

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-471

2908/2-77

1/8-77

P13 - 10608

Г.Д.Алексеев, В.И.Ганичев, В.В.Карпухин,
В.В.Круглов, В.П.Пугачевич, Д.М.Хазинс

ДВУХКООРДИНАТНАЯ ДРЕЙФОВАЯ КАМЕРА
РАЗМЕРОМ 1,6x0,8 м²

1977

P13 - 10608

Г.Д.Алексеев, В.И.Ганичев, В.В.Карпухин,
В.В.Круглов,* В.П.Пугачевич, Д.М.Хазинс

ДВУХКООРДИНАТНАЯ ДРЕЙФОВАЯ КАМЕРА
РАЗМЕРОМ 1,6x0,8 м²

Направлено в ПТЭ

* НИИЯФ МГУ.

Алексеев Г.Д. и др.

P13 - 10608

Двухкоординатная дрейфовая камера размером 1,6x0,8 м²

Изготовлена двухкоординатная многопроволочная дрейфовая камера размером 1,6x0,8 м² с малым количеством вещества на пути частиц (~ 0,05 г/см²). Описаны конструкция и технология изготовления камеры, которые пригодны для создания камер больших размеров.

Приведены результаты стендовых испытаний камеры.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Alekseev G.D. et al.

P13 - 10608

Two-Coordinate Drift Chamber of 1.6x0.8 м²

Two-coordinate multiwire drift chamber of 1.6x0.8 м² with small quantity of matter for the passing particles (~0.05 g/cm²) is designed. The chamber construction and its technology, suitable for designing the chambers of greater size, are described. The results of the stand tests of the chamber are presented.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

В Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ была изготовлена и испытана двухкоординатная многопроволочная дрейфовая камера размером 1,6x0,8 м². Цель работы заключалась в разработке достаточно простой конструкции камеры и технологии, пригодной для создания камер больших размеров с малым количеством вещества на пути частиц /~0,05 г/см²/.

1. Конструкция камеры. Камера содержит две сигнальные и три высоковольтные плоскости проволочных электродов. Сигнальные плоскости намотаны во взаимно перпендикулярных направлениях проволокой из бериллиевой бронзы диаметром 50 мкм. Шаг намотки сигнальных проволок - 10 мм. Высоковольтные плоскости, расположенные параллельно короткой стороне камеры, намотаны проволокой из бериллиевой бронзы диаметром 100 мкм с шагом 2 мм. Все проволоки высоковольтных плоскостей находятся под одинаковым потенциалом. Расстояние между плоскостями в камере - 9 мм.

В работе /1/ было отмечено, что камера с таким расположением электродов отличается конструктивной простотой, имеет эффективность $\geq 99,9\%$ при временном разрешении ≈ 120 нс.

Необходимые величины точности пространственного расположения и натяжения проволочных электродов были определены в работе /2/, где был сделан вывод, что для обеспечения постоянства характеристик камеры в пределах 1% /по напряжению питания/ необходимо выдерживать: а/ однородность диаметра сигнальной проволоки с точностью ~7%; б/ зазор между высоковольтными плоскостями с точностью ~2,5% или 0,4 мм; в/ смещение сигнальных проволок относительно центра зазора в пределах $\pm 1,4$ мм.

