

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО РЕГИСТРАЦИИ ЯДЕРНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ

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

Описаны эксперименты по регистрации нейтронного и гамма-излучений при электролизе D_2O с электродами из Pd и Pt. В ряде серий измерений наблюдалась эмиссия нейтронов импульсного характера. Нестабильность эффекта и отсутствие повторяемости не позволяют сделать однозначных выводов ни о механизме эффекта, ни о его величине.

Настоящая работа посвящена экспериментальному обнаружению предполагаемой /1, 2/ эмиссии нейтронного и гамма-излучений из Pd катода при электролизе тяжелой воды. Для регистрации ядерных излучений создана установка, показанная на рис. 1. В ней предусмотрена одновременная и независимая регистрация тепловых нейтронов и гамма-излучения. В центре установки располагался электролизер, окруженный слоем воды (H_2O) толщиной 5 см, предназначенной для термализации быстрых нейтронов и охлаждения электролизера в процессе электролиза. Регистрация тепловых нейтронов осуществлялась батареей из шести He^3 -счетчиков типа СНМ-18, расположенных вокруг объема с водой. Чтобы увеличить эффективность регистрации нейтронов, счетчики окружены парафиновым отражателем нейтронов толщиной 5 см. Снаружи детекторы окружены защитой от внешнего нейтронного фона (борированный полиэтилен толщиной

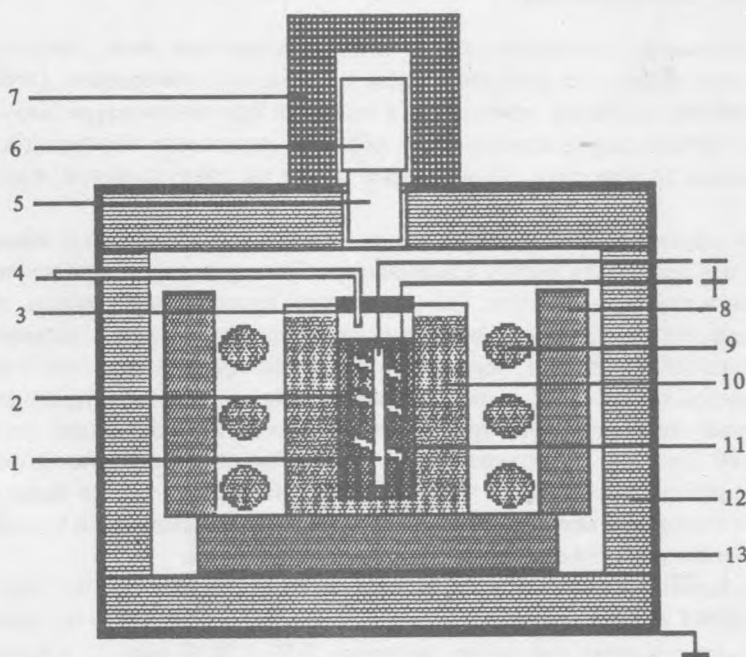


Рис. 1. Схема установки: 1 - катод (Pd); 2 - анод (Pt); 3 - стеклянный сосуд; 4 - трубка для выхода газа (продуктов электролиза), 5 - сцинтиляционный гамма-детектор CsI(Na); 6 - предусилитель; 7 - свинцовая защита; 8 - парафиновый отражатель нейтронов; 9 - счетчики нейтронов; 10 - вода (H_2O); 11 - электролит; 12 - борированный полиэтилен (нейтронная защита); 13 - электромагнитный экран (Al).

7 см) и металлическим заземленным электромагнитным экраном. Для регистрации гамма-излучения над электролизером устанавливался гамма-детектор на основе сцинтиллятора из CsI(Na) и фотоумножителя типа ФЭУ-85, закрытый снаружи слоем свинца толщиной 5 см. Внешний нейтронный фон в процессе экспериментов контролировался мониторным счетчиком нейтронов, расположенным вблизи установки.

Для сбора и предварительной обработки данных применялась аппаратура в стандарте КАМАК и персональный компьютер ДВК-3 в режиме on-line. Регистрация сигналов, поступающих с детекторов, велась одновременно по трем независимым каналам: нейтронному, гамма-каналу и мониторинговому. Первые два канала одновременно работали в счетном режиме и в режиме амплитудного анализа. Установка и вся измерительная аппаратура были расположены в подвальном помещении четырехэтажного кирпичного здания.

