



†

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

3488/2-80

28/7-80  
13-80-288

В.М.Быстрицкий, В.П.Джелепов, В.Г.Зинов,  
В.М.Романов, В.И.Сатаров, В.А.Столупин,  
Ш.Г.Шамсутдинов

ГАЗОВАЯ МИШЕНЬ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ  
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
С ГАЗООБРАЗНЫМ ТРИТИЕМ

Направлено в ПТЭ

1980

Вследствие радиоактивности трития экспериментальные исследования, в которых он используется в значительных количествах, требуют создания специальной нестандартной аппаратуры. В недавно выполненных нами на протонном синхроциклотроне ОИЯИ опытах по исследованию катализа отрицательными мю-мезонами реакции синтеза ядер дейтерия и трития  $(d+t)^{1/}$  использовалась газовая мишень высокого давления, которая заполнялась смесью дейтерия и трития при различных концентрациях компонент. Ниже дается описание конструкции этой мишени с учетом того, что такие мишени могут использоваться не только в опытах, подобных нашим, но и в других экспериментах.

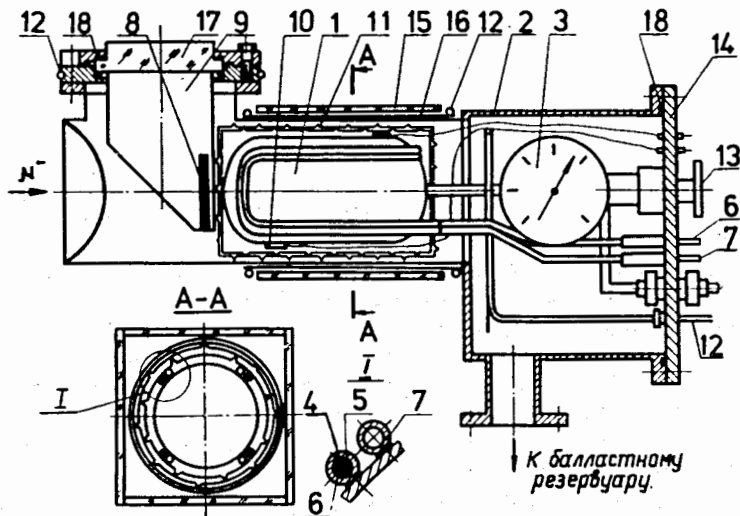
По условиям эксперимента конструкция мишени должна была удовлетворять ряду требований.

1. Диапазон рабочих температур  $T$  - от  $-196^{\circ}\text{C}$  до  $+400^{\circ}\text{C}$ .
2. Максимальное давление газовой смеси - 55 атм.
3. Толщина стенок мишени - минимально возможная.
4. Величина газовой выделенности со стенок мишени внутрь рабочего объема - не больше  $10^{-4}$  мм рт.ст./ч при  $T = 400^{\circ}\text{C}$ , что гарантирует сохранение необходимой чистоты заполняющей мишени  $(D_2 + T_2)$ -смеси по суммарным примесям  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  на уровне не более  $2 \cdot 10^{-7}$  об.ч.
5. Обеспечение безопасности при работе с большими количествами газообразного трития /в наших опытах - 5000 Ки/.
6. Диффузия трития через стенки мишени при  $T = 400^{\circ}\text{C}$  - не более  $0,1 \text{ см}^3/\text{ч}$  /~  $0,25 \text{ Ки}/\text{ч}$ .
7. Расстояние между мишенью и окружающими ее сцинтилляционными счетчиками, регистрирующими нейтроны от реакции синтеза ядер  $d$  и  $t$  и электроны от распада мюонов, - минимально возможное.
8. Температура сцинтилляторов счетчиков - не выше  $30^{\circ}\text{C}$ .

### КОНСТРУКЦИЯ МИШЕНИ

Общий вид мишени приведен на рисунке. Мишень /1/ представляет собой цилиндрический сосуд объемом 3,25 л, изготовленный из нержавеющей стали X18N10T. Диаметр сосуда - 130 мм, длина - 250 мм, толщина стенок - 3 мм.

Выбор нержавеющей стали в качестве материала корпуса мишени позволяет удовлетворять требованиям высокой механической проч-



1 - мишень, 2 - вакуумный кожух, 3 - манометр, 4 - проволока нагревателя, 5 - керамические бусы, 6 - медная трубка нагревателя, 7 - трубка охлаждения мишени жидким азотом, 8 - кристалл CsJ(Tl), 9 - полый световод, 10 - термopара, 11 - тепловой экран, 12 - трубка водяного охлаждения, 13 - сифонный вентиль, 14 - фланец вакуумного кожуха, 15 - пластиковые сцинтилляторы, 16 - медный экран, охлаждаемый проточной водой, 17 - световод из органического стекла, 18 - уплотнение из фторопласта.

