

ФИЗИКА НАШИХ ДНЕЙ

От редакции. В журнале "Успехи физических наук" уже были опубликованы две статьи (ноябрь 1990 г., т. 160, вып. 11, с. 3; апрель 1991 г., т. 161, №4, с. 152), посвященные драматической истории и состоянию дел в проблеме низкотемпературного ядерного синтеза. В них были высказаны соображения в пользу реальности этого явления. Вместе с тем, подчеркивалось, что за последнее время произошел заметный отход от первоначальной интерпретации его как результата "холодного" слияния ядер. В публикуемой ниже статье описывается хронологическая последовательность событий, связанных с этими исследованиями, и приводятся аргументы против рассмотрения этого явления как "холодного ядерного синтеза".

539.17

ОБЗОР ПО ХОЛОДНОМУ СИНТЕЗУ*Д.Р.О. Моррисон*

(ЦЕРН, Женева, Швейцария)

(Представлено на Пленарном заседании Международной конференции по термоядерной энергии. Голлулу, США, 24 июля 1990 г. — CERN/PPEIS002R/DROM/gm, September 1990)

Рассмотрены экспериментальные результаты по холодному синтезу. В большинстве экспериментов эффект не обнаружен, а верхние пределы существенно ниже положительных результатов ряда работ. Делается вывод о том, что: а) не существует избытка энерговыделения, б) в целом данные сильно противоречат наличию продуктов распада. Приводится любопытная география результатов, согласно которой в одних районах мира получают только отрицательные результаты, тогда как в других — только положительные. Кроме того, соотношение положительных и отрицательных результатов меняется со временем. Предыдущие исследования палладия указывают на невозможность протекания синтеза внутри него. Лучшее всего холодный синтез может быть объяснен как пример патологической науки.

1. Введение

Мы все сейчас экологи. И когда профессора Флейшман и Понс из штата Юта объявили 23 марта 1989 г., что им удалось осуществить слияние ионов дейтерия, сопровождавшееся энерговыделением, методом электролиза при комнатной температуре в простом электролитическом элементе — холодный синтез, нам всем хотелось в это верить. Еще оставались какие-то сомнения, но затем поступила дополнительная информация — они измерили энерговыделение и обнаружили нейтроны, гамма-кванты и тритий! А на следующий день из соседнего университета Брайама Янга поступили сообщения о независимом подтверждении эффекта Стивом Джонсом [1]. За ними быстро последовали и другие подтверждения. Начало апреля стало кульминацией, когда, наверное, 500 миллионов людей уже слышали о холодном синтезе, о Флейшмане и Понсе и мечтали о том, как морская вода с ее неограниченными

© D.R.O. Morrison 1990

© Перевод на русский язык,

Академия наук СССР,

"Успехи физических наук" 1991

запасами тяжелой воды могла бы стать экологически чистым источником энергии.

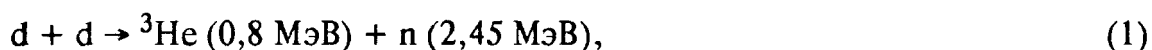
Однако ученые быстро осознали ужасное противоречие — на каждый ватт энергии должно приходиться миллион миллионов нейтронов в секунду, а наблюдали их немного — менее одного нейтрона в секунду у Джонса. В результате мечте об энергии синтеза пришлось опираться на две серии экспериментальных результатов, с одной стороны, касающихся энерговыделения, с другой, — регистрации таких продуктов распада, как нейтроны, — но они были несовместимы. И мечта растаяла.

18 апреля снова появились некие надежды, когда профессор Скарамучи из Фраскати представил статистически довольно надежные результаты и высказал идею о динамическом характере синтеза. С тех пор сообщалось о многочисленных экспериментах, в большинстве из которых эффект не был обнаружен, и только некоторые имели положительные результаты.

Мир разделился на "скептиков" и "сторонников", причем последние преобладали в некоторых регионах, например, в штатах Техас и Юта. Скоро появилось ощущение, что холодный синтез невозможно полностью объяснить с позиций обычной науки и пришлось привлечь патологическую науку. Предлагаемый обзор представляет статус экспериментальных результатов и попыток понять явление холодного синтеза.

