

5628

ПТЭ, 1972, №5, с. 40-42

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

P 13-5628



В.А. Бирюков, В.Г. Зинов, А.Д. Кошин

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

МЕТОД ТОЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КООРДИНАТ ЧАСТИЦ
В ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЕ

1971

Р 13-5628

В.А. Бирюков, В.Г. Зинов, А.Д. Конин

МЕТОД ТОЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КООРДИНАТ ЧАСТИЦ
В ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЕ

Направлено в ПТЭ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

Известно, что в многонитяных пропорциональных камерах около каждой нити имеется чётко выделенный объем, из которого все возникшие в нем ионы собираются на соответствующую нить ^{/1/}. Поэтому точность определения координаты места пролета заряженной частицы, траектория которой перпендикулярна плоскости нитей, будет равна $\pm 1/2 S$, где S – расстояние между нитями.

В камерах, в которых сигналы снимаются с каждой нити, отклонение траектории частицы от перпендикуляра к плоскости нитей приводит к ухудшению точности определения координат. В камерах же с потенциометрическим съемом сигналов ^{/2,3,4/} (рис. 1) ситуация меняется.

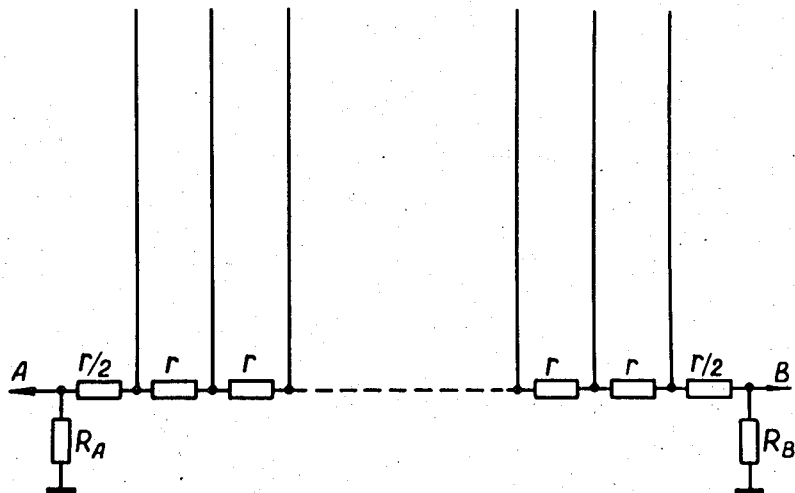


Рис. 1. Схема пропорциональной камеры с потенциометрическим съемом информации.

В работе ^{/5/} было показано, что с помощью камер такого типа легко определяется центр тяжести широкого пучка частиц с точностью, лучшей, чем расстояние между нитями. Это обусловлено тем, что пучок захватывает области нескольких нитей и на концах потенциометра происходит суммирование токов от этих нитей с весом, пропорциональным номеру нити и числу частиц, попавших в данную рабочую область нити. Отношение измеряемых токов дает при этом усредненную координату.

Аналогичная ситуация будет и в том случае, если одна заряженная частица пролетит через камеру под некоторым углом к плоскости нитей. Тогда ионы возникнут в областях, относящихся к нескольким нитям, а возникшие токи будут суммироваться на концах потенциометра с весом, пропорциональным номеру нити. Фактически при этом будет измерен центр тяжести ионизации, вызванной пролетевшей частицей. Если концы цепи А и В нагружены на усилители тока с очень малым входным сопротивлением, то координата будет определяться ^{/4/} отношением $K \approx I_B / I_A + I_B$.

