

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



15/1-79  
13 - 11873

M-858

Л.Моучка, В.Д.Пешехонов, Б.Ситар, Л.Ситарова

157/2-79

ДРЕЙФОВАЯ ПРОЕКЦИОННАЯ КАМЕРА  
ДЛЯ НЕЙТРОННОЙ РАДИОГРАФИИ

**1978**

13 - 11873

Л.Моучка, В.Д.Пешехонов, Б.Ситар, Л.Ситарова

ДРЕЙФОВАЯ ПРОЕКЦИОННАЯ КАМЕРА  
ДЛЯ НЕЙТРОННОЙ РАДИОГРАФИИ

*Направлено на III Совецание по использованию ядерно-  
физических методов для решения физико-технических  
и народно-хозяйственных задач /Дубна, 1978/*



Моучка Л. и др.

13 - 11873

#### Дрейфовая проекционная камера для нейтронной радиографии

Описывается принцип действия детектора для нейтронной радиографии на основе дрейфовой проекционной камеры. Приведены результаты расчета ожидаемых параметров. Давление рабочего газа составляет несколько десятков Торр, ожидаемое пространственное разрешение регистрации тепловых нейтронов при использовании конвертора  $^{10}\text{B}$  - около 0,3 мм при эффективности ~ 1%.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Moúčka L. et al.

13 - 11873

#### Drift Project Chamber for Neutron Radiography

A new type of detector on the base of drift chamber for neutron radiography is described. The desired parameters of the device are given. Low pressure, several tens of torr, will be used. The space resolution of 0,3 mms and the efficiency ~ 1% with  $^{10}\text{B}$  converter is supposed to be achieved.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

## ВВЕДЕНИЕ

Использование пропорциональных камер /ПК/ для нейтронной радиографии расширяет возможности этого метода<sup>/1/</sup> по сравнению с классическим способом, основанным на применении фотопленки. Во-первых, появляется возможность работать с потоками нейтронов при меньшей /на несколько порядков/ интенсивности. Во-вторых, облегчается возможность дискриминации сопутствующего гамма-излучения. В-третьих, цифровой вывод данных позволяет осуществлять обработку информации на ЭВМ. Недостатком является ухудшение пространственного разрешения почти на порядок<sup>/2/</sup>.

Для регистрации нейтронов с помощью ПК используются газовые или твердотельные конверторы. При использовании газового конвертора пространственное разрешение определяется длиной трека детектируемых частиц, равной нескольким миллиметрам даже при давлении газа около 10 атм<sup>/3/</sup>.

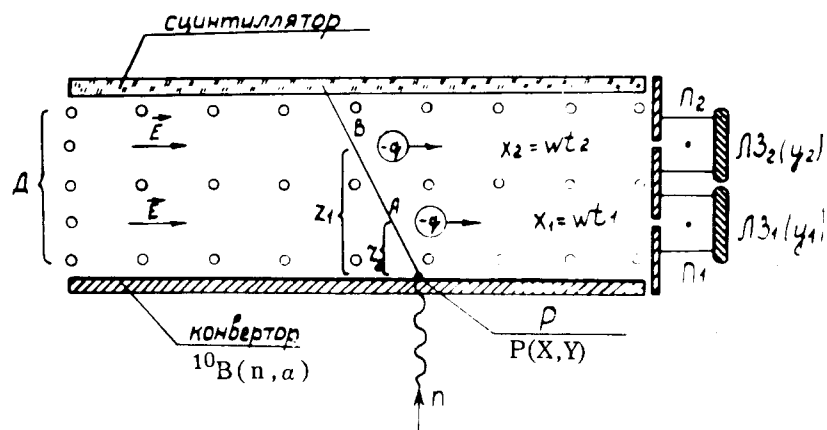
В камерах с твердотельным конвертором достигается лучшее пространственное разрешение при меньшей эффективности регистрации. При использовании гадолиниевого конвертора получено пространственное разрешение около одного миллиметра при эффективности 50%<sup>/4/</sup>. Для улучшения пространственного разрешения используется специальный конвертор-коллиматор, но дискриминация гамма-излучения при этом ухудшается.

