

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗУУ.4а
Б-955

1974

13 - 7246

137/2-74

В.М.Быстрицкий, В.П.Джелепов, П.Ф.Ермолов,
Л.С.Котова, В.И.Лепилов, К.О.Оганесян,
М.Н.Омельяненко, С.Ю.Пороховой, А.И.Руденко,
В.В.Фильченков

СИСТЕМА С ГАЗОВОЙ МИШЕНЬЮ
ДЛЯ ОПЫТОВ СО СВЕРХЧИСТЫМ ВОДОРОДОМ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В.М.Быстрицкий, В.П.Джелепов, П.Ф.Ермолов*,
Л.С.Котова, В.И.Лепилов, К.О.Оганесян,
М.Н.Омельяненко, С.Ю.Пороховой, А.И.Руденко,
В.В.Фильченков

**СИСТЕМА С ГАЗОВОЙ МИШЕНЬЮ
ДЛЯ ОПЫТОВ СО СВЕРХЧИСТЫМ ВОДОРОДОМ**

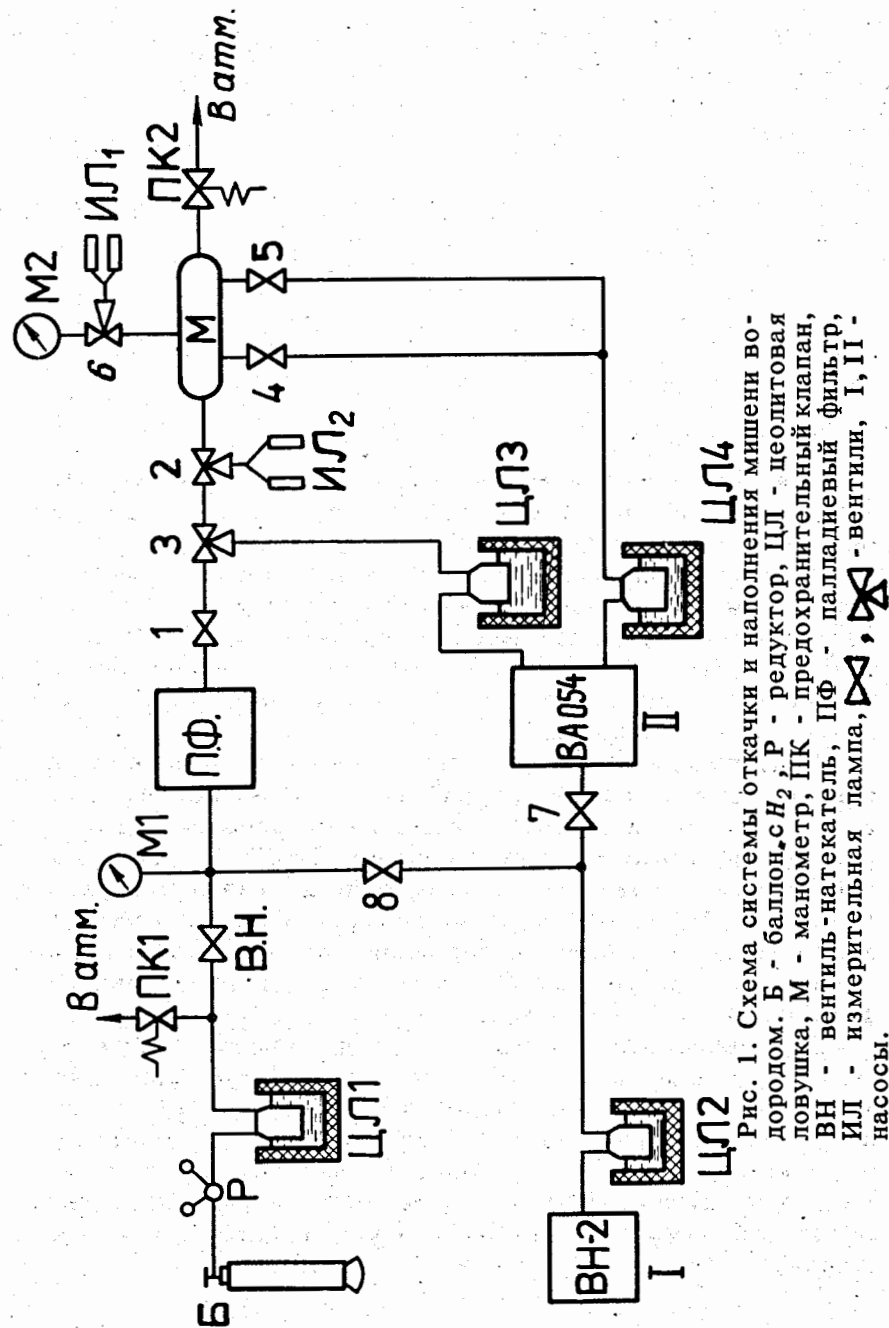
* ИФВЭ (Серпухов).