В течение века было хорошо известно, что палладий и некоторые другие металлы способны абсорбировать большие количества водорода. Флейшману и Понсу, а также независимо Джонсу пришла мысль о том, что, если дейтерий можно было бы внедрить в палладий, то два ядра дейтерия приблизились бы друг к другу достаточно близко для их синтеза с выделением энергии большей той, что была затрачена. С этой целью они воспользовались простым электролитическим элементом с тяжелой водой в качестве электролита и с катодом из палладия или титана, на котором в процессе электролиза выделялся дейтерий.

Процессы синтеза $d - d$:



— хорошо изучены.

Эта статья является последним переработанным вариантом работы "Взлет и падение холодного синтеза", которая появилась в издательстве "Физикс Уорлд" в феврале 1990 г.

2. Хроника событий

1988

- 13 марта Флейшман информирует Дэвида Уильямса из Харуэлла, который приступает к экспериментам.
- 23 марта Сообщение с пресс-конференции Флейшмана и Понса об энерговыделении, нейтронах, гамма-квантах и тритии.
- 24 марта Джонс из Университета Брайама Янга объявляет об обнаружении нейтронов.

- 31 марта Лекция Флейшмана в ЦЕРНе — огромный успех. Но он признает, что у них не было контрольных измерений с обычной водой.
- 7 апреля Заседание Американского Электрохимического общества — большой триумф.
- 9 — 12 апреля Первые полученные копии статьи Флейшмана и Понса [2] вызывают неудовлетворение. Растущие сомнения — особенно по поводу противоречия между приводимым количеством энерговыделения и очень низким числом нейтронов. Дэвид Уильямс утверждает, что в Харуэлле не обнаружено нейтронов в том количестве, о котором сообщалось. Растет количество признаков патологической науки.
- 15 апреля Большинство людей верят в холодный синтез, за исключением тех, кто, получая новости по электронной почте, ознакомился с нулевыми экспериментами и основными противоречиями.
- 18 апреля Скарамучи (Фраскати) [3], по-видимому, получает надежные данные о динамической природе холодного синтеза, используя титан и изменяя давление и температуру газа D_2 .
- 24 апреля Флейшман и Понс заявляют о регистрации гелия. Сомнения по поводу результатов Скарамучи высказаны в сообщениях по электронной почте [4].
- 2 — 3 мая Заседание Американского Физического общества. Крайне отрицательные результаты Натана Льюиса (Калифорнийский Технологический институт) [5] и Моше Гая (Йельский университет — Брукхейвенская Национальная лаборатория) [6]. Приводится география результатов — отрицательные результаты в Северной Европе и регионе 1 США (основные лаборатории плюс Северо-Восток). Положительные результаты из Южной и Восточной Европы, региона 2 США и остального мира. Высокий рейтинг [7] признаков патологической науки — 7 из 12.
- 8 мая Заседание Американского Физического общества — успех холодного синтеза в прессе — скептики были исключены (кроме псевдоскептиков — после их протеста).
- 23 — 25 мая Совещание в Санта-Фе по холодному синтезу, организованное Лос-Аламосом для Департамента энергетики США. Присутствовали в основном американцы (правда, не было Флейшмана и Понса) и некоторые участники из других стран. Внимание привлекает сообщение Менлава из Лос-Аламоса и Джонса [8] о нейтронных вспышках. Гай и Джонс договариваются о проведении совместного эксперимента в Йельском университете. Хотя отрицательных результатов было больше, чем положительных, организаторы совещания постарались выглядеть

