

От Редакции

В 2017 году журнал РЭНСИТ посвятил целый номер исследованиям низкоэнергетических ядерных реакций (LENR) в России. Редакция журнала обещала и впредь публиковать материалы по этой теме. В настоящем выпуске вниманию читателей предлагаются очередные две статьи из области холодной трансмутации ядер химических элементов.

*

DOI: 10.17725/rensit.2021.13.045

LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий.

Новый подход к созданию LENR – реакторов

¹Пархомов А.Г., ²Карабанов Р.В.

¹Опытно-конструкторская лаборатория "К.И.Т.", <https://reabiz.ru/>

Москва 121108, Российская Федерация

²Научно-исследовательский центр СИНТЕЗТЕХ, <https://synthesit.ru/>

Сочи 354002, Российская Федерация

E-mail: alexparb@mail.ru, info@synthestech.com

Поступила 06.02.2021, рецензирована 19.02.2021, принята 26.02.2021

Представлена действительным членом РАЕН А.А. Корниловой

Аннотация: Выдвинута гипотеза о генерации нейтрино-антинейтринных пар при столкновении частиц вещества при температурах несколько тысяч градусов. Особенно интенсивная генерация должна происходить в металлах и плотной плазме. Возникающие нейтрино и антинейтрино могут возбуждать экзотермические ядерные реакции в окружающем веществе. Проведен ряд экспериментов, подтвердивших предсказанное гипотезой выделение энергии в веществе около металла, разогретого до высокой температуры. Источник нейтрино-антинейтрино (горячий металл или плотная плазма) можно отделить от "топлива" - вещества, где происходят ядерные трансформации. Это открывает возможность для конструирования высокоэффективных LENR-реакторов. Испытано несколько реакторов, основанных на таком подходе. Во всех реакторах при достаточно высокой температуре металлического сердечника обнаружено выделение тепла сверх затрачиваемой электроэнергии. Ряд экспериментов указывает на необязательность участия водорода в ядерных трансмутациях.

Ключевые слова: нейтрино, антинейтрино, металл, плазма, высокие температуры, ядерные реакции, LENR-реакторы, водород, ядерные трансмутации

УДК 53.043

Для цитирования: Пархомов А.Г., Карабанов Р.В. LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий. Новый подход к созданию LENR-реакторов. РЭНСИТ, 2021, 13(1):45-58. DOI: 10.17725/rensit.2021.13.045.

LENR as a manifestation of weak nuclear interactions. New approach to creating LENR reactors

Alexander G. Parkhomov

R&D laboratory K.I.T., <https://reabiz.ru/>

Moscow 121108, Russian Federation

E-mail: alexparb@mail.ru

Roman V. Karabanov

Research center SYNTHESTECH, <https://synthesit.ru/>

Sochi 354002, Russian Federation

E-mail: info@synthestech.com

Received February 06, 2021, peer-reviewed February 19, 2021, accepted February 26, 2021

Abstract. Hypothesis is suggested about the generation of neutrino-antineutrino pairs in collisions of particles of matter at temperatures of several thousand degrees. Particularly intense generation should occur in metals and dense plasma. Resulting neutrinos and antineutrinos can excite exothermic nuclear reactions in the surrounding matter. A number of experiments were carried out that confirmed the energy release predicted by the hypothesis in a substance near a metal heated to a high temperature. The source of the neutrino-antineutrino (hot metal or dense plasma) can be separated from the "fuel" - the substance where nuclear transformations occur. This opens up the possibility for designing highly efficient LENR reactors. Several reactors based on this approach have been tested. In all reactors, at a sufficiently high temperature of the metal core, heat was detected in excess of the electricity consumed. A number of experiments indicate that the participation of hydrogen in nuclear transmutations is optional.

Keywords: hot metals, dense plasma, neutrino, collisions, nuclear transmutations, LENR, incandescent lamps, LED, calorimetry

UDC 53.043

For citation: Alexander G. Parkhomov, Roman V. Karabanov. LENR as a manifestation of weak nuclear interactions. New approach to creating LENR reactors. *RENSIT*, 2021, 13(1):45-58. DOI: 10.17725/rensit.2021.13.045.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ (46)
 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕЙТРИНО МАЛЫХ ЭНЕРГИЙ С КОЛЛЕКТИВАМИ АТОМОВ. МНОГООБРАЗИЕ ВОЗМОЖНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ (46)
 3. ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ГИПОТЕЗУ О РОЛИ НЕЙТРИНО В ХОЛОДНЫХ ЯДЕРНЫХ ТРАНСМУТАЦИЯХ (49)
 - 3.1. ЭКСПЕРИМЕНТЫ 1. ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДУШНОГО ПРОТОЧНОГО КАЛОРИМЕТРА (50)
 - 3.2. ЭКСПЕРИМЕНТЫ 2. ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ ПО СКОРОСТИ РОСТА ТЕМПЕРАТУРЫ В ВОДЕ (51)
 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНЫХ И ИЗОТОПНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ВЕЩЕСТВЕ ОКОЛО ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ (51)
 - 4.1. ЭКСПЕРИМЕНТ 3. ГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ И ЦИРКУЛИРУЮЩИЙ РАСТВОР (52)
 - 4.2. ЭКСПЕРИМЕНТ 4. ГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ И СПЛАВ ОЛОВО-СВИНЕЦ (53)
 - 4.3. ЭКСПЕРИМЕНТ 5. ГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ И КИПЯЩИЙ РАСТВОР (54)
 - 4.4. ЭКСПЕРИМЕНТЫ 6. РАСКАЛЕННЫЙ МЕТАЛЛ ИЛИ СВЕТ? (55)
 5. НОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ LENR-РЕАКТОРОВ (55)
 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ (57)
- ЛИТЕРАТУРА (57)

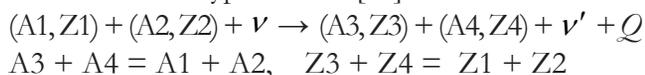
1. ВВЕДЕНИЕ

Исследования в области, получившей название LENR (низкоэнергетические ядерные реакции, холодные ядерные трансмутации, холодный ядерный синтез) показали многообразие этого явления. Это и процессы в металлах с растворенном в них водороде [1,2]. Это и процессы в плазме [3,4], в газовом разряде [5], в электролизе [6] и даже в биологических системах [7,8]. Помимо энерговыделения, намного превышающего возможности химических реакций, для LENR характерно большое разнообразие возникающих химических элементов. Например, после обработки воды в реакторе "Энергонива" [3] обнаружены Li, Be, B, C, Mg, Si, P, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Sn, Se, Pb, Bi. В никель-водородном LENR-реакторе, проработавшем 7 месяцев [2], обнаружены Ca, V, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ga, Ba, Sr, Yb, Hf. Изначально содержание этих элементов в "топливе" и конструкционных материалах было ничтожно малым. Обзор по элементным и изотопным изменениям в никель-водородных LENR-реакторах содержится в статье [1].

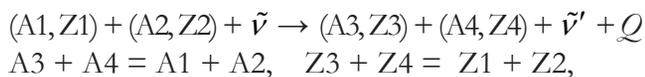
Огромное многообразие химических элементов можно объяснить ядерными трансформациями в коллективах нуклидов, инициируемых нейтрино (антинейтрино) малых энергий [9,10].

