

10422  
Г-61

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



1748 / 2-77

10/5 77  
P13 - 10422

В.М.Головатюк, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,  
В.А.Никитин, В.Д.Пешехонов

ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ КАМЕРА  
НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ  
С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

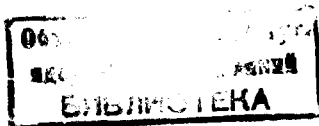
**1977**

P13 - 10422

В.М.Головатюк, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,  
В.А.Никитин, В.Д.Пешехонов

ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ КАМЕРА  
НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ  
С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

*Направлено в "Nuclear Instruments and Methods"*



Пропорциональная камера низкого давления с высоким пространственным разрешением

Исследованы характеристики пропорциональной камеры низкого давления, предназначенной для регистрации ядер отдачи в экспериментах с гелиевой струйной мишенью. Энергетическое разрешение камеры для альфа-частиц с энергией 5,2 МэВ  $\Delta E/E \approx 16,8\%$ . Пространственное разрешение  $\sigma \approx 40$  мкм.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Low Pressure Proportional Chamber of High Space Resolution

The characteristics of the proportional chamber filled with hydrocarbons vapor at pressure several decades of torr have been studied. The chamber is aimed to detect the recoil nuclei at experiments with helium jet target. The chamber energy resolution for 5.2 MeV alpha-particles is  $\Delta E/E \approx 16.8\%$ . The space resolution is  $\sigma \approx 40$  mkm.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

### Введение

Для регистрации ядер отдачи  ${}^3\text{He}$  и  ${}^4\text{He}$  с энергиями 10÷40 МэВ в экспериментах по р-He-рассеянию разработана и исследована пропорциональная камера /ПК/ низкого давления. ПК предназначена для размещения в вакуумной камере ускорителя и работает на парах углеводородов при давлении несколько десятков мм рт.ст.

### Пропорциональная камера

Рабочая площадь ПК - 60x40 мм<sup>2</sup>. Электроды камеры намотаны с шагом 2 мм, анодная плоскость - золоченой вольфрамовой проволокой диаметром 20 мкм, катодные плоскости - проволокой из бериллиевой бронзы диаметром 100 мкм. Межэлектродное расстояние камеры составляет 6,2 мм. Стеклотекстолитовые рамки ПК помещены в металлический герметичный бокс с тонкими майларовыми окнами. Общий вид ПК показан на рис. 1.

Принципиальная схема ПК представлена на рис. 2. Координатная информация снимается с катодов ПК при помощи электромагнитных линий задержки /ЛЗ/ /1/. Проволоки катодных плоскостей, намотанных ортогонально, заземлены через сопротивления 260 кОм.

Основные параметры линий задержки: погонная задержка  $\tau_x = 68$  нс/см,  $\tau_y = 92$  нс/см; импеданс линий - 1,0 кОм; геометрические размеры линий - 80x35x3 мм<sup>3</sup> и 60x35x3 мм<sup>3</sup>; максимальная величина затухания сигналов  $\leq 10\%$ .

