере рабочий газ сжат давлением 300–1000 Па, а разряд подавался на анод и катод. Подбирая рабочий газ, остановились на водороде, дейтерии, аргоне, ксеноне, а также использовали смеси в различных пропорциях. Подавая тлеющий разряд, использовали ток плотностью 10–50 мА/см², при этом напряжение горения достигало 500–1400 В. Согласно плану длительность эксперимента была продолжительной и охватывала в отдельных случаях до 120 часов. Чтобы изготовить катод, использовали фольгу толщиной 100 микрометров из предназначенного к трансмутации металла.

После эксперимента катоды брались на образцы, чтобы выявить примеси. Образцы анализировались различными методами на масс-спектрометрической установке: по методу искровому, вторично-ионному, а также вторично-нейтронному. Применена установка для рентгеноспектрального анализа по методу микрозондирования [11].

Каждый катод изучался на содержание элементов, для чего анализировался состав приповерхностного слоя не глубже 100 нм.

Заявить о разнице по примесям разрешено в случае, если после опыта регистрировалась примесь нуклидов, «новых», «наработанных».

По примесным нуклидам выход достиг максимума после подачи тлеющего разряда на фольгу палладия (катод) в дейтериевой рабочей среде (102,104–106,108,110Pd). Как основные нуклиды в данном случае при условии превышения 1% по содержанию выявлены ${}^7\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{15}\text{N}$, ${}^{20}\text{Ne}$, ${}^{29}\text{Si}$, ${}^{44,48}\text{Ca}$, ${}^{56,57}\text{Fe}$, ${}^{59}\text{Co}$, ${}^{64,66}\text{Zn}$, ${}^{75}\text{As}$, ${}^{107,109}\text{Ag}$, ${}^{110-112,114}\text{Cd}$, ${}^{115}\text{In}$.

Визуализируем на рисунке 1 нуклиды, примесь которых стала результатом наработки на катоде из Pd, облученного в дейтериевой среде за 22 часа эксперимента с разрядом силой 50 мА. При подсчете для нуклидов абсолютного количества атомов зарегистрировано значение не выше 1017. При этом облучение продолжалось не дольше 2×10^4 сек. Исследуя результаты опыта катодов из Li, B, C, Ca, Ti, Fe, Ni, Ga, Ge, зафиксировано, что изотопы, присутствующие в естественном образце по соотношению от полученного трансмутацией показывали даже десятикратные расхождения. Так, динамику отношения ${}^{57}\text{Fe}/{}^{56}\text{Fe}$ отразил диапазон 25–50 раз, но в естественном образце соотношение ориентировочно имеет вид ${}^{57}\text{Fe}/{}^{56}\text{Fe} = 0,024$. Нередко основные изотопы выпадают, что видим в ряду: ${}^{58}\text{Ni}$, ${}^{70,73,74}\text{Ge}$, ${}^{113,116}\text{Cd}$. Катоды из Pd подверглись изменениям по пропорции природных изотопов.

Работу установки и горение разряда, а также период выключения сопровождали контролем Ge(Li)-детекторе, чтобы регистрировать поток гамма-излучения. Зафиксированы энергии порядка 0,1–3,0 МэВ. Временные характеристики процессов трансмутации нуклидов в реакторе обусловлены скоростями, происходящих при этом ядерных реакций и радиоактивных распадов. В основу алгоритма расчёта трансмутации информационной системы положен расчёт превращений нуклидов.