2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕЙТРИНО МАЛЫХ ЭНЕРГИЙ С КОЛЛЕКТИВАМИ АТОМОВ. МНОГООБРАЗИЕ ВОЗМОЖНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ

Длина волны де-Бройля $\lambda = h/p$ (h - постоянная Планка, p - импульс) характеризует размер области взаимодействия. Нейтрино (антинейтрино) с энергией порядка 1 МэВ, возникающие в ядерных реакциях, имеют $\lambda \sim 10^{-12}$ м. Расстояние между атомами в жидком или твердом веществе $\sim 10^{-10}$ м, т.е. возможность ядерных преобразований при действии таких нейтрино не выходит за пределы одного атома. При достаточно низкой энергии величина λ превышает расстояние между атомами, и взаимодействие может охватывать много атомов. Например, у нейтрино массой 0.28 эВ с кинетической энергией 0.2 эВ (средняя энергия теплового движения при температуре около 2000°С) $\lambda \sim 3.2 \cdot 10^{-6}$ м, т.е. значительно больше межатомного расстояния. Становятся возможными ядерные преобразования, при которых два или несколько атомов превращаются в два или несколько других атомов, причем в эти преобразования могут быть включены электроны. При этом должны выполняться законы сохранения барионного заряда (т.е. числа нуклонов), электрического и лептонного зарядов. Так как нейтрино при малых энергиях не может внести заметный вклад в энергетику реакции, могут происходить только преобразования с положительным энергетическим балансом. Закон сохранения импульса задает распределение продуктов реакции по скоростям и углам разлета. Преобразования без участия электронов можно записать в виде уравнений [11]:



или



например, $\nu + {}^7\text{Li}_3 + {}^{16}\text{O}_8 \rightarrow {}^{11}\text{B}_5 + {}^{12}\text{C}_6 + \nu' + 1.504$ МэВ.

Нейтрино (антинейтрино) в левой части уравнений должно иметь достаточно низкую энергию, чтобы длина волны де-Бройля (область взаимодействия) была больше расстояния между реагирующими атомами. Нейтрино (антинейтрино) в правой части приобретает значительную часть энергии Q и свободно

уносит ее, снижая величину энергии, отдаваемой возникающими ядрами окружающей среде.

Для преобразований, охватывающих два ядра с участием электронов, возможны такие процессы [12]:

- *Перегруппировка нуклонов с поглощением электронов:*
 $(A1, Z1) + (A2, Z2) + e + \bar{\nu} \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + Q$
 $A3 + A4 = A1 + A2, \quad Z3 + Z4 = Z1 + Z2 - 1$
 например, ${}^{60}\text{Ni}_{28} + {}^1\text{H}_1 + e + \bar{\nu} \rightarrow {}^4\text{He}_2 + {}^{57}\text{Fe}_{26} + 0.569$ МэВ.

- *Перегруппировка нуклонов с выделением электронов:*
 $(A1, Z1) + (A2, Z2) + \nu \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + e + Q$
 $A3 + A4 = A1 + A2, \quad Z3 + Z4 = Z1 + Z2 + 1,$
 например, ${}^{61}\text{Ni}_{28} + {}^{64}\text{Ni}_{28} + \nu \rightarrow {}^{63}\text{Cu}_{29} + {}^{62}\text{Ni}_{28} + e + 0.995$ МэВ .

Сделан компьютерный расчет возможных преобразований двух стабильных нуклидов в два других стабильных нуклида без участия и с участием электронов [11,12]. Поражает изобилие таких преобразований. Выявлено более миллиона вариантов. Полученные результаты можно получить у автора этой статьи в виде EXCEL-файла.

Напрашивается мысль о том, что изобилие возникающих химических элементов в LENR-процессах имеет такую же природу. Но всем известно о чрезвычайно слабой интенсивности взаимодействия нейтрино с веществом. Следовательно, для возникновения ощутимых эффектов нужны потоки нейтрино огромной величины. Откуда они могут появиться в LENR-реакторах? Из Космоса? Согласно [13,14], плотность потока галактических нейтрино порядка 10^7 см⁻²с⁻¹. Этого явно недостаточно для инициирования процессов киловаттной мощности, достигаемой в ряде LENR-реакторов.

Чтобы найти возможный источник интенсивных нейтринных потоков, обратим внимание на одну характерную особенность LENR-процессов: они имеют вполне ощутимый энергетический порог. Особенно отчетливо это видно на примере никель-водородных реакторов, избыточное тепловыделение в которых обнаруживается только при температурах выше 1200°С [1,2], т.е. когда средняя энергия частиц вещества при тепловом движении превышает 0.1 эВ. В электроплазменных реакторах [3,4] температура достигает нескольких тысяч градусов (десятые доли эВ). В установках с плазмой тлеющего газового разряда [5] энергия

электронов порядка 1 эВ. На первый взгляд процессы, в которых признаки LENR обнаружены при комнатной температуре (электролиз [6], биология [7,8]), являются исключением из этого правила. Но на самом деле, для актов энергообмена как в электрохимии, так и в процессах клеточного метаболизма характерны именно энергии порядка 1 эВ.

Нейтрино имеет очень маленькую массу (в настоящее время считается, что масса электронного нейтрино и антинейтрино не превышает 0.28 эВ [15]), поэтому они могут образовываться в результате неупругих столкновений частиц вещества (электронов, ионов, нейтральных атомов) при их тепловом движении. Так как точных данных о массе нейтрино нет, для оценочных расчетов будем считать, что минимальная энергия для образования пары нейтрино-антинейтрино равна 0.5 эВ. Среднюю энергию 0.5 эВ имеют частицы в теле, нагретом до 3200°C. Напомним, что средняя энергия теплового движения $\bar{\varepsilon} = kT$ ($k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура). Такую и более высокую энергию имеют некоторые частицы и при меньшей температуре. Воспользовавшись функцией распределения энергии частиц при тепловом движении [16]

$$f(\varepsilon) = \frac{2\sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{\pi}(kT)^{3/2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right),$$

можно найти зависимость от температуры доли частиц, имеющих энергию выше заданной. Для энергии 0.5 эВ эта зависимость показана на **рис. 1**. При комнатной температуре доля таких частиц 10^{-8} . Заметная доля частиц с энергией выше 0.5 эВ появляется только при температуре около 1000°C. При температуре 1600°C таких

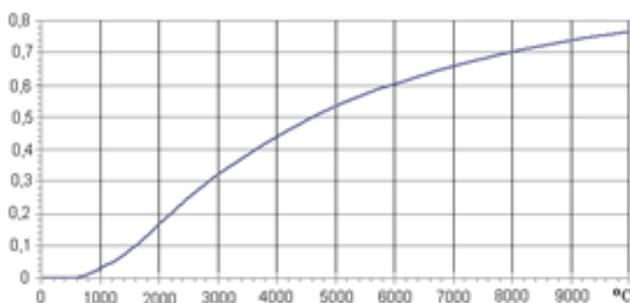


Рис. 1. Доля частиц, имеющих энергию выше 0.5 эВ, в зависимости от температуры.

частиц уже 10%, а при температуре 4500°C 50%. Таким образом, при сделанных допущениях порог термической генерации нейтрино-антинейтринных пар около 1000°C.

