

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3637/2-80

13-80-324

4/8-80

А.А.Борисова, В.М.Быстрицкий, В.К.Капшев,
С.Ш.Мухамет-Галеева, Л.А.Ривкис, В.И.Сатаров,
Л.Н.Старшина, В.А.Столупин

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРИТИДА ТИТАНА
ДЛЯ ДОЗИРОВАННОГО НАПУСКА ТРИТИЯ
В ГАЗОВУЮ МИШЕНЬ

1980

Исследование мю-катализа реакции ядерного синтеза дейтерия и трития^{1/} проводилось с использованием газовой мишени, которая заполнялась смесью $D_2 + T_2$ при различных концентрациях компонент.

Дозированный напуск трития в газовую мишень можно осуществлять путем разложения твердых химических соединений водорода с металлами, из которых, по-видимому, наиболее подходящими и хорошо изученными являются гидриды и двойные гидриды. Причем плотность водорода в этих соединениях может превосходить плотность жидкого водорода^{2/}. Большое число металлов, сплавов и интерметаллических соединений взаимодействуют с водородом обратимо. Сорбция водорода/образование гидридов/и его десорбция /разложение гидридов/ при данной температуре происходят приблизительно при одинаковом давлении. Содержание водорода в некоторых гидридах можно сравнить по данным табл.1^{3/}.

Приведенные в таблице данные показывают предельное содержание водорода в металлах и не дают ответа на вопрос, какая часть запасенного в металле водорода может быть реально извлечена в экспериментальных условиях.

При выборе металла для гидридообразующих соединений нами рассматривались уран, титан, цирконий и иттрий. Система U-H в отношении выделения водорода менее термостойка, чем системы Ti-H, Zr-H, Y-H, но, в отличие от них, более пирофорна. Что касается дисперсности материала, то уран, цирконий и иттрий после нескольких циклов сорбции-десорбции рассыпаются в мелкий порошок, в то время как Ti этим свойством не обладает и практически исключается попадание металлической пыли во взвешенном состоянии в объем газовой мишени. В настоящее время в электронной технике широко применяется нераспыляемый газопоглотитель на основе титана,

Таблица 1

Соединение	Молекулярный вес	Весовой процент водорода
TiH ₂	49,90	4,00
ZrH ₂	93,20	2,10
Y H ₂	90,90	2,20
U H ₃	241,03	1,24
LaNi ₅ H ₆	438,50	1,40

1950
1954
1955

получаемый путем спекания в вакууме при $800 \div 900^\circ\text{C}$ иодидного порошка титана. Вследствие высокой пористости $/30 \div 50\%/$ истинная поверхность этого газопоглотителя может превышать геометрическую в сотни раз, в связи с чем резко возрастает газопоглотительная способность не только по водороду $^{4,5}/$, но и по примесям $^{6}/$, что может оказаться полезным при доочистке трития от следов примесей.

Целью настоящей работы является предварительное исследование возможности использования тритида титана для дозированного напуска трития в газовую мишень. Условия проведения опытов 14 даны в табл.2.

Таблица 2

Объем мишени и коммуникаций /л/	Давление смеси в мишени /атм/	Концентрация трития /объемные доли/		
		Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
4	20	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$

На основании данных табл.2 нами было рассчитано полное количество трития, необходимого для эксперимента. Результаты расчета представлены в табл.3.

Таблица 3

Опыт	Парциальное давление трития в мишени /мм рт.ст./	Количество трития /мл/
1	600	2600
2	300	1300
3	100	430
Σ	-	4330

Принципиальная схема установки, на которой проводились исследования, приведена на рис.1. Установка состояла из трех основных систем: 1/ система хранения дейтерия - 1; 2/ система измерения равновесных давлений; 3/ система откачки - 17,20.

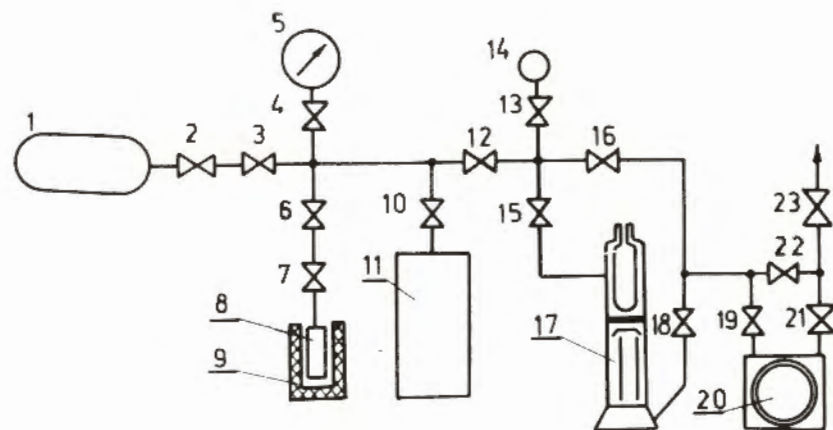


Рис.1. Схема установки. 1 - баллон с дейтерием /20 атм./; 5 - контрольный вакуумметр типа ВКО; 8 - ампула с титаном; 9 - электрическая печь сопротивления; 11 - калиброванный 4-литровый объем; 14 - термопарная лампа ЛТ-2; 17 - диффузионный ртутный насос ДРН-10 с охлаждаемой азотной ловушкой; 20 - форвакуумный герметичный насос НВГ-2; 2,3,4,6,7,10, 12,13,15,16,18,19,21,22,23 - вакуумные вентили Ду-10.

