

Результаты измерений эффективных сечений диссоциативной ионизации молекулы CdJ_2 электронным ударом использованы нами для расчета основных характеристик плазмы и кинетических процессов в газоразрядном эксимерном лазере на смеси Cd_2^+Ne .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K u s h n e r M.J., P i n d r o h A.L., F i s h e r C.H., Z n o t i n s T.A., E v i n g J.J. // J. Appl. Phys 1985. V. 57. N 7. P. 2406-2423.
- [2] К о н о п л е в А.Н., Ч а в а р г а Н.Н., С л а в и к В.Н., Ш е в е р а В.С. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 22. С. 48-51.
- [3] D e g a n i J., R o k n i M., Y a t s i v S. // J. Chem. Phys. 1980. V. 75. P. 164-171.
- [4] Е л е ц к и й А.В., С м и р н о в Б.М. // УФН. 1985. Т. 147. В. 3. С. 459-484.

Ужгородский государственный
университет

Поступило в Редакцию
8 мая 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 19

12 октября 1990 г.

04; 08; 11

© 1990

НАБЛЮДЕНИЕ НЕЙТРОНОВ ПРИ КАВИТАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ДЕЙТЕРИЙСОДЕРЖАЩИЕ СРЕДЫ

А.Г. Л и п с о н, В.А. К л ю е в,
Б.В. Д е р я г и н, Ю.П. Т о п о р о в,
М.Г. С и р о т ю к, О.Б. Х а в р о ш к и н,
Д.М. С а к о в

В течение последнего года продолжалось интенсивное изучение ядерных процессов, протекающих при взаимодействии дейтерия с поверхностью ряда переходных металлов и объединяемых термином „холодный ядерный синтез“ [1, 2]. В частности, в наших предыдущих исследованиях была обнаружена генерация нейтронов в процессе механического воздействия на систему титан-дейтерий (разрушение титана), а также в процессе трения дейтерированных титановых образцов [3-5]. В настоящей работе показана принципиальная возможность протекания реакций DD -синтеза под действием ульт.

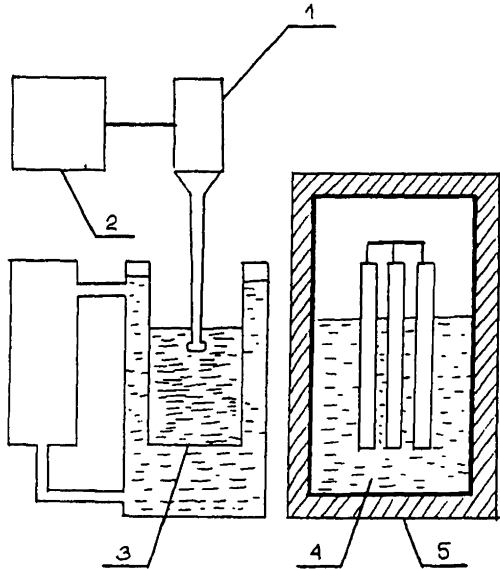


Схема экспериментальной установки.

1 - титановый вибратор, 2 - ультразвуковой генератор, 3 - сосуд с D_2O , 4 - бак с блоком счетчиков, 5 - кадмиевый экран.

развуковой кавитации на некоторые переходные металлы и их дейтериды в среде D_2O . При постановке задачи авторы исходили из того, что в процессе кавитации появляются ударные волны и высокие температуры в захлопывающихся кавитационных пузырьках, а также происходит взаимодействие куммулятивных струй с металлическими частицами, аналогичное описанному в [6].

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке. Титановый вибратор (1) с площадью основания 1 см^2 , подключенный к ультразвуковому генератору УЗДН-1 (2), помещался в заполненный тяжелой водой стеклянный сосуд (диаметр 30 мм, высота 100 мм), снабженный кожухом водяного охлаждения (3). В непосредственной близости от сосуда на расстоянии 5 см устанавливался блок из 7 пропорциональных счетчиков нейтронов, погруженных в заполненный маслом бак (4), покрытый листовым кадмием толщиной 1 мм (5). Калибровка счетчиков и процедура регистрации нейтронов описаны в 3-5. Эффективность детектора нейтронов в использованной схеме эксперимента составила $1 \pm 0,5\%$.

