

Меморандум Кащенко как демонстрация раздвоенности понимания процессов холодной трансмутации ядер

Косарев А.В., д.т.н.

Побудительным мотивом написать данную статью стал меморандум М. Кащенко. [5]. Меморандум примечателен тем, что демонстрирует какую-то раздвоенность понимания процессов ХТЯ. С одной стороны опора на устоявшиеся знания, дающая правильное направление. “Квантовомеханическое решение для основного состояния ($n=1$, $l=0$) атома водорода (сферически симметричные s -орбитали) соответствует не равной нулю вероятности обнаружить электрон в центре протона”. Здесь М. Кащенко обосновывает электронный захват в атоме водорода, приводящий к образованию свободного нейтрона. С другой стороны: “Отсюда ОЧЕВИДНО, что должны существовать нестационарные решения, при которых электрон «эскортирует» протон, образуя квазинейтронное состояние, до момента захвата протона ядром при обмене с протоном пионами (механизм Юкавы). Захват электрона не обязателен, в таком случае нет необходимости участия в реакции нейтрино”. А как здесь понимать М. Кащенко? Допустим электрон «эскортирует» протон до области сильного взаимодействия, помогая протону избавиться от кулоновского отталкивания. Но почему захват электрона не обязателен? Куда подевались силы кулоновского притяжения для эскортирующего электрона? Эта раздвоенность на сегодня характерна для многих исследователей процессов ХТЯ.

В последнее время на вебинарах Климова - Зателепина мы стали свидетелями интересных метаморфоз. Сначала на вебинар 28.12.2022 года была предварительно объявлена тема доклада Зайцева Ф.С. и Година С.М. под названием: «Эмиссия нейтроноподобных объектов в установке TNLT». Однако на вебинаре был представлен доклад под названием: «Эмиссия холодных нейтронов в установке TNLT». [2]. Термин нейтроноподобные объекты был заменён на термин холодные нейтроны. Как отметил докладчик Зайцев Ф.С.: “так будет более адекватно”.

Затем уже на вебинар 01.03.2023 года была предварительно объявлена тема доклада Климова А.И. под названием: «Трансмутация химических элементов в LENR эксперименте и теоретическое моделирование взаимодействия нейтрон - подобных частиц с гетерогенной $\text{Li-H}_2\text{O}$ плазмой». Однако на вебинаре был представлен доклад под названием: «Измерение потока холодных нейтронов в гетерогенной плазме и моделирование его взаимодействия с гетерофазой». [7]. И в данном случае термин нейтрон - подобные частицы был заменён на термин холодные нейтроны.

Видим начавшийся сдвиг физических представлений о холодной трансмутации ядер в сторону нейтронной физики. И если Зайцев Ф.С. твёрдо встал на позицию нейтронной физики, о чём свидетельствует его участие в полемике по итогам доклада Климова А.И. Зайцев Ф.С. утверждает, что проблема экспериментов с ХТЯ состоит в том, что экспериментаторы не умеют мерить холодные нейтроны. [7]. Автору данной статьи утверждение Зайцева Ф.С. представляется убедительным. В отличие от заявлений, что нейтронные датчики или неправильно измеряют или измеряют что-то другое, но выдают за нейтроны. В течении десятилетий измеряли правильно. На основе этих измерений построена целая наука - нейтронная физика. А теперь вдруг стали измерять неправильно, так как противоречат чудесам экзотики.

Вот и Климов А.И. приведя доводы в пользу нейтронного характера ХТЯ, о чём подробнее я остановлюсь ниже, по итогу опять засомневался. Отвечая на вопросы он сказал: “Я не верю, что это нейтроны, но нейтронный датчик ревёт”.

Ещё в докладе на РКХТЯ и ШМ-26 2020 года [6] Климовым А.И. доложены результаты экспериментов убедительно свидетельствующие об нейтронном характере ХТЯ. На никелевом электроде экспериментальной установки создаётся электрическая дуга (плазма), в результате которой возникают и разбрызгиваются вокруг микрочастицы никеля. Через облако микрочастиц никеля прогоняется со скоростью 10 м/сек водяной пар. При высокой температуре водяной пар диссоциирует, происходит наработка водорода, который взаимодействует с нано частицами никеля, получающихся при взрыве микро капелек никеля. Возникают наводороженные нанокластеры никеля, на которых протекают lenr - реакции. Экспериментальная установка была

оснащена двумя типами нейтронных датчиков, которые фиксировали при зажигании плазмы нейтронный поток в $10^5 - 10^6$ нейтрон/сек. При отключении плазмы поток нейтронов быстро спадал. При этом если после отключения плазмы подавалась вода (водяной пар), то ещё несколько секунд наблюдались мелкие всплески нейтронов, которых не было при подаче аргона. Вот эти мелкие всплески и смутили профессора Климова А.И. и он делает вывод, что приборы фиксируют нейтронный поток, “но мы считаем, что это не совсем нейтронный поток, а neutron like particles” (нейтроноподобные частицы, прим. автора). Климов А.И. признаёт что излучения “По форме сигналов безусловно очень похожи на нейтроны, а мелочь идущая в хвосте - это нейтроны или нет нужно убедиться”. В установке Климова А.И. нейтронный поток спадал сразу после отключения дуги (плазмы), что говорит о небольшой плотности наводороженности нанокластеров никеля. Слабой удельной наводороженностью можно объяснить и малые всплески нейтронного потока, происходящие в течении нескольких секунд после отключения дуги (плазмы). При выключении дуги снижается температура в экспериментальной камере, а это снижает эффективность наводороживания, как отмечает Просвирнов А.А. [16]. При малой удельной наводороженности и снижающейся температуре резко снижается и быстро прекращается нейтронный поток, т.к. необходимо время для нового наводороживания. Отсюда прерывистость импульсов и их полное прекращение при снижении температуры ниже пороговой.