Расчёт для наклонного трека

Рассмотрим общий случай, когда трек проходит под произвольным углом к плоскости нитей камеры, захватывая область шириной

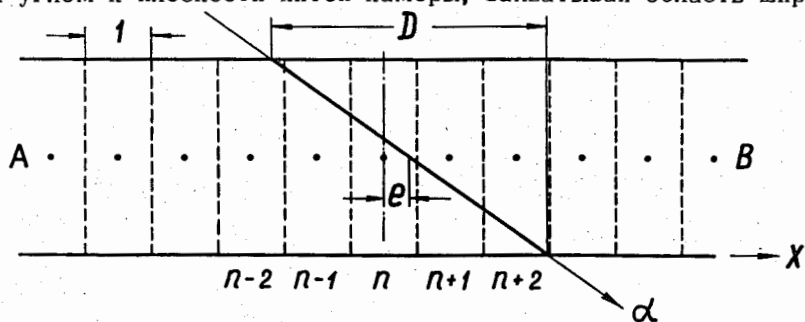


Рис. 2. Сечение участка пропорциональной камеры, через который проходит наклонный трек α -частицы (см. пояснения в тексте).

$D = m + d$ (см. рис. 2), где m - целое число интервалов между нитями, а d - дробная часть рабочего интервала. Трек пересекает плоскость анодных (центральных) нитей на расстоянии ℓ от проволоки с номером n . Эта точка и будет координатой центра тяжести ионизации, выраженной в единицах рабочих интервалов: $X = n + \ell$, если считать, что пролетевшая частица произвела равномерную ионизацию.

Нас интересует погрешность ΔX измерения координаты K методом деления токов $\Delta X = K - X$, где K берется также в единицах рабочих интервалов. Меняя ℓ от нуля до $\pm 1/2$ интервала, мы рассмотрим все случаи положения трека с фиксированным наклоном. Для данной ширины D ΔX будет принимать все значения от нуля до максимальной величины:

$$\Delta X_{\max}(D) = \pm \frac{1}{2} \frac{d(1-d)}{D}.$$

Результаты численных расчётов приведены на рис. 3, где кривые ограничивают области равновероятных отклонений (при равномерном распределении параметра ℓ) и соответствуют максимальным

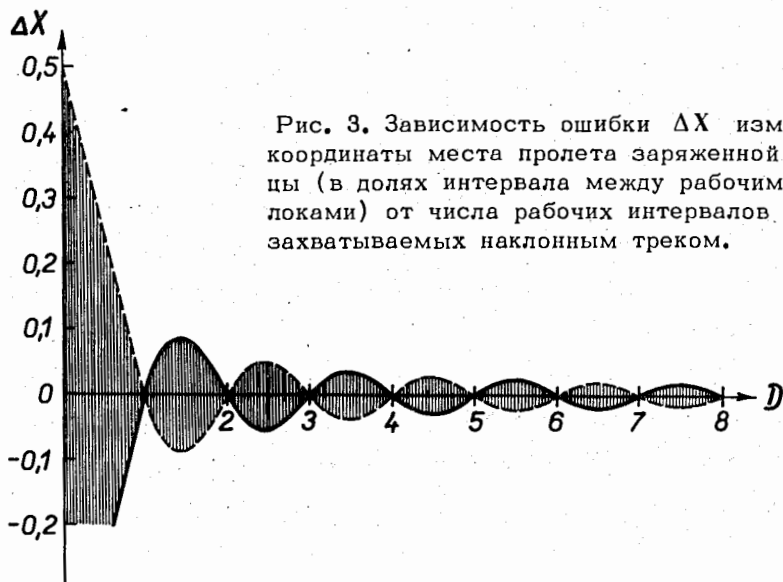


Рис. 3. Зависимость ошибки ΔX измерения координаты места пролета заряженной частицы (в долях интервала между рабочими проволоками) от числа рабочих интервалов D , захватываемых наклонным треком.

отклонениям от истинной координаты места пролета частицы. Величина ошибки (в см) для определенной камеры равна, естественно, $\Delta X \cdot S$. Заметим, что для камеры с зигзагообразной анодной нитью^{/3/} приведенные выражения строго справедливы лишь в середине прямолинейных участков проволок, а на концах этих участков узлы изменения ΔX (точки $\Delta X = 0$ на рис. 3) будут следовать через 2 рабочих интервала и ошибка будет равна $\Delta X \cdot 2S$.

