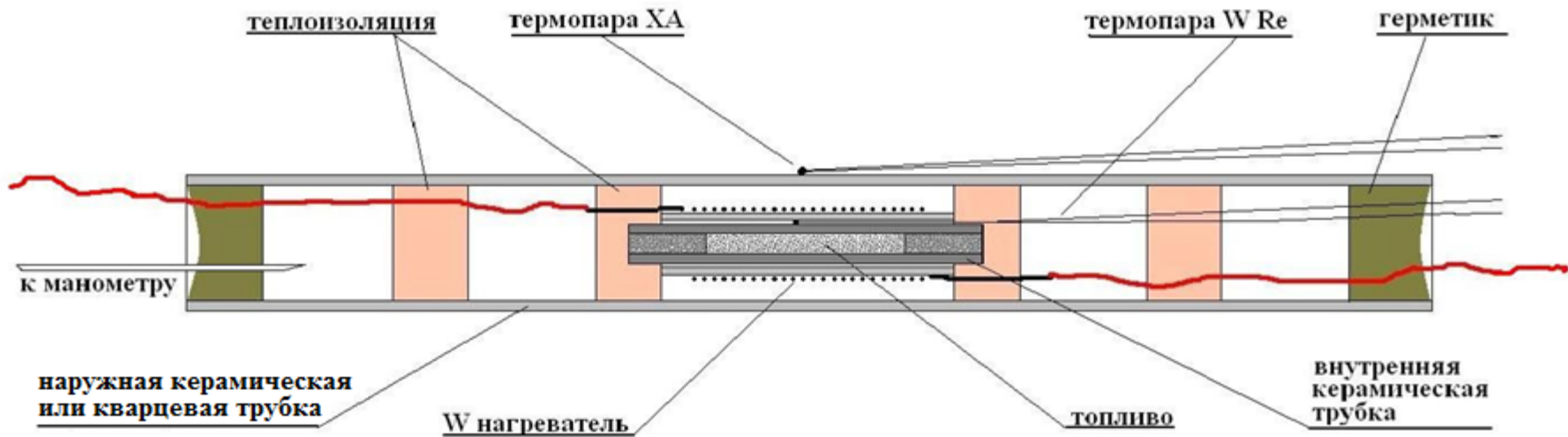




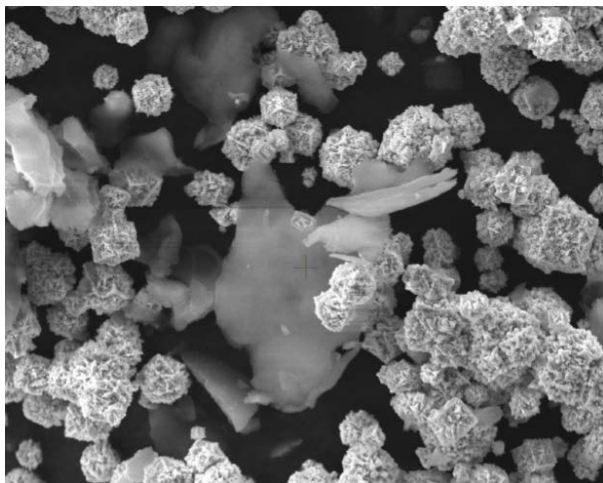
**Ядерные реакции при низких энергиях.
Попытки объяснений.
Предварительные результаты недавних
экспериментов**

Пархомов Александр Георгиевич
Опытно-конструкторская лаборатория КИТ

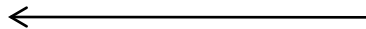




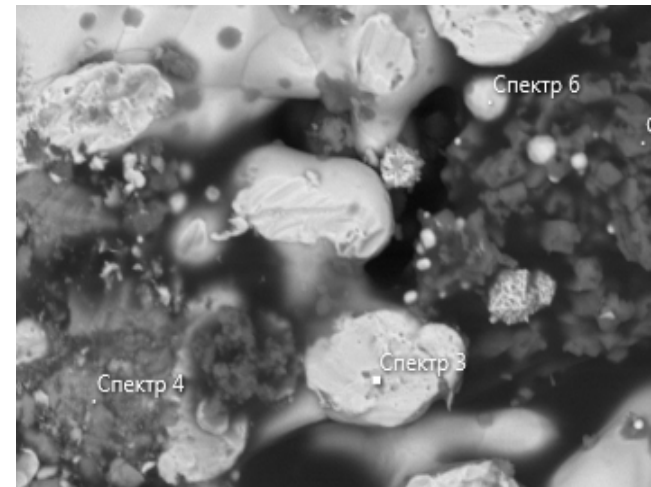
Типичная конструкция никель-водородных реакторов созданных в ОКЛ КИТ



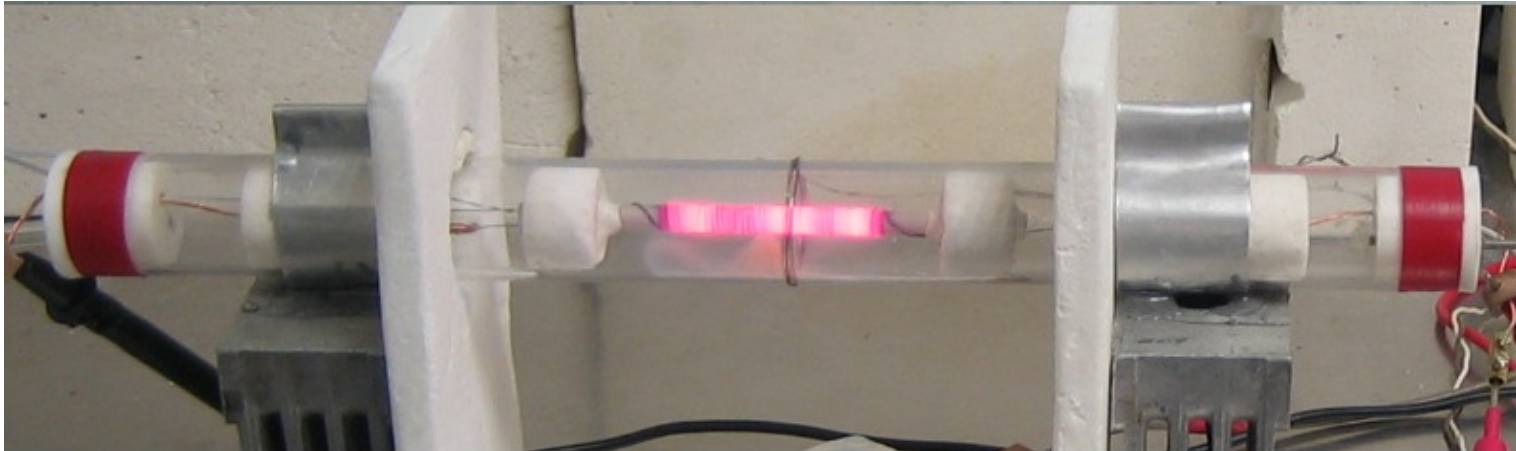
Топливо до загрузки в реактор (никель + литий алюмогидрид)



Топливо после работы в реакторе



Реактор KB3



Реактор KB3 работал с 20 декабря 2016 г до 31 января 2017 г. с избыточной мощностью 100-200 Вт (тепловой коэффициент 1,8-2,0). Интегральная наработка избыточного тепловыделения около 400 МДж.

Топливо: порошок никеля массой 1,8 г Насыщение водородом осуществлялось путем выдерживания в газообразном водороде. Реактор имел кварцевую внешнюю трубу. Нагреватель был сделан из сплава вольфрам-рений.

Относительное содержание нуклидов (атомные %) в керамической трубке до и после работы реактора КВЗ.

