

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

П.И. Голубничий*, Г.И. Мерзон, А.Д. Филоненко*,
В.А. Царев, А.А. Царик*

При электролитическом насыщении палладия дейтерием зарегистрированы два события с "жесткой" временной корреляцией импульсов ядерной, акустической и электромагнитной эмиссий, подтверждающие связь процессов трещинообразования и низкотемпературного ядерного синтеза, предсказываемую "укорительной" моделью.

В настоящей работе представлены результаты корреляционных опытов по проверке предсказаний "укорительной" модели /1, 2/ низкотемпературного ядерного синтеза (НТС) /3, 4/ (более подробное изложение различных аспектов эксперимента можно найти в /5/). Согласно /1, 2/, реакции НТС (если они инициируются в локальных электрических полях, возникающих в момент разрушения дейтеридов металлов, аналогично тому, как это может происходить при механическом разрушении дейтерийсодержащих ионных кристаллов типа LiD 6/) должны коррелировать во времени с акустической и электромагнитной эмиссиями, сопровождающими процесс трещинообразования. Характерный интервал времени, в пределах которого можно ожидать такую корреляцию, определяется наиболее медленным из процессов — распространением звука через образец, и составляет в настоящем эксперименте $\sim 10^{-5}$ с.

Для поиска подобных корреляций при электролитическом насыщении дейтерием палладиевых мишеней использовалась экспериментальная установка, изображенная на рис. 1а. Мишень — палладиевая пластинка диаметром 16 и толщиной 0,2 мм (масса 0,48 г) служила дном электролитической ячейки. В качестве электролита использовался раствор перхлората лития LiClO_4 в D_2O с концентрацией 0,1 моль/л. В непосредственной близости от мишени размещались датчики регистрационных каналов: ядерного — пластина CsI толщиной 0,3 и диаметром 10 мм, просматриваемая фотоумножителем ФЭУ-60, для регистрации протонов: акустического — металлизированная пьезокерамическая шайба ЦТС-19 диаметром 5 и толщиной 1 мм, припаянная к палладиевой мишени; электромагнитного — тороидальная катушка с усилителем, обладающим коэффициентом усиления $\sim 10^4$ и полосой пропускания $\sim 10^6$ Гц.

Информация со всех регистрационных каналов поступала на двухлучевой осциллограф и пересчетные схемы. Развертка осциллографа могла запускаться по любому каналу. В описываемой ниже серии измерений стартовым импульсом служил сигнал сцинтилляционного детектора CsI. В необходимых случаях с целью визуализации стадий процесса, непосредственно предшествующих стартовому сигналу, в любой из каналов можно было ввести временную задержку. (В описываемом эксперименте задержка 10 мкс введена в акустический канал.)

Для контроля степени насыщения дейтерием палладиевой мишени был предусмотрен другой вариант экспериментальной установки (рис. 1б). Она позволяла определять количество десорбированного дейтерия при прогреве мишени до 300–500 °С, т.е. концентрацию дейтерия в палладии $N_{\text{D}}/N_{\text{Pd}}$.

Эксперимент состоял из четырех сеансов. В первом (23.12.89) электролиз (ток $I = 1$ А) и измерения производились одновременно в течение 3,5 ч. Во втором (29.12.89) — в течение 2 часов шел электролиз, а после его окончания 3,5 часа выполнялись измерения. В третьем (2.01.90) — 2 часа одновременно проводились электролиз и измерения, которые были продолжены еще на 1,5 часа после окончания электролиза.

* Ворошиловградский машиностроительный институт.

