

28/IV-84



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2152/84

P13-84-59

В.М.Быстрицкий, Я.Возняк, А.Гула,
В.П.Джелепов, В.Г.Зинов, Э.Лончки,
В.А.Столупин, Ш.Г.Шамсутдинов

**ЖИДКОТРИТИЕВАЯ МИШЕНЬ
С ВАРИАЦИЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
В ДИАПАЗОНЕ $20,6 < T < 40$ К**

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

1984

Для исследования мезоатомных и мезомолекулярных процессов, происходящих в тритии, нами была создана жидкотритиевая мишень, конструкция и параметры которой приведены в^{/1/}. Данная конструкция позволяет получать на постоянном уровне в течение длительных экспозиций температуру мишени $\approx 20,6$ К при активности трития, находящегося в ней, $\approx 30 \cdot 10^8$ Ки. Согласно недавней работе^{/2/}, однозначное определение таких характеристик как скорость образования $t\bar{t}$ -молекулы, скорость ядерного синтеза в ней, коэффициент прилипания мюона к ${}^4\text{He}$, образованному в результате реакции синтеза, возможно лишь путем проведения измерений при двух, по крайней мере, значениях плотности мишени, отличающихся между собой на $20 \div 40\%$. Указанный диапазон изменения плотности может быть достигнут за счет изменения рабочей температуры мишени.

Целью настоящей работы являлось создание на базе имеющейся жидкотритиевой мишени^{/1/} криостат-мишени, с помощью которой можно варьировать температуру мишени в диапазоне $20,4 \div 40$ К, что соответствует изменению плотности жидкого трития на 40% ^{/3/} и вполне удовлетворяет требованиям экспериментов.

Следует отметить, что конструкция криостат-мишени должна обеспечивать необходимую по условиям эксперимента стабильность температуры $\pm 0,2$ К при любом ее значении в указанном выше диапазоне в течение длительных экспозиций на пучке мюонов.

Принцип работы криостат-мишени основан на отводе тепла от мишени, заполненной тритием, к резервуару с жидким водородом с помощью теплообменного газа - водорода^{/3/}.

На рис.1 приведен принципиальный чертеж созданной криостат-мишени. Основными узлами ее являются:

1. Жидкотритиевая мишень.
2. Водородный бачок /ВБ1/ объемом 8,5 л.
3. Конденсационная трубка, проходящая через ВБ1.
4. Балластный объем, в котором расположены манометр и мановакуумметр для измерения давления паров трития в мишени.
5. Водородный бачок /ВБ2/ с трубкой охлаждения /4/, заполненной жидким водородом, которая может перемещаться внутри ВБ1.
6. Система термометрического контроля.
7. Система дозированного напуска /выпуска/ газообразного водорода в ВБ1.

Процесс охлаждения мишени в настоящей конструкции может осуществляться двумя альтернативными путями:

- 1/ при фиксированном положении трубки /4/ путем изменения количества газообразного водорода, находящегося в /ВБ1/;

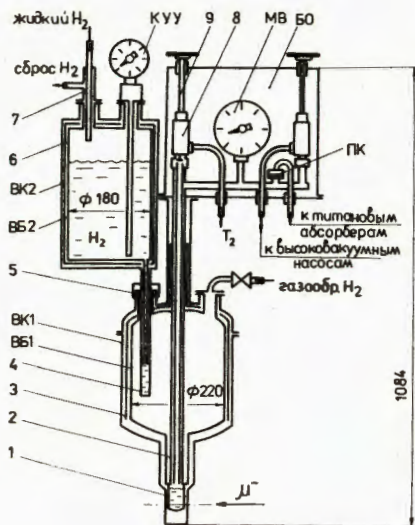


Рис.1. Принципиальный чертеж криостат-мишени. 1 - мишень, 2 - конденсационная трубка, 3 - тепловой экран, 4 - трубка охлаждения, 5 - сальниковое уплотнение, 6 - тепловой экран, 7 - переливной сифон, 8 - сифонный вентиль, 9 - шток сифонного вентилля, ВВ /1,2/ - водородный бачок, ВК /1,2/ - вакуумный кожух, КУУ - конденсационный указатель уровня, МВ - образцовый мановакуумметр, БО - балластный объем, ПК - предохранительный клапан.

