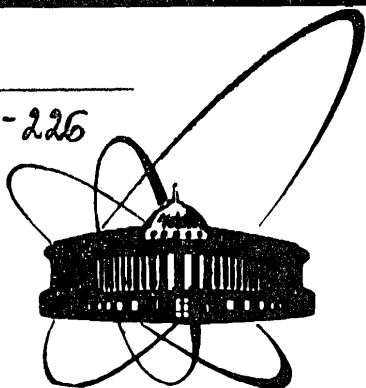


86-813

B-226



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

13-86-813

В.Г.Вахтин, В.И.Травкин

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ МНОГОПРОВОЛОЧНАЯ
ДВУХКООРДИНАТНАЯ СГС-КАМЕРА
С ОПОРНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ
ИЗ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

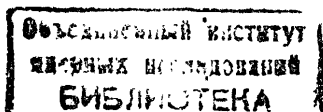
Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

1986

В практике физического эксперимента широкое распространение получают многопроволочные цилиндрические камеры /1-6/ благодаря их высокой геометрической эффективности. Серьезной проблемой этих камер является уменьшение количества вещества на пути частиц. Для решения этой проблемы подбираются различные материалы основных конструктивных элементов и применяются специальные конструктивные решения. В данной работе описывается цилиндрическая многопроволочная камера на основе пенополиуретана ППУ-320 с малой плотностью ($\leq 0,15 \text{ г/см}^3$). Этот материал позволяет отливать цилиндры, которые хорошо обрабатываются на токарном станке, что гарантирует высокую точность изготовления камеры. Камера работает в самогасящемся стримерном режиме /7/. По разработанной конструкции и технологии этой камеры в ЛЯЦ ОИЯИ изготавливается система из 4 цилиндрических камер, предназначенных для установки СИГМА-АЯКС, работающей на пучке ускорителя 70 ГэВ ИФВЗ (Серпухов).

Конструкция камеры

Опорным элементом камеры (рис. 1) является пенополиуретановая (ППУ) труба (1) с наружным диаметром 126 мм, толщиной 6,5 мм и длиной 600 мм. К ее торцам прикреплены два стеклотекстолитовых фланца. Один из них (2) прикреплен к ППУ трубе эпоксидной смолой, другой (3) - подвижен. Его положение можно менять с помощью винтов (4) и тем самым корректировать натяжение проволочек в случае усадки ППУ трубы. На поверхность трубы нанесен слой эпоксидного компаунда толщиной 0,5 мм. По периметру трубы сделаны канавки с шагом $(2 \pm 0,05) \text{ мм}$, куда уложены кольца из медной луженой проволоки (5) диаметром 0,25 мм. Кольца распаяны на плате из фольгированного стеклотекстолита (6) размером $600 \times 100 \times 1 \text{ мм}$. Плата с предварительно запаянными скрученными парами (7) для вывода сигналов вклеена в паз. Четыре кольца, соединенных между собой, образуют стрип (8), с которого снимается сигнал для определения продольной координаты трека. Совокупность стрипов на поверхности цилиндра образует внутренний катод. На расстоянии 7,55 мм от него натянуты анодные проволочки (9) диаметром 50 мкм из бериллиево-бронзы. 64 анодные проволочки припаяны к платам из фольгированного стеклотекстолита (10) с шагом $8(\pm 0,05) \text{ мм}$. Номер сработавшей проволоки и время дрейфа электронов до нее дают азимутальную координату трека. На расстоянии 8,45 мм от анодных проволок расположен внешний



