

94-500



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Д15-94-500

ОТСУТСТВИЕ НАРАБОТКИ ТРИТИЯ
В СИСТЕМАХ МЕТАЛЛ-ДЕЙТЕРИЙ

Направлено в журнал «Ядерная физика»

1994

В.М.Быстрицкий, В.А.Столупин
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

А.Бертин, М.Бруски, А.Веззани, С.Веччи, М.Вилла, А.Витале, Д.Галли,
Б.Джакоббе, Г.Заваттини, А.Зокколи, М.Каппони, С. де Кастро,
У.Маркони, И.Масса, Ч.Морони, М.Пиччинини, Н.Семприни-Чезари,
Р.Спиги, А.Ферретти, Б.Черета
Отделение физики университета г. Болонья и Национальный институт
ядерной физики, секция в г. Болонья, Италия

Я.Возняк, Т.Флорковски
Институт физики и ядерной техники, Краков, Польша

В.В.Гущин, Л.А.Ривкис, В.И.Сахаров, В.Н.Тебус
Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических
материалов, Москва

М.Поли
Отделение энергетики университета г. Флоренция и Национальный
институт ядерной физики, секция в г. Болонья, Италия

К настоящему моменту опубликовано много работ, результаты которых свидетельствуют об аномально большом выходе тритонов из реакции низкотемпературного ядерного dd-синтеза (16):



протекающей в системах Ti-D, Pd-D и других ^{1-8/}. Отношение выходов каналов (16) и (1a) составляет 10^4+10^8 . Следует отметить, что согласно экспериментальным и теоретическим результатам, касающимся механизмов протекания dd-реакции при столкновении "голых" дейтронов (при энергиях столкновения порядка нескольких кэВ) либо в состоянии dд-молекулы, отношение каналов (1a) и (16) близко к единице.

Столь удивительный результат, не имеющий никакого удовлетворительного теоретического объяснения до настоящего времени, заслуживает особого внимания и требует независимой его проверки.

В связи с этим нами в Лаборатории Гран Сассо Национального института ядерной физики Италии был проведен эксперимент с целью определения наработки трития в результате протекания реакций низкотемпературного ядерного синтеза (НТС) (при условии его существования) при насыщении титана и целого ряда интерметаллических соединений дейтерием под давлением.

Эксперимент по измерению выхода трития из реакции (16) являлся частью программы исследования НТС, намеченной секцией НИЯФ Италии (г. Болонья).

Метод. Постановка эксперимента

Идеология определения содержания наработанного трития в результате протекания ядерной реакции (16) в системе металл-дейтерий сводилась к определению концентрации трития в дейтерии, количество которого соответствовало полному количеству дейтерия, использованного в целом цикле экспериментов по исследованию НТС в системах металл-дейтерий, интерметаллическое соединение-дейтерий. По окончании каждой экспозиции с конкретным веществом мишени производился нагрев ее с целью удаления дейтерия из мишени с последующим его поглощением специально подготовленным титановым абсорбером, обладающим достаточно большой емкостью. Заметим, что в течение рабочих (с дейтерием) и фоновых (без дейтерия) экспозиций с мишенью производилось измерение уровня нейтронного излучения с целью обнаружения возможного превышения скорости счета зарегистрированных нейтронов над уровнем фона за счет

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

протекания реакций НТС (1а). Функционально регистрирующая аппаратура позволяла также обнаружить эмиссию нейтронов, если бы она носила характер отдельных вспышек. В настоящее время проводится "off-line" анализ экспериментальных данных, полученных с помощью нейтронного спектрометра задержанных совпадений и многоканальной системы регистрации нейтронов на основе детекторов со сцинтиллятором NE-213.

Для исследования НТС нами использовались следующие материалы, которые насыщались дейтерием из газовой фазы: губчатый титан двух модификаций (ТГ2 (Fe - 0,3%; Si - 0,15%; C - 0,05%; Mg - 0,07%; O - 0,2%; H - 0,03%; N - 0,05%; Cl - 0,07%); продукция Jinatta Torino titanium SpA (Ni - 10^{-4} %; Cl - 7×10^{-4} %; O - 4×10^{-4} %; N - 10^{-4} %; Fe - 3×10^{-4} %; C - 2×10^{-4} %; Si - 10^{-4} %)); титановая стружка, изготовленная из сплава 86% Ti + 6% Al + 6% V + 2% Sn; интерметаллиды - ZrNbV, LaCo₅, LaNi_{4.9}Al_{0.1}, MM_{0.7}Ti_{0.3}Mn₂.