В работе использовалась тяжелая вода с чистотой 99,9%. Кавитация осуществлялась с помощью вибраторов, изготовленных из технического титана, на резонансной частоте 22 кГц. Амплитуда смещения торца вибратора составляла около 15 мкм. Для проведения экспериментов в сосуд с D_2O помещался также порошок интерметаллида $LaNi_5$ или его дейтерид $LaNi_5D_x$, изготовленный по

технологии, описанной в [3, 7]. Удельные поверхности (по БЭТ) порошков $LaNi_5$ и $LaNi_5D_x$ до проведения экспериментов составляли соответственно $0.62 \text{ м}^2/\text{г}$ и $7.8 \text{ м}^2/\text{г}$.

„Космический“ нейтронный фон, снятый за большие интервалы времени, в том числе и в промежутках между экспериментами (при удалении сосуда с вибратором на большое расстояние от счетчиков) не испытывал значительных флуктуаций и составил 0.035 ± 0.005 отсчетов/с.

Установление режима кавитации наблюдалось визуально по появлению кавитационных пузырьков вблизи торца вибратора. Температура D_2O в процессе испытаний составляла $\sim 30 \pm 10$ °С. Процесс измерений состоял из двух непрерывно следующих друг за другом десятиминутных циклов измерения – в процессе кавитации и при ее отключении. Было проведено 3 серии экспериментов: с чистой водой и с водными дисперсиями.

Первая серия опытов – кавитация в чистой D_2O . Эксперименты показали, что при кавитации с чистой D_2O , не содержащей примесей $LaNi_5$, превышения счета нейтронов над естественным фоном не наблюдается, если суммарное время кавитационного воздействия на титановый вибратор меньше 20 часов. Аналогичный результат наблюдается нами в контрольных экспериментах, выполненных на обычной воде H_2O , однако после обычного для кавитационной эрозии инкубационного периода, когда структурные изменения в поверхностном слое торца вибратора становятся стабильными (суммарное время кавитации 20 часов) во время его работы в D_2O появляется устойчивое превышение над фоном, которое отсутствует при кавитации в H_2O . При этом вибратор подвергался значительной эрозии. При работе с D_2O не наблюдается наличия достоверного постэффекта эмиссии нейтронов после прекращения кавитации.

Вторая серия экспериментов – кавитация в дисперсии порошка $LaNi_5$ в D_2O . В процессе проведения кавитации с использованием „неприработанного“ в D_2O вибратора превышение над фоном отсутствовало, однако по прекращении кавитационного воздействия наблюдается постэффект.

Третья серия экспериментов – кавитация в дисперсии порошка $LaNi_5D_x$ в D_2O . В процессе кавитационного воздействия при использовании неприработанного в D_2O вибратора наблюдается генерация нейтронов. После прекращения кавитации постэффект отсутствует.

Сводка данных для всех трех серий экспериментов с кавитацией, усредненных по времени экспозиции $\tau = 2$ ч, представлена в таблице, где уровень достоверности ($P_D = 2 \sigma$) определяется из выражения [8]:

$$P_D = 2 \sqrt{\frac{R_D}{F^2 t}},$$

Параметры эмиссии нейтронов при кавитации в чистой D_2O и в дисперсиях порошков $LaNi_5$ и $LaNi_5D_x$ в D_2O

Система Параметры	D_2O		$D_2O + LaNi_5$		$D_2O + LaNi_5D_x$	
	Кавитация	Пост-эффект	Кавитация	Пост-эффект	Кавитация	Пост-эффект
\bar{N} , отсч/с	0.045	0.039	0.037	0.049	0.045	0.038
P_d , н/с	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
n , н/с	0.90	0.40	0.20	1.10	0.95	0.33
ρ , σ	4.0	2.0		5.0	4.0	1.5

где R_B - уровень естественного фона, ϵ - эффективность детектора нейтронов, t - суммарное время измерений, σ - среднее квадратичное отклонение. Величина эффекта оценивалась по формуле:

$$n = (\bar{N} - R_B) / \epsilon,$$

где \bar{N} - усредненное за время измерений число отсчетов/с.

