

ГАЗОВЫЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК ФОТОНОВ ДЛЯ ЗЕРКАЛЬНОГО
РЕНТГЕНОВСКОГО ТЕЛЕСКОПА СТАНЦИИ "САЛЮТ-4"

А. Д. Ульяеникая, И. П. Тиндо, Д. А. Гоганов, В. А. Назаров,
О. Д. Лесных

УДК 522.59; 621.387.4

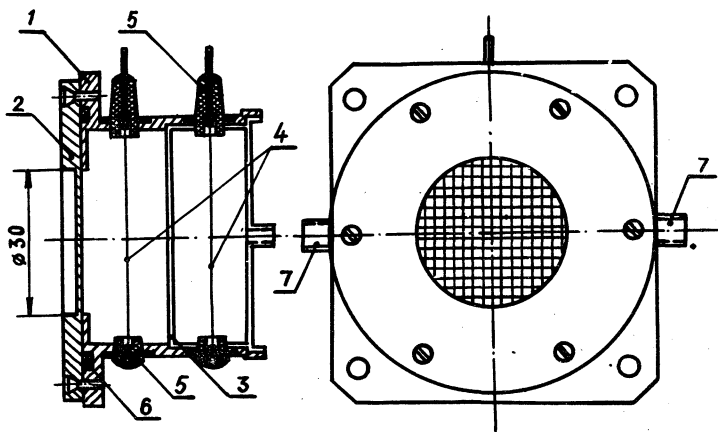
Описано устройство и приведены характеристики счетчика фотонов зеркального рентгеновского телескопа "РТ-4" станции "Салют-4".

Для исследования с борта орбитальных станций мягкого рентгеновского излучения дискретных космических источников в диапазоне энергий $0,21 + 0,28 \text{ кэВ}$ ($44-60 \text{ \AA}$) в Физическом институте АН СССР был разработан зеркальный рентгеновский телескоп РТ-4 /1/. За время работы двух экипажей станции "Салют-4" (декабрь 1974 г. - июль 1975 г.) с помощью телескопа исследовано около полутора десятков галактических и внегалактических источников. Первые результаты измерений уже опубликованы /2-6/, обработка данных продолжается.

Применение в телескопе параболического концентратора "скользящего падения" позволило использовать в качестве детектора высокочувствительный счетчик с окном малой площади и низким уровнем фона. Специально разработанный для телескопа РТ-4 счетчик СРШ-36 имеет форму короткого цилиндра и состоит из рентгеновской секции и секции антисовпадений (рис. 1). Рентгеновская секция имеет тонкопленочное окно для впуска излучения. Секция антисовпадений используется для снижения регистрируемой фоновой скорости счета рентгеновской секции и для контроля фона проникающей радиации.

Окно счетчика диаметром 3 см поддерживается с внешней стороны стальной решеткой с ячейками диаметром 1 мм. Окно изготовлено из двухосно ориентированной полипропиленовой пленки толщиной 1,5 мкм, обладающей высоким пропусканием в исследуемом диапазоне энергий (рис. 2). Счетчик с окном столь малой толщины применен в орбитальном эксперименте впервые. Еще один известный пример успешного использования счетчика с тонкопленочным окном (3,6 мкм) - в зеркаль-

ном телескопе голландского спутника ANS, запущенного в августе 1974 г./7/. В коллиматорном телескопе со счетчиком большой площади применяется пленка толщиной 7 мкм /8/ ж).



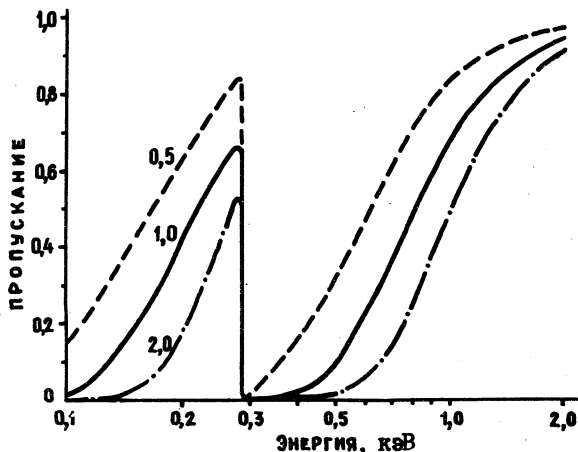
Р и с. 1. Устройство счетчика СРШ-36: 1 - корпус, 2 - решетка окна, 3 - диафрагма, 4 - анод, 5 - керамический изолятор, 6 - резиновое уплотнение, 7 - штуцеры газовой системы