Технология приготовления исследуемого образца и последующего его насыщения дейтерием была идентичной для всех исследуемых веществ. На примере титановой стружки изложим подробнее данную процедуру.

Перед началом работы титановая стружка помещалась в газовую мишень, которая представляла собой цилиндр из нержавеющей стали

Ø 26 мм, длиной 360 мм, с толщиной стенки 2 мм. Затем осуществлялась вакуум-термическая тренировка титановой стружки по следующей схеме. Производился нагрев образца до температуры ~650 К при постоянно включенной вакуумной откачке объема мишени. По достижении давления остаточных газов в объеме мишени $\sim 10^{-3}$ мм рт.ст. температура мишени повышалась до 1050 К. Условием окончания откачки при данной температуре являлось уменьшение газовой выделенности в объеме мишени до величины, не превышающей $\sim 10^{-2}$ мм рт.ст. / ч при отключенной откачке. После этого нагрев и откачка мишени прекращались, и в дальнейшем, в зависимости от условий проведения эксперимента (различная степень насыщения титановой стружки дейтерием), для различных образцов из титановой стружки одного и того же элементного состава по-разному производился напуск в мишень предварительно очищенного дейтерия под давлением 20 атм (очистка осуществлялась с помощью цеолитового адсорбера, помещенного в жидкий азот; содержание примесей в дейтерии не превышало $\sim 10^{-4}$ %). В одном случае насыщение образца дейтерием производилось при температуре 1050 К в течение 20 мин с последующим естественным его охлаждением до комнатной температуры. При этом степень начального насыщения дейтерием титановой стружки составляла 1,7+1,9 (отношение числа атомов дейтерия, растворенного в данном количестве стружки, к полному числу атомов титана). В другом случае сначала

производилось естественное охлаждение мишени до комнатной температуры, а затем осуществлялся напуск дейтерия в мишень (при этом степень насыщения титановой стружки дейтерием составляла $\sim 1,4$). Следует отметить, что как для первого варианта напуска дейтерия в мишень, так и для второго мы в опытах с различными образцами из одного и того же материала изменяли степень начального насыщения их дейтерием. После этого с каждым из насыщенных дейтерием образцов производилось термоциклирование: мишень охлаждалась до температуры жидкого азота в течение 2-3 мин, а затем происходило ее естественное утепление в течение 10-12 ч. С каждым из исследуемых образцов производилось примерно 11 термоциклов такого типа. Кроме этого, производились термоциклы и другого типа (более короткие): а) нагрев мишени до температуры 1050 К за 30-40 мин; б) погружение мишени в жидкий азот на 1,5-2 часа; в) нагрев мишени вновь до 1050 К с последующим ее погружением в жидкий азот. Таких термоциклов с каждым из образцов было выполнено порядка 8. В среднем масса образца из титановой стружки составляла 47 г. Исследованные образцы из различных веществ и их массы, а также количества термоциклов и поглощенного дейтерия приведены в таблице 1.

Таблица 1.

| Образец | Кол-во образцов | Масса образца, г | Кол-во полных термоциклов | Кол-во коротких термоциклов | Полное кол-во поглощенного дейтерия, лх атм | Время, дн. |
|---|-----------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|---|------------|
| губчатый титан ТГ-2 | 3 | 36 | 11 | 8 | 76 | 10 |
| губчатый титан (Jinatta Torino-titanium SpA) | 2 | 42 | 12 | 9 | 74 | 8 |
| титановая стружка | 3 | 47 | 10 | 7 | 73 | 10 |
| интерметаллиды: | | | | | | |
| LaCo ₅ | 2 | 32 | 10 | 7 | 26 | 7 |
| ZrNbV | 2 | 34 | 8 | 8 | 29 | 7 |
| LaNi _{4.9} Al _{0.1} | 2 | 30 | 8 | 6 | 20 | 7 |
| MM _{0.7} Ti _{0.3} Mn ₂ | 1 | 77 | 5 | 5 | 12 | 4 |

После осуществления термоциклов данного типа с исследуемым образцом производился нагрев его до температуры $\sim 750^\circ\text{C}$ с целью

диссоциации дейтерида титана и, естественно, если протекали реакции НТС по каналу (1б), тритида титана. При этом выделившийся газообразный дейтерий (тритий) поглощался другим специально приготовленным титановым абсорбером на основе губчатого чистого титана (с образованием дейтерида титана), подсоединенным к мишени. Сброс содержимого мишени прекращался, когда вакуум в мишени при температуре $750+800^{\circ}\text{C}$ и при отключенной вакуумной откачке составлял $\sim 10^{-3}$ мм рт.ст. Описанная выше схема термоциклирования повторялась в той же последовательности с каждым из 8 титановых образцов. Полное количество дейтерия, использованного в опытах с насыщением титана различных модификаций, было ≈ 223 лхатм. Полное время проведения всех опытов с образцами из титана составляло 28 дней.