Система измерения равновесных давлений включала в себя ампулу с титаном /8/, вакуумметр типа ВКО/5/ и калиброванный 4-литровый объем /11/, соответствующий объему газовой мишени. Нагрев ампулы осуществлялся с помощью съемной внешней печи сопротивления /9/, позволяющей получать температуру до 900°C . Откачка установки производилась с помощью форвакуумного насоса НВГ-2 /20/ и диффузионного парортутного насоса ДРН-10 /17/. Для предотвращения попадания в систему паров масла и ртути была установлена азотная высоковакуумная ловушка.

Необходимое для исследований количество титана /13,5 г/ помещалось в ампулу /8/, затем проводилась его вакуум-термическая активация / $T \sim 850^\circ\text{C}$, $P < 10^{-3}$ мм рт.ст./ . Нами был использован титан марки ТНТ-4 в виде таблеток $\phi 4 \times 1$, содержащий $\sim 99,8\%$ титана. Насыщение титана дейтерием /5850 мл, суммарное содержание примесей с $Z > 1$ на уровне $5 \cdot 10^{-3}$ об.долей/ проводилось в высокотемпературном режиме: напуск дейтерия при $T = 800^\circ\text{C}$ и выдержка при этой температуре в течение 20 минут, после чего титан охлаждался до комнатной температуры. Исследование

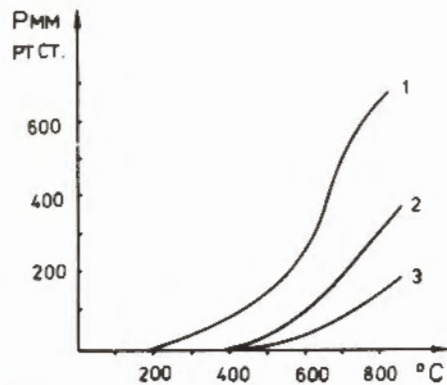


Рис.2. Зависимость равновесного давления дейтерия /трития/ от температуры при различных удельных содержаниях дейтерия /трития/ в титане. 1 - 437 нсм³/г; 2 - 235 нсм³/г; 3 - 110 нсм³/г.

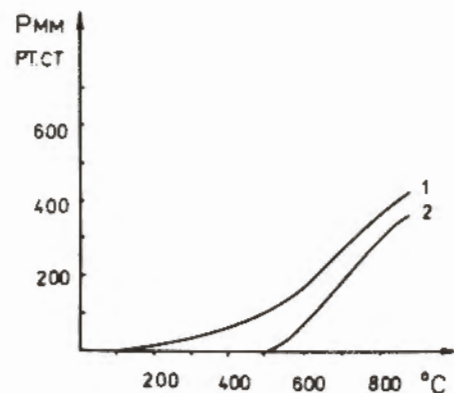


Рис.3. Зависимость равновесного давления дейтерия /трития/ от температуры. 1 - при использовании 7 г титана, удельное содержание 450 нсм³/г; 2 - при использовании 13,5 г титана, удельное содержание 235 нсм³/г.

зависимости равновесного давления дейтерия в калиброванном объеме от температуры титана для экспериментальных условий, приведенных в табл.3, осуществлялось в следующей последовательности. При достижении давления дейтерия, соответствующего давлению трития в первом опыте, вентиль 10 перекрывался, газ из отсека, ограниченного вентилями 3, 12, 10, поглощался титаном при охлаждении последнего, а дейтерий из калиброванного объема откачивался. Аналогичным образом исследовалась вторая зависимость $P = f(T)$, но уже с оставшимся в титане количеством дейтерия и т.д.

Зависимость равновесного давления дейтерия от температуры представлена на рис.2, из которого видно, что требуемые для эксперимента парциальные давления трития могут быть получены в интервале температур 770÷800 °C при удельном содержании трития в титане 437, 235 и 110 нсм³/г, соответственно. Как видно из рис.2, увеличение удельного содержания газа в титане дает возможность получить при одной и той же температуре большие давления трития или одно и то же давление, но при меньших температурах титана.

На рис.3 приведены для сравнения две зависимости равновесного давления дейтерия от температуры титана: кривая "2" соответствует выделению дейтерия из 13,5 г титана с удельным

содержанием 235 нсм³/г, а кривая "1" - при выделении того же количества дейтерия из 7 г титана, удельное содержание ~450 нсм³/г. Из этих кривых видно, что парциальное давление дейтерия /трития/ в объеме мишени, равное 300 мм рт.ст., можно получить при 720 °C путем выделения оставшегося в титане /13,5 г/ газа и последующей сорбции его меньшим количеством титана /7 г/.

Полученные зависимости равновесного давления дейтерия /трития/ в объеме газовой мишени от температуры титана позволяют выбрать режим дозированного напуска трития, соответствующий условиям эксперимента.

В заключение авторы выражают благодарность Л.Г.Шулятиковой за проведение хроматографических анализов и Ш.Г.Шамсутдинову за помощь в исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстрицкий В.М. и др. ОИЯИ, Д1-12696, Дубна, 1979.
2. Van Mal H.H. Philips Res.Repts.Suppl., 1976, No.1, p.1-88.
3. Антонова М.М. Свойства гидридов металлов. "Наукова думка", Киев, 1975.
4. Дэшман С. Научные основы вакуумной техники. "Мир", М., 1964.
5. Гидриды переходных металлов. Под ред. Муттертиза. "Мир", М., 1975.
6. Вульф Б.К., Борщевский С.М. Титан в электронной технике. "Энергия", М., 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 апреля 1980 года.