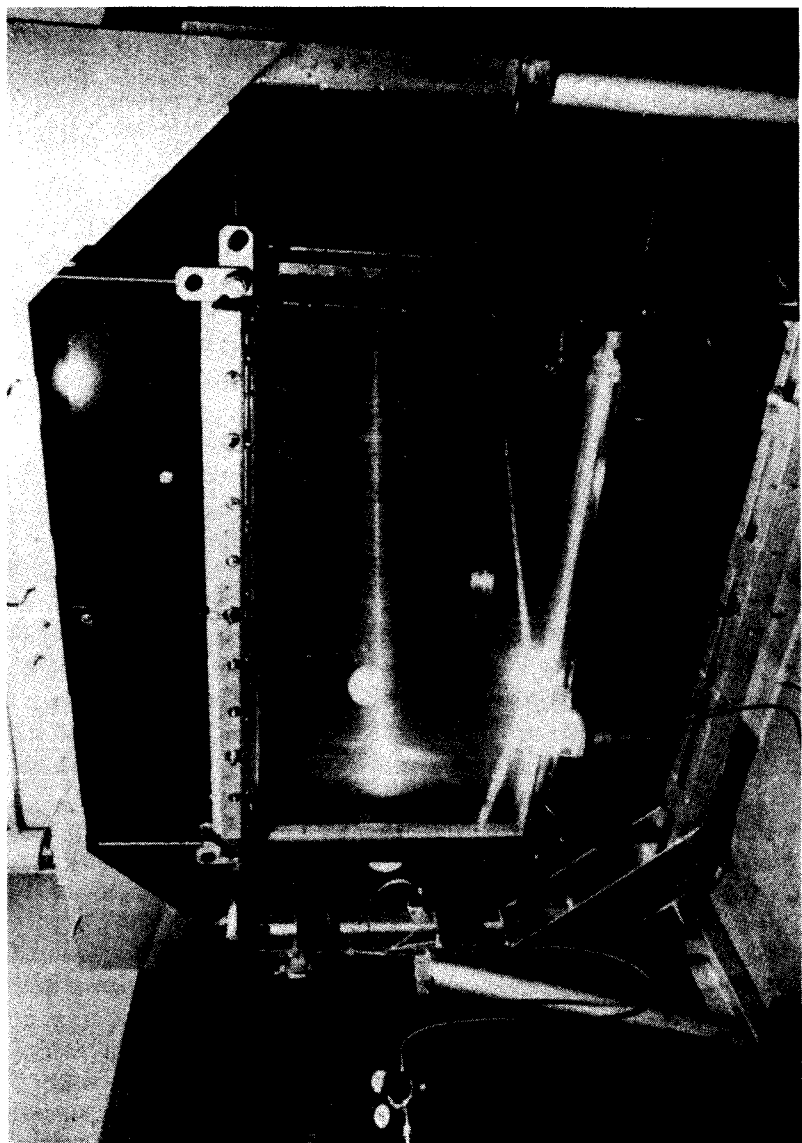


Рис. 1. Общий вид камеры.

Натяжение сигнальных и высоковольтных проволок было выбрано равным 100 Г /при минимально допустимом натяжении сигнальных проволок длиной $\ell = 160 \text{ см}$, равном $^{1/2} T = 36 \text{ Г}$ /.

Обычно плоскости проволочных электродов закрепляют на отдельных жестких рамках, чтобы обеспечить разборность камеры в случае необходимости. Изготовленные с необходимой точностью рамки собирают в пакет. Однако с увеличением размеров камеры жесткость отдельных рамок оказывается недостаточной и приходится применять дополнительные внешние рамы, которые необходимо изготавливать с довольно высокой точностью. Для камер с линейными размерами в несколько метров изготовление таких рам представляет серьезные технологические трудности и требует специального оборудования. Кроме того, рамы имеют значительный вес, что усложняет процесс изготовления и ремонта камеры.

Можно обойти эти трудности, если пакет рамок камеры растянуть внутри внешней рамы /фермы/ с помощью регулируемых тяг. В такой конструкции неточности в изготовлении фермы не влияют на форму внутреннего пакета рамок. Возможная неплоскостность гибкого пакета, оставшаяся после его растяжения внутри фермы, может быть ликвидирована простыми дополнительными приспособлениями. При этом существенно упрощается процесс изготовления и ремонта камеры, так как разбирается только относительно легкий пакет рамок. Кроме того, можно уменьшить общий вес камеры, так как требования к жесткости фермы при использовании тяг во много раз меньше, чем в обычной конструкции. Общий вид такой камеры показан на рис. 1.