- "честными" и представили одинаковое количество положительных и отрицательных данных, так что для большинства зрителей спутникового телевидения выводы остались неясными.
- 15 июня Пресс-конференция в Харуэлле [9] — основные серии экспериментов, стоившие полмиллиона долларов с оборудованием в 6 млн, не дали результата и потому были остановлены. И это несмотря на первоначальную помощь со стороны Мартина Флейшмана. Однако продолжают поступать положительные и отрицательные результаты из других мест. Штат Юта особенно взволнован сообщениями о больших количествах трития, обнаруженного в Техасском университете.
- Предварительное заключение комиссии Департамента энергетики [10] гласит: "Представленные к настоящему времени эксперименты не приводят убедительных данных о том, что на основе явления, приписываемого холодному синтезу, можно создать полезные источники энергии". "Специальные программы по организации центров исследования холодного синтеза ... не обоснованы".
- август В штате Юта на деньги администрации штата организован Национальный исследовательский институт по холодному синтезу. Ожидается финансирование со стороны Исследовательского института электроэнергетики (ИИЭ), который уже субсидировал другие группы.
- август Японский Исследовательский институт синтеза предоставляет 0,1 млн долларов на исследования по холодному синтезу.
- 15 — 16 сентября Конференции в Варенне. Итальянские группы либо не могут повторить положительные результаты, либо приводят альтернативные объяснения своим эффектам.
- Сообщения об эксперименте [11] в лаборатории Понса со счетчиками под столом, на котором располагались электролитические элементы. Не обнаружено ни нейтронов, ни гамма-квантов. В лекции **в штате Юта^(1*)** впервые сопоставляются как положительные, так и отрицательные результаты и ставится диагноз патологической науки. Директор Национального исследовательского института холодного синтеза Хьюго Росси заявляет, что они до сих пор ничего не обнаружили, и, если так будет продолжаться, к февралю встанет вопрос о прекращении работ. Запрещено брать интервью у сотрудников и представителей администрации, связанных с работой по холодному синтезу, — цензура?
- 28 октября Гай и Джонс сообщают, что не видят ни отдельных нейтронов, ни нейтронных вспышек.

- октябрь Конференция спонсоров от Национального научного фонда и ИИЭ — ограниченное присутствие псевдоскептиков, успех холодного синтеза в средствах массовой информации.
 - 12 ноября Заключительный доклад комиссии Департамента энергетики подтверждает предыдущее решение.
 - ноябрь Росси уходит в отставку с поста директора Национального исследовательского института по холодному синтезу.
 - декабрь Японская пресса (и "Уолл-Стрит Джорнэл") распространяют сообщения двух японских групп о большом количестве нейтронов. (Позднее эти результаты были поставлены под сомнение; см. ниже). Доклады почти 200 ученых, занятых холодным синтезом. Сборник статей [12] Центра атомных исследований им. Бхабха в Бомбее с описанием 6 экспериментов, в которых были обнаружены нейтроны или тритий. В них было занято свыше 50 ученых и инженеров (помимо большого технического персонала из более чем 10 подразделений).
- 1990
- январь В Национальном исследовательском институте по холодному синтезу Понс приступает к серии из 32 экспериментов, за которой должна будет последовать еще одна такая же серия.
 - 29 — 31 марта В Солт-Лэйк Сити проведена Первая ежегодная конференция по холодному синтезу. Большинство из 200 ее участников настроены оптимистично, и все сообщения положительны, в то время как повсюду настроение критическое.
 - апрель Адвокат Понса и Флейшмана грозит подать в суд на их коллег по университету.
 - май Обнаружились финансовые злоупотребления. Ректор университета штата Юта подал в отставку.
 - июнь В "Сайенс Мэгэзин" — сообщение о возможном загрязнении тритием в экспериментах в Техасском университете.

3. Компиляция экспериментальных результатов

Очень нелегко собирать необходимые данные, поскольку многие из них передаются прессе, другие представляются на конференциях, много частных сообщений, и лишь некоторые много позже наконец публикуются в журналах, где на них впервые можно сослаться. Поэтому здесь мы приведем две компиляции: во-первых, результатов, полученных вплоть до декабря 1989 г. в экспериментах, которые сравнительно хорошо были представлены (большинство не опубликовано, а получено мною по электронной почте или частным образом, так что коллекция не может быть полной, зато достаточна обширна при минимальной необъективности); во-вторых, — статей, опубликованных только до июня 1990 г. Во второй компиляции есть несколько статей, которых нет в первой, зато в первой много сообщений, которые не были опубликованы.

3.1. Первая компиляция, включающая неопубликованные работы.

3.1.1. *Нейтроны.*

3.1.1-1. Постоянная интенсивность. Десять положительных результатов, от двух из которых авторы отказались (Флейшман и Понс, а также Технологический университет в Джорджии). В тех шести, у которых известны реальная (до коррекции) и фоновая интенсивности, уровень нейтронов превышает фон от 3 до 5 раз. Таким образом, хотя представленная интенсивность и колебалась между 0,04 и 40 000 нейтронов в секунду, она не превышала во много раз фон, и все значения были далеки от величины 10^{12} нейтронов/с, которой должен соответствовать один ватт энергии. В девятнадцати экспериментах сообщается о несущественном образовании нейтронов. Если принять уровень Джонса и др. [1] за единицу измерения, то, приводя к общему виду, заключаем, что в восьми экспериментах верхний предел приблизительно на порядок, а в четырех — на два порядка ниже, чем у Джонса.