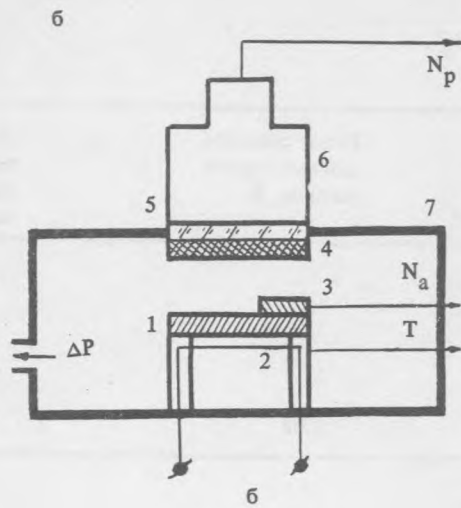
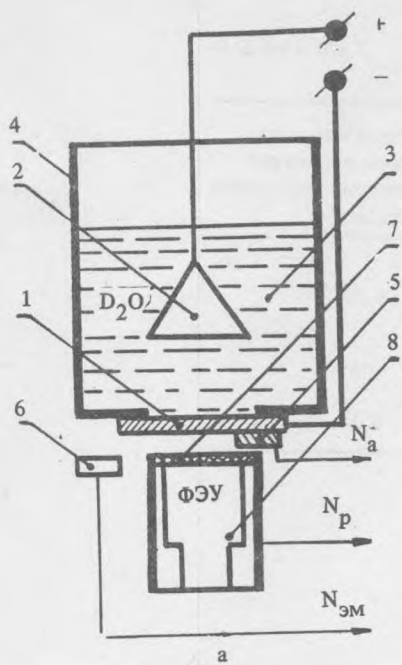


Рис. 1. а) Блок-схема экспериментальной установки для наблюдения временной корреляции импульсов ядерной, акустической и электромагнитной эмиссий при электролитическом насыщении палладия дейтерием: 1 – катод (палладиевая пластина); 2 – анод (платина); 3 – электролит; 4 – корпус электролизера; 5 – акустический датчик; 6 – электромагнитный датчик; 7 – кристалл CsI, 8 – ФЭУ. б) Схема установки для регистрации ядерной и акустической эмиссий при термодесорбции газа из дейтерида палладия: 1 – палладиевый образец, электролитически насыщенный дейтерием; 2 – нагреватель; 3 – акустический датчик; 4 – кристалл CsI; 5 – стеклянное окно – световод; 6 – ФЭУ; 7 – корпус вакуумной камеры.

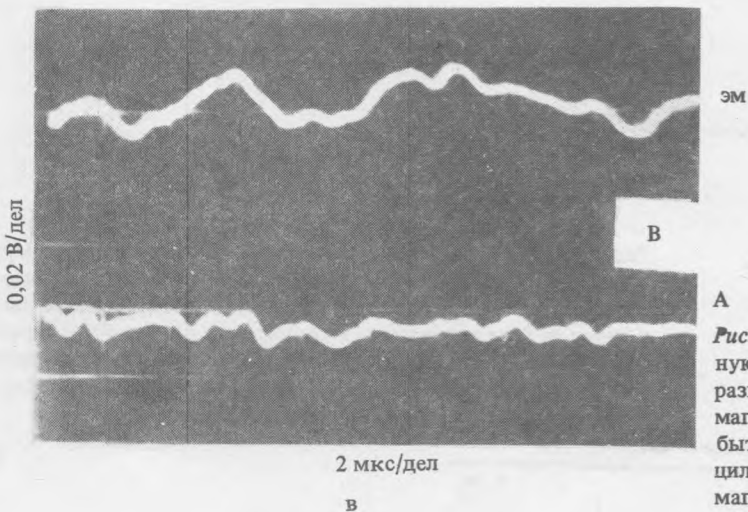
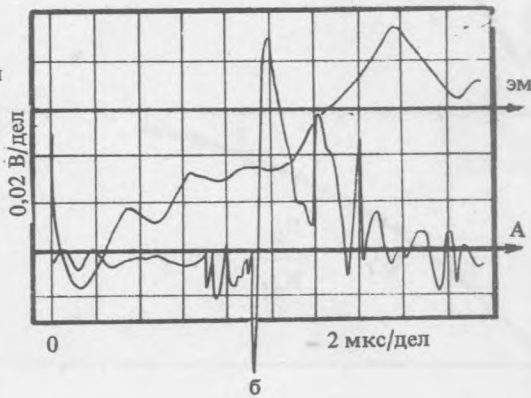
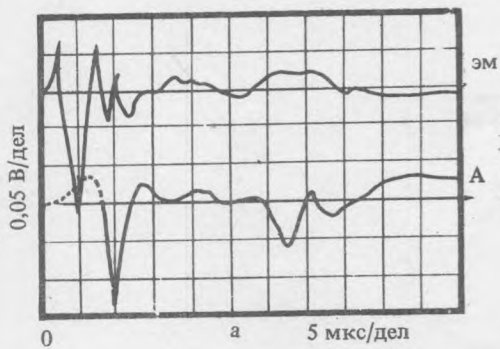


