

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Рабочего семинара  
"РЕАКЦИИ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА  
В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ"

(ОИЯИ, г.Дубна, 22-24 марта 1991г.)

и

Всесоюзной конференции  
"ХОЛОДНЫЙ ЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ"

(состояние проблемы, теория и эксперимент)

МГУ, Москва, 25-26 марта 1991г.

Москва 1991

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГК НО СССР

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ЛОМОНОСОВА  
(Физический, химический факультеты, НИИЯФ МГУ, Институт  
синергетики-МГУ)

Физический институт им. П. Н. Лебедева  
(ФИАН)

Объединенный институт ядерных исследований  
(ОИЯИ) г. Дубна

Т Е З И С Ы   Д О К Л А Д О В

Рабочего семинара

"РЕАКЦИИ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ"  
(ОИЯИ г. Дубна, 22-24 марта 1991 г.)

и

Всесоюзной конференции  
"ХОЛОДНЫЙ ЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ"  
(состояние проблемы, теория, и эксперимент)  
МГУ, Москва, 25-26 марта 1991 г.

МОСКВА

1991

Председатель оргкомитета  
академик Яков Михайлович КОЛОТЫРКИН  
зам.председателя и председатель программного  
комитета профессор Рунар Николаевич КУЗМИН  
зам.председателя оргкомитета профессор  
Валентин Александрович ЦАРЕВ  
Ученый секретарь с/с Борис Николаевич  
ШВИЛКИН

Материалы сборника размножены способом безнаборной печати  
без дополнительной редакторской правки.

-- 3 --

НАБЛЮДЕНИЕ НЕЙТРОННОЙ ВСПЫШКИ ПРИ САМОРАЗОГРЕВЕ  
ДЕЙТЕРИРОВАННОГО ПАЛЛАДИЯ

Б.А. Гужовский, В.И. Серов, Ю.А. Соловьев, С.В. Трусилло,  
В.С. Руднев, Л.Н. Кочемасова, Ю.М. Хирный

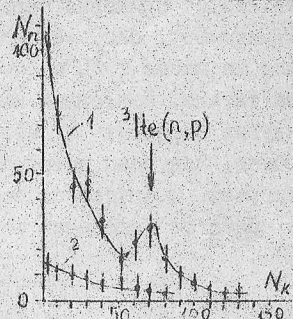
Всесоюзный научно-исследовательский институт экспериментальной  
физики

Проведена серия опытов по электролизу тяжелой воды с катодом из палладия (в виде прутков). Насыщение дейтерием соответствовало отношению  $D/Pd \approx 0,5$ . При операциях с насыщенным палладием обнаружен процесс самопроизвольного нагрева (саморазогрева) образцов, который, кроме известных химико-физических причин, возможно имеет связь с ХЭС. Образцы палладия сразу же после насыщения их дейтерием вынимали из электролита, взвешивали (для определения веса дейтерия) и помещали вплотную с термопарой внутри  $4\pi$ -детектора нейтронов. Одновременно регистрировали скорость счета нейтронов и температуру образца. В случае саморазогрева температура образца достигает максимума через  $\sim 15$  мин после удаления образца из электролита. Максимальный разогрев составлял  $280^\circ\text{C}$ . В опытах с образцом 8,2 г в шестом цикле абсорбции-десорбции зарегистрирована большая скорость счета (12337/100с и 886/100с) в двух интервалах сразу же после помещения образца в детектор. Момент "вспышки" соответствует примерно середине подъема на температурной кривой ( $T_{\text{макс}}=69^\circ$ ,  $\Delta m_{\text{г}}=24$  мг). Интегральный выход нейтронов составил не менее  $7 \cdot 10^4$  н, что на порядок выше, чем в наших опытах на титане. Повторные измерения на том же образце, а также на других образцах Pd иного веса не дали заметного выхода нейтронов. Получены интересные данные по кинетике процесса саморазогрева. Обсуждается возможная роль ХЭС как "спускового крючка" в процессе выделения запасенной в образце химической энергии.

РЕГИСТРАЦИЯ ПРОДУКТОВ ХОЛОДНОГО  $dd$  СИНТЕЗА

Новиков И.И., Борзяк А.Н., Сухаревский В.В.  
Институт металлургии им.А.А.Байкова АН СССР

Исследуемую реакцию наиболее удобно изучать по каналу реакции с вылетом нейтронов  $d+d \rightarrow n + {}^3\text{He}$ ,  $Q=3,25$  МэВ. Как отмечалось в [1,2], проводились также эксперименты с регистрацией продуктов реакции-заряженных частиц. В настоящем эксперименте регистрировались нейтроны из  $dd$  реакции, протекавшей в кристаллической решетке палладия при электролизе. Электролизер имеет платиновый катод и два Pd анода. Электролитом служит 0,5N раствор  $\text{D}_2\text{SO}_4$  в тяжелой воде  $\text{D}_2\text{O}$ . В качестве замедлителя нейтронов до тепловой энергии используется орг.стекло  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ . Детекторами служат 6 пропорциональных счётчиков, наполненных  ${}^3\text{He}$  под давлением 4 атм. Изотоп  ${}^3\text{He}$  захватывает тепловые нейтроны по реакции  ${}^3\text{He}(n,p)\text{T}$ ,  $Q=0,76$  МэВ [3]. Счётчики не чувствительны к  $\gamma$ -фону, эффективность регистрации тепловых нейтронов равна 70%, собственный фон в счётном режиме 0,03-0,05 имп/100 с. На рисунке представлены экспериментальные результаты, полученные за время измерения 10 мин ( $N_n$ -число зарегистрированных нейтронов,  $N_k$ -номер канала анализатора). Кривая 1 проведена по экспериментальным точкам в пределах статистических ошибок и показывает выход нейтронов из исследуемой реакции. Пик в распределении нейтронов соответствует максимальной эффективности регистрации в детекторе. Кривая 2 показывает нейтронный фон до начала эксперимента. Выполненный эксперимент подтверждает протекание  $dd$  реакции холодного ядерного синтеза в кристаллической решетке палладия.



1. Захарова В.П., Котельникова Г.А. Атомная техника за рубежом. 1989, №9, с.28-31.
2. Царев Б.А. Успехи физ. наук, т.160, вып. II, с.1-53.
3. Абрамов А.И. и др. Основы экспериментальных методов ядерной физики. Атомиздат, М., 1985.

НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

В.А. Ромоданов, В.И. Савин, М.В. Шахурин, Б.Т. Чернянский,  
А.Е. Пустовит, Э.М. Федоров. СССР, Подольск, НИИ НПО "ЛУЧ",  
Я.В. Скуратник СССР, Москва, НИФХИ им. Л.Я. Карпова.

В работах [1,2] сообщалось о регистрации потоков нейтронов, трития и тепла при электролизе тяжелой воды с палладиевым катодом, что интерпретировалось как "холодный" ядерный синтез. Последующие, довольно многочисленные, публикации по данному вопросу не дали однозначных доказательств возможности осуществления ядерной реакции указанным способом [3].

Нами представлены результаты измерений потоков нейтронов, трития и тепла, которые могут возникнуть в результате бомбардировки ускоренными ионами дейтерия различных мишеней из плазмы тлеющего разряда.

В наших исследованиях зафиксирован выход нейтронов не более чем в два раза превышающий фоновые уровни для таких материалов как Cs, Pd, B, Li. Установлено, что обычно используемые  $\Delta C$ -фильтры и дискриминаторы в стандартных регистраторах нейтронов не способны подавить наводки от высокочастотных колебаний, что требует дополнительной защиты измерительных систем от электрических помех разрядных устройств. На основе модельных представлений и экспериментальных результатов обсуждена вероятность возникновения нейтронов в реакциях низкоэнергетического синтеза в твердом теле.

Выявлено сцинтилляционным методом по  $\beta$ -активности и масс-спектрометрически существенное превышение фонового уровня по тритию при бомбардировке ванадия и ниобия ускоренными ионами дейтерия. Максимальные уровни трития, зафиксированные для ниобия, превышают исходный уровень более чем на два порядка, а фоновые на три. Наличие избыточного трития подтверждается радиографией образцов.

Полученные результаты показывают, что найдено новое направление низкоэнергетического ядерного синтеза в твердом теле, характеризующееся определенным уровнем энергии ионов и температуры мишени.

1. M. Fleischman, S. Pons - Journal of Electroanalytical Chemistry 1989, v.261, pp 301-302
2. SE Jones, EP Palmer, JB Ozvir. Observation of cold fusion in condensed matter. - Nature 1989, v.338, p131
3. JOM Bockris, GHLin, NJC Packham. A review of the investigations of the Fleischman-Pons phenomenon. Fusion Technology. 1990, v.18, no. 1, pp 11-31

### НАБЛЮДЕНИЕ ВЫХОДОВ НЕЙТРОНОВ И ТРИТОНОВ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ТИТАНА ДЕЙТЕРИЕМ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕ

Б.А. Гужовский, В.И. Серов, С.В. Трусилло, В.С. Руднев, Е.В. Камская

Всесоюзный научно-исследовательский институт экспериментальной физики

Измерения выхода нейтронов при электролизе в системе  $D_2O + 0,1 M LiCl$  с катодами из  $Ti$  выполнены с помощью  $4\pi$ -детектора, обладающего высокой ( $\epsilon = 20\%$ ) эффективностью и низким фоном (0,02 имп/с). В опыте с катодом из шести стержней зарегистрирован после недельного сеанса электролиза (274 А.час) подъем скорости счета от фоновой уровня до максимума (0,32 имп/с) в течение  $2 \cdot 10^3$  с с последующим более медленным спадом. Интегральный выход составил  $7,3 \cdot 10^3$  н. Повторный близкий по величине интегральный выход ( $5 \cdot 10^3$  н) был получен в опыте с 17-ю стержнями ( $\varnothing 4$  мм,  $l = 100$  мм) после 130 А.час электролиза. Наряду с измерением выхода нейтронов проведены многократные измерения активности трития в пробах, взятых из электролита и газовой фракции. В кювету с жидким сцинтиллятором вводилась проба (1 мл). Двумя ФЭУ (в режиме совпадений) регистрировались вспышки, соответствующие  $\beta$ -распаду трития в кювете. Эффективность регистрации  $\beta$ -распада составляла 40%, фон установки  $\sim 20$  имп/мин, активность трития в исходной тяжелой воде  $\sim 100$  имп/мл.мин. В пробах после окончания опытов обнаружены активности трития, в  $10 \pm 60$  раз превышающие исходную, что нельзя объяснить за счет изотопного обогащения и других фоновых эффектов. Оценка соотношения выходов трития и нейтронов в одних и тех же опытах приводит к соотношению  $N_T : N_n \approx 10^{(8 \pm 1)}$ .

### РЕГИСТРАЦИЯ ВЫХОДА НЕЙТРОНОВ ПРИ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИИ ДЕЙТЕРИДА ВАНАДИЯ

А.А. Джимчук, В.И. Тихонов, С.К. Гришечкин, Н.С. Ганчук, Б.А. Гужовский, Ю.И. Плотников, Ю.А. Соловьев, Ю.А. Хабаров, А.В. Левкин.

Всесоюзный научно-исследовательский институт экспериментальной физики

В качестве основного канала регистрации продуктов ядерных реакций применялся всеволновый  $4\pi$ -детектор, состоящий из 15 гелиевых счетчиков СИ19Н и электронной системы регистрации радиометрического прибора СРПС2.

Для защиты от внешнего фона детектор был погружен в бак с водой. Центральный канал детектора снабжен защитным стаканом, в котором размещается контейнер высокого давления (ячейка) с образцом. Ячейка оборудована: системой нагрева до  $\sim 1200$  К и охлаждения до температур жидкого азота, а также системой газовых коммуникаций, позволяющих получать в ней вакуум  $\sim 10$  Па и давление газовой среды до 1000 МПа.

Кроме того, в качестве детектора нейтронного и гамма-излучения использовался сцинтилляционный детектор со сцильбеном, с порогом регистрации более 3 МэВ. Регистрация показаний обоих детекторов осуществлялась в автоматическом режиме. Нейтронный фон  $4\pi$ -детектора соответствует  $0,074 \pm 0,015$  (1 $\sigma$ ) имп/с, при эффективности  $\sim 7\%$ .

Контроль за содержанием трития в газовой фазе осуществлялся как в ходе эксперимента, так и по его завершению с помощью установки, разработанной на базе дозиметра ДРГ2-04, фон которой  $\sim 10^{-9}$  Ки/л.

При насыщении деиридного ванадия марки ВЭД-2 массой 28,7г газообразным дейтерием при давлении 50МПа и последующем термоциклировании от 77К до 693 К. были зарегистрированы нейтронные вспышки продолжительностью  $\leq 200$ с с интегральным выходом от  $3 \cdot 10^3$  до  $3 \cdot 10^6$  н. Показания сцинтилляционного детектора в это время не превышали 3 $\sigma$  интервала от уровня фоновой сигнала.

Наработка трития в данной серии экспериментов незафиксирована в связи с достаточно высокой загрязненностью исходного дейтерия  $\sim 1,2 \cdot 10^{-6}$  Ки/л.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЛИЗА ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ НА  
ПРОТЕКАНИЕ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В ТИТАНЕ

Головков В.М., Ларионов В.В., Марков Л.Е.  
Образцов С.В., Чернов И.И.

Исследовано влияние режимов электролиза в электрохимических ячейках с различной геометрией электродов. Форма, размеры и конструкция электродов позволяли проводить масс-спектрометрический анализ условий внедрения дейтерия в металл по глубине. Использованы пластинчатые (листовые), цилиндрические и стружечные электроды. Для интенсификации дейтерирования применены режимы асимметричного тока в ячейках классического типа, а также в ячейках с ионообменными (ионоселективными) мембранами. При этом преследовалась цель создания наибольших потоков дейтерия в металл, что в значительной степени определяется характером поляризации электродов ячейки. Использовалась замкнутая схема циркуляции электролита, приготовленного на основе  ${}^7\text{LiOD}$ . Измерение температуры проводилось для катодной и анодной частей ячейки. Поток нейтронов измерялся с помощью детектора и анализировался многоканальным амплитудным анализатором импульсов LP 4840. Превышение потока нейтронов над фоном в ряде экспериментов составило два порядка. Установлено, что увеличение тепловых потоков сопровождается соответствующим повышением потока нейтронов. В качестве контрольных проводились идентичные эксперименты на легкой воде.

РЕАКЦИИ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В ПАЛЛАДИИ, СТИМУЛИРОВАННЫЕ  
ТЛЮЩИМ РАЗРЯДОМ В ДЕЙТЕРИИ

Горбачев А.Ф., Головков В.М., Тюрин Ю.И., Чернов И.И.

В докладе обсуждаются результаты экспериментальных исследований явления низкотемпературного ядерного синтеза в палладиевой фольге. Фольга толщиной 100 мкм насыщалась дейтерием в газовом разряде. Эксперимент выполнялся на высоковакуумной цельнометаллической установке ( $P_{\text{ост}} \leq 10^{-7}$  Торр) с безмаслянной финишной откачкой. Анализ состава газовой атмосферы в системе осуществлялся пролетным масс-спектрометром. Разряд локализовался с помощью двух coaxialных кварцевых цилиндров и возбуждался в трубчатом промежутке между ними. Анодом служила танталовая пластина. Давление в камере составляло 2-5 мм; напряжение между катодом и анодом - 500-1000 В; ток разряда - 50-100 мА.

Выход нейтронов регистрировался сцинтилляционным счетчиком. Дискриминация импульсов от  $\gamma$ -квантов осуществлялась по форме импульса. Эффективность регистрации  $\gamma$ -квантов составляла  $10^{-4}$ , нейтронов -  $4 \cdot 10^{-2}$ . Порог регистрации устанавливался на уровне 0,5 МэВ, естественный фон  $5 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ .

В процессе наводороживания наблюдались отдельные вспышки нейтронов длительностью сотни секунд, превышающие фон в 5-10 раз. Палладиевые фольги, подвергнутые наводороживанию, анализировались с помощью вторичной ионной масс-спектрометрии. В спектре масс наблюдается 2-ая масса, идентифицируемая как масса атома дейтерия, и следы третьей массы. Однако остается неясным следы это третья или молекулы  $\text{D}_2$ .

ВОЗМОЖНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫМ МЕТОДОМ СБЕРХСЛАБЫХ  
ПОТОКОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ, ОЖИДАЕМЫХ  
В РЕАКЦИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА.

И.З. Галунов, В.А. Тарасов.

Институт монокристаллов, Харьков

В случае возникновения ядерного синтеза при электролизе тяжелой воды наиболее вероятны следующие реакции:



которые записаны в порядке уменьшения вероятности их протекания для хорошо изученного в теории случая, когда энергия дейтронов  $d$  достаточно высока (1-2 МэВ). В рассматриваемом случае, когда факт синтеза, строго говоря, не доказан, может измениться вероятность протекания реакций (1) - (3), могут появиться какие-либо другие реакции, проходящие с высокой вероятностью. Таким образом, корректная постановка эксперимента должна быть связана с прямой регистрацией продуктов реакций (1) - (3), то есть нейтронов  $n$  с энергией  $E_n \approx 2,45$  МэВ, протонов  $p$  с  $E_p \approx 3,03$  МэВ и фотонов  $\gamma$ -излучения с  $E_\gamma \approx 24$  МэВ.