3.1.1-2. Динамические эффекты типа Фраскати — изменения температуры и давления. Профессор Скарамучи [3] представил предварительные результаты, согласно которым изменения давления и температуры, приводя к неравновесным состояниям, могут вызвать появление нейтронов. Начиная с апреля, у него появились трудности с воспроизведением этих результатов. Трем другим группам удалось первоначально наблюдать этот эффект, но потом и они не смогли его воспроизвести и действительно нашли причины, объясняющие их наблюдения как ошибочные (акустические эффекты, влажность и т.д.). Еще четыре группы эффекта не обнаружили, причем две представили значения верхнего предела, на три порядка меньшие, чем во Фраскати.

3.1.1-3. Вспышки нейтронов. Ховард Менлав, Стив Джонс и др. [8] в Лос-Аламосе обнаружили вспышки нейтронов очень низкой интенсивности. Четыре другие группы вообще не обнаружили вспышек. Стив принял приглашение провести совместный эксперимент в лаборатории Моше Гая в Йельском университете. Они доложили руководству Комиссии по энергетике [13], что не видели вспышек, которые не могли бы быть вызваны космическими лучами.

В предыдущем выступлении на Пленарной сессии этой конференции^(2*) профессор Бокрис утверждал, что существует новый важный результат, сообщенный накануне в "Уолл-Стрит Джорнэл", убедительно подтверждающий холодный синтез. Это не новый результат — он был известен в декабре, представлен в январе и опубликован в апреле: Вада и др. [14] из Нагои писали, что после мощного высоковольтного разряда в газе D_2 были зарегистрированы три ослабевающие вспышки нейтронов из слегка насыщенных дейтерием палладиевых катодов ($D/Pd < 0,3$). Позднее они не смогли повторить эти результаты. Интенсивность в пике, указанная ими, в 10 000 раз превышает фон, но при этом они, пользуясь только одним счетчиком с BF_3 (который, как известно, ненадежен), не смогли проверить, вызваны ли отсчеты нейтронами (поскольку катод был разрушен), и не пытались проводить контроль с обычным водородом. Наиболее вероятное объяснение эффекта — имитация нейтронных вспышек, вызванная ударом при разряде.

3.1.2. *Гамма-кванты.* Единственный положительный результат был представлен Флейшманом и Пенсом, да и тот они отказались опубликовать. Девять

групп сообщили, что гамма-кванты не обнаружены вплоть до уровня одного гамма-кванта в секунду.

3.1.3. Рентгеновские лучи. Возбужденный палладий испускает рентгеновские лучи с энергией 21 кэВ. Образование протонов, атомов трития или ${}^3\text{He}$, а также гамма-квантов при синтезе в палладии должно привести его в состояние возбуждения. В четырех лабораториях 21-кэВные рентгеновские лучи не были обнаружены, что является серьезным свидетельством отсутствия продуктов синтеза и, следовательно, его самого.

3.1.4. Тритий. Ситуация здесь удивительная. Первоначальные заявления Флейшмана и Понса не были ими опубликованы. Из Техасского университета [15] поступает обильная информация о его образовании с интенсивностью, соответствующей $10^{-3} - 10^{-6}$ Вт. Утверждается, что в Лос-Аламосе [16] лишь немногие из электролитических элементов дают тритий. Две группы имеют неопубликованные сообщения об обнаружении трития. Сотрудники Центра атомных исследований им. Бхабха [12] сообщают, что получают тритий в больших количествах. В пяти группах тритий не обнаружен, и даются низкие значения верхнего предела. Если бы сообщения из Техаса были верны, то должны были бы появиться большие количества нейтронов (поскольку скорости реакций (1) и (2) равны), но они не наблюдались. Многие сторонники пришли к выводу, что соотношение трития и нейтронов должно быть 100 миллионов к одному, однако это противоречит многочисленным экспериментам, в которых это соотношение равно единице, как это и следует из зарядовой симметрии. Далее следует заметить, что холодный синтез, вызываемый мюонами (при почти нулевой энергии), также дает величину, равную единице.