Таблица 1

*Характеристики электродов и состав электролита
в электролитических ячейках*

№ п.п.	Анод, Pt	Катод, Pd*	Размер катода, мм	Состав электролита
1	Фольга	0,3 г, фольга	50 × 5 × 0,1	D ₂ O + 30% D ₂ SO ₄
2	То же	2,39 г, фольга	∅ 49 мм, <i>l</i> =0,1	То же
3	Лента	11 г, фольга	38 × 80 × 0,3	То же
4	То же	То же	То же	D ₂ O + 7% LiOD
5	То же	86 г, стержень	∅ 10 мм, <i>l</i> =90	То же
6	То же	То же	То же	D ₂ O + 30% D ₂ SO ₄

* Палладиевый стержень получен методом зонной плавки, палладиевая фольга – холоднокатанная.

В экспериментах использовалось несколько типов электролитических ячеек, отличающихся массой, формой использованных электродов, их расположением и составом электролита (табл. 1) [3]. Перед началом экспериментов образцы палладия отжигались в вакууме при температуре 500–600 °С в течение нескольких часов. В ряде случаев перед измерениями образцы специально насыщались дейтерием в течение ~ 100 часов с помощью электролиза, проводимого в том же электролизере, который позже применялся в измерениях.

Измерения проводились круглосуточно на протяжении нескольких суток. Фон измерялся до начала измерения эффекта, после и в перерывах между измерениями. Электролизер в этом случае либо удалялся из установки и переносился в другое помещение без прерывания процесса электролиза, либо просто выключался ток, а образец оставался в установке. Измерения фона, проводившиеся в дневное и ночное время, не показали заметного различия. Во время экспериментов параллельно велся счет событий в каждом канале (гамма-канал, основной нейтронный и мониторинговый) и снимались амплитудные спектры в первых двух каналах. Мертвое время измерительного тракта при счете событий составляло около 1 мкс, а при амплитудном анализе ~ 100 мкс, что позволяло судить о наличии или отсутствии коротких импульсов излучения. Распечатка информации происходила через 15 мин, а на дисплее можно было следить за гистограммой счета импульсов с шагом в 1 мин. Эти данные, а также спектры импульсов в гамма- и нейтронном каналах, записывались на магнитные дискеты для последующей обработки.

В первых экспериментах использовались небольшие образцы Pd (1,2 в табл. 1). Не было замечено статистически значимых превышений в счете импульсов при проведении электролиза по сравнению с фоном. При измерении эффекта скорость счета нейтронов составила $0,59 \pm 0,16 \text{ мин}^{-1}$, а фоновое значение $0,57 \pm 0,13 \text{ мин}^{-1}$. Для гамма-излучения счет также практически совпадал при измерении эффекта и фона. На рис. 2 показаны результаты, полученные в первой серии измерений с большими образцами Pd (3 и 5 в табл. 1), причем оба образца одновременно находились в установке в процессе электролиза. В некоторые моменты вре-

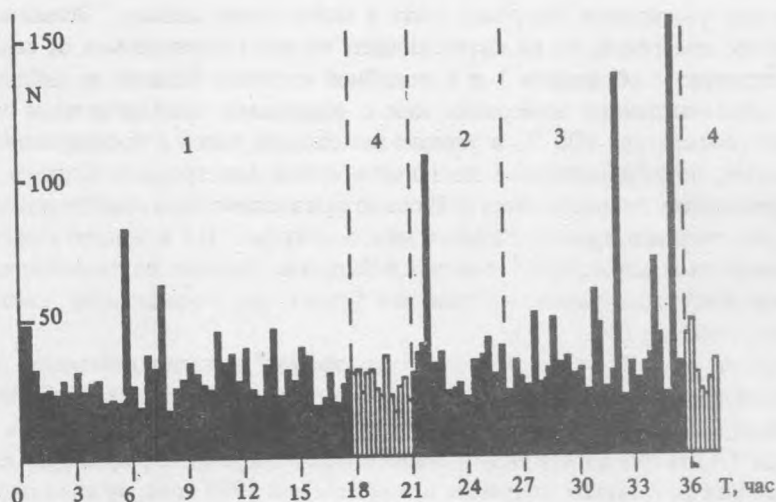


Рис. 2 Счет нейтронов в зависимости от времени для больших образцов; первая серия измерений. По оси X указано время в часах, по оси Y – счет за 15 мин. Ток при электролизе: 1 – 3,5 А, 2 – 3,0 А, 3 – 4,0 А, 5 – фоновые измерения.

