

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2400 / 2-80

2/6-80
13-80-30

Ю.Т.Борзунов, В.Ф.Вишневский, Л.Б.Голованов

ЖИДКОВОДОРОДНАЯ МИШЕНЬ
В СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЕ
УСТАНОВКИ "РЕЗОНАНС"

1980

Борзунов Ю.Т., Вишнеvский В.Ф., Голованов Л.Б. 13-80-30

Жидководородная мишень в стримерной камере
установки "Резонанс"

Описывается действующая жидководородная мишень, созданная для работы в стримерной камере установки "Резонанс". Импульсные электрические поля в камере ≤ 35 кВ/см. Рассмотрены и реализованы в конструкции и при выборе материалов меры подавления электрических разрядов и обусловленных ими свечения и пробоев. Сосуд, заполняемый водородом, сделан из лавсановой пленки толщиной 100 мкм. Его диаметр - 35, длина - 400 мм. Вакуумный кожух изготовлен из пенопласта. Теплоприток к жидкому водороду ≈ 35 Вт. Чтобы на поверхности мишени не скапливались заряды и не вызывали разрядов и свечения в газе, она обрабатывалась аэрозолью "Антистатик". Кратко описаны ее расположение, питание жидким водородом и испытания. Получено много снимков следов частиц, возникших в водороде мишени.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1980

Borzunov Yu.T., Golovanov L.B.,
Vishnevsky V.F.

13-80-30

A Liquid Hydrogen Target in the Streamer Chamber
of the "Resonance" Setup

A liquid hydrogen target constructed to operate in

Прогресс физики элементарных частиц со временем все в большей степени определяется результатами исследований многочастичных процессов, имеющих относительно сложную топологию и малое сечение. Пузырьковая камера не может обеспечить разумную скорость набора экспериментальных данных для исследований таких процессов, с электронной /не трековой/ аппаратурой трудно получить достаточно надежные результаты. У стримерной камеры нет этих недостатков, но сама по себе она имеет слишком узкую область применения, и чтобы сделать ее в достаточной мере универсальным прибором, нужно ввести мишень непосредственно внутрь ее рабочего объема.

Мишень внутри стримерной камеры, особенно жидководородная мишень, дает возможность исследовать процессы рождения и распадов короткоживущих частиц и резонансов, что в сильнейшей степени расширяет область применения стримерной камеры, делая ее весьма перспективным прибором. Камера с такой мишенью приобретает почти все положительные качества пузырьковых камер и электроники: точность, эффективность регистрации и почти полную изотропию, как у пузырьковой камеры; управляемость и возможность больших загрузок, как у электроники; возможность получения большого объема информации со снимков и от электроники. Все это может обеспечить ту скорость набора экспериментальных данных и тот уровень достоверности результатов, которые необходимы для точных количественных исследований редких сложных процессов.

Жидководородная мишень впервые была введена в стримерную камеру в 1968 г. в DESY¹, что было осуществлено затем еще в нескольких установках², однако вопросы технологии изготовления таких мишеней и опыт работы с ними в соответствующих публикациях освещены слабо и далеко не полно. Поэтому при создании мишени для стримерной камеры установки "Резонанс" большая часть этих вопросов обрабатывалась заново.

Собственно стримерной камерой /ее рабочей областью/ в установке "Резонанс" является заполненная неоном или неон-гелиевой смесью часть объема $130 \times 80 \times 48$ см³ полосковой линии, по которой поступают импульсы высокого напряжения /до 850 кВ/, выделенного замкнутыми стенками из пенополиуретана или винилпласта³. Стенки через прокладки зажаты между внутренним /потенциальным/ и внешними /заземленными/ электродами. Камера введена в магнит СП-40, установленный так, что плоскости

электродов располагаются вертикально. Фотографирование следов производится сбоку через отверстия в ярме и полюсе магнита и электроды, которые в соответствующих местах сделаны в виде прозрачных металлических сеток.

Действие стримерной камеры связано с сильными импульсными электрическими полями $E \geq 20$ кВ/см/. Это обстоятельство обуславливает ряд требований к мишени и обслуживающим ее устройствам, расположенным в зоне действия этих полей. Все они должны изготавливаться только из диэлектриков. Мишень и указанные устройства или любые их детали из металла будут сильно искажать электрическое поле, что, как минимум, приведет к потере точностей, но может вызвать и электрический пробой в газе, в частности пробой между мишенью и электродами камеры.

Сопротивление /поверхностное или объемное/ диэлектриков, из которых изготавливается мишень, должно быть достаточно большим, но ограниченным сверху так, чтобы заряды, которые могут появляться на ее поверхности при подаче напряжения, успевали стекать между срабатываниями. Если они будут накапливаться, возникнет газовый разряд типа коронного и обусловленное им свечение газа в приповерхностном слое, что в лучшем случае сильно ухудшит качество фотографий.