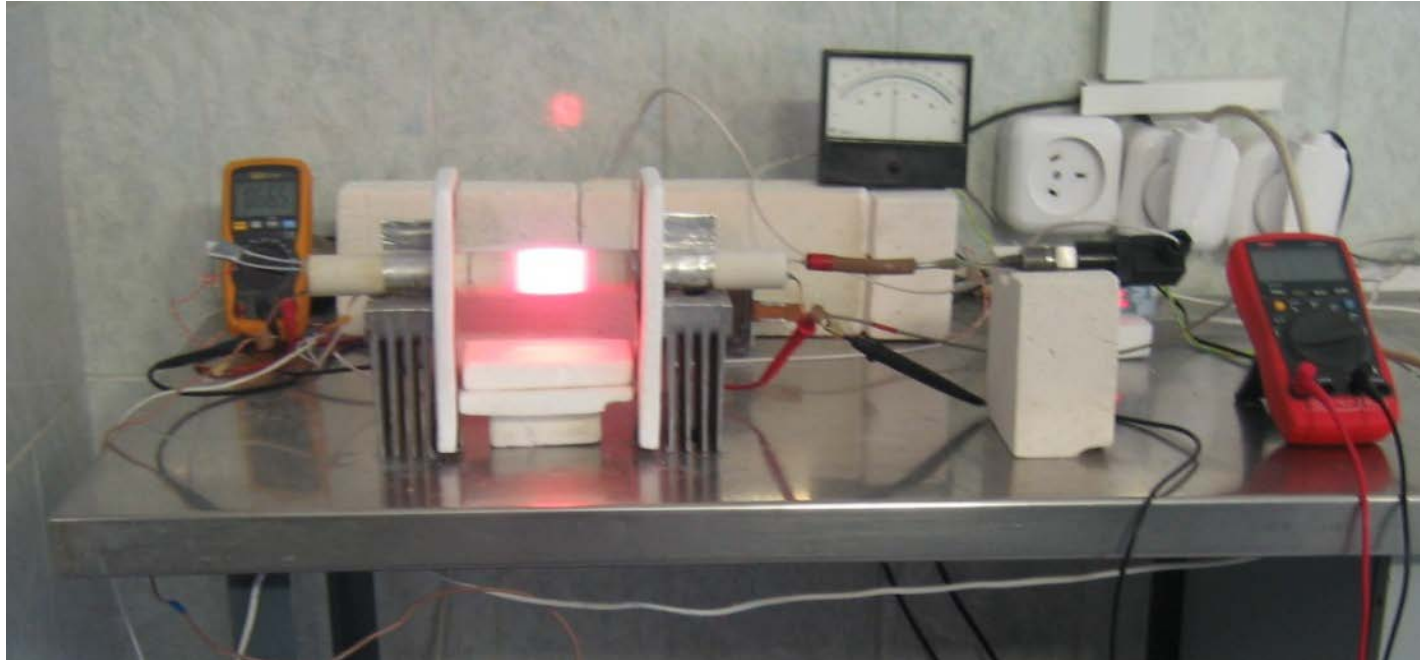
Показаны нуклиды, содержание которых возросло более чем в 10 раз.

	До	После	После/до		До	После	После/до
10B	0,0008	0,0318	41,8	114Cd,Sn	0,0005	0,0064	11,9
11B	0,0054	0,1277	23,4	116Cd,Sn	0,0022	0,0275	12,8
29Si	0,3709	4,2603	11,5	117Sn	0,0011	0,0129	12,0
43Ca	0,0158	0,2638	16,7	118Sn	0,0024	0,0422	17,9
44Ca	0,2123	3,1461	14,8	119Sn	0,0014	0,0165	11,7
45Sc	0,0507	2,0384	40,2	120Sn,Te	0,0034	0,0670	19,5
46Ti,Ca	0,0074	0,0836	11,3	119Sn	0,0014	0,0165	11,7
51V	0,0028	0,2151	78,0	122Te	0,0007	0,0101	15,0
53Cr	0,0057	0,0753	13,3	127I	0,0062	0,1589	25,7
64Ni,Zn	0,0186	0,2224	12,0	128Te	0,0002	0,0046	22,8
66Zn	0,0099	0,1102	11,1	124Te	0,0008	0,0092	11,4
67Zn	0,0014	0,0211	15,0	130Te	0,0006	0,0101	16,7
68Zn	0,0080	0,0808	10,1	182W	0,0076	4,3168	567,8
72Ge	0,0001	0,0037	27,2	183W	0,0035	2,3489	671,7
75As	0,0001	0,0138	102,2	184W	0,0076	5,0087	658,8
76Ge,Se	0,0115	0,1976	17,2	185Re	0,0006	5,9469	9827,0
77Se	0,0001	0,0055	82,2	186W,Os	0,0089	4,7748	537,6
78Se,Kr	0,0028	0,0542	19,7	198Hg	0,0001	0,0321	238,5
79Br	0,0028	0,0560	20,3	199Hg	0,0007	0,0248	33,5
81Br	0,0040	0,0790	19,6	200Hg	0,0004	0,0560	138,9
83Kr	0,0001	0,0009	13,7	202Hg	0,0005	0,0606	128,8
107Ag	0,0067	0,0863	13,0	203Tl	0,0015	0,1498	101,2
109Ag	0,0071	0,1020	14,3	204Pb,Hg	0,0010	0,0101	10,0
113Cd,In	0,0001	0,0009	13,7				

Помимо вольфрама и рения, появление которых можно объяснить миграцией из спирали нагревателя, в керамической трубке сильно возросло содержание бора, а также нуклидов с атомными массами 43-53, 64-83, 107-130, 198-208.

Изотопный состав никеля в топливе до и после работы в реакторе практически не изменился.

Реактор М7

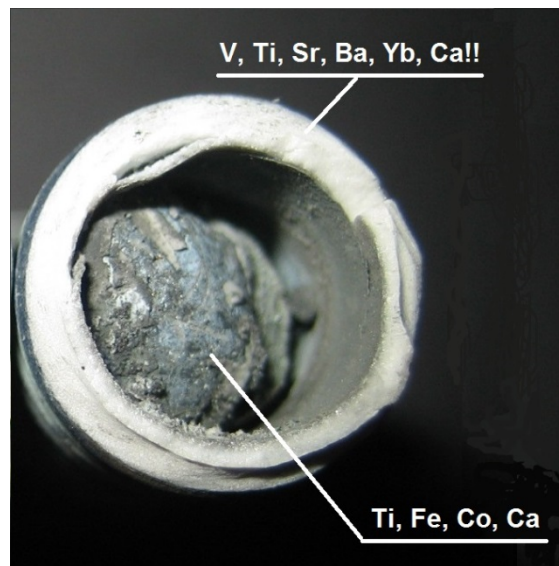
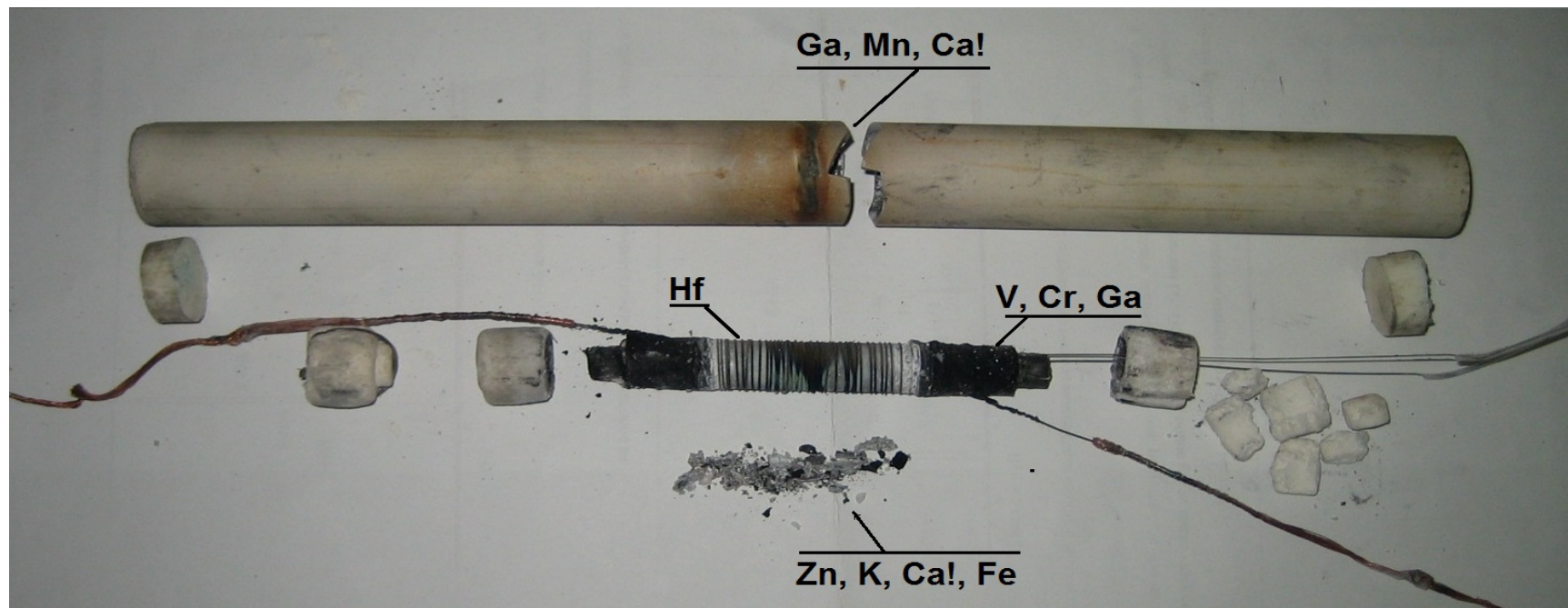


непрерывно проработал 225 суток при мощности тепловыделения сверх
затраченной электроэнергии от 200 до 1000 Вт
(тепловой коэффициент 1,6 – 3,6).

В качестве топлива в реакторе использован насыщенный водородом
порошок никеля массой 1,2г.

Завершение работы связано с исчерпанием энергетического ресурса
топлива. Общая наработка избыточной энергии около 4100 МДж.

Выделение энергии на 1 атом никеля 2,1 МэВ.