3.1.5. Заряженные частицы. В недавнем кратком сообщении японских газет профессор Танигучи и др. [17] из Осаки сообщают данные о регистрации заряженных частиц с помощью кремниевого поверхностно-барьерного детектора, помещенного рядом с одной из стенок установки, состоящей из палладия толщиной в 10 мкм и стального катода. Полученные интенсивности очень низки, и не предпринималось никаких попыток исключить влияние космических лучей, которые должны были бы вызывать случайные более интенсивные отсчеты (как это имело место, например, у Гая и Джонса).

3.1.6. Калориметрия. Пока речь не заходит о тщательно поставленных экспериментах, всегда может показаться, что калориметрия — вещь простая.

Первоначальные электролитические элементы, использованные Флейшманом и Пенсом, имели простую конструкцию и были "открытыми", т. е. образующиеся газы D_2 и O_2 могли проникать наружу. В дальнейшем подобные ячейки применяли многие исследователи. Оценки энерговыделения всегда зависят от калибровки, при которой измеряется скорость охлаждения предварительно нагретой ячейки. При этом было показано, что такие оценки зависят в большой степени не только от калибровки, но и от многих важных допущений. Более тщательная методика должна состоять в использовании объема, находящегося при постоянной температуре, в котором элементы вместе со всей аппаратурой нагреваются до температуры чуть выше окружающей. При этом любое энерговыделение определяется по уменьшению количества тепла, подводимого для обеспечения постоянной температуры. Лучшей конструкцией является "закрытый" вариант, в котором газы D_2 и O_2 рекомбинируют на катализаторе (обычно Pd) внутри элемента, поддерживающегося при постоянной температуре.

Все 8 лабораторий, которые сообщили об энерговыделении, имели "от-

крытые" конструкции и не поддерживали температуру постоянной. Согласно большинству сообщений избыток тепла (или точнее энергии) составлял от 8 до 50%, тогда как Флейшман и Понс заявляли о 10 — 50 Вт.

Из 14 лабораторий, не обнаруживших избытка энерговыделения, 7 имели ячейки "открытого" типа и дали верхние пределы от 0,2 до 2% или < 0,3 Вт.

В 5 лабораториях, использующих элементы с постоянной температурой, энерговыделение не обнаружено, причем верхние пределы лежат между 0,3 и 9% или 0,1 Вт.

Две лаборатории (в Британской Колумбии [18] и Карлсруэ [19]) применяли "закрытые" элементы. Они приводят верхние пределы 0,3% для области 4 — 18 Вт и 1 — 3% для 10 — 30 Вт соответственно.

В целом данные свидетельствуют о том, что полезного энерговыделения получить не удастся. В положительных случаях сообщается о неустойчивом энерговыделении в виде всплесков, продолжающихся по утверждению авторов в течение многих часов. Такие заявления трудно доказать или опровергнуть, поэтому многие нейтральные люди не исключают того, что при дальнейших тщательных исследованиях может возникнуть какая-нибудь интересная физика. С другой стороны, удивительно, что, когда группа Понса запустила четыре элемента у себя на столе, а профессор Саламон и его сотрудники [11] расположили под ним свои нейтронные и гамма-счетчики, в течение пяти недель в мае и июне не было получено никакого избыточного энерговыделения, что подтверждалось отсутствием регистрации нейтронов и гамма-квантов. Та же история случалась каждый раз, когда комиссия Департамента энергетики посещала лаборатории штатов Юта, Техас и др. Ей не удавалось увидеть установку в действии, хотя о визите всегда заблаговременно сообщалось.

3.1.7. Синтез, вызываемый мюонами. Поскольку известно, что мюоны способны замещать электроны в молекуле D_2 , приближая тем самым ядра друг к другу и вызывая синтез (Стив Джонс — эксперт по этой части), ожидалось, что то же самое можно воспроизвести в палладии. Пучки мюонов направлялись на палладий в Массачусетском Технологическом институте и японском ускорительном центре КЕК, но эффект не был обнаружен. В КЕК пришли к выводу, что космические лучи должны произвести не более 10^{-6} нейтронов в секунду. Опыты с космическими лучами это подтверждают.

3.1.8. Высокое давление. Были сделаны попытки использовать газ D_2 при высоком давлении в 105 кбар и мегабар, но при этом обнаружили лишь незначительное число нейтронов.