Экспериментальная установка Климова А.И. была оснащена также спектрометром, который показал присутствие в экспериментальной установке атомов кислорода и фтора. Как отмечает Климов А.И. “казалось бы просто предположить: кислород + водород (протон) = фтор. Но нет”. Профессор Климов А.И. всегда с уважением относился к кулоновскому барьеру. Поэтому он ищет иное объяснение экспериментальным данным. Он, ни как не желая признать очевидное, т.е. возникновение свободных нейтронов на наводороженных поверхностях никеля как результат электронного захвата в атоме водорода, говорит о k - захвате в некоей 2-х ядерной молекуле, которая образуется на нанокластерах. “Один шаг до холодного синтеза в ядре. В этих молекулах велика вероятность k - захвата и происходят ядерные реакции”. [6]. Но при k - захвате в многоуровневых системах не будет того многообразия эффектов нейтронной физики, которые наблюдаются в опытах А. Росси, А.Г. Пархомова, А.А. Корниловой, с образованием множества новых изотопов, элементов и выделением тепла.

А вот если признать нейтроны фиксируемые двумя видами приборов за реальные **свободные** нейтроны то образование фтора из кислорода становится естественным в рамках нейтронной физики. ${}_{16}^8O + 3n = {}_{19}^8O \rightarrow \text{бета_распад} = {}_{19}^9F$

Как видим ни каких «экстравагантностей». Всё в рамках хорошо изученной нейтронной физики и говорил я об этом ещё в 2020 году, анализируя доклад Климова А.И. на РКХТЯ и ШМ-26. Тогда меня не слышали. Хотя я не сказал ничего нового. Это известная нейтронная физика. [10].

В докладе на вебинаре от 1.03.2023года отвечая на вопрос откуда появился в установке фтор Климов А.А. уже говорит, что это просто. Кислород захватывает нейтроны, затем в результате бета распада образуется фтор. Казалось бы имеет место явный поворот в сторону нейтронной физики. Однако вслед за этим Климов А.И. говорит: “Я не верю, что это нейтроны, но нейтронный датчик ревёт”.

Остановимся на численном моделировании Николаем Евстигнеевым процессов захвата холодных нейтронов и сравнении результатов моделирования с экспериментальными данными Климова А.И. В модели учитывались α - распад, $\beta^{(-)}$ - распад, $\beta^{(+)}$ - распад и захват нейтронов. К недостаткам модели нужно отнести отсутствие учёта электронного захвата. Но даже в этом случае наблюдалась корреляция расчётов с экспериментом. Отметим, что корреляция наблюдалась только для холодных нейтронов и не наблюдалась для тепловых нейтронов. [7].

Странная степень неприятия нейтрона. Нейтронный датчик ревёт (всего было использовано три типа нейтронных датчиков), спектрометрия указывает на нейтронный характер реакции, численное моделирование, даже без учёта важнейшего фактора - электронного захвата, даёт хорошую корреляцию с экспериментом, коллеги в сходных физических условиях регистрируют холодные нейтроны [2], а Климов А.И. не верит.

Даже если нейтронные датчики определённого типа и дают искажения по различным причинам, то необходимо позаботиться об исключении помех. Но главное, что вся совокупность наблюдаемых фактов о ХТЯ в различных физических условиях (Росси, Пархомов, Климов, Годин и Зайцев), от показаний приборов до давно известных в ядерной физике эффектов, свидетельствуют о нейтронном характере ХТЯ.

В связи с рассмотренными выше представлениями Климова А.И., интересно рассмотреть работу 2022 года «Феномен искусственной радиоактивности в металлических катодах в условиях тлеющего разряда» [17] группы исследователей с участием Савватимовой И.Б. Начнём с того, что группа [17] работала с установкой тлеющего разряда, в которой создавалась неравновесная протий и/или дейтерий содержащая низкотемпературная плазма. То есть установка группы Савватимовой И.Б. схожа с установкой TNLT Зайцева Ф.С. и Година С.М., в которой последние фиксировали эмиссию холодных нейтронов. И хотя группа Савватимовой И.Б. не регистрировала эмиссию нейтронов ввиду отсутствия датчиков, материалы и выводы самих авторов свидетельствуют в пользу нейтронов. Однако как и у Климова А.И. делается вывод о неких нейтральных ядрах (читай нейтроноподобные частицы), "формально характеризующиеся, соответственно, барионными числами, равными единице и двум, нулевыми лептонными зарядами и массами покоя, равными массам атома водорода и дейтерия, могут эффективно участвовать в разнообразных ядерных процессах". Авторы [17] даже пишут в своей статье: "Совокупность всей этой информации дает основания полагать, что в экспериментах группы А.И. Климова фиксировались именно частицы ${}^1n_{isu}$ ". В заключении авторы [17] пишут, что водородосодержащая плазма тлеющего разряда "обуславливает существование легких нейтральных ядер - бета нейтрона ${}^1n_{isu}$ и бета динейтрона ${}^2n_{isu}$, которые при отсутствии кулоновских барьеров эффективно участвуют в ядерно-химических процессах, образуя с ядрами мишени составные ядра. Следует подчеркнуть, что величины масс этих ядер, равные массам атомов протия и дейтерия соответственно". Ну чем ${}^1n_{isu}$ не нейтрон? Масса равна массе атома протия. Электрический заряд равен нулю. Свободно проникает в ядро. Что касается ${}^2n_{isu}$, то его будут долго искать, но так и не найдут. Прецедентов множество.