Поперечный разрез внутренней трубки

Реактор М7 после завершения работы.

Обнаружено множество элементов, изначально в топливе и конструкционных материалах практически отсутствующих.

Особенно много появилось кальция. Во внутренней керамической трубке содержание кальция достигло 23% при исходном содержании около 1%.

Существенных изменений в изотопном составе никеля не обнаружено

Газовый разряд в среде дейтерия и других газов с катодами из палладия и других металлов (НПО «Луч»)

А.Б.Карабут, Я.Р.Кучеров, И.Б.Савватимова



Что было обнаружено:

- **Появление множества изначально отсутствующих химических элементов в основном с пониженным атомным весом по сравнению с материалом мишени**
- **Отличие соотношений изотопов в возникших элементах от соотношений в естественной смеси**
- **Избыточное тепловыделение**
- **Небольшое гамма и рентгеновское излучение, нейтроны**
- **Слабая радиоактивность мишеней после обработки в газовом разряде**

Изменение элементного состава Pd катода после облучения в тлеющем разряде (искровая масс-спектрометрия)

Масса	эле- мент	Примеси до экспер. x10 ⁻⁴ вт. %	Увеличение содержания примесей в N раз			
			Продолжительность эксперимента 40 ч.		Продолжительность эксперимента 4 ч.	
			Облучен. образец (верхний)	нижний образец	облучен. образ- (верхн)	нижний обра- зец
6	Li	0.06	2.5			
7	Li	0.08	6.5	4.5	11	5
10	B	0.07		2		
11	B	0.07	4	3	3	2-10
23	Na	0.44	10	2.5	7	13
27	Al	6	15	1.5	25-50	4
28	Si	9	2	1		0.3
29	Si	7	3	1.5		1.5
30	Si	6	3	1.5	3-4	11
32	S	7	0.5-2	0.3	0.5	0.3
39	K	3	3		4	1.5
41	K	3	4	0.3	5	3
47	Ti	1.2		1.5	43-60	
48	Ti	1.4	370	1.5	-	2.5
49	Ti	1.3	357	2.5	100	2
50	Ti	1.7		2	65	
78	Se	0.23	<1	<1	<0.9	16
80	Se	0.3	0.7	0.7	<0.5	11
85	Rb	<0.03	<0.13	1.7	3000	1700
90	Zr	<0.05	500	<0.1	1200	<4.4
91	Zr	<0.05	1000	<0.5	1220	-
93	Nb	<2	20	1	360	2
98	Mo	0.4				7.5
100	Mo	1.8	2500	1	1600	
103	Rh	7	<2-4	<2-4	5-2.3	1
107	Ag	1	63	3	1	3.2
109	Ag	1	50	1.5		2.5
115	In	<0.04	12	1	20	4

В Pd были обнаружены Sc, Ti, V, Ag, Cd, In, P, Cl, Br, Ge, As, Kr, Sr, Y, Ru, Xe

«Энергонива» (Магнитогорский университет)

Элементы, возникшие в результате протекания дистиллированной воды через реактор «Энергонива»

Элемент, соединение	в твердой фазе, г/кг	в жидкой фазе, мг/л
Li, Be	0,006	Следы
C	6,7	—
B	1,1	0,1
Si	4,4	0,2
Cr	0,9	0,1
Mg	0,1	0,1
Fe	6,6	Следы
Mn	0,1	—
Ni	0,4	—
V	0,7	—
Sn	5,5	—
Zn	2,0	0,4
Al	2,1	1,1
Cu	0,4	—
Ti	0,4	—
P	0,1	—
S	—	—
Bi	0,1	0,01
Se	0,1	—
Pb	0,8	—
Te	—	—
D ₂ O	—	0,06
T ₂ O	—	0,05
pH	—	6,0

А.В.Вачаев
(1936-2000)

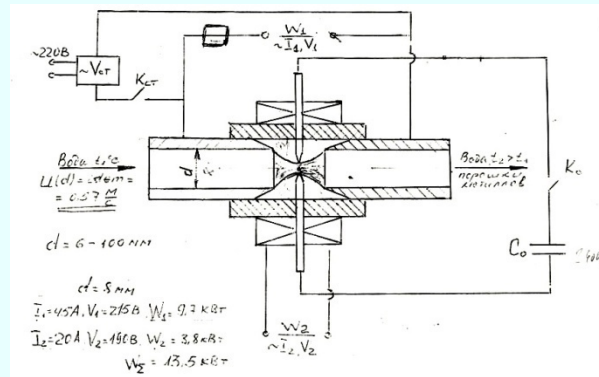
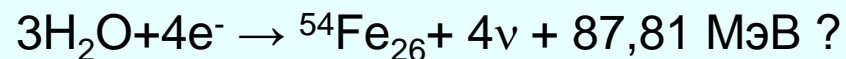


Схема реактора
(рисунок Вачаева)



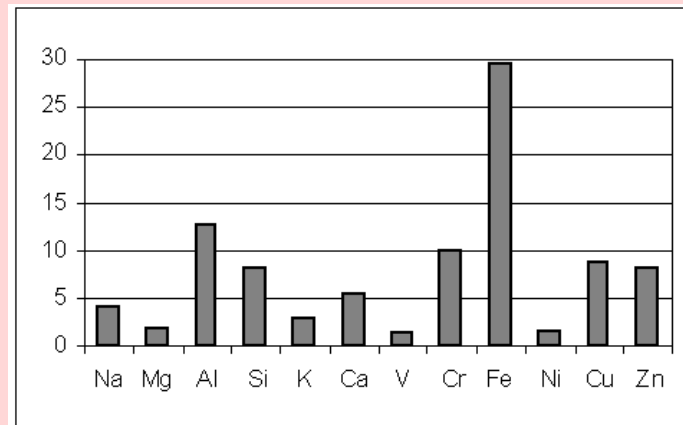
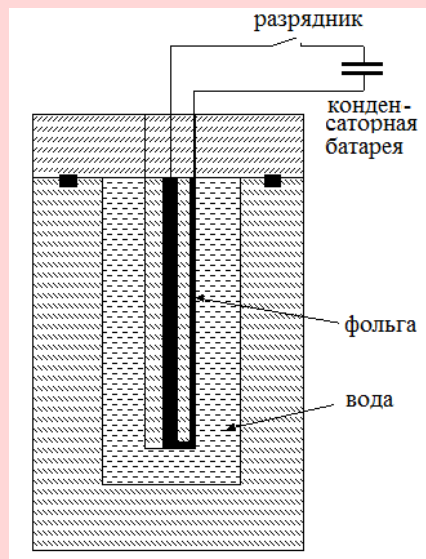
Реактор
В.А.Панькова и
Б.П.Кузьмина



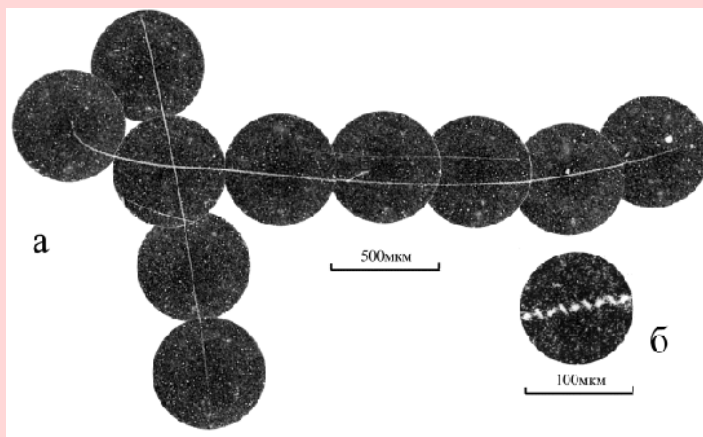
Электрический взрыв металлических фольг



Л.И.Уруцкоев



Процент атомов химических элементов, возникших при взрывах титановых фольг



Типичный трек на фотоплёнке

Многочисленные разнообразные эксперименты позволяют выделить ряд важных особенностей LENR:

- возникновение огромного разнообразия нуклидов не только в «топливе», но и в окружающем веществе, причём преимущественно образуются нуклиды, не обладающие радиоактивностью
- выделение энергии намного превосходящей возможности химических реакций
- в процессе LENR излучаются нейтроны и гамма излучение. Однако интенсивность излучаемой радиации на много порядков ниже, чем при «обычных» ядерных реакциях
- вблизи реакторов появляются необычные треки
- необходим нагрев до температуры порядка 300°C (палладий-дейтерий) или 1000°C и выше (никель-водород)
- необходима достаточно плотная среда (твёрдое, жидкое вещество или плотная плазма)