3.1.9. Существует ли секрет? Когда эффект не воспроизводится, в патологической науке, говорят о существовании некоего секрета, а причина, по которой эффект не виден, как утверждают, состоит не в том, что его нет, а в том, что не знают методики-секрета. Когда в начале апреля спросили у Мартина Флейшмана и Понса, нет ли у них какого-нибудь секрета, оба, смеясь, ответили, что нет — у них обычный настольный эксперимент!

3.2. Компиляция результатов по публикациям. Большая часть экспериментов не опубликована. По сообщениям из многих стран можно оценить, что около 80% работ не публиковалось, причем большинство из них с отрицательными результатами.

Из 97 опубликованных экспериментальных работ в 33 приведены положительные, в 63 отрицательные и в одной неопределенные результаты.

Из теоретических статей 53 положительны, 24 отрицательны и 14 не делают никаких выводов. Для большинства "положительных" теоретических работ характерна ситуация, когда автор заранее предполагает экспериментальный результат положительным, а затем делает выводы. Лишь очень немногие, отталкиваясь от общепринятых фактов, приходят к заключению о существовании холодного синтеза. Показав эти работы знакомым теоретикам, я обнаружил, что они их не поддерживают (см. таблицу).

Характер экспериментальных работ

	Положительные работы	Отрицательные работы
Избыток энерговыделения	6	21
Нейтроны	27	47
Тритий	5	8
Гамма-кванты	6	12
Заряженные частицы	1	3
Гелий	2 (обе ^3He)	5
Другое (рентгеновские лучи...)	1	5
Нейтроны (синтез при трещинообразовании)	2	3
Нейтроны (типа Скарамучи)	2	11

3.3. Заключение по результатам экспериментов.

а) В целом экспериментальные данные противоречат наличию избыточного тепла.

б) Результаты не подтверждают наблюдение продуктов синтеза, кроме, по-видимому, трития, однако в последнем случае потребовалось бы соотношение трития и нейтронов порядка 100 млн, что противоречит огромному количеству надежных экспериментов, в которых это соотношение равно единице.

4. Три эксперимента, критичных для сторонников

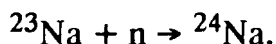
Для беспристрастных ученых существует более чем достаточное количество экспериментальных данных, указывающих, что баланс не в пользу холодного синтеза, однако, как мы только что слышали, сторонники доверяют исключительно положительным результатам и не считаются с отрицательными. Существуют однако три критичных эксперимента, которые должны обеспокоить сторонников, поскольку они были очень тщательно выполнены, причем людьми, имеющими близкое отношение к Флейшману, Понсу или их сотрудникам.

4.1. Дэвид Уильямс и др. из Харуэлла. Это, по-видимому, самый большой и наиболее полный эксперимент, выполненный в мире. Он проводился учеными различных специальностей: электрохимиками, ядерными химиками, физиками. Дэвид был и остается большим другом Флейшмана и Понса. Он был первым, кому сообщили 13 марта о результатах. У него был, по-моему, лучший в мире калориметр, причем эксперты, которым я его описал, подтвердили мое мнение. Эта группа не обнаружила ни тепла, ни нейтронов, ни гелия, ни гамма-квантов.

4.2. Компания "Дженерал электрик". У них была специальная договоренность с Флейшманом и Понсом, и те оказали им помощь в по-

пытке повторить свои эксперименты. Эта работа была засекречена, а их сотрудники никогда не сообщали своих результатов ни мне, ни кому бы то ни было (хотя вряд ли они не сообщили бы всему миру о подтверждении результатов Флейшмана и Понса по обнаружению избыточного тепла или какого-либо другого эффекта!). Как раз накануне этой конференции^(2*) я был приглашен прочитать лекцию сотрудникам компании о патологической науке (Ирвинг Лэнгмюр выступал перед ними с лекцией в 1953 г.), и тогда же мне сообщили, что они провели очень большую серию экспериментов по холодному синтезу, полностью независимых от секретного соглашения с Флейшманом и Понсом. Они не обнаружили ни тепла, ни нейтронов, ни гелия, ни гамма-квантов.

