

С 3936

Г-61

265/2-71

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1/11-71

8 - 5416



Л.Б. Голованов, В.Л. Мазарский, А.П. Цвинев

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

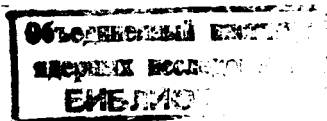
ТРЕХМЕТРОВАЯ ЖИДКОВОДОРОДНАЯ
МИШЕНЬ

1970

8 - 5416

Л.Б. Голованов, В.Л. Мазарский, А.П. Цвинев

**ТРЕХМЕТРОВАЯ ЖИДКОВОДОРОДНАЯ
МИШЕНЬ**



Установка с трехметровой жидководородной мишенью является криогенной частью физических приборов, предназначенных для исследования регенерации K^0 -мезонов /1,2/. Она установлена на одном из каналов серпуховского ускорителя. Кроме мишени, установка включает в себя имитатор для фоновых измерений, форвакуумный насос, газовый пульт, сифоны и дьюары /3/, необходимые для подготовки мишени к работе и заполнения ее жидким водородом и азотом. Специальный стол, на котором смонтированы мишень и имитатор, позволяет попеременно устанавливать их на пути частиц. Перемещение мишени и имитатора осуществляется дистанционно с помощью пневматики. Все элементы установки размещены на металлической ферме, которая имеет две площадки - верхнюю и нижнюю. На нижней площадке расположены мишень, имитатор и оборудование для подготовки мишени к работе; на верхней - газовый пульт и дьюары. С верхней площадки производится заливка мишени водородом. У фермы боковые стороны плотно обтянуты негорючей тканью, верх и низ "обшиты" листами из нержавеющей стали. К верхней части фермы присоединена вытяжная вентиляция. Ферма стоит на рельсах и может перемещаться вдоль пучка на 10+15 метров. Длина фермы 5 м, ширина 2 м, высота 7 м.

Описание конструкции мишени

Мишень (рис. 1) состоит из цилиндрического внутреннего сосуда (1) для жидкого водорода диаметром 250 мм, длиной 3 метра, вокруг которого для уменьшения теплопритока расположен кольцевой сосуд с жидким

азотом – азотный экран (2). Сосуды для водорода и азота находятся внутри разборного вакуумного кожуха, состоящего из цилиндрической зигованной обечайки (3) толщиной 2 мм, двух торцовых фланцев (15) и двух колец (6 и 14). Через одно кольцо выведены все трубы, связывающие внутренний сосуд с внешними коммуникациями мишени, через другое (14) – трубки, соединяющие азотный сосуд с атмосферой. На торцах внутреннего сосуда и вакуумного кожуха для уменьшения количества вещества стенок на пути частиц сделаны окна (7) диаметром 120 мм, закрытые лавсановой пленкой толщиной 190 мк. Лавсан крепится к сосудам с помощью прижимных фланцев /4/.

Подвеска сосудов с жидким водородом и азотом внутри вакуумного кожуха явилась одной из серьезных задач при конструировании трехметровой мишени. Сложность обусловлена тем, что при охлаждении внутреннего сосуда и азотного экрана длина их значительно уменьшается (приблизительно на 10 мм). Причем нужно иметь в виду, что охлаждение этих сосудов происходит не одновременно и с различной скоростью. С учетом этого подвеска сосудов сделана следующим образом: внутренний сосуд с одной стороны подвешен на трубе (9) выхода газообразного водорода, которая приварена к кольцу вакуумного кожуха (6), с другой стороны с помощью двух тяг (17) из нержавеющей стали подвешен к азотному экрану. Азотный экран, подобно внутреннему сосуду, с одной стороны висит на трубе сброса азота (13), которая приварена к кольцу кожуха (14), с другой стороны с помощью кронштейна (10) свободно опирается на пластинку, прикрепленную к трубе сброса водорода. При такой подвеске во время охлаждения один конец сосудов неподвижен, а другой может свободно перемещаться.