Попытки объяснений феномена LENR

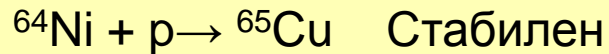
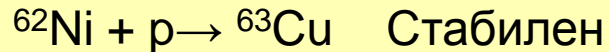
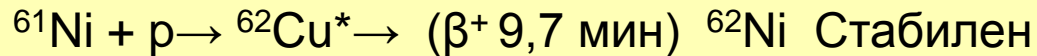
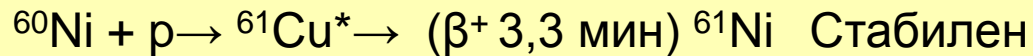
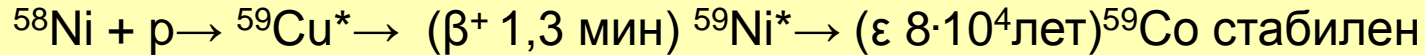
Многочисленные теории можно разделить на несколько групп:

- Протон (дейтрон) преодолевает «кулоновский барьер» и сливается с ядром
- Протон превращается в нейтрон, для которого «кулоновского барьера» нет. Этот нейтрон порождает цепочку ядерных трансформаций
- В процессах LENR участвует катализатор
- Атом переходит в компактное состояние с выделением большой энергии
- Ядерные трансформации связаны не с сильными, а со слабыми взаимодействиями с участием нейтрино

Гипотеза должна объяснять не только какую-то одну сторону явления, но и не противоречить другим особенностям

Протон преодолевает «кулоновский барьер» и сливается с ядром

При поглощении ядрами никеля протона протекают ядерные реакции:



Каждый акт взаимодействия сопровождается образованием жесткого гамма кванта. Кроме того, возникают позитроны, которые при аннигиляции дают гамма кванты с энергией 511 кэВ.

Столь мощное гамма излучение не могло бы остаться незамеченным

Кроме того, обнаружены LENR-процессы, в которых водород или дейтерий вообще не участвует

Протон превращается в нейтрон, для которого «кулоновского барьера» нет



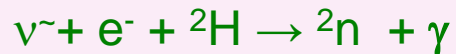
Захватное излучение

Водород: $p + n \rightarrow d + \gamma$ (2,23 МэВ)

Никель при захвате 100 тепловых нейтронов даёт 267 гамма квантов с энергией до 10 МэВ

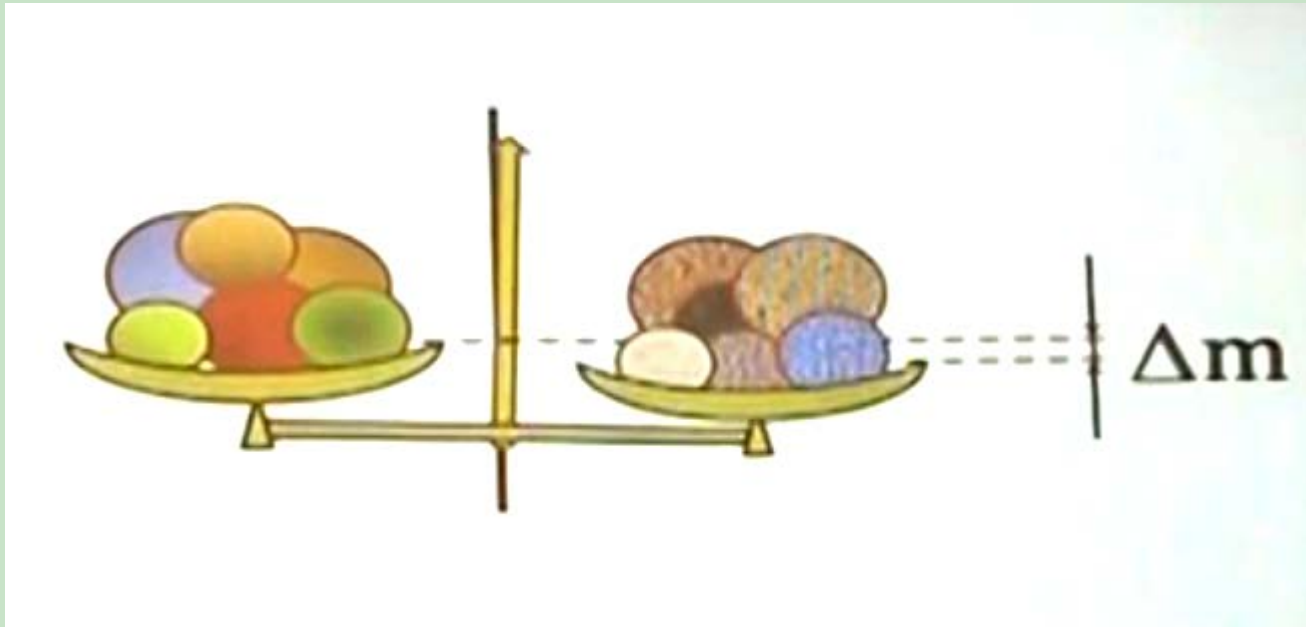
Алюминий при захвате 100 тепловых нейтронов даёт 600 гамма квантов с энергией до 9 МэВ

Динейтрон и динейтроний



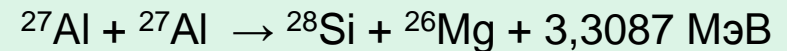
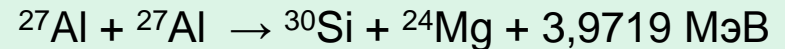
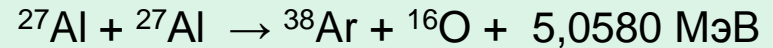
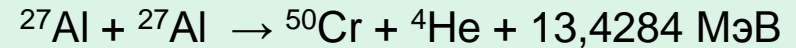
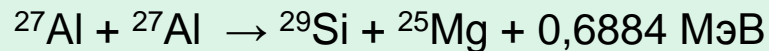
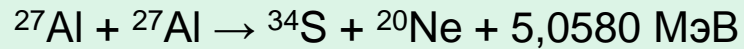
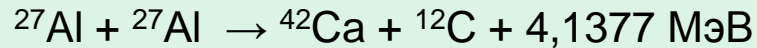
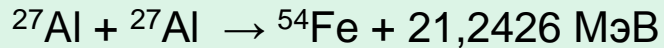
Учитывая, что процессы с участием нейтронов и протонов, преодолевающих кулоновский барьер, невозможны без излучения жёсткой ядерной радиации, а в процессах LENR её нет, следует признать такие подходы бесперспективными.

Огромное многообразие нуклидов, возникающих в результате холодных ядерных трансмутаций, возможно только в результате энергетически выгодных перегруппировок в коллективе нуклонов

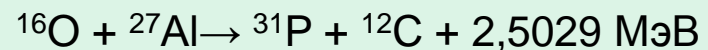
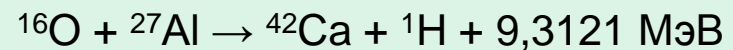
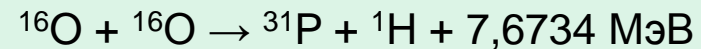
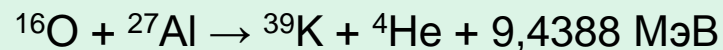
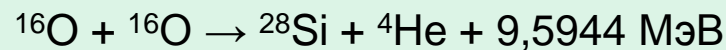
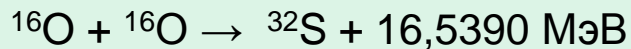


Совокупность атомов подвергается некоторому воздействию, в результате чего выделяется энергия и образуется совокупность других более устойчивых атомов

Трансмутации, возможные в корундовых трубках (Al_2O_3)

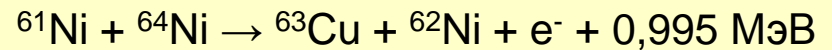
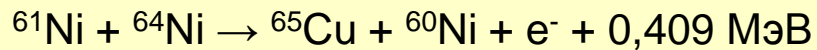
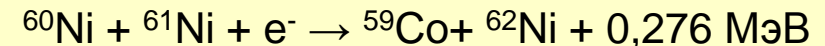
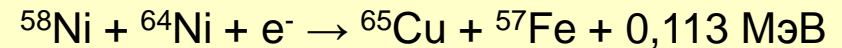
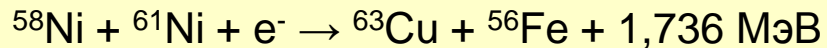
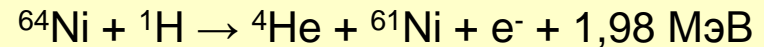
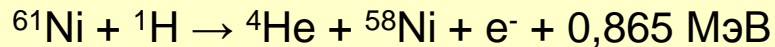
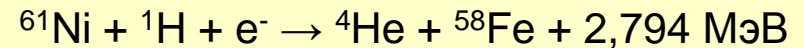
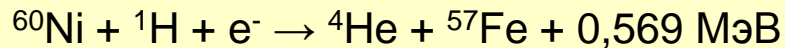
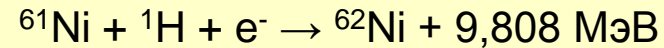
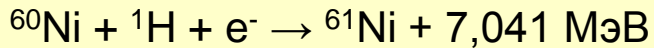


Кроме того, возможны трансмутации с участием ядер кислорода, а также кислорода и алюминия:

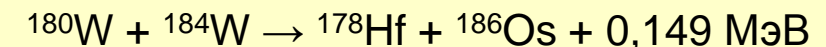
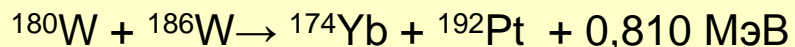
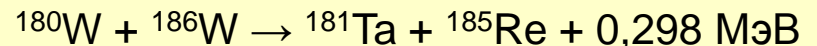
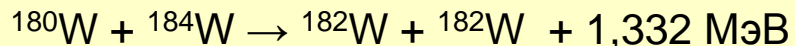
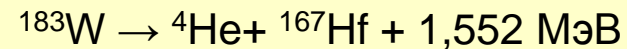
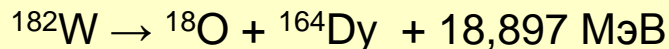


В корунде могут появляться железо, хром, кальций, сера, кремний, магний, фосфор, калий. Анализы показывают значительное возрастание концентрации именно этих элементов после пребывания корунда в работающем реакторе

Возможные ядерные трансформации в наводороженном никеле



Примеры возможных ядерных трансформаций в вольфраме



В 87 случаях образуются лантаноиды, в 30 случаях ртуть, в 22 случаях свинец, в 20 случаях платина, в 15 случаях гафний, в 11 случаях осмий. Менее вероятно образование талия, тантала, рения, золота. Кроме того, образуются кальций, ксенон, гелий, углерод, кислород, неон, бор, азот, магний, кремний, титан

Важно отметить, что ядерные реакции с участием электронов - это реакции слабого взаимодействия в участием нейтрино

Гипотетические пути реализации многоядерных трансформаций

- Магнитные монополи (Л.И.Уруцкоев, Н.Г.Ивойлов, K.Fredericks, A.Kovacs)
- «Капсулы» с трансатомами (Г.В.Мышинский)
- Магнито-торо-электрические кластеры (В.М.Дубовик)
- Нейтрино ультранизких энергий (А.Г.Пархомов)

Проблемы холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии: Материалы 26 Российской конференции. Сб. материалов. Москва, 2020, 368 с. <https://www.ozon.ru/product/kosmos-zemlya-chelovek-180975844>

Пархомов А.Г. LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий. ЖФНН, 23-24(7), с. 6-8, 2019 <http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov1.pdf>

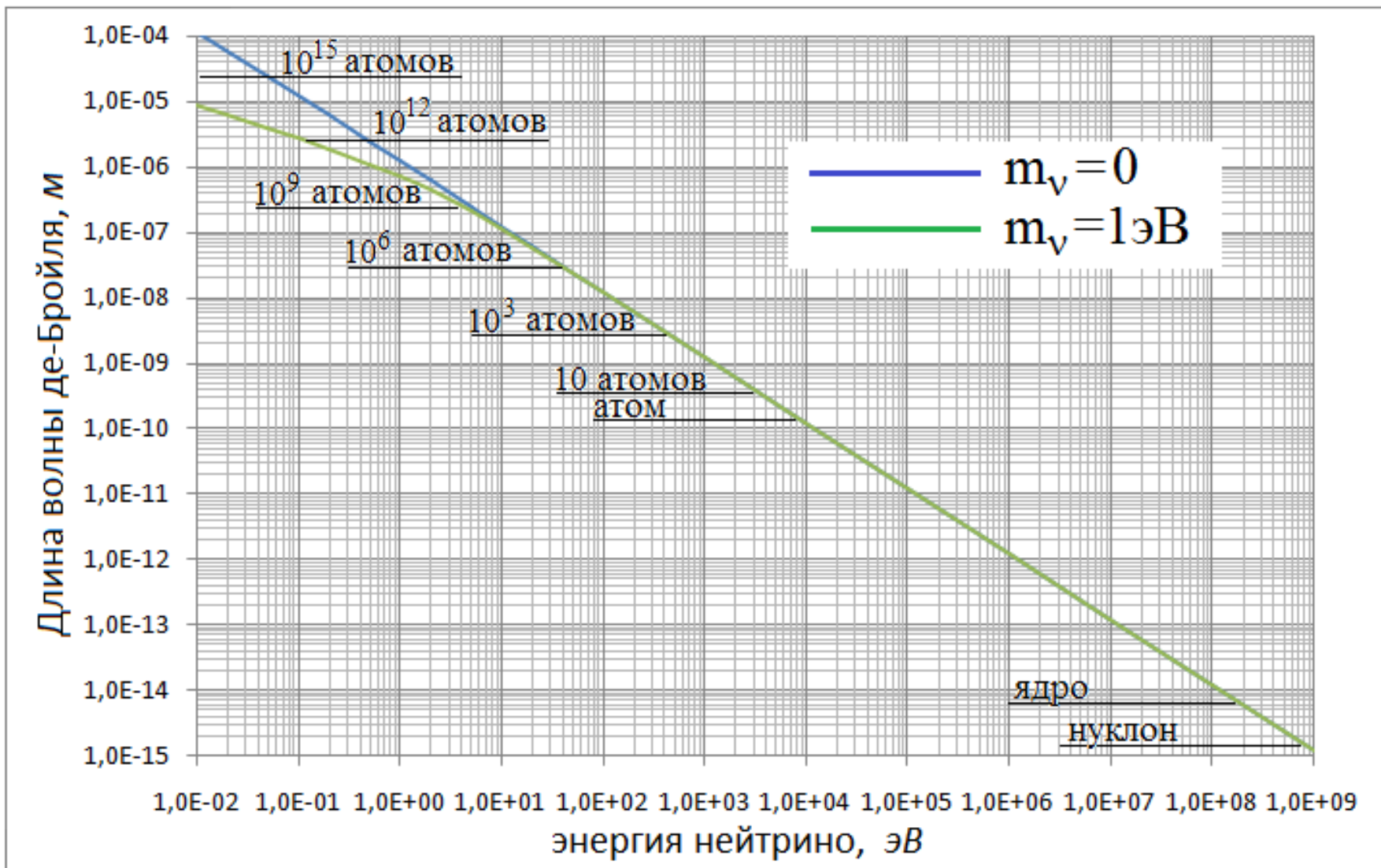
Parkhomov A.G. Weak Interactions as Essence of LENR. *International Journal of Unconventional Science*, 2019, E4:3-5 <http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov1-en.pdf>

Пархомов А.Г., Карабанов Р.В. LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий. Новый подход к созданию LENR-реакторов. *РЭНСИТ*, 2021, 13(1):45-58 [http://rensit.ru/vypuski/article/372/13\(1\)45-58.pdf](http://rensit.ru/vypuski/article/372/13(1)45-58.pdf)

Parkhomov A.G., Karabanov R.V. LENR as a manifestation of weak nuclear interactions. New approach to creating LENR reactors. *RENSIT*, 13(1) (2021) 45-58. [http://en.rensit.ru/vypuski/article/372/13\(1\)45-58e.pdf](http://en.rensit.ru/vypuski/article/372/13(1)45-58e.pdf)

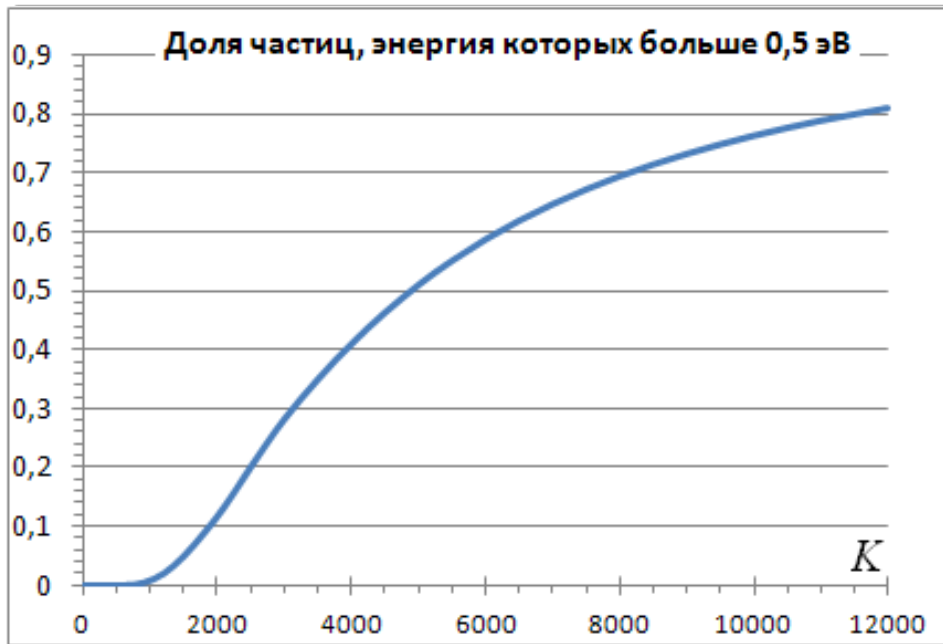
$$\lambda = h/p$$

Зависимость длины волны де-Бройля нейтрино (размера области взаимодействия) от энергии нейтрино



Гипотеза об участии нейтрино в ядерных трансформациях

Если верно, что масса электронного нейтрино и антинейтрино $< 0,28$ эВ, они могут образовываться в результате неупругих столкновений частиц вещества (электронов, ионов, нейтральных атомов) при их тепловом движении. Энергия сталкивающихся частиц должна быть порядка $0,5$ эВ и выше



Особенно часто сталкиваются электроны с атомами (ионами) в металлах: в 1 см^3 происходит порядка 10^{36} столкновений в секунду. Столь высокая частота столкновений приводит к появлению огромного числа нейтрино и антинейтрино даже при очень малой вероятности их образования. Возникшие нейтрино и антинейтрино могут взаимодействовать с ядрами окружающего вещества.