4.3. Независимый эксперимент в лаборатории Понса. По просьбе университета штата Юта и с согласия профессора Понса группа из 10 ученых, возглавляемая Майклом Саламоном, установила счетчики под столом в лаборатории Понса, на котором располагались четыре из его элементов. В течение пяти недель мая и июня 1989 г., несмотря на все попытки заставить установку заработать, не было получено никакой информации о нейтронах и гамма-квантах. Тем самым был получен верхний предел в одну миллионную ватта. И это при том, что при измерениях один из элементов закипел; правда, профессор Понс посоветовал не обращать на это внимания. Эксперимент был остановлен на 50 часов в связи с отключением энергии. Недавно профессор Понс объявил, что в течение 2 из этих 50 часов наблюдалось "избыточное тепловыделение". Сначала Саламон и др. не знали, как это можно проверить, но им указали, что в их счетчике из йодистого натрия могла произойти реакция



Изотоп ^{24}Na распадается, испуская электрон, с периодом полураспада 15 часов, что позволяет надежно регистрировать продукты синтеза от этого "избыточного тепловыделения". Они заново проверили свои данные, но не обнаружив никакого эффекта, представили верхние пределы образования трития в одну сотую ватта, а для образования нейтронов менее одной миллионной ватта. Это еще раз подтверждает, что "избыточное энергосодержание" было вызвано чем угодно, только не синтезом. Именно после этого большинству из авторов стали поступать угрозы со стороны адвоката Понса из Северной Каролины.

Добавим в заключение, что они не зарегистрировали [11] нейтроны или тритий, являющиеся продуктами синтеза dd или dp.

5. Предыдущие сведения о дейтерии в палладии

Важный вопрос заключается в том, насколько разумно ожидать, что дейтерий, внедряемый в палладий, подвергается реакции синтеза. Основным аргументом против тех, кто с самого начала предлагал получать синтез дейтерия в таких металлах, как палладий, состоит в том, что согласно литературе ионы дейтерия в палладии располагаются в действительности дальше друг от друга, чем в газообразном дейтерии, и потому не следует ожидать полезной реакции. В газообразном или жидком дейтерии ядра находятся на расстоянии $0,74 \text{ \AA}$. Ядра палладия в кристалле отстоят друг от друга на $3,89 \text{ \AA}$, но при поглощении дейтерия они расходятся до $4,03 \text{ \AA}$. Ядра дейтерия при первоначальном на-

сыщении до уровня $D/Pd = 0,8$ располагаются в октаэдрических междоузлиях на расстоянии $2,85 \text{ \AA}$. Если есть возможность увеличить насыщение (например, с помощью ионной имплантации), то расстояние $D-D$ может уменьшиться до $1,74 \text{ \AA}$. Для увеличения вероятности синтеза необходимо значительно сильнее сблизить ионы дейтерия. Например, когда мюон замещает электрон, ядра сближаются до расстояния $0,0035 \text{ \AA}$, что вполне достаточно для протекания синтеза. Таким образом, ожидать, что синтез может протекать непрерывно, неразумно. Маловероятно также, чтобы он имел динамический характер, поскольку для перемещения ионов дейтерия в решетке имеется достаточно свободного пространства. Более того, существует хорошо проверенная (в опытах по нейтронному и мюонному рассеянию и др.) теория ионов водорода в палладии, которая очень подробно описывает распределение электронов. Аналогично не ожидается, что мюоны могут вызвать синтез с измеримой скоростью в насыщенном дейтерием палладии.

6. Патологическая наука

Существуют убедительные данные, как экспериментальные, так и теоретические, что холодного синтеза в металлах не происходит. Но имеются положительные результаты и есть ученые, которые верят в холодный синтез.

Как понять противоречивые результаты? В 1953 г. Ирвинг Лэнгмюр прочитал блестящую лекцию о патологической науке (издана в 1989 г. в № 10 "Физикс Тудэй"), где им рассмотрены такие случаи, как, например, N-лучи, когда ряд хороших ученых получали неверные результаты. Он привел шесть признаков таких случаев. Первый, который я слегка видоизменил, состоит в существовании трех фаз: в первой фазе первоначальное сообщение быстро подтверждается; во второй — имеется приблизительно равное количество положительных и отрицательных результатов; а в третьей — уже лавина отрицательных данных. При подготовке обзора по холодному синтезу для майского совещания Американского Физического общества я с удивлением обнаружил, что в Северной Европе и области 1 США (основные лаборатории и Северо-Запад) результаты почти все отрицательны, тогда как в Восточной и Южной Европе, Азии, Латинской Америке и области 2 США (остальная территория США) результаты почти полностью положительны. Количества были статистически значимы, причем 1 положительный на 18 отрицательных в первых регионах и 25 положительных на 2 отрицательных во вторых. Таким образом, первая территория находилась уже в третьей фазе, тогда как другая в первой. В течение мая это разделение по регионам продолжалось, причем в первой области появилось 2 положительных результата и 16 отрицательных, а вторая область перешла во вторую фазу с 6 положительными результатами против 11 отрицательных. Процесс продолжился, и в результате в большинстве стран стали получать отрицательные результаты (фаза 3), и только штаты Юта и Техас, а также Индия и теперь вот Япония находятся во второй фазе, откуда поступают как положительные, так и отрицательные результаты. В 1976 г. я увеличил число признаков патологической науки до 12, а в 1989 г. — до 15, что позволило надежно разделять ложные и верные результаты (для которых рейтинг равен 0, 1, 2 или 3 признакам). Холодный синтез имеет почти максимальный рейтинг и очень далек от рейтинга, характерного для верных результатов.