Отличительные особенности процессов ХТЯ.

Рассмотрим наиболее важные особенности процессов ХТЯ.

1). Роль резонансов при электронном захвате.

В процессах ХТЯ важную роль играют резонансные явления. Это отмечают многие авторы, например, Евдокимов Ю.К. и Климов А.И.

Резонансные явления возможны если частоты процессов совпадают или кратны друг другу. Возникает вопрос что с чем резонирует, что это за процессы? Во-первых, отметим, что температурный порог наблюдается только в экспериментах с наводороженными поверхностями. В кавитирующих жидкостях и дейтерированных металлах этого экспериментаторы не отмечают. Исходя из устоявшихся знаний ядерной физики возможны три вида ядерных превращений и реакций. Это ядерный синтез лёгких ядер, деление трансурановых ядер и ядерный распад. Синтез не подходит, так как в результате синтеза лёгких ядер элементы тяжелее области железа не возникают. Евдокимов Ю.К. отмечает, что в их экспериментах возникал даже уран. Не подходят и реакции деления, так как трансурановые элементы не применяются в LENR-реакторах. И реакции деления сопровождаются жёстким излучением и выделением большой энергии. Остаются реакции бета и альфа распада. Но альфа распад наблюдается главным образом в области тяжёлых элементов, а вот бета распад свойственен всем элементам таблицы Менделеева. При бета распаде в ядре возникает новый элемент со следующим порядковым номером. При последовательном бета распаде, в соответствующих условиях, возможно возникновение любых новых элементов и происходит выделение тепла.

Бета распад происходит при избытке нейтронов в ядре. Захват свободных нейтронов порождает нейтронные реакции и бета распад. Отсюда и возникает вопрос о производстве свободных нейтронов в LENR-реакторах с насыщенными водородом поверхностями рабочего агента?

Рассмотрим физическую ситуацию, изображённую на рисунке ниже.

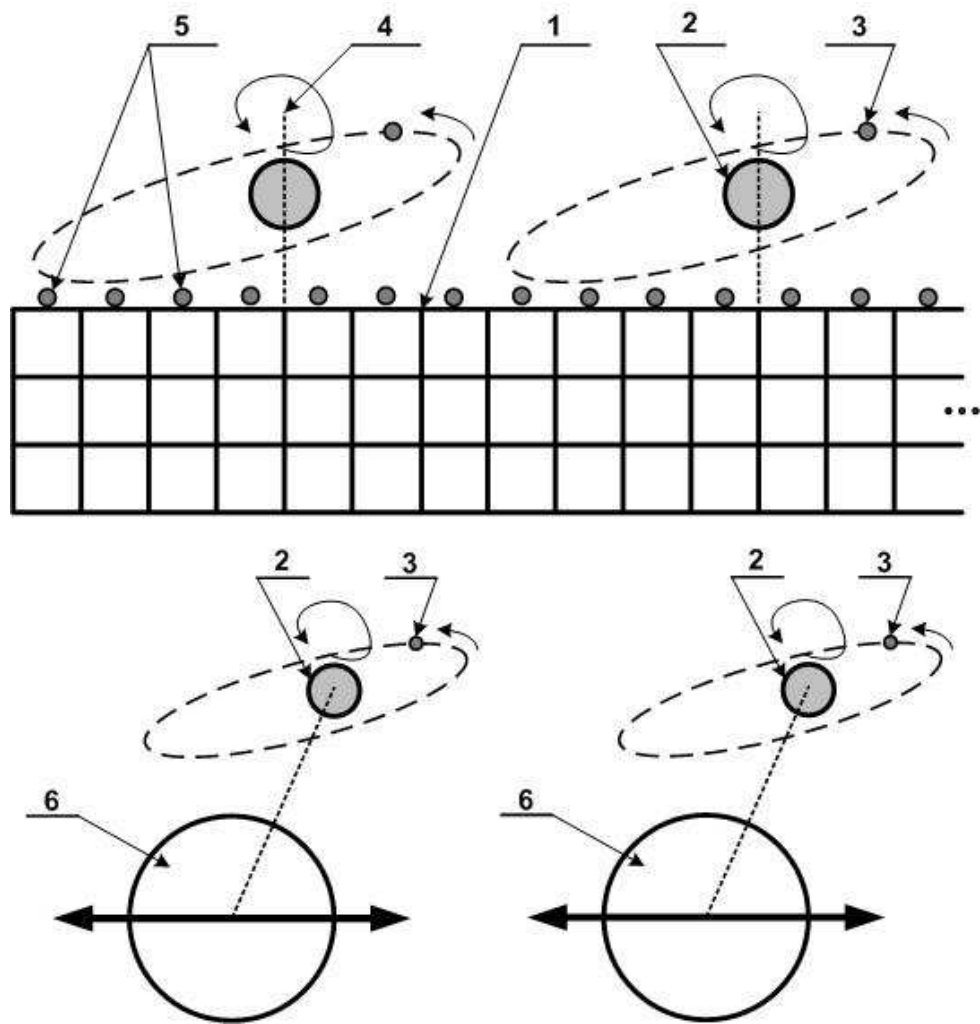


Схема взаимодействия на наводороженной поверхности.

