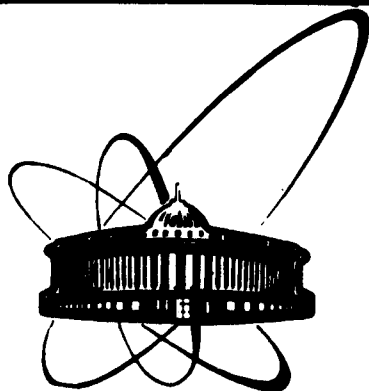


89-396



е  
т

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

П 318

P13-89-396

**В. Д. Пешехонов**

**ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ  
РЕНТГЕНОВСКИЙ ДЕТЕКТОР  
ДУГОВОЙ ФОРМЫ  
С ПОЛОСКОВЫМ АНОДОМ**

Направлено в журнал "Приборы и техника  
эксперимента"

**1989**

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие структурных исследований методом малоуглового дифракционного рассеяния, применяемым наиболее интенсивно в материаловедении и биологии, требует сегодня широкого использования одномерных позиционно-чувствительных рентгеновских детекторов. Этим объясняется интерес к одномерным линейным рентгеновским детекторам на основе многопроволочных пропорциональных камер, обладающих высокой квантовой эффективностью регистрации рентгеновского излучения  $\text{CuK}_\alpha$  при хорошем пространственном разрешении<sup>/1/</sup>.

Еще больший интерес исследователей вызывают широкоапертурные счетчики дуговой формы, обладающие одинаковым пространственным /угловым/ разрешением для гамма-квантов, рассеянных в образце, расположенном в центре окружности радиусом  $R$ . Например, был разработан счетчик с анодной проволокой длиной 20 см, изогнутой в электромагнитном поле по дуге с радиусом  $R = 29$  см. Угловая апертура детектора составила  $40^\circ$ , пространственное разрешение -  $0,3$  мм /ШПВ/<sup>/2/</sup>. Разработанный впервые Д.Баллоном с коллегами детектор дуговой формы с угловой апертурой  $60^\circ$  и пространственным разрешением  $0,18$  мм представляет собой счетчик, анодом которого является острозаточенная стальная полоса толщиной  $40$  мкм<sup>/3/</sup>. Детектор привлекает внимание технологичностью изготовления и ожидаемой эксплуатационной простотой.

В работе рассматривается конструкция и основные характеристики аналогичного рентгеновского детектора дуговой формы.

## КОНСТРУКЦИЯ ДЕТЕКТОРА

Детектор представляет собой герметичный металлический бокс с входным окном из алюминизированного майлара радиусом 150 мм. Внутри бокса на расстоянии 10 мм от входного окна установлен анод, представляющий собой стальную ленту толщиной  $0,1$  мм, верхний торец которой отполирован, а затем слегка заострен. Радиус кривизны этого полоскового анода - 160 мм. За анодом на расстоянии 10 мм установлена с радиусом кривизны 170 мм крепящаяся к крышке бокса соленоидальная линия за-

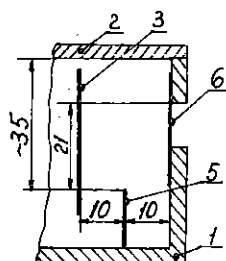
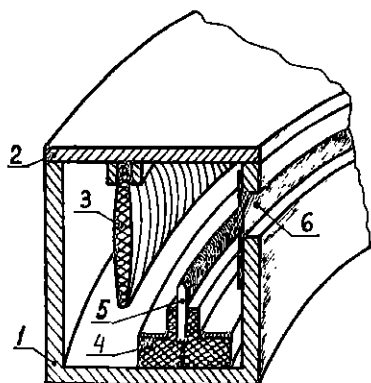


Рис. 1. Схематическое изображение детектора, справа приведены основные геометрические размеры. 1 - корпус бокса, 2 - крышка бокса, 3 - линия задержки, являющаяся частью катода, 4 - крепление полоскового анода, 5 - полосковый анод, 6 - входное окно.