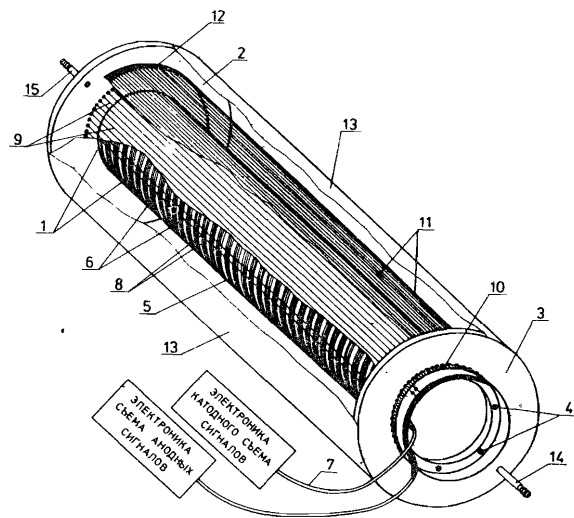


Рис. 1. Цилиндрическая двухкоординатная СТС-камера на основе пенополиуретана.

катод, представляющий собой 248 проволок (II) диаметром 100 мкм из бериллиевой бронзы, распаянных на платах из фольгированного стеклотекстолита (I2) с шагом $2(+0,1)$ мм. Натяжение анодных проволок $\bar{8}$ /80 г, катодных – 150 г. Натяжение рассчитано на основе работы /8/. Рабочий объем камеры закрыт лавсановым кожухом (I3), толщина которого 0,1 мм. Рабочий газ продувается через ниппели (I4), (I5). Анодные проволоки расположены на разных расстояниях от внутреннего и внешнего катода для того, чтобы уравнивать действие электростатических сил с обеих сторон (см. приложение).

Технология изготовления камеры

ПШУ труба изготовлена во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтетических смол по технологии, применяемой в автомобилестроении. Компоненты ПШУ смеси заливались в прессформу, показанную на рис. 2. Прессформа представляет собой две трубы (1) и (2), вставленные одна в другую и зажатые между фланцами (3) шпилькой (4). Заливка производится через закрывающуюся горловину (5). Прессформа нагревается до температуры 50-60°C водой, циркулирующей по змеевику (6).

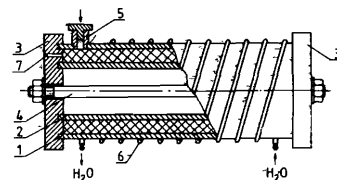


Рис. 2. Прессформа.

Трубы для прессформы были изготовлены из алюминиевых сплавов типа АМЦ толщиной 3 мм с точностью $\pm 0,1$ мм по диаметру. Диаметр изготовленной ПШУ трубы получается с точностью $\pm 0,3$ мм.

После отливки ПШУ труба зажимается между стеклотекстолитовыми фланцами с усилием, равным суммарному расчетному натяжению всех проволок (в данном случае 40 кг), и устанавливается на токарный станок. С трубы срезается верхний слой, ее диаметр доводится до 125 мм. Поверхность трубы покрывается эпоксидной смолой и, после затвердевания последней, протачивается до рабочего диаметра – 126 мм. Затем прорезаются канавки под проволочные кольца и фрезеруется паз для стриповой платы. После этого, не снимая трубы со станка, протачиваются опорные места для проволок на фланцах. Таким образом обеспечивается технологическая точность зазоров анод-катод не хуже 0,1 мм. После распайки всех проволок с расчетным натяжением внешнее устройство, которое фиксировало трубу в сжатом состоянии, снимается. Натяжение проволок при этом не меняется.

Свойства пенополиуретановых труб

Упругие свойства пенополиуретана исследовались на образце трубы с внешним диаметром 130 мм, толщиной 7 мм и длиной 550 мм. Результаты представлены на рис. 3. Отсюда можно определить модуль упругости ПШУ

$E = 1240 \text{ кг/см}^2$, что близко к данным /9/, приводимым для пенополистирола ПС-I. После длительной нагрузки (375 кг в течение 6 суток) труба дает усадку на 1,25%.

Существенное значение для работы камеры имеет то влияние, которое оказывает пары различных жидкостей на размеры полиуретановых труб. Известно, что пенополиуретан поглощает влагу из атмосферы и при этом изменяет свои размеры /10/. Это имеет особенное значение для деталей, камер, которые изготавливаются на воздухе, содержащем пары воды с переменной концентрацией, а работают в атмосфере газа, в котором воды нет, но есть пары других жидкостей (в нашем случае – метилаль).