Важно: длина волны де-Бройля возникающих частиц порядка 1 мкм . Это означает, что область взаимодействия охватывает огромное число атомов, что делает возможными трансформации, охватывающие множество атомов и ядер, в результате чего даже маловероятные процессы становятся значительными.

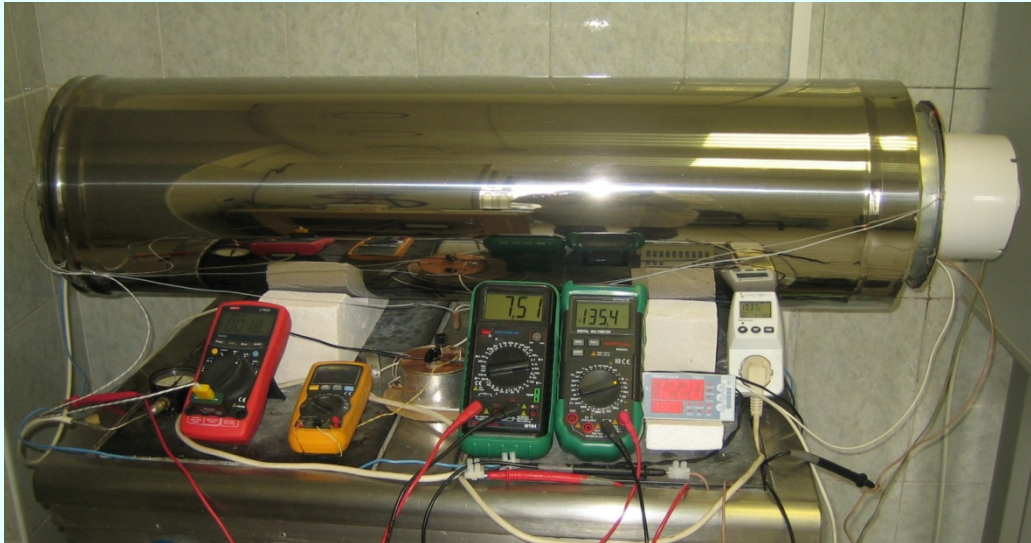
Гипотеза об участии нейтрино в ядерных трансформациях позволяет объяснить многие особенности LENR:

- необходимость нагрева до температуры порядка 1000°C и выше (сообщения частицам вещества энергии не меньше десятых долей эВ)
- необходимость достаточно плотной среды
- возникновение большого разнообразия нуклидов не только в «топливе», но и в окружающем веществе
- отсутствие или очень маленькую интенсивность жёстких ядерных излучений
- В ядерных преобразованиях с участием нейтрино нет проблемы «кулоновского барьера»

Реактор с лампой накаливания внутри цилиндрического контейнера



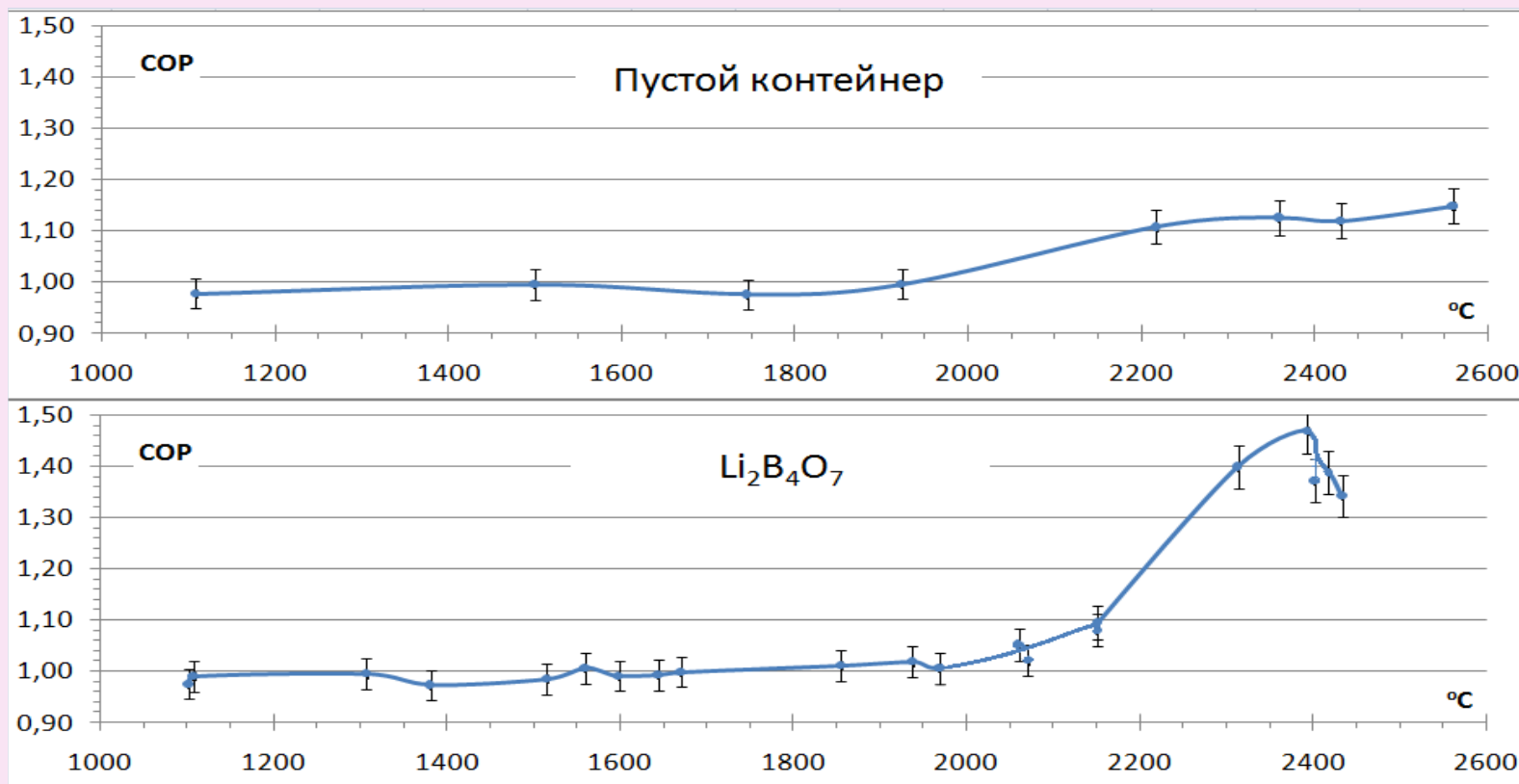
Галогенная лампа накаливания находится внутри цилиндрического контейнера из нержавеющей стали, который можно наполнять различными веществами



Проточный воздушный калориметр

Мощность тепловыделения определяется по возрастанию температуры воздуха, омывающего исследуемый объект

Тепловой коэффициент реактора с лампой накаливания внутри цилиндрического контейнера, измеренный в проточном воздушном калориметре, в зависимости от температуры нити накала



Избыточное тепловыделение при температуре выше 2200°C наблюдается даже в случае пустого контейнера, но контейнер, заполненный тетраборатом лития, дает намного более сильный эффект (до 50%)

Отметим, что в этом эксперименте водород не присутствует

Реактор Pb-Sn



300-ваттная галогенная лампа накаливания, обернутая лентой из сплава свинец-олово



Реактор с системой охлаждения.

Потребляемая мощность 480 Вт.
Избыточная мощность 50-80 Вт.