Здесь показана поверхность никеля (палладия) насыщенная водородом. Цифрами на рисунке обозначены: 1 - поверхность никеля (палладия); 2 - атом (протон) водорода в силу химических связей закрепившийся на поверхности; 3 - электрон, совершающий орбитальное движение на своём энергетическом уровне в атоме водорода, закрепившемся на поверхности никеля (палладия). На рисунке отмечено спиновое движение (вращение) протона вокруг спиновой оси - 4; 5 - электроны формирующие поверхностный отрицательный заряд на поверхности никеля (палладия); 6 - приповерхностный ион никеля (палладия), связанный с атомом водорода. Жирными стрелками обозначены осцилляции иона.

Поверхностный заряд никеля не позволяет орбитальному электрону атома водорода двигаться в плоскостях перпендикулярных поверхности. Орбитальный электрон может двигаться только в плоскостях параллельных поверхности и совершать колебательные движения плоскости орбиты возле срединного значения.

В нижней части рисунка изображены приповерхностные ионы никеля (палладия) с закрепившимся в силу химической связи атомом водорода на поверхности.

Ион кристаллической решётки совершает с определённой частотой и амплитудой осцилляции возле положения равновесия. Максимальная частота осцилляций ионов в кристалле имеет порядок 10^{13} рад/сек. Электрон атома водорода, связанный с ионом никеля (палладия) совершает в основном состоянии вращение вокруг протона с частотой порядка 10^{16} рад/сек. Эта частота постоянна и не зависит от температуры. А вот частота осцилляций ионов кристалла в ангармоническом приближении (а только такое приближение согласуется с экспериментом) зависит от амплитуды. А амплитуда в свою очередь зависит от температуры. Таким образом при

изменении температуры кристалла (рабочего агента реактора) частоты колебаний ионов изменяются и возникают полосы частот кратные частоте вращения электрона в атоме водорода. Так в связке ион - водород возникает резонансное взаимодействие. Необходимо добавить, что частота осцилляций ионов зависит не только от температуры, но и от массы и объёма ионов. Это приводит к тому, что резонансные полосы у разных наводороженных материалов различны. Что и проявляется в различных пороговых температурах.

А как резонансное взаимодействие осциллирующего иона и вращающегося электрона приводит к электронному захвату в атоме водорода, закрепившегося на поверхности?

Электронный захват связывают со спин - спиновым взаимодействием протона и электрона. Когда спины ориентированы по одной линии, то силы электромагнитного взаимодействия приводят к квантовому скачку, связывающему протон и электрон в нейтрон. Если нет предварительного подогрева активной зоны реактора Росси, то орбитальный электрон практически не попадает под действие электромагнитных сил по оси спинов протона и электрона. Ось протона ориентирована перпендикулярно поверхности, а орбитальный электрон движется в плоскости параллельной плёнке и их оси параллельны и разнесены в пространстве. А вот при нагревании, связанные с поверхностью атомы водорода (протоны) начинают совершать хаотические колебательные движения вместе с колебаниями ионов поверхности никеля. Ось спина протона так же совершает колебательное движение, осциллирует с частотой связанного с протоном иона кристаллической решётки. Положение плоскости орбиты электрона колеблется возле среднего положения и практически не реагирует на температуру, так как во-первых, подчиняется действию поверхностного заряда, а во-вторых, даже свободные электроны в кристаллах очень слабо реагируют на температуру, подчиняясь статистике Ферми-Дирака. При подогреве до резонансных частот (пороговая температура) ось орбитального электрона начинает часто сближаться по углу со спиновой осью протона, что приводит к резкому увеличению вероятности захвата его протоном. Процесс заканчивается новым связанным состоянием системы протон - электрон в форме нейтрона. В системе появляется много свободных нейтронов начинают эффективно проявляться закономерности нейтронной физики.

Механизмы этих закономерностей описываются в рамках известных знаний ядерной физики, теплофизики и физики твёрдого тела.

Климов А.И. анализируя работы в области ХТЯ констатирует, что всем нужен утяжелённый электрон (Сахаров, Видом и Ларсен, Киркинский, Ковач и др.). Цель получить нейтроноподобный объект для проникновения в ядро. По мнению Климова А.И. лёгкий электрон способен создать только атом водорода. А как же электронный захват, при котором лёгкий электрон образует обычный нейтрон?

2). *Особенности наводороживания дейтерием и протием.*

Наводороживание твёрдых тел протием и дейтерием, как установлено экспериментально, имеет принципиальное различие.