Для уменьшения теплопритока к водороду наружная поверхность внутреннего сосуда и обращенная к ней поверхность азотного экрана тщательно отполированы. Азотный сосуд от теплопритока из окружающей среды изолирован многослойной экрановакуумной изоляцией из 80 слоев фольгированной стеклотумаги марки ФСБ. Вакуум в изоляционном пространстве поддерживается с помощью адсорбента (16), прикрепленного к торцам внутреннего сосуда и азотного экрана. У залитой водородом мишени он равен $1 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст. Для замера вакуума к кожуху присоединен ваку-

умметрический блок (11). Испаряемость водорода из мишени около 1 л/час, азота – не более 0,5 л/час.

С целью хранения запаса водорода, необходимого для непрерывной работы мишени, диаметр внутреннего сосуда сделан несколько больше, чем диаметр рабочей зоны (2) – рис. 2а. (Диаметр рабочей зоны определяется размером лавсановых окон). А окна внутреннего сосуда предельно смещены вниз. Для эффективного использования водорода, находящегося справа и слева от рабочей зоны мишени, внутрь сосуда были помещены две дополнительные емкости (3), форма которых приведена на рис. 2б. Дополнительные емкости соединены между собой трубкой (4), которая за пределами мишени заканчивается вентиляем (5). Заполнение внутреннего сосуда и дополнительных емкостей водородом происходит при открытом венти-ле (5). Во время работы мишени, когда уровень водорода снижается до верхней части дополнительных емкостей (см. рис. 2в), вентиль закрывается и водород выдавливается из дополнительных сосудов во внутренний сосуд (см. рис. 2г). После этого работа продолжается до тех пор, пока уровень снова не снизится до рабочей зоны. Дополнительные емкости имеют объем 50 литров, т.е. такой же, как и объем над рабочей зоной мишени. Полный объем внутреннего сосуда мишени 140 литров. Введение внутрь мишени дополнительных сосудов позволило увеличить время работы мишени в 2 раза. Давление в дополнительных емкостях поднимается в результате ортопараконверсии и теплопритока по контактам между дополнительной емкостью и внутренним сосудом.

Трехметровая жидководородная мишень может быть использована для физических экспериментов, требующих поддержания постоянного количества водорода на пути частиц по всему сечению с точностью 0,05%.

С этой целью в схему установки необходимо включить стабилизатор давления водорода в мишени и в окна внутреннего сосуда вставить двойные лавсановые пленки, как это сделано на прецизионной установке УМВП-1 /4/.

Контроль за работой мишени

Мишень (1) находится в рабочем состоянии, если уровень водорода в ней выше рабочей зоны (2) – см. рис. 3. Контроль за уровнем во время

заполнения мишени водородом осуществляется визуально через прозрачные лавсановые окна или по конденсационному указателю уровня (3), шкала которого (5) вынесена на верхнюю площадку фермы. Контроль за работой мишени во время сброса пучка осуществляется из комнаты экспериментатора, которая находится на расстоянии 50 метров от мишени. Дистанционный контроль испаряемости основан на измерении температуры с помощью термопары (3) в фиксированной точке А на трубе (4) выхода испарившегося водорода. При увеличении испаряемости температура трубы в месте крепления термопары понижается, что видно по показаниям потенциометра (10). При увеличении испаряемости в два раза зажигается табло (9), сблокированное с потенциометром. Данная система контроля и сигнализации градуируется с помощью газового счетчика (8). Система позволяет с достаточной точностью определять скорость испарения, а следовательно, и момент пополнения мишени водородом. Такой контроль за состоянием мишени прост, надежен, может осуществляться с любого расстояния и безопасен в работе.

Аварийные режимы в работе мишени

При создании установки с трехметровой жидководородной мишенью большое внимание уделялось безопасности эксплуатации. Были рассмотрены варианты возможных аварийных ситуаций, и рассчитаны для них системы эвакуации водорода из установки.

Рассмотрим эти случаи.

1. Водород выливается в вакуумный кожух мишени. В этом случае при разрыве лавсанового окна внутреннего сосуда при давлении 0,05 ати открывается предохранительный клапан (12) - см. рис. 1 - и газообразный водород по трубе диаметром 100 мм выходит на линию сброса.

