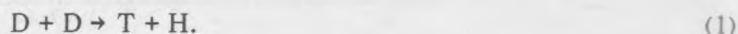


## ПОИСК ПРОТОННОЙ ЭМИССИИ В РЕАКЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

П.И. Голубничий<sup>\*</sup>, Ф.Ф. Каюмов, Г.И. Мерзон, О.А. Петрий<sup>\*\*</sup>,  
В.А. Царев, Г.А. Цирлина<sup>\*\*</sup>

*С помощью пропорциональной и трековой искровой камер исследовалась протонная эмиссия при электролитическом насыщении палладия дейтерием. За 1210 мин измерений не зарегистрировано значимого превышения "протонных" событий над фоном.*

В большинстве экспериментальных работ по низкотемпературному ядерному синтезу (НТС) изучался выход нейтронов из образцов Pd и Ti, насыщенных дейтерием (обзор многочисленных исследований приведен в /1/). В то же время, перспективными являются исследования "третиевого" канала НТС



Детектирование протонов этого канала имеет значительные преимущества перед традиционным анализом трития методом регистрации сцинтилляций в жидкости /2/, позволяя существенно повысить предел обнаружения изучаемой реакции.

Исследования протонной эмиссии затруднены малым ожидаемым выходом протонов из-за их поглощения в мишени и во входном окне детектора. Пробег протонов с энергией 3,02 МэВ из реакции (1) составляет в палладии всего 30 мкм. Поэтому замедленные протоны с энергией 1,5—3,0 МэВ вылетают лишь из тонкого приповерхностного слоя толщиной  $\lesssim 20$  мкм /3/.

Экспериментальная установка (рис. 1) содержала две открытые электролитические ячейки с неразделенными пространствами — основную с  $D_2O + 0,1$  М LiOD и контрольную с  $H_2O + 0,1$  М LiOH (подробнее о приготовлении растворов см. в /2/). Катод каждой ячейки, изготовленный из палладия площадью  $8 \text{ см}^2$  и толщиной 80—100 мкм, служил одновременно ее дном и входным окном детектора. В качестве анодов использовались плоские спирали из платиновой проволоки

\* Луганский машиностроительный институт.

\*\* Московский государственный университет.