В настоящее время уровень знаний о свойствах нейтрино недостаточен для надежного определения вероятности образования нейтрино и антинейтрино при термических столкновениях частиц вещества. Ясно только, что вероятность этого небольшая. Маленькая вероятность компенсируется большим числом соударений. Сделаем оценку числа соударений в секунду при тепловом движении в металлах. Чаще всего в металлах сталкиваются электроны с атомами. Длина пробега между столкновениями около 10^{-8} м. Скорость движения электронов при температуре 2000 К около $2 \cdot 10^5$ м/с [17, стр. 117]. Следовательно, электрон при своем тепловом движении испытывает $2 \cdot 10^{13}$ столкновений в секунду. Учитывая, что число свободных электронов в 1 см^3 металла порядка 10^{23} [17, стр. 115], найдем число столкновений в секунду в 1 см^3 металла: $2 \cdot 10^{36}$.

Столь огромное число столкновений позволяет предположить, что в горячих металлах нейтрино и антинейтрино возникают с интенсивностью, достаточной для инициации ядерных трансформаций, дающих значительное энерговыделение даже при очень малых вероятностях процессов, связанных с нейтрино. Допустим, что лишь одно из 10^{10} соударений порождает пару нейтрино-антинейтрино, и лишь одно из 10^{10} нейтрино или антинейтрино вызывает ядерную трансформацию. Даже при таких огромных потерях 1 см^3 горячего металла производит $2 \cdot 10^{16}$ ядерных трансформаций в секунду. В каждом акте таких трансформаций выделяется порядка 1 МэВ. Так как 1 Дж эквивалентен $6.25 \cdot 10^{12}$ МэВ, мощность выделяемой энергии примерно 2 кВт.

Сделаем аналогичную оценку для газа, нагретого до температуры, достаточной для термической генерации нейтрино (несколько тысяч °C). В газе даже при таких температурах электронов и ионов значительно меньше, чем нейтральных атомов (молекул), поэтому сталкиваются преимущественно атомы (молекулы). Скорость их движения порядка 10^3 м/с, а длина пробега до столкновения

при атмосферном давлении около 10^{-7} м [18]. Следовательно, атом (молекула) испытывает около 10^{10} столкновений в секунду. В 1 см^3 горячего газа при атмосферном давлении содержится около 10^{19} атомов (молекул). В нем происходит около 10^{29} столкновений в секунду, что на 7 порядков меньше, чем в металлах. Таким образом, в газе, нагретом до температуры несколько тысяч градусов, термическая генерация нейтрино и антинейтрино хотя и возможна, но происходит с интенсивностью на много порядков меньшей, чем в металлах.

Для интенсивной генерации нейтрино и антинейтрино нужна горячая плотная среда с большим содержанием свободных электронов. Кроме металлов, такой средой является плазма высокой плотности, которая кратковременно возникает, например, при взрывах металлических проводников или при достаточно сильном импульсном энерговыделении в жидкостях.

Итак, предположение о возможности ядерных трансмутаций при действии нейтрино малых энергий, возникающих в горячих металлах или плотной плазме, позволяет объяснить два эмпирически обнаруженных свойства LENR: многообразие возникающих химических элементов и температурный порог порядка 1000°C .

Можно также понять отсутствие жестких ядерных излучений. В предполагаемом механизме перегруппировка нуклонов происходит без внесения энергии, которая могла бы вызвать возбуждение ядерных уровней, высвечивание которых могло бы привести к излучению гамма-квантов. Дефицит вносимой энергии приводит к тому, что из всех возможных вариантов преобразований реализуются те, при которых образуются максимально устойчивые нуклиды, не склонные ни к альфа или бета радиоактивности, ни к испусканию нейтронов. Выделяющаяся энергия реализуется в виде кинетической энергии возникающих нуклидов. Несмотря на то, что они могут иметь энергию до нескольких МэВ, при их торможении жесткая радиация не возникает, так как массивные заряженные частицы даже при высоких энергиях теряют свою энергию в основном в результате ионизации и возбуждения атомов среды, в которой они движутся [19]. При этом происходит излучение электромагнитной

радиации, но «мягкой», с энергией квантов до нескольких кэВ. Кроме того, излучение «мягких» квантов происходит при нормализации деформированных электронных оболочек возникших нуклидов. Это позволяет объяснить появление мягкого рентгеновского излучения около работающих LENR-установок.

Отметим, что в слабых ядерных взаимодействиях (бета-процессах) с участием нейтрино (антинейтрино) не существует "проблемы кулоновского барьера", которая долгое время являлась обоснованием "невозможности" холодных ядерных трансмутаций.

3. ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ГИПОТЕЗУ О РОЛИ НЕЙТРИНО В ХОЛОДНЫХ ЯДЕРНЫХ ТРАНСМУТАЦИЯХ

Изложенная выше гипотеза предсказывает, что металл, нагретый до температуры порядка 1000°C и выше, излучает нейтрино и антинейтрино, вызывающие появление в окружающем веществе изначально отсутствующих химических элементов. Это сопровождается выделением тепла. Рассмотрим несколько подтверждающих экспериментов, о которых было доложено на 26-й Российской конференции по холодным трансмутациям ядер и шаровой молнии [20].

В описанных ниже экспериментах в качестве раскаленного металла использовалась вольфрамовая нить в лампах накаливания, в частности, в галогенных лампах с трубчатой кварцевой оболочкой с номинальной мощностью 150 или 300 Вт (рис. 2), а также в обычной лампе накаливания мощностью 40 Вт. Снизить потребляемую мощность, при которой достигается достаточно высокая температура нити накала, можно отражающим покрытием баллона лампы. Такое покрытие из алюминиевой фольги имела лампа мощностью 40 Вт.



Рис. 2. Галогенная лампа накаливания и лампа накаливания мощностью 40 Вт, обернутая алюминиевой фольгой.

Зависимость удельного сопротивления вольфрама от температуры хорошо известна [21]. Поэтому температуру вольфрамовой нити несложно определить, измерив ее сопротивление при комнатной температуре R_{20} , а также напряжение U и ток I в рабочем режиме. Зная напряжение и ток, определяем сопротивление $R = U/I$, а затем и температуру по формуле $t(^{\circ}\text{C}) = 197.6(R/R_{20}) - 1.57(R/R_{20})^2 - 176$. Следует заметить, что описанная методика определения температуры дает усредненное значение, так как нить накала имеет более холодные (на концах и около опор) и более горячие участки.

Используя эти же данные, можно определить мощность, потребляемую лампой $P = U \cdot I$.

3.1. ЭКСПЕРИМЕНТЫ 1. ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДУШНОГО ПРОТОЧНОГО КАЛОРИМЕТРА

Галогенная лампа накаливания размещена внутри цилиндрического контейнера из нержавеющей стали с двумя стенками, пространство между которыми можно заполнять различными веществами (рис. 3). Для измерения мощности тепловыделения использован воздушный проточный калориметр (рис. 4). Мощность тепловыделения определяется по возрастанию температуры воздуха, омывающего исследуемый объект, расположенный в теплоизолированном цилиндре диаметром 20 см длиной 100 см. Разность температур воздуха на выходе и входе измеряется дифференциальной термопарой. Для создания стабильного потока воздуха использован вентилятор, подключенный к стабилизированному источнику питания. Калибровочные измерения показали, что погрешность измерения этим калориметром при мощности тепловыделения от 100 до 2000 Вт не превышает 3%.