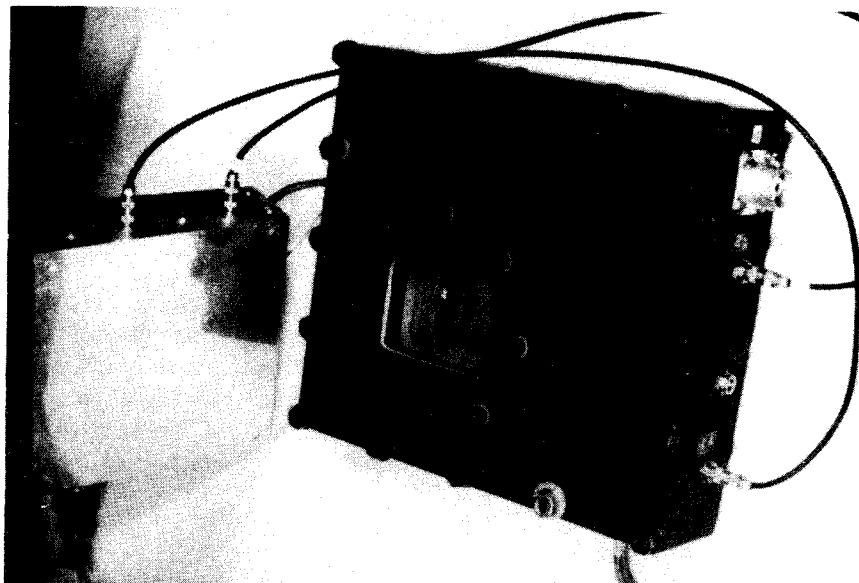


Рис. 1. Общий вид пропорциональной камеры.

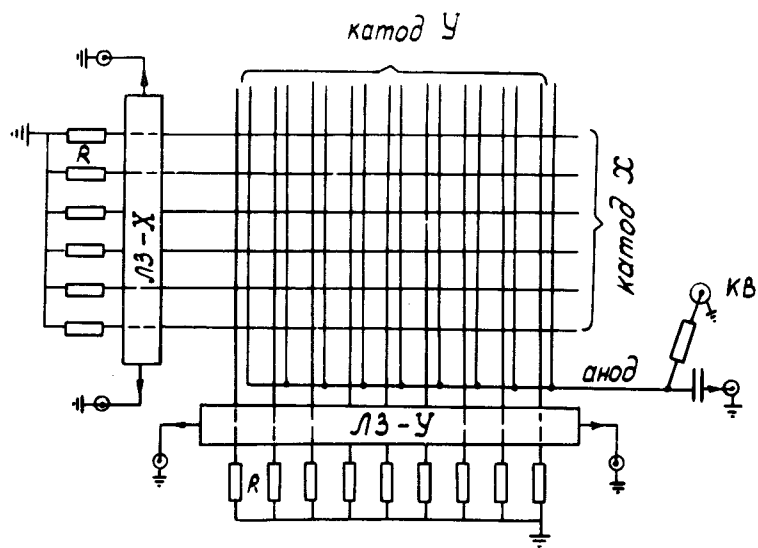


Рис. 2. Принципиальная схема пропорциональной камеры.

Зависимости, характеризующие линейности линий задержек, представлены на рис. 3.

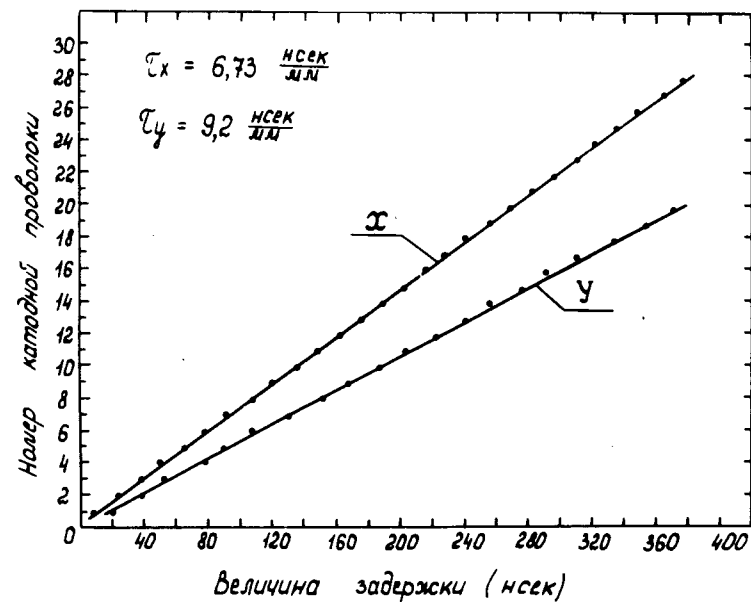


Рис. 3. Характеристики линейности ЛЗх и ЛЗу.