В поисковых экспериментах, когда плотности потоков исследуемых излучений сравнимы, а порой и ниже фоновых, возникают большие сложности при их идентификации. В этом случае наряду с методами измерений в условиях пассивной защиты, снижающей интенсивность фоновых излучений, возможны более эффективные подходы наиболее эффективным из которых является идентификация излучений по форме сцинтилляционной вспышки.

Обсуждаются эти и другие вопросы (например, определения наличия трития в тяжелой воде), связанные с проблемой регистрации продуктов ядерного синтеза сцинтилляционным методом. Проводится классификация возможных измерительных задач. Приведены примеры регистраций нейтронного и протонного излучений палладиевого электрода после электролиза тяжелой воды.

НЕКОТОРЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ЭЛЕКТРОЛИЗУ ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ  
С ПАЛЛАДИЕВЫМИ И ПЛАТИНОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

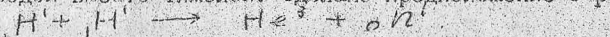
В.С. Бушуев, Л.Н. Жерихина, С.П. Кузнецов, Ю.А. Лагушкин,  
А.И. Никитенко, А.Д. Перекрестенко, Н.П. Сапошников,  
С.М. Толоконников, А.М. Цховребов

ФИАН СССР

Представлены экспериментальные данные по регистрации нейтронного и  $\gamma$ -излучений при электролизе  $D_2O$  с Pd и Pt электродами. Для регистрации ядерных излучений в данных экспериментах была создана установка, предусматривающая одновременную и независимую регистрацию тепловых нейтронов и  $\gamma$ -излучения вблизи электролизёра. В качестве Pd электрода использовались образцы фольги, отличающиеся друг от друга по массе и по размерам, а также стержень, полученный методом зонной плавки. Электролитом служил в одном случае 30% раствор  $D_2S O_4$  в  $D_2O$ , в другом - 7% раствор  $LiOD$  в  $D_2O$ . Использовались электролизёры различной формы. В ряде серий измерений наблюдалась эмиссия нейтронов импульсного характера. Однако нестабильность эффекта и отсутствие повторяемости не позволяют сделать однозначных выводов ни о механизме эффекта, ни о его величине. Зарегистрировать  $\gamma$ -излучение в данных экспериментах не удалось, что, по-видимому, связано с малой эффективностью  $\gamma$ -детектора (меньше 1%).

Инициирование ядерных реакций в результате пластической деформации и фазового перехода в содержащей дейтерий нерадиоактивной конденсированной среде.

В 1986г. обнаружен эффект испускания нейтронов содержащей дейтерий нерадиоактивной конденсированной средой в различных экспериментальных ситуациях. Первая - пластическая деформация под давлением порядка десятков килобар на поворотных наковальнях и релогический взрыв пропитанного тяжелой водой и замороженного в жидком азоте образца осадочной горной породы. Вторая - при изменении температуры в диапазоне от комнатной до 77 К и фазовом переходе в слабых электролитах на основе тяжелой воды. Эмиссия неравномерная, отмечены как пики импульсов так и непрерывная эмиссия нейтронов в ходе плавления льда тяжелой воды с примесями до полного расплавления, после чего эмиссия прекратилась. Кинетика эмиссии зависит от температурного хода, кинетики фазового перехода и состава образца. Например, следы углеводородов гасят эффект. Контроль во всех случаях осуществлялся аналогичным экспериментом с обычной водой вместо тяжелой. Сделано предположение о реакции



В 1988г. предложен физический механизм эффекта, основанный на возникновении электрических токов в образце в ходе эксперимента. Известно, что при деформации под давлением может происходить твердофазный электролиз. Кроме того, в процессе замораживания происходит разделение ионов с разными коэффициентами захвата кристаллом на движущейся границе кристаллизации и возникает электрическое поле, уравнивающее осмотические силы, величина которого определяется темпом замораживания и видом примесных ионов и их концентрацией. Ядерные реакции возникают в результате релаксации этого поля. Рассмотрен конкретный механизм релаксации, удовлетворительно объясняющий наблюдаемые интенсивности эмиссии. Для проверки этих предположений были поставлены опыты по регистрации медленных и быстрых нейтронов с растворами равного состава, они дали результаты, не противоречащие теории.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СИНТЕЗА ЯДЕР ДЕЙТЕРИЯ В УСЛОВИЯХ ТЛЕМОГО РАЗРЯДА

А. Б. Карабут, Я. Р. Кучеров, И. Б. Савватимова  
НПО "Луч", г. Подольск

В условиях тлеющего разряда в среде дейтерия зафиксирован выход нейтронов. Нейтроны регистрировались сцинтилляционными счетчиками, <sup>3</sup>He счетчиками и по наведенной β - активности серебряной фольги. Эффект воспроизводится. Величина амплитуды нейтронного потока не воспроизводится и от эксперимента к эксперименту меняется в пределах 10<sup>3</sup> - 10<sup>7</sup> н/с на 1 см<sup>2</sup> площади катода. Нейтроны зарегистрированы для катодов из палладия и ряда других гидридообразующих материалов.

В отдельных экспериментах калориметрирование дает избыточное тепловыделение, превышающее на 20-60% вклад электрической составляющей. Интенсивность нейтронного сигнала коррелирует с тепловыделением на катоде. Характерное время избыточного тепловыделения составляет 10<sup>3</sup> секунд.

Измерено распределение нейтронов по энергии. Наблюдаются нейтроны с характерными энергиями D(t,p)<sup>4</sup>He и D(d,p)<sup>3</sup>He реакций, предположительно являющиеся вторичными реакциями, вызванными продуктами реакции D(d,p)T. Отмечается сдвиг энергий нейтронов в сторону более высоких значений за счет ненулевых энергий взаимодействующих частиц.

Максимальная температура катода, при которой фиксируются нейтроны - 800К. Эффект пропадает при окислении поверхности катода.



## РЕГИСТРАЦИЯ НЕЙТРОНОВ И ТРИТИЯ ИЗ МАССИВНОЙ ПАЛЛАДИЕВОЙ МИШЕНИ НАСЫЩЕННОЙ ДЕЙТЕРИЕМ.

П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

Е.П.Ковальчук

Львовский Государственный университет

Г.И.Мерзон, В.А.Царев

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

В процессе электролиза тяжелой воды с палладиевым катодом производилась регистрация быстрых нейтронов (счетчиком на основе пластического сцинтиллятора) и медленных (сборкой из 10 гелиевых счетчиков) на совпадение в пределах 10 мкс с общей эффективностью 3%. Обнаружено избыточное нейтронное излучение, имеющее характер нескольких коротких ( $\approx 1$  мин) вспышек, содержащих  $\sim 10^2$  нейтронов на фоне слабого ( $\sim 1$  мин $^{-1}$ ) спорадического испускания одиночных нейтронов. Контрольные эксперименты включали измерения с заменой  $Pd D_x \rightarrow Pd$  при  $I = 0$ ;

$Pd \rightarrow Ni, I = 2A; D_2O, Pd \rightarrow H_2O, Ni, I = 2A$ .  
Фон счета совпадений  $\approx 5 \cdot 10^{-3} c^{-1}$ . Повышение активности наблюдалось при импульсном токе и термоциклировании. При термодесорбции в выделившемся газе обнаружено присутствие трития, указывающее на его наработку в ходе эксперимента.

## РЕГИСТРАЦИЯ НЕЙТРОНОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ОКСАЛАТА ПАЛЛАДИЯ ДЕЙТЕРИЕМ И РЕНТГЕНСТРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА.

Якимов И.С., Козлова С.А., Павлов Е.А. Смирнов И.И.  
Красноярский институт цветных металлов

Обнаружено явление выхода нейтронов в процессе химических реакций восстановления простой и дейтерированной солей оксалата палладия  $(NH_4)_2PdC_2O_4$  и  $(ND_4)_2PdC_2O_4$  газообразным дейтерием.

Регистрация нейтронов производилась детектором, представляющим комбинацию мембраны, включающей изотоп  $B^{10}$ , и сцинтилляционного счетчика, в качестве замедлителя нейтронов использована тяжелая вода. Реакция проводилась в специально разработанном регулируемом химическом реакторе и одновременно с регистрацией нейтронов изучалась автоматизированным рентгенграфическим (ДронЗ-ДВКЗ) и термогравиметрическими методами.

Обнаружено, что химическая реакция распадается на 2 этапа. На первом этапе длительностью 30-180 сек (в зависимости от регулируемых условий протекания), образуется ряд промежуточных продуктов и палладий в качестве конечного продукта. На втором этапе происходит быстрое образование дейтерида палладия и, затем, одновременно протекают процессы как образования, так и распада дейтерида, приходящие к равновесию при постоянных условиях реакции. Максимальный выход нейтронов отмечен на середине 1-го и начале 2-го этапов и коррелирует с максимумами тепловыделения химической реакции, однако чувствительность детектора и относительно невысокий выход нейтронов не позволили получить количественной зависимости.

Полученные данные предположительно объясняются "ускорительной" моделью холодного ядерного синтеза при образовании ювенильных поверхностей в кристаллитах дейтерированных продуктов палладия в процессе твердофазной химической реакции.

26

ИССЛЕДОВАНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ЯДЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ДЕЙТЕРИЙНАСЫЩЕННЫХ МЕТАЛЛАХ

Мартьянов М.И., Мельдианов А.И., Чеповский А.М.  
ИЛЭ им. И.В. Курчатова

Проведено облучение  $Ti$  мишени ионами  $D$  с регистрацией эмиссии нейтронов полимерными детекторами (ПДН) и детекторами на основе  $^3He$  счетчиков (СНМ-18). Режимы опытов: пучок ионов  $D$  с энергией 1.6кэВ, плотность ионного тока  $2\mu A/cm^2$ ; мишень - цилиндрический брусок  $Ti$  диаметром 4см; температура мишени  $400^{\circ}C$ ; длительность опытов 5часов; 12 опытов с СНМ-18 и 6 опытов с ПДН.

Результаты: в трех опытах регистрировалось отклонение сигнала с СНМ-18 от фонового уровня. В трех последующих опытах наблюдался рост пузырьков в ПДН. Интенсивность эмиссии нейтронов пересчитанная по показаниям ПДН примерно  $10^5 n/s$ , СНМ-18 -  $10^3 n/s$ . Наблюдалось явно выраженное последствие.

Проведено облучение  $Ti$  мишени ионами  $H$ ,  $D$  и  $He$  с регистрацией эмиссии быстрых заряженных частиц полупроводниковым сверхповерхностно-барьерным детектором (ПД). Режимы опытов: пучок ионов  $H$ ,  $D$  и  $He$ ; энергия  $E=2.5кэВ$ , плотность ионного тока на мишень  $I=5\mu A/cm^2$  в опытах с  $D$  и  $H$ ;  $E=1.6кэВ$   $I=8\mu A/cm^2$  в опытах с  $He$ ; мишени - круглые  $Ti$  пластины диаметром 4см, толщиной 2мм; температура мишени  $40^{\circ}C$ ; длительность опытов 5 часов.

Результаты: регистрировалось отклонение уровня сигнала с ПД в опыте с пучком ионов  $D$  от уровня с пучком  $H$  и  $He$ . Наблюдалось достаточно выраженное последствие.

Проведено электрохимическое насыщение изотопами водорода  $Pd$  при одновременной регистрации быстрых заряженных частиц. Режимы опытов: электролит  $D_2O+LiOD$  и  $H_2O+LiOH$ ,  $J=0.3A/cm^2$ ,  $U=24в$ ; время насыщения 12часов; материал катода  $Pd$  (холоднокатанная фольга толщ-той 40мкм); количество опытов: с  $D_2O$  - 2, с  $H_2O$  - 2.

Результаты: не зарегистрировано статистически достоверных отличий в счете событий в опытах с  $D_2O$  и  $H_2O$ . Средняя скорость счета событий составляла примерно 2-10имп/час.

Представляемые здесь результаты опытов имеют предварительный характер и не могут являться доказательством существования феномена "холодного ядерного синтеза". Однако, по мнению авторов, они могут оказаться полезными при определении будущих направлений исследований.

27

В.В.Дерягин, А.Г.Липсон, В.А.Клюев, Ю.П.Топоров,  
Д.М.Саков, М.А.Колобов

ИНИЦИИРОВАНИЕ DD-РЕАКЦИЙ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ДЕЙТЕРИРОВАННЫЕ ТВЕРДЫЕ ТЕЛА

Институт физической химии АН СССР, г.Москва

Проведено исследование возможности инициирования  $DD$ -реакций синтеза при механических воздействиях на систему металл-дейтерий.

Исследованы металлы IV и V групп периодической системы, для дейтерирования которых использовались тяжелая вода и дейтерированный полипропилен. Механические воздействия на изучаемые системы осуществлялись либо в процессе вибродиспергирования в шаровой вибромельнице, либо в процессе внешнего трения скольжения.

В качестве детектора излучения нейтронов использован блок пропорциональных счетчиков с эффективностью 1%.

Обнаружена эмиссия нейтронов при механических воздействиях на металлы: титан, цирконий, гафний, ванадий в присутствии тяжелой воды или полипропилена на уровне 4-10  $\sigma$  выше фона. Наибольший эффект наблюдается в процессе замораживания в жидком азоте дисперсного продукта, образовавшегося при диспергировании металлов в дейтерийсодержащих средах. В этом случае навеска образца металла массой ~10 г эмитировала ~10 n/s. Обнаружено также некоторое увеличение (на 50-70%) счета  $\beta$ -частиц при исследовании этих продуктов, на проточном  $4\pi$ - $\beta$ -счетчике по сравнению со счетом  $\beta$ -частиц при исследовании чистых порошков тех же металлов.

Обнаружена слабая эмиссия нейтронов при кавитационном воздействии (при частоте 22 кгц) на дейтерийсодержащие среды (суспензии дейтеридов металлов в тяжелой воде).

Обсуждаются возможные механизмы наблюдаемых эффектов.

КОРРЕЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФОТО- И НЕЙТРОННОЙ  
ЭМИССИИ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ НАСЫЩЕНИИ  
МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Ю.В. Мойш, Н.П. Валуев, В.И. Саррак, Г.А. Филиппов  
ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, Москва

В связи с проблемой ядерного синтеза в металлах представляет интерес изучение фотоэмиссии при электролитическом насыщении образцов водородом и дейтерием. Как было показано ранее, фотоэмиссия связана с процессами трещинообразования и появлением в ряде случаев электрического разряда между поверхностями образующихся трещин. Электрические поля, возникающие в очаге трещинообразования, могут являться источником ускорения ионов дейтерия, что стимулирует протекание реакции ядерного синтеза в металлах. Ранее фотоэмиссионные исследования процесса электролитического насыщения металлов водородом не проводились.

В данной работе исследована эмиссия фотонов и нейтронов при электролитическом насыщении водородом и дейтерием образцов из титана, циркония, сталей 40Х, высокопрочного сплава НИ8КЭМБТ. Предварительно определено количество диффузионно-подвижного дейтерия в образцах, которое составило для стали НИ8КЭМБТ -  $0,055 \text{ см}^3/\text{г}$ , циркония -  $0,045 \text{ см}^3/\text{г}$ , титана -  $0,03 \text{ см}^3/\text{г}$ , 40Х -  $0,01 \text{ см}^3/\text{г}$ . В стали НИ8КЭМБТ количество диффузионно-подвижного дейтерия в три-четыре раза превышает количество водорода; скорость выделения дейтерия из этой стали в 3 раза ниже скорости выделения водорода. Характер выделения дейтерия из стали НИ8КЭМБТ и титана свидетельствует о связывании значительного количества дейтерия дефектами и гидридными фазами, распадающимися спустя определенное время после окончания насыщения образцов. Полученные данные указывают на существенное в ряде случаев различие поведения дейтерия и водорода в металлах и сплавах.

Насыщение образцов водородом и дейтерием сопровождается эмиссией фотонов в спектральном диапазоне  $0,2 - 0,8 \text{ мкм}$ , коррелирующей с моментами изменения тока насыщения. Наблюдаются максимумы интенсивности, по времени на 10-15 минут запаздывающие относительно момента изменения тока. Максимальная величина интенсивности фотоэмиссии зарегистрирована при насыщении высокопрочного сплава НИ8КЭМБТ дейтерием. Эта величина превышает в 1,5 раза интенсивность излучения при насыщении образцов водородом. Нейтронное излучение обнаружено в экспериментах по насыщению дейтерием титана, циркония и сплава НИ8КЭМБТ. В течение 2х часов насыщения образца сплава массой 95 граммов за вычетом фона зафиксировано 34 события регистрации нейтронов; для образца титана массой 60 граммов зафиксировано 12 событий, а для образца циркония мас-

сой 120 граммов - 9 событий (фон системы регистрации не превышал трех импульсов в час). Наблюдаются всплески интенсивности нейтронов (до четырех событий в течении 10 секунд наблюдений). По времени появления всплески соответствуют максимумам фотоэмиссии.