Ориентация пленки проводилась методом вытяжки при комнатной температуре из образцов толщиной 25×30 мкм. Степень вытяжки составляла $400 \div 500\%$. В процессе вытяжки толщина контролировалась по цветам интерференции, затем проводилось взвешивание полученных образцов на микровесах и измерение их пропускания при длине волны 44 \AA ж). Измеренное пропускание оказалось заметно ниже расчетного: пропускание образцов толщиной $1,5$ мкм соответствовало расчетной величине для толщины 2 мкм. По-видимому, заниженная

ж) В кратковременных экспериментах, проводимых при вертикальных запусках ракет, уже предпринималась попытка использовать полипропиленовую пленку толщиной $0,5$ мкм /9/.

жж) Авторы приносят благодарность В. А. Шурыгину, при участии которого были проведены измерения на рентгеновском монохроматоре.

величина пропускания связана с наличием примесей. Содержание примесей в использованной партии полипропилена, определенное радиоактивным методом, приведено в таблице I ^{ж)}.



Р и с. 2. Пропускание полипропиленовой пленки в мягкой рентгеновской области (толщина 0,5, 1,0 и 2,0 мкм)

Таблица I

Элементный состав примесей

Элемент	Al	Cl	Na	Mg	Fe	Cu	Sn
Содержание, $10^{-3}\%$	4,7	2,15	2,4	4,03	1,51	0,105	1,02

Ориентированные образцы наклеивались на рамку и в поляризованном свете контролировались дефектные места ("гелики"), механическая прочность которых затем была усилена локальным нанесением клея "аластосил".

^{ж)} Отсутствие в нашем распоряжении массовых коэффициентов поглощения для рассматриваемых элементов пока не позволило проверить это предположение.

Для подавления остаточной чувствительности счетчика в УФ области и для обеспечения необходимой электропроводимости на пленку напылялся слой алюминия толщиной $\sim 300 \text{ \AA}$ с внутренней стороны, и слой углерода толщиной $\sim 3200 \text{ \AA}$ - с внешней ^{ж)}. Испарение углерода производилось методом "точечного" контакта. Для устранения перегрева пленки обеспечивался ее тепловой контакт (через тонкий слой касторового масла) с массивным медным цилиндром. После напыления углерода и алюминия пропускание пленки, первоначально составлявшее 70% на $\lambda = 44 \text{ \AA}$, снижалось до 60%. Пропускание пленок в УФ области показано на рис. 3 ^{жж)}. Данные об абсолютной УФ-чувствительности счетчика приведены в таблице 2: указана величина (эффективность с ненапыленным окном) \times (пропускание слоев С и А λ).

Таблица 2

Длина волны, \AA	1610	1800	2200	2500
Эффективность, имп/фот.	$6,4 \cdot 10^{-13}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$5,3 \cdot 10^{-9}$

При установке в макет счетчика ориентированная ненапыленная пленка толщиной 1,5 мкм разрушалась при перепаде давления 4,5-5 атм. Напыленная пленка разрушалась при перепаде 3,0-3,5 атм. Наблюдалась также необратимая деформация пленки (вытяжка), вследствие которой при перепаде $\sim 2,5$ атм нарушалась сплошная структура и проводимость напыленного слоя. Одновременно утечка газа через окно, (составлявшая $10^{-3}-10^{-2} \text{ см}^3/\text{мин}$), повышалась примерно на 50%. Исходя из этих данных, было выбрано максимальное рабочее давление 1,6 ата.