Однако существует широкая область применения нейтронной радиографии, где необходимо субмиллиметровое пространственное разрешение. Ожидается, что предла-

гаемый вариант детектора - нейтронная дрейфовая проекционная камера /НДПК/ обеспечит требуемое разрешение с достаточно хорошей дискриминацией гамма-фона.

### ПРИНЦИП РАБОТЫ ДЕТЕКТОРА

Принципиальная схема детектора показана на *рис. 1*. Тепловые нейтроны падают на конвертор, в котором происходит реакция  $^{10}\text{B}(n, \alpha) ^7\text{Li}$ . Альфа-частица с энергией около 1,5 МэВ выходит в дрейфовый промежуток



*Рис. 1.* Схематическое изображение детектора, Д - дрейфовый промежуток, П - пропорциональный счетчик, ЛЗ - линия задержки, q - пространственный заряд на треке альфа-частицы в области точек А и В, w - дрейфовая скорость электронов.

/Д/. Величина давления рабочего газа в НДПК обеспечивает пересечение альфа-частицей дрейфового промежутка и регистрацию ее сцинтилляционным счетчиком. В камере создается электрическое поле с напряженностью E. По координатам двух точек А( $x_1, y_1, z_1$ ) и В( $x_2, y_2, z_2$ ) реконструируется трек альфа-частицы, точка пересечения которого с плоскостью конвертора P(X, Y) считается точкой конверсии.

Координаты  $x_1$  и  $x_2$  определяются по времени дрейфа электронов от точек А или В до анода соответствующего пропорционального счетчика П<sub>1</sub> или П<sub>2</sub>. В качестве "старта" используются сигналы от сцинтилляционного счетчика, и измерение времени прекращается по поступлении сигналов с анодов счетчиков П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>. Ширина входных щелей счетчиков определяет амплитуду, а также влияет на величину пространственного разрешения в случае наклонных треков. Слабоионизирующим частицам соответствуют сигналы счетчиков меньшей амплитуды, что позволяет их дискриминировать.

Определение y-координат точек А и В проводится с помощью линий задержки /ЛЗ<sub>1</sub> и ЛЗ<sub>2</sub>/, которые являются одновременно частью катодов счетчиков П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>. Координаты X и Y точки P в плоскости конвертора определяются выражениями:

$$X = \frac{x_1 z_2 - x_2 z_1}{z_2 - z_1} ; \quad Y = \frac{y_1 z_2 - y_2 z_1}{z_2 - z_1} .$$

В настоящее время изготавливается НДПК с эффективной площадью размером 100x200 мм<sup>2</sup> и высотой дрейфового промежутка 30 мм. Пропорциональные счетчики детектора имеют размер 10x10x200 мм<sup>3</sup>. Ширина входной щели может изменяться в пределах от 0,5 до 3 мм.

### ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДЕТЕКТОРА

В качестве рабочего наполнения могут быть использованы пары метилалая, этилен, изобутан и др. при низком давлении. При организации отбора событий по заданному, наиболее допустимому углу наклона трека, может быть достигнуто пространственное разрешение прибора около 300 мкм.

Для конвертора из обогащенного изотопом  $^{10}\text{B}$  до 90% бора проведены расчеты эффективности детектора. Зависимость эффективности от толщины конвертора приведена на *рис. 2*. *Рис. 2а* соответствует случаю "заднего" конвертора, т.е. когда направление выхода альфа-