#### Регистрирующая электроника

Сигналы с ЛЗ и анодной плоскости ПК через коаксиальный кабель длиной ~0,5 м подаются на входы линейных дифференциальных предусилителей с регулируемым коэффициентом усиления. Максимальная величина коэффициента усиления  $K_{\text{max}} \sim 300$ . Характеристики предусилителей линейны в диапазоне выходного сигнала до 1,5 В. Уровень шумов, приведенный ко входу, составляет ~15 мкВ.

Сигналы с предусилителей поступают на входы усилителей-дискриминаторов, выполненных в стандарте КА-

МАК. Выходной сигнал дискриминатора представляет собой импульс длительностью  $\sim 30$  нс /уровень NIM /, передний фронт которого "привязан" к вершине входного импульса. Уровень дискриминации регулируется в пределах  $30 \pm 100$  мВ.

Собственное разрешение электроники /предусилителей, усилителей-дискриминаторов и время-амплитудного конвертора/ от величины входного сигнала показано на рис. 4. В данном случае сигнал от генератора

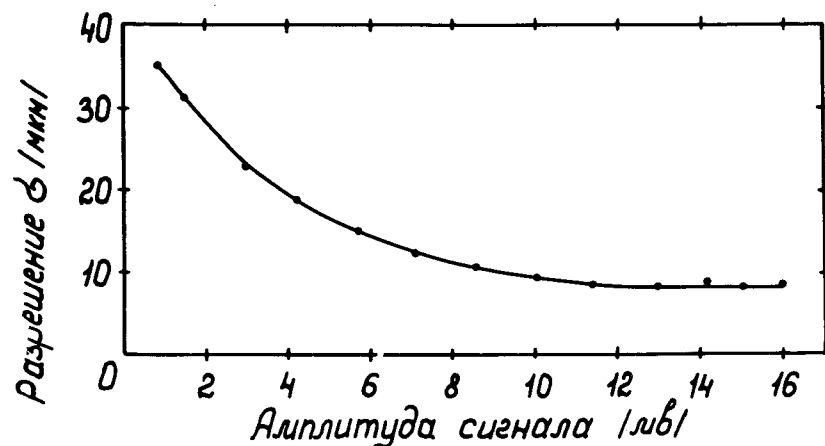


Рис. 4. Разрешение регистрирующей электроники ( $\sigma$ ) в зависимости от амплитуды входного сигнала.

подавался на одну из ламелей катодной плоскости. На оси абсцисс указаны величины амплитуд сигналов, поступающих с ЛЗ на входы предусилителей. В рабочем интервале амплитуд сигналов с ПК разрешение электроники составляет  $10 \pm 20$  мкм.

#### Экспериментальные результаты

Исследование характеристик ПК при наполнении ее парами различных углеводородов показало, что наибо-

лее хорошие результаты получены с гептаном <sup>/2/</sup> и метилалем <sup>/3/</sup>.

На рис. 5 приведены зависимости величины сигнала с анодной плоскости ПК от напряжения, полученные при различных давлениях паров гептана и метилала  $[(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2]$ . Зависимости сняты с помощью зарядочувствительного усилителя, сигналы с которого поступали на многоканальный амплитудный анализатор.