В конце можно сделать вывод о том, что желание получить некоторый определенный результат в каком-либо локальном сообществе в значительной

степени влияет на определенное число ученых на соответствующем этапе времени. Большинство примиряется с очевидностью фактов довольно быстро, но есть меньшинство, которое не дала этого никогда. Даже, когда стала очевидна иллюзорность N-лучей Блондлота, он годом позже все-таки выпустил книгу о N-лучах, опуская отрицательные данные.

7. Заключение

Каждому свойственно ошибаться — каждому. Вопрос лишь в том, как вы справляетесь со своими ошибками; при этом очень важно быть самокритичным.

Патологическая наука будет продолжаться. Всегда, как это случилось и в прошлом, будут появляться сторонники, несмотря на всю очевидность фактов.

Благодарности

Мне очень приятно сообщить, что компиляция опубликованных работ в большой степени опирается на библиографический труд Дитера Бритца из Ааруса, распространенного по электронной почте, и выразить ему благодарность.

(Перевод с англ. С.К. Котельникова)

ПРИМЕЧАНИЯ ПЕРЕВОДЧИКА

① Имеется в виду лекция Д.Р.О. Моррисона.

② Имеется в виду конференция в Гонолулу, на которую был представлен этот доклад Д.Р.О. Моррисона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Jones S.E. et al.*//Nature. 1989. V. 338. P. 737.
2. *Fleishmann M., Pons S., Hawkins M.*// J. Electrochem. Chem. 1989. V. 261. P. 301.
3. *De Ninno A. et al.*//Europhys. Lett. 1989. V. 9 . P. 221.
4. *Morrison D.R.O.*//Cold Fusion News. Email. 1989. No. 10.
5. *Lewis N. et al.*//Nature. 1989. V. 340. P. 525.
6. *Gai M. et al.*//Ibidem. P. 29.
7. *Morrison D.R.O.* Review talk at APS meeting. Baltimor, May 2, 1989//Cold Fusion News. Email. 1989. No. 13.
8. *Menlove H.O. et al.*//Workshop on Cold Fusion. May 23—25, 1989.
9. *Williams D.E. et al.*//Nature. 1983. V. 342. P. 375.
10. Interim Report of the Cold Fusion Panel to the Energy Advisory Board (US-DOE)//Co-Chairmen J. Huizinga, N. Ramsey.
- [11] *Salamon M.H. et al.*//Nature. 1989. V. 344. P. 401.
12. BARC Studies in Cold Fusion/Eds. P.K. Iyengar, M. Srinivasen. — Bhabha Atomic Energy Research Centre, India. BARC-1500, December 1989.
13. Cold Fusion Research. — A Report of the Energy Advisory Board (US-DOE)/Co-Chairman J. Huizing, N. Ramsey.
14. *Wada N., Nizhizana K.*//Japan. J. Appl. Phys. 1989. V. 28. P. 659.
15. *Packham N.J.C. et al.*// J Electrochem. 1989. V. 270. P. 451.
16. *Storms E.* Private communication.
17. *Taniguchi R. et al.*//Japan. J. Appl. Phys. 1989. V. 28. P. 659.
18. *Hayden M.E. et al.* Univ. of Brit. Columbia preprint. — Santa Fe, USA, Workshop.
19. *Kreysa G., Marx G., Plicht W.*// J. Electroanal. Chem. 1989. V. 268. P. 437.
20. *Koonin S.E., Nanenberg M.*//Nature. 1989. V. 339. P. 690.