На РКХТЯиШМ - 26 Просвирнов А.А. привёл данные по экспериментальным работам ФЭИ РАН, из которых следовало, что в поверхностном слое наводороживаемого никеля концентрация атомов водорода в 100 раз выше чем в глубину объёма. Ещё один экспериментальный факт изложен в [15]. Сотрудники Санкт-Петербургского политехнического университета и Института проблем машиноведения РАН изучали распределение водорода в металлических образцах, возникающее в процессе стандартного тестирования на водородное растрескивание. "Эксперименты ставились на образцах стандартной формы из нержавеющей, трубной, мостовой и атмосферостойкой стали. Был обнаружен поверхностный эффект. Он заключается в том, что в тонком слое металла у поверхности образца возникает аномально высокая концентрация водорода, превышающая внутреннюю концентрацию в сотни раз. Этот поверхностный слой толщиной около 50 мкм создает своеобразный экран, препятствующий проникновению водорода внутрь металла".

Дейтерий напротив, проникает вглубь металлов и закрепляется в зонах проводимости свободных электронов. Об этом свидетельствуют эксперименты NASA по d - d синтезу в дейтерированном эрбии (Обзорно - аналитический доклад Зателепина В.Н. на семинаре Климова - Зателепина от 25.11.20г.). По представлениям американских исследователей преодолению

кулоновского барьера в реакции синтеза $d + d$ способствует экран из свободных электронов, образующийся перед дейтоном. Экран позволяет двум дейтонам сблизиться на расстояние, при котором проявляется туннельный эффект и реакция $d + d$ становится возможной. Это говорит о том, что дейтоны должны располагаться в зонах проводимости эрбия. Другим подтверждением распределения дейтерия по всему объёму металла являются эксперименты Цветкова С.А. с дейтерированным титаном. В экспериментах Цветкова С.А. низкотемпературный синтез дейтонов наблюдался при фазовом переходе кристаллической решётки титана, который происходит одновременно по всему объёму наводороженного дейтерием образца.

Эти факты указывают на то, что в никель - водородных реакторах решающее значение имеют поверхностные эффекты. А в дейтерированных металлах важна электронная шуба, охватывающая дейтон и подавляющая его кулоновский барьер. Физико - химическая разница в наводороживании протием и дейтерием и приводит к принципиально различным ядерным процессам. На наводороженной поверхности создаются физические условия для возникновения свободных нейтронов и последующей цепочке нейтронных реакций. В условиях дейтерированных металлов создаются условия для реакций синтеза. В [11] мною предпринята попытка показать возможность подавления кулоновского барьера дейтона на десятки порядков вследствие флуктуации электронов проводимости в металлах. Это не новая и тем более не моя идея. В теории твёрдого тела поведение (в том числе флуктуации) электронов проводимости в кристаллических решётках металлов хорошо изучены. Спорадически в зонах проводимости металлов с той или иной вероятностью возникают флуктуации плотности электронов, создающие в локальной области отрицательные потенциалы. Если электронная флуктуация с соответствующей величиной отрицательного потенциала охватывает дейтон, то это и приводит к подавлению кулоновского барьера дейтона.

В экспериментах с наводороживанием дейтерием часто (практически всегда) присутствуют и протий и дейтерий, так как всегда в дейтерии присутствует протий. Это приводит к одновременному течению и реакций синтеза и нейтронных реакций, что сильно затрудняет анализ полученных экспериментальных данных. Например, в ранних экспериментах с участием Савватимовой И.Б. по тлеющему разряду в атмосфере дейтерия [3, 4] регистрировались нейтроны с энергией до 17 Мэв , что свидетельствует о реакциях синтеза. А в эксперименте Година С.М. и Зайцева Ф.С. по тлеющему разряду в атмосфере протия регистрировались холодные нейтроны, что свидетельствует об электронном захвате и последующем бета распаде.

3). *Механизм возникновения холодных и ультрахолодных нейтронов при электронном захвате в атоме водорода на поверхности.*

Пархомов А.Г. является одним из самых убеждённых противников нейтронной природы ХТЯ. Но он и самый конструктивный критик. Его вопросы принципиально важны и требуют убедительного ответа. "Получение ультрахолодных нейтронов является сложнейшей задачей, которая решается путём замедления нейтронов в жидком водороде или гелии. Непонятно, почему нейтрон, возникающий в веществе при комнатной или более высокой температуре, будет иметь энергию меньше энергии теплового движения частиц среды. Чтобы захватываться ядрами окружающих элементов, совсем не обязательно нейтронам быть ультрахолодными". (Критических замечаниях к [9] Пархомова А.Г.). Когда возник на наводороженной поверхности ультрахолодный нейтрон, то благодаря большому сечению захвата он быстро захватывается окружающими ядрами и не успевает достичь равновесного состояния по температуре с окружающим веществом. А вот образование холодных (ультрахолодных) нейтронов при электронном захвате на поверхности необходимо обосновать. Обратимся к рисунку выше.

Колебания поверхностных ионов - б кристалла происходят по трём взаимно перпендикулярным осям. Две оси в плоскости поверхности и третья ось перпендикулярно поверхности. Эти колебания через электромагнитную связь (пунктирная линия) передаются протонам атомов водорода закрепившихся на поверхности. В системе наводороженной поверхности можно выделить две взаимодействующие, но достаточно автономные подсистемы. Подсистему кристалла и подсистему плёнки водорода закрепившегося на поверхности кристалла.