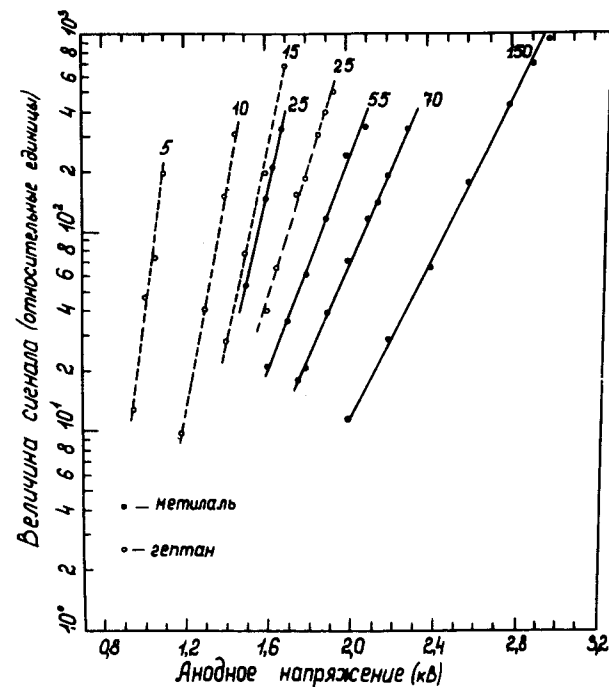


Рис. 5. Величина сигналов с пропорциональной камеры в зависимости от анодного напряжения для различного наполнения камеры. Цифры на кривых - давление паров в мм рт.ст. Камера облучалась источником альфа-частиц  $^{241}\text{Am}$ .

Счетные характеристики ПК, заполняемой парами гептана /25 мм рт.ст./ и метилала /55 и 70 мм рт.ст./, показаны на рис. 6. В этих измерениях /как и в дальней-

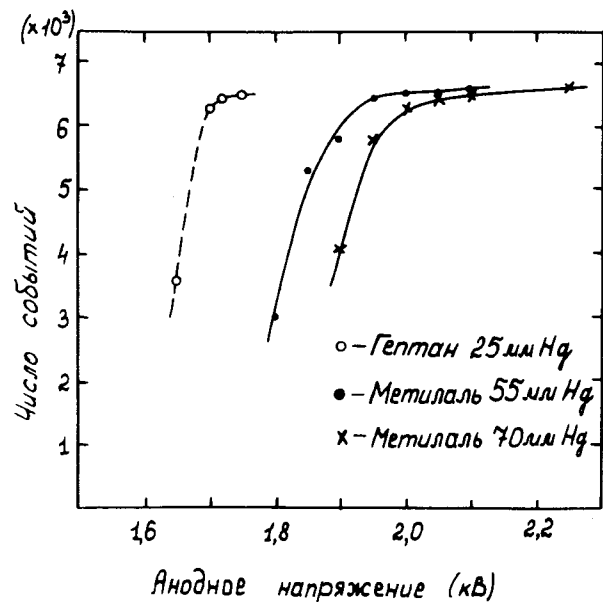


Рис. 6. Счетные характеристики ПК при наполнении камеры парами гептана и метилала.

шем/ регистрировались альфа-частицы с энергией 5,2 МэВ от радиоактивного источника  $^{241}\text{Am}$ .

Видно, что при работе с парами гептана камера имеет малое плато по напряжению. Величина плато счетных характеристик при работе на парах метилала при давлениях  $\geq 50$  мм рт.ст. обеспечивает надежную работу ПК.

Энергетическое разрешение ПК, заполненной гептаном при давлении  $\sim 20$  мм рт.ст, составляло  $\Delta E/E \approx 16,8\%$  для альфа-частиц с энергией 5,2 МэВ. Величина и характер зависимости энергетического разрешения ПК от давления паров метилала совпадают с результатами, представленными в работе [3].

Так, при давлении паров метилала 70 мм рт.ст.  $\Delta E/E \approx 19\%$ .

Пространственное разрешение ПК измерялось при помощи коллимированного альфа-источника  $^{241}\text{Am}$ . Коллиматор высотой 12 мм со щелью 40 мкм x 5 мм уста-

навливался непосредственно на катодную плоскость камеры.

Пространственное разрешение ( $\sigma$ ) ПК при съеме информации с катодной плоскости, проволоки которой намотаны параллельно анодным нитям, определяется шагом намотки анодной плоскости и составляет  $\sim 0,6$  мм.