2/ при фиксированном количестве газообразного водорода, находящегося в ВВ1, путем изменения глубины погружения трубки /4/ в бачок ВВ1.

Определение температурного диапазона стабильной работы мишени проводилось в условиях, близких к условиям работы на пучке мюонов. Мишень заполнялась дейтерием, количество которого составляло 20 л.ат. Имитация нагрева мишени за счет естественного распада трития, находящегося в ней, осуществлялась с помощью объемного электрического нагревателя, помещенного внутри мишени.

Температура мишени измерялась с помощью термопар, расположенных как на корпусе мишени, так и внутри нее. Температура газообразного водорода в ВВ1 измерялась с помощью дифференциальных медь-константановых термопар, установленных по вертикали внутри водородного бачка. Один спай термопар находился внутри ВВ1, а другой - в сосуде с жидким азотом.

Давление газообразного водорода в ВВ1 измерялось с помощью образцового манометра.

Герметичность ввода охлаждающей трубки /4/ обеспечивалась с помощью сальникового уплотнения /5/. Уплотнение в месте подсоединения ВВ2 и ВВ1 выполнено из фторопласта Ф-4. Герметичность ВВ1 до начала опыта проверялась течеискателем ПТИ-7А.

Бачок ВВ2 а также трубка охлаждения выполнены из нержавеющей стали. Заливка водорода в ВВ2 осуществлялась с помощью переливного сифона. Уровень жидкого водорода в ВВ2 измерялся с помощью уровнемера конденсационного типа /КУУ/.

Трубка охлаждения /4/ имеет наружный диаметр 14 мм, а максимальная длина ее погружения в водородный бачок ВВ1 составляет 170 мм. Водородный бачок ВВ2 по своей конструкции близок к конструкции ВВ1.

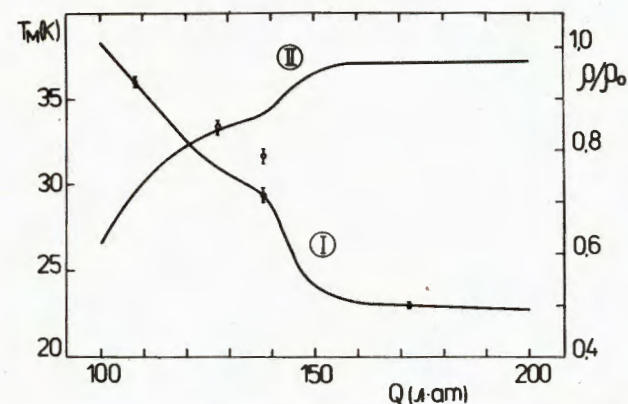


Рис.2. Зависимость температуры мишени /кривая I/ и соответствующих значений плотности трития /кривая II/ от количества водорода в ВВ1. По оси абсцисс - количество водорода в ВВ1 в л.ат, по оси ординат - температура мишени в град. К /слева/, относительная плотность трития /справа/, ρ_0 - плотность трития в тройной точке /20,62 К/. На рисунке приведены типичные ошибки.

На рис.2 приведены зависимости температуры мишени и соответствующих значений плотности трития от количества водорода в ВВ1 при мощности $W = 1$ Вт, выделяющейся в мишени. Такое значение мощности соответствует активности трития в мишени, равной $25 \cdot 10^3$ Ки. Как видно, необходимый по условиям экспериментов диапазон изменения температуры мишени может быть достигнут путем вариации количества водорода в ВВ1*.

Для определения температуры мишени в случае работы с более высокой активностью трития $\approx 50 \cdot 10^3$ Ки нами были выполнены измерения при двух количествах водорода в ВВ1 $Q = 128$ л.ат. и $Q = 138$ л.ат. Мощность нагревателя в этом случае составляла 2 Вт. Температура мишени оказалась равной 32 К и 33,5 К соответственно, что вполне удовлетворяет требованиям эксперимента. Следует отметить, что флуктуации температуры мишени в течение суточных экспозиций при определенных ее значениях /25 К, 32 К, 37 К/ не превышали требуемой по условиям эксперимента величины, равной 0,2 К.

