

Фролов А.М. и Шахбазян Б.А. + ✓  
Б2-1-8399:



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С 344 13  
Ф-919

58/75

Б2-1-8399

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 74

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

А.М.ФРОЛОВ,

Б.А. ШАХБАЗЯН

*Б2-1-8399*

Характеристики полых алюминизированных световодов для черенковского счетчика на полном внутреннем отражении.

*21 ноября 74*

Дубна

январь, 1958 г.

## І. В В Е Д Е Н И Е

В работе рассматриваются характеристики некоторых геометрических форм полых алюминизированных световодов с точки зрения их применения в черенковском счетчике <sup>(I)</sup>, работающем на принципе полного внутреннего отражения, с радиатором из плексигласа для регистрации антипротонов с  $pc = 1,4$  Бэв.

В указанном типе счетчика черенковское излучение, выходящее из торца радиатора, направлено по пучку частиц и составляет с направлением пучка частиц угол  $\varphi$ , определяемый известным уравнением Франка-Тамма и законом преломления света.

Так как использование для регистрации черенковского света фотоумножителей, располагаемых в пучке, нежелательно, обычно применяют светопроводы (световоды), передающие свет от радиатора на фотокатод фотоумножителя, расположенного вне пучка. Однако световоды, изготовленные из оптически прозрачного вещества, в счетчике "полного внутреннего отражения" не применяются, так как часть такого световода, расположенная в пучке и имеющая контакт с радиатором счетчика, сама является радиатором и нарушает принцип работы счетчика. Поэтому в таком счетчике используются полные световоды с нанесенным на их внутреннюю поверхность отражающим металлическим слоем.

Количество света, передаваемое со входа световода на его выход, зависит от таких факторов, как формы световода, размера световода, коэффициента отражения металлического покрытия, качества нанесения отражающего слоя и др.

В описываемом ниже эксперименте измерялся коэффициент светопередачи, определяемый отношением количества света, переданного на выход световода, к количеству света, падающего на входное отверстие световода.

Заметим, что так как максимум черенковского излучения лежит в фиолетовой области спектра, наиболее подходящим металлом для отражающего покрытия является алюминий (табл. I).

## II. ИМИТАЦИЯ УСЛОВИЙ ЧЕРЕНКОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В работе рассматриваются полые световоды, которые должны использоваться в счетчике "полного внутреннего отражения" с радиатором из плексигласа, предназначенного для регистрации антипротонов с  $p\beta = 1,4$  Бэв. Угол черенковского свечения в данном случае составляет  $\theta = 36^{\circ}30''$ . По выходе из радиатора световые лучи будут составлять угол  $\varphi$  с направлением пучка (оси счетчика) равный  $63^{\circ}15'$ , причем каждая точка торца радиатора будет источником таких направленных лучей. Интенсивность излучения, выходящего через торец радиатора, будет обладать симметрией относительно оси счетчика и определяется соотношением между диаметром и длиной радиатора.

В эксперименте имитировался случай центрального прохождения частицы через радиатор, т.е. оси счетчика. Свет от калиброванной лампочки накаливания проходил через синий светофильтр и падал на оптическую систему, дающую параллельный пучок лучей. Этот пучок света через диафрагму попадал на входное отверстие световода под углом  $90^{\circ} - 63^{\circ}15' = 26^{\circ}45'$  к плоскости входного отверстия световода. Диафрагма выдвляла определенную плоскость свечения,

проходящую через ось счетчика, точнее, совокупность плоскостей, повернутых друг относительно друга на угол  $< 10^0$ . Радиальные размеры диафрагмы имитируют длину радиатора, как это видно из рис. 5. Световод имел возможность вращаться около оси  $00'$ , что позволяло имитировать различные плоскости черенковского свечения.

Световой поток измерялся с помощью калиброванного фотоумножителя, для которого точно известна область линейности световой характеристики (анодный ток - световой поток). С помощью этого фотоумножителя была проверена однородность светового потока, падающего в различные точки диафрагмы и измерялся световой поток на выходе световода (в единицах анодного тока фотоумножителя). При измерениях была учтена зонная характеристика фотокатода фотоумножителя.

Очевидно, получив зависимости  $J(\alpha)$  анодного тока фотоумножителя, установленного на выходе световода, от угла поворота световода  $\alpha$  относительно оси  $00'$  и измерив световой поток, падающий на диафрагму, легко определить коэффициент светопередачи световода:

$$K = \frac{\int_0^{360^0} J(\alpha) d\alpha}{10 J_0} \quad (I)$$

где  $J_0 = \frac{360^0}{10^0} J_1$ , а  $J_1$  - световой поток, падающий на диафрагму. (Коэффициент 10 в формуле (I) введен для нормировки, учитывающей угловой размер диафрагмы, равный  $10^0$ ).