Рис. 3. Галогенная лампа накаливания внутри цилиндрического контейнера.



Рис. 4. Воздушный проточный калориметр.

На рис. 5 показана зависимость теплового коэффициента COP (отношения мощности тепловыделения к потребляемой электрической мощности) от температуры нити накала в галогенной лампе. Измерения были сделаны при пустом контейнере и при контейнере, заполненном тетраборатом лития (10 г). Избыточное тепловыделение при температуре выше 2200°C наблюдается даже в случае пустого контейнера, но контейнер, заполненный тетраборатом лития, дает более сильный эффект. При потребляемой электрической мощности 292 Вт усредненная температура вольфрамовой нити достигла 2390°C . Мощность тепловыделения, измеренная проточным воздушным калориметром, 428 Вт. Таким образом, выделение энергии сверх затраченной на нагрев нити составляет 136 Вт. Дальнейшее увеличение температуры влечет рост избыточной мощности, однако, как видно из рис. 5, тепловой коэффициент снижается. Это связано с тем, что при высоких температурах необходимая для нагрева мощность возрастает значительно быстрее ($\sim T^4$), чем избыточное тепловыделение,

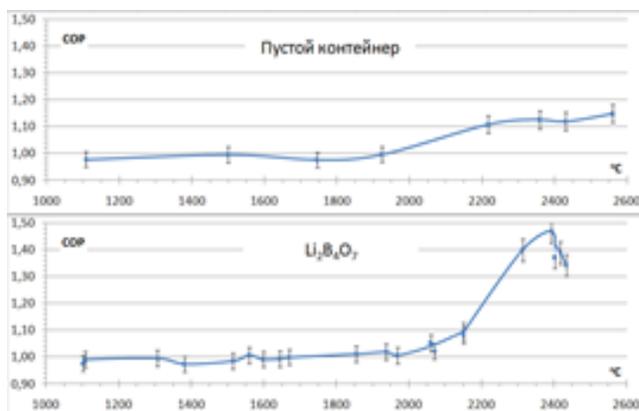


Рис. 5. Тепловой коэффициент в зависимости от температуры нити накала в галогенной лампе, измеренный с пустым контейнером и контейнером, наполненным тетраборатом лития.

рост которого подобен зависимости, показанной на рис. 1.

Отметим, что этот реактор не содержит водорода, и, тем не менее, достоверно даёт избыточное тепловыделение. Это указывает на необходимость пересмотреть устоявшееся мнение о необходимости водорода для протекания LENR. Этот вывод подтверждается ядерными трансмутациями, обнаруженными в не содержащем водорода сплаве свинец-олово (см. раздел «эксперимент 4. Галогенная лампа накаливания и сплав олово-свинец»)

3.2. Эксперименты 2. Измерение мощности тепловыделения по скорости роста температуры в воде

В этих экспериментах лампы накаливания погружались в воду (450 мл), налитую в стеклянный сосуд Дьюара (рис. 6). Мощность тепловыделения определялась по скорости роста температуры воды. Калибровочные эксперименты показали, что, варьируя время измерения, этим калориметром можно делать измерения мощности тепловыделения в диапазоне 10-500 Вт с погрешностью не выше 1%. Для ускорения установления теплового равновесия использовался ручной размешиватель.

Испытано несколько ламп накаливания различных типов. Во всех экспериментах



Рис. 6. Экспериментальная установка с водным калориметром. 1 – сосуд Дьюара с водой, в которую погружена лампа накаливания, 2 – термометр, 3 – измеритель величины тока, напряжения и потребляемой мощности, 4 – секундомер, 5 – размешиватель.

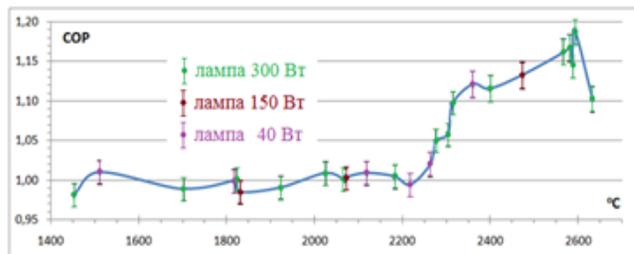
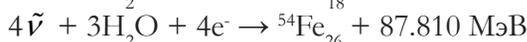
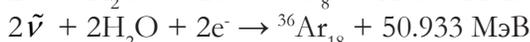
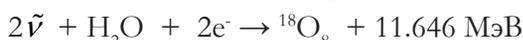
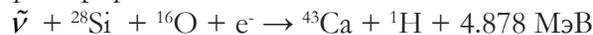


Рис. 7. Зависимость теплового коэффициента COP от температуры нити накала. Совокупность данных, полученных в разных экспериментах.

обнаружено выделение избыточного тепла, когда усредненная температура нити накала превышала 2200°C. На рис. 7 представлена совокупность данных, полученных в экспериментах с лампой накаливания номинальной мощности 40 Вт и галогенных ламп трубчатой конструкции (рис. 2) номинальных мощностей 150 и 300 Вт. Вследствие более сильного охлаждения оболочек ламп водой по сравнению с воздухом для достижения достаточно высокой температуры нити накала требуется мощность на 60-70% выше номинальной.

На рис. 7 видно, что для всех испытанных ламп, весьма различных по мощности и конструкции, заметное повышение теплового коэффициента наблюдается при температурах более 2200°C. При температуре нити около 2500°C тепловой коэффициент достигает величины 1.18, но при более высокой температуре снижается. Это связано с тем, что при высоких температурах необходимая для нагрева мощность возрастает значительно быстрее, чем избыточное тепловыделение. Этот эффект наблюдался и в экспериментах типа 1 (см. рис. 5).

Избыточное тепловыделение может возникать в баллонах ламп, содержащих SiO₂, и в воде. Возможны, например, такие ядерные трансформации:



Чтобы убедиться, что в веществе около ламп накаливания действительно возникают новые химические элементы, были проведены специальные достаточно длительные эксперименты, убедительно подтвердившие появление нуклидов, изначально отсутствующих.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНЫХ И ИЗОТОПНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ВЕЩЕСТВЕ ОКОЛО ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Для подтверждения выше изложенной гипотезы о генерации нейтрино-антинейтринных пар при столкновении частиц вещества при температурах несколько тысяч градусов важно убедиться не только в том, что в веществе, окружающем раскалённый металл, выделяется много тепла, но и в том, что появляются новые химические элементы в соответствии с ядерными реакциями, которые могут производить нейтрино малых энергий [11,12]. Выше описанные эксперименты показали наличие избыточного тепловыделения при достаточно высокой температуре металла, но они не были достаточно длительными, чтобы накопилось заметное количество новых элементов. Эта задача решена в дальнейших экспериментах.