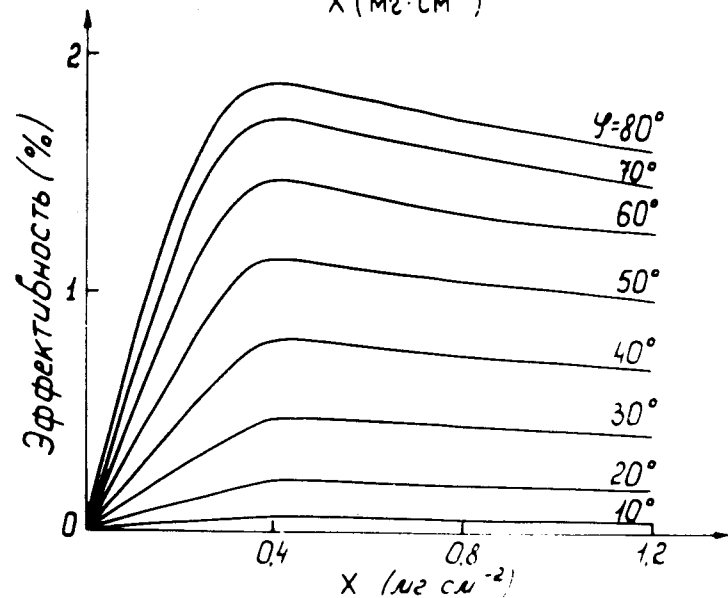
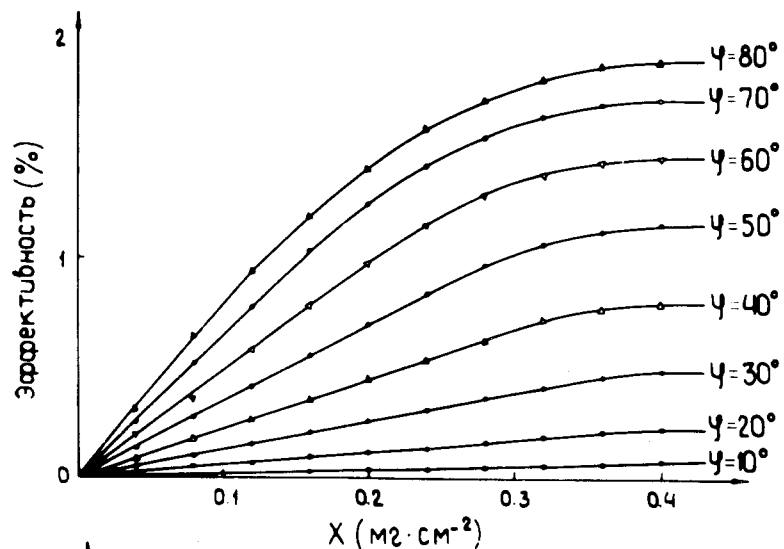


Рис.2. Эффективность выхода альфа-частиц в зависимости от толщины конвертора. Минимальный угол выхода альфа-частиц из конвертора относительно его плоскости -  $190 - \phi / ^\circ$ :

- а/ для "заднего" конвертора,
- б/ для "переднего" конвертора.

частиц противоположно направлению потока нейтронов. Рис. 2б соответствует случаю "переднего" конвертора, т.е. альфа-частицы выходят в направлении потока нейтронов. Кривые соответствуют разным, наиболее допустимым углам наклона треков.

Зависимость эффективности НДПК от величины наиболее допустимого угла наклона трека приведена на рис. 3а для "заднего" и на рис. 3б для "переднего" конвертора.

На рис. 4 приведены зависимости эффективности от давления рабочего газа /этилена и изобутана/ для "заднего" конвертора. Преимуществом детектора низкого давления является уменьшение чувствительности к сопутствующему гамма-излучению.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, НДПК - детектор, работающий на линии с ЭВМ. Ожидается, что величина пространственного разрешения прибора будет сравнимой с разрешением телевизионных систем, используемых в нейтронной радиографии<sup>12</sup>. Преимуществом прибора является возможность использования источников с относительно малым потоком нейтронов, например  $^{252}\text{Cf}$ . Малая чувствительность к гамма-излучению позволяет использовать детектор для радиографии облученных топливных элементов реакторов. Эффективность регистрации тепловых нейтронов ожидается около 1%.

В заключение авторы благодарят Ю.В.Заневского за полезные обсуждения и интерес к работе.

