

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 539.17 : 539.2  
 © 1990

ВЫХОД НЕЙТРОНОВ ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ  
 ДЕЙТЕРИЯ В ТИТАН

А. А. Косячков, В. Т. Черепин, В. В. Колотый, К. К. Кисурин

Недавно опубликовано первое сообщение о протекании низкотемпературных ядерных реакций дейтерия в палладию [1]. Насыщение поверхности твердых тел дейтерием можно осуществить различными способами, например с помощью ионной имплантации [2, 3]. В работе [2] производили имплантацию ионов дейтерия в поверхность титана и о протекании реакций судили по выделению газообразных продуктов: гелия-3 и трития. В настоящей работе в аналогичных условиях выполнен цикл измерений выхода нейтронов.

Согласно методике, предложенной в работе [2], ионное насыщение титана осуществлялось при напуске особо чистого дейтерия в предварительно обезгаженный и откачанный до давления  $2 \cdot 10^{-7}$  Па магниторазрядный насос НМД-0.63, схема которого представлена на рисунке. Ионы остаточных газов образуются в результате разряда Пеннинга между заземленными катодами из титана 2 и анодами 3, конструктивно размещенными в шести эквивалентных рабочих ячейках. Ионы, ускоренные приложенным к анодам положительным потенциалом до энергии в несколько кэВ, бомбардируют поверхность титановых катодов. Важно, что если, как в нашем случае, напускаемым газом является дейтерий, то вследствие малой массы ионов дейтерия и соответственно низкой скорости распыления титана

Условия и результаты измерений

Положение датчика	Номер серии	Ток разряда, мА	Энергия ионов, кэВ	Давление дейтерия, $10^{-3}$ Па	Превышение выхода нейтронов над фоном
А	1	80	7.0	1.5	4.1
	2	82	6.9	1.4	5.8
	3	78	7.1	1.5	1.9
	4	72	7.2	1.3	5.0
	5	13	7.8	4.6	0.9
		64	7.2	1.4	1.2
		78	7.1	1.6	2.9
	6	85	6.9	1.6	2.2
	7	74	7.1	1.7	2.6
	8	74	7.1	1.1	2.9
	9	77	7.0	8.6	4.4
	10	80	7.0	6.8	3.8
	11	100	6.8	3.0	4.7
12	60	7.2	1.0	3.4	
	62	7.2	1.1	1.5	
	13	80	7.0	1.3	2.4
В	14	57	7.6	1.1	6.7
В	15	85	6.8	1.6	1.8
		86	6.8	1.6	1.6

происходит накопление имплантированного дейтерия в титане до значительных концентраций.

Выход нейтронов измеряли в счетном режиме с помощью устройства детектирования УДБН-02Р, датчик которого обладает повышенной чувствительностью к нейтронам с энергией 1—10 МэВ и защищен от других видов излучения. Каждая серия замеров начиналась и заканчивалась длительным измерением фона. Работа выполнялась в различное время суток на протяжении трех месяцев (апрель—июнь) и приостанавливалась, если уровень фона превышал 0.5 имп./мин. Предварительно напуская в насос-реактор вместо дейтерия спектрально-чистый аргон, мы убедились, что наличие разряда Пеннинга и его параметры сами по себе не оказывали влияния на результаты измерений.

Полученные результаты представлены в таблице. Видно, что превышение выхода нейтронов над уровнем фона невелико, в среднем чуть более чем в 3 раза, но оно наблюдается во всех случаях, когда ток имплантируемых ионов дейтерия (не скорректированный на ионно-электронную эмиссию) превышает 50—60 мА. При этом значения тока, энергии ионов и

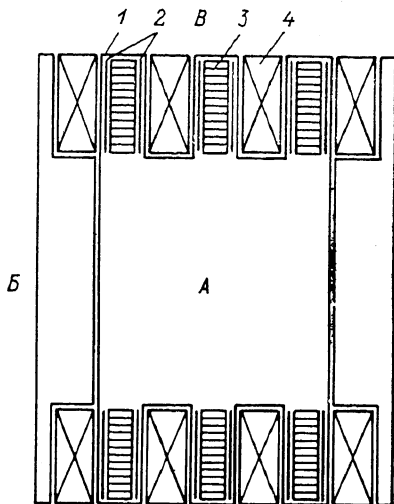


Схема насоса НМД-0.63.

1 — корпус, 2 — катоды, 3 — анод, 4 — постоянный магнит. А, Б, В — места размещения датчика нейтронов.

давления дейтерия хорошо коррелируют с аналогичными характеристиками, соответствующими максимальному выходу газообразных продуктов реакции [2]. Отметим, что конструкция насоса не позволяла выбрать такое положение датчика (см. рисунок), которое могло бы обеспечить большой телесный угол наблюдения образующихся нейтронов. Следовательно, данные о выходе нейтронов, существенно занижены (см. таблицу).

В ходе эксперимента установлено, что повторный напуск дейтерия в работающий насос, производимый без тщательного обезгаживания титановых пластин, способствует уменьшению выхода нейтронов. Этот эффект отображен в результатах серий № 12 и 15 (см. таблицу). Можно предположить, что протекание реакции зависит от физико-химического состояния поверхности титана. Была произведена попытка предварительно окислить поверхность титановых пластин за счет напуска в работающий насос сначала кислорода до давлений  $10^{-5}$  или  $5 \cdot 10^{-4}$  Па, а затем — дейтерия до давления  $10^{-3}$  Па. Однако это не повлияло на выход нейтронов.

Таким образом, в настоящей работе показано, что имплантация ионов дейтерия с энергией 7—8 кэВ в титан сопровождается выходом нейтронов. Полученные результаты совместимы с представлениями [1] о протекании ядерных реакций дейтерия в твердых телах.

#### Список литературы

- [1] Fleischmann M., Pons S. // J. Electroanal. Chem. 1989. V. 261. P. 301—308.  
 [2] Косячков А. А., Трилецкий В. С., Черепин В. Т., Чичкань С. М. // Письма в ЖЭТФ. 1989. Т. 49. № 12. С. 648—651.  
 [3] Будняков А. Т., Зубер В. М., Картамышев Г. А., Катрич Н. П., Семиноженко В. П. // Препринт ИМК-89-4. Харьков, 1989. 12 с.

Институт металлофизики  
 АН УССР  
 Киев

Поступило в Редакцию  
 5 июля 1989 г.