Проведенные исследования свидетельствуют в пользу "ускорительного" механизма ядерного синтеза при трещинообразовании в металлах. Интенсивность реакции связана с общим количеством растворенного в металле водорода, наличием в металле зон локальной концентрации водорода (дефектов, включений, фаз), склонностью материала к трещинообразованию и его прочностью.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭМИССИИ  
ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ В СИСТЕМАХ С ТЯЖЕЛОЙ  
ВОДОЙ

П.И. Голубничий, В.М. Громенко, Ю.М. Крутов,  
Н.И. Лысенко, А.Д. Филоненко, А.А. Царик, Е.Е. Шимко

Луганский машиностроительный институт

В.А. Царев

Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР

Изучены  $p$  и  $n$  - эмиссия при фазовых переходах, а также генерация нейтронов при химических реакциях в некоторых жидких и жидкокристаллических системах на основе  $D_2O$ . При достижении больших степеней пересхлаждения реализована сверхбыстрая (взрывная) кристаллизация и с помощью камеры на основе электронно-оптических преобразователей получены данные о пространственно-временной динамике зон фазовых переходов. Оценены сопутствующие акустические и оптические эффекты. В необходимых случаях измерения также проведены с исследуемыми жидкими системами на основе  $H_2O$ .

ЗВУКОВАЯ ЛОКАЦИЯ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПАЛЛАДИЕВОЙ  
МИШЕНИ В НЕЙТРОННО-АКУСТИЧЕСКОМ КОРРЕЛЯЦИОННОМ  
ЭКСПЕРИМЕНТЕ

П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

В.А.Царев

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

В электролитически насыщенной дейтерием палладиевой мишени (4x4x60 мм<sup>3</sup>) наряду с регистрацией нейтронов в т.н. быстро-медленном варианте осуществлен поиск коррелированных с нейтронами акустических импульсов от 2-х датчиков, закрепленных на противоположных концах мишени. На разных уровнях статистической обеспеченности наблюдаены коррелированные события следующего типа: импульс со счетчика медленных нейтронов (СМН) + импульс с одного из акустических датчиков; импульс от СМН + импульсы от обоих акустических датчиков; импульс от СМН + импульс со счетчика быстрых нейтронов (СБН) + импульс с одного из акустических датчиков; импульс от СМН + импульс от СБН + импульсы от обоих акустических датчиков.

СТИМУЛЯЦИЯ РЕАКЦИЙ НТС В НАСЫЩЕННОЙ  
ДЕЙТЕРИЕМ ПАЛЛАДИЕВОЙ МИШЕНИ ВНЕШНИМ  
ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

В.А.Царев

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

Исследован ядерно-акустический отклик насыщенной D тонкой (~50 м) палладиевой мишени при ее облучении одиночными осколками деления ядер изотопов  $C^{252}$  ( $A \approx 3 \text{ p/c}$ ), нанесенного на поверхность полупроводникового детектора (ПЦД). Управляющий импульс с ПЦД от второго осколка деления запускал развертки запоминающих осциллографов и счетные каналы. Еще один ПЦД и специальной конструкции "сетчатый" пьезоэлемент обеспечивали регистрацию  $P^+$  и акустической эмиссии с противоположной стороны мишени. Наличие временной привязки было решающим фактором в создании благоприятных фоновых условий. В процессе эксперимента с целью активации мишени использовалось дополнительное механическое растяжение и термо (крио) циндрование.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПОИСКУ ТОНКОЙ ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ СИГНАЛОВ ЯДЕРНОЙ, АКУСТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИЙ В РЕАКЦИЯХ НТС

П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

А.П.Дегтярев, Г.А.Прокопец

Киевский Государственный университет  
им. Т.Г.Шевченко

В.А.Царев

Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР

В процессе газового и электролитического насыщения Pd и Nb-мишеней, а также в моменты квазипериодического термоциклирования (переход  $\alpha \rightleftharpoons \beta$  фаза) осуществлен поиск двойных ( $n +$  акустический импульсы) и тройных ( $n +$  акустический + электромагнитный импульсы) событий, свидетельствующих о наличии временной корреляции между указанными сигналами. В эксперименте использовались ядерный, акустический и электромагнитный датчики с высокими чувствительностью и помехоустойчивостью. В качестве управляющего импульса служил сигнал с зашпиленного датчика быстрых нейтронов на основе стибьена ( $\eta \approx 20\%$ ) с последующей схемой разделения нейтронов от  $\gamma$ -квантов и легких ( $e^\pm, \mu^\pm$ ) частиц. Частота фоновых запусков составила  $\sim 4$  имп./ час.

НАБЛЮДЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ ЯДЕРНОЙ, АКУСТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ НАСЫЩЕНИИ ПАЛЛАДИЯ ДЕЙТЕРИЕМ

П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

Г.И.Мерзон, В.А.Царев

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

Для поиска временных корреляций между импульсами ядерной, электромагнитной и акустической эмиссий при электролитическом насыщении дейтерием палладиевых мишеней использовалась ячейка, дно которой было выполнено из палладиевой фольги толщиной 0,2 мм. Вблизи мишени располагались датчики: пластина CsI для регистрации протонов, пьезокерамическая шайба для регистрации акустического импульса и тороидальная катушка с усилителем для регистрации ЭМИ. Фоновая нагрузка составляла  $10^{-3}$  Гц,  $3 \cdot 10^{-2}$  Гц и  $4 \cdot 10^2$  Гц соответственно. В ходе эксперимента за 11 часов было зарегистрировано два тройных совпадения при ожидаемом числе случайных  $10^{-7}$ ; 15-часовой контрольный эксперимент с  $H_2O$  не обнаружил тройных совпадений.

Обнаружена также протонная вспышка при термодесорбции, совпавшая с периодом высокой акустической эмиссии.

Результаты эксперимента можно рассматривать как свидетельство в пользу ускорительно-трещинной модели НТС.

29

### ЭМИССИЯ ЧАСТИЦ ПРИ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИИ И ПРОБЛЕМА ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В МЕТАЛЛАХ.

Н.П.Валуев, Ю.В.Мойш, Б.И.Саррак, Г.А.Филиппов, Москва, ЦНИИчермет

К настоящему времени установлено, что деформация и трещинообразование в металлах сопровождается рядом эмиссионных явлений, в том числе генерацией электронов низких энергий, фотонным излучением в диапазоне длин 0,2-10 мкм, эмиссией атомов, молекул, ионов. В последнее время появились данные о генерации нейтронов, высокоэнергетических частиц и  $\delta^+$ -квантов при электролизе тяжелой воды на металлических электродах. Несмотря на существенное различие энергетики процессов, приводящих к механоэмиссии и к ядерным излучениям, общей проблемой интерпретации этих явлений является непрерывный спектр электронных состояний в металлах и существенное отличие на 3-4 порядка времени жизни возбужденных состояний по сравнению с периодом атомных движений. Это должно приводить к подавлению процессов люминесценции и появления электрических зарядов на поверхностях трещины. Однако экспериментальные данные свидетельствуют о протекании указанных процессов, в связи с чем изучение механоэмиссионных явлений даст определенную информацию для интерпретаций физических эффектов при электролизе тяжелой воды.

Анализ характеристик фотоэмиссии показал, что спектр эмиссии содержит характеристическое коротковолновое излучение, обусловленное флуоресценцией атомов, потерявших связь с кристаллической решеткой в местах локального ослабления связей, и непрерывное длинноволновое излучение, связанное с нагревом пластически деформируемых объемов металла. В ряде случаев фиксируется и излучение электрического разряда в воздухе. Вклад флуоресценции и общая интенсивность излучения резко возрастает при вязко-хрупком переходе. При хрупком разрушении продолжительность излучения на 2-3 порядка превышает время распространения трещины, а при вязком излучении по длительности не больше времени развития трещины. Интенсивность флуоресценции зависит от величины разрушающего напряжения. Масс-спектрометрические исследования выявили наличие ионов Fe II при разрушении железа. Статическое нагружение образцов вызывает появление пиков излучения, амплитуда которых связана с величиной нагрузки. Наблюдается корреляция пиков излучения с моментами изменения нагрузки на образцах.

Описанные характеристики эмиссии свидетельствуют о протекании одновременно нескольких процессов в очаге трещинообразования. Наблюдается эмиссия атомов из вершины трещины.

Процесс распространения трещины сопровождается локальным разогревом поверхностей до 500-600°C и протеканием релаксационных процессов, в ходе которых формируется структура слоев примыкающих к поверхностям трещины, отличная от структуры объема металла. Химический состав поверхностей

трещины изменяется за счет хемосорбционных и диффузионных процессов. Происходит подвижка дислокаций в этих слоях металла. В определенных случаях (трещина развивается по инородным включениям, границам различных фаз, пластически деформируются окисленные участки излома) возможно появление в зоне трещины электрических полей высокой напряженности. Вероятность указанных процессов повышается с увеличением доли хрупкой составляющей в изломе.

Приведенные данные подтверждают возможность появления локальных электрических полей при трещинообразовании в металлах и сплавах, которые могут ускорять ионы дейтерия. С точки зрения повышения выхода реакции синтеза целесообразно использовать высокопрочные сплавы в охрупленном состоянии со значительной долей неметаллических включений и фаз, в том числе и гидридных.

### АКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ НАСЫЩЕНИИ МЕТАЛЛОВ ИЗОТОПАМИ ВОДОРОДА

Ананьев С.П., Мартынов М.И., Мельдянов А.И.,  
Ниссельсон А.Л., Чеповский А.М., Шемякин В.В.  
ИАЭ им.И.В.Курчатова

В опытах использовалась электрохимическая ячейка открытого типа, выполненная из тефлона с изменяемым расстоянием между электродами. В качестве анода использовалась фольга из Pt. Площадь анода составляла примерно 10 см<sup>2</sup>. Катод (круглые титановые пластины толщиной 2мм, диаметром 4см) располагался в боковом отверстии корпуса ячейки. Для регистрации актов акустической эмиссии в процессе электролиза использовался акустический пьезодатчик (АЦД) с разрешением по частоте до 2Мгц. Режимы и параметры опытов: электролит D<sub>2</sub>O или H<sub>2</sub>O с малой добавкой KOH, J=0.1A/cm<sup>2</sup>, U=15В; время насыщения 1-40 часов. По результатам измерений строились амплитудно-частотные характеристики процесса.

Выявлено существенное отличие сигналов АЦД в опытах с D<sub>2</sub>O от опытов с H<sub>2</sub>O в высокочастотной области.

АНОМАЛЬНАЯ ФОТОЭМИССИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ,  
НАСЫЩЕННЫХ ВОДОРОДОМ.

Н.П.Валуев, Ю.В.Мойш, В.И.Саррак, Г.А.Филиппов  
ЦНИИчермет им. И.П.Бардина, Москва

Исследование эмиссионных явлений при трещинообразовании металлов и сплавов показывает, что в большинстве случаев наблюдается слабоинтенсивная фотоэмиссия, обусловленная флуоресценцией атомов и тепловым излучением очага трещинообразования. В связи с проблемой ядерного синтеза в металлах представляют интерес особенности эмиссии наводороженных образцов. В данной работе исследовали характеристики излучения при хрупком разрушении стали 40Х в наводороженном и ненаводороженном состояниях. Образцы насыщались в течение одного часа водородом электролитически в растворе  $H_2SO_4$  с добавкой  $SeO_2$  при плотности тока насыщения  $30 A/m^2$ . Сразу после прекращения насыщения образцы помещали в жидкий азот, после чего в охлажденном состоянии разрушались по схеме трехточечного изгиба. Излучение регистрировалось со стороны образца, противоположной центральному упору механизма нагружения.

Излучение стали в ненаводороженном состоянии по интенсивности не превышает  $10^4$  фотонов за 1 мс. Спектральный диапазон эмиссии сосредоточен в области длин волн 0,3 - 6,0 мкм. При разрушении наводороженных образцов интенсивность возрастает на 1,5-2 порядка величины. Длительность эмиссии составляет 20-50 мс; спектральный диапазон соответствует длинам волн 0,2-8 мкм. Эффект резкого возрастания интенсивности эмиссии наводороженных образцов сохраняется в случае, если образцы, извлеченные из жидкого азота, отогревались при комнатной температуре не более 12 мин.

Полученные данные свидетельствуют о значительном возрастании вклада излучения электрического разряда в случае, когда в металле имеется высокая концентрация водорода.

Растворенный в металле водород, таким образом, способствует появлению электрических полей в очаге трещинообразования. Это может быть следствием охрупчивания металла и возрастанием скорости развития трещин, распространяющихся в данном случае преимущественно по границам зерен, фаз и другим поверхностям раздела, электрические свойства которых отличны от свойств объема металла. Возможно влияние и гидридных фаз, которые не являются устойчивыми образованиями: по мере выхода водорода из образца быстро распадаются. Это проявляется в снижении интенсивности фотоэмиссии при выдерживании образцов на воздухе после их насыщения водородом.

ИЗУЧЕНИЕ ВЫХОДА ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ В СИСТЕМАХ  
МЕТАЛЛ-ДЕЙТЕРИЙ

Р.Н.Кузьмин, А.П.Куприн, П.О.Ревокатов, Б.М.Сахаров,  
Е.Н.Швилкин  
(Физфак МГУ, НИИЯФ МГУ)

Приведены данные по регистрации продуктов ядерных реакций в системах металл-дейтерий с различными сроками вылеживания образцов, в том числе приготовленных два года назад [1]. Образцы подвергались внешнему воздействию: нагрев, охлаждение, всестороннее сжатие, одноосное нагружение, разрушение до мелкодисперсного состояния, облучение рентгеном, помещению в магнитные и электрические поля, окисление поверхности (эффект Мёссбауэра). Особое внимание уделено тритиевой ветви. Авторадиографией установлено наличие горячих зон. Обнаружено также значительное превышение  $\beta$ -активности над фоном до  $10^3$  раз. Энергетические спектры соответствуют  $\beta$ -распаду трития. Установлено, что тритий ( $\sim 10^{-10} + 10^{-12}$  ат. на  $cm^2$  поверхности образца) не мог быть сорбирован из электролита или  $D_2$ -газа. При вылеживании состав образцов по тритию изменяется и носит нестационарный характер. Данные указывают на протекание реакций слияния ядер дейтерия в  $Pd$  и  $Ti$ . Оценена скорость  $d-d$  реакции, которая не ниже  $\lambda \sim 10^{-19} + 10^{-20} N(d-d)^{-1} c^{-1}$ . Травление поверхности показало, что тритий находится в поверхностном слое  $\sim 1000 \text{ \AA}$ , возможно, что в распределении трития по образцу играют роль процессы диффузии и перестройки  $\alpha$  и  $\beta$ -фаз.

1. Р.Н.Кузьмин, Б.М.Сахаров, Е.Н.Швилкин. Наблюдение быстрых нейтронов при электролизе тяжелой воды (Препринт, № 4, 1989, Физфак МГУ).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭМИССИИ  
ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ В СИСТЕМАХ С  
ТЯЖЕЛОЙ ВОДОЙ

П.И.Голубничий, П.И.Лысенко, А.Д.Филоженко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

В.А.Царев

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

При ультразвуковой кавитации ( $f = 22$  кгц) в ряде жидких систем ( $D_2O$ , жидкий органический сцинтиллятор с  $D_2O$ ) с использованием сцинтилляционного метода проведен поиск протонсв и трития. В эксперименте по регистрации  $P +$  особое внимание уделено подавлению различного рода фонов: фона случайных совпадений от "космики" и естественной радиоактивности - методом амплитудной дискриминации ("сверху и снизу") и временной привязки к фазе ультразвуковых колебаний, коррелированного фона (т.н. сономинесценции) - методом температурной "отсечки" и временной селекции.

В экспериментальной серии с тритием была применена стандартная методика на основе ЖС с двумя ФЭУ, включенными на совпадения для уменьшения вклада шумовых импульсов.

Суммарное время кавитационной "наработки" трития 30 часов.

Регистрация трития в продуктах высоковольтного  
наносекундного пробоя тяжелой воды

Бершанин Ю.Н., Емлин Р.В., Лисовских В.Г., Городецкий В.Г.,  
Реч Т.А.

Аннотация

Рассмотрение воздействий, сопровождающих высоковольтный наносекундный пробой конденсированных диэлектриков (жидких и твердых), позволяет предположить наличие вероятности возникновения условий, способствующих  $d-d$  синтезу. В случае пробоя твердых и жидких диэлектриков необходимо создание кратковременного импульса напряжения и тока длительностью порядка единиц наносекунд, чтобы вещество в канале пробоя не успело заметно расшириться. Для этого использовался высоковольтный генератор типа "РАДАН", создающий импульс амплитудой 220 кВ при работе на диэлектрическую нагрузку и длительностью импульса в согласованном режиме 2,5 нс,  $Q_r \approx 20$  Ом.

Измерялось концентрация трития в тяжелой и обычной воде до и после нескольких (5-25 раз) пробоев в ячейке объемом 3 мл с использованием электродов из палладия, молибдена, платины. Концентрация трития определялась стандартным сцинтилляционным счетчиком методом совпадений, имеющего эффективность регистрации 40%.

Наблюдалось увеличение концентрации трития с ростом числа пробоев как в тяжелой так и в обычной воде примерно на  $10^7$  атомов на каждый пробой. Это свидетельствует о том, что источником трития скорее всего являются электроды. Объемный эффект генерации трития в реакции  $d+d$  если и присутствует, то на уровне не более  $5 \cdot 10^6$  атомов/пробой.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ ХЯС

Бахутов Ю.Н., Кузнецов А.Е., Чертов Ю.П., Саунина \*Е.И., Ходяков \*А.А.