Результаты измерений для различных форм световодов, т.е. зависимости  $J(\alpha)$  для различных диафрагм (другими словами, различной длины радиатора), коэффициенты светопередачи  $K$ , зависимость

коэффициента светопередачи от формы световода приведены в табл. 2 + 3. Точность измерения  $K$  составляет  $\pm 15\%$ .

Отбор фотоумножителя по линейности световых характеристик производится на монохроматоре, где имеется возможность точно определять световой поток (в относительных единицах).

### Ш. В Ы В О Д Ы

Из анализа экспериментальных данных нетрудно сделать следующие выводы:

1. При одной и той же диафрагме  $K$  для световодов с круговым сечением больше, чем для световодов с прямоугольным сечением с одной и той же площадью сечений.

2. Для световодов, площади сечений которых возрастают к выходу световода,  $K$  больше, чем для таких же световодов, но с уменьшающимися к выходу площадями сечений.

3. При меньшей кривизне световода и большем диаметре световода  $K$  больше, так как в этом случае лучи света попадают на выход световода, испытав меньшее число отражений.

4. Распределение интенсивности света  $J(\alpha)$  на выходе световода при круговом сечении постоянной площади более равномерное, чем для световодов с прямоугольным сечением.

5. Для световода постоянного кругового сечения  $K$  имеет наибольшее значение по сравнению с остальными рассмотренными формами световодов.

6. Коэффициент светопередачи  $K$  больше для света, испытавшего одно отражение в цилиндрическом радиаторе, что объясняется лучшими

условиями в этом случае для попадания света на фотокатод фотоумножителя (с меньшим числом отражений). При коротком радиаторе, по-видимому, имеет смысл вход световода делать в виде прямого цилиндра. обеспечивающего дополнительное однократное отражение для света, вышедшего из радиатора. При неизменном угле вышедшего из радиатора света по отношению к оси счетчика и выбранной форме световода  $K$  зависит от отношения  $\frac{\ell}{d}$ , где  $\ell$  - длина радиатора, а  $d$  диаметр радиатора.

7. При сравнительно невысоком  $K$  для черенковского света в полых алюминизированных световодах, необходимо иметь в виду, что даже для незначительного сцинтилляционного эффекта в радиаторе светопередача может оказаться в несколько раз большим, чем для черенковского эффекта.

ТАБЛИЦА I

зависимость коэффициента отражения *Al* и *Ag*  
от длины волны падающего света (%).

$\lambda_{\text{мк}}$ металл	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500	550	600	650	700	800	900
<i>Al</i>	81	84	86	87	88	88	89	89	90	90	-	90	-	87	84	90
<i>Ag</i>	18	26	28	12	4	50	77	88	91	92	93	94	95	96	96	96



ТАБЛИЦА 2

коэффициенты светопроходимости световодов (со светофильтром).








свето- вода	K (%)	№ диафр.	$\frac{l_{\text{раг}}}{d_{\text{раг}}}$	$d_{\text{раг}}$ (см)	оптим. Форма световода
	6,6 6,5 7,3	12 10 9	1,35 1,12 1,01	6	165° -195° +40° → 
	6,3 7,7 0,3	8 7 6	0,90 0,79 0,68		
	5,4 5,6 4,4	12 10 9	1,3 1,1 1,0	~ 6	130° -230° -35° +35° 
	3,6 0	8 7	0,9 0,8		
	14,9 9,8 7,8	12 10 9	2,0 1,6 1,3	~ 3	90° -145° +80° -80° 
	8,4 4,6	8 6	1,1 0,9	.	
	18,5 17,5 26,6	12 10 9	2,0 1,6 1,3	3	70° -115° 155°-225° 225°-315° -40°-+40° 
	6,6 0	8 7	1,1 0,9		
	11,6 7,6 5,8 5,6 4,2	12 10 9 8 7	1,3 1,1 1,0 0,9 0,7	~ 6	равном, 
	11,6 8,6 10,5 13,5 5,2	12 10 9 8 7	1,3 1,1 1,0 0,9 0,7	~ 6	45° -165° 220° -320° 
	20,3 22,8 24,6 25,0 7,0	12 11 10 9 6	1,3 1,6 1,4 1,2 0,7	3,5	равном 

ТАБЛИЦА 3

отражательная способность (К) отдельных участков световодов  
(со светофильтром)

№ светов	Отверстие равное раз- ности диаф- рагм	К (%)
1	7-6	32
	9-8	15
	12-10	8
2	7-6	0
	8-7	27
	9-8	8
	10-9	17
	12-10	3
3	9-8	7
	10-9	18
	12-10	51
	8-7	48
	7,6	5
4	12-10	64
	10-9	~ 0
	9-8	36
5	12-10	62
	10-9	23
	9-8	7
	8-7	9
6	12-10	52
	10-9	~ 0
	9-8	~ 0
	8-7	41
7	12-11	-46
	11-10	7
	10-9	24
	9-6	78