Как видно из таблицы, эффект $\rho(\sigma)$, превышающий 3 стандартных отклонения σ , наблюдается лишь в трех случаях: при кавитации в чистой D_2O после того, как титановый вибратор предварительно проработал более 20 часов; при кавитации в дисперсии $LaNi_5D_x$ и после кавитации в дисперсии $LaNi_5$ (постэффект).

Таким образом, генерация нейтронов при инициировании кавитации с помощью титанового вибратора в D_2O требует наличия его предварительного дейтерирования (при кавитационной эрозии). Что касается отсутствия в данном случае постэффекта, то оно может быть связано с быстрым образованием гидроксидного слоя на поверхности титана после прекращения кавитационного воздействия, который препятствует проникновению дейтерия в образец, и, следовательно, созданию микрообластей его пересыщения [4, 7].

Аналогично в случае $LaNi_5$ отсутствие эффекта при кавитационном воздействии связано, по-видимому, с отсутствием предварительного насыщения его дейтерием. Поэтому в условиях существования высоких контактных температур при кавитационном воздействии на дисперсию и большой скорости диффузии дейтерия в образце не могут создаваться микрообласти, пересыщенные дейтерием. Однако после окончания кавитационного воздействия существование послеемиссии нейтронов может быть связано с релаксацией механических напряжений на поверхности частиц, разложением D_2O на ней и проникновением дейтерия через стоки дефектов, образовавшихся в процессе кавитационного воздействия, в приповерхностные вакансионные пустоты, где могут создаваться условия для протекания DD -реакций [4].

Следует отметить, что в случае $LaNi_5D_x$ эмиссия нейтронов при кавитационном воздействии не связана с разрушением частиц порош-

ка. На это указывает тот факт, что удельная поверхность порошка $LaNi_5D_x$ после 2-х часов кавитационного воздействия уменьшилась почти в 2 раза и стала равной $4.0 \text{ м}^2/\text{г}$, т.е. размеры частиц порошка, по меньшей мере, не уменьшились. Поэтому наиболее вероятной причиной генерации нейтронов в данном случае является, по-видимому, непосредственная бомбардировка (инжекция) поверхности частиц, ускоренных дейтонами, образующимися в сильных электрических полях при схлопывании кавитационных пузырьков вблизи или на поверхности частиц $LaNi_5D_x$. Об этом свидетельствует также и отсутствие в данном случае послеземиссии нейтронов, поскольку при прекращении кавитации прекращается и инжекция свободных ускоренных дейтонов в образец. Другой возможный механизм генерации нейтронов может быть связан с адиабатическим сжатием частиц в центре схлопывающейся кавитационной полости, давление в которой на заключительной стадии схлопывания достигает 10^5 - 10^6 атм. Однако для более детального выяснения природы DD -реакций при кавитационном воздействии на металлы необходимы дальнейшие исследования.

Вместе с тем, полученные данные позволяют предположить, что процессы кавитации могут играть определенную роль в генерации нейтронов, наблюдающейся при электролизе D_2O на титановых и палладиевых электродах [1], т.к. электролиз также может являться источником кавитационных пузырей [6].

Авторы благодарны В.П. Мордовину за предоставленные образцы

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] J o n e s S.E. et al. // Nature. 1989. V. 338. P. 737.
- [2] D e N i n o A. et al. // Europhys. Lett. 1989. V. 9. P. 221.
- [3] Л и п с о н А.Г. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1989. Т. 49. № 11. С. 588-590.
- [4] Л и п с о н А.Г. и др. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 17. С.
- [5] D e r j a g u i n B.V. et al. // Nature. 1989. V. 341. P. 492.
- [6] К н э п п Р. и др. Кавитация. М.: Мир, 1974. 687 с.
- [7] Л и п с о н А.Г. и др. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 19. С.88.
- [8] M i s C r a c k e n G.M. et al. Preprint of Culham Laboratory. 1989. July 7, CLM-P864.

Поступило в Редакцию
22 июля 1990 г.