Рассмотрена постановка двух экспериментов по иницированию реакции холодного ядерного синтеза (ХЯС) посредством электролиза с использованием титановых электродов. Размеры - 20 x 10 x 1,5 мм<sup>2</sup> и 30 x 9 x 2 мм<sup>3</sup>. Электролитом служил 1,5 М-раствор Li<sup>+</sup>ОД в D<sub>2</sub>O. Ток в обоих экспериментах 5 А. По ходу эксперимента направление протекания тока периодически менялось, что обеспечивало более полный выход образовавшегося трития в раствор электролита. На рис. 1 и 2 приведены токовые циклограммы. По ходу процесса отбирались пробы электролита для анализа на концентрацию трития. Цифры на циклограммах обозначают номера проб. Результаты по тритию приведены на тех же рисунках. Проведенный анализ полученных результатов указывает на наличие нарабочки трития при стандартной постановке эксперимента иницирования холодного ядерного синтеза методом электролиза. После получения результатов, подтверждающих явление ХЯС рассмотрены эксперименты по проверке одной из моделей ХЯС.

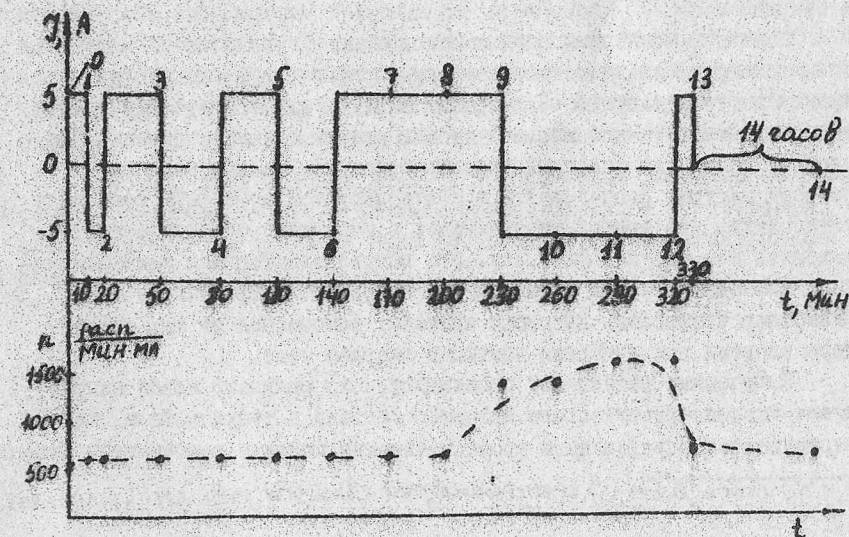
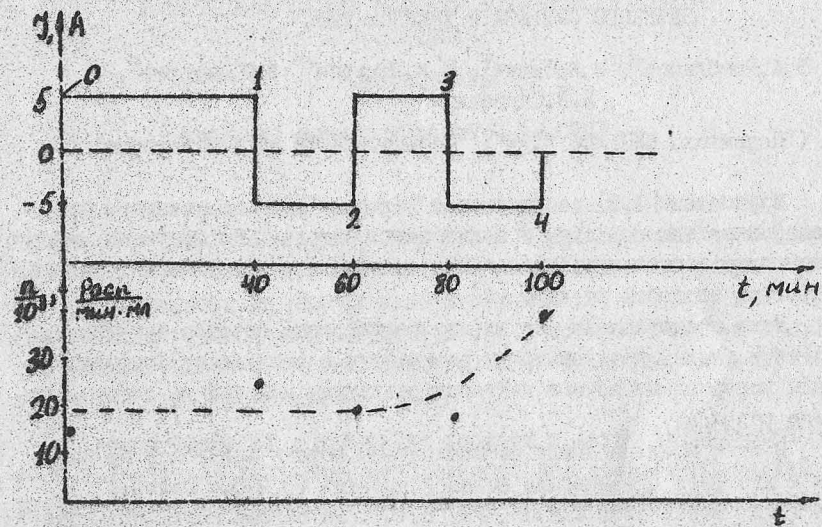
В / 1 / описана модель иницирования реакции ХЯС катализом тяжелыми отрицательно заряженными частицами (эрионами). Согласно этой гипотезе обычным состоянием эриона в веществе является нейтральный комплекс эрион-протон (энион), локализованный на поверхности ядра. Энергия взаимодействия энион-ядро равна нескольким десяткам электронвольт и обеспечивается дипольным моментом комплекса. Освободить их можно посредством облучения вещества. Если при этом выбитый энион попадает в водородосодержащее вещество, то он может вызвать цепочку реакций синтеза.

Проведены эксперименты по проверке модели ХЯС катализом эрионов. Иницирование реакции ХЯС осуществлялось рентгеновским облучением на установке РУП (U = 220 кВ, I = 10 мА) легкой/тяжелой воды при различных конверторах (Ti, Si, Pb). Измерения проводились как калориметрические, так и с измерением содержания трития. Полученные результаты анализируются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.Н.Бахутов, Г.М.Верешков, препринт № 1, ЦНИИМаш, 1990 г.

\* - Сотрудники института Физической Химии АН СССР.



РЕГИСТРАЦИЯ ТРИТИЯ И ДРУГИХ ПРОДУКТОВ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В ТВЕРДОМ ТЕЛЕВ.А.Ромсданов<sup>+</sup>, В.И.Савин<sup>+</sup>, М.Е.Шахурин<sup>+</sup>, Э.М.Федоров<sup>+</sup>,  
Я.В.Скुरатник<sup>+</sup>( <sup>+</sup>Подольск, НИИ НПО "Луч", <sup>+</sup>Москва, НИЭХИ им.Л.Я.Карпова)

В работах [1,2] сообщалось о "холодном" ядерном синтезе при электролизе тяжелой воды с палладиевым катодом. Последующая информация однозначных доказательств возможности осуществления реакции указанным способом не дала [3].

Нами представлены результаты регистрации потоков нейтронов, трития и тепла, которые могут возникнуть в результате бомбардирования ускоренными пучками дейтерия различных мишеней из плазмы тлеющего разряда.

В этих исследованиях зафиксированы потоки нейтронов не более чем в два раза превышающие фоновый уровень (0,2-0,4 нейтр.с<sup>-1</sup>) для таких материалов как Cs, Pd, В, Li. На основе модельных представлений и экспериментальных результатов обсуждена вероятность возникновения нейтронов в реакциях низкоэнергетического синтеза в твердом теле.

Показано сцинтилляционным методом по  $\beta$ -активности и масс-спектрометрически, что возникает существенное превышение фонового уровня по тритию при бомбардировке ванадия и ниобия ускоренными ионами дейтерия. Максимальные уровни трития, зафиксированные для ниобия, превышают исходный уровень более чем на два порядка, а фоновый на три. Эксперименты в контролируемой атмосфере позволили установить, что тритий накапливаясь в материале образца может переходить и в окружающую среду. Это подтверждается как количественными измерениями, так и радиографией образцов. Предложена модель низкоэнергетического ядерного синтеза, основанная на анализе потери энергии при движении частиц в твердом теле.

Полученные результаты показывают, что выявлено новое направление низкоэнергетического ядерного синтеза в твердом теле, характеризующееся определенным уровнем энергии ионов и температуры мишени.

1. M. Fleischman, S. Pons - *J. of Electroanalytical Chemistry*, 1989, v.261, pp. 301-308

2. S.E. Jones, E.P. Palmer, J.B. Clegg - *Nature*, 1989, v. 338, p. 737.

3. J. O'M. Bockris, G.H. Liu, N.J.C. Parkham - *Fusion Technology* v.18, n.1, pp. 11-31.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО  
СИНТЕЗА

А.Н.Барабошкин

Институт электрохимии Уро АН СССР

Впервые аномальные ядерные явления в электрохимических процессах (ЭП) наблюдались Флейшманом и Понсом в 1989 г. С тех пор опыты в аналогичной постановке с положительными результатами были выполнены во многих лабораториях мира, показав выделение избыточного тепла и выделение трития. И хотя на сегодня подобные ядерные явления осуществлены другими способами, роль ЭП и в них является существенной.

Прежде всего ЭП - это очень простой и легко управляемый способ получения дейтерия, необходимого для насыщения твердой фазы, в которой осуществляются ядерные реакции. Однако, ЭП могут быть использованы и для очень эффективного ее дегидрирования.

ЭП происходят на поверхности твердой фазы и могут обеспечить как за счет модификации поверхности (адсорбция, силообразование), так и за счет управления током (или потенциалом) очень мало инерционный способ управления скоростью проникновения дейтерия через межфазную границу. Эти же ЭП определяют величину изотопных эффектов, что является ядерной причиной концентрирования трития.

Наконец, сами твердые фазы, в которых идет холодный ядерный синтез, являются частично ионными проводниками, т.е. твердыми электролитами уже традиционными объектами изучения электрохимии.

ВОЗМОЖНОСТЬ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО  
ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТА ХОЛОДНОГО СИНТЕЗА  
И ЕГО МЕХАНИЗМА

Гордадзе Г.П., Агладзе Т.Р. /Кафедра технологии электрохимиче-  
ских производств ГТУ/

Сигуа К.И. /ИФ АН Грузии/

Неопределенность в истолковании опытных данных, полученных при изучении холодного синтеза обусловлена отсутствием соответствующих теоретических посылок с одной стороны, и несовершенством эксперимента, с другой. В частности, в большинстве работ используются конденсированные среды с недостаточно изученным микроэлементным составом: в одном опыте применяют несопоставимые способы внедрения атомов дейтерия; регистрируются лишь отдельные физико-химические эффекты, вызываемые холодным синтезом, к тому же без достаточной корректной оценки погрешности эксперимента.

В данной работе разработан комплексный подход к изучению явления холодного синтеза, основанный на использовании метода и математического обеспечения оптимального планирования эксперимента с оценкой и минимизацией измерения интенсивностей ядерных частиц и гамма-квантов, а также прецизионных методов анализа микроэлементного состава высокочистых веществ с нижними пределами определения примесей порядка  $10^{-6} + 10^{-12}$  г/г и методом дифференциальной микроколориметрии, позволяющего регенерировать разность температур порядка  $10^{-4} + 10^{-5}$  градуса.

МЕХАНИЗМ ДИАБАТИЧЕСКОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ  
ТРЕЩИНЫ В МЕТАЛЛАХ

А. Я. Беленький  
ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина, Москва 107005

В качестве одного из вероятных механизмов стимулирования реакции холодного синтеза в наводороженных металлах в настоящее время рассматривается механизм ускорения ядер изотопов водорода (D и T) под действием сильных электрических полей, спорадически возникающих, по предположению, внутри раскрывающихся трещин внутри образца. Возможность таких процессов подтверждается также данными по наблюдению фотоэмиссии в оптическом диапазоне и эмиссии ионов при хрупком разрушении металлов [1].

Если в случае диэлектриков возможность возникновения подсобных полей не вызывает больших сомнений, то в случае металлов наличие достаточно долгоживущих (в масштабе времени порядка периода атомных колебаний) электронных состояний в непрерывном спектре, из-за существенно адиабатического характера реакции электронной подсистемы на движение атомов, представляется маловероятным.

В настоящей работе предлагается специфический механизм возбуждения электронов в металле при распространении узкой трещины. Механизм основан на том очевидном обстоятельстве, что при плоско-параллельном перемещении краев узкой трещины (с углом раствора  $\alpha \ll 1$ ) скорость распространения точки пересечения плоскостей-краев трещины и соответствующего потенциала деформации в  $\alpha$  раз больше скорости смещения краев в перпендикулярном направлении. Таким образом, для углов  $\alpha = 10^{-2} - 10^{-3}$  скорости краев  $V_2 \approx 10^6$  м/с будет отвечать скорость перемещения возмущения  $V_1 \approx 10^8$  м/с что сравнимо с фермиевской скоростью. Данный механизм возбуждения представляет собой аналог известного механизма "автофазировки" при поглощении ультразвука в металлах [2]. Энергия, передаваемая электронной подсистеме за время распространения трещины, оказывается пропорциональной радиусу кривизны поверхности Ферми, усредненному вдоль "пояса", перпендикулярного плоскости трещины.

1. А. А. Тулик, Н. П. Валуев, А. Я. Беленький, ФХИМ, №4, с. 51 (1985).
2. Дж. Займан, Принципы теории твердого тела, М.: Мир, 1974, гл. 3.

О ВОЗМОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЯХ  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

И.И.Голубничий

Луганский машиностроительный институт, Луганск.

В.А.Царев

Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Низкотемпературный  $p\bar{d}$  - синтез, который может возникать при субдукции океанической воды в вещество мантии [1], по-видимому, дает лишь малый вклад в тепловой поток Земли  $\sim 10^{-10} Q$  т.п.в. НТС может играть существенную роль в тепловом балансе Земли и распространенности  $^3\text{He}$  и трития, если Земля имела изначально-гидридный состав [2]. Тогда  $dd$  - НТС со средней скоростью  $\bar{\Lambda}$  на уровне Джонса ( $\sim 10^{23} \text{e}^{-1}$ ) приводит к  $Q_{\text{НТС}} \sim (10^{-2} - 10^{-3}) Q$  т.п.в. Расширение изначально-гидридной Земли может способствовать восстановлению "ните - активности" пород и поддержанию  $\bar{\Lambda}$  на высоком уровне.

Литература

1. S.E. Jones et al. Nature 1989 v.338 p.737.
2. В.Н.Ларин. Гипотеза изначально-гидридной Земли, М. "Недра", 1980.

УСКОРИТЕЛЬНО-ТРЕЩИННАЯ МОДЕЛЬ НТС

П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик

Луганский машиностроительный институт

В.А.Царев, В.А.Чечин

Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР

На основании предположения об ускорении ионов дейтерия в электрических полях в трещинах гидридов предсказываются следующие особенности НТС: стохастичность, поверхностно-объемный характер, возможная квазипериодичность всплеск с  $\tau \sim 10^2 - 10^4 \text{c}$ , необходимость неравновесности системы  $\text{Me} - \text{D}$ , возможность внешних воздействий на ход НТС, корреляции испускания продуктов ядерного синтеза, акустической и электромагнитной эмиссии и возможно - изменения физико-химических свойств гидридов, свойственное "горячему" слиянию соотношения скоростей каналов  $\Lambda(p\bar{d}) : \Lambda(dd) : \Lambda(dt) \sim 10^{-5} : 1 : 10^2$ . Эти предсказания находятся в согласии с экспериментом. В то же время в УТИ имеется ряд проблем: необходимость сильных полей в микротрещинах, трудность с согласованием характерных времен конкурирующих процессов, предположение об усилении диэлектрических свойств, неспособность объяснить отношение  $t/\tau \gg 1$  и явление хемосинтеза, наблюдение НТС в пластичных или высокодисперсных гидридах. Экспериментальная ситуация с механосинтезом также не ясна в настоящее время.

## МОДЕЛЬ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА КАТАЛИЗОМ ЭРЗИОНОВ

Ю.Н.Бажутов, Г.М.Верешков

Многочисленные экспериментальные данные в космических лучах указывают на существование в природе новых долгоживущих (квазиустойчивых) тяжелых заряженных адронов / I-8 /. Предположив существование этих частиц (эрзионов) и приняв их основные характеристики (массу -  $M_0 c^2 \approx 100$  ГэВ, поток  $I_0 \approx 10^{-6}$  см $^{-2}$ сек $^{-1}$ , пробег на поглощение  $L_0 \approx 100$  м.в.э. и др.) из работы / 7 /, разработана новая версия заргальной модели для их теоретической интерпретации. Новая версия  $U(1) \times SU_2(2) \times SU_2(2) \times SU(3)$  калибровочной модели / 8 / находится в хорошем согласии с существующими экспериментальными данными. Установлены свойства взаимодействий эрзионов с нуклонами и атомными ядрами. Выяснилось, что эрзионы могут обладать неожиданными специфическими свойствами, в основном, порожденными тем, что асимптотика их сильного взаимодействия с нуклонами имеет характер отталкивания. Показано, что свойства эрзионов позволяют согласовать теорию с жесткими космохимическими ограничениями / 9, 10 /.

С учетом вышеизложенных необычных свойств эрзионов удалось построить модель холодного ядерного синтеза (ХЯС) катализом эрзионов / 8, II /. Предлагаемая модель позволяет объяснить наиболее экзотические и непонятые пока в рамках других моделей особенности явления ХЯС: 1) существование ( $\sim 10^6$ ) подавление выхода нейтронов относительно выхода трития или энерговыделения; 2) большие ( $\sim 10^5$ ) флуктуации интенсивности реакции ХЯС; 3) эффект "старения" образцов и ослабления интенсивности реакции ХЯС; 4) эффект "старения" образцов и ослабления интенсивности реакции ХЯС. Ядерная природа эрзионов позволяет принципиально исключить в рамках предлагаемой модели протекание реакции синтеза дейтронов с образованием  $^3\text{He}$  и нейтрона. Нейтроны присутствуют в продуктах ХЯС за счет других побочных цепочек реакций. Флуктуации интенсивности ХЯС объясняются различной плотностью катализаторов в образцах в силу различных глубин залегания руд, из которых получены образцы (катоде). Нестационарность протекания ХЯС обусловлена связанным состоянием эрзионов и их комплексов в веществе ( $\varepsilon \sim 10$  эВ) и их освобождением при возмущении (растрескивании, ударе и др.). Эффект "старения" обусловлен в рамках предлагаемой модели предельным растрескиванием образцов (катодов).

