

ГЕНЕРАЦИЯ НЕЙТРОНОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ТИТАН В ПРИСУТСТВИИ ДЕЙТЕРИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВ

А.Г.Липсон, Д.М.Саков, В.А.Клюев, Б.В.Дерягин,
Ю.П.Топоров

Обнаружена генерация нейтронов при механическом воздействии на титан в присутствии дейтерированных веществ: D_2O , LiD , полипропилен (D_6).

Ранее^{1,2} нами было показано, что при ударном нагружении ряда дейтерийсодержащих твердых тел (тяжелый лед D_2O , LiD) наблюдается нейтронное излучение, свидетельствующее о протекании в зоне разрушения единичных ядерных реакций типа DD . В связи с сообщениями о наблюдении DD -реакций при насыщении дейтерием титана, палладия и некоторых других переходных металлов представляла интерес проверка влияния механического воздействия на титан в присутствии дейтерийсодержащих объектов с целью выяснения возможности протекания под влиянием механического воздействия и в таких системах реакций термоядерного синтеза.

В качестве объектов исследования использовались титановая стружка (технической чистоты), а также D_2O , дейтерированный полипропилен ПП(D_6) и дейтерид лития (LiD). Эксперименты по механическому воздействию на титан осуществлялись на лабораторной эксцентриковой вибромельнице М-35 с частотой 50 Гц и амплитудой 5 мм (энергонапряженность ~ 10 Вт). Титановая стружка смешивалась с дейтерийсодержащими объектами в определенных пропорциях и помещалась в стальной барабан с герметичной крышкой, заполненный на $2/3$ стальными шарами диаметром 6 мм^{3,4}. Для контроля экспериментальных данных проводилось измельчение титановой стружки, а также D_2O , LiD и ПП(D_6) по отдельности.

Регистрация нейтронов осуществлялась с помощью блока пропорциональных счетчиков NWI-62 (7 штук), погруженных в бак с маслом, покрытый листовым кадмием. Блок располагался на расстоянии 15 см от рабочего барабана вибромельницы (см. рис. 1). Информация со счетчиков выводилась на амплитудный анализатор АИ-256-6 с цифропечатью. Оценка эффе-

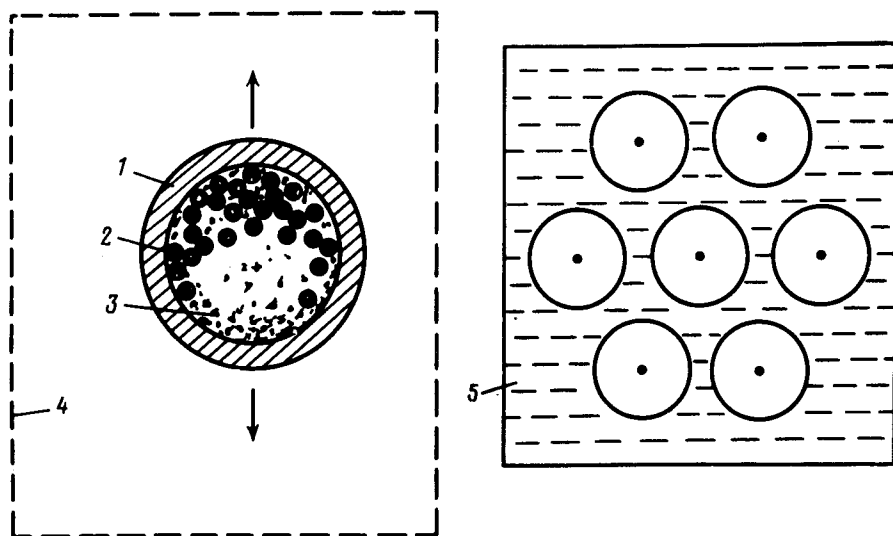


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – рабочий барабан; 2 – стальные шары; 3 – титановая стружка с дейтерийсодержащими компонентами; 4 – кожух вибромельницы; 5 – блок регистрации нейтронов

тивности детектора осуществлялась с помощью $Po - \alpha - Be$ -источника нейтронов интенсивностью 200 нейтр/с, который устанавливался в ячейку вибротельности на место рабочего барабана (рис. 2, кривая 1). Через определенные промежутки времени снимался также естественный (космический) нейтронный фон в отсутствие рабочего барабана в ячейке.

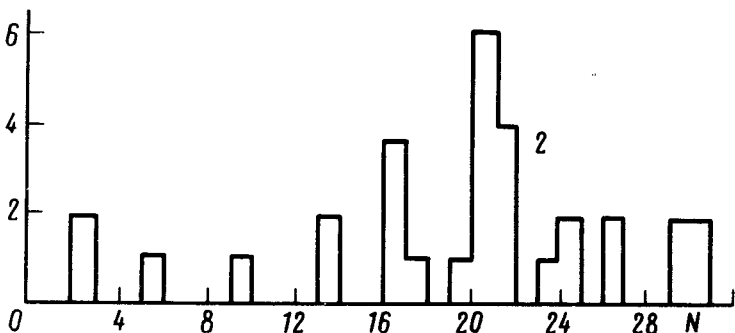
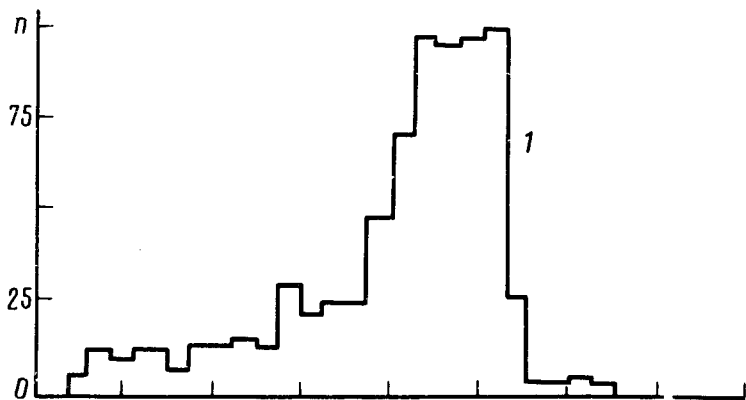