Таблица 2

Скорость счета нейтронного детектора при проведении электролиза с Pd катодом в виде стержня (№ 5 в табл. 1) и пластины (№ 4 в табл. 1); измерения № 1 – № 14 – стержень, № 15 – № 19 – пластина

№ изм.	Ток, А	Скорость счета × 100, имп/с		Статистическая ошибка × 100, имп/с		Эффект/фон	
		с	а	с	а	с	а
1	2,0	1,74	1,50	0,08	0,08	1,13	1,01
2	3,0	2,12	1,65	0,13	0,10	1,38	1,12
3	4,0	1,87	1,60	0,12	0,09	1,22	1,08
4	3,0	1,81	1,48	0,14	0,10	1,18	0,99
5	3,0	1,98	1,62	0,14	0,11	1,29	1,09
6	6,0	1,67	1,26	0,08	0,07	1,09	0,85
7	2,0	2,06	1,41	0,50	0,10	1,34	0,95
8	2,5	1,65	1,51	0,07	0,06	1,07	1,02
9	3,0	1,80	1,58	0,10	0,08	1,17	1,06
10	3,5	1,75	1,62	0,14	0,14	1,14	1,09
11	4,0	1,37	1,25	0,07	0,08	0,89	0,84
12	2,0	1,89	1,72	0,13	0,13	1,23	1,16
13	5,0	1,65	1,53	0,16	0,15	1,07	1,03
14	6,0	1,48	1,45	0,21	0,15	0,96	0,97
<hr/>							
15	3,0	1,60	2,38	0,08	0,74	1,04	1,60
16	3,0	1,61	1,67	0,09	0,09	1,05	1,12
17	4,0	1,53	1,59	0,10	0,09	0,99	1,07
18	0	1,60	1,56	0,10	0,12	1,04	1,05
19	0	1,72	1,63	0,10	0,09	1,12	1,10

мени наблюдалось резкое увеличение скорости счета в нейтронном канале. "Вспышки" наблюдались также в двух следующих сериях измерений, но их интенсивность заметно уменьшалась от серии к серии /3/. В последующих измерениях отдельно с образцами 3 и 5 подобной картины больше не наблюдалось, несмотря на то что были проведены многочисленные измерения как с образцами, подвергнутыми термической обработке (отжиг в вакууме при температуре 900 °С в течение нескольких часов с последующим медленным охлаждением), так и с образцами, подвергавшимися длительное время электролизу. Однако в большинстве случаев заметно некоторое превышение скорости счета нейтронов при включенном электролизере над фоном (табл. 2), причем оно больше для счетного тракта. Разница между счетным (с) и амплитудным (а) трактами может быть обусловлена импульсным характером эмиссии нейтронов. Данные по гамма-каналу не приводятся, так как не наблюдалось никакого превышения сигнала над фоном, что, по-видимому, связано с малой эффективностью гамма-детектора (меньше 1%).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что эффект эмиссии нейтронов нестабилен. Отсутствие повторяемости не позволяет сделать однозначных выводов ни о механизме этого эффекта, ни о его величине. С учетом эффективности установки ($\approx 10\%$) для наибольшего пика на рис. 2 оценена интенсивность эмиссии нейтронов, составившая 1,4 нейтрона в секунду в полный телесный угол, что примерно в 4 раза выше фона.

Представленные в работе результаты получены в апреле – мае 1989 года, но из-за отсутствия повторяемости не были тогда опубликованы. Появление в последнее время работ /4, 5/, в которых сообщается о наблюдении эмиссии нейтронов импульсного характера при электролизе D_2O с палладиевыми титановыми катодами, стимулировали данную публикацию.

Авторы выражают благодарность за постоянный интерес к работе О.Н. Крохину, Ю.А. Меркульеву и А.В. Бабкину, а также искренне признательны В.Г. Раевскому и Э.В. Голавскому за предоставленный сцинтилляционный гамма-детектор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fleischmann M., Pons S. J. *Electroanal. Chem.*, 261, 301 (1989).
2. Jones S. E. et al. *Nature*, 338, 737 (1989).
3. Бушуев В. С. и др. Препринт ФИАН № 43, М., 1990.
4. Jyengar P. K. Fifth International Conference on Emerging Nuclear Energy Systems, Karlsruhe, July 3-6, 1989.
5. Celani F., De Felici M., Fabbri F. L. et al. LNF-89/048(P), 1 Settembre 1989, Laboratori Nazionali di Frascati.

Поступила в редакцию 5 марта 1990 г.