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

При исследовании мезоатомных и мезомолекулярных процессов в водороде и в первую очередь такого фундаментального процесса физики слабых взаимодействий, как захват отрицательного мюона водородом, предъявляются очень высокие требования к чистоте водорода. Это обстоятельство связано с необходимостью уменьшить фон от захвата мюонов атомами примеси, вероятность которого на много порядков превышает вероятность захвата мюона в водороде.

В настоящей работе описывается система устройств с водородной мишенью, разработанная и использованная в эксперименте по захвату мюонов в газообразном водороде в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. По условиям эксперимента требовалось в течение длительных экспозиций /до 150 часов/ на пучке мюонов обеспечить чистоту водорода в газовой водородной мишени по примесям /азота, кислорода и др./ не хуже нескольких единиц на 10^{-8} объемного содержания.

Принципиальная схема установки приведена на рис. 1. Водород, находящийся в баллоне /Б/ под давлением 150 атм, проходит цеолитовую ловушку /ЦЛ1/, помещенную в жидкий азот, и попадает через вентиляционную натекающую /В.Н./ на установку диффузионной очистки водорода /П.Ф./. Работа последней основана на избирательной диффузии водорода через палладий или его сплавы /1-3/.



Используемое устройство с палладиевым фильтром, позволяющее получить на выходе его водород под давлением до 50 атм и с чистотой по примесям, лучшей чем 10^{-8} объемного содержания, описано в работе /4/.

Очищенный водород через вентили 1,3,2 поступает в газовую мишень с расположенными внутри нее сцинтилляторами. Схема мишени показана на рис. 2.

Газовая мишень представляет собой сосуд из нержавеющей стали /5/. Толщина его стенок 3мм, длина 540 мм, внутренний диаметр 140 мм. В мишени расположен сцинтиллятор из йодистого цезия, активированного таллием, в виде стакана с толщиной стенок 5 мм, длиной 205 мм и диаметром 130 мм /4/. Второй сцинтиллятор из йодистого цезия в виде тонкого диска толщиной 250 микрон /4/ располагается со стороны открытой части стакана и ограничивает объем газа, в котором регистрируются остановки мюонов. Тонкий счетчик крепится на стакан с помощью хромированного латунного кольца. Для световой изоляции между стаканом и тонким счетчиком помещена серебряная фольга толщиной 10 микрон. Свет от обоих внутренних сцинтилляторов собирается полыми латунными световодами /2/ с хромированными отражающими поверхностями к стеклянным окнам в корпусе мишени. Световод тонкого счетчика /4/ изогнут под углом 90°. Второй световод сделан в виде прямого усеченного конуса.

Одним из определяющих факторов, позволивших обеспечить необходимые требования к чистоте газа, является отсутствие в мишени органических материалов.

Мишень рассчитана на рабочее давление 50 атмосфер. Давление в мишени контролируется установленным на ней образцовым манометром /М2/.

Для откачки системы использовались форвакуумный насос ВН-2 /I/ и диффузионный насос ВА-О5-4 /II/. Между этими насосами и на выходе диффузионного насоса находятся цеолитовые ловушки /ЦЛ-2/, /ЦЛ-3/ и /ЦЛ-4/, охлаждаемые жидким азотом. Жидким азотом охлаждалась также паромасляная ловушка диффузионного насоса. Использование ловушек необходимо для исклю-