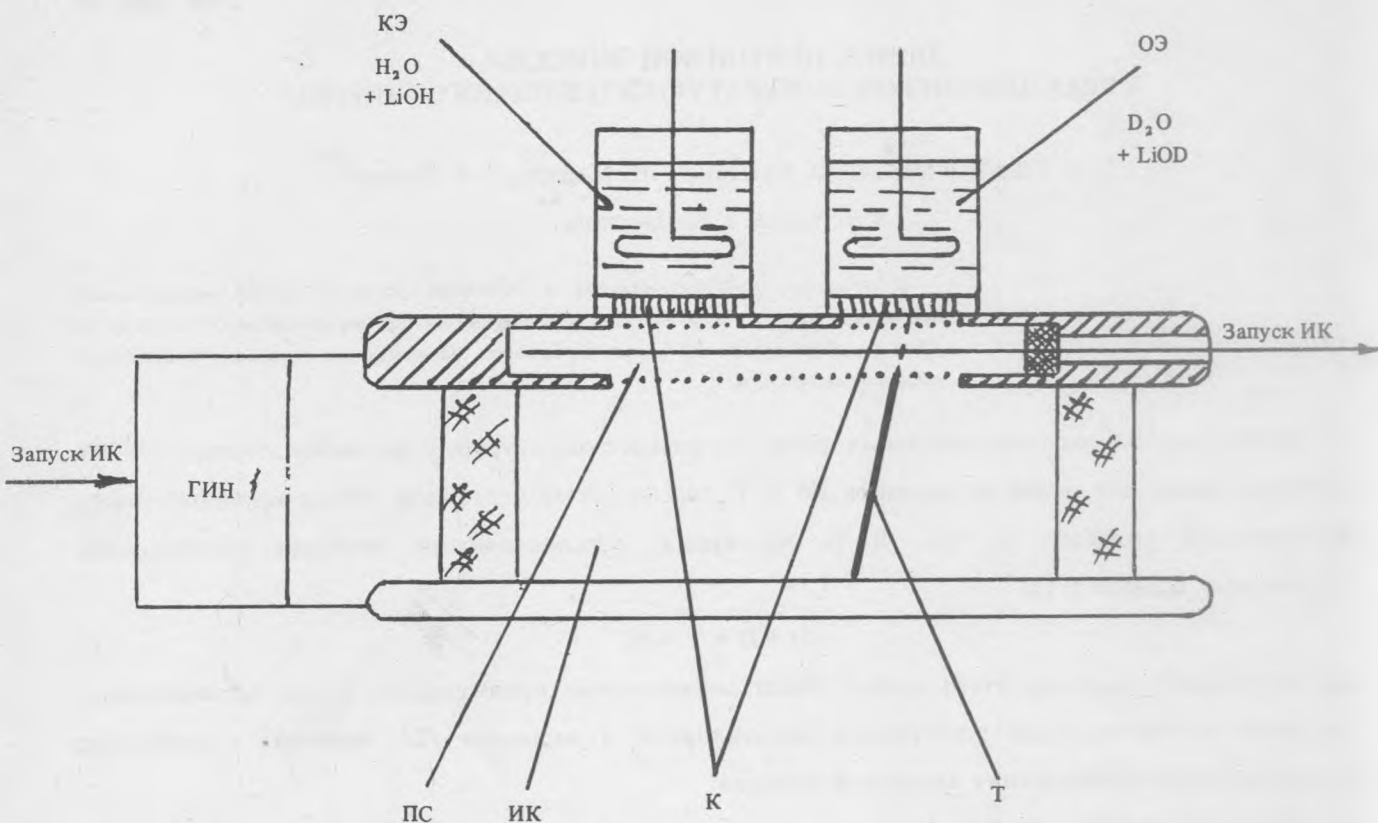


Рис. 1. Схема установки. ОЭ — основной электролизер (с тяжелой водой); КЭ — контрольный электролизер (с легкой водой); ПС — пропорциональный счетчик; ИК — искровая камера; К — коллиматор, ограничивающий углы между электрическим полем в ИК и траекторией протона в пределах  $30^\circ$ ; Т — трек протона; ГИН — генератор импульсов высокого напряжения.

диаметром 0,5 мм. Для уменьшения утечки  $D_2$  (или  $H_2$ ) из палладия наружная поверхность катода покрывалась запирающим слоем серебра толщиной 1—1,5 мкм, который наносили электролитически. Под ячейками в общем газовом объеме располагались пропорциональный счетчик (ПС) и широкозазорная трековая искровая камера (ИК) /4/, продуваемые смесью газов  $He + 14\%$  ( $Ar + 10\%CH_4$ ). Протоны, вылетающие из палладиевого катода, пронизывали ПС и попадали в ИК. Запуск ИК осуществлялся в случае, когда энерговыделение в ПС соответствовало ионизационным потерям протона с энергией 1,5—3 МэВ. Время задержки между прохождением заряженной частицы через ПС и срабатыванием генератора импульсов высокого напряжения (ГИН), питающего ИК, составляло  $\leq 3$  мкс. Треки протонов в ИК, указывающие точку и направление их вылета, автоматически фотографировались.

Геометрическая эффективность экспериментальной установки близка к 2%, мертвое время составляет 4 с. Периодический контроль работы ПС производился по положению реперного пика амплитудного распределения сигналов от альфа-источника  $^{238}\text{Pu}$  с энергией 5,5 МэВ. Сдвиг пика за время измерений не превышал 3%.

Достоинство установки — ее нечувствительность к электромагнитным помехам (ложные запуски не сопровождаются треками в ИК), а также тождественность условий основного (с  $\text{D}_2\text{O}$ ) и контрольного (с  $\text{H}_2\text{O}$ ) экспериментов, которые ведутся одновременно и с помощью одной и той же аппаратуры. Недостатки установки — большое мертвое время, препятствующее наблюдению кратковременных протонных "вспышек", а также отсутствие активной защиты от космических лучей и невозможность точной идентификации протонов.

Т а б л и ц а 1

Результаты измерений

№ серии	Дата	№ об-разца	Материал и толщина образца (катода), мкм	Зазор ИК, см	Плотн. тока через электродлит в ячейках, $\text{mA}/\text{cm}^2$	Длительность экспозиции, мин	Число запусков ИК	Средний интервал между событиями, мин	Число событий с треками от ячейки, содержащей	
									$\text{H}_2\text{O}$	$\text{D}_2\text{O}$
1	1.3.91	—	Pt, 100	5	31	420	90	4,7	—	—
2a	13.5.91	1	Pd, 80	5	31	220	46	4,7	—	2*
2б		1		5	0	80	12	6,7	—	—
3	23.5.91	1		5	0	360	49	7,3	—	—
4a	29.5.91	1		5	31	290	32	9,0	—	—
4б		1		5	0	60	5	12,0	—	—
5a	4.6.91	1		5	31	290	43	6,7	—	—
5б		1			0	90	12	7,5	—	—
6	14.6.91	2	Pd, 80	8	0	240	52	5,2	1	2
7a	19.6.91	2		8	31	210	20	10,1	—	—
7б		2		8	0	110	9	12,2	—	—
8a	25.7.91	2		8	31	200	3	67	—	**
8б		2		8	0	90	1	90	—	**

\* События зарегистрированы с интервалом, равным мертвому времени установки (4 с).