Продолжительность работы 40 часов

Анализ элементного состава сплава Sn-Pb до и после обработки в реакторе с лампой накаливания (СИНТЕЗТЕХ)

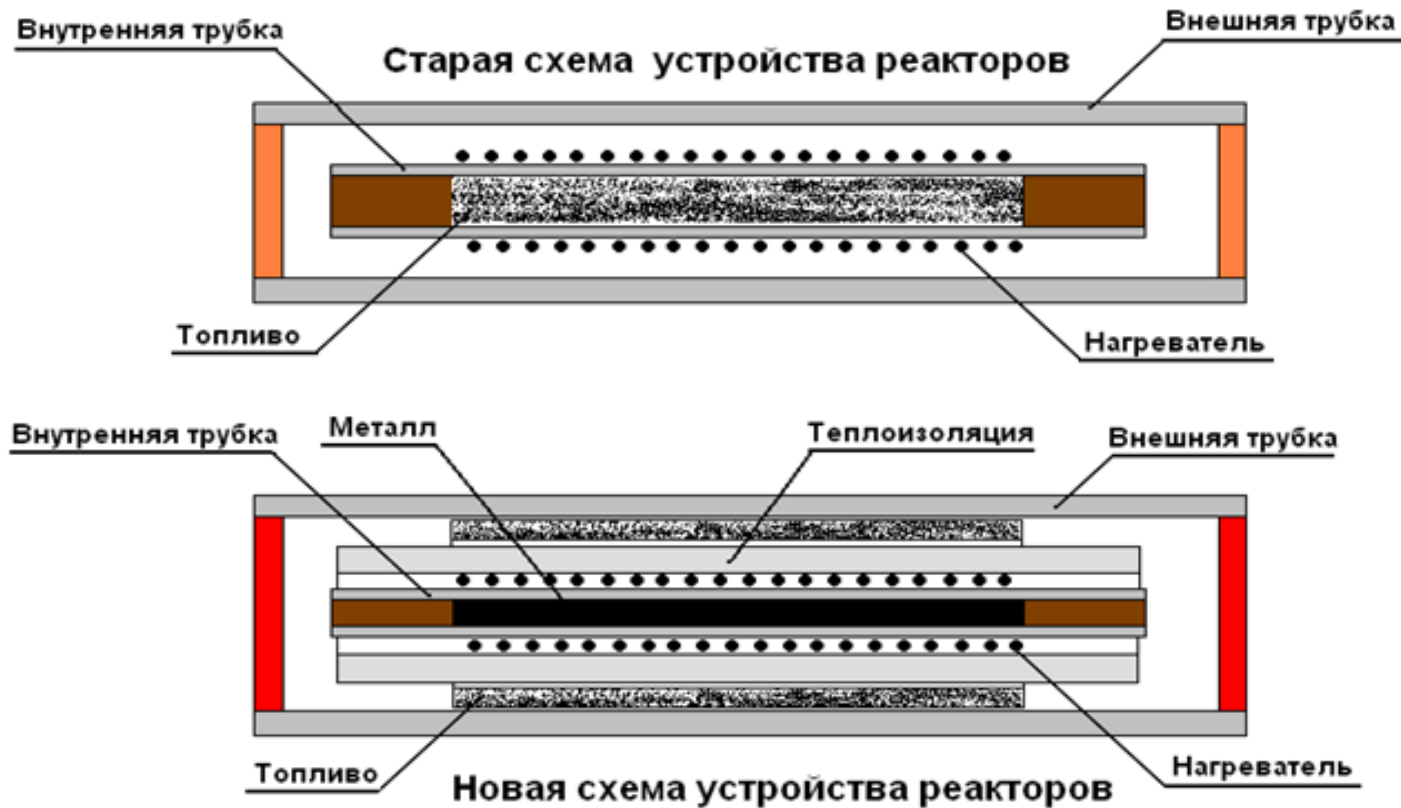
	До		После	
	XRF	ICP MS	XRF	ICP MS
Li		0,0001		0,0053
B		0,0012		0,012
Na		0,13		1,16
Al		0,001		0,024
K		0,056		0,75
Ca		0,018		0,34
Fe	<0,01		0,27	
Fe		0,014		0,13
Co		0,0002		0,014
Ni	<0,01		0,073	
Ni		0,0006		0,018
Cu		0,012		0,041
Zn		0,0036		0,040
Pd		0,0002		0,0005
Ag		0,006		0,024
Cd		0,0005		0,0011
Sn	45,7	43,6	40,3	46,00
W	<0,01		1,51	
W		0,00003		0,105
Pb	54,2	44,5	57,9	31,4
Bi		0,0005		0,057

XRF – рентгено-флуоресцентный анализ
 ICP MS – масс-спектральный анализ
Массовые проценты

Особенно сильно
 возросло содержание
лития железа
бора кальция
натрия кобальта
калия серебра
алюминия вольфрама
кадмия висмута

**В этих ядерных трансформациях
 водород тоже не участвует**

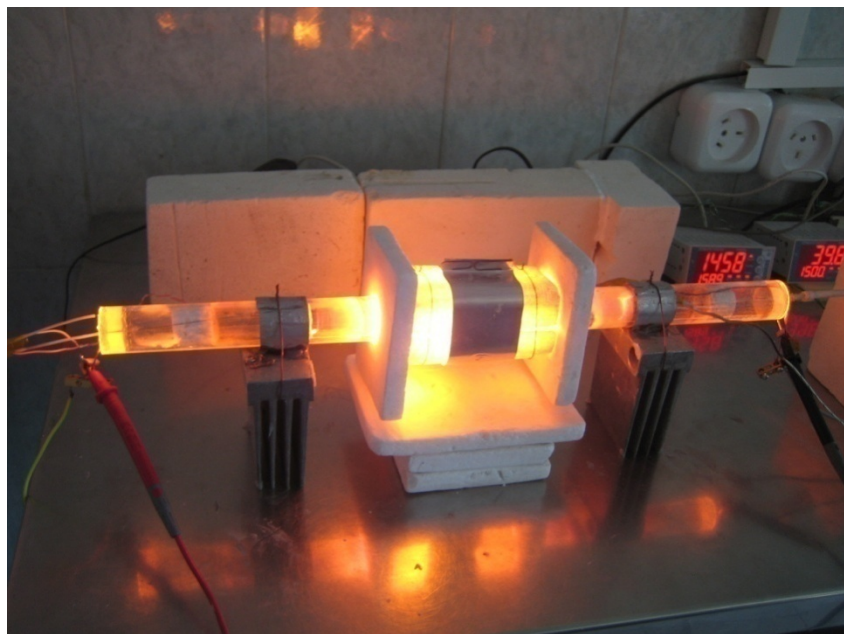
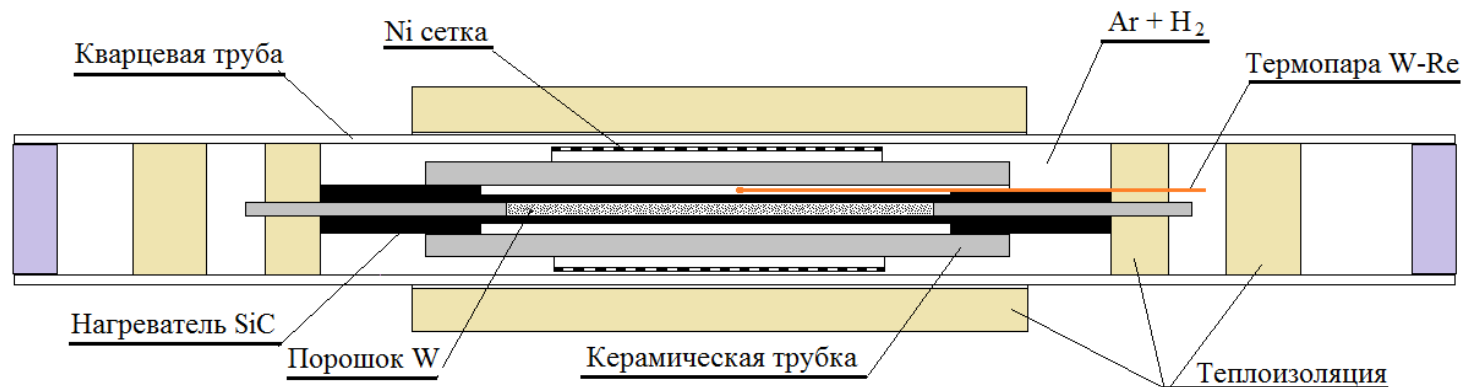
Изменение конструкции никель-водородных реакторов



Металлический сердечник располагается внутри теплоизоляции, что позволяет нагревать его с небольшими затратами энергии.

Топливо находится на периферии, что позволяет осуществлять интенсивный отвод тепла.