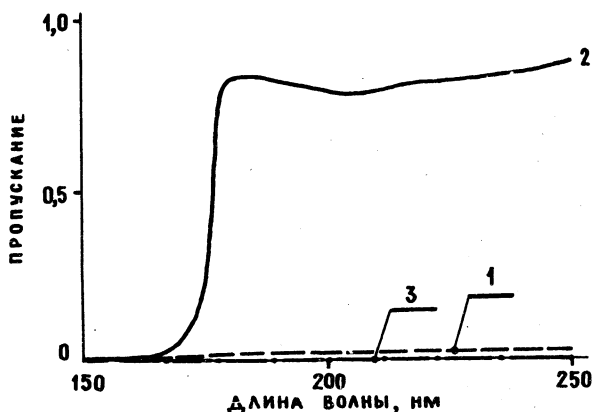
Ввиду утечки газа через окно, в условиях открытого космоса счетчик работает в "полупроточном" режиме, с постоянной подпиткой

ж) Оптимальным, однако, является напыление углерода с внутренней стороны (и алюминия - с внешней), из-за возможной фотоэлектронной эмиссии с алюминированной поверхности при засветке счетчика УФ излучением.

жж)

Авторы благодарят Ю.С. Погодина и М.Ю. Козловского (ИКИ АН СССР), при помощи которых выполнены эти измерения.

газовой смеси (90% Ar + 10% CH_4) от системы газонаполнения. Система состоит из баллона емкостью 3,6 л и пневмоэлектрклапана. Во время сеанса измерений, продолжающегося несколько часов, клапан открыт и счетчик соединен с баллоном. За длительные промежутки



Р и с. 3. Уф-пропускание пленок: 1 - полипропилен (1,5 мкм), наполненный углеродом (3200 Å) и алюминием (300 Å); 2 - полипропилен (1,5 мкм) без напыления; 3 - лавсан (1,0 мкм) без напыления

времени между сеансами происходит утечка газа только из объема счетчика ($\sim 100 \text{ см}^3$).

Счетчик работает в пропорциональном режиме с коэффициентом газового усиления (КТУ) около 10^4 . Ширина амплитудного распределения импульсов при облучении источником ^{55}Fe (2,09 Å) составляет 20%. Для стабилизации КТУ в широком интервале давлений (1,6±0,6 ата) и температур ($\pm 60^\circ\text{C}$) в систему включен идентичный рабочему "реперный" счетчик, постоянно облучаемый источником ^{55}Fe . Схема регулирования высокого напряжения стабилизирует амплитуду импульсов реперного счетчика и тем самым - КТУ рабочего счетчика с точностью $\sim 7\%$. Зависимость рабочего напряжения от давления в рассматриваемом диапазоне линейна: при давлениях 1,0 ата и 1,6 ата напряжение равно, соответственно, 2080 и 2260 В.

Импульсы рентгеновской секции рабочего счетчика после предварительного усиления поступают на вход амплитудного дискриминатора,

выделяющего для регистрации в рентгеновском канале интервал энергий 0,1-0,6 кэв. Импульсы больших амплитуд, а также импульсы, совпадающие по времени в обеих секциях (и остальные импульсы секции антисовпадений), поступают в контрольный канал прибора.

Настройка прибора производилась при облучении рабочего счетчика источником ^{55}Fe (2,09 Å), при этом в усилителе включался делитель "1:50".

При работе на станции "Салют-4" фон рентгеновской секции составлял 0,5±1 имп/сек (вне областей радиационных аномалий). Фон контрольного канала был в пределах 10-20 имп/сек. За время первой и второй экспедиций космонавтов счетчик работал устойчиво, утечка газовой смеси оставалась в пределах нормы.

Поступила в редакцию
14 марта 1977 г.

Л и т е р а т у р а

1. И. Л. Бейгман, Л. А. Вайнштейн и др., Труды ФИАН, 77, 3 (1974).
2. I. L. Beigman, A. E. Bor-Ramensky et al., Preprint FIAN, No 65, 1975.
3. И. Л. Бейгман, Л. А. Вайнштейн и др., Письма в Астрон.ж., 2, № 8, 386 (1976).
4. И. Л. Бейгман, Л. А. Вайнштейн и др., Письма в Астрон.ж., 2, № 1, 18 (1976).
5. I. L. Beigman, P. I. Klimuk et al., Preprint FIAN, No 61, 1976.
6. И. Л. Бейгман, Краткие сообщения по физике ФИАН, № 1, 8 (1977).
7. A. Den Boggende, n. Lafleur, IEEE Trans. Nucl. Sci., 22, No 1, 555 (1975).
8. С. И. Бабиченко, Д. А. Гоганов и др., Космич. исслед. 14, № 6, 878 (1976).
9. S. Hayakawa, T. Kato et al., Japan J. Appl. Phys., 9, No 5, 542 (1970).