На рис.3 приведена зависимость температуры мишени от глубины погружения трубки охлаждения /4/ внутрь ВВ1 при количестве

* Так как имитационные опыты проводились с дейтерием, верхняя граница температурного диапазона определялась критической температурой дейтерия $T_{кр.} = 38,3$ К.

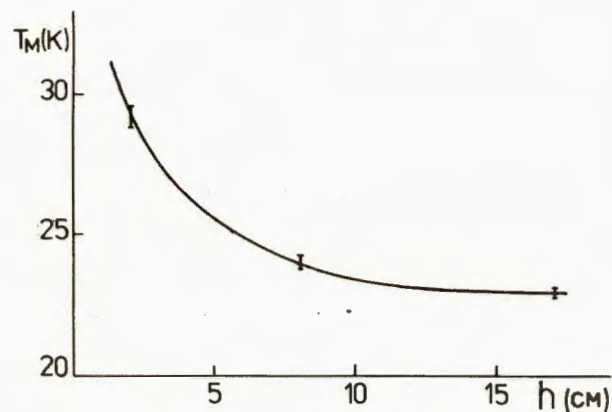


Рис.3. Зависимость температуры мишени от глубины погружения трубки охлаждения внутрь ВБ1. Количество водорода в бачке равно 170 л. ат. По оси абсцисс - глубина погружения в см, по оси ординат - температура мишени в град. К. На рисунке приведены типичные ошибки.

водорода в нем, равном 170 л. ат. Видно, что путем изменения величины поверхности охлаждения можно также достаточно плавно варьировать температуру мишени в необходимом диапазоне.

Сравнивая приведенные выше два способа изменения температуры мишени, следует отметить, что, на наш взгляд, первый способ более приемлем по соображениям техники безопасности при работе с тритием. Такой вывод обусловлен тем, что в процессе изменения глубины погружения трубки /4/ /способ 2/ могут возникнуть утечки теплообменного газа - водорода из ВБ1 вдоль нее, а это приведет к чрезмерному увеличению температуры и давления трития в мишени.

В заключение следует отметить, что на основании проведенных имитационных опытов с дейтерием созданная мишень позволяет проводить в течение длительных экспозиций эксперименты с тритием в диапазоне температур $20,6 \text{ K} \div 40 \text{ K}$. При этом активность трития может достигать $50 \cdot 10^8$ Ки.

Авторы выражают благодарность Б.М.Кулагину, М.М.Петровскому, И.С.Соковнину за сборку и наладку криостат-мишени, а также за помощь при проведении имитационных опытов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстрицкий В.М. и др. ОИЯИ, 13-82-378, Дубна, 1983.
2. Bystritsky V.M. et al. E1-83-690, Dubna, 1983.
3. Зельдович А.Г. и др. Справочник по физико-техническим основам криогеники. "Энергия", М., 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 февраля 1984 года

Быстрицкий В.М. и др.

P13-84-59

Жидкотритиевая мишень с вариацией температуры в диапазоне $20,6 < T < 40 \text{ K}$

В настоящей работе приводится описание конструкции жидкотритиевой мишени с вариацией температуры в диапазоне $20,6 < T < 40 \text{ K}$. Данная мишень предназначена для исследования μ -атомных и μ -молекулярных процессов, происходящих в чистом тритии или в смеси изотопов водорода. Созданная конструкция криостат-мишени обеспечивает в указанном диапазоне температур необходимую по условиям экспериментов стабильность температуры $\pm 0,2 \text{ K}$ в течение длительных экспозиций $300 \div 400$ час на пучке μ -ионов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод авторов.

Bystritsky V.M. et al.

P13-84-59

Liquid Tritium Target with Temperature Variation in the Range $20.6 < T < 40 \text{ K}$

The design of a liquid-tritium target with temperature variation in the range $20.6 < T < 40 \text{ K}$ is described. The target was constructed for the investigation of μ -atomic and μ -molecular processes in pure tritium and mixtures of hydrogen isotopes. The temperature stability within $\pm 0.2 \text{ K}$ required in such experiments over long expositions $300-400$ hours on μ -beam with the described design of the cryostatic target is secured.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984