Тщательно исследовалось пространственное разрешение в случае съема информации с катодной плоскости, проволоки которой намотаны перпендикулярно анодным. На рис. 7 показано пространственное разрешение ПК в

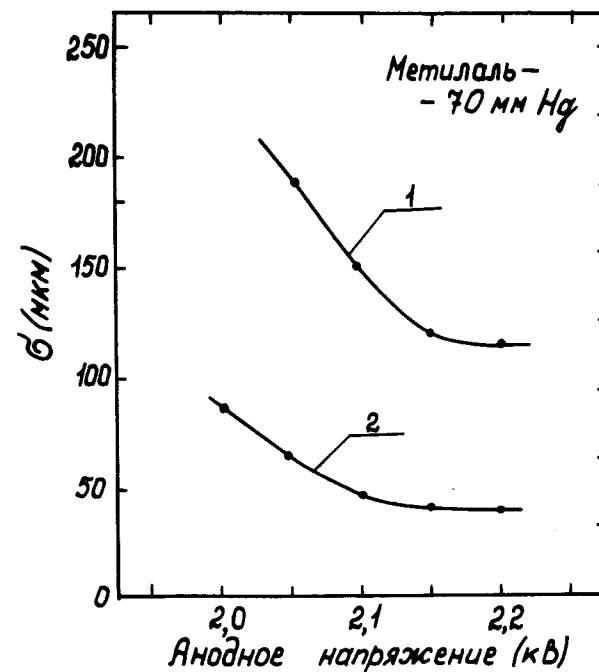


Рис. 7. Пространственное разрешение пропорциональной камеры. 1 - стартовым импульсом служит сигнал с анода. 2 - информация снимается с двух концов ЛЗ.

зависимости от величины анодного напряжения при наполнении камеры парами метилала при давлении 70 мм рт.ст. В первом случае /кривая 1/ сигнал с анодной плоскости /через предусилитель и усилитель-диск-

риминатор/ поступал на время-амплитудный преобразователь и являлся стартовым. В качестве сигнала "стоп" использовался сигнал с одного конца ЛЗ. Выходной импульс с время-амплитудного конвертора поступал на многоканальный анализатор. В другом случае /кривая 2/ сигналами "стоп" и "старт" являлись импульсы, детектируемые с двух концов ЛЗ. Улучшение пространственного разрешения определялось, в основном, изменением временного масштаба. Кроме того, оба детектируемых сигнала были одинаковыми по форме.

На рис. 8 показаны зависимости пространственного

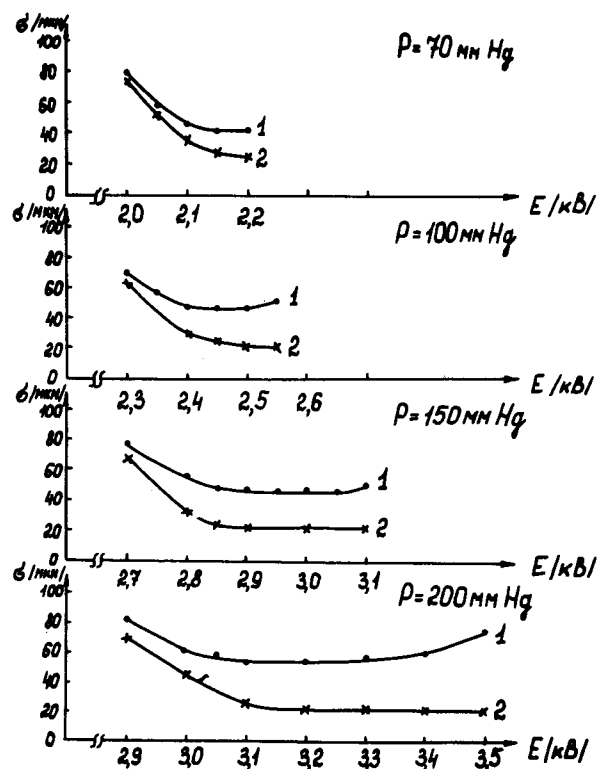


Рис. 8. Пространственное разрешение /кривые 1/ и разрешение электроники /кривые 2/ в зависимости от анодного напряжения для различных давлений паров метилала.