Следует отметить, что в некоторых случаях с одним и тем же образцом (насыщенным дейтерием) после проведения полного количества термоциклов по схеме, указанной выше, производилось удаление дейтерия из мишени (путем нагрева ее до температуры 1050-1100 К) с последующим напуском в нее "свежего" дейтерия. После чего процедура термоциклирования повторялась с этим же образцом в полном объеме. С образцами из ZrNbV , LaCo_5 , $\text{LaNi}_{4.9}\text{Al}_{0.1}$, $\text{MM}_{0.7}\text{Ti}_{0.3}\text{Mn}_2$ нами были проведены опыты в такой же последовательности и, примерно, в таком же количестве, как и с титаном. После выполнения всей серии экспериментов с перечисленными веществами производился анализ дейтерия, поглощенного специальным титановым абсорбером, на предмет определения содержания в нем трития, появившегося, возможно, за счет протекания реакции (1б).

В основу метода определения концентрации трития в дейтерии был положен метод жидкостной сцинтилляции с использованием низкофонового маломощных жидкостно-сцинтилляционных спектрометров. Для повышения достоверности результатов анализ на содержание трития в дейтерии проводился двумя независимыми группами в двух различных лабораториях: в Научно-исследовательском институте неорганических материалов (г. Москва, спектрометр SL-30/300, фирма "Intertechnique" (Франция)); в Институте физики и ядерной техники (г. Краков, Польша, спектрометр TRI-CARB, фирма Packard Int., тип: 2500TR).

Для анализа нами было отобрано из специального поглотителя определенное количество дейтерида титана (~ 50 г) и взято такое же количество чистого титана из этой же партии (фоновый образец). Затем производилось насыщение фонового образца дейтерием, поступавшим непосредственно из баллона через систему его очистки, использованную в эксперименте.

Следует отметить, что баллон с дейтерием как в рабочих экспозициях, так и в данном случае использовался тот же. Степень насыщения титана дейтерием в этом случае соответствовала степени насыщения титана дейтерием, усредненной по всем рабочим экспозициям.

После этого производилось сначала растворение фонового образца, а затем отобранного для анализа дейтерида титана в 30%-й перекиси водорода в автоклаве при температуре $250+300^{\circ}\text{C}$. Химия процесса растворения дейтерида титана в перекиси водорода изложена в работе /9/. Реакционный объем автоклава позволял растворять одновременно 10 г губчатого титана. По стехиометрии для растворения 10 г титана необходимо 50 мл 30%-й перекиси водорода. Однако для полного растворения дейтерида титана и перевода выделяющегося водорода (против, дейтерия и, возможно, трития) в воду количество перекиси водорода составляло 100 мл. Таким методом последовательно осуществлялось растворение как фонового образца, так и отобранного для анализа дейтерида титана.

После растворения каждой порции дейтерида титана образовавшаяся смесь перекиси водорода и тяжелой воды извлекалась из автоклава в специально подготовленные чистые стеклянные сосуды, имеющие герметичное уплотнение.

В дальнейшем задача сводилась к измерению содержания трития в воде, полученной в результате окисления дейтерия (вода А), использованного в рабочих экспозициях, и дейтерия, отобранного непосредственно из баллона (вода В).

На основании сравнения полученных результатов можно обнаружить (в случае существования НТС) сам факт наработки трития за счет протекания реакции низкотемпературного ядерного синтеза (1б). Естественно, что количественная сторона этого вопроса всецело определяется возможными ошибками процесса измерения малых активностей трития с помощью жидкостно-сцинтилляционного спектрометра.

Процедура измерения малых активностей трития с использованием жидкостных спектрометров подробно изложена в работах /10,11/.

Так как определение содержания трития в дейтерии проводилось в двух различных лабораториях, то полное количество полученной воды (А и В) было разделено на две части.