держки /ЛЗ/. Эта линия представляет собой спираль, намотанную на бочкообразную в сечении пластину с радиусом около 170 мм, склеенную из изогнутых полос диэлектрика. На наружных фольгированных поверхностях корпуса ЛЗ имеются с одной стороны

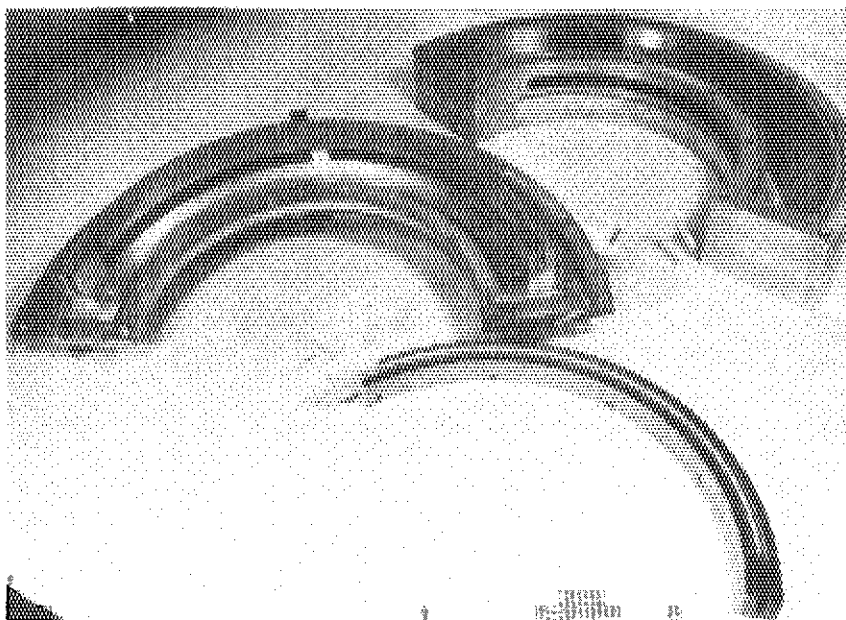


Рис. 2. Общий вид разобранного детектора.

Горизонтально расположенные стрипы, используемые в качестве "земли", с другой стороны - расположенные под углом  $69^\circ$  фазокомпенсирующие стрипы. Перед намоткой корпус ЛЗ изолируется с обеих сторон майларовой пленкой толщиной 12 мкм. Рабочая длина ЛЗ - 380 мм, сечение -  $30 \times 4$  /в центре/ мм. При намотке такой линии медной проволокой диаметром 0,1 мм с шагом 0,2 мм волновое сопротивление ЛЗ составляет 500 Ом, погонная задержка 4,5 нс/мм. При намотке с шагом около 0,25 мм волновое сопротивление составило 350 Ом, погонная задержка - 1,6 нс/мм.

На анод детектора подается высоковольтное напряжение  $U_a$ ; на крышке бокса расположены три усилителя, два - для считывания координатной информации с ЛЗ, один - для регистрации анодных сигналов.

На рис. 1 приведено схематическое изображение детектора. Рабочая длина полоскового анода составляет 340 мм, что соответствует угловой апертуре детектора  $122^\circ$ . Общий вид разобранного детектора показан на рис. 2.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТЕКТОРА

Выбор режима работы детектора и исследование его характеристик осуществлялись на установке, блок-схема которой приведена на рис. 3, при этом использовался гамма-источник  $^{55}\text{Fe}$  и

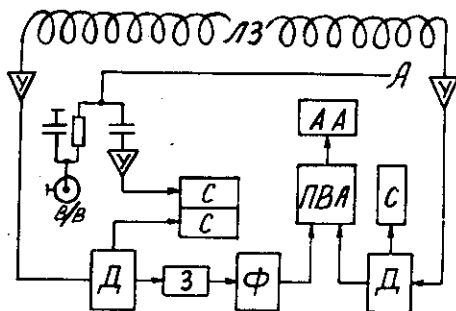


Рис. 3. Блок-схема установки. ЛЗ - линия задержки, А - полосковый анод, на который через разъем В/В подается высоковольтное напряжение.