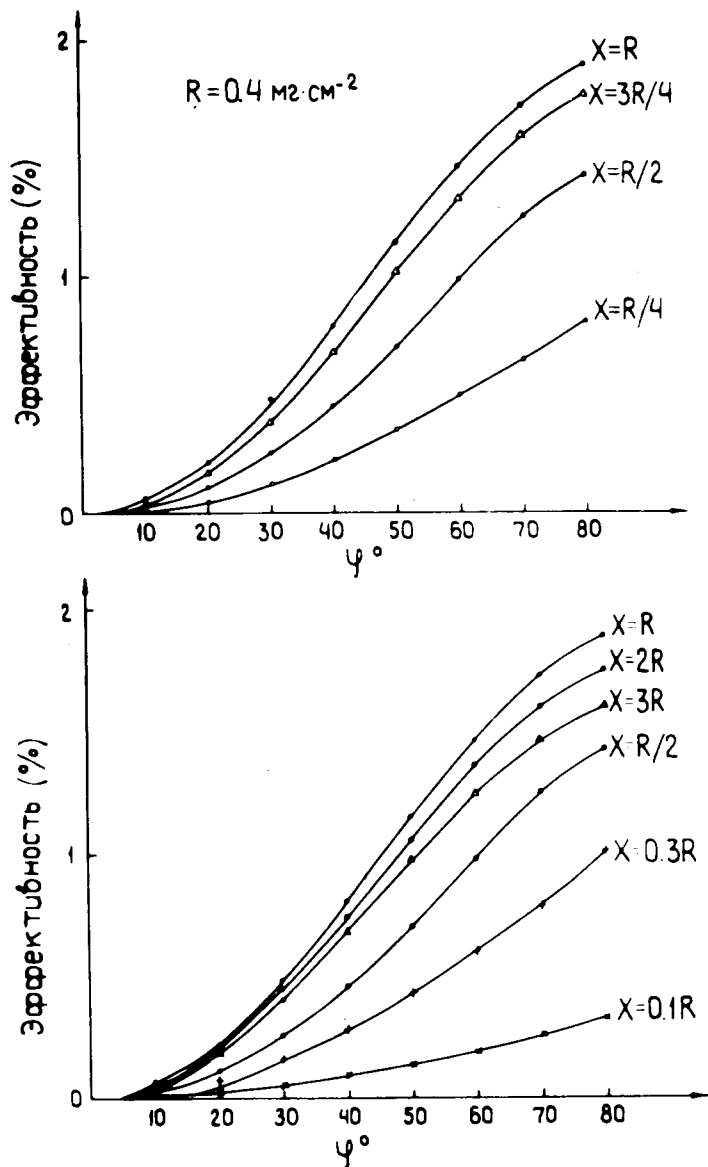


Рис.3. Зависимость эффективности от максимально допустимого угла выхода  $\phi$ :  
 а/ для "заднего" конвертора,  
 б/ для переднего" конвертора.

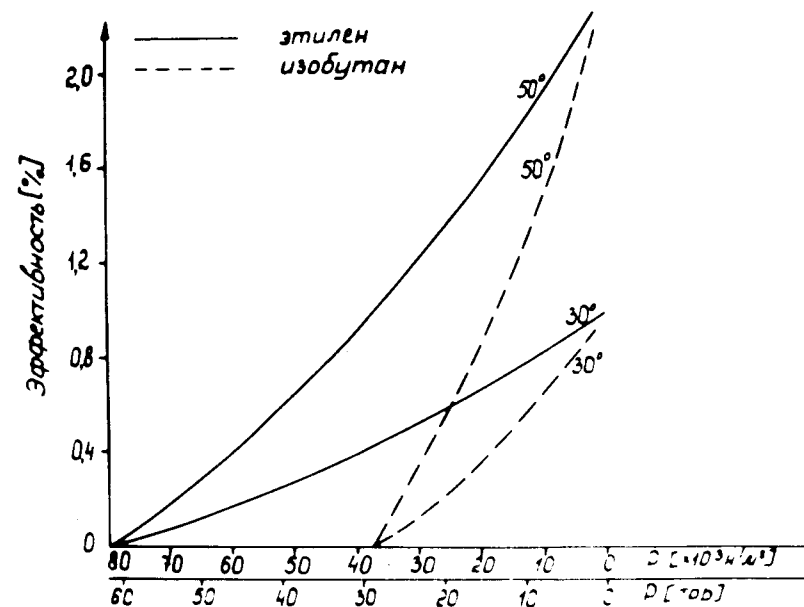


Рис.4. Эффективность детектора в зависимости от давления газового наполнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заневский Ю.В., Пешехонов В.Д. ПТЭ, 1978, 2, с. 7.
2. Hawkesworth M.R. Atomic Energy Review, 1977, v. 15, No. 2, p. 169.
3. Alberi J. et al. IEEE Trans. Nucl. Sci., 1975, NS-22, p. 225.
4. Jeavons A.P. et al. Nucl. Instr., and Meth., 1978, 148, p. 29.

Рукопись поступила в издательский отдел  
 5 сентября 1978 года.