Перед началом измерений с водой типа А и В производилась калибровка спектрометров с использованием эталонных тритиевых образцов и образцов, практически не содержащих трития /12/. Затем специальные измерительные кюветы (прилагаемые к спектрометрам) объемом ≈ 25 мл, изготовленные из стекла с пониженным содержанием калия, заполнялись

раствором 10 мл воды А или В в 10 мл жидкого сцинтиллятора (на основе толуола с добавлением X-100) и помещались в спектрометр. Измерения проводились в течение нескольких суток (~7 дней). В пределах ошибок измерений в обеих лабораториях не обнаружено превышение счета событий, зарегистрированных спектрометрами в экспозициях с ампулами, заполненными водой А над уровнем фона (экспозиции с ампулами, заполненными водой В).

Перед началом рабочих измерений и после их окончания проводились измерения с использованием эталонных тритиевых образцов с целью определения диапазона и характера флуктуаций счета зарегистрированных событий. Распределения зарегистрированных отсчетов в отдельных экспозициях для обоих спектрометров описывались функцией Гаусса.

Ошибки в определении концентрации трития в воде, соответствующие дисперсиям данных распределений, составляли 0,35 (спектрометр TRI-CARB) и 0,45 тритиевой единицы (спектрометр SL-30/300). Напомним, что для воды концентрация трития, равная одной тритиевой единице (1 ТЕ), соответствует активности трития $3,2 \times 10^{-12}$ Ки/л, или 0,12 Бк/л. Указанные выше ошибки, собственно говоря, и определяют точность измерения активности трития в образце.

На 90%-м уровне достоверности верхние граничные оценки активности трития (наработанного в случае протекания реакции (1б) в титане всех типов и в интерметаллических соединениях $ZrNbV$, $LaCo_5$, $LaNi_{4,9}Al_{0,1}$, $MM_{0,7}Ti_{0,3}Mn_2$), содержащегося в 500 мл воды А (образовавшейся в результате растворения 50 г дейтерида титана), составляют 0,034 Бк (спектрометр TRI-CARB) и 0,045 Бк (спектрометр SL-30/300).

Так как полная масса губчатого титана, поглотившего весь дейтерий, использованный в рабочих экспозициях, составляла 800 г, то нетрудно получить предельную оценку суммарной активности трития, наработанного в течение всего эксперимента: 0,54 Бк и 0,72 Бк соответственно. Как видно, предельные оценки активности трития, полученные двумя независимыми группами с использованием двух различных спектрометров, находятся в хорошем согласии.

Эти оценки соответствуют тому, что в течение всего эксперимента (≈ 53 дня) за счет возможного протекания ядерной реакции (1б) в титане и в интерметаллических соединениях, насыщенных дейтерием, образовалось не более $2,5 \times 10^8$ атомов трития.

Исходя из полученной оценки числа тритонов, образовавшихся в реакции (1б), можно определить на 90%-м уровне достоверности граничную оценку эффективной скорости данной реакции (в предположении того, что реакции НТС протекали во всех исследованных веществах, насыщаемых

дейтерием) в расчете на одну пару дейтронов:

$$\lambda_r^{eff}(Ti; \text{интерм.}) \leq 6 \times 10^{-24} \text{ c}^{-1}(\text{dd})^{-1}.$$

Предположив, что реакция низкотемпературного ядерного синтеза (1б) протекала только лишь в титане, насыщенном дейтерием, можно также получить простым пересчетом (используя количество дейтерия, поглощенного титаном во всех рабочих экспозициях, полное время этих экспозиций, а также найденную оценку числа образовавшихся тритонов) верхнюю граничную оценку ее скорости:

$$\lambda_r(Ti) \leq 2 \times 10^{-23} \text{ c}^{-1}(\text{dd})^{-1}.$$

Из сравнения результатов настоящей работы с оценками скорости реакции низкотемпературного ядерного dd-синтеза с образованием нейтронов, полученными в экспериментах ^{13-17/} по исследованию НТС в системах Ti-D, интерметаллическое соединение - D, следует, что они находятся в хорошем согласии. Это означает: во-первых, нами на наблюдаемом уровне не обнаружена наработка трития в системах Ti-D, интерметаллическое соединение -D за счет возможного протекания в этих системах реакции НТС (1б); во-вторых, результаты настоящей работы противоречат результатам ряда экспериментов ^{1-8/}, свидетельствующих о протекании ядерной реакции dd-синтеза преимущественно по безнейтронному каналу (1б).