Рис. 2. Гистограммы распределения импульсов по каналам анализатора от источника нейтронов (1) и при диспергировании системы титан + 10% D_2O + 4% ПП(D_6) (2), время экспозиции – 1 мин

Эксперименты показали, что при диспергировании только самой титановой стружки, а также дейтерийсодержащих компонент по отдельности, не наблюдается превышения над естественным нейтронным фоном (0,05 отсчет/с). Вместе с тем, при диспергировании титановой стружки совместно с 10% тяжелой воды, либо 4–5% дейтерированного полипропилена (D_6), а также с обеими этими компонентами вместе интенсивность счета нейтронов, с учетом эффективности детектора, превосходит в 5–6 раз интенсивность космического фона. Максимальная интенсивность счета нейтронов наблюдается для системы $Ti + 10\% D_2O + 4\% ПП(D_6)$ (рис. 2, кривая 2) и составляет $0,31 \pm 0,03$ отсчет/с в процессе диспергирования. Близкое к этому значению превышение над фоновым уровнем наблюдается в течение 8–10 минут после окончания процесса механического воздействия на данную систему ($0,30 \pm 0,13$ отсчет/с). Наибольший эффект в системе: $Ti + 10\% D_2O + 4\% ПП(D_6)$ регистрируется в процессе замораживания рабочего барабана в жидком азоте через 3–6 мин. после окончания механического воздействия и составляет $0,40 \pm 0,14$ отсчет/с. После 3–4 циклов вибродиспергирования по 3 мин интенсивность нейтронного счета падает, становясь неотличимой от естественного нейтронного фона и не восстанавливается при последующем механическом воздействии. Эффекты с меньшей интенсивностью наблюдались также в системе, содержащей в качестве источника дейтерия LiD вместе с ПП(D_6), которые диспергировались с титановой стружкой: здесь превышение над фоном было выражено гораздо слабее и счет нейтронов составил $0,14 \pm 0,06$ отсчет/с. В данном случае также наблюдалось превышение над фоновым уровнем после окончания механического воздействия и в процессе замораживания рабочего барабана в жидком азоте.

Таким образом, при механическом воздействии на титан в присутствии дейтерированных веществ и некоторое время по окончании его наблюдается слабое нейтронное излучение (10–

30 нейтр/с), связанное, очевидно, с протеканием DD-реакций при насыщении частиц механически разрушенного титана дейтерием. Механизм этого эффекта может быть связан в данном случае с механохимическим разложением дейтерийсодержащих компонент⁴ и диффузией дейтерия через свежееобразованную поверхность титана в его кристаллическую решетку в условиях существования значительных контактных давлений в процессе вибродиспергирования^{3,4}. Вследствие того, что титан поглощает до 200% дейтерия и при этом деформация решетки может достигать порядка 25%⁵ в ней будут, по-видимому, создаваться условия для эффективного сближения дейтонов в областях с высокой концентрацией энергии в объеме титана, возникающих при механическом воздействии. Кроме того, существенно, что при разрушении кристаллической решетки возникают электрические поля $\sim 10^7$ В/см, которые могут существенно понизить величину кулоновского барьера дейтонов^{1,2}, способствуя увеличению вероятности протекания DD-реакций⁶. Увеличение счета нейтронов при замораживании образцов в жидком азоте может также косвенно свидетельствовать о протекании "твердотельных ядерных реакций" при поглощении дейтерия решеткой титана, поскольку известно, что равновесное фазовое давление водорода (дейтерия) снижается при уменьшении температуры титана, что сопровождается увеличением поглощения дейтерия⁵. Вместе с тем, как указывалось выше, наблюдаемое истощение генерации нейтронов может объясняться тем, что частицы титана становятся размером менее 1 мкм и при этом их поверхность модифицируется полипропиленом³, что ведет к прекращению диффузии дейтерия в решетку титана и, таким образом, счет нейтронов приближается к космическому фону.

Для выяснения природы DD-реакций в решетке титана необходимы дальнейшие исследования.

Авторы благодарны академику И.М.Франку, Ю.М.Останевичу, А.В.Стрелкову и Е.П.Шабалину за предоставленную аппаратуру регистрации нейтронов и ряд ценных советов.

Литература

1. Дерягин Б.В. и др. Колл. журн., 1986, 48, 12.
2. Клюев В.А. и др. Письма в ЖТФ, 1986, 12, 1333.
3. Кузнецов В.А. и др. ДАН СССР, 1988, 299, 1170.
4. Heinicke G. *Tribochemistry*. Berlin: Akad. Verlag, 1984, p. 496.
5. Гидриды переходных металлов. М.: Мир, 1975, с. 311.
6. Арцимович Л.А. Управляемые термоядерные реакции. М.: Физматгиз, 1961, с. 468.

Институт физической химии
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
27 апреля 1989 г.