2. Портится изоляционный вакуум при разрыве лавсанового окна вакуумного кожуха, и резко увеличивается теплоприток к водороду. Диаметр линии сброса водорода из внутреннего сосуда рассчитан таким образом, чтобы давление в сосуде в этом случае не было больше 0,5 ати.

3. Происходит выливание водорода на открытую поверхность около мишени при одновременном разрыве лавсановых окон вакуумного кожуха и внутреннего сосуда. В этом случае полную эвакуацию водорода из замкнутого пространства, в котором расположена установка, должна обеспечить вытяжная вентиляция.

Для исключения взрыва при аварийных ситуациях все элементы установки выполнены из неискрящего материала. Во время работы с водородом электропитание установки полностью отключается за исключением освещения, которое выполнено во взрывобезопасном варианте.

Технические данные

Длина рабочего объема мишени	3000 ± 5 мм
Диаметр лавсановых окон	120 мм
Количество водорода по оси мишени	21,3 г/см ²
Количество вещества лавсана на пути частиц на входе в мишень и на выходе из нее	по 0,0525 г/см ²
Емкость внутреннего сосуда	140 литров
в том числе:	
емкость рабочей зоны	40 литров
емкость верхней части внутреннего сосуда	50 литров
объем дополнительных емкостей	50 литров
Теплоприток (экспериментальный)	
к внутреннему сосуду	8,4 вт (1 л. ж. Н ₂ час.)
к азотному экрану	22,2 вт (0,5 л. ж. N ₂ час.)
Время непрерывной работы установки без пополнения ее водородом и азотом	100 часов
Габаритные размеры мишени	3200-648-480
Вес мишени	400 кг
При первоначальной заливке мишени необходимо	
жидкого азота	150 литров
жидкого водорода	200 литров
Время первоначальной заливки мишени водородом	1 час.

Л и т е р а т у р а

1. З.В. Борисовская, А.С. Вовенко и др. Предварительные результаты исследования $K_L^0 - K_S^0$ регенерации при высоких энергиях. Доклад на конференции по физике высоких энергий. Киев, 1970.
2. С. Басиладзе и др. Магнитный искровой спектрометр для исследования $K_L^0 - K_S^0$ регенерации при высоких энергиях. Сообщение ОИЯИ, P1-5361, Дубна, 1970.
3. Ю.Т. Борзунов, Л.Б. Голованов. Криогенное, кислородное и автогенное машиностроение, №1, 1969.
4. Ю.Т. Борзунов, Л.Б. Голованов, В.Л. Мазарский, А.П. Цвинев. Прецизионная установка с жидководородной мишенью. Сообщение ОИЯИ, P8-5212, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 октября 1970 года.

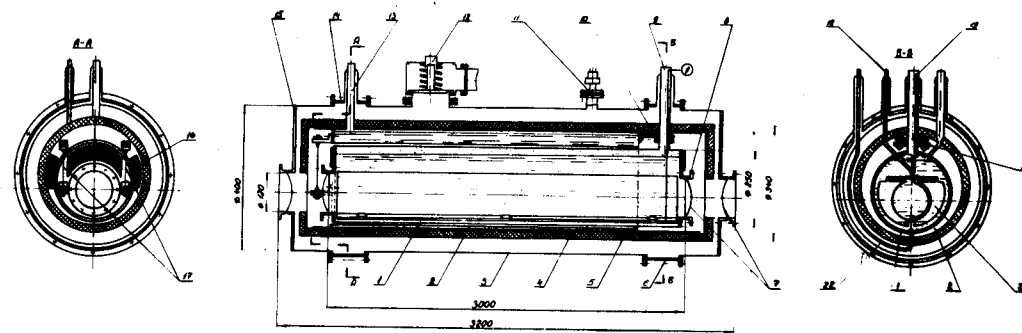


Рис. 1. Схема конструкции мишени: 1 - внутренний сосуд; 2 - азотный сосуд; 3 - обечайка вакуумного кожуха; 4 - многослойная изоляция; 5 - обечайка для крепления изоляции; 6 - кольцо внутреннего сосуда; 7 - лавсановые окна; 8 - прижимной фланец; 9 - труба выхода газообразного водорода; 10 - кронштейн; 11 - вакуумметрический блок; 12 - предохранительный клапан; 13 - труба сброса азота; 14 - кольцо азотного экрана; 15 - фланец вакуумного кожуха; 16 - адсорбент; 17 - тяги внутреннего сосуда; 18 - трубка выхода газа из дополнительных емкостей; 19 - указатель уровня; 20 - опорная пластина азотного экрана; 21 - дополнительные емкости; 22 - трубка слива водорода.