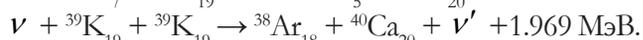
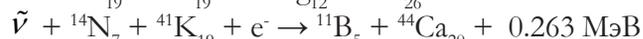
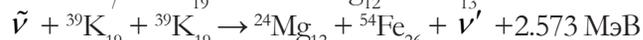
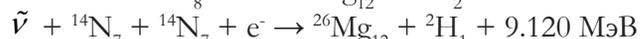
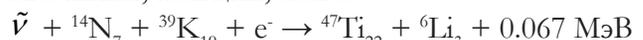
4.1. ЭКСПЕРИМЕНТ 3. ГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ И ЦИРКУЛИРУЮЩИЙ РАСТВОР

Галогенная лампа накаливания (220В, 300 Вт) находилась в кварцевой трубе, через которую прокачивался 10% водный раствор KNO_3 (Рис. 8). Циркулирующий раствор охлаждался, проходя через теплообменник. Реактор работал 20 часов при потребляемой мощности 450 Вт. Мощность тепловыделения, определенная по скорости нагрева раствора, около 500 Вт. Усредненная температура вольфрамовой нити около $2400^\circ C$.



Рис. 8. Экспериментальная установка с циркулирующим раствором KNO_3 и галогенной лампой накаливания.

Образцы раствора, взятые до и после эксперимента, после выпаривания были переданы для анализа элементного состава в НИЦ "СИНТЕЗТЕХ". Были использованы два метода: рентгено-флуоресцентный (RFA) и масс-спектральный (ICP MS). Результаты анализов представлены в Таблице 1. Видно, что содержание многих элементов после обработки раствора возросло в десятки и даже в сотни раз. Воспользовавшись таблицами возможных преобразований нуклидов [11,12], можно обнаружить много возможных ядерных трансформаций, в результате которых получаются химические элементы, обозначенные в Таблице 1. Исходными элементами могут быть калий, азот, кислород, а также водород. Ниже приведены некоторые из возможных ядерных трансформаций, в результате которых возникают обнаруженные литий, бор, магний, алюминий, кальций, железо:



Сильнее всего увеличилось содержание кальция (появление кальция характерно и для многих других LENR-экспериментов [1,2]). Последние из написанных уравнений

Таблица 1.

Результаты анализа образцов KNO_3 методами RFA и ICP MS до и после обработки в установке с лампой накаливания в растворе KNO_3 .

	До		После	
	RFA	ICP MS	RFA	ICP MS
Li		0.007		0.12
Be		0.017		0.08
Mg		0.050		0.55
Al		0.010		3.30
K	99.01		86.04	
Ca	<0.01		10.2	
Fe	<0.01		0.66	
Cu	0.018		2.04	
Cu		0.010		1.10
Zn	<0.01		0.58	
Zn		0.010		0.13
Ni	<0.01		0.048	

- это только два из многих возможных путей появления кальция. В связи с этим, можно вспомнить исследования Луи Керврана, который обнаружил, что куры продолжают нести яйца, скорлупа которых содержит много кальция, даже если полностью лишит ее источников поступления кальция, заменив кальций калием [7]. Он предположил, что кальций возникает в результате ядерной реакции $^{39}\text{K}_{19} + ^1\text{H}_1 \rightarrow ^{40}\text{Ca}_{20} + 8.337\text{МэВ}$, что вызвало насмешки физиков: калий и водород не могут соединиться из-за "кулоновского барьера", а если бы это каким-то путём происходило, то огромное энерговыделение курицу бы испепелило. Однако если это происходит в результате слабых взаимодействий



снимается как проблема "кулоновского барьера", так и проблема огромного энерговыделения. В соответствии с законами сохранения энергии и импульса, если энергия выделяется в системе двух частиц, она распределяется обратно пропорционально массам. Так как масса нейтрино много меньше массы ядра кальция, практически всю выделяющуюся энергию уносит нейтрино. Откуда берутся нейтрино, инициирующие ядерную реакцию? Как уже было отмечено, для клеточного метаболизма характерны энергии порядка 1 эВ, что достаточно для образования нейтрино и антинейтрино.



Рис. 9. Галогенная лампа накаливания, обернутая лентой из сплава олово-свинец в сосуде с водой. Вода прокачивается через змеевик, охлаждаемый вентилятором.

**4.2. ЭКСПЕРИМЕНТ 4. ГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА
НАКАЛИВАНИЯ И СПЛАВ ОЛОВО-СВИНЕЦ**

300-ваттная галогенная лампа накаливания была обернута лентой из сплава свинец-олово и помещена в сосуд с водой. Во избежание перегрева и закипания, вода охлаждалась в результате прокачивания через змеевик, охлаждаемый вентилятором (рис. 9). Потребляемая лампой мощность 480 Вт. Мощность тепловыделения около 550 Вт определялась по скорости нагрева воды. Температура вольфрамовой нити 2400-2450°C. Продолжительность работы 40 часов.

Образцы сплава свинец-олово до и после обработки в описываемой установке были переданы для анализа элементного состава методами RFA и ICP MS в НИЦ "СИНТЕЗТЕХ". Результаты анализов представлены в Таблице 2. Видно, что содержание многих элементов после обработки многократно увеличилось. Особенно сильно возросло содержание лития, натрия, алюминия, калия, кальция, железа, кобальта, серебра, кадмия, вольфрама, висмута.

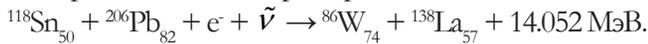
Сплав олова и свинца благоприятен появлению вольфрама: олово имеет 12 изотопов,

Таблица 2.

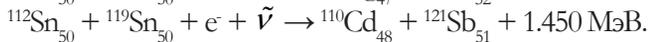
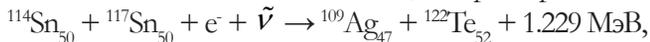
Содержание некоторых элементов в сплаве свинец-олово до и после обработки (массовые проценты).

	До		После	
	RFA	ICP MS	RFA	ICP MS
Li		0.0001		0.0063
B		0.0012		0.012
Na		0.13		1.16
Al		0.001		0.024
K		0.056		0.75
Ca		0.018		0.34
Fe	<0.01		0.27	
Fe		0.014		0.13
Co		0.0002		0.014
Ni	<0.01		0.073	
Ni		0.0006		0.018
Cu		0.012		0.041
Zn		0.0038		0.040
Pd		0.0002		0.0005
Ag		0.006		0.024
Cd		0.0005		0.0011
Sn	45.7	43.6	40.3	46.0
W	<0.01		1.51	
W		0.00003		0.105
Pb	54.2	44.5	57.9	31.4
Bi		0.0005		0.057

свинец имеет 4 изотопа. Комбинации этих изотопов открывают 32 канала преобразования олова и свинца в вольфрам [12]. Покажем один из вариантов таких преобразований:



Перегруппировки между изотопами олова могут порождать образование серебра по 8 каналам и кадмия по 9 каналам, например:



Воспользовавшись таблицами возможных преобразований нуклидов [11,12], можно обнаружить много возможных ядерных трансформаций, в результате которых получаются химические элементы, обозначенные в Таблице 2.

Заметим, что анализ методом RFA даёт информацию об элементном составе в тонком поверхностном слое исследуемого образца. Поэтому вполне возможно участие в трансмутациях в этом слое водорода, входящего в состав воды, омывающей образец во время эксперимента. В отличие от RFA, анализ методом ICP MS даёт информацию усреднённую по толщине. Водород не может проникнуть глубоко в сплав свинец-олово. Поэтому, если участие водорода в трансмутациях необходимо, анализ состава образцов при исследовании методом ICP MS обнаружил бы существенно меньшие изменения, чем изменения в поверхностном слое методом RFA. Однако сильные изменения обнаружены обоими методами, что подтверждает необязательность участия водорода в ядерных трансмутациях (см. калориметрический эксперимент с лампой накаливания и тетраборатом лития, описанный выше).

