

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P1-86-527

В.А.Баранов, П.Г.Евтухович¹, С.М.Коренченко,
Д.А.Мжавия², В.С.Смирнов, З.Б.Цамалаидзе²

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ
СЧЕТЧИКОВ СПЕКТРОМЕТРА АРЕС**

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

¹ Институт физики АН БССР, Минск

² Тбилисский государственный университет

1986

I. Введение

В Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ создан спектрометр АРЕС^{/1/}, на котором предполагается провести широкую программу исследований в области физики элементарных частиц и ядерной физики на фазотроне ОИЯИ. Спектрометр включает в себя цилиндрические пропорциональные камеры^{/2/} и сцинтилляционный годоскоп, помещённые в магнитное поле, электронику пропорциональных камер^{/3/}, наносекундную логику^{/4/}, систему вывода информации в ЭВМ, связь он-лайн с ЭВМ ЕС 1040^{/5/}, специализированный процессор^{/6/} для фильтрации информации и т.п.

Для эффективной работы такой сложной системы, как АРЕС, в условиях высокой интенсивности ($0,5 - 1 \cdot 10^