Согласно данным этих работ, отношение вероятностей каналов реакции dd-синтеза (1б) и (1а) составляет $R(T/n) = 10^4 + 10^8$. Столь широкий диапазон измеренных значений отношения (в предположении существования явления НТС) указывает на то, что авторами работ ^{1-8/} были допущены большие систематические ошибки в определении выхода как нейтронов, так и тритонов. Поэтому говорить серьезно о корректном значении этого отношения можно только лишь в случае наблюдения существенного превышения выхода нейтронов и тритонов в условиях одного и того же эксперимента.

Отметим следующее. Так как в настоящем эксперименте в качестве некоторых исследуемых веществ (губчатый титан различных модификаций, титановая стружка) использовались те же вещества, что и в опытах ^{7,13,18,19/} по исследованию НТС с применением методики регистрации нейтронов, можно определить, используя результаты этих работ, каким должно было бы быть количество наработанного трития, если справедлив приведенный выше диапазон значений отношения вероятностей каналов dd-реакции (1б) и (1а). Даже для отношения $R(T/n)$, равного 10^4 , активность наработанного трития в наших экспериментальных условиях

должна была бы по крайней мере на четыре порядка превышать верхнюю граничную оценку активности трития, найденную нами ($\sim 0,54$ Бк). Заметим, что использованная нами методика была весьма чувствительна к определению содержания трития в дейтерии и позволяла, в принципе, измерить активность трития (наработанного в течение всего эксперимента при условии существования НТС) даже на уровне ~ 1 Бк с относительной точностью 20%.

На наш взгляд, приведенные оценки еще раз свидетельствуют о том, что результаты работ /18,19/ по исследованию реакции низкотемпературного dd-синтеза в Ti указанных модификаций с использованием методики регистрации нейтронов так же, как и результаты работ /2,7,8/, в которых производилось измерение отношения вероятностей каналов реакций (1б) и (1а) в Ti, насыщенном дейтерием, несомненно, нуждаются в более тщательной проверке, ибо в совокупности они указывают на сильное нарушение одного из основных законов, отражающих свойства ядерных сил, - закона сохранения изотопического спина в сильных взаимодействиях.

На основании полученных нами результатов можно сделать следующие выводы.

1. В губчатом титане различных модификаций и интерметаллических соединениях типа $ZrNbV$, $LaCo_5$, $LaNi_{4.9}Al_{0.1}$, $Mn_{0.7}Ti_{0.3}Mn_2$ при насыщении их дейтерием не обнаружено в пределах статистических ошибок измерений какого-либо превышения активности трития над уровнем фона. Это свидетельствует о том, что нами на наблюдаемом уровне не обнаружено явление низкотемпературного ядерного dd-синтеза с образованием трития.

2. При проведении термоциклирования (создании неравновесных условий в системе металл-дейтерий) с образцами из указанных выше веществ, насыщенных дейтерием (температура образцов изменялась от 78 К до 1050 К), также не обнаружена наработка трития, появление которого могло бы быть обусловлено протеканием реакции низкотемпературного dd-синтеза в случае его существования.

3. На 90%-м уровне достоверности получены верхние граничные оценки эффективной скорости реакции dd-синтеза с образованием трития (в предположении, что реакции НТС протекали во всех исследованных нами веществах, насыщенных газообразным дейтерием) и скорости реакции (1б) в титане в расчете на одну пару дейтронов:

$$\lambda_f^{eff}(Ti; \text{интерм.}) \leq 6 \times 10^{-24} \text{ с}^{-1}(\text{dd})^{-1}; \quad \lambda_f(Ti) \leq 2 \times 10^{-23} \text{ с}^{-1}(\text{dd})^{-1}.$$

4. Сравнение результатов недавно выполненного нами эксперимента /13/ по поиску реакции низкотемпературного ядерного dd-, dt-синтеза с

использованием тех же модификаций титана с результатами настоящей работы свидетельствует о том, что даже в предположении существования НТС нами на наблюдаемом уровне не обнаружено никакой аномалии в отношении вероятностей каналов реакций (1б) и (1а).

Авторы выражают искреннюю признательность дирекции Научно-исследовательского института неорганических материалов (г.Москва) и дирекции Института физики и ядерной техники (г.Краков) за содействие и поддержку при проведении данной работы.