ности ее и осуществлять эффективную вакуумно-термическую тренировку мишени при температуре  $400^{\circ}\text{C}$  перед заполнением ее рабочей газовой смесью с целью уменьшения газовой выделенности со стенок во время экспериментов. Использование нержавеющей стали целесообразно также потому, что она удовлетворяет требованию достаточно малой диффузии трития при высокой температуре<sup>/2/</sup>.

Для того, чтобы гарантировать безопасность работы персонала при случайной разгерметизации мишени /1/, она и непосредственно связанные с ней манометр /3/ и сифонный вентиль /13/ были помещены внутрь вакуумно-плотного кожуха /2/, который был соединен с балластным резервуаром. Суммарный объем кожуха и резервуара /130 л/ был выбран таким, чтобы давление в нем смеси  $D_2 + T_2$  при разгерметизации мишени не превысило 0,6 атм. Шток вентиля /13/ был выведен наружу вакуумного кожуха /2/ через сальниковое уплотнение на фланце /14/. По условиям опыта в вакуумном кожухе находился также кристалл

CsJ(Tl) /8/ с полым световодом /9/ одного из детекторов влетающих в мишень мюонов. Поверхность световода никелировалась и полировалась.

Перед сборкой мишени была проведена рентгенография всех ее сварных швов. Сборка установки проводилась при тщательном соблюдении требований вакуумной гигиены.

#### СИСТЕМА НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ МИШЕНИ

В качестве нагревателя мишени /см. рисунок/ использовалась проволока /4/ диаметром 1 мм из высокоомного сплава ЭИ-626, пропущенная внутри медной трубки /6/ /диаметр - 8 мм и толщина стенки - 2 мм/, припаянной к корпусу мишени /1/ твердым припоем ПСР-72. Электрическая изоляция проволоки от трубки осуществлялась с помощью керамических бус /5/.

Охлаждение мишени производилось путем продува паров азота через медную трубку /7/, также припаянную к корпусу мишени.

Температура мишени измерялась двумя термopарами хромель-копель /10/. Точность измерений составляла  $\pm 3^{\circ}$ , что вполне удовлетворяло требованиям эксперимента.

Учитывая то обстоятельство, что согласно условиям эксперимента вокруг вакуумного кожуха вплотную располагались детекторы с пластическими сцинтилляторами /15/, а внутри него находился сцинтиллятор CsJ(Tl) /8/, необходимо было существенно уменьшить теплоотвод от мишени за счет лучеиспускания и теплопроводности остаточных газов в вакуумном кожухе /вакуум составляет  $10^{-2} \div 10^{-3}$  мм рт.ст./.. Наружная поверхность мишени полировалась. Мишень окружалась 4-слойным тепловым экраном /11/ из полированных гофрированных фольг /нержавеющая сталь X18H10T/ толщиной 80 мкм.

Применение теплового экрана позволило снизить электрическую мощность, подводимую к нагревателю, с 430 до 70 Вт при  $T = 400^{\circ}\text{C}$  и тем самым резко повысить надежность работы нагревателя, что весьма важно при использовании тритиевой мишени высокой активности.

Тепло от стенок вакуумного кожуха и полого световода сцинтиллятора CsJ(Tl) дополнительно отводилось с помощью медного экрана /16/, который охлаждался проточной водой. В результате принятых мер температура всех окружающих мишень сцинтилляторов не превышала  $26^{\circ}\text{C}$ .

Разработанная и созданная нами газовая мишень позволила проводить длительные экспозиции /500 ч/ на пучке мюонов.

В заключение авторы выражают благодарность А.Т.Василенко за ценные советы при конструировании мишени, В.Г.Сазонову за

оперативную организацию работ по созданию установки в мастерских лаборатории, Н.И.Семенову, Г.Ф.Исаеву, М.М.Петровскому за сборку и наладку узлов мишени, помощь при ее эксплуатации, А.П.Антипову за помощь в проведении сварочных и рентгенографических работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быстрицкий В.М. и др. ОИЯИ, Д1-12696, Дубна, 1979; Письма в ЖЭТФ, 1980, т.31, в.4, с.249.
2. Черепнин Н.В. Вакуумные свойства материалов для электронных приборов. "Советское радио", М., 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 апреля 1980 года.