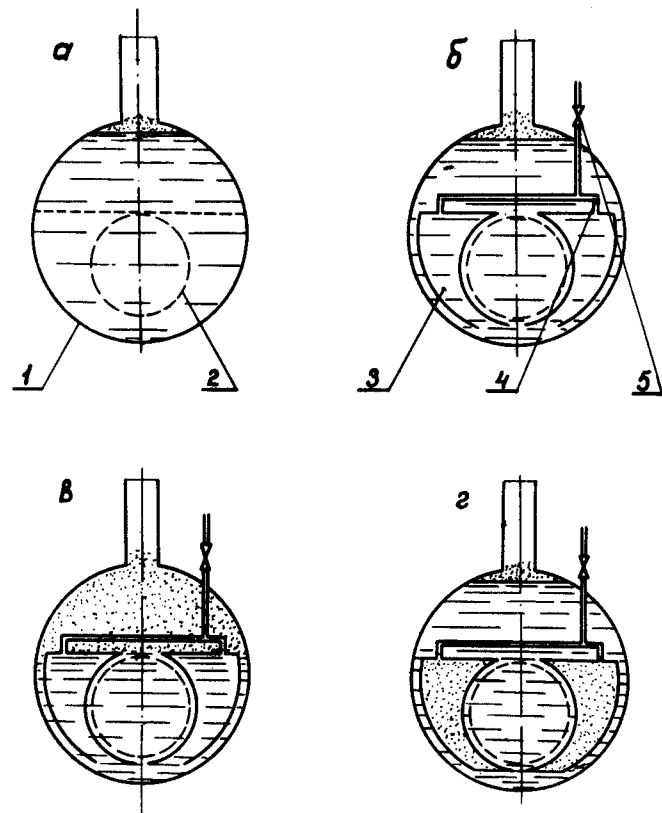


Рис. 2. Схема внутреннего сосуда мишени: а - без дополнительных емкостей; б, в, г - с дополнительными емкостями; 1 - внутренний сосуд; 2 - рабочая зона; 3 - дополнительные емкости; 4 - соединительная трубка; 5 - вентиль запорный.

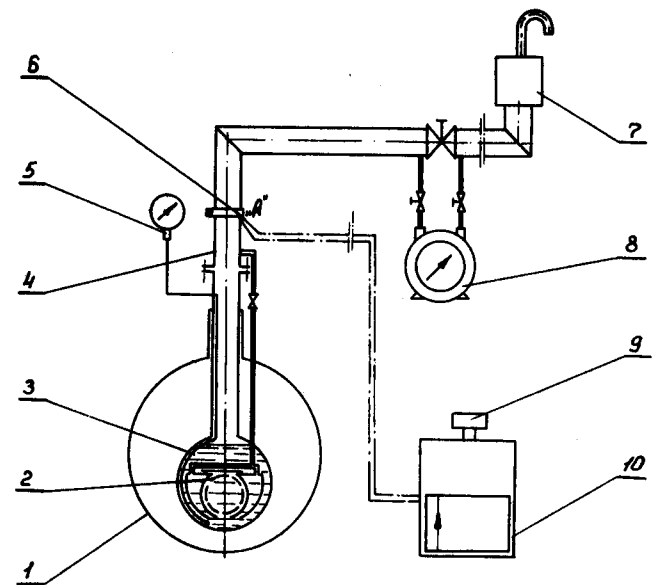


Рис. 3. Схема контроля за испаряемостью водорода из мишени: 1 - мишень; 2 - рабочая зона; 3 - конденсационный указатель уровня; 4 - труба выхода водорода; 5 - шкала указателя уровня; 6 - место крепления терпар; 7 - огнепламяпреградитель; 8 - газовый счетчик; 9 - табло; 10 - потенциометр.