\*\* Условие запуска искровой камеры: временной интервал между двумя последовательными сигналами  $\leq 1$  с.

Описываемая установка использовалась для поиска протонной эмиссии из реакции НТС (1). Было проведено 8 серий измерений. "Протонными" считались события, сопровождающиеся яркими

сплошными искровыми треками, идущими из основной или контрольной ячеек (рис. 2). За 1010 мин времени измерений (серии 2а, 4а, 5а, 7а) (табл. 1) при плотности тока через электролит  $j = 31 \text{ мА/см}^2$  зарегистрирован 141 запуск (в среднем 1 запуск за 7 мин). Среди них обнаружено 2 события (рис. 2 а,б) с треками, идущими из ячейки с  $D_2O$ , и ни одного из ячейки с  $H_2O$ . Оба события следовали непосредственно друг за другом, разделенные лишь мертвым временем ИК.

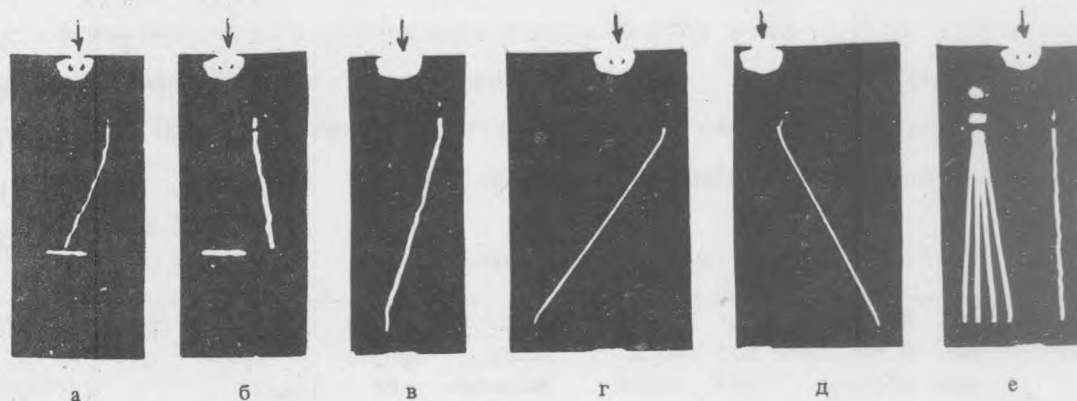


Рис. 2. Фотографии треков протоноподобных событий (а-д) и четырех альфа-частиц от источника  $^{238}\text{Pu}$  и космической частицы (е). Основной электролизер с  $D_2O$  находился справа от источника света, обозначенного стрелкой, контрольный электролизер с  $H_2O$  — слева. На фотографиях а, б искровой промежуток — 5 см, на фотографиях в-е — 8 см.

Однако нельзя полностью исключить предположение, что эти события вызваны фоном космического излучения. За 940 мин контрольных измерений при  $j = 0$  произошло 139 запусков (в среднем 1 раз за 7 мин). При этом зарегистрировано 2 события из ячейки с  $D_2O$  (рис. 2 в, г) и одно событие из ячейки с  $H_2O$  (рис. 2 д). Три трека (рис. 2 а, б, в) по своей структуре (наличие характерной извилистости) похожи на треки космических частиц (рис. 2 е, правый трек). Два трека (рис. 2 г, д) имеют гладкую структуру и похожи на треки альфа-частиц (рис. 2 е, четыре левых трека). Происхождение последних треков, возможно, связано с ложными запусками ИК из-за флуктуаций ионизационных потерь в ПС альфа-частиц от радиоактивных загрязнений палладия и серебра.

В последней серии измерений (8а, 8б в табл. 1) с целью наблюдения протонных вспышек запуск ИК осуществлялся при условии, что интервал между любыми двумя последовательными сигналами меньше 1 с. Однако полезных событий в этой серии измерений зарегистрировано не было.

Оценки, сделанные на основе наших измерений, показывают, что выход протонов из реакции (1) не превышает  $\sim 10^{-24} \text{ с}^{-1}$  на одну пару дейтонов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Царев В.А. УФН, **160**, 1 (1990).
2. Петрий О.А. и др. Электрохимия, **27**, № 11, 111 (1991).
3. Jappi J.F. Atomic and Nuclear Data Tables, **27**, 341 (1982).
4. Каюмов Ф.Ф. ПТЭ, № 2, 69 (1975).

Поступила в редакцию 2 декабря 1991 г.