В описываемой информационной системе рассматривается предположение о том, что ветвления в схеме превращений нуклидов в процессе трансмутации происходят независимо друг от друга. Данное предположение позволяет использовать схему превращения нуклидов для выделения линейных цепочек и затем производить расчёт параметров трансмутации. В основе использования схемы превращений нуклидов лежит то обстоятельство, что с математической точки зрения данная схема представляет составляющую цепочку нуклидов, соединяющихся взаимными превращениями нуклидов в процессе трансмутации. Так же программа имеет в своём составе достаточно емкий набор современных методов моделирования и использует самые

аутентичные и полные ядерные данные для взаимодействия нейтронов и заряженных частиц. Программа полностью обрабатывает все ядерные данные ENDF-6, включая полные данные TENDL с полными файлами ковариаций. Коды включают в себя факторы самоэкранирования, имеют широкую температурную зависимость, наработку нуклидов-продуктов на мишени тонкого/толстого слоя, надёжный анализ цепочек превращений нуклидов, чувствительность Монте-Карло и количественное определение неопределенности и распространение неопределенности с использованием полных ковариационных данных.

Программа имеет самое новейшее поколение кодов обработки PREPRO, NJOY и CALENDF, которые используются для предоставления пользователю самых сложных ядерных данных о падающих частицах из TENDL-2017, HEIR-0.1, ENDF/B.VIII.0, JEFF-3.3, JENDL-4.0, а также международные библиотеки CENDL-3.1, которые дополняются последними данными о распаде и выходе продуктов деления, включая самые последние данные GEFY-6.1. Информационная система способна удовлетворить потребности многих ядерных приложений, включая: активацию, трансмутацию, обеднение, выгорание, распады, определение источника, полную инвентаризацию, дра, керма, спектры первичного повреждения (PKA), производство газа / радионуклидов и многое другое [7]. Она применима для: магнитно-инерционного термоядерного синтеза; реакторов поколения IV (Gen IV) и выше, которые характеризуются повышенным уровнем безопасности, устойчивостью, эффективностью и приемлемой стоимостью; передовых энергетических и топливных систем; физики высоких энергий и ускорителей; медицинского применения, производства изотопов; исследований Земли, астрофизики; национальной безопасности и многого другого.

Анализируя показания гамма-спектров, получили доказательства того, что распад β -радиоактивной цепочки начинается ядра, в котором нейтроны представлены в избытке, если масса такого потенциально излучателя колеблется в пределах $A=16$ до $A=136$. При этом доминировали не изотопы со свойствами радиоактивности, а стабильные, превышая первые до 1012–1013 раз. Процесс трансмутации сопровождался фиксацией треков на пластиковых детекторах CR-39. Выявлены протоны (несли до 3 МэВ) а также α -частицы (несли до 14 МэВ), поле детектора покрыто треками с интенсивностью $10-15 \text{ c}^{-1} \times \text{см}^2$. Также удалось зарегистрировать неизвестные науке частицы, трек которых зафиксирован в фотоэмульсиях (рентгеновская и ядерная). При этом путь трека измерялся в порядке миллиметровом [2].

Странность треков состояла в непривычной форме и ее разнообразии. Частицы оставили следы прерыви-

сто по прямой и кривой линии, некоторые ложились спиралью, формировали на детекторе пятна (овальные, почти как окружность или подковообразные). Частицы-незнакомцы были названы трассерами, а одно из удивительных свойств состояло в возможности перемещаться внутри кристаллической решетки металла. При этом частицы покидали металл, меняя структурно и качественно, а треки напоминали следы, оставленные на фотоэмульсии.

Отдельным направлением эксперимента стало изучение рентгеновского излучения (РИ) на предмет эмиссии, регистрируемое по Pd-катоде, где сила тока тлеющего разряда достигала 150 мА, а рабочей средой подбирали дейтериевую и водородную, а также допускалось производство тепловой мощности с избыточностью. При регистрации РИ нес энергию порядка 1,5–2 кэВ, тогда как интенсивность достигала 100 Р/сек.

При этом РИ обладало в нескольких режимах:

1. диффузное — микропучок узко направлен;
2. сверхмощная — замеры вышедшего из катода микропучка, задержанного на расстоянии 200 мм, показали диаметр 10–20 мкм, при этом пучок расходился незначительно, на что указывает значение угловой расходимости 10^{-4} .

