

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P13-92-513

**К.Г.Некрасов**

ДВУХКООРДИНАТНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ  
ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ КАМЕРА  
СПЕКТРОМЕТРА SINDRUM

1992

Двухкоординатная цилиндрическая пропорциональная камера спектрометра SINDRUM

Описаны конструкция, технология изготовления и характеристики двухкоординатной цилиндрической многопроволочной пропорциональной камеры, созданной в ЛЯП ОИЯИ для спектрометра SINDRUM в PSI.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод автора

Dualcoordinate Multiwire Proportional Chamber for SINDRUM Spectrometer

Dualcoordinate multiwire proportional chamber has been constructed at the JINR Laboratory of Nuclear Problems. Its construction, production technology and operation characteristics are described. This chamber will be used in spectrometer SINDRUM.

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

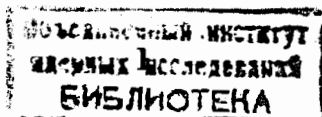
Это последняя работа недавно ушедшего из жизни замечательного физика-экспериментатора, кандидата физико-математических наук, ветерана Великой Отечественной войны, ветерана труда Константина Григорьевича Некрасова.

## 1 Введение

Для эксперимента по поиску переходов мюоний-антимюоний, проводимого на "мезонной фабрике" PSI (Швейцария) [1], в ЛЯП ОИЯИ создана цилиндрическая двухкоординатная пропорциональная камера диаметром 640 мм (рис. 1). В ОИЯИ камеры подобного типа для спектрометра АРЕС [2] создавались по технологии, отличной от принятой в PSI для спектрометра SINDRUM. Поэтому для сохранения ряда технических параметров спектрометра потребовалось разработать новую технологию, особенности которой и приводятся в статье.

## 2 Технические параметры камеры

Изготовленная в ЛЯП камера, именуемая в спектрометре SINDRUM камерой номер V, по своим геометрическим параметрам должна быть согласована с внутренней камерой номер IV и сцинтилляционным годоскопом, что потребовало сохранения используемой в PSI конструкции фланцев камер и печатных плат для распайки анодных проволочек и стрипов катодных поверхностей. Фланцы изготавливались склеиванием эпоксидным клеем полос стеклотекстолита тол-





щиной 0,5 и 1,0 мм с последующей коррекцией толщины. Основные технические параметры камеры приведены в таблице 1 и на рис. 2.



Рис. 1: Общий вид камеры.

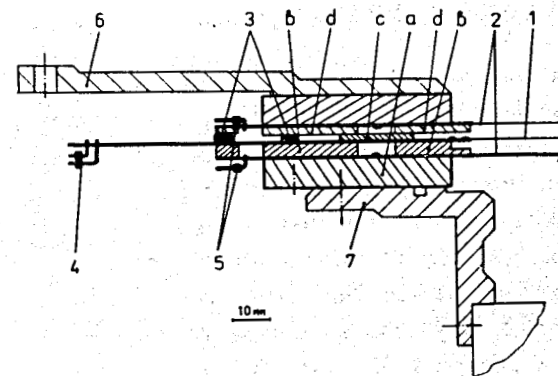


Рис. 2: Сечение фланца камеры. 1 — анодные проволочки; 2 — катодные поверхности (утолщенной линией показан внутренний катод, совмещенный с опорным цилиндром); 3 — газовые уплотнения; 4 — разъемы анодных проволочек; 5 — разъемы катодных стрипов; 6 — элемент крепления камеры в установке; 7 — элемент, связывающий V и IV камеры.

Таблица 1: Основные технические параметры камеры

Общая длина камеры (L)	1042 мм
Активная длина анодных проволочек (l)	800 мм
Диаметр слоя анодных проволочек	640 мм
Число анодных проволочек	1024
Расстояние между анодными проволочками	1,96 мм
Диаметр анодных проволочек (волокенный W+Re)	20 мкм
Натяжение анодных проволочек	75 г
Диаметр внутреннего катода	632 мм
Диаметр внешнего катода	648 мм
Число стрипов внутреннего катода	316
Число стрипов внешнего катода	324
Ширина стрипов	4 мм
Расстояние между стрипами	0,5 мм
Рабочий газ	49,9% Ar + 49,9% C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + 0,2% Фреон-13B1

### 3 Опорный цилиндр камеры

В камерах-прототипах (камеры I – IV, изготовленные в PSI) внутренний и внешний катодные цилиндры являются опорными, т. е. нагрузка натянутых анодных проволочек прикладывается к обоим цилиндрам. В новой камере в качестве опорного используется только внутренний цилиндр, выполненный из лавсана. Проведенный расчет [3] показал, что двукратный запас по устойчивости обеспечивается толщиной лавсана 0,4 мм. Для контрольных испытаний был склеен цилиндр из (двух слоев лавсана толщиной 0,175 мм) диаметром 640 мм и высотой 850 мм. Измерялась осевая деформация цилиндра в зависимости от величины нагрузки. Результаты испытаний приведены на рис. 3. Разрушение цилиндра наступило при

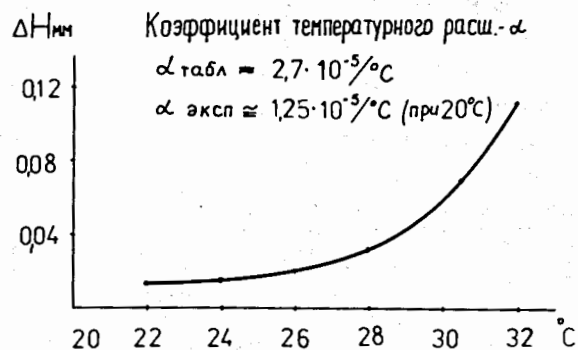
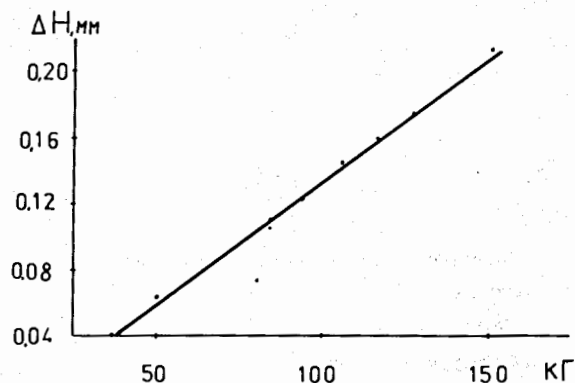


Рис. 3: Нагрузочная характеристика опорного цилиндра.

нагрузке 170 кг. Таким образом, толщина рабочего опорного цилиндра была выбрана равной 0,35 мм.

Для создания внутренней катодной поверхности на опорный цилиндр наклеивался слой лавсана толщиной 0,05 мм с приклеенными полосками алюминиевой фольги толщиной 6 мкм. Суммарная толщина внутреннего цилиндра в результате оказалась равной 0,41 мм. Развертка катодной поверхности приведена на рис. 4. Угол наклона стрипов совпадает с наклоном боковой линий развертки. В скобках указаны размеры катодной поверхности внешнего цилиндра.

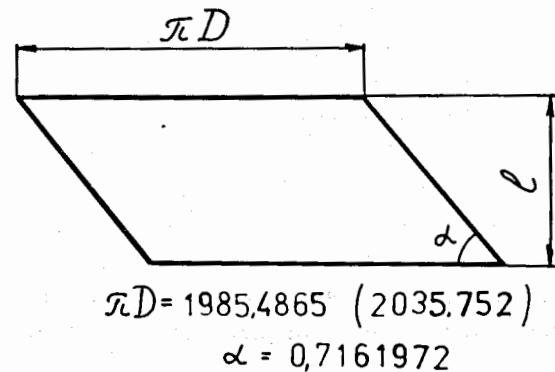


Рис. 4: Развертка катодной поверхности.

### 4 Сборка и юстировка камеры

Сборка камеры начинается с приклеивания внутреннего несущего цилиндра к элементам фланцев (рис. 2, поз. а, в). Алюминиевые полоски катодного слоя с помощью проводящего клея соединяются с кольцевыми печатными платами вывода информации. На одной стороне камеры припаиваются 16-контактные разъемы для вывода сигналов со стрипов. На другой сопротивления 0,8 МОм, обеспечивающие нулевой потенциал стрипов. К подготовленной таким образом сборке приклеивается кольцевая плата для распайки анодных проволочек. После припаивания анодных проволочек, разъемов

для вывода сигналов с них и элементов съема информации внутренний модуль камеры является завершенным и разборке не подлежит. На этом этапе проводится юстировка положения середины первого стрипа относительно первой проволоочки на уровне медианного сечения камеры.

Внешний катодный цилиндр выполнен из двух листов лавсана толщиной 0,1 мм. На внутреннюю поверхность цилиндра предварительно наклеиваются стрипы. Толщина стенок внешнего цилиндра выбирается из соображений устойчивости его при воздействии избыточного давления рабочей газовой смеси. Сборка внешнего модуля осуществляется в последовательности, подобной сборке внутреннего модуля. Окончательная сборка камеры завершается вставкой между внутренним и внешним модулями разрезанных кольцевых фланцев (рис. 2, поз. с) и герметизирующих рабочих объем резиновых колец. В завершение по положению первой проволоочки определяется на уровне медианного сечения камеры отклонение середины первого стрипа внешнего катода относительно первой проволоочки. В этой конструкции жесткость сборки обеспечивается только трением через вставленные разрезные фланцы и резиновые уплотнители.

## 5 Схема питания камеры

В соответствии с принятой системой питания камер спектрометра SINDRUM высокое напряжение прикладывается к анодным проволоочкам. Поэтому каждая проволоочка связана с соседней сопротивлением 0,5 МОм, а высокое напряжение подается через сопротивление 0,5 МОм, на каждую 32-ю проволоочку. Сигналы с анодов снимаются через высоковольтный конденсатор емкостью 500 пФ (рис. 5). Катодные поверхности имеют нулевой потенциал, что обеспечивается соединением каждого стрипа с землей через сопротивление 0,8 МОм. Во избежание межэлектродных пробоев в системе питания и вывода информации все элементы покрыты защитным лаком.

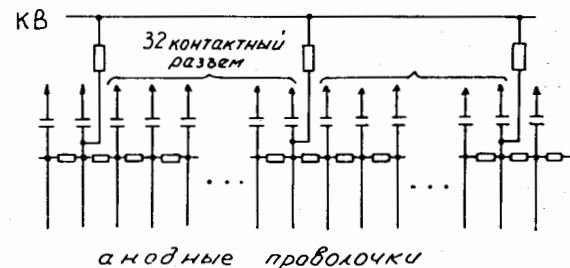
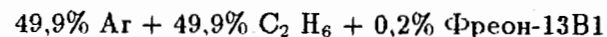


Рис. 5: Электрическая схема питания и съема информации с анодов камеры.

## 6 Характеристики работы камеры

После наполнения камеры газовой смесью



и тренировки ее электродов последовательным повышением высокого напряжения темновой ток установился на уровне 3 мкА при напряжении 2,8 кВ. Это напряжение соответствует началу плато (рис. 6). Камера испытывалась до напряжения 3,05 кВ. Для снятия счетных характеристик камеры использовалась регистрирующая электроника, созданная в ЛЯП ОИЯИ специально для спектрометра SINDRUM и получившая в PSI название ДУБНА. На рис. 7 приведена гистограмма профиля пучка от коллимированного источника  $\text{Sr}^{90}$ , снятого с помощью системы ДУБНА при пороге дискриминации 0,8 мкА.

Сигналы с катодных поверхностей после усиления поступают на схему амплитудного анализа. Точность определения второй, так называемой Z-координаты, зависит в основном от геометрической точности расположения стрипов, погрешность которых оценивается в 0,1 мм, и электроники амплитудного анализа.

На настоящее время камера успешно отработала в методических сеансах по поиску переходов мюоний-антимюоний в составе спектрометра SINDRUM.

Рис. 6: Эффективность  
камеры в зависимости  
от напряжения.

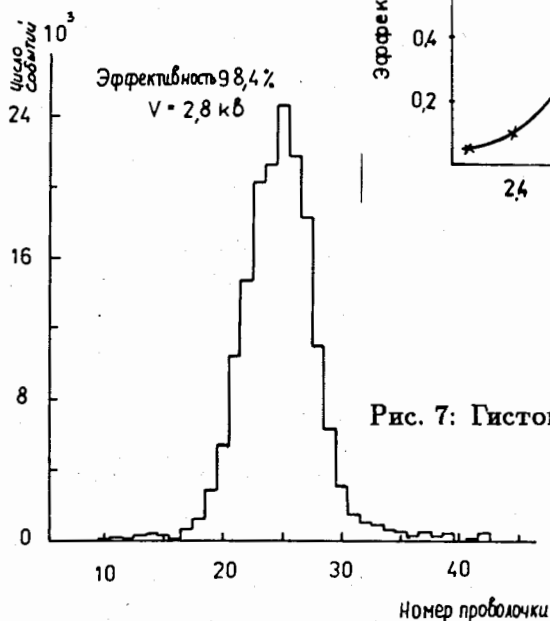
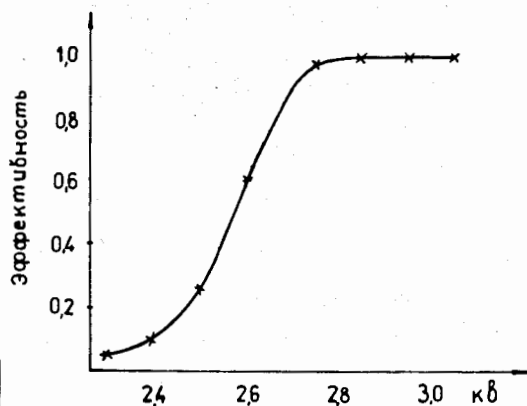


Рис. 7: Гистограмма профиля пучка.

## Литература

- [1] Jungman K. et al., Proposal for Experiment at PSI, R89-06.1
- [2] Varanov V.A. et al.. NIM, 1986, B17, 438.
- [3] Ванко Ю. и др.. Сообщение ОИЯИ, 13-88-468, Дубна, 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 декабря 1992 года.