Взаимодействие между подсистемами (передача энергии колебания) осуществляется только через перпендикулярную составляющую амплитуды колебания ионов - б. В водородном слое эта энергия распределяется по трём направлениям колебания атома водорода. При этом, что важно, передача энергии колебания через перпендикулярную составляющую амплитуды колебания поверхностного иона кристалла протону поверхностного водорода затруднена. Это связано с тем, что две другие составляющие амплитуды колебания иона, направленные в плоскости поверхности, через линию связи вызывают качания этой линии (спиновой оси). Качающаяся вертикальная амплитуда (связь) иона вызывает главным образом колебательное вращение протона водорода. В результате протон поверхностного водорода испытывает лишь покачивание вместе с линией взаимодействия с ионом и практически не воспринимает передачу амплитуды и энергии. Его энергия связана с покачиванием спиновой оси и минимальна. По этой причине при захвате электрона протоном поверхностного атома водорода, возникший свободный нейтрон является холодным. В силу большого сечения захвата соседними ядрами холодный нейтрон не успевает сравнять свою энергию с энергией соответствующей температуре окружающего вещества.

4). *Изомерные возбуждения ядер - причина отсутствия жёсткого γ - излучения.*

К числу наиболее загадочных проявлений ХТЯ относят низкий уровень ионизирующих излучений в сравнении с типичными и хорошо изученными реакциями синтеза, распада и деления. Исследователей удивляет не только низкий уровень ионизирующих излучений, но особенно практически полное отсутствие гамма - излучений. Отсюда другой трудный вопрос вытекает из утверждения Пархомова А.Г.: “Жёсткое гамма излучение возникает практически всегда, когда нейтрон захватывается ядром. Дочернее ядро возбуждается не только и не столько из-за того, что нейтрон передаёт свою кинетическую энергию, а в основном, потому, что нейтрон имеющий массу 939 Мэв, сильно изменяет энергию связи ядра. При захвате теплового или холодного нейтрона ядро возбуждается ничуть не хуже, чем при захвате быстрого нейтрона. С той лишь разницей, что сечение взаимодействия с веществом у тепловых нейтронов значительно больше, чем у быстрых”. [9, комментарий Пархомова А.Г.].

Ядра (нуклиды) в зависимости от энергии находятся в стабильном или возбуждённом состоянии. В стабильном состоянии ядро обладает минимальной энергией, длительно находится в этом состоянии и не подвергается радиоактивному распаду. Ядро в возбуждённом состоянии имеет энергии превышающие энергию основного состояния. В этом состоянии ядро не стабильно и через определённое время подвергается радиоактивному распаду с испусканием одной или нескольких частиц. Возбуждённое состояние ядра может достигаться различными способами. Нас будут интересовать возбуждённые состояния связанные с захватом нейтронов.

Известны различные каналы радиоактивного распада, переводящие ядро через определённое время из возбуждённого состояния в стабильное. Чаще всего радиоактивный распад происходит с излучением гамма кванта через несколько пикосекунд (10^{-12} сек). Но у многих ядер имеются возбуждённые состояния с относительно большим временем жизни - изомерные состояния. Периоды полураспада изомерных состояний изменяются в весьма широких пределах - от 10^{-6} сек до многих лет. “Изомер - нуклид в возбужденном ядерном состоянии, с измеримой продолжительностью жизни ($>10^{-9}$ с)”. [1]. Изомерное возбуждение нуклидов было открыто Курчатовым И.В. с сотрудниками в 1935 году. Большое время жизни изомерных состояний объясняется затруднённостью переходов из изомерного состояния в основное либо из-за большой разницы спинов, либо из-за существенного различия в форме основного и изомерного состояний ядра. Если при этом различие в энергии двух состояний невелико, то вероятность испускания γ - кванта мала. В данной ситуации переход из возбуждённого состояния в стабильное происходит или ко каналу бета - распада или ко каналу внутренней конверсии. Оба канала к настоящему времени хорошо изучены. Канал бета - распада происходит по формуле: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu} + 0,78 \text{ Мэв}$. При этом спектр излучаемых при бета - распаде электронов непрерывный. В результате бета - распада возникает новый элемент с большим порядковым номером на единицу. Распад по каналу внутренней конверсии происходит в два этапа. На первом этапе, испускаемый изомерным ядром γ - квант захватывается одним из электронов оболочки атома. На втором этапе этот электрон

отрывается от атома и на его месте образуется вакансия (дырка). Так как γ - квант может захватываться электронами из различных оболочек, то спектр излучения конверсионных электронов линейчатый. На место образовавшейся в электронной оболочке дырки перескакивают электроны с более высоких уровней. Этот процесс сопровождается мягким рентгеновским излучением. При распаде по каналу внутренней конверсии нового элемента не образуется. Если изомерное возбуждение, приведшее к процессам внутренней конверсии, произошло при захвате медленного нейтрона, то в результате возникает новый изотоп данного элемента. [1, 20].

“Из 2500 нуклидов, известных в настоящее время, стабильными являются только 271. Остальные нуклиды нестабильны; они превращаются путём одного или нескольких последовательных распадов, сопровождающихся испусканием частиц или гамма - квантов, в стабильные нуклиды. Радиоактивный распад может происходить, если данное превращение энергетически выгодно, т.е. если разность между массой исходного ядра и суммарной массой продуктов распада положительна”. [1]. Как видно из последнего абзаца большинство нуклидов это радиоактивные нуклиды, значительное число которых находится в изомерном, метастабильном состоянии. Изомерные состояния ядер широко распространённое явление и их распад происходит главным образом по каналам с подавленным гамма излучением. Что и наблюдается в реакторах с наводороженными поверхностями.