Таким образом, предсказания модели ХЯС катализом эрзионов для обеспечения более интенсивного осуществления реакции ХЯС следующие: 1) использование толстых образцов ( $\sim 1$  см); 2) повторное использование образцов, дававших большую интенсивность, после их переплаки;

3) обеспечения вынужденного возмущения образцов за счет рентгеновского и пучкового ( $\alpha$ ,  $\rho$ ) облучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Alecock G.R., Chischohm S., Tydel M., Yock R.E. et al., I3-ICRC, Denver, 1973, 3, 2106.
2. Goodman J.A., Tonwar S.C., Yock G.B. et al., Phys. Rev. D, 32, 1985, 541-546.
3. Демьянов А.И., Мурзин В.С., Сарычева Л.И., "Ядерно-каскадный процесс в плотном веществе", М., Наука, 1977.
4. Авакян В.В., Еганов В.С., Башиаджагян Г.Л., Сарычева Л.И., Синев Н.Б., ВАНТ, сер.Техн.Физ.Экспер., 1985, 4(25), 77-80.
5. Sakujama H. et al., 20-th ICR, Moscow, 1987, 3, 181-182.
6. Sasaki H., et al., 20-th ICR, Moscow, 1987, 6, 366-369.
7. Бажутов Ю.Н., Хренов Б.А., Христиансен Г.Б., Известия АН СССР, сер.Физ., 1982, 46, 2425-2427.
8. Бажутов Ю.Н., Верешков Г.М. "Новые стабильные адроны в космических лучах, их теоретическая интерпретация и возможная роль в катализе холодного ядерного синтеза". Препринт, ЦНИИМаш, I, 1990.
9. Smith P.F. et al., Nuclear Phys., 1982, B.206, 333.
10. Norman E. et al., Phys. Rev. Lett., 1987, 58, 1403-1406.
11. Бажутов Ю.Н., Верешков Г.М., Кузьмин Р.Н., Фролов А.М. Сборник "Физика плазмы и некоторые вопросы общей физики", ЦНИИМаш, 1990, 67-70.
12. Fleischmann M., Pons S., Fleischmann, Chem., 1989, 261, 301-308.
13. Jones S.E. et al., Nature, 1989, 338, 737.
14. BAFG Studies in Cold Fusion, BAFG-1500, 1989.
15. Fusion Technology, 18(1), 1990, II.
16. Царев В.А., УЭН, 1990. II, 3.

## ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА КАТАЛИЗОМ ЭРЗИОНОВ В ФИЗИКЕ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Ю.Н. Бажутов, Г.М. Верешков

Представления о термоядерной природе Солнечной энергии имеют ряд противоречий. Одним из них, возможно, является результат эксперимента группы Дэвиса по регистрации потока солнечных нейтрино, дающий заниженное значение этого потока. Существуют также необъяснимые данные по тепловому балансу Юпитера и др. планет, дающие повышенное значение излучаемого тепла неизвестной природы.

В рамках модели холодного ядерного синтеза катализом эрзионов (ХЯСКЭ) делается попытка дать этим явлениям единое объяснение, не претендующее на исключительную роль этого гипотетического механизма в энергетике Солнца. Однако в звездах, находящихся вне главной последовательности на диаграмме "масса-светимость", возможно, этот механизм может играть доминирующую роль.

Корреляция потока солнечных нейтрино с активностью Солнца, возможно, также указывает на механизм генерации нейтрино в приповерхностных слоях Солнца, что согласуется с моделью ХЯСКЭ. Концентрацией эрзионов среди нуклонов в Солнце  $n_3 \sim 10^{-20}$  можно объяснить его энергетику за счет протекания реакции ХЯСКЭ почти во всем объеме Солнца равномерно.

Существенное значение, может найти модель холодного ядерного синтеза катализом эрзионов и для понимания процессов внутри Юпитера, Земли и других планет Солнечной системы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бажутов Ю.Н., Верешков Г.М. "Новые стабильные адроны в космических лучах, их теоретическая интерпретация и возможная роль в катализе холодного ядерного синтеза (ХЯСКЭ)", Препринт, ЦНИИМаШ, I, 1990.

Еудрин Л.Д., ИЭХ УрО АН СССР

На основании самых общих соображений, выдвинутых в свое время Римагом, Гельмгольцем и Эйнштейном, получены уравнения для локализованных в пространстве структурных форм движения электромагнитного поля. Различные структурные формы отличаются между собой как геометрическими и топологическими признаками (кривизной, кручением, связностью), так и устойчивостью.

Сам факт существования и физические свойства полученных электромагнитных структур объясняются периодическим поглощением и излучением энергии, т.е. периодическим обменом энергией между структурой и окружающим электромагнитным вакуумом. - и этот единственный и универсальный вид взаимодействия позволяет объяснить все известные взаимодействия и предсказать ряд новых. Существенно, что практически все взаимодействия возникают вследствие нарушений симметрии в указанном выше универсальном взаимодействии. Выраженные в определенном масштабе, полученные электромагнитные структуры соответствуют элементарным частицам.

По найденным структурам нуклонов и с учетом описания различных граней единого взаимодействия были объяснены все особенности ядерных сил и построены структуры легчайших ядер, включая ядро тяжелого водорода. Для реакции  $d+d'$  найдены условия слияния ядер и показано, что слияние может произойти при строго определенной взаимной ориентации двух ядер и их определенном взаимном расположении. Необходимые условия могут быть реализованы только внутри твердых тел с определенными свойствами, и реализация этих условий сразу дает выигрыш  $\sim 10^6$  раз в сечении реакции синтеза в сравнении с чисто статистической системой типа плазмы. Дальнейший выигрыш получается за счет снижения энергетического порога реакции - как за счет оптимальной ориентации ядер, так и за счет присутствия электронов.

Наличие электронов в зоне реакции приводит также к подавлению нейтронного канала - преимущество тритиевого канала должно по расчетам составлять примерно  $10^6$  раз по отношению к нейтронному. Указанная асимметрия объясняется структурами протона и нейтрона и их различным взаимодействием с связанными в структуре твердого тела электронами.

Физическая картина и найденные соотношения позволяют достаточно четко сформулировать требования к структуре твердого тела, при которой будет обеспечено оптимальное протекание реакции "холодного" синтеза.

ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА КАТАЛИЗОМ  
ЭРЗИОНОВ В ФИЗИКЕ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Ю.Н. Бажутов, Г.М. Верешков

Представления о термоядерной природе Солнечной энергетики имеют ряд противоречий. Одним из них, возможно, является результат эксперимента группы Дэвиса по регистрации потока солнечных нейтрино, дающий заниженное значение этого потока. Существуют также необъяснимые данные по тепловому балансу Юпитера и др. планет, дающие повышенное значение излучаемого тепла неизвестной природы.

В рамках модели холодного ядерного синтеза катализом эрзионов (ХЯСКЭ) делается попытка дать этим явлениям единое объяснение, не претендующее на исключительную роль этого гипотетического механизма в энергетике Солнца. Однако в звездах, находящихся вне главной последовательности на диаграмме "масса-светимость", возможно, этот механизм может играть доминирующую роль.

Корреляция потока солнечных нейтрино с активностью Солнца, возможно, также указывает на механизм генерации нейтрино в приповерхностных слоях Солнца, что согласуется с моделью ХЯСКЭ. Концентрацией эрзионов среди нуклонов в Солнце  $n_3 \sim 10^{-20}$  можно объяснить его энергетику за счет протекания реакции ХЯСКЭ почти во всем объеме Солнца равномерно.

Существенное значение, может найти модель холодного ядерного синтеза катализом эрзионов и для понимания процессов внутри Юпитера, Земли и других планет Солнечной системы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бажутов Ю.Н., Верешков Г.М. "Новые стабильные адроны в космических лучах, их теоретическая интерпретация и возможная роль в катализе холодного ядерного синтеза (ХЯСКЭ)", Препринт, ВНИИМап, I, 1990.

На основании самых общих соображений, выдвинутых в свое время Риманом, Гельмгольцем и Эйштейном, получены уравнения для локализованных в пространстве структурных форм движения электромагнитного поля. Различные структурные формы отличаются между собой как геометрическими и топологическими признаками (кривизной, кручением, связностью), так и устойчивостью.

Сам факт существования и физические свойства полученных электромагнитных структур объясняются периодическим поглощением и излучением энергии, т.е. периодическим обменом энергией между структурой и окружающим электромагнитным вакуумом, - и этот единственный и универсальный вид взаимодействия позволяет объяснить все известные взаимодействия и предсказать ряд новых. Существенно, что практически все взаимодействия возникают вследствие нарушений симметрии в указанном выше универсальном взаимодействии. Выраженные в определенном масштабе, полученные электромагнитные структуры соответствуют элементарным частицам.

По найденным структурам нуклонов и с учетом описания различных граней единого взаимодействия были объяснены все особенности ядерных сил и построены структуры легчайших ядер, включая ядро тяжелого водорода. Для реакции  $d+d'$  найдены условия слияния ядер и показано, что слияние может произойти при строго определенной взаимной ориентации двух ядер и их определенном взаимном расположении. Необходимые условия могут быть реализованы только внутри твердых тел с определенными свойствами, и реализация этих условий сразу дает выигрыш  $\sim$  в  $10^6$  раз в сечении реакции синтеза в сравнении с чисто статистической системой типа плазмы. Дальнейший выигрыш получается за счет снижения энергетического порога реакции - как за счет оптимальной ориентации ядер, так и за счет присутствия электронов.

Наличие электронов в зоне реакции приводит также к подавлению нейтронного канала - преимущество тритиевого канала должно по расчетам составлять примерно  $10^8$  раз по отношению к нейтронному. Указанная асимметрия объясняется структурами протона и нейтрона и их различным взаимодействием с связанными в структуре твердого тела электронами.

Физическая картина и найденные соотношения позволяют достаточно четко сформулировать требования к структуре твердого тела, при которой будет обеспечено оптимальное протекание реакции "холодного" синтеза.

РОЛЬ ЭКРАНИРОВАНИЯ В РЕАКЦИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО  
ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

Н. Ю. Лебедев<sup>М</sup>, А. А. Самгин, В. И. Цидильковский<sup>М</sup>  
Уральский политехнический институт  
Институт электрохимии Уральского отделения АН СССР

Рассмотрено влияние различных факторов на скорость реакции ядерного синтеза в твердом теле. Для туннелирования дейтронов различных энергий через экранированный кулоновский потенциал исследована зависимость скорости реакции от плотности электронных состояний. Обсуждается возможность увеличения скорости ядерного синтеза за счет высокой плотности дейтронного газа в гидридах металлов. Рассмотрено влияние вида потенциала взаимодействия дейтронов в твердом теле на вероятность реакций низкотемпературного ядерного синтеза.

Г.М. Филиппов, Н.Ю. Лебедев

РОЛЬ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ СОСТОЯНИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В РЕАКЦИИ  
ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

Ряд экспериментальных данных, относящихся к проблемам образования конвейерных электронов (КЭ), ридберговских состояний атомов при пролете через пленки, повышенная вероятность пролета молекулярных ионов и рыхлых состояний типа  $H^-$  свидетельствуют о возможности образования специфических квазисвязанных состояний (КС) электронов в кулоновом поле движущейся в твердом теле тяжелой положительно заряженной частицы. Рассматриваемые КС образуются при переходе электронов в гиперлокализованные состояния при нарастании флуктуаций импульса вследствие интенсивного непрерывного взаимодействия со средой. Исследование формы пика КЭ показало, что пространственный размер гауссовых волновых пакетов электронов при движении в твердом теле может достигать значений  $\delta \sim 0,1 + 0,01 \text{ \AA}$ . Столь сильно локализованный электрон, двигаясь вместе с дейтроном, обеспечивает экранировку его кулонова поля и позволяет приблизиться к покоящемуся дейтрону решетки на малое расстояние порядка  $\delta$ . В этом случае вероятность ядерной реакции оказывается значительной, увеличиваясь по сравнению с вакуумным значением более, чем на 100 порядков. Особое значение приобретает создание специальных условий, при которых образование КС оказывается наиболее вероятным. В частности, этого следует ожидать при движении нейтрального атома дейтерия в широком канале монокристалла, в сужающейся глубокой трещине или в поре. Благоприятные условия, повидимому, создаются при бомбардировке твердотельных мишеней кластерами молекул  $D_2O$ . В рамках обсуждаемой модели естественным образом объясняется факт значительного превышения вероятности тритиевого канала реакции над гелиевым.



Савин Д.В.

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
экспериментальной физики

Из анализа экспериментальных результатов исследований ХЯС, полученных в различных лабораториях мира, сделан вывод о том, что в данном явлении важную роль могут играть процессы самоорганизации каких-то, пока ещё не ясных, диссипативных структур, определяющих возникновение в гидридах переходных металлов неравновесных фазовых состояний. Из хаотической динамики, лежащей в основе описания таких процессов, сформулированы общие критерии возникновения неравновесных фазовых состояний, которые оказываются полезными для выработки экспериментальных подходов изучения ХЯС. В качестве системы, способной к неравновесной самоорганизации, рассматривается плазма твёрдого тела, включающая подвижную дейтронную подсистему, находящуюся в сильном взаимодействии как с электронной составляющей плазмы, так и с кристаллической решёткой твёрдого тела.

Выдвинута гипотеза, что процесс перехода от диффузионного к квазиконвективному типу движения атомов и монов дейтерия внутри металлической матрицы оказывает важное коллективизирующее воздействие на ХЯС. Рассмотрены экспериментальные условия, благоприятные для развития конвективных неустойчивостей и создания динамически устойчивых структур дейтронных токов. В качестве источников накачки конвективных дейтронных токов предлагается использовать тепловые ( $grad T$ ) и массовые ( $grad n_D$ ) потоки, а также постоянное и вихревое электрическое поле.

Баранов В.К., Гужовский Б.А., Протопопов Н.А.,  
Соловьёв Д.А., Тихонов В.И., Юхимчук А.А.

Всесоюзный научно-исследовательский институт экспериментальной физики  
607200, Арзамас-16, Нижегородская область

Спорадичность и неуправляемость эффекта ХЯС приводит к необходимости рассмотрения любых случайных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе насыщения металлов дейтерием, и которые могут коррелировать с проявлением эффекта.

При анализе поведения дейтронов в металлической решётке обращает на себя внимание возможность многократного заселения дейтронами вакансий в решётке, которое и может быть ответственно за синтез / I /. Частота возникновения вакансий как раз и обладает спорадичностью и неуправляемостью. Вакансии неконтролируемым образом возникают в процессе изменения режимов и параметров насыщения, при образовании фазового наклёпа, новых фаз, а также на границах фазовых переходов, особенно с изменением типа решётки. В последнем случае в области границы наблюдаются и экстремально высокая концентрация дейтронов.

Подобные процессы могут происходить во многих дейтериды, допускающих высокую концентрацию дейтронов, и даже в высокотемпературных сверхпроводниках. В последних при температуре выше критической возможна ещё экранировка кулоновского барьера поляронами и биполронами, что должно увеличивать эффективность синтеза.

Литература:

1. Nordlander P., Norskov J.K., Besenbacher F., Myers S.M.  
Multiple deuterium occupancy of vacancies in Pd and related metals.  
"Physical review B", 1989, 40, №3, 1990-1992.

КВАНТОВЫЙ БЕЗБАРЬЕРНЫЙ И МИКРОКУМУЛЯТИВНЫЙ МЕХАНИЗМЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА В НЕСОВЕРШЕННЫХ КРИСТАЛЛАХ

В.И.Высоцкий, Р.Н.Кузьмин

В рамках выдвинутой ранее [1,2] общей идеи оптимизации реакции ядерного синтеза за счет использования аналоговых твердотельных эффектов в работе [3] предложен и исследован механизм безбарьерного низкотемпературного управляемого ядерного синтеза /НУЯС/, осуществляемого в ходе ферми-конденсации дейтерия в микрополостях кристаллов. Основная идея безбарьерного НУЯС связана с нахождением условий /критический объем полости  $\Omega$ , число частиц в ней  $N$ , температура  $T$ /, при которых удовлетворяется критерий теории возмущений  $|V_{nm}| \ll \Delta E$  для энергии взаимодействия атомов дейтерия

$$V(\vec{z}_m) = \sum_{n \neq m} V(\vec{z}_n - \vec{z}_m).$$

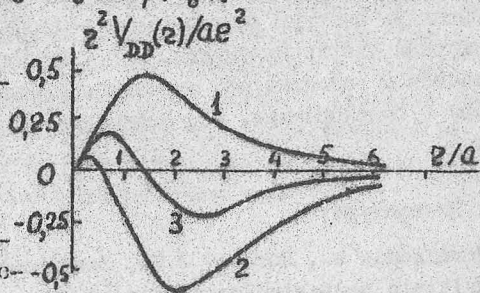
При таком условии квантованное движение всех частиц становится взаимно независимым и характеризуется той же суперпозицией одночастичных волновых функций нулевого приближения  $\psi_n(\vec{z}_n)$ , что и при наличии только одной частицы. При этом скорость двухчастичной парной реакции синтеза в квазиклассическом приближении равна

$$\lambda_0 = C \int_{\Omega} |\psi_n(\vec{z})|^2 |\psi_m(\vec{z})|^2 d\Omega \approx C/\Omega,$$

где  $C = 2 \cdot 10^{-16} \text{с}^{-1} \text{см}^{-3}$  - константа ядерного  $dd$ -синтеза.