Экспериментальные результаты

Измерения проводились с помощью пропорциональной камеры, описанной авторами ранее^{/3/}. Узкий пучок α -частиц от источника направлялся в рабочий объем камеры под углом 90° или 44° к плоскости нитей. Расстояние между нитями равнялось 0,7 см, наклонные треки частиц захватывали 3 рабочих интервала ($D = m = 3$). Система перемещения источника была выполнена так, что изменение угла наклона пучка осуществлялось без вскрытия камеры. Движение источника производилось с шагом 0,1 см.

Результаты измерений приведены на рис. 4, где по оси абсцисс отложена координата источника, а по оси ординат — номер канала анализатора, соответствующий среднему значению амплитуд импульсов тока с конца В потенциометра при фиксированном суммарном сигнале $I_A + I_B$. При прямом падении пучка ступеньки четко выделяют рабочие объемы каждой нити. При наклонном же прохождении пучка ступеньки исчезают, что соответствует увеличению возможной точности определения координаты. Можно видеть, что в данном случае координату можно определить с относительной точностью, лучшей чем 0,1 интервала.

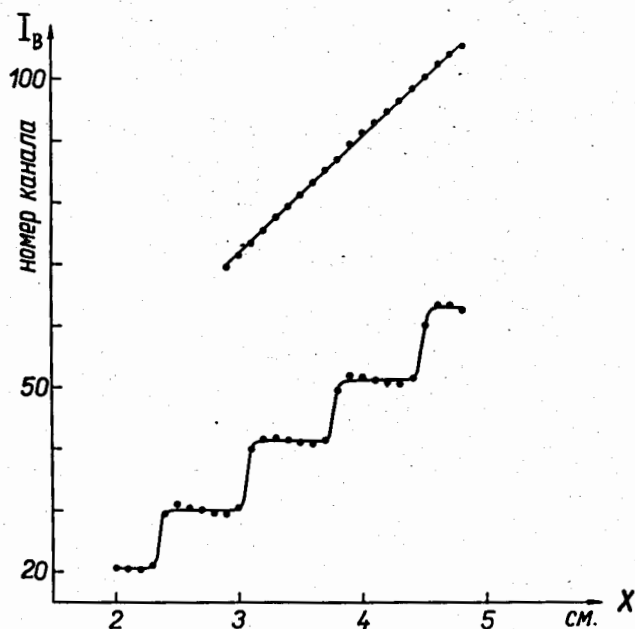


Рис. 4. Результаты измерений координаты места пролета заряженной частицы. X - положение пучка α -частиц; I_B - среднее значение амплитуд сигналов с конца В анодной цепи при фиксированном суммарном сигнале $I_A + I_B$. Точки, соединенные прямой, относятся к измерениям с наклонным пучком ($D=3$), ступенчатая кривая - с пучком, перпендикулярным плоскости анода ($D=0$).

В заключение нужно сказать, что при реализации метода существенную роль будет играть хорошая пропорциональность камеры, равномерное расположение нитей. Необходимо учитывать и то, что для частиц с минимальной ионизацией флуктуации ионизационных потерь в объемах разных нитей будут ограничивать точность определения координат частиц с помощью предложенного метода.

Л и т е р а т у р а

1. G. Charpak, R. Bouclier, T. Bressani, J. Favier and C. Zupancic. Nucl.Instr. and Meth., 62, 262 (1968).
2. В.Г. Зинов. Бюллетень изобретений №14, 1969 г., авт.св. №241553.
3. В.А. Брюков, В.Г. Зинов, А.Д. Конин. ЖЭТФ, 58, 104 (1970).
4. G. Charpak, R. Bouclier, T. Bressani, J. Favier and C. Zupancic. Nucl.Instr. and Meth., 65, 217 (1968).
5. В.А. Брюков, В.Г. Зинов, А.Д. Конин. Препринт ОИЯИ, P13-5298, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел

17 февраля 1971 года.