Теперь рассмотрим возбуждённые состояния ядер, вызванные захватом нейтронов различной энергии от холодных до быстрых.

Всякая материальная структура испытывает тем большие изменения, чем сильнее на неё воздействие. Для ядра воздействие быстрых нейтронов вызывает сильное возбуждение порядка 5 - 6 Мэв и быстрое (в течении пикосекунд, 10^{-12} сек) излучение γ -квантов. Воздействие медленных нейтронов (холодных и ультрахолодных) вызывает изомерное возбуждение длительностью от миллисекунд (10^{-3} сек) до многих лет. При этом излучение более слабое: β -распад с энергией 0,78 Мэв или излучение внутренней конверсии, сопровождающееся в том числе мягким рентгеном.

Не вызывает возражений, что при захвате медленных (холодных) нейтронов так же происходит возбуждение ядра. Но это не сильное, а изомерное возбуждение, которое сопровождается β -распадом или процессом внутренней конверсии.

Эксперименты с процессами на наводороженных поверхностях говорят как раз о изомерных состояниях ядер и их соответствующих излучениях. В никель водородных реакторах (и вообще в реакторах с наводороженными поверхностями) одновременно протекают процессы бета распада и внутренней конверсии. Об этом свидетельствует появление новых изотопов и элементов и мягкое рентгеновское излучение. Тепло в никель водородных реакторах выделяется при бета распаде с энергией бета распадных электронов и при процессах внутренней конверсии с энергией конверсионных электронов.

Излучение изомеров по каналу внутренней конверсии характеризуется коэффициентом внутренней конверсии равным отношению числа испускаемых электронов конверсии (e^-) к числу испускаемых гамма-квантов. Он изменяется от нуля (при испускании только гамма квантов) до бесконечности (при испускании только электронов). Коэффициент тем больше, чем **меньше** разность энергий и чем больше разность спиновых квантовых чисел двух возбуждаемых состояний ядра, т.е. чем больше Z и время жизни. С увеличением энергии перехода величина коэффициента внутренней конверсии падает. [1, 20].

В подтверждение своих выводов о том, что захватный нейтрон любой энергии (даже ультрахолодный) вызывает гамма излучение, Пархомов А.Г. ссылается на справочник «Радиационный захват нейтронов». Авторы Беланова Т.С., Игнатюк А.В., Пащенко А.Б., Пляскин В.И. Эта ссылка неубедительна. В справочнике рассматриваются энергии нейтронов от 1 кэВ до 14 МэВ и совсем не упоминается об изомерных возбуждениях ядер. Энергия даже тепловых нейтронов, равная 0,025 эв соответствует температуре порядка 300°К. А нейтрон в 1 кэВ это термоядерные температуры. И добавлю. Ещё в 1938 году Гофман и Бэчер обнаружили испускание электронов внутренней конверсии веществами, **захватывающими нейтроны**. [1]. Известно, что в процессах внутренней конверсии испускание жёсткого гамма излучения подавлено и наблюдается только мягкий рентген.

О ренессансе гипотезы Видом - Ларсена.

На вебинаре от 1.03.2023 года прозвучала мысль о ренессансе теории Видом - Ларсена. Самым непонятным для меня в гипотезе Видом - Ларсена является необходимость предварительного получения тяжёлого электрона для получения в последующем ультрахолодного нейтрона. Надо отметить, что идея тяжёлого электрона, идущая от мюонного атома Сахарова А.Д., имеет целью получить объект со свойствами нейтрона. Этих же целей добиваются все авторы утяжёлённого электрона - Видом и Ларсен, Киркинский и многие другие. Природа тяжёлого электрона физиками теоретиками рассматривается в двух вариантах. Это или релятивистский электрон, или электрон в коллективных явлениях, например твёрдого тела. Интересна, например, интерпретация Климовым А.И. тяжёлых масс квазичастиц в твёрдом теле. Он приводит пример с дыркой, образовавшейся на месте улетевшего электрона. Так вот дырка имеет массу в несколько раз большую, чем имел электрон, находящийся на этом месте. Частицы нет. Дырка. А масса дырки выросла в разы. Это говорит не о том, что дырка имеет массу, а о том что теория квазичастиц, описывающая коллективные взаимодействия в кристаллах имеет свои ограничения. Возникновение связи между протоном и релятивистским электроном в массовом порядке тоже сомнительна. И добавим, что со времён мюонного атома подобные объекты физиками экспериментаторами так и не обнаружены.

На одном из вебинаров Пархомов А.Г. сказал, что мои представления напоминают гипотезу Видом - Ларсена. Это невнимательное прочтение того о чём я пишу в своих работах. В основе моих представлений о процессах ХТЯ лежат не выдумки о тяжёлых электронах, а давно и надёжно экспериментально установленный электронный захват обычных электронов.

Сегодня наблюдается не ренессанс теории Видом - Ларсена, а очередная попытка противников нейтронной природы ХТЯ использовать любой повод для удержания ХТЯ в тупиках экстравагантности.

Заключение

Холодная трансмутация ядер - это раздел нейтронной физики. Главным фактором ХТЯ является электронный захват в атоме лёгкого водорода, закрепившегося на твёрдой поверхности. Атом лёгкого водорода - единственный элемент, в котором электронный захват приводит к образованию свободного нейтрона. При этом специфические условия наводороженной поверхности приводят к образованию холодных и ультрахолодных нейтронов.