В случае ансамбля из  $N_0$  частиц динамика синтеза описывается функцией  $N(t) = N_0 [N_0 - (N_0 - 1) \exp(-\lambda_0 t)]$  и общей длительностью реакции  $\Delta t = \lambda_0^{-1}$ .

С учетом явного вида нормированного потенциала взаимодействия двух атомов дейтерия для параллельной /1/, антипараллельной /2/ и усредненной /3/ спиновой ориентации в квазиклассическом приближении получено, что условия теории возмущений выполняются в пустых микрополостях с радиусом  $R_0 \approx 7,5 \text{ \AA}$ , а также в микрощелях шириной  $L \approx 3-4 \text{ \AA}$  и трехмерных потенциальных ямах типа атмосфер Котрела с параболическим профилем энергии. Для минимизации матричных элементов  $V_{nn} \approx V$  и  $V_{nm}$  во всех случаях необходимо предварительное заселение частицами уровней энергии в ямах вплоть до энергии Ферми  $E_F \gg kT$ .



Условие одновременной минимизации  $V_{nn}$  и  $V_{nm}$  следует из необходимости накопления и удержания в яме высокой концентрации частиц, что невозможно при больших  $V_{nm}$  и требуется для заселения всех уровней внутри ферми-сферы и, как итог, удовлетворения стандартного условия теории возмущений на основе замены

$$|V_{nm}| / (E_n - E_m) \rightarrow |V_{nm}| / E_F \ll 1.$$

В таком ферми-конденсате дейтерия критическое число частиц  $N_0 = (2m k T)^{3/2} \Omega / 3 \pi^2 \hbar^3$  может быть получено только за большое время летаргии синтеза  $t_0 \approx N_0 / \nu_0 \pi R_0^2$ , равное  $t_0 \approx 50-100$  часам при плотности тока диффузии  $j \approx 1 \text{ мка/см}^2$  и коэффициенте захвата в полость при диффузии  $\eta \approx 0,5$ . Значение  $t_0$ , критическое число частиц  $N_0 \approx 100-200$  и длительность импульсной реакции  $\Delta t \approx 10^{-4} \text{ с}$  соответствуют экспериментальным параметрам всплеск (*burst*). При малом критическом значении  $N_0$  ход реакций квазистационарный.

В полостях и неоднородностях близкого к критическому размера может иметь место также ускорительный микрокумулятивный механизм синтеза. Суть его следующая. В ходе конденсации в полостях возрастает давление  $P \approx \rho k T$  квантованного газа дейтерия на стенки. Например, при условии  $E_F \approx kT$  это давление для неразроденного газа  $P = (2m)^{3/2} (kT)^{5/2} / 3 \pi^2 \hbar^3$  может достигать  $10^5 \text{ атм}$  и превзойти предел прочности стенок  $P_0$ . Если  $P_0$  достигается при  $N < N_0$ , то разрыв стенок полости происходит раньше, чем наступает безбарьерное взаимодействие. В ходе такого разрыва образуется выходной канал. В этом канале каждый атом дейтерия выходящей микрокумулятивной струи будет двигаться под давлением газа с большим ускорением  $\vec{z} \approx P \pi a^2 / M$  и в итоге приобретает энергию

$$W \approx \int_0^{\infty} P(z) \pi a^2 dz,$$

равную  $W \approx P_0 \pi a \Omega / (\gamma - 1) S$  при расчете в рамках адиабатического приближения  $S$  - сечение канала,  $a$  - соровский радиус,  $\gamma = 5/3$ . Для полости с радиусом  $R_0 \approx 10 \text{ \AA}$  и выходного канала с  $S = \pi a^2$  при оценочном значении  $P_0 \approx 10^4 - 10^5 \text{ атм}$  имеем  $W \approx 0,1-1 \text{ КэВ}$ , что достаточно для оптимизированного ускорительного механизма [1,2].

1. Высоцкий В.И., Кузьмин Р.Н. Реакция управляемого синтеза в кристаллических мишенях. Письма ЖТФ, 1981, т.7, в.16, с.981-985.
2. Высоцкий В.И., Кузьмин Р.Н. О возможности оптимизации реакции управляемого синтеза в кристаллах. ЖТФ, 1983, т.53, № 9, с.1861-1863.
3. Высоцкий В.И., Кузьмин Р.Н. Теория, механизм и динамика безбарьерного ядерного катализа в твердых телах. - Киев.: Препринт ин-та теор. физики АН УССР, ЖТФ-90-82р, 1981.

## ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ХЯС

В.И.Висоцкий (КТУ) и Р.Н.Кузьмин (МГУ)

Ранее [1-3] была рассмотрена роль ориентационного влияния на выход продуктов реакции слияния легких ядер в решетке кристаллов. При значительном снижении барьера имеет место усиление эффективности ядерного взаимодействия в режиме для направленного движения ионов, что может приводить к слиянию ядер дейтерия при малой кинетической энергии. Дефектность структуры и ориентационные фазовые превращения способствуют упорядочению движения дейтронов, оказывая притягательное взаимодействие, что отвечает динамической модели ХЯС. Стохастичность процесса ХЯС может быть обусловлена различными физическими механизмами, например, электрофизическими явлениями на поверхности. Рассмотрено влияние ориентационных эффектов на конечное распределение продуктов ядерных реакций при наличии динамической подвижности ионов дейтерия.

1. В.И.Висоцкий, Р.Н.Кузьмин. Письма в ЖТФ, 1981, т.7, в.16, с.981.
2. В.И.Висоцкий, Р.Н.Кузьмин. ЖТФ, 1983, т.53, № 7, с.1961.
3. В.И.Висоцкий, Р.Н.Кузьмин, Н.В.Максута. ЖЭТФ, 1987, т.43, в.6(12), с.2015.

## ЭФФЕКТ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО СКАЧКА ПОТЕНЦИАЛА НА ПРИКАТОДНОМ ПОГРЯНСЛОЕ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ И ЕГО ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ В ХОЛОДНОМ ЯДЕРНОМ СИНТЕЗЕ

А.Я.Воронов

Погранслоином методе [1] построено приближенное решение нелинейной сингулярно возмущенной двухточечной краевой задачи, являющейся математической моделью диффузного стационарного газового разряда (ГР). Разряд организован в цилиндрической камере длиной  $L$  и радиуса  $R$  с плоскопараллельными круглыми электродами того же радиуса. Рассмотрен одномерный случай ( $L \ll R$ ) разряда в электроположительном газе. Используя полученное решение, исследована структура приэлектродных пограничных слоев газоразрядной плазмы и установлены условия, обеспечивающие возникновение на прикатодном погранслое плазмы ГР "отрицательного" скачка потенциала. При наличии этого эффекта величина падения напряжения в прикатодной области ГР может превысить разность потенциалов, приложенных к электродам газоразрядной камеры извне. Этот эффект может возникнуть в опыте [2]. Как известно, при наводо-радиации катода из  $Pd$  в процессе электролиза тяжелой воды его кристаллическая решетка разрушается. В ней появляются трещины, возникновение которых сопровождается не только акустическими волнами, но и эмиссией электронов и электромагнитным излучением довольно широкого диапазона длин волн. Это свидетельствует о том, что стенки свежесформированных трещин заряжены до очень большой разности потенциалов. Однако такой микроскопический конденсатор недолговечен. Он очень быстро разряжается. Причем время его разрядки значительно меньше времени, необходимого для пролета ядром дейтерия ширины трещины. Но именно в такого типа конденсаторах и может проявиться себя эффект "отрицательного" скачка потенциала. Правда его роль в этом случае сведется только к увеличению времени существования в расщелине больших электрических полей, что позволит ядрам дейтерия, ускоряясь этими полями, у противоположной стенки трещины приобрести энергию, достаточную для слияния ядер. Следует, что носит в значительной мере случайный характер. Но его появление можно вызвать и преднамеренно [3].

1. Воронов А.Я. // Изв. АН СССР, сер. Мех. жидк. и газа, 1988, № 3, с.101-108.
2. Fleischmann M., Pons S., J. *Electroanal. Chem.* 1989, v.261, p.301
3. Карабут А.Б., Кучеров Я.Р., Савватинсва И.Б. // Письма в ЖТФ, 1990, т.16, в.12, с.53-57.

ДЕФОРМАЦИИ, НАПРЯЖЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЕ ПАЛЛАДИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ТЕРМО- И БАРОЦИКЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОТИЕМ И ДЕЙТЕРИЕМ

Гурьянов В. Г., Кошель В. И., Латышев В. В., Чоловян И. И., Шулика Н. Г.

Отличительной особенностью мембранных сплавов на основе палладия, используемых в диффузионных фильтрах изотопов водорода, является их способность к интенсивному растворению изотопов водорода  $n = 0.6$  ат. Н/ат. Ме. Растворение сопровождается значительными деформациями, которые могут приводить к возникновению напряжений, превышающих предел прочности сплава. Поэтому, при известных режимах термо- и бароциклического нагружения образцов из этих сплавов в водороде они разрушаются.

Изучена дилатация образцов палладиевых сплавов в атмосфере протия и дейтерия. Проведены расчеты полей напряжений, возникающих в образцах различной формы и размеров. Анализируются механизмы дислокационной компенсации концентрационных напряжений и разрушения образцов (блистерный механизм, механизм Стрo, термохимический прожог и др.).

Изучена кинетика сорбции протия и дейтерия образцами мембранных сплавов в интервале температур 20-600 С и давлений 0.01-5 МПа. Установлены границы термодинамических параметров, где влияние скорости поверхностных процессов становится определяющим в процессах насыщения и дегазации сплава.

Изучена микроструктура образцов мембранных сплавов в исходном состоянии и после различных видов термо- и бароциклического нагружения. Показано, что чистый палладий рекристаллизуется уже при температуре 300-350 С. В то время как мембранные сплавы имеют температуру рекристаллизации на 300-350 С выше. Установлено, что термо- и бароциклическое нагружение образцов мембранных сплавов приводит к снижению температуры рекристаллизации.

Анализируются факторы влияющие на водородоустойчивость и кинетику разрушения образцов мембранных сплавов.

ИССЛЕДОВАНИЯ НАДАТОМНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ПАЛЛАДИЙ-ВОДОРОД И ПАЛЛАДИЙ-ДЕЙТЕРИЙ

С. П. Кузнецов, И. В. Мешков, А. Д. Перекрестенко, А. В. Шелагин  
(ФИАН СССР)

С помощью рассеяния очень холодных нейтронов (ОХН) на времяпролетном спектрометре ОХН изучена надатомная структура систем  $Pd/H_x$  ( $x=0; 0,008; 0,105; 0,26; 0,32; 0,51; 0,71$ ) и  $Pd/D_x$  ( $x=0; 0,602$ ) при комнатной температуре и 80 К. Обнаружено, что часть водорода и дейтерия в палладии кластеризуется с характерными размерами кластеров до сотен ангстрем. При этом при понижении температуры образцов до 80 К размеры кластеров приблизительно в 1,5 раза увеличиваются. Существенным моментом является отсутствие повторяемости в параметрах кластеров (характерный размер, концентрация) при повторных процессах наводороживания.

КИНЕТИКА ПРЯМОГО  $\alpha \rightarrow \beta$  И ОБРАТНОГО  $\beta \rightarrow \alpha$  ПЕРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПАЛЛАДИЙ ВОДОРОД .

Г.П.Ревкевич, А.А.Кацнельсон, М.А.Князева .

1. Образцы палладия, вырезанные из прокатанной ленты различного времени ( от 5 до 70 мин.) электрохимически насыщались водородом при плотности тока  $2,5 \text{ mA/cm}^2$ . После наводороживания образцы дегазировались на воздухе при комнатной температуре.
2. Проводилось измерение интегральной интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов  $\alpha$  - и  $\beta$  - фаз. Из этих данных определялось объемное содержание  $\beta$  - фазы  $\rho(t)$  непосредственно после наводороживания и в зависимости от времени дегазации образцов.
3. Анализ экспериментальных данных показал, что кинетика прямого  $\alpha \rightarrow \beta$  превращения описывается уравнением 
$$\rho(t_{нас}) = 1 - \exp[-\gamma(t_{нас} - t_0)]$$
 Численные значения величин  $\gamma$  и  $t_0$  зависят от кристаллографической ориентировки, что связано с ориентационной зависимостью упругой энергии образования плоского зародыша и с энергии миграции междофазной границы.
4. Средняя скорость обратного  $\beta \rightarrow \alpha$  превращения зависит от времени насыщения и уменьшается при росте последнего. Для малых времен насыщения скорость обратного  $\beta \rightarrow \alpha$  превращения возрастает в процессе самого превращения, для больших времен насыщения наоборот уменьшается в процессе самого превращения. Каждая кинетическая кривая в координатах  $\ln \rho - t$  может быть разбита на участки с постоянным показателем в экспоненте.

Московский Государственный  
Университет.

ДЕФЕКТНОСТЬ ФАЗ В СИСТЕМЕ ПАЛЛАДИЙ - ВОДОРОД .

Г.П.Ревкевич, А.А.Кацнельсон.

1. Отожженный образец палладия в виде пластины, вырезанной из слитка, электрохимически в несколько этапов насыщался водородом при плотности тока от 25 до 60  $\text{mA/cm}^2$ . Между наводороживаниями образец дегазировался на воздухе при комнатной температуре.
2. Проводилось измерение интегральной интенсивности и интегральной ширины рентгеновских дифракционных максимумов (111), (200), (222) и (400), а также измерение интенсивности диффузного фона.
3. Насыщение образца водородом ( прямое  $\alpha \rightarrow \beta$  превращение ) приводит к образованию в  $\alpha$  - фазе точечных дефектов ~~и дислокаций~~, дислокаций, дислокационных стенок и т.п. Наоборот в возникающей  $\beta$  - фазе происходит снятие основной части точечных дефектов, уменьшение плотности дислокаций в малоугловых границах вплоть до полного их исчезновения.
4. При обратном  $\beta \rightarrow \alpha$  превращении в возникающей  $\alpha$  - фазе помимо дислокаций и их комплексов образуются точечные дефекты, которые затем коагулируют, образуя микропустоты и дислокационные петли малого размера.
5. Скорость изменения дефектной структуры  $\alpha$  - и  $\beta$  - фаз зависит от кристаллографической ориентировки их областей по отношению к потоку атомов водорода.

Московский Государственный  
Университет .

ИЗУЧЕНИЕ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ ТИТАНА ПОСЛЕ ВОДОРОДНОГО НАСЫЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЗИТРОНОВ

А.Н.Жихарев

ЦНИИчермет им.И.П.Бардина, Москва

Использование позитронов, как зондирующих частиц, интересно с физической точки зрения тем, что они являются частицами одного знака заряда с протонами. Установленным свойством позитронов является их способность к локализации на дефектах с пониженной электронной плотностью, при этом объем, из которого происходит захват позитронов дефектами, на 3-6 порядков превышает объем самого дефекта.

Измерялось время жизни позитронов  $\tau$  в образцах титана зонной очистки в ходе выдержки после окончания насыщения. Электролитическое насыщение осуществлялось при плотности тока 5 ма/см<sup>2</sup> в 0,05 Н растворе H<sub>2</sub>S O<sub>4</sub> в течение часа. Время одного измерения  $\tau$  составляло 4-5 мин., на отдельных образцах изучалась кинетика выделения диффузионно-подвижного водорода.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в процессах дефектообразования существенную роль играют гидриды, часть из которых метастабильна. Так на 20-25 минутах выдержки наблюдается минимум  $\tau$ , связанный, по видимому, с выделением дополнительного количества водорода в решетку и усилением эффекта экранирования дефектов.

Можно также отметить, что размеры дефектов, возникающих в результате насыщения, не превосходят размеров моновакансий.

После выдержки образцов в течение 10 дней величина  $\tau$  возвратилась к исходному значению 160 пс, характерному для малодефектной структуры. Поэтому можно сделать вывод, что крупных необратимых дефектов типа трещин и микропор в титане при использовании режиме электролитического насыщения не образуется.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИТИЯ ПО СПЕКТРАМ  $\beta$ -РАСПАДА

Р.Н. Кузьмин, А.П. Куприн, П.О. Федосагов, В.И. Сахаров, Б.Н. Шилкин

Наличие трития в твердых телах можно определять по спектрам  $\beta$ -распада. Для регистрации спектра электронов использовался газопоточный пропорциональный детектор плоского типа I.