Необходимо также иметь в виду и учесть при разработке конструкции мишени то, что еще одной причиной электрических разрядов и связанного с ними свечения в газе могут быть острые выступы и грани на поверхности.

Не менее опасен, по-видимому, возможный электрический пробой в вакууме теплоизоляционного пространства между внутренним сосудом /куда заливается водород/ и вакуумным кожухом, что может в конечном итоге привести к аварии. Чтобы исключить такую возможность, необходимо обеспечить вакуум в теплоизоляционном пространстве не хуже 10^{-4} Тор.

Проектированию неметаллической жидководородной мишени для стримерной камеры предшествовал значительный комплекс подготовительных работ, который включал в себя моделирование, испытания и подбор материалов и разработку технологии изготовления некоторых деталей. Часть этих работ ранее описана /4/.

Конструкция мишени, изготовленной в соответствии с указанными выше требованиями, показана на рис.1, ее расположение в стримерной камере представлено на рис.2. Мишень состоит из внутреннего сосуда 1, в который заливается жидкий водород, и вакуумного кожуха 2. Внутренний сосуд сделан из лавсановой пленки толщиной 100 мкм, его диаметр равен 35 мм, длина - 400 мм. Вакуумный кожух имеет вид стакана со сферическим дном и выполнен из пенопласта. Его размеры: длина - 300 мм, внешний диаметр - 59 мм, толщина стенок - 7 мм. Были изготов-

лены и испытаны два кожуха: из пенопластов R-50 и ПС-1. Их толщины соответственно равны $0,8 \cdot 10^{-3}$ и $1,6 \cdot 10^{-3}$ радиационных единиц. Поверхность кожуха из пенопласта ПС-1 для обеспечения герметичности была покрыта тонким слоем эпоксидного клея.

Теплоприток к мишени составлял 35 Вт, ко всей криогенной части установки - около 40 Вт. Заполнение и подпитка мишени жидким водородом и выход испарившегося газа осуществлялись через горловину 3. Для ввода частиц пучка сделано лавсановое окно 6.

Питание мишени жидким водородом осуществлялось путем конденсации газообразного водорода в конденсаторе, охлаждаемом жидким гелием /2/. Такой способ выгоден тем, что позволяет работать с минимальным количеством водорода в системе, в связи с чем затраты на обеспечение техники безопасности резко сокращаются.

Испытания и отладка жидководородной мишени и обслуживающей ее системы для стримерной камеры установки "Резонанс" проводились на стенде и в рабочих условиях с использованием пучка π^- -мезонов с импульсом 4,5 ГэВ/с. Испытания были закончены,

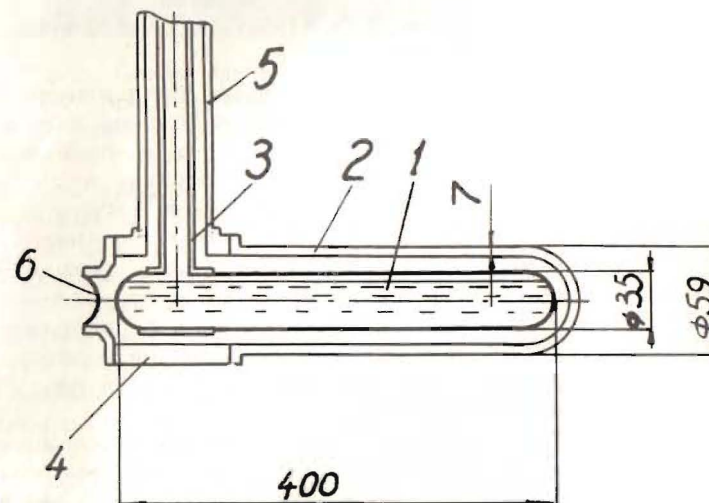


Рис.1. Жидководородная мишень стримерной камеры установки "Резонанс". 1 - внутренний сосуд, 2 - вакуумный кожух, 3 - горловина внутреннего сосуда, 4 - корпус мишени, 5 - горловина вакуумного кожуха, 6 - лавсановое окно вакуумного кожуха.