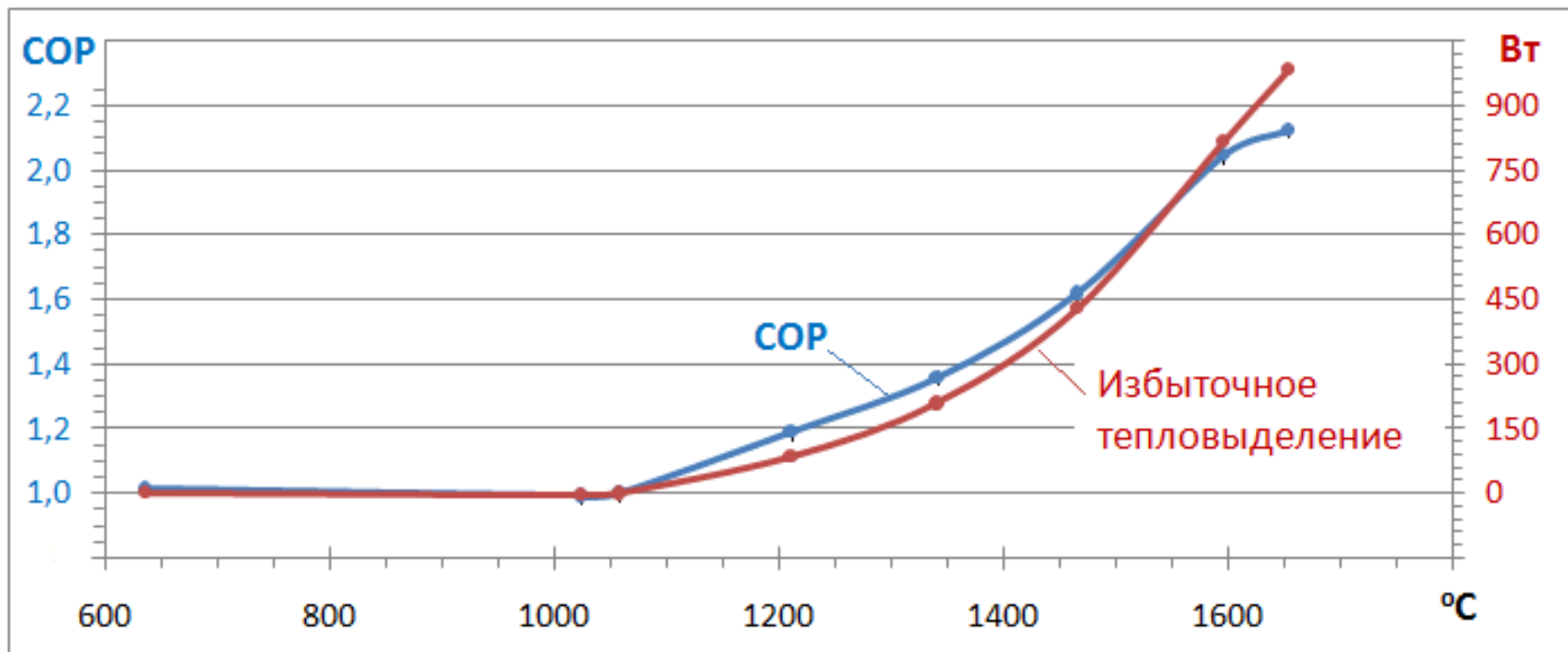
Реактор W1 с трубчатым карбид-кремниевым нагревателем и вольфрамовым сердечником



Внутри карбид-кремниевого нагревателя находится вольфрамовый порошок массой 3,1 г. Нагреватель окружен теплоизоляцией из пористой керамики. Между теплоизоляцией и наружной кварцевой трубой расположена наводороженная никелевая сетка («топливо»).

Этот реактор производил до 1000 Вт избыточной мощности (COP = 2,1)

Реактор W1 с трубчатым карбид-кремниевым нагревателем и вольфрамовым сердечником



Заметное избыточное тепловыделение появляется при температуре 1100°C и растет с ростом температуры.

Тепловой коэффициент COP тоже растет, достигая значения 2,1 при температуре около 1600°C. При более высоких температурах рост замедляется.

Реактор с лампой накаливания в циркулирующей воде



Галогенная лампа накаливания (220В, 300Вт) находится в кварцевой трубе, через которую прокачивается дистиллированная вода. Вода охлаждается, проходя через теплообменник.

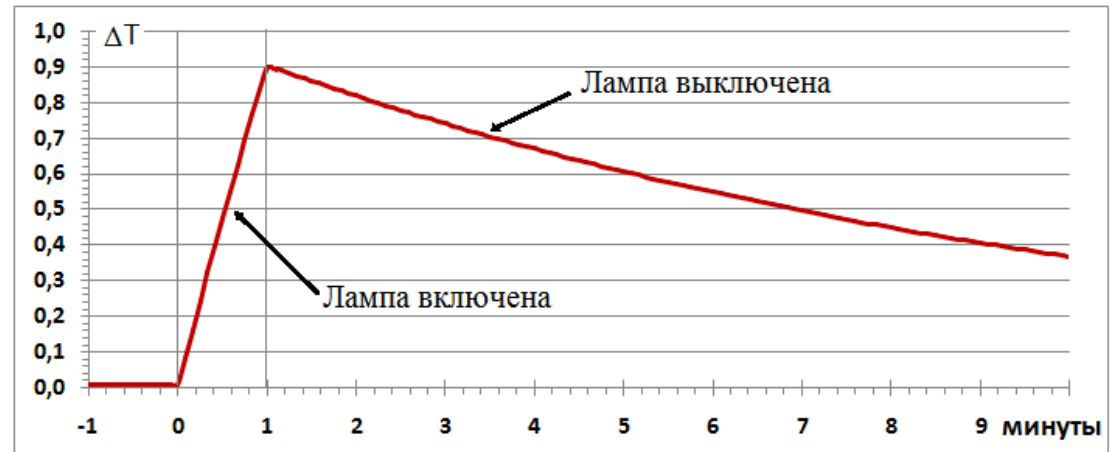
Для достижения достаточно высокой температуры нити накаливания (около 2500°C) лампа питается повышенным напряжением 320 В.

Кварцевая труба обёрнута снаружи алюминиевой фольгой.

Реактор может работать непрерывно на протяжении многих суток, причём температура около реактора остаётся близкой к комнатной.

Этот реактор используется в качестве источника «странного излучения» и для исследования эффектов в близко расположенных объектах

Исследование тепловыделения в различных веществах около лампы накаливания



Изменение температуры в процессе включения и выключения лампы

$$\Delta T = \frac{P \Delta t}{m_k c_k + m_s c_s}$$

ΔT – изменение температуры,
 P – мощность тепловыделения,
 Δt – длительность нагрева,
 m_k, m_s – массы контейнера и вещества
 c_k, c_s – удельные теплоёмкости

Эффективность различных веществ относительно порошка титана

Нагрев некоторых веществ около реактора с лампой накаливания (1 минута)

	Пустой контейнер	Ti	W	LiF	SiC
Масса контейнера, г	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Масса вещества, г	0,00	1,02	4,24	0,47	1,32
Уд. теплоёмкость, Дж/г°С	0,46	0,52	0,13	1,56	0,68
Теплоёмкость, Дж/°С	0,51	1,04	1,07	1,24	1,41
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	8,30	6,00	7,00	7,60	10,10
°C/сек	0,138	0,100	0,117	0,127	0,168
Вт (суммарно)	0,071	0,104	0,125	0,157	0,237
Вт (контейнер)	0,071	0,051	0,060	0,065	0,086
Вт (вещество)	0,00	0,053	0,054	0,087	0,166
Вт/г (вещество)		0,052	0,013	0,185	0,126
Относительно Ti		1,00	0,24	3,54	2,41

Тепловыделение около ламп накаливания происходит во всех исследованных веществах.

Наиболее высокое тепловыделение в веществах, содержащих водород, литий, бор, углерод,

	На единицу массы	На единицу объёма
Pb 0,6 + Sn 0,4 сплав	0,18	0,35
W порошок	0,24	1,03
NiSO ₄ *7H ₂ O	0,72	0,31
Ni гранулы	0,74	1,47
CaH ₂	0,96	0,36
NaF	0,96	0,55
Ti порошок	1,00	1,00
NaCl	1,07	0,51
Al ₂ O ₃	1,25	1,11
TiH ₂	1,65	1,38
TiD ₂	1,79	1,50
Бор аморфный	1,79	0,98
NH ₄ Cl 0,25 + H ₂ O 1,0	1,80	0,42
NH ₄ Cl	1,82	0,62
H ₂ O	2,50	0,56
D ₂ O	1,90	0,47
(NH ₄) ₁₀ [W ₁₂ O ₄₁]·nH ₂ O	1,95	1,00
Na ₂ B ₄ O ₇ *10H ₂ O	2,00	1,05
Li ₂ B ₄ O ₇	2,00	1,09
H ₃ BO ₃	2,54	0,81
Be фольга	2,10	0,86
SiC	2,39	1,70
B ₄ C	2,80	1,57
LiF	3,60	2,11

Выводы

- Одной из наиболее характерных особенностей LENR является огромное разнообразие возникающих нуклидов.
- Объяснить это многообразие можно предположив многоядерный характер происходящих трансформаций.
- Многоядерные преобразования, возможно, происходят в результате слабых взаимодействий с участием нейтрино очень низких энергий.
- Нейтрино очень низких энергий могут возникать при столкновениях частиц вещества в процессе теплового движения. Особенно эффективно - при столкновениях электронов с атомами в металлах.
- Эксперименты показывают, что, действительно, раскалённые металлы порождают излучение, вызывающее тепловыделение в окружающем веществе и ядерные трансмутации.
- Наиболее эффективно эти процессы происходят в лёгких элементах: в водороде, литии, боре, углероде.