Верхняя граница  $\beta$ -спектра трития составляет 18,6 кэВ, а пробег электронов с такой энергией в гелии при атмосферном давлении  $\sim 33$  мм. Максимум спектра при выходе электронов из Pd, Ti, Zr, лежит в области 2 кэВ - 6 кэВ. Поэтому с хорошей эффективностью регистрация электронов от распада трития в указанных металлах имеет место в детекторе с толщиной чувствительной камеры равной 10 мм. Для избежания искажения спектра из-за "краевых" эффектов размеры камеры в плоскости поверхности образца в 2 - 3 раза превышали размеры последнего; при исследовании образцов с размерами 15 x 15 мм<sup>2</sup> использовался детектор с диаметром камеры 60 мм. Анодом служила позолоченная вольфрамовая нить общим диаметром 100 мкм, расположенная по диаметру камеры на середине ее высоты. Образец находился под "нулевым" потенциалом и служил катодом, напряжение анода составляло  $\sim 1190$  В. Через детектор прокачивали He + 5% CH<sub>4</sub> смесь со скоростью  $\sim 0,5$  см<sup>3</sup>/с. При оптимизированных параметрах спектрометрического тракта энергетическое разрешение системы регистрации в области энергии 7 кэВ составляло 18 - 20%. Градуировку энергетической шкалы осуществляли по спектрам фотоэлектрического поглощения характеристического рентгеновского излучения S- K<sub>L</sub> и Cu K<sub>L</sub> с энергиями соответственно 5,41 кэВ и 8,05 кэВ. Излучение проникало в детектор через расположенные диаметрально друг другу и находящиеся в одной плоскости с нитью анода штуцеры предназначенные для входа и выхода газовой смеси.

И. Митрофанов К.П., Шпинель В.С. // ЖЭТФ. -1961. -Т.40, №3. -С.983-985.

МЕТОДИКА НАСЫЩЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЕЙТЕРИЕМ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

С.П.Воробьев<sup>†</sup>, Р.Н.Кузьмин, А.П.Куприян, М.И.Меньшиков<sup>‡</sup>,  
П.О.Резолютов, В.М.Сахаров, Б.Н.Швилкин  
(ВНИИА, Институт синергетики-МГУ)

Описаны процессы и методика газового насыщения образцов (металлов и других материалов) для последующего изучения слияния ядер. Насыщение изотопами водорода проводится через поглощение газа образцами из системы, в которой промежуточной средой служат активно поглощающие газ материалы ( $Zr$ ,  $Ti$  и др.).

Предварительно материалы, сорбирующие водород подвергаются тщательной вакуумно-технической обработке. Исследуемый образец проходит подобный цикл очищения от газов и последующего насыщения из сорбентов при определенной температуре для каждого металла и режима, который связан с получаемой  $\alpha$  или  $\beta$  - фазой металла.

В докладе проведено сопоставление режимов насыщения, исходя из фазовых диаграмм состояния (P, T-диаграммы) и дано сопоставление с насыщением газа при низких температурах под давлением, а также насыщения материалов другими методами (электролиз, амплантация, газовый разряд). Проведена оценка скорости и глубины насыщения газами от токовых режимов, температуры и давления.

Физфак МГУ

С.М.Лукашин<sup>‡</sup>, Р.Н.Кузьмин<sup>†</sup>, А.Р.Мкртчян<sup>‡</sup>, Э.С.Мартиросян<sup>‡</sup>,  
П.О.Резолютов<sup>†</sup>, Б.Н.Швилкин<sup>†</sup>

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ КООРДИНАТНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ К РЕГИСТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

(<sup>‡</sup> ИИПФ АН Арм.ССР, <sup>†</sup> МГУ, физфак)

На основе явления дрейфа и размножения электронов в пористых веществах, которое возникает при помещении слоя вещества в вакуум при наложении электрического поля, был создан принципиально новый быстродействующий координатно-чувствительный детектор, способный с высокой эффективностью регистрировать практически все заряженные частицы:  $\alpha$ ,  $\beta$ , осколки ядер и т.д., рентгеновское и  $\gamma$ -излучения, нейтроны тепловой энергии.

Детектор состоит из плоскопараллельных катодов, в центральной плоскости которых натянуты тонкие анодные проволоки с определенным шагом. Пространство между катодами (вместе с анодными проволоками) наполнено пористым веществом, которое получено путем осаждения из газовой фазы. В качестве пористого вещества используются диэлектрики или полупроводники с хорошими вторично-эмиссионными характеристиками ( $KCl$ ,  $CaI$ ,  $ZnF$ ,  $MgO$  и т.д.). При регистрации больших потоков частиц ( $> 10^8$  част./сек  $cm^2$ ) может возникнуть сильная электризация пористого слоя. Для исключения этого негативного эффекта увеличивается проводимость пористого слоя, приводящая к увеличению темнового тока.

К детектору разработана быстродействующая электроника (быстродействие  $\sim 1-10$  нс), позволяющая выделять полезный сигнал из фона и передавать на ЭВМ для хранения и обработки.

## Характеристики детектора:

1. Амплитуда сигнала на нагрузке 500 м -  $\geq 10$  мВ
2. Передний фронт сигнала  $\sim 1$  нс
3. Эффективность регистрации:
  - для заряженных частиц  $\approx 100\%$
  - для  $\gamma$ -квантов с энергией до 400 кэВ и выше 2 МэВ  $\approx 100\%$
  - для  $\gamma$ -квантов с энергией от 400 кэВ до 2 МэВ  $\sim 30\%$
  - для тепловых нейтронов  $\approx 100\%$
4. Временное разрешение 0,1 нс
5. Координатное разрешение  $\approx \pm 25$  мм
6. Рабочая площадь  $\sim 1-50$  см<sup>2</sup>
7. Рабочее напряжение  $\sim 1000$  В
8. Вакуум  $\leq 10^{-2}$  Торр.
9. Время дрейфа или размножения составляет  $\sim 10^{-11}$  сек
10. Область пространственной локализации электронов на высоте из олова составляет  $\sim 20$  мм.

Детектор был использован для регистрации продуктов слияния ядер дейтерия в различных гидридообразующих материалах (Ti, V и др.). Дейтерий внедрялся в металлы при электролизе, из газовой фазы при нагреве материалов и в газовом разряде. Показана применимость детектора к регистрации заряженных частиц. Результаты измерений обрабатываются.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ХОЛОДНОМУ СИНТЕЗУ "ЭХСС"

А.А.Алферов, Д.Г.Баратов, И.В.Иванов, Н.Б.Иванова,  
Л.А.Микаэли<sup>\*</sup>, М.Д.Скорохватов<sup>\*</sup>, М.М.Фикс, А.В.Этенко<sup>\*</sup>

НПО "Энергия"

Всесоюзный научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций

Установка ЭХОС создана для регистрации нейтронов, возникающих в процессах низкотемпературного ядерного синтеза в конденсированных средах. С целью снижения влияния космического фона детектор нейтронов на базе 72 гелиевых пропорциональных счетчиков СМ-66 имеет пассивную защиту  $\sim 4$  метров водного эквивалента. Эффективный объем полости детектора составляет  $\sim 10$  дм<sup>3</sup>. Скорость счета фоновых нейтронов  $\sim 0,3$  с<sup>-1</sup>. Эффективность регистрации нейтронов измерена с помощью двух источников нейтронов (плутоний-бериллиевый источник с интенсивностью  $\sim 20$  с<sup>-1</sup> и нейтроны спонтанного деления из образца  $U^{238}$  с интенсивностью  $\sim 10$  с<sup>-1</sup>) и составляет  $\sim 0,33$ .

Внутри полости детектора размещена герметичная камера, имеющая системы безмасляной вакуумной откачки (до  $\sim 10^{-7}$  торр), газонапуска (дейтерий), прогрева находящегося в камере образца (до температуры  $\sim 700^\circ$  С) и соответствующие средства регулирования и контроля работы этих систем. Предусмотрено охлаждение наружной поверхности камеры проточной водой для сохранения работоспособности гелиевых газоразрядных счетчиков в процессе насыщения нагретого образца дейтерием.

<sup>\*</sup> Институт атомной энергии им.И.В.Курчатова



ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОДОРОДОМ ОКСИДНЫХ ВОЛЬФРАМОВЫХ БРОНЗ

Калиев К.А., Барабошкин А.Н., Будрин Л.Д., Сведлов Н.В., Арбузов В.Я., Торохов В.И., Андреева В.С.

ИЭХ УрО АН СССР, УПИ им. С.М.Кирова, УОМЗ (г. Свердловск), ИИЭМ (г. Москва)

Одним из путей изучения возможности стимулирования холодного ядерного синтеза в конденсированных средах является поиск "эффекта" Фляйдмана, Понса на материалах, структурно проницаемых для водорода и его изотопов, подобно металлическому палладию. В настоящей работе в качестве такого объекта рассмотрен монокристалл оксидной натрий-вольфрамовой бронзы состава  $Na_{0,9}WO_3$ . Обращение к оксидным бронзам определено тем, что у них в зависимости от природы щелочного металла и его содержания может меняться тип проводимости, вызванный структурными превращениями. В частности, появление микробразитов в бронзах при малых содержаниях в них катионов протяженных каналов гексагональной структуры. Оксидные бронзы с подобным типом структур должны представлять несомненный интерес, т.е. в них при замене щелочного катиона на протий (дейтерий, тритий) открывается возможность движения собственно ядер. Эксперимент состоял из трех основных этапов. Первоначально электролизом расплава состава  $0,8Na_2WO_4-0,2WO_3$  при  $t = 700^\circ C$  выращивали монокристалл оксидной натрий-вольфрамовой бронзы размером 8-15 мм. Затем грань бронзы обдывали по натрию, используя кристаллы как твердотельный источник ионов, помещенный в печь ( $670^\circ C$ ), установленную в вакуумную камеру. И, наконец, напуском при комнатной температуре в камеру водорода осуществляли насыщение им бронзы. Одновременно с помощью термопары, введенной в контакт с монокристаллом бронзы, контролировали изменение его температуры. Отмечено, что всякий раз температура образца повышалась  $40 \rightarrow 65^\circ C$ , одновременно наблюдалось его окрашивание. По оценкам, выделение тепла на поверхности кристалла составляет не менее  $(2+3) \cdot 10^3$  ккал на 1 моль введенного в кристалл водорода, что мы объясняем наличием фазовых переходов.

ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ ТЕРМОЯД: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОГНОЗЫ /ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ/ В.А. Е е л о к о н ь, Лаборатория проблем прогнозирования, МГУ

COMMUNICATION ON PROBLEMS AND ASSESSMENT OF I C F RESEARCH V. Belokogne, Chief. Lab. of Problems in Assessment, Moscow University

Контролируемый инерциальный термойд/1,2/ явился *spin off* попыток создать в конце 50-х гг "чистую бомбу"/3/. Масштаб микровзрыва  $U_{Дж}$  задается выском плотности  $\rho_{T/cm^3}$  термоядерного горючего массы  $M_T$  и удельным выходом  $\approx 10^{11}$  Дж/г для DT, DD и  $D^3He$  согласно оценкам вида  $10^8/3 \cdot 10^{19}$  нейтр.  $\approx \gamma \approx 10^{12}/\rho_{DT}^2 \dots 10^{15}/\rho_{D^3He}^2 \approx 10^9/3 \cdot 10^{20}$  нейтронов при удельной мощности микровзрыва  $\dot{U}/m \approx 10^{19}$  или, типично,  $10^{30}$  нейтронов/сек. В отличие от термойда в звездах и бомбе, с "оптически толстым" сжатом/4/ топливом, для мишеней микровзрыва характерны эффективно толщине  $\langle R \rangle$   $\tau/cm^2 \approx (2+5) \rho_{DT} \dots (10+20) \rho_{D^3He}$  - прозрачные для типичных фотонов и нейтронов, но задерживающие альфа-частицы и протоны - продукты реакции, способствующие разгоранию. Прогнозируемый коэффициент усиления энергии  $= U/U_{Дж}$  при энергии "драйвера", инициирующего мишень сжимающим и нагревающим воздействием  $E_{Дж} = 5-10$  МДж/5/ составит к 2010-2015 гг около 100 для DT /в нейтроны 70-80% энергии/ и  $\approx 10$  для DD с нейтронным выходом 20-15% или для  $D^3He$  с нейтронным выходом  $\approx 2\%$ . После 2015-2025 гг усовершенствование мишеней должно дать /5-10/ повышение усиления для DT до 1000-1500 и до 100-250 для  $D^3He$ . Лазеры наиболее перспективны при создании компактных, мобильных систем, в т.ч. азресисмических: лазерный луч легче фокусируется на мишень до  $10^{15-16}$  Вт/см<sup>2</sup> при удельной мощности поглощения лазерной плазмой  $10^{17-20}$  Вт/г, смотря по длине волны, давая абляционное давление  $\approx 100$  Мбар. Программирование такого воздействия даёт низкоянтронийный ник плотности топлива  $100+1000$  г/см<sup>3</sup> за счёт кумулятивных процессов в мишенях соответствующего устройства и точности обработки до 100 Å. Но такие мишени могут оказаться чрезмерно дорогими, а КПД лазера слишком низким для промышленной энергетики, где перспективнее сильноточные тяжёлоионные ускорители с  $E_{Дж} = 10+100$  МДж/ $10^{15}$  Вт,  $10^{13+14}$  Вт/см<sup>2</sup>. Кроме систем высокоянтронийного абляционного воздействия разрабатываются неабляционные - с использованием светового давления при облучении  $\geq 10^{20}$  Вт/см<sup>2</sup> и ещё более обещающие электромагнитные ускорители мишеней или их фрагментов/6/ при "драйверном" КПД до 50+60% и пиковой мощности не выше  $10^{11-12}$  Вт и коэффициенте передачи энергии воздействия в энергию сжатого и нагретого топлива = 0,25 -0,5 в отличие от 0,05-0,20 для лазерного и пучкового воздействий, сводящихся к абляции или отколу. Создание высокоэффективных электромагнитных систем такого типа прогнозируется нами как результат конверсии разработок в США по программам ССИ.

Нынешние лазеры диапазона  $10^4$ - $10^5$  КДж/л-5 нсек,  $0,25 \pm 0,5$  мкм пока дали не более  $10^{14}$  нейтронов/100нс из топлива  $\approx 10$  г/см<sup>3</sup> и не более  $10^9$  при  $\rho_{дт} \approx 100$  г/см<sup>3</sup>. Между тем, с 1986 г в Неваде успешно ведутся испытания мишеней по программе "Халитэ-Центурион" ЛДНД-ЛАНД. Предположительный масштаб этих микровзрывов  $Y=10^9-10^{10}$  МДж при  $E_d=10^{7-8}$  Дж,  $m_{дт}=10-100$  мг,  $\rho_{дт} \approx 100$  г/см<sup>3</sup> под абляцией рентгеновским тепловым излучением  $1$  кэВ, трансформированным из радиации обомбы/7/. Достигнув так успеха в дизайне мишеней на ДТ, они переходят к мишеням на  $D^3He$ , т.е. к  $1000$  г/см<sup>3</sup>. Использование именно изотропного теплового излучения даёт высокосимметричное сжатие, теоретические основы которого установлены/8/. Рентген генерируется около мишени экранами, преобразующими двустороннее воздействие подходящего драйвера - от ладера до рельсоустрона, хотя для класса мишеней, предложенного нами/2,6/, целесообразно и "прямое" использование "электромагнитного пулемёта", обещающее коэффициент усиления не менее  $1000$ , хотя проблематикой остаётся прецизионность и компактность такой системы. В США лазерные "драйверы" на  $2 \div 10$  МДж/10<sup>15</sup> Вт запланированы в 1995-2005 гг., электромагнитные - вряд ли позже. Кроме использования микровзрывов для промышленной энергетики, пережигания отходов атомных фабрик и АЭС, а также - ракет, способных доставить 2000т корабль к Марсу за 14 дней или обеспечить создание искусственной кометы, намечается использование их уникальной мощности для накачки гигантских лазеров рентгеном или нейтронами, а также - попытки генерирования мощного гравитационного излучения /с использованием поляризованного топлива/1/.

**ЛИТЕРАТУРА.** 1. J. Nuckolls et al: Nature 1972 v239; Phas. Today 1982 sept.-УФН 1984 июль. J. Lindl: Fus. Techn. 1989 mar., Phys. Fluids 1990 may.  
2. В. Белоконов: УФН 1977 т122; Инерц. Термояд-лекции МГУ ФТ, ММ 1975-80.  
3. Review of DoE ICF Program, Nation. Academy of Sciences 1986 march.  
4. D. Hirsch, W. Mathews: Bulletin of Atomic Scientists 1990 jan.-feb. p22.  
5. Lawrence Livermore Laboratory LASER PROGRAM Annual Reports, UCRL-50021-72 ...-87 (1972-90). R. Kidder: preprint UCRL-83342 (1979/80). Mead W. et al: Nucl. Fus. 1986 p813; Phys. Flu. 1988 may. McCroxy R. et al: Nature 1988 sept 15. ILE OSAKA C. Progr. Rep. 1987-89. MPQ-berichten 1985-1990.  
6. IMPACT FUSION WORKSHOP LAST. 1979. E. Harrison: FRL 1963 v11 n1; Nature 1981 v291 p472. AW&ST 1990 may 7 p89. В. Белоконов: ДАН 1988 № I с86-91.  
7. Rev. DoE Program rep. ICF 1990; FPAC rep. 1990; NY Times 1988 march 21.  
8. Е. Забабахин, И. Забабахин: Явления неограниченной кумуляции, М. 1988.  
9. G. Miley (ed): Advanced Fusion, Assessment AF Study, NAS Washington 1987; Minicourse on Fusion Application in Space-1988, Univ. of Illinois 1989.  
10. М.М. Баско: О зажигании ДТ и ДД микросфер, препринт ИТФ 1990 № 16.  
11. В.А. Белоконов: в сб. "Эксперим. тесты теории гравитации", М. МГУ 1989.