Микропучки по проникающей способности сплошных металлических сред продемонстрировали аномально высокие значения. Стационарная мощность сверхмощной генерации РИ оценивается до 10 Вт при стационарной электрической мощности разряда 50 Вт.

Замеры уровня избыточной мощности проводились калориметрически (водным проточным методом). Система измерений построена таким образом, чтобы держать под контролем ввод мощности электротока и учитывать отвод тепловой мощности, замеряя охлаждающую воду. Точность замеров примем равной $\pm 0,5$ Вт, если подана электрическая мощность максимум 120 Вт (в абсолютном значении). При этом отдельные эксперименты проводились с избыточностью тепловой мощности порядка несколько десятков Ватт, тогда как полный КПД доходил к 150% [6].

Эксперименты по плавке циркония в вакууме электронным пучком

Публикация М.И. Солина рассказывает о работе экспериментатора, плавившего цирконий в слитках подачей электронного пучка. При этом использованы как опытное оборудование вакуумные печи, стандартно применяющиеся в промышленности, а нагрев слитка обеспечивал пучок электронов. Электронная

пушка работала с ускоряющим напряжением 30 кэВ. Характеризуя мощность, плотность которой подведена к циркониевому слитку (в точке жидкой ванны), исследователь указал величину 0,38–0,4 кВт/см². При этом зарегистрированы отдельные феномены, отмеченные при плавке циркония электронным пучком в вакууме [8]. Так, расплав показал интенсивность колебательных динамических процессов, а также возникали примеси, посторонние для циркония как исходного элемента слитка до плавки.

М.И. Солин указал, что слитки циркония после процесса плавки характеризует наличие микроструктур, поименованных исследователем продуктами-самородками. При изучении элементного состава выявлены отличия от исходно пущенного в плавку материала.

Проиллюстрируем на рисунке 2а заготовку циркония до переплавки по характерному спектру масс, тогда как рисунок 2б иллюстрирует спектр-массовые характеристики самородка как продукта плавки в циркониевом слитке. Самородок состоит из таких элементов как Li, Be, B, Ba. При этом найдены редкоземельные элементы из ряда металлов, отсутствие которых установлено в слитке до плавки. Самородок как продукт плавки содержит в 2–3 раза выше примесей Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe (на уровне 2–45 массовых процентов по отдельным экземплярам самородков). Оже-спектроскопически и рентгеноспектрально определено, что самородок по составу также богат углеродом, азотом и кислородом [4].

После плавки слитка циркония самородки видны с момента застывания и оценены дефектами слитка, заметными в основной массе. Такой дефект имеет вид канала, длинного и полого, похожего на трубку, но конфигурированного не однотипно. М.И. Солин описал, что самородки выглядят как образования, смыкаются и переходят одно в другое, по форме напоминают синусоиду, прямую, спираль, а также всегда пустотелые. Внешнее сходство самородков и треков трассеров явное, фактически накладываются как проекция (последние сняты с эмульсий и шлифа металлических пластин).

Экспериментатор отметил, что цирконий плавится с неодинаковой скоростью: пучок электронов подведен со стабильной мощностью, но плавление ускоряется до 6–8 раз, тогда как отдельные режимы при разогреве слитка показали ускорение перехода циркония в жидкое состояние до 50 раз. Исследователь зафиксировал выброс энергии, расплавляя слиток. При этом регистрация аномалий указывает на зависимость от массы плавящегося слитка. Исследователь признал данный параметр критическим.