Мы провели специальные исследования влияния паров воды и метилалля на размеры пенополиуретановых деталей. Брусочек из ПШУ, размером 150x20x14 мм, помещенный в пары воды при 100%-ной влажности, увели-

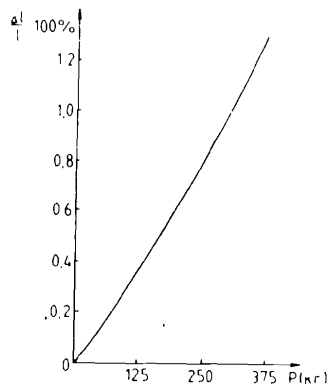


Рис. 3. Зависимость усадки пенополиуретановой трубы от осевой нагрузки.

чивал свои размеры на 0,5% за 10 часов и затем стабилизировался. После извлечения бруска на открытый воздух он приблизительно за такое же время восстанавливал свои размеры. Помещение бруска ППУ размером 135x20x12 мм в атмосферу сухого воздуха приводит к сокращению его размеров на 0,25%.

После извлечения бруска на открытый воздух он восстанавливает свои размеры. Естественные колебания влажности атмосферного воздуха на 30% изменяют размеры ППУ бруска не более чем на 0,1%. Такие изменения размеров не могут оказывать существенного влияния на работу камеры. Гораздо опаснее воздействие метилала на ППУ. Брусок размером 150x20x14 мм, помещенный в пары метилала, при 100%-ной влажности увеличивается в размерах на 7%. Извлеченный на воздух, он сначала резко, а затем медленно восстанавливается и приблизительно через месяц стабилизируется на уровне, который на (1+1,5)% выше первоначального значения. Однако такое катастрофическое воздействие метилала оказывает только при 100%-ной влажности. Образец из ППУ, помещенный в атмосферу рабочего газа камеры (аргон, метан и метилал в соотношении 50%, 33%, 17%, что соответствует относительной влажности метилала 50%), не менял своих размеров в пределах 0,05% в течение 3 недель.

В этой связи работа с камерой требует заботливого и аккуратного обращения. Недопустимо появление насыщенных паров метилала в камере. Помимо защиты пенополиуретана эпоксидной смолой от прямого воздействия метилала мы осуществляем выдувание метилала из рабочего объема камеры по окончании работы.

Заключение

Камера испытывалась с радиоактивным источником и на пучке ускорителя, а также работала в сеансах по набору статистики в эксперименте по исследованию радиационного рассеяния Π^- и K^- - мезонов на протонах в реальных условиях с водородной мишенью. Испытания подтвердили правильность использованных конструктивных и технологических решений.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Выбор положения анодных проволок в цилиндрической камере

В плоских многопроволочных камерах анодные проволоки обычно располагаются посередине между плоскостями катодов. В этом случае сумма электростатических сил, действующих на проволоку, равна нулю. Выбирая положение анодных проволок в цилиндрической камере, мы также требовали электростатического равновесия анодных проволок. При расчетах электроды камеры представлялись в виде трех concentрических цилиндров с радиусами R_1 , R_A , R_2 и с линейной плотностью заряда соответственно q_1 , q_A и q_2 . По теореме Гаусса напряженность поля на внутренней поверхности анода равна $E_1 = \frac{2q_1}{R_A}$, на внешней поверхности анода - $E_2 = \frac{2(q_1+q_A)}{R_A}$. Из условия равновесия $E_1 + E_2 = 0$. Отсюда

$$q_1 = -\frac{q_A}{2} \quad (1)$$

Вычислим теперь разности потенциалов между анодом и каждым из катодов:

$$U_1 = 2q_1 \ln \frac{R_A}{R_1},$$

$$U_2 = 2(q_1+q_A) \cdot \ln \frac{R_A}{R_2}.$$

Так как оба катода подключены к одному потенциалу, то $U_1 = U_2$. Отсюда с учетом (1) получаем

$$R_A = \sqrt{R_2 \cdot R_1} \quad (2)$$

В нашем случае $R_1 = 63$ мм, $R_2 = 79$ мм, тогда $R_A = 70,55$ мм.

В заключение авторы выражают благодарность Антипову Ю.М., Мицельмахеру Г.В. за постановку задачи, Жукову В.А., Понтекорво Б.М. за поддержку в работе, Гребинник Ю.А., Ким Мен Сун, Кулиничу П.А. за помощь в работе, а также Толстому Н.С. и Хазинсу Д.М. за вклад в разработку конструкции камер.

Литература

1. Proc. "Wire Chambers", NIM, 1978, 156, p.187-265.
2. Proc. "Wire Chambers", NIM, 1980, 176, p.151-180.
3. Proc. "Wire Chambers", NIM, 1983, 217, p.153-200.
4. Binnie D.M. et al. Proc. "Wire Chambers", NIM, 1985, 228, p.267-277.

5. Кравчук Н.П. и др. ОИЯИ, Р-13-11862, Дубна, 1978.
6. Голубев В.Б. и др. ПТЭ, 1981, № 6, с.40.
7. Алексеев Г.Д. и др. ЭЧАЯ, 1982, 13, с.703.
8. Алексеев Г.Д. и др. ПТЭ, 1978, № 4, с.47-50.
9. Павлов В.А. Пенополистирол. "Химия", М., 1973.
10. Вспененные пластические массы, каталог. Изд-во ВНИИС и НИИТЭХИМ, М., 1977.
11. Кулинич П.А., Толедо Р. ОИЯИ, 13-84-162, Дубна, 1984.
12. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12-912, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 декабря 1986 года.

Вахтин В.Г., Травкин В.И.

13-86-813

Цилиндрическая многопроволочная двухкоординатная СГС-камера с опорным элементом из пенополиуретана

Цилиндрическая многопроволочная 2-координатная СГС-камера с опорным элементом из пенополиуретана изготовлена для регистрации частиц отдачи в экспериментах, проводимых в ИФВЭ (Протвино). На поверхность ППУ трубы нанесен слой эпоксидной смолы толщиной $\leq 0,5$ мм. Индукционный электрод представляет собой совокупность колец-проволок диаметром 0,25, уложенных в канавки вокруг ППУ трубы и распянных на плате из фольгированного стеклотекстолита. Анодные и катодные проволоки закреплены на стеклотекстолитовых кольцах. Диаметр анодных проволок 0,05 мм, катодных — 0,1 мм. Количество вещества на пути частиц $\leq 0,2$ г/см². Камера испытывалась с радиоактивным источником и на пучке ускорителя, а также работала в сеансах по набору статистики в эксперименте по исследованию радиационного рассеяния π^- и K^- -мезонов на прогонах с использованием водородной мишени. Испытания подтвердили правильность найденных конструктивных и технологических решений.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Vakhtin V.G., Travkin V.I.

13-86-813

A Cylindrical Multiwire 2-Coordinate Chamber Operating in Self-Quenching Streamer Mode Utilizing a Polyurethane Foam Pipe Support

A cylindrical multiwire 2-coordinate chamber operating in the self-quenching streamer mode has been constructed, utilizing a polyurethane foam pipe support, for detecting recoil particles in experiments at IHEP (Protvino). The polyurethane foam pipe is coated with an epoxy compound ≤ 0.5 mm. The inductive electrode consists of a set of wire rings 0.25 mm in diameter embedded in circular grooves, cut around the polyurethane foam pipe, and soldered to a metal-clad fiberglass plate. The anode and cathode wires, 0.05 mm and 0.1 mm in diameter respectively, are mounted on fiberglass rings. The amount of matter in the path of particles is ≤ 0.2 g/cm². The chamber was tested with radioactive source, as well as in the accelerator beam, and operated for data accumulation during runs of the experiment on radiative scattering of negative pions and kaons on protons, in which a hydrogen target was utilized. The tests confirmed the correctness of the technological and constructive solutions adopted.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986