4.3. ЭКСПЕРИМЕНТ 5. ГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ И КИПЯЩИЙ РАСТВОР

В стеклянный сосуд с 900 мл воды и 14 г NaBiO_3 погружена галогенная лампа накаливания номинальной мощности 150 Вт (рис. 10). Продолжительность опыта 20 часов при потребляемой мощности 270 Вт. Температура вольфрамовой нити 2200-2300°C. Избыточное тепловыделение мощностью около 25 Вт определялось по скорости испарения воды. Так как висмутат натрия в воде нерастворим, в



Рис. 10. Галогенная лампа накаливания в кипящей воде с суспензией NaBiO_3 .

процессе работы установки он находился в состоянии суспензии.

После окончания эксперимента в НИЦ "СИНТЕЗТЕХ" были сделаны анализы методом RFA осадка и выпаренного раствора, а так же исходного порошка NaBiO_3 . Полученные результаты представлены в Таблице 3.

В исходном веществе, кроме висмута, обнаружена только платина. В образовавшихся осадке и в растворе выявлено наличие целого ряда других элементов. В частности, как и в эксперименте 4, появилось много вольфрама. Это может произойти, например, такими путями:

$$^{209}\text{Bi}_{83} + ^{23}\text{Na}_{11} + \nu \rightarrow ^{184}\text{W}_{74} + ^{48}\text{Ca}_{20} + \nu' + 62.258 \text{ МэВ,}$$

$$^{209}\text{Bi}_{83} + ^{23}\text{Na}_{11} + ^{16}\text{O}_8 + \nu \rightarrow ^{186}\text{W}_{74} + ^{62}\text{Ni}_{28} + \nu' + 76.774 \text{ МэВ.}$$

4.4. ЭКСПЕРИМЕНТЫ 6. РАСКАЛЁННЫЙ МЕТАЛЛ ИЛИ СВЕТ?

В 2013 г. в Курчатовском институте Ю.Н. Бажутов с сотрудниками провели серию экспериментов с растворами LiOH , NaOH , Na_2CO_3 , освещаемыми лазером или светодиодами с длиной волны

Таблица 3. Результаты анализа содержания химических элементов до и после эксперимента.

	Исходный	Обработанный	
	Порошок	Осадок	Раствор
S	<0.01	<0.01	6.167
Ca	<0.01	0.231	<0.01
Fe	<0.01	0.092	<0.01
Cu	<0.01	<0.01	0.396
Dy	<0.01	<0.01	0.451
Ta	<0.01	0.246	<0.01
W	<0.01	0.289	88.371
Pt	0.562	0.496	<0.01
Bi	99.498	99.646	4.615

625-650 нм [24,25]. Было обнаружено, что в растворах появляется тритий (1 атом трития на 10^{13} - 10^{14} излучённых фотонов). Заметного избыточного тепловыделения не обнаружено.

Ubaldo Mastromatteo в результате двухнедельных облучений лазерами с длинами волн 633 и 405 нм палладиевой плёнки в атмосфере водорода и дейтерия обнаружил появление C, O, Na, Si, Al, Mg, S, Cl, K, Ca, Cu [26]. Этот эксперимент недавно воспроизвёл Jean-Paul Biberian [27]. После трёхмесячного облучения в атмосфере водорода или дейтерия палладиевой плёнки полупроводниковым лазером мощностью 5 мВт с длиной волны 650 нм были обнаружены изначально отсутствующие N, O, Na, S, Al, Ca, Fe, Ni, Zn, Mo. Наличие избыточного тепловыделения не контролировалось.

Таким образом, облучение светом вызывает ядерные трансмутации. Описанные в этой статье наши эксперименты сопровождаются весьма интенсивным излучением света. Быть может, именно с действием света связано появление новых элементов и избыточное тепловыделение? Фотоны с длиной волны 650 нм имеют энергию около 2 эВ, что более чем достаточно для рождения пары нейтрино-антинейтрино, вызывающих ядерные трансмутации. Такой энергии достаточно и для того, чтобы породить пару монополю - антимонополь с массами 0.048 эВ, которые, как предполагается, также могут вызывать ядерные трансмутации [28].

Можно предположить, что используя более эффективные по сравнению с лампами накаливания источники света, можно значительно увеличить эффективность реакторов. Светодиодные источники на порядок эффективнее ламп накаливания. Следовательно, заменив лампы накаливания на светодиоды, можно рассчитывать, что тепловой коэффициент увеличится с типичного для ламп накаливания значения 1.1-1.2 по крайней мере до 2 (если свет и в самом деле является основным LENR - агентом).

Чтобы проверить такую возможность, был проведён калориметрический эксперимент с цепочкой из 15 светодиодов, извлечённых из бытовой светодиодной лампы (рис. 11). Был использован такой же калориметр с водой в сосуде Дьюара, который применялся в экспериментах с лампами накаливания (см. рис. 6).

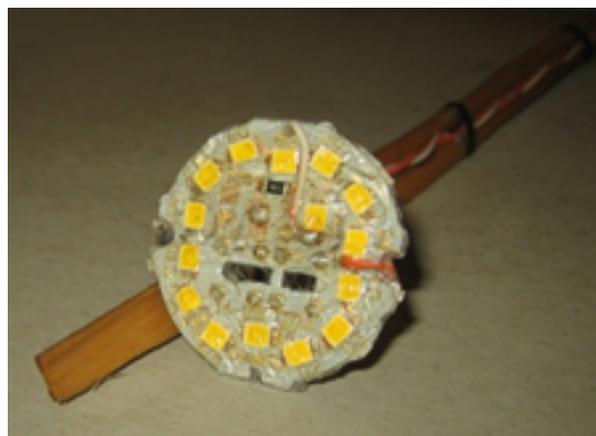


Рис. 11. Светодиоды, использованные в калориметрическом эксперименте.

Измерения показали, что погружённые в воду светодиоды не дают заметного избыточного тепловыделения ($COP = 1.00 \pm 0.01$). Блок светодиодов, окружённый алюминиевой фольгой или кварцем, также не дал заметного избыточного тепловыделения.

Можно сделать вывод о том, что, хотя свет и вызывает ядерные трансмутации, но их можно заметить лишь при очень длительном освещении мощным светом. Эффективность описанных в этой статье реакторов связана именно с наличием раскалённого металла.

5. НОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ LENR - РЕАКТОРОВ

В конструкциях, ставших уже традиционными, зона с высокой температурой (наводороженный металл, плазма) окружена слоем вещества, которое выполняет противоречивые задачи теплоизоляции и теплоотвода. Это не позволяет создать мощные реакторы с высоким соотношением выделяемой и потребляемой энергий.

Изложенная гипотеза позволяет по-новому подойти к конструированию LENR-реакторов. Источник агента, вызывающего ядерные трансмутации (горячий металл или плотная плазма), можно разместить внутри теплоизоляции. Это позволяет достичь высокой температуры используя нагреватель небольшой мощности. Топливо (вещество, где происходят процессы с большим тепловыделением) можно расположить на периферии, что позволяет эффективно отводить выделяющееся тепло.