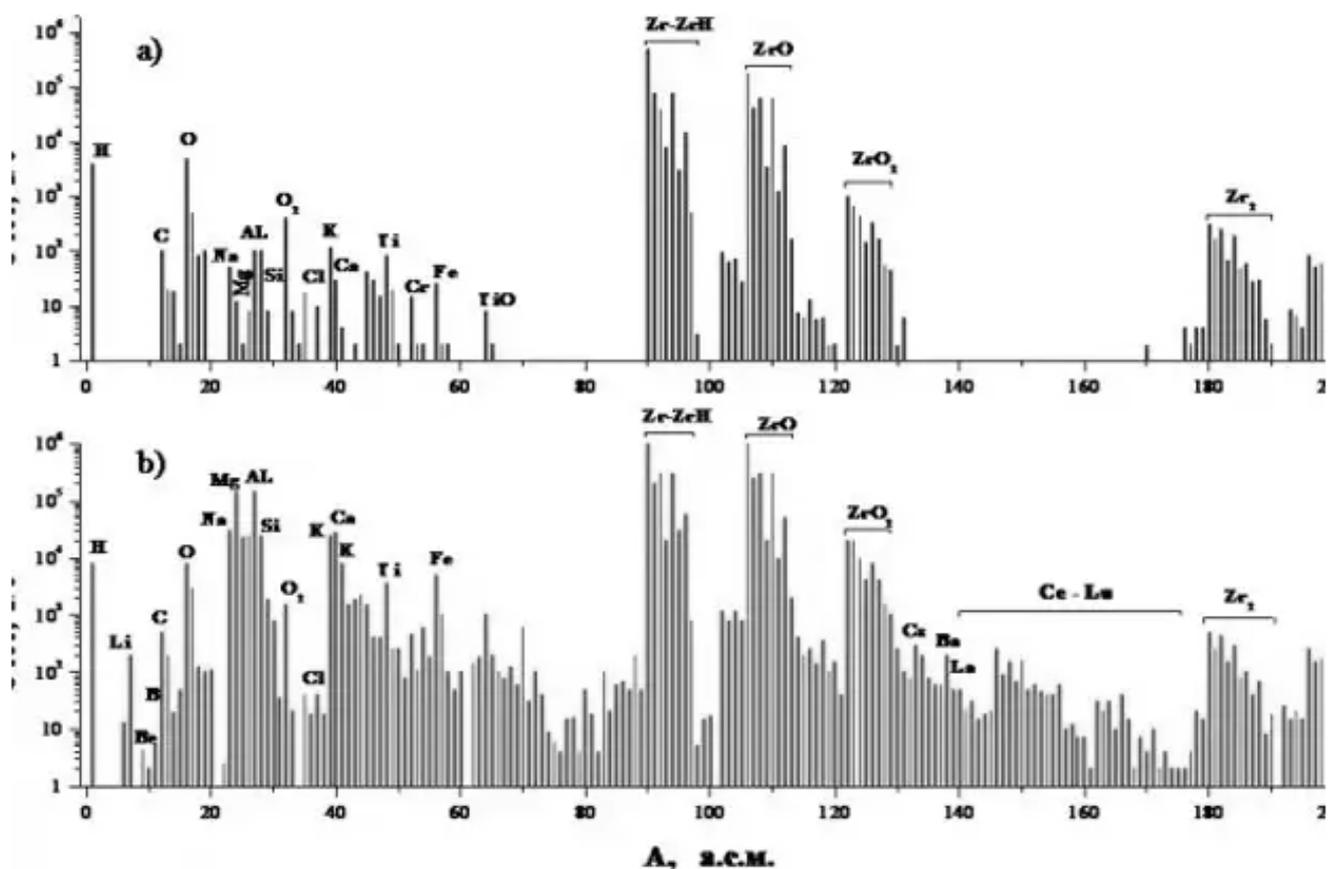


Рис. 2. а) массовый спектр слитка циркония до электронной плавки, б) массовый спектр продукта саморodka

Трансмутация элементов в электроразряде в жидких средах

Исследование электроразряда как способа получить трансмутировавшие элементы в жидких средах предприняты в Магнитогорске на кафедре Государственного технического университета. Экспериментаторы остановились на методе А.В. Вачаева — Н.И. Иванова.