разрешения от величины анодного напряжения при наполнении ПК парами метилала при давлении 70 ± 200 мм рт.ст. /кривые 1/. Кривые 2 характеризуют разрешение электроники для сигналов, регистрируемых с ЛЗ. Схема измерения разрешения электроники показана на рис. 9.

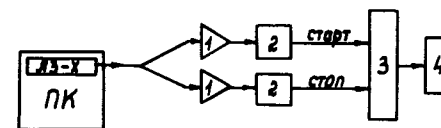


Рис. 9. Блок-схема измерения разрешения электроники от сигналов с ПК. 1 - предусилитель; 2 - усилитель-дискриминатор; 3 - время-амплитудный конвертор; 4 - амплитудный анализатор.

В этом случае ПК облучается альфа-источником. Ухудшение разрешения электроники на рис. 8 /по сравнению с рис. 4/ связано со значительным разбросом амплитуд сигналов, поступающих с камеры.

Величина пространственного разрешения (σ) ПК при давлении паров метилала 70 мм рт.ст. составляет 40 мкм. Некоторое ухудшение значения величины σ с увеличением давления паров метилала определяется увеличением вклада рассеяния альфа-частиц. Ухудшение пространственного разрешения при больших анодных напряжениях объясняется, по-видимому, расширением лавины вдоль анодных нитей.

На рис. 10 показаны временные спектры, характеризующие пространственное разрешение камеры для двух положений коллимированного альфа-источника.

### Заключение

Пропорциональная камера с тонкими майларовыми окнами, заполненная парами гептана /25 мм рт.ст./ или метилала /50 ÷ 200 мм рт.ст./ и помещенная в вакуумный объем, может применяться при регистрации сильно-ионизирующих частиц.



Рис. 10. Временные спектры, характеризующие пространственное разрешение камеры. Расстояние между двумя распределениями соответствует 700 мкм. Цена одного канала составляет 26 мкм.

Энергетическое разрешение ( $\Delta E / E$ ) ПК лучше 20% для  $\alpha$ -частиц с энергией 5,2 МэВ. Пространственное разрешение камеры ( $\sigma$ ) составляет ~ 40 мкм / рис. 8 и 10/. Основной вклад в эту величину дают следующие факторы:

$$\sigma^2 = \sigma_{\text{коллиматора}}^2 + \sigma_{\text{электроники}}^2 + \sigma_{\text{рассеяния}}^2 + \sigma_{\text{лавины}}^2.$$

Следует отметить, что  $\sigma_{\text{коллимат.}} \approx \sigma_{\text{элект.}} \approx 20$  мкм. Кроме того,  $\sigma_{\text{рассеяния}}$  при давлении паров метилла также составляет около 20 мкм. Распространение лавины вдоль анодной проволоочки и флуктуацию за счет этого ее центра тяжести пока трудно оценить. Влияние этого механизма сказывается при больших давлениях и больших анодных напряжениях.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность А.М.Балдину и А.А.Кузнецову за внимание и интерес к работе, а также П.В.Номоконову, И.А.Тяпкину, В.Д.Бартеневу, Ю.Г.Федулову, Н.П.Волкову за помощь в работе.

### Литература

1. Rindi A. e.a. Nucl. Instr. and Meth., 1970, 77, p. 325.
2. Binon F. e.a. Nucl. Instr. and Meth., 1971, 94, p. 17.
3. Breskin A. e.a. Nucl. Instr. and Meth., 1976, 134, p. 35.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 февраля 1977 года.

---

Вышел в свет очередной номер журнала "Физика элементарных частиц и атомного ядра", том 8, вып. 1. Подписка на журнал проводится в агентствах и отделениях "Союзпечати", в отделениях связи, а также у общественных распространителей печати.