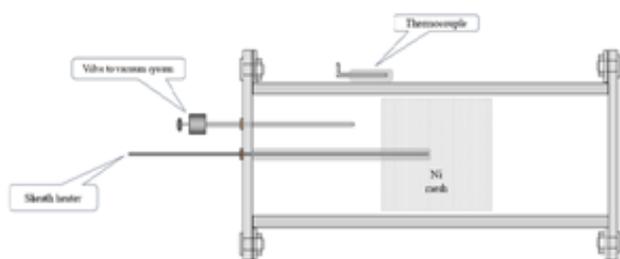


Рис. 12. Схема реактора Мизуно.

Именно такую конфигурацию имеет реактор, созданный Тадахико Мизуно [22] (рис. 12), который, потребляя 300 Вт электрической мощности, производил 2-3 кВт тепла. В этом реакторе высокотемпературный нагреватель находится внутри теплоизоляции - разреженного газа дейтерия. Топливо (никелевая сетка с нанесенным на нее тонким слоем палладия, в котором растворен дейтерий) находится на периферии в тепловом контакте с наружной стенкой из нержавеющей стали.

В ОКЛ КИТ испытано несколько реакторов, имеющих такую конфигурацию. Предполагалось, что сложность создания высокой температуры можно компенсировать большой массой горячего металла.

В реакторе С3 (рис. 13) железный цилиндр массой 60 г нагревался вольфрамовой спиралью, намотанной на сапфировую трубку. "Горячая зона" окружена теплоизоляцией из пористого кварца, обернутая сетками из никеля. Между сетками находилось 15 г порошка никеля, насыщенного водородом. Наружная оболочка - кварцевая труба, наполненная смесью водорода и аргона. Для измерения мощности

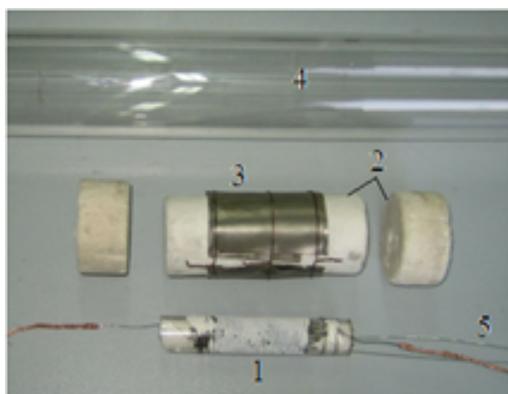


Рис. 13. Детали реактора С3. 1 - железный цилиндр в сапфировой трубке, на которую намотан вольфрамовый нагреватель; 2 - теплоизоляция; 3 - никелевая сетка; 4 - кварцевая труба; 5 - термопара W-Re.

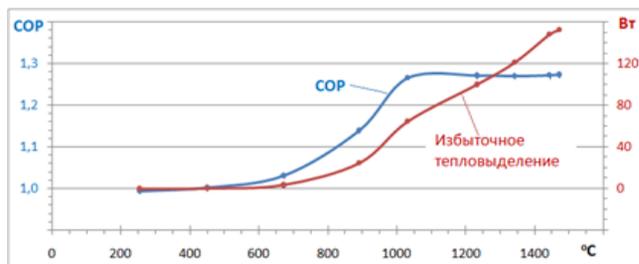


Рис. 14. Мощность избыточного тепловыделения и тепловой коэффициент реактора С3 в зависимости от температуры.

тепловыделения был использован проточный воздушный калориметр (см. рис. 4).

На рис. 14 показаны зависимости мощности избыточного тепловыделения и теплового коэффициента реактора С3 от температуры. Заметное избыточное тепловыделение наблюдается уже при температуре железного сердечника 800°C и непрерывно возрастает с ростом температуры. Тепловой коэффициент при температуре около 1000°C достигает величины около 1.3. Увеличение температуры не приводит к росту COP из-за быстрого возрастания мощности, потребляемой электронагревателем.

В реакторе W1 использован трубчатый карбид-кремниевый нагреватель и вольфрамовый сердечник, что позволило достичь более высокой температуры по сравнению с реактором С3, имеющим железный сердечник. Схема реактора показана на рис. 15. Внутри карбид-кремниевый нагреватель находится вольфрамовый порошок массой 3.1 г. Нагреватель окружен теплоизоляцией из пористой керамики. Между теплоизоляцией и наружной кварцевой трубой расположена наводороженная никелевая сетка («топливо»). Вид на реактор в процессе работы показан на рис. 16.

На рис. 17 показаны зависимости мощности избыточного тепловыделения и теплового коэффициента реактора С3 от температуры. Этот реактор производил до 1000 Вт избыточной мощности. Заметное избыточное тепловыделение появляется при температуре

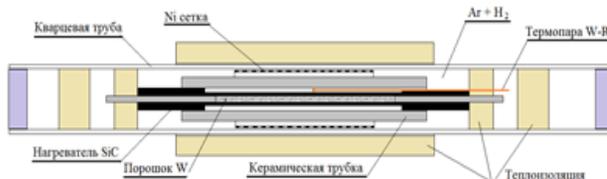


Рис. 15. Конструкция реактора W1.

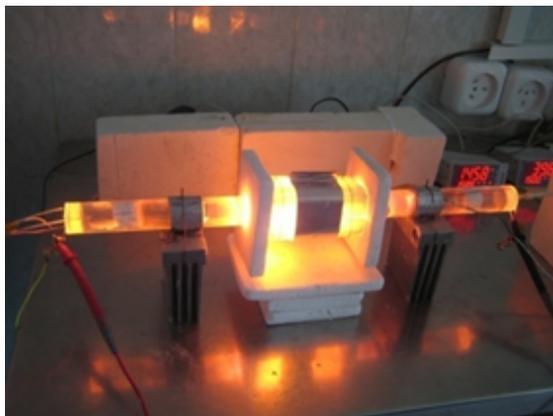


Рис. 16. Реактор W1 и процессе работы.

1100°C и растет с ростом температуры. Тепловой коэффициент тоже растет, достигая значения 2.2 при температуре около 1600°C. При более высоких температурах рост замедляется.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен ряд экспериментов, имеющих целью подтверждение гипотезы о возможности нейтрино малых энергий, возникающих в результате соударений частиц вещества при их тепловом движении, вызывать ядерные трансформации. Подтверждено предсказанное гипотезой выделение энергии в веществе около металла, разогретого до высокой температуры. Анализ изменений элементного состава в веществе вокруг ламп накаливания показал существенное возрастание содержания ряда химических элементов.

Наличие таких изменений, наряду с обнаруженным избыточным тепловыделением, доказывает, что, действительно, раскаленные металлы излучают агент, инициирующий ядерные трансформации в окружающем веществе. Соответствие обнаруженных трансформаций возможным ядерным реакциям, инициируемым нейтрино (антинейтрино)

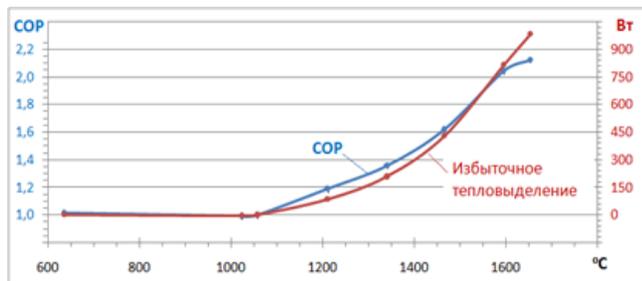


Рис. 17. Мощность избыточного тепловыделения и тепловой коэффициент реактора W1 в зависимости от температуры.