рентгеновская трубка с медным анодом. Сигналы с концов ЛЗ через усилители поступали на дискриминаторы /Д/ со следящим порогом, через задержку /З/ и формирователь /Ф/ передавались на счетчики /С/ и на входы стартстопного преобразователя "время-амплитуда" /ПВА/, далее - на амплитудный анализатор /АА/.

При использовании в качестве анода острозаточенной полосы в зависимости от применяемой газовой смеси можно наблюдать сигналы как в режиме ограниченной пропорциональности, так и в режиме самогасящего стримерного разряда<sup>3,4</sup>. С таким ано-

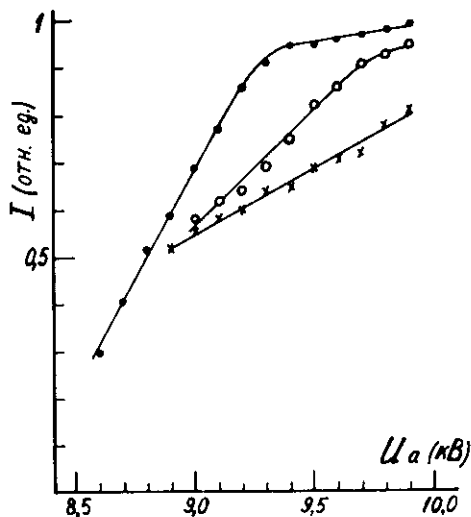


Рис. 4. Счетные характеристики детектора в точках, удаленных от верхней границы входного окна на 3 /●/, 5,5 /○/ и 8 мм /x/.

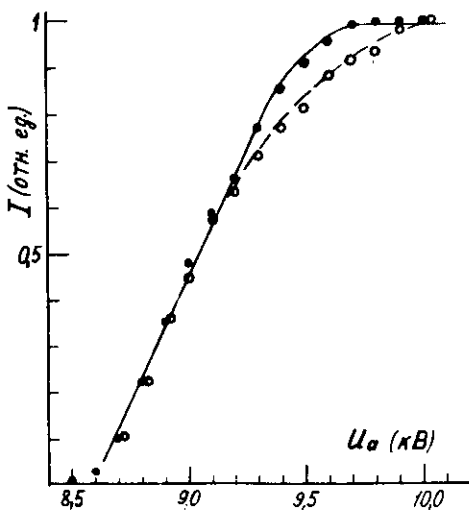


Рис. 5. Счетные характеристики детектора при равномерной засветке его источником  $^{55}\text{Fe}$  через входное окно шириной 5 мм /●/ и 12 мм /○/.

дом не удалось, однако, обеспечить устойчивой работы детектора, при искрении имело место выгорание крошки анода. Поэтому в дальнейшем в качестве анода использовались полосы, подготовленные вышеуказанным способом. Детектор продувался газовой смесью аргона /60%/ с изобутаном /40%/ и работал в СГС-режиме, при котором регистрируемые сигналы почти на два порядка превосходят сигналы, получаемые в режиме ограниченной пропорциональности/5/.

Рабочая толщина детектора составляет 20 мм, расстояние между анодом и верхней границей входного окна - 21 мм. На рис. 4 приведены счетные характеристики, полученные при смещении центра пучка гамма-квантов диаметром по основанию в 1 мм от верхней границы входного окна на 3; 5,5 и 8 мм. На рис. 5 приведены счетные характеристики, полученные при равномерной засветке детектора источником  $^{55}\text{Fe}$  через входное окно шириной 5 мм /сплошная линия/ и 12 мм /пунктирная линия/, при этом верхняя граница входного окна не изменялась. Эффективность детектора при перемещении пучка гамма-квантов диаметром 1 мм в направлении от верхней границы входного окна к аноду приведена на рис. 6. Видно, что при данных геометрических размерах

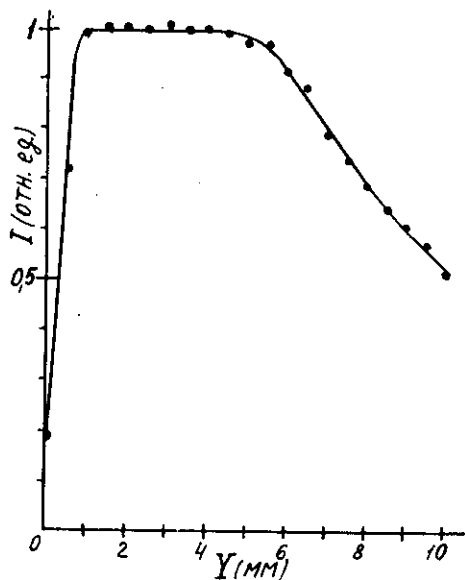


Рис. 6. Эффективность детектора в зависимости от расстояния  $Y$  от верхней границы входного окна,  $U_a = 9,8$  кВ.