Литература

1. Bockris J. et al. Papers submitted to 40th Meeting of Intern. Society of Electrochemistry. - Kyoto, Japan, September 1989, v.11, p.1332.
2. BARC Studies in Solid Fusion/Eds. P.K.Iyengar, M.Srinivasan. Bars-1500. Trombay, Bombay, India: Bhabha Atomic Research Centre, November 1989.
M.Srinivasan et al. AIP Conference Proceedings, 1991, 228, p.514.
3. T.N.Claytor et al. Proceed. of the third Intern. Conf. on Cold Fusion, Nagoya, October 21-25, 1992, Japan, p.217.
4. J.Bockris et al. Ibidem, p.231.
5. O.Matsumoto et al. Ibidem, p.495.
6. M.Srinivasan et al. Ibidem, p.123.
7. Ю.В.Григорьев и др. Холодный ядерный синтез. Сборник научных трудов. М.: ЦНИИМАШ, 1992, с.37.
8. В.А.Ромоданов и др. Ibidem, с.92.
V.Romodanov et al. Proceed. of the Third Int.Conf. on Cold Fusion, Nagoya, Japan, October 21-25, 1992, 307.
9. Ю.С.Рускоп. Справочник. Титановые конструкционные сплавы в химических производствах. Москва, Химия, 1989, с.63.
10. О.А.Рысьев, А.В.Жарков, Е.И.Дашев. Сцинтилляционный метод измерения трития в биологии и медицине. М., Атомиздат, 1978.
11. P.C.Bertone, Fusion Technology, 1985, v.5, p.918.
12. Свидетельство на комплект стандартных образцов тритиевой воды № 113-71+115-71 по Государственному реестру средств измерений, допущенных к обращению в СССР и обеспеченных метрологическим обслуживанием.

13. В.М.Быстрицкий и др. — ОИЯИ, Д15-94-498, Дубна, 1994.
14. В.И.Артюхов и др. Препринт ОИЯИ, Д13-91-200, Дубна, 1991.
15. V.V.Brudanin et al. Phys.Lett.A, 1990, 146, 347.
16. V.V.Brudanin et al. Phys.Lett.A, 1990, 146, 351.
17. V.V.Brudanin et al. Phys.Lett.A, 1990, 151, 543.
18. T.Bressani et al. Nuovo Cim., 1991, 104A, 1413.
M.Agnello et al. Proceed. of the Third Intern.Conf. on Cold Fusion, Nagoya, Japan, October 21-25, 1992, p.433.
19. H.O.Menlov et al. J.Fusion energy, 1990, 9, 4; Nucl.Inst. and Meth., 1990, A299, 10.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 декабря 1994 года.

Отсутствие наработки трития в системах металл-дейтерий

В титане различных модификаций и в интерметаллических соединениях $ZrNbV$, $LaCo_5$, $LaNi_{4,9}Al_{0,1}$, $MM_{0,7}Ti_{0,3}Mn_2$ при насыщении их дейтерием не обнаружена в пределах ошибок измерений наработка трития за счет протекания реакции низкотемпературного ядерного dd -синтеза. На 90%-м уровне достоверности найдены верхние граничные оценки скорости реакции dd -синтеза с образованием трития в титане и в интерметаллических соединениях: $\lambda_f(Ti) \leq 2 \cdot 10^{-23} \text{ c}^{-1} (dd)^{-1}$; $\lambda_f^{eff}(Ti; \text{интермет.}) \leq 6 \cdot 10^{-24} \text{ c}^{-1} (dd)^{-1}$. Результаты настоящей работы свидетельствуют о том, что на наблюдаемом уровне явление низкотемпературного ядерного dd -синтеза с образованием трития нами не обнаружено.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1994

Absence of the Tritium Yield in the Metal-Deuterium Systems

No tritium yield from the low-temperature nuclear dd -fusion reaction is found within the measurement error in titanium of different modifications and intermetallic compounds $ZrNbV$, $LaCo_5$, $LaNi_{4,9}Al_{0,1}$, $MM_{0,7}Ti_{0,3}Mn_2$. The upper limit estimates for the rate of the dd -fusion reaction with tritium production in titanium and intermetallic compounds are found at the 90% confidence level: $\lambda_f(Ti) \leq 2 \cdot 10^{-23} \text{ s}^{-1} \cdot (dd)^{-1}$; $\lambda_f^{eff}(Ti, \text{intermet.}) \leq 6 \cdot 10^{-24} \text{ s}^{-1} \cdot (dd)^{-1}$. It means that we did not find observable low-temperature nuclear dd -fusion with production of tritium.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1994