указывает на то, что этим агентом являются нейтрино и антинейтрино.

Это позволяет по-новому подойти к конструированию LENR-реакторов. Источник агента, вызывающего ядерные трансмутации (горячий металл или плотная плазма), можно разместить внутри теплоизоляции, что позволяет достичь высокой температуры с малыми затратами энергии. Топливо (вещество, где происходят процессы с большим тепловыделением) можно расположить на периферии, что позволяет эффективно отводить выделяющееся тепло. Испытано несколько реакторов, изготовленных по такой схеме. На одном из них удалось достичь мощности избыточного тепловыделения 1 кВт (COP = 2.2). Дальнейшие работы по созданию реакторов такого типа были прерваны из-за пандемии Ковид-19.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пархомов АГ, Алабин КА, Андреев СН, Забавин СН, Соболев АГ, Тимербулатов ТР. Никель-водородные реакторы: тепловыделение, изотопный и элементный состав топлива. *РЭНСИТ*, 2017, 9(1):74-93. DOI: 10.17725/rensit.2017.09.074.
2. Пархомов АГ, Жигалов ВА, Забавин СН. и др. Никель-водородный теплогенератор, непрерывно проработавший 7 месяцев. *ЖФНН*, 2019, 23-24(7):57-63. <http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov2.pdf>.
3. Вачаев АВ, Иванов НИ, Иванов АН, Павлова ГА. Способ получения элементов и устройство для его осуществления. *Патент РФ № 2096846, МКПГ 21 G 1/00, Н 05 Н 1/24*. Заявл. 31.05.94. Изобретения. 1997. № 32. С. 369.
4. Бажутов ЮН, Герасимова АИ, Корецкий ВП, Пархомов АГ. Особенности потребления электроэнергии, выделения тепла и излучения в процессе плазменного электролиза. *Материалы 21-й Российской конференции по холодным ядерным трансмутациям и шаровой молнии*. Сочи, 2015, с.122-131.
5. Savvatimova IB. Transmutation of Elements in Low-energy Glow Discharge and the Associated Processes. *J. Condensed Matter Nucl. Sci.*, 2011, 8:1-19.
6. Fleischmann M, Pons S. Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium. *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*, 1989, 261(2A):301-308.

7. Kervran L. *Biological Transmutations*. Harpiness Press, USA, Magalia, California, 1998.
8. Корнилова АА, Высоцкий ВИ. Синтез и трансмутация стабильных и радиоактивных изотопов в биологических системах. *РЭНСИТ*, 2017, 9(1):52-64. DOI: 10.17725/rensit.2017.09.052.
9. Пархомов АГ. LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий. *ЖФНН*, 2019, 23-24(7):6-8, <http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov1.pdf>.
10. Parkhomov AG. Weak Interactions as Essence of LENR. *International Journal of Unconventional Science*, 2019, E4:3-5, <http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov1-en.pdf>.
11. Пархомов АГ. Многообразие нуклидов, возникающих в процессе холодных ядерных трансмутаций. *ЖФНН*, 2017, 17-18:99-101. (Таблицу возможных ядерных трансформаций в формате EXCEL можно получить у А.Г.Пархомова: alexparh@mail.ru).
12. Пархомов АГ. Многообразие нуклидов, возникающих в процессе холодных ядерных трансмутаций с участием электронов. *ЖФНН*, 2018, 21-22(6):131-132 (Таблицу возможных ядерных трансформаций в формате EXCEL можно получить у А.Г.Пархомова: alexparh@mail.ru).
13. Пархомов АГ. Ритмические и спорадические изменения скорости бета распадов. Возможные причины. *ЖФНН*, 2018, 21-22(6):86-96.
14. Parkhomov AG. Rhythmic and Sporadic Changes in the Rate of Beta Decays Possible Reasons. *Journal of Modern Physics*, 2018, 9(8):1617-1632.
15. Thomas SA, Abdalla FB and Lahav O. Upper Bound of 0.28 eV on Neutrino Masses from the Largest Photometric Redshift Survey. *Phys. Rev. Lett.*, 2010, 105(1):3.
16. Ландау АД, Лифшиц ЕМ. *Статистическая физика*. М., Наука, 1964, с. 108.
17. *Физическая энциклопедия*. Т.3. Ред. Прохоров А.М. М., Большая Российская энциклопедия, 1992.
18. Каганов ИЛ. *Ионные приборы*. М., Энергия, 1972, 528 с.
19. Мухин КН. *Введение в ядерную физику*. М., Атомиздат, 1965, с. 203-212.
20. Пархомов А.Г. Новый подход к созданию LENR - реакторов. Пархомов А.Г., Карабанов Р.В. Исследование элементных и изотопных изменений в веществе около лампы накаливания. *Материалы 26-й Российской конференции по холодным ядерным трансмутациям и шаровой молнии*. Москва, 2020, с. 43-63.
21. *Физические величины*. Ред. Григорьев ИС, Мейлихов ЕЗ. Москва, 1991, с. 438.
22. Mizuno T and Rothwell J. Increased Excess Heat from Palladium Deposited on Nickel (Preprint). *Proc. 22nd International Conference for Condensed Matter Nuclear Science, ICCF-22*. 2019, Assisi, Italy. <http://lenr-canr.org/acrobat/MizunoTincreasede.pdf>.
23. Пархомов АГ. Нейтрино малых энергий как причина аномалий в бета распадах и холодных ядерных трансмутаций. *Метафизика*, 2020, 4(38):49-66.
24. Бажутов ЮН, Герасимова АИ, Корецкий ВП, Евмененко ВВ, Пархомов АГ, Сапожников ЮА. Калориметрическая и нейтронная диагностика водных растворов при интенсивном световом облучении. *Материалы 20-й Российской конференции по холодным ядерным трансмутациям и шаровой молнии*. Лоо, Сочи, 29 сентября - 6 октября 2013, с. 55-64.
25. Bazhutov YuN, Gerasimova AI, Evmenenko VV, Koretskiy VP, Parkhomov AG and Sapozhnikov YuA. Calorimetric and Radiation Diagnostics of Water Solutions Under Intense Light Irradiation. *J. Condensed Matter Nucl. Sci.*, 2016, 19:10-17.
26. Mastromatteo U. LENR Anomalies in Pd-H₂ Systems Submitted to Laser Stimulation. *J. Condensed Matter Nucl. Sci.*, 2016, 19:73-182.
27. Biberian J-P. Transmutation induced by laser irradiation. *Le colloque RNBE*, 2020.
28. Kovacs A. Magnetic monopole mass and charge radius calculation from experimental data analysis. *Материалы 26-й Российской конференции по холодным ядерным трансмутациям и шаровой молнии*. Москва, 2020, с. 205-219.

Пархомов Александр Георгиевич

к.ф.-м.н.

Опытно-конструкторская лаборатория "К.И.Т."
10/2, ул. Герасима Курина, Москва 121108, Россия
alexparh@mail.ru

Карабанов Роман Вячеславович

руководитель лаборатории

Научно-исследовательский центр СИНТЕЗТЕХ
73/305, Курортный просп., Сочи 354002, Россия
info@synthestech.com.