Для работы собрана установка, где два электрода (трубчатые, использован различный внутренний диаметр 6–50 мм) смонтированы так, чтобы соблюдался зазор 1–1,5 от использованного в опыте диаметра. В полости электрода течет жидкая среда, из-за чего сила мощного электрического разряда от дополнительных электродов генерирует плазму. Полость катушки вмещает и электроды, и плазму, и в ней создается магнитное поле. Импульсный разряд инициирует плазму в первую очередь в трубчатых электродах, лежащих как перпендикуляр к текущей в струе жидкости, а затем распространяется в межэлектродное пространство.

Здесь плазма лежит как многомерная фигура, проявляет свойства электропроводности, и конфигурирована как гиперboloид вращения, диаметр пережима которого достигает 0,1–0,2 мм. Возникший разряд не дает шума, теплота практически не выделяется, также, как и невелик газовой фазы. На трубчатые электроды подавался ток 0,1–100 А, но в основной части опытов использовался ток силой в 20–40 А.

Продуктом работающей установки являются трансмутировавшие элементы, преобразованные в ходе устойчиво происходящего процесса из исходно загруженного материала, при этом продукты как элементы имеют различные агрегатные состояния: газ, раствор или выпадают в осадок твердым веществом. При монтаже нескольких пар трубчатых электродов в одной камере процесс становился более эффективным. При этом для пикового выхода осадка как продукта трансмутации получен с током жидкости со скоростью 0,55 м/с.

Экспериментатор использовал как исходные множество жидких сред: вода (после дистилляции, из реки, из городского водопровода), растворы ми-

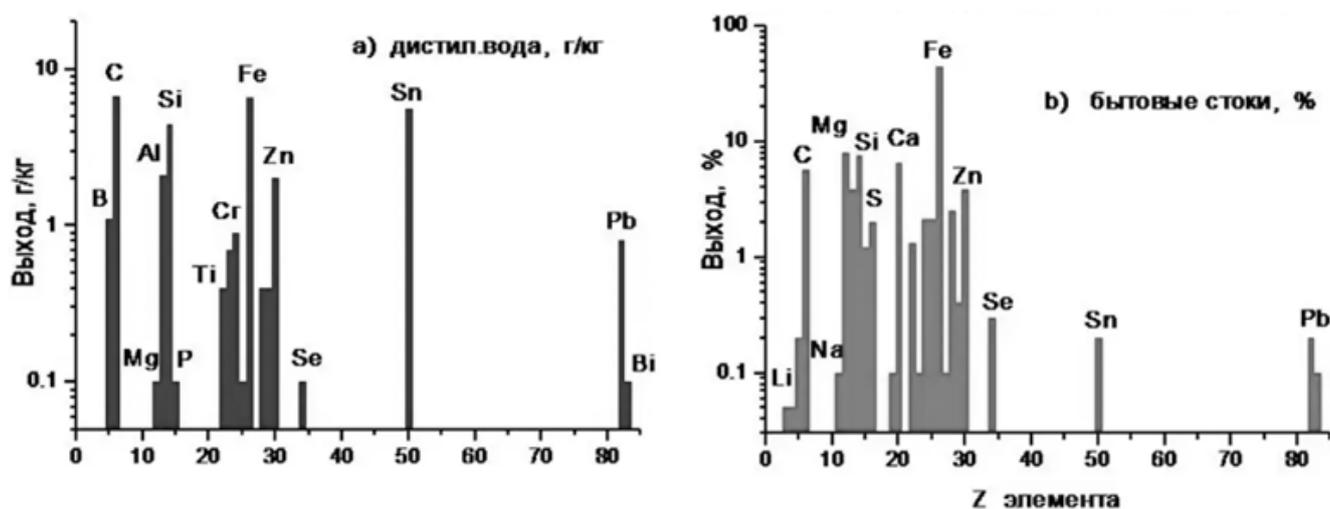


Рис. 3. Выход элементов для случаев обработки в электроразряде дистиллированной воды и бытовых стоков.

неральных соединений, стоки промышленных предприятий и бытовые, смеси с органикой и фракциями нефти. Исследование шло исключительно в режиме «металлургическом», чтобы до максимума поднять выход осадка (твердая фаза), ориентируясь на средний показатель 300 г/л. Проанализировать образцы фазы по химическому составу доверено независимым лабораториям.