Рис. 2. а) Осциллограмма, демонстрирующая временную корреляцию между импульсами ядерной (запуск разверток осциллографа), акустической (А) и электромагнитной (ЭМ) эмиссий из палладиевой мишени, событие 23.12.89. б) То же для события 29.12.89. в) Осциллограммы помех в акустическом (А) и электромагнитном (ЭМ) регистрационных каналах при запуске "от руки".

Таблица 1

Канал регистрации	Порог регистрации выходного сигнала, В	Частота помех на уровне порога регистрации выходного сигнала, Гц
Ядерный (порог детектора 1,5 МэВ)	1,5	$9 \cdot 10^{-4}$
Акустический	0,02	400
Электромагнитный	0,02	0,03

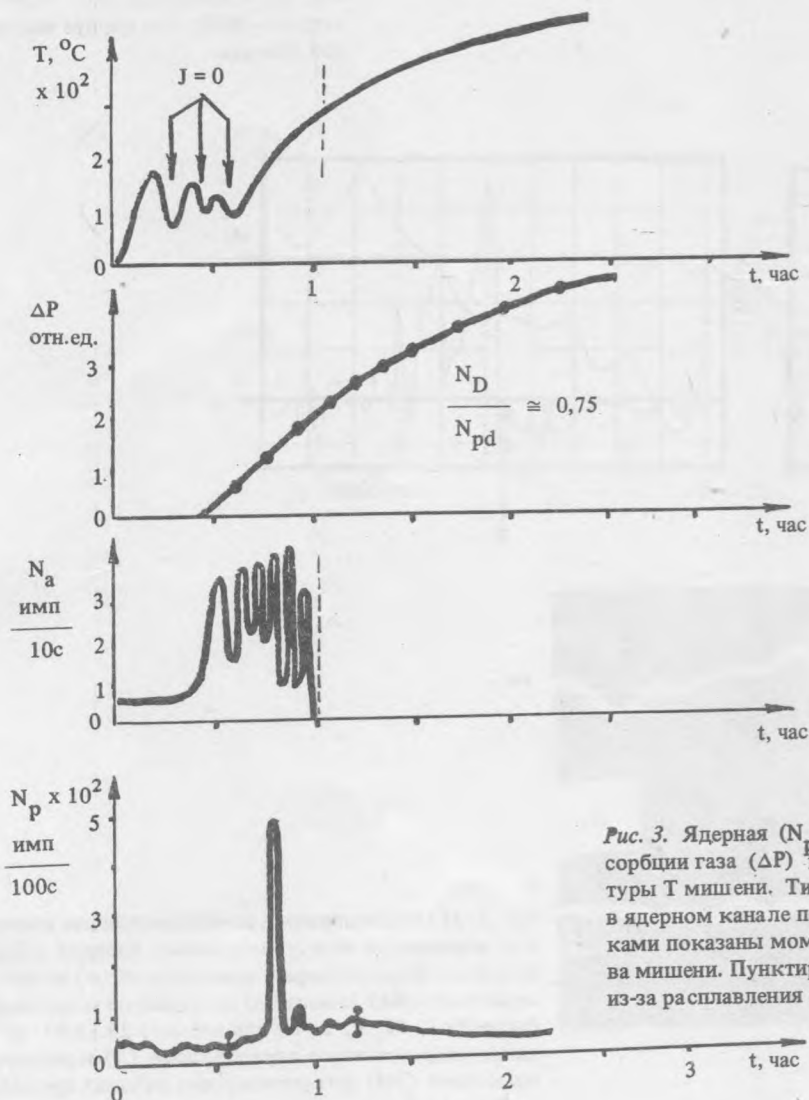


Рис. 3. Ядерная (N_p) и акустическая (N_a) эмиссии при термодесорбции газа (ΔP) из дейтерида палладия и изменение температуры T мишени. Типичные статистические ошибки измерений в ядерном канале показаны вертикальными отрезками; стрелками показаны моменты кратковременного прекращения нагрева мишени. Пунктир — момент отрыва акустического датчика из-за расплавления припоя при нагреве мишени.