А.А. Васильченко  
(УкриниГаз, Харьков)

1. Очевидно, что холодный ядерный синтез (ХЯС) представляет собой процесс самоорганизации вещества и энергии, имеющий две стадии: 1) образование из молекул, атомов или ядер изотопов водорода структур с плотностью, обеспечивающей условия для ХЯС; 2) самоорганизация ядер в более сложные структуры и накопление ядерной энергии в структурных связях, сопровождающееся диссипацией теплоты. Проблема ХЯС, в конечном счете, заключается в создании условий для самопроизвольного образования диссипативных структур на первой, физико-химической стадии процесса самоорганизации.

2. Установлена справедливость обобщенного синергетического принципа, по крайней мере, для физико-химических процессов самоорганизации / I /: самоорганизация вещества и энергии происходит при нарушении состояния равновесия системы вследствие внешнего воздействия и за счет ответной реакции системы в виде когерентного поведения ее элементов и при преобладании действия положительной обратной связи. Для жидких конденсированных систем активная реакция на внешнее воздействие чаще всего связана с энтропосмосом - самопроизвольным движением структурных элементов жидкости против градиента структурной организованности (СО). Параметр СО, т.е. параметр порядка, измеряется в энтропийных единицах; об относительной его величине можно судить по структурно-чувствительным параметрам жидкости - плотности, диэлектрической проницаемости и т.д.

3. На основе синергетического подхода концептуальная модель ХЯС может быть представлена следующим образом. При насыщении металла, например, дейтерием часть дейтронов проникает в дефекты структуры кристалла (границы зерен, дислокации, микротрещины и т.д.), опять превращается в атомы и молекулы и образует адсорбционные слои, которые можно рассматривать как двумерную жидкость. В тупиковой части дефектов, где адсорбционные слои перекрываются, образуются участки с трехмерной жидкостью. Внешние воздействия (электрическое поле, гесметрическая форма дефекта и т.д.) отражаются в структуре жидкости в виде градиента СО, который в свою очередь формирует энтропосмотический поток, т.е. порождает когерентное поведение элементов структуры жидкости. В тупиковой части

дефекта поток уплотняет структуру жидкости и тем самым вызывает увеличение градиента СО, что по механизму продолжительной обратной связи обуславливает рост движущей силы потока. Самоуплотнение жидкости приводит к образованию диссипативных структур, давление в которых, судя по величине давления в газовых включениях, достигает десятков мегапаскалей, рост микротрещины и разрушение металлического образца. Степень уплотнения ограничивается только прочностью кристаллического материала. При достаточном сближении ядер дейтерия в диссипативных структурах становится возможной реакция ХЯС, выделение тепла и последующее разуплотнение структур, поскольку нагрев действует как отрицательная обратная связь.

4. Из приведенной модели следует, что для осуществления ХЯС необходимо:

- использование жесткой и прочной подложки, возможно из керамики или металла, не растворяющего водород;
- в подложке-мембране по ее толщине образовать конические поры или микротрещины;
- нанести на подложку-мембрану слой водородрастворяющего металла;
- при осуществлении наводороживания мембраны со стороны открытых пор или микротрещин, усилить процесс самоорганизации наложением электрического поля с противоположной стороны;
- производить съем тепла с мембраны и удаление продуктов синтеза.

подход

5. Синергетический, представленный в работе / 2 /, не учитывает явления энтропосмоса и поэтому приводит к принципиально иным результатам / 3 /.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Васильченко А.А. Физико-химическая модель зарождения и роста кристаллов газогидратов. - В сб. тез. Межд. конф. "Разработка газоконденсатных месторождений". - Краснодар, 1990. Секция 6. Фундаментальные и поисковые научные исследования. с. 130-132.

2. Филимонов В.А. О вероятности реализации холодного ядерного синтеза. Письма в ЖТФ. 1990 т. 16. В. 19. с. 42-46.

3. Филимонов В.А. О механизме холодного ядерного синтеза. Письма в ЖТФ. 1990 т. 16. В. 20. с. 29-34.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Б.Я.Гужовский, В.И.Серов, Ю.А.Соловьев, С.В.Трузилло, В.С.Руднев, Л.И.Кочемасова, Ю.М.Хирный. Наблюдение нейтронной вспышки при саморазогреве дейтерированного палладия	3
2. И.И.Новиков, А.Н.Борзяк, В.В.Сухаревский. Регистрация продуктов холодного синтеза	4
3. В.А.Ромоданов, В.И.Савин, М.В.Шахурин, В.Т.Чернявский, А.Е.Пустовит, Э.М.Федоров, Я.В.Скуратник. Низкоэнергетический ядерный синтез в твердом теле	5
4. Б.Я.Гужовский, В.И.Серов, С.В.Трузилло, В.С.Руднев, Е.В.Камская. Наблюдение выходов нейтронов и тритонов при часнении титана дейтерием в электролизе	6
5. А.А.Кхимчук, В.И.Тихонов, С.М.Тришечкин, Н.С.Ганчук, Б.Я.Гужовский, Ю.И.Плотников, Ю.А.Соловьев, Ю.А.Хабаров, А.Б.Левкин. Регистрация выхода нейтронов при термоциклировании дейтерида ванадия	7
6. В.М.Головков, В.Б.Ларионов, Л.Е.Марков, С.В.Образцов, И.П.Чернов. Влияние режимов электролиза тяжелой воды на протекание ядерного синтеза в титане	8
7. А.Ф.Гэрбачев, В.М.Головков, Ю.И.Турин, И.П.Чернов. Реакция ядерного синтеза в палладии, стимулированная тлеющим разрядом в дейтерии	9
8. Н.З.Галунов, В.А.Тарасов. Возможности регистрации сцинтилляционным методом сверхслабых потоков ионизирующих излучений, ожидаемых в реакциях низкотемпературного ядерного синтеза	10
9. В.С.Бушуев, Л.Н.Жарихина, С.П.Кузнецов, Ю.А.Лапушкин, А.И.Никитенко, А.Д.Перекрестенко, Н.П.Сапожников, С.М.Толоконников, А.М.Цховребов. Некоторые эксперименты по электролизу тяжелой воды с палладиевыми и платиновыми электродами	11
10. М.А.Ярославский. Иницирование ядерных реакций в результате пластической деформации и фазового перехода в содержащей дейтерий нерадиоактивной конденсированной среде	12
11. А.Б.Карабут, Я.Р.Кучеров, И.Б.Савватимова. Исследование возможности осуществления синтеза ядер дейтерия в условиях тлеющего разряда	13

12. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, Е.П.Ковальчук, Г.И.Мерзон, В.А.Царев. Регистрация нейтронов и трития из массивной палладиевой мишени насыщенной дейтерием	14
13. И.С.Якимов, С.А.Козлова, Е.А.Павлов, И.И.Смирнов. Регистрация нейтронов при восстановлении оксалата палладия дейтерием и рентгенографическое изучение процесса	15
14. М.И.Мартынов, А.И.Мельдянов, А.М.Ченовский. Исследование аномальных ядерных явлений в дейтерийнасыщенных металлах	16
15. Б.В.Дерягин, А.Г.Ляцон, В.А.Клюев, Ю.П.Топоров, Д.М.Саксв, М.А.Колобов. Иницирование $D-D$ -реакций при механических воздействиях на дейтерированные твердые тела	17
16. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, В.В.Кузьминов, Б.В.Притыченко, Г.И.Мерзон, В.А.Царев. Регистрация коррелированной нейтронной и акустической эмиссии из палладиевой мишени насыщенной дейтерием в подземном низкофононом эксперименте	18
17. В.П.Бычин, В.Г.Городецкий, Н.Н.Баталов, Б.Г.Полосухин, П.И.Новиков. Эмиссия гамма-квантов и нейтронов при электролизе $LiD$	19
В.И.Санияков, В.Г.Городецкий, Е.М.Сулимов, В.Я.Кудиков, Б.Г.Полосухин, С.О.Чолах, В.Я.Арбузов, Р.В.Емлин. Эмиссия гамма-квантов при электролизе в системе: $Ti$ -парогазовая фаза - $LiD$	19
Б.Г.Полосухин, В.Г.Городецкий, Е.М.Сулимов, П.И.Новиков. Протекание ядерных реакций в палладии, находящемся в газовой среде дейтерия	19
18. Ю.В.Мойш, Н.П.Валуев, В.И.Саррак, Г.А.Филиппов. Корреляция процессов фото- и нейтронной эмиссии при электролитическом насыщении металлов и сплавов	20
19. П.И.Голубничий, В.М.Громенко, Ю.М.Крутов, Н.И.Лысенко, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, Е.Е.Шимко, В.А.Царев. Экспериментальные исследования ядерной эмиссии при фазовых переходах в системах с тяжелой водой	21

20. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, В.А.Царев. Звуковая локация активных областей палладиевой мишени в нейтронно-акустическом корреляционном эксперименте	22
21. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, В.А.Царев. Стимуляция реакций НТС в насыщенной дейтерием палладиевой мишени внешним понижающим излучением	23
22. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, А.П.Дегтярев, Г.А.Прокопец, В.А.Царев. Эксперименты по поиску тонкой временной корреляции сигналов ядерной, акустической и электромагнитной эмиссий в реакциях НТС	24
23. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, Г.И.Мерзон, В.А.Царев. Наблюдение корреляций ядерной, акустической и электромагнитной эмиссий при электролитическом насыщении палладия дейтерием	25
24. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, Ю.А.Артеменко, А.В.Гольцов, В.А.Гольцов, А.Ф.Волков, В.А.Царев. Эксперименты по регистрации ядерной и акустической эмиссии из насыщенных дейтерием образцов металлов и интерметаллидов	26
25. Н.А.Ищенко, В.В.Латышев, Г.И.Миронова. Акустическая эмиссия в сплавах палладия при их наводороживании	27
26. Н.П.Валуев, Ю.В.Мойш, В.И.Саррак, Г.А.Филиппов. Эмиссия частиц при трещинообразовании и проблема ядерного синтеза в металлах	28
27. С.П.Ананьев, М.И.Мартынов, А.И.Мельдянов, А.Л.Ниссельсон, А.М.Ченовский, В.В.Шемякин. Акустические измерения при электрохимическом насыщении металлов изотопами водорода	29
28. Н.П.Валуев, Ю.В.Мойш, В.И.Саррак, Г.А.Филиппов. Аномальная фотоэмиссия металлов и сплавов, насыщенных водородом	30
29. Р.Н.Кузьмин, А.С.Купчин, П.О.Ревокатов, Е.М.Сахаров, Б.Н.Швилкин. Изучение выхода продуктов ядерных реакций в системах металл-дейтерий	31
30. П.И.Голубничий, Н.И.Лысенко, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, В.А.Царев. Экспериментальные исследования ядерной эмиссии при ультразвуковой кавитации в системах с тяжелой водой	32

31. Ю.Н.Вершинин, Р.Р.Емлин, В.Г.Лисовских, В.Г.Городецкий, Т.А.Реч. Регистрация трития в продуктах высоковольтного наносекундного пробоя тяжелой воды	33
32. Ю.Н.Бажутов, А.Б.Кузнецов, К.П.Чертов, Е.И.Саулин, А.А.Ходяков. Экспериментальные исследования модели ХЯС	34
33. В.А.Ромоданов, В.И.Савин, М.Е.Махурин, Э.М.Федоров, П.В.Скуратник. Регистрация трития и других продуктов низкотемпературного ядерного синтеза в твердом теле	36
34. А.Н.Барабошкин. Электрохимические аспекты холодного ядерного синтеза	37
35. Г.П.Гордадзе, Т.Р.Агладзе, К.И.Сигуа. Возможность оптимального планирования комплексного эксперимента для выявления эффекта холодного синтеза и его механизма	38
36. А.Я.Беденький. Механизм диаоатического возбуждения электронов при распространении трещины в металлах	39
37. П.И.Голубничий, В.А.Царев. О возможных геологических проявлениях низкотемпературного ядерного синтеза	40
38. П.И.Голубничий, А.Д.Филоненко, А.А.Царик, В.А.Царев, В.А.Чечин. Ускорительно-трещинная модель НТС	41
39. Ю.Н.Бажутов, Г.М.Верешков. Модель холодного ядерного синтеза катализом эрзионов	42
40. Ю.Н.Бажутов, Г.М.Верешков. Возможная роль холодного ядерного синтеза катализом эрзионов в физике солнца и планет	44
41. Л.Д.Будрин. Новый подход к описанию взаимодействий, включая ядерные	45
42. Н.Ю.Лебедев, А.Л.Самгин, В.И.Цидильковский. Роль экранирования в реакциях низкотемпературного ядерного синтеза	46
43. Г.М.Филиппов, Н.Ю.Лебедев. Роль локализованных состояний заряженных частиц в реакции ядерного синтеза	47
44. Ю.В.Савин. Конвективные дейтронные токи в явлении ХЯС	48
45. В.К.Баранов, Б.Я.Тужовский, Н.А.Протопопов, К.А.Соловьев, В.И.Тихонов, А.А.Ехимчук. К вопросу о холодном ядерном синтезе	49

46. В.И.Высоцкий, Р.Н.Кузьмин. Квантовый безбарьерный и микрокумулятивный механизмы низкотемпературного синтеза в несовершенных кристаллах	50
47. В.И.Высоцкий, Р.Н.Кузьмин. Ориентационные эффекты в ХЯС	52
48. А.Я.Воронцов. Эффект отрицательного скачка потенциала на прианодном пограничном газоразрядной плазмы и его возможная роль в холодном ядерном синтезе	53
49. В.Г.Гурьянов, В.И.Комель, В.В.Латышев, И.И.Чоловян, Н.Г.Шулина. Деформации, напряжения и разрушения палладиевых сплавов при термо- и бароциклическом воздействии протием и дейтерием	54
50. С.П.Кузнецов, И.В.Мешков, А.Д.Перекрестенко, А.В.Шелагин. Исследования надатомной структуры систем палладий-водород и палладий-дейтерий	55
51. Г.П.Ревкевич, А.А.Кацнельсон, М.А.Князева. Кинетика прямого $\alpha \rightarrow \beta$ и обратного $\beta \rightarrow \alpha$ превращений в системе палладий-водород	56
52. Г.П.Ревкевич, А.А.Кацнельсон. Дефектность фаз в системе палладий-водород	57
53. А.Н.Михарев. Изучение дефектной структуры титана после водородного насыщения с помощью позитронов	58
54. Р.Н.Кузьмин, А.П.Куприн, П.О.Ревокатов, Е.М.Сахаров, Б.Н.Швилкин. Методика определения трития по спектрам $\beta$ -распада	59
55. С.П.Воробьев, Р.Н.Кузьмин, А.П.Куприн, М.И.Меньшиков, П.О.Ревокатов, Е.М.Сахаров, Б.Н.Швилкин. Методика насыщения образцов дейтерием из газовой фазы	60
56. С.М.Гукасян, Р.Н.Кузьмин, А.Р.Мкртчян, Э.С.Мартirosян, П.О.Ревокатов, Б.Н.Швилкин. Быстродействующий координатно-чувствительный детектор ионизирующего излучения и его применение к регистрации продуктов ядерного синтеза	61
57. А.А.Алферов, Д.Г.Баратов, И.В.Иванов, Н.Е.Иванова, Л.А.Микаэлян, М.Д.Скорохватов, М.М.Хисо, А.В.Стенко. Установка для экспериментов по холодному синтезу "ЭЯС"	62

58. К.А.Калиев, А.Н.Барабошкин, Л.Д.Будрин, Н.В.Сведлов,  
В.А.Ароузов, В.И.Терехов, В.С.Андреева. Тепловые эффекты  
при насыщении водородом оксидных вольфрамовых бронз 64
59. В.А. Белоконов. Инерциальный термометр: достижения и прог-  
нозы ( информационное сообщение). 65
60. А.А.Васильченко. Синергетический подход к проблеме  
холодного ядерного синтеза 67

Для заметок

Тезисы докладов Рабочего семинара "Реакции ядерного синтеза в конденсированных средах" (ОИЯИ, г.Дубна, 22-24 марта 1991г.) и Всесоюзной конференции "Холодный ядерный синтез" (состояние проблемы, теория и эксперимент), МГУ, Москва, 25-26 марта 1991г.

---

Подписано к печати 12.03.91г.

Офсетная печать. Бумага типографская № 2.  
Формат 60x84/16. Усл.печ.л. - 4.75. Уч.-изд.л. - 3.8.  
Заказ № 4977 Тираж 200 экз. Бесплатно.

---

Отпечатано в лаборатории офсетной печати и множительной техники  
отдела научно-технической информации НИИЯФ МГУ.

119899, Москва, ГСП, НИИЯФ МГУ