Покажем на рисунке 3 результаты продукта трансмутации, где из потока дистиллированной воды и сточной воды бытового происхождения получены посторонние элементы (на рис. 3а и 3б соответственно).

Особенно важно, что установка при разработке проектировалась с целью практического применения из-за того, что выход является действительно промышленным, а процесс трансмутации производит продукт, масса которого за достаточно короткий период достигает нескольких центнеров [5].

Заключение

Таким образом, можно с достаточной определенностью сказать, что, знакомство с вопросом ядерной

трансмутации позволяет указать на удивительную закономерность: научный поиск происходит совершенно независимо и неодинаковые физические процессы сопровождаются неизвестным эффектом. Однако расхождения в сути методик эксперимента, не всегда окончательной формулировке исследовательского процесса, многообразии форм интерпретации, не могут нивелировать того, что полученные результаты близки. Как видим из хода показанных выше опытов, трансмутация является процессом, где химические элементы подчинены общим закономерностям [12].

Следует отметить, что применяемая программа полностью обрабатывает все ядерные данные платформа моделирования для исследований в области ядерных наук и технологий. Она помимо аналитического решения дифференциальных уравнений рассматривают способы нуклидных превращений в виде цепочек древовидного типа, в которых линейные цепочки происходят независимо друг от друга, либо элементарно просчитывают экспоненциальные нуклидные накопления методом перечисления, пренебрегая теми реакциями, которые не вписываются в линейные цепочки. Таким методом решения присущи большие методические погрешности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий В.И., А.А. Корнилова, «Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах», М., Мир, 2003
2. Карабут А.В., Материалы 7-й Российской конференции по холодной трансмутации ядер химических элементов (РКХТЯ), М.2000, с. 27–35
3. Нестерович А.В., Б.У. Родионов, И.Б. Савватимова, Материалы 8-й Российской конф. по холодной трансмутации ядер химических элементов, М.2001, с. 211–215
4. Уруцкоев Л.И., В.И. Ликсонов, В.Г. Циноев. Прикладная физика, 2000, № 4, с 83–100 L.I. Urutskoev, V.I. Liksonov, V.G. Tsinoev, Annalesde laFondationLouis deBroglie, Vol. 27, N° 4, 2002, pp. 701–726

5. V.D.Kuznetsov, G.V. Mishinsky, F.M. Penkov, V.I. Arbuzov, V.I. Zhemenik, Annalesde la Fondation Louis de Broglie, Vol. 28, N° 2, 2003, pp.173–214
6. Шоринов И.Д. Сафрыгин Д.Ф. Метод расчета изменения изотопного состава ФЭИ-1225. Обнинск: ФЭИ, 1982. — 14 с.
7. Догов А.А. Справочно-информационная интерактивная система моделирования и визуализации ядерных превращений — Nuclear Evolution Software АО ИК «АСЭ».
8. Шабалин Е.П. и др. Спектр и плотность потока нейтронов в облучательном канале пучка № 3 реактора ИБР-2. Объединенный институт ядерных исследований. Дубна.
9. Белозерова А.Р., Мельников Б.Ф. Подход к математическому моделированию трансмутационных процессов в ядерных энергетических установках. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион.
10. Курчатов И.В. О возможности осуществления термоядерных реакций в электрическом разряде // Атомная энергия. 1956. Вып. 3. С. 65–75.
11. Мышинский Г.В. Научная статья. Безулоновские ядерные реакции трансатомов. Энергия звезд и нуклеосинтез // Объединенный институт ядерных исследований, <http://www.jinr.ru/> Дубна 141980, Московская область, Российская Федерация/
12. Родиченков Ю.Ф. Научная статья. Трансмутация как аналогия творения в контексте алхимической космогонии. // Журнал «Приволжский научный вестник».

© Щеколдин Владимир Валерьевич (krutyash.94@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Димитровград