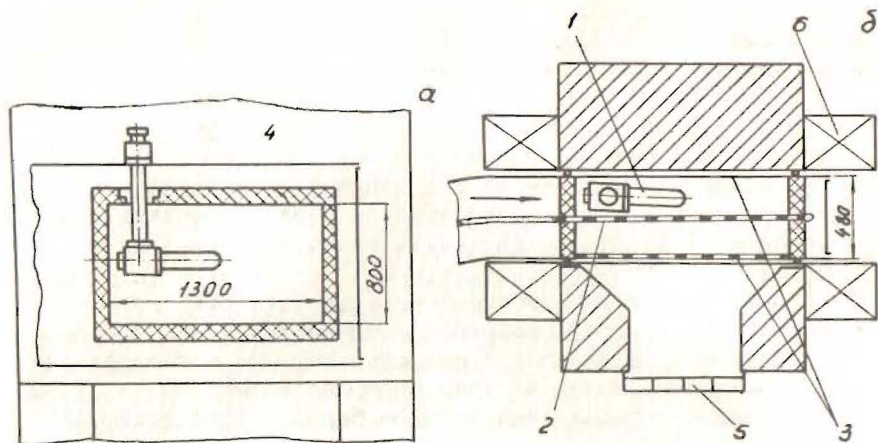


Рис.2. Схема стримерной камеры установки "Резонанс" с жидководородной мишенью: а/ вид сбоку, б/ вид сверху. 1 - жидководородная мишень, 2 - потенциальный электрод, 3 - нулевые электроды, 4 - корпус камеры, 5 - фотоаппараты, 6 - магнит.

и установка с действующей мишенью в камере была запущена в работу в марте 1979 года. Было получено большое количество снимков следов частиц, возникающих в π^-p -взаимодействиях в мишени, один из них в качестве примера показан на рис.3.

Наличие жидкого водорода в мишени во время работы на пучке контролировалось с помощью системы мониторинговых счетчиков по измерению относительной доли π^- -мезонов пучка, проходящих через мишень, и с помощью других счетчиков - по увеличению относительной доли вторичных частиц, летящих по направлению от мишени. Впоследствии факты взаимодействий на водороде подтверждались путем восстановления вершин событий в пространстве по измерениям следов на снимках.

Трудности при создании мишени были связаны в основном с получением требуемого вакуума в теплоизоляционном пространстве. Свечение в приповерхностном слое газа проявилось сразу в начале испытаний. Как и предполагалось, оно было обусловлено зарядами, скапливающимися на поверхности, и было ликвидировано путем уменьшения поверхностного сопротивления с помощью аэрозоли "Антистатик", используемой для снятия статических зарядов с синтетических тканей.

Опыт, полученный при создании описанной выше жидководородной мишени, был использован при создании мишени для стримерной камеры установки РИСК^{5/}. Мишень установки РИСК изготовлена

в основном из тех же материалов и по той же технологии, что и мишень для установки "Резонанс".

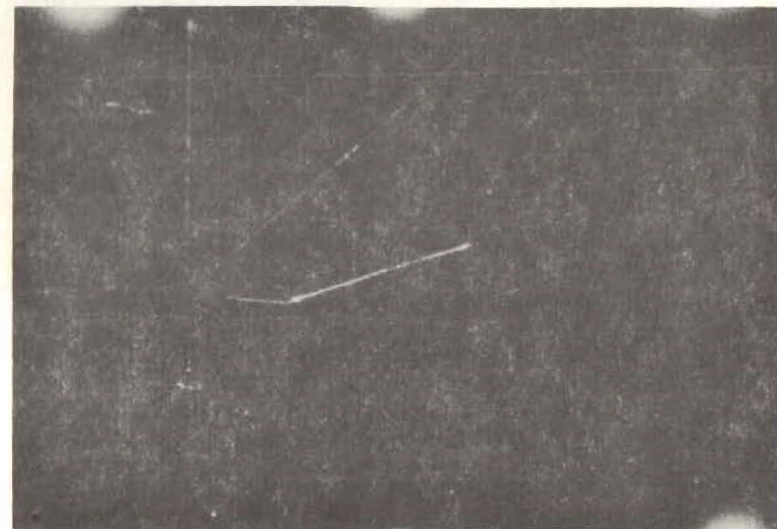


Рис.3. Следы частиц, полученные на установке "Резонанс" при облучении мишени с жидким водородом пучком π^- -мезонов с энергией 4,5 ГэВ на ускорителе ЛВЭ.

Авторы выражают свою глубокую благодарность А.М.Балдину за внимание к работе, А.Г.Зельдовичу за постоянный интерес и ценные советы, Т.Н.Борзуновой, А.И.Калмыковой, М.В.Левину, В.Л.Мазарскому, Н.И.Никонову, Ю.П.Павлову, А.П.Цвиневу, В.Ф.Чумакову, которые принимали участие в создании жидководородной мишени и криогенных систем для стримерной камеры установки "Резонанс", а также Г.П.Тюпиковой, А.А.Аскарходжаеву, В.А.Белякову и А.Н.Зубареву, обеспечившим нормальную работу установки при испытаниях мишени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eckardt V., Ladage A. Proc. Int. Symposium on Nuclear Electronics, Versailles, 1968, p.111, 10-1.
2. Голованов Л.Б. ЭЧАЯ, 1977, том 8, вып.5, с.1155.
3. Вишневский В.Ф., Аскарходжаев А.А. ОИЯИ, Р13-6703, Дубна, 1972.
4. Борзунов Ю.Т. и др. ОИЯИ, 8-8991, Дубна, 1975.
5. Bohm G. et al. ANL-8055, Instruments, 1972, p.117.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 января 1980 года.