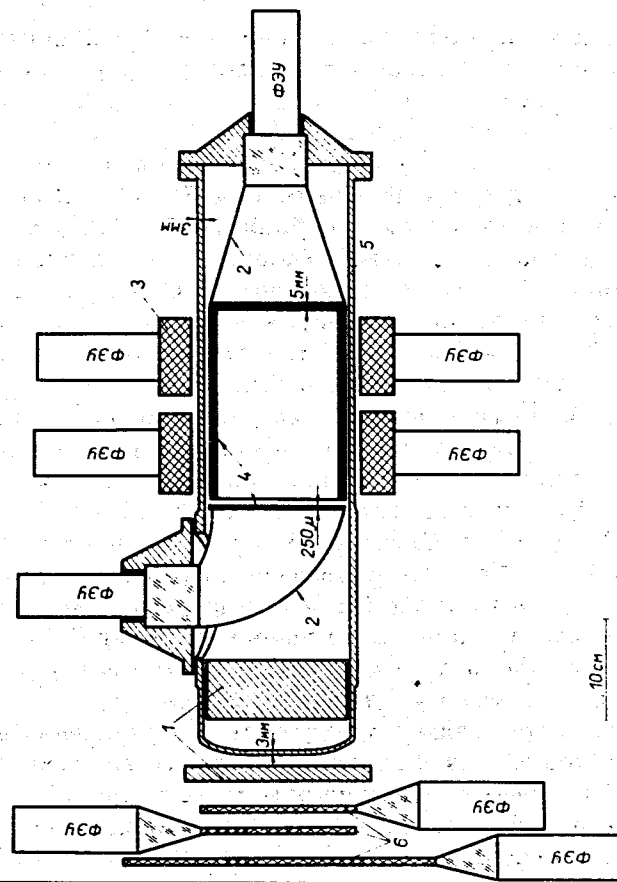


Рис. 2. Схема мишени. 1 - медный фильтр, 2 - полый световод, 3 - кристалл стирбена, 4 - сцинтиллятор CsJ(Tl), 5 - корпус мишени, 6 - сцинтиллятор из пластмассы.

чения попадания в систему паров масла, воды, углекислого газа. Для уменьшения времени откачки была применена двухсторонняя схема откачки мишени: через вентиль /4/ и через вентиль /5/.

Соединительные трубки в системе изготовлены из нержавеющей стали с толщиной стенок 1 мм и диаметром 12 мм. Внутренние поверхности трубок были очищены и отполированы. Использовались сильфонные вентили с проходным отверстием 12 мм.

Вакуум в мишени и в палладиевом фильтре измерялся манометрическими лампами ЛМ2 /ИЛ1 и ИЛ2/. Для уплотнения соединений применялся фторопласт-4.

Герметичность всех узлов системы проверялась гелиевым теченкателем ПТИ-7 на шкале с максимальной чувствительностью 5.10^{-8} л. мк/час. При этом течей не обнаруживалось.

Наиболее трудоемким этапом работы являлась длительная /в течение 7-10 суток/ откачка и тренировка системы. При откачке на палладиевом фильтре поддерживалась температура, на $60-80^{\circ}$ превышающая рабочую температуру, при которой проводилась очистка водорода и наполнение мишени. Периодически осуществлялся прогрев мишени / $T = 60^{\circ}\text{C}$ / и всех коммуникаций / $T=200^{\circ}\text{C}$ / для максимального обезгаживания мишени и коммуникационных трубок. Критерием окончания откачки системы являлась величина натекания газов в мишень при перекрытии линий откачки. Допустимая величина натекания должна была обеспечить необходимую чистоту водорода в течение 100-150 - часовых измерений.

В качестве исходного газа использовался изотопически чистый водород с содержанием дейтерия, меньшим чем 10^{-6} . Для повышения степени чистоты водорода перед рабочим заполнением производилась продувка мишени водородом, прошедшим через палладиевый фильтр. Мишень заполнялась до давления 5 - 7 атм, а затем водород выпускался из нее до тех пор, пока давление не становилось равным 0,5 избыточных атмосфер. Такая операция выполнялась 4-5 раз. Окончательно мишень заполнялась до давления 40 атмосфер.

Анализ водорода на сумму примесей производился с помощью периодического анализатора адсорбционного типа /МКЗ /5/ / с чувствительностью до 10^{-9} .

Многokратно проведенные с помощью указанного прибора анализы показали, что сумма примесей в объемных долях не превышала $1,5 \cdot 10^{-3}$. При этом ошибка в определении величины примеси составляла менее 50%.

Анализы, проведенные для разного времени экспонирования водорода в мишени /в том числе и после 100-часовой экспозиции/, оказались совпадающими в пределах указанной ошибки измерений.

В заключение авторы выражают благодарность А.Г.Зельдовичу и Я.А.Захарину за содействие в работе, М.М.Кузнецову и Ш.Г.Шамсутдинову за большой труд по изготовлению и наладке установки.

Литература

1. A diffusion unit containing palladium, which is pervious to hydrogen but impervious to impurities, makes ultra-pure hydrogen suitable for use in the refining of metals, in nuclear research, and in the manufacture of semi-conductors. Chem. Proc., 6, No. 3, 42 (1960).
2. Palladium alloy diffusion process for hydrogen purification. First commercial - scale plant in operation. Platinum Metals Rev., 6, No. 2, 47 (1962).
3. А.А.Родина, Н.И.Дороничева. Хим.пром., №12, 902 /1965/.
4. В.М.Быстрицкий, В.П.Джелепов, Н.И.Дороничева, П.Ф.Ермолов, К.О.Оганесян, М.Н.Омельяненко, С.Ю.Пороховой, А.А.Родина, В.Е.Теплов, В.В.Фильченков. ПТЭ, 2, 226 /1972/.
5. К.Н.Зиновьева. Заводская лаборатория, №1, т. 21, стр. 30 /1955/.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 июня 1973 года.