Наконец, в четвертом сеансе (3.02.90) в течение 4 часов осуществлялась термодесорбция дейтерия из "заряженного" в предыдущих сеансах образца. За время эксперимента дважды были зарегистрированы события с тройной корреляцией импульсов ядерной, акустической и электромагнитной эмиссий: 23.12.89 на 110-й минуте после начала электролиза и 29.12.89 спустя 3,5 часа после его окончания. Осциллограмма этих событий показана на рис. 2. Введение задержки 10 мкс в акустический канал позволило установить, что начальная фаза акустического сигнала опережает примерно на 3 мкс ядерный (протонный) сигнал. Кроме характерной формы ядерного, акустического и электромагнитного сигналов (рис. 2) критерием отбора служило требование, чтобы их амплитуды превышали пороговые значения, указанные в табл. 1. Исходя из приведенных в табл. 1 данных, частота тройных случайных корреляций сигналов различной природы в пределах временного интервала 10 мкс составляет $\cong 3 \cdot 10^{-12} \text{ с}^{-1}$. Это дает $\sim 10^{-7}$ таких событий за 11 ч измерений.

Был проведен также контрольный эксперимент с палладиевым электродом той же массы и электролитом на обычной воде. Загрузки регистрационных каналов при этом были того же порядка, что и в основном эксперименте. За 15 ч измерений не было обнаружено ни одного тройного совпадения.

На рис. 3 показаны результаты эксперимента с использованием установки, изображенной на рис. 1б, с помощью которой измерялось содержание дейтерия в палладиевой мишени по увеличению давления газа после термодесорбции при предварительной откачке. Было найдено, что отношение атомных концентраций $N_D/N_{Pd} \cong 0,75$. В этом эксперименте одновременно производилась регистрация сигналов в ядерном и акустическом каналах. Как показывает рис. 3, приблизительно через 30 мин после начала термодесорбции возникает непрерывная акустическая эмиссия, свидетельствующая об образовании микротрещин в гидриде палладия. Примерно через 45 мин после начала десорбции в ядерном канале зарегистрирована вспышка с интенсивностью почти в 10 раз выше фона. (К сожалению, спустя 1 час после начала измерений при нагревании мишени до 300 °С акустический датчик оторвался от палладиевой пластины из-за расплавления припоя.)

Кроме обнаружения самого факта корреляций, некоторые выводы о механизме НТС можно сделать из анализа амплитуд зарегистрированных акустических и электромагнитных сигналов. Соответствующие результаты будут представлены в отдельной публикации. Полученные данные не противоречат предположению о существовании в микротрещинах электрических полей, способных эффективно инициировать реакции НТС [3].

Возможность ошибочной регистрации в ядерном канале излучений неядерной природы (например, световой или рентгеновской вспышек, сопровождающих растрескивание образца) в наших условиях, как можно думать, отвергается результатами контрольного эксперимента, где образец насыщался водородом. Тем не менее, такой вывод нельзя считать окончательным из-за малой статистики измерений. В связи с этим авторы ясно понимают необходимость повторения корреляционных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубничий П.И. и др. Препринт ФИАН № 113, М., 1989, ДАН СССР, 307, 99 (1989).
2. Голубничий П.И., Царев В.А., Чечин В.А. Препринт ФИАН № 149, М., 1989.
3. Jones S. E. et al. Nature, 338, 737 (1989).
4. Царев В.А. Препринты ФИАН № 57, 58, М., 1990.
5. Голубничий П.И. и др. Препринт ФИАН № 109, М., 1990.
6. Ключев В.А. и др. Письма в ЖТФ, 12, 1333 (1986).

Поступила в редакцию 21 мая 1990 г.