детектора эффективная ширина входного окна составляет не более 6 мм. При необходимости ее увеличения может быть смещена верхняя граница окна или уменьшена толщина детектора.

Однородность детектора проверялась при равномерной засветке его источником, результаты показаны на рис. 7. Без учета выброса в центре детектора, который может быть устранен, интегральная неоднородность  $I$  - менее 5%. С помощью коллимированного источника было определено пространственное разрешение детектора. На рис. 8 приведено полученное изображение щели коллиматора, полная ширина на полувысоте составляет 360 мкм.

Однородность детектора по его длине. Ширина входного окна - 6 мм, напряжение  $U_a = 9,8$  кВ.



Рис. 7. Однородность детектора по его длине. Ширина входного окна - 6 мм, напряжение  $U_a = 9,8$  кВ.

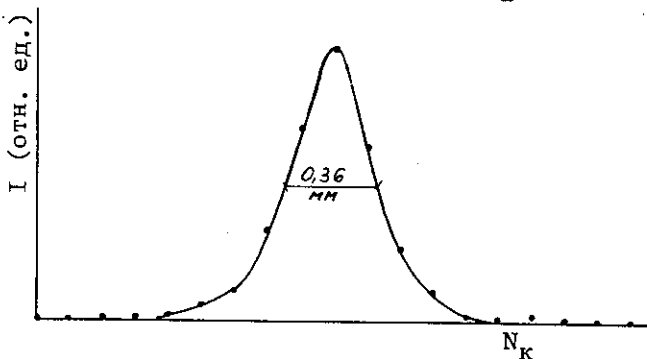


Рис. 8. Распределение, характеризующее пространственное разрешение детектора.  $N_K$  - номер каналов анализатора, цена канала - 130 мкм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проверена возможность создания дугового позиционно-чувствительного детектора с угловой апертурой  $120^\circ$ , радиусом кривизны 150 мм, шириной входного окна 6 мм. Квантовая эффективность детектора для излучения  $\text{CuK}_\alpha$  при заполнении его смесью аргона /60%/ с изобутаном /40%/ при нормальном давлении составляет 25%, угловое разрешение -  $0,14^\circ$ . Подобный детектор представляет интерес для целей рентгеноструктурного анализа.

В случае изготовления входного окна из вакуумно-плотного бериллия возможна работа детектора при давлении газовой смеси в 2-3 атмосферы, что приведет к увеличению эффективности до 40-55% соответственно и позволит в два или более раза увеличить пространственное, а следовательно и угловое, разрешение. Как альтернатива повышения давления аргон-изобутановой смеси представляет интерес реализация СГС-режима работы детектора для смеси на основе ксенона при нормальном давлении.

В заключение автор благодарит Ю.Г.Федулова и Н.П.Волкова за выполнение механических работ при создании детектора, а также А.Б.Иванова, П.К.Маньякова и Ю.Сморжкова за помощь в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заневский Ю.В., Мовчан С.А., Пешехонов В.Д. и др. - ПТЭ, 1987, №3, с.53.
2. Ortandahl D. et al. - NIM, 1978, v.156, p.53.
3. Ballou J., Comparat V., Pouha J. - NIM, 1983, v.217, p.213.
4. Duijn J.H. et al. - IEEE Trans. on Nucl. Sci., 1986, v.33, No.1, p.388.
5. Алексеев Г.Д., Круглов В.В., Хазинс Д.М. - ЭЧАЯ, 1982, т.13, вып.3, с.703.
6. Anisimov Yu.S. et al. - NIM, 1985, A235, p.582.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 июня 1989 года.