Зайцев Ф.С. во время дискуссии [2] отметил, что использование холодных нейтронов позволяет объяснить 90% всех наблюдаемых фактов связанных с холодной трансмутацией ядер. Доклада Зайцева Ф.С. от 28.12.2022 года о регистрации холодных нейтронов добавлял те недостающие 10%, чтобы при объяснении ХТЯ отказаться от экзотики в пользу устоявшихся знаний ядерной физики. Но вывод о 10% оказался несколько преждевременным. Во-первых, Зайцев Ф.С. в докладе на вебинаре от 15.03.23 года говорит не о обычном нейтроне, а о нейтроне образованном особым электроном малого диаметра. При этом нейтрон оказывается похожим больше на нейтроноподобный объект, чем на традиционный нейтрон. Дальше больше. Узнаём, что Годин С.М., соавтор Зайцева Ф.С., считает регистрируемые холодные нейтроны не реальными нейтронами. Как у классика революции. Шаг вперёд, два шага назад.

Литература

1. Бекман И.Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующее излучение. – М.: "ЮРАЙТ", 2016г., 398с.
2. Зайцев Ф.С., Годин С.М. Эмиссия холодных нейтронов в установке TNLT. Доклад на вебинаре Климова-Зателепина №5 сессии осень-зима 2022г. 28.12.2022. Слайды и видео <http://eth21.ru/LENR.html>
3. Karabut A.B., Kucherov Ya.R., Savvatimova I.B. THE INVESTIGATION OF DEUTERIUM NUCLEI FUSION AT GLOW DISCHARGE CATHODE. // FUSION TECHNOLOGY VOL.20 DEC. 1991 (P. 924 - 928)1.

4. Karabut A.B., Kucherov Ya.R., Savvatimova I.B. Nuclear product ratio for glow discharge in deuterium // Physics Letters A 170 (1992) 265 - 272. North - Holland.
5. Кащенко М. Меморандум Михаила Кащенко по итогам вебинара Климова-Зателепина №4 сессии зима-весна 2023г. 1.03.2023. Сайт: ХТЯ и ШМ.
Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru>.
6. Климов А.И. Презентация доклада «Измерение потоков холодных нейтронов и мягкого рентгеновского излучения в плазме - химическом реакторе». // РКХТЯ и ШМ-26, видео заседаний. 29.09.20г. Утренняя сессия. Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru/konferentsii/rkkhtyaishm-26-video-zasedanii>
7. Климов А.И. Измерение потока холодных нейтронов в гетерогенной плазме и моделирование его взаимодействия с гетерофазой. Доклад на вебинаре Климова-Зателепина №4 сессии зима-весна 2023г. 1.03.2023. Сайт: ХТЯ и ШМ.
Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru>.
8. Косарев А.В. Эффект Росси - искусственная радиоактивность. // Журнал «Атомная стратегия». Дата публикации - 02.12.20г. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8778>
9. Косарев А.В. Холодная трансмутация и холодный синтез в свете известных законов ядерной физики. Материалы РКХТЯ-26 «Проблемы холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии». – М.: «ДеЛибри», 2020г., 368с.
10. Косарев А.В. Российский сегмент исследований ХТЯ и ХЯС по состоянию на 2020 год. // Журнал «Атомная стратегия». Дата публикации - 02.12.20г.
Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=9457>
11. Косарев А.В. Ядерные реакции в дейтерированных металлах. // Сайт: «ХТЯ и ШМ». Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru>. Дата публикации - 13.02.2021г.
12. Косарев А.В. Энергетика электронного захвата в атоме водорода. // Сайт: Академия Тринитаризма. Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001h/4786-ks.pdf>.
Дата публикации 8.06.2021г.
13. Косарев А.В. Особенности излучения ядер при изомерном возбуждении. // Сайт: «ХТЯ и ШМ». Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru>. Дата публикации - 6.08.2022г.
14. Косарев А.В. Холодная трансмутация ядер в условиях электрического разряда. // Сайт: Академия Тринитаризма. Дата публикации 01.02.2023г.
Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001h/5224-ks.pdf>
15. Полянский В. и др. Поверхностный эффект «преградил» путь водороду в металлах. // Журнал Continuum Mechanics and Thermodynamics. Режим доступа: <https://news.rambler.ru/other/43291975-poverhnostnyy-effekt-pregradil-put-vodorodu-v-metallah/>
16. Просвирнов А.А. Эволюция никель - водородных теплогенераторов.
Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=7403>
17. Тимашев С.Ф., Савватимова И.Б., Потешин С.С., Каргин Н.И., Сыроев А.А., Рындя С.М. Феномен искусственной радиоактивности в металлических катодах в условиях тлеющего разряда. // Физика элементарных частиц и атомного ядра, 2022, Т. 53, вып.1, С. 110 - 114.
18. Титов О.А. Теоретическое исследование электронного захвата в атомах и ионах с приложениями к физике нейтрино. Диссертация на соискание учёной степени кандидата физико - математических наук. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Москва. 2018 год. Режим доступа: http://www.nrcki.ru/files/pdf/Diss_TOA.pdf
19. Цветков С.А. Холодный ядерный синтез: мы сразу пошли своим путём.
Режим доступа: <https://regnum.ru/news/innovatio/2606951.html>
20. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: «Наука», 1972г., 672с.