Камера представляет собой пакет из 7 рамок /рис.2/. На рамках закреплены проволоки сигнальных /С/ и высоковольтных /В/ плоскостей. Две внешние рамки используются для крепления лавсановых окон /2/. Для снятия электростатического заряда внутренняя поверхность лавсана покрыта тонким слоем алкамона. В качестве материала для рамок был выбран листовая прокат толщиной 5 мм из алюминиевого сплава, который легко обрабатывается. Разброс толщины листа в пределах

одной партии не превышает $\pm 0,05$ мм. На рамки высоковольтных и сигнальных плоскостей эпоксидной смолой наклеены полосы /3/ стеклотекстолита толщиной 2 мм с печатными электродами. Для плотного прижатия деталей по всей поверхности склейка производилась в вакуумном мешке. Для электрической изоляции обратной стороны рамок применяется лавсановая пленка толщиной 0,1 мм*. Зазор между плоскостями камеры задается калиброванными брусками /4/, изготовленными из плексигласа с точностью $\pm 0,05$ мм. Для герметизации объема камеры применяется вакуумный резиновый шнур /5/, проложенный между рамками. Пакет рамок сжимается шпильками, расположенными с шагом 160 мм.

Пакет растянут тягами /6/ и /7/ внутри фермы /8/. Тяги /6/ выполнены в виде пружин, чтобы ослабить влияние деформаций фермы под действием колебаний температуры и других факторов на натяжение проволок и упростить процедуру растяжения. Контроль за растяжением пакета проводится по частоте собственных колебаний контрольных проволок /9/, закрепленных на наружной стороне внешних рамок.

Оставшаяся после растяжения неплоскостность пакета устраняется с помощью навесных упругих элементов /10/ с отжимными винтами /11/. Упругий элемент представляет собой П-образный алюминиевый профиль, концы которого закреплены по углам пакета. Ввинчивая или вывинчивая отжимные винты, изгибают пакет и добиваются необходимой плоскостности камеры.

Контроль плоскостности осуществляется двумя парами горизонтальных проволок /12/, которые натянуты на расстоянии 0,5 мм по обе стороны от плоскости вертикальных сигнальных проволок. Камера считается выпрямленной, если отсутствует электрический контакт между контрольными и сигнальными проволоками.

*В последующих конструкциях лавсановая пленка заменена тонким стеклотекстолитом, который хорошо клеится эпоксидной смолой.

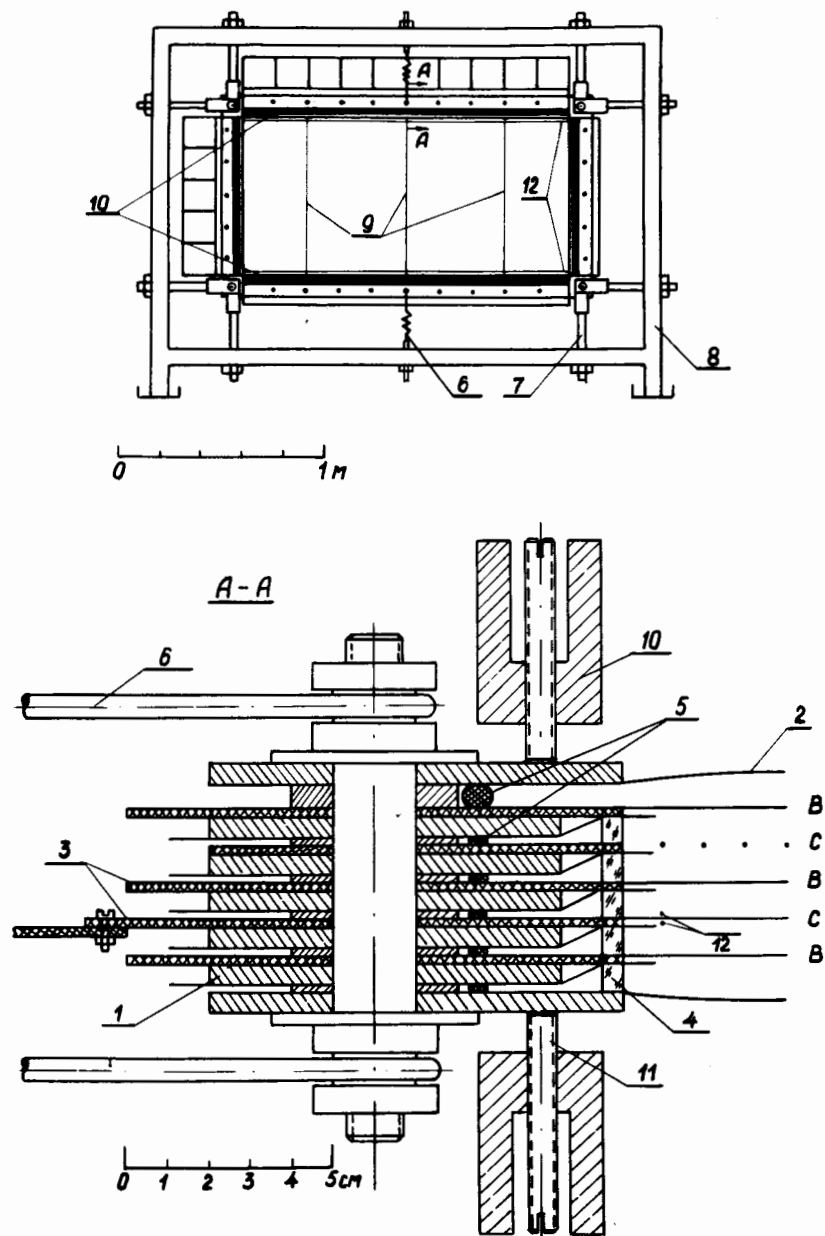


Рис. 2. Конструкция камеры.

2. Намотка электродов камеры производилась на монтажном столе /1/ /рис. 3/. Жесткость стола должна быть достаточна, чтобы его деформации в процессе намотки не сказывались на натяжении проволок. Рамки /2/ закрепляются на монтажном столе таким образом, чтобы в процессе растяжения камеры все проволочные электроды растягивались одинаково /фиксируются положения отверстий под шпильки, за которые пакет в дальнейшем растягивается тягами, с точностью $\pm 0,05$ мм/. Это легко достигается благодаря гибкости рамок.

В процессе намотки монтажник роликом /3/ обводит проволоку вокруг калиброванных штырей /4/, установленных по периметру стола с точностью $\pm 0,1$ мм, которые задают шаг намотки. Шаг намотки сигнальных проволок перед распайкой дополнительно измеряется и корректируется с точностью $\pm 0,05$ мм при помощи теодолита и прозрачной нониусной линейки.

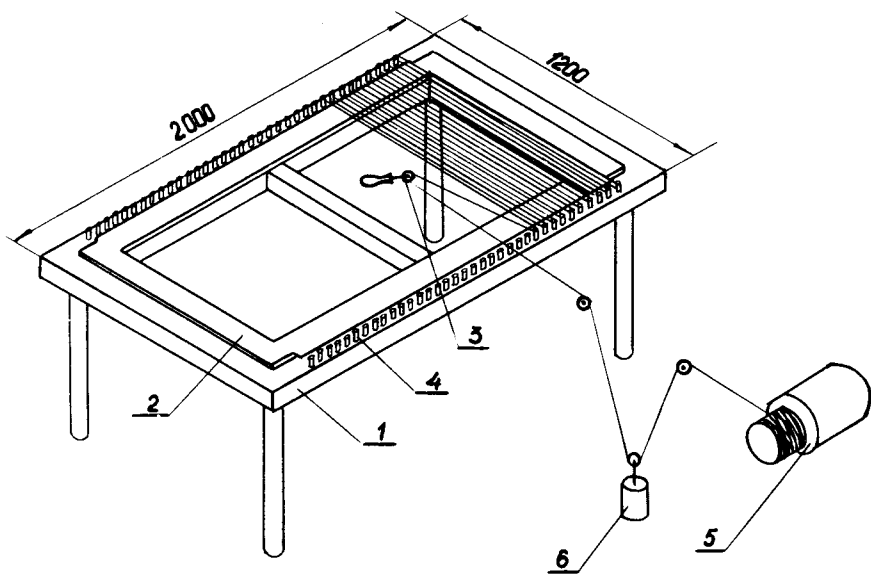


Рис. 3. Схема намотки проволочных электродов.

Натяжение проволок в процессе намотки задается электромотором /5/ и контролируется по углу провисания проволоки под действием груза /6/. Был проведен также контроль натяжения по частоте собственных колебаний проволок с использованием высоковольтного генератора звуковой частоты /аналогично работе /3/ /. Разброс натяжения отдельных проволок после распайки составил $\pm 5\%$.

Разработанный способ намотки не требует сложного оборудования, больших производственных площадей и позволяет производить намотку электродов в камерах больших размеров со скоростью 250 проволок/час.

3. Стендовые испытания камеры производились с помощью β^- -источника ^{90}Sr и телескопа из двух сцинтилляционных счетчиков.

Для камеры был разработан 16-канальный усилитель-формирователь на базе интегральной схемы 1ЛП381 / $I_{\text{порог}} = 2$ мкА, $R_{\text{вх}} = 100$ Ом/, который имеет общий выход "ИЛИ" и четыре выхода кода номера сработавшей проволоки. Длительность выходного импульса - 10 нс.

Все характеристики камеры снимались при постоянном продуве через нее газовой смеси, состоящей из 57% Ar + 38% CH_4 + 5% метилала.

В процессе работы выяснилось, что в камере имеются наводки с проволоки на проволоку. Сигналы передаются через высоковольтные электроды благодаря значительному индуктивному сопротивлению связи высоковольтных электродов с "землей" из-за больших размеров камеры. Амплитуда наводки была подавлена до уровня порога усилителя подключением интегрирующей емкости $C_{\text{вх}} = 220$ пФ / $R_{\text{вх}} \cdot C_{\text{вх}} = 22$ нс/. Кроме того, порог усилителя был увеличен до 4 мкА. Проведенные затем измерения показали, что на уровне 0,1% от загрузки проволоки наводки не наблюдаются во всем диапазоне рабочих напряжений камеры.

На рис. 4а приведены графики эффективности (ϵ), одиночного счета (N_K) и шумов ($N_{\text{ш}}$) камеры в зависимости от напряжения. Эффективность камеры на плато

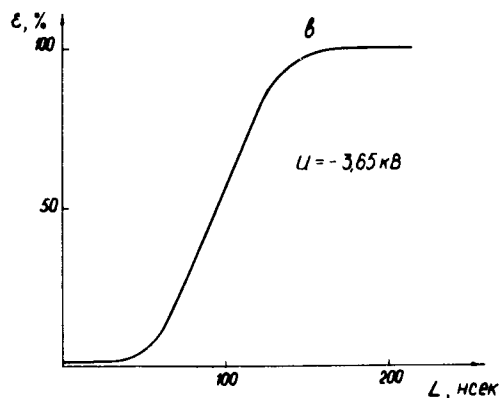
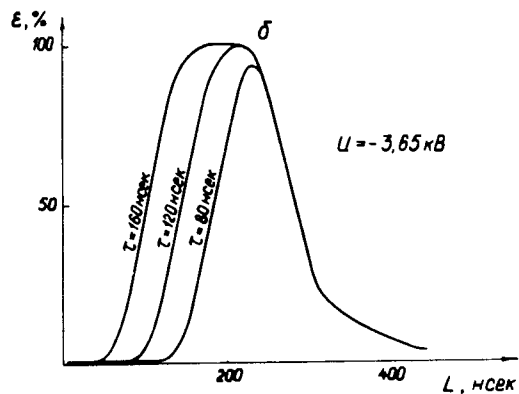
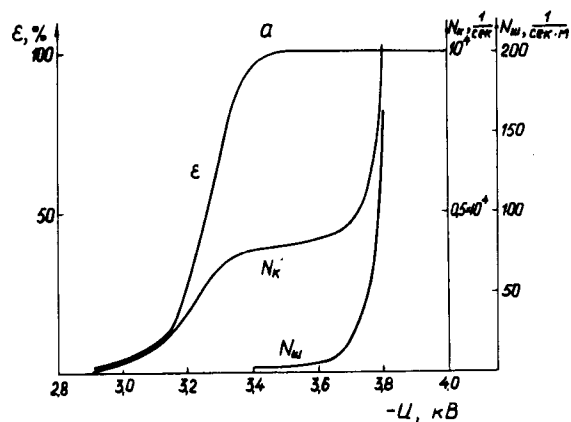


Рис. 4. Характеристики камеры: а - зависимость эффективности (ϵ), одиночного счета (N_K) и шумов ($N_{ш}$) от напряжения питания (U); б - кривые задержанных совпадений при различной длительности стробирующего импульса (τ); в - начальный участок кривой задержанных совпадений.

$\geq 99,9\%$. Диапазон рабочих напряжений $/3,45 \div 3,80$ кВ/ ограничен сверху резким ростом одиночного счета. Уровень шумов на плато ~ 5 имп./с·м. Счетные характеристики отдельных проволок смещены друг относительно друга не более чем на ± 10 В, что свидетельствует о достаточной точности изготовления камеры.

На рис. 4б приведены кривые задержанных совпадений камеры с телескопом сцинтилляционных счетчиков при различной длительности стробирующего сигнала от телескопа. Видно, что необходимая длительность стробирующего сигнала составляет ~ 120 нс.

Изучалась работа камеры в условиях больших нагрузок, так как известно ^{/4/}, что возникающий при этом объемный заряд уменьшает коэффициент газового усиления. Измерения показали, что при нагрузке $1,8 \cdot 10^4$ 1/см²·с /что соответствует равномерной нагрузке камеры $2,3 \cdot 10^8$ 1/с/ эффективность падает на 10%.

Дрейфовая характеристика и пространственное разрешение были оценены косвенным образом, так как значительное многократное рассеяние β -частиц при большой толщине камеры не позволяет получить достаточно хорошо коллимированный пучок. В работе ^{/5/} указывалось, что информацию о линейности дрейфовой характеристики можно получить из анализа временного спектра при равномерном по площади облучении камеры. На рис. 4в приведен начальный участок кривой задержанных совпадений, который представляет интеграл от временного спектра при облучении камеры электронами от β -источника большой площади. Видно, что дрейфовая характеристика, усредненная по углам входа электронов, линейна на значительной части дрейфового промежутка.

Из анализа временных спектров, полученных с помощью коллимированного β -источника, была получена

оценка пространственного разрешения камеры: $\sigma_x =$
 $= /0,3 \pm 0,2/ \text{ мм.}$

В заключение авторы выражают благодарность Л.Л.Неменову за постоянный интерес, поддержку работы, полезные обсуждения, А.В.Купцову за многочисленные полезные обсуждения. Авторы благодарны Н.А.Владимировой за большой вклад в изготовление камеры, Б.Ж.Залиханову, а также В.Г.Сазонову, М.П.Соловьеву, С.Г.Пластининой, В.Ф.Чуркиной и В.Б.Швецову за помощь в работе.

Литература

1. Алексеев Г.Д. и др. Препринт ОИЯИ, P13-10607, Дубна, 1977.
2. Алексеев Г.Д. и др. Препринт ОИЯИ, P13-10606, Дубна, 1977.
3. Burns K.V. e.a. NIM, 1973, 106, p.171.
4. Толченев Ю.М. ПТЭ, 1960, №3, 38.
5. Breskin A. e.a. NIM, 1974, 119, p.9.

*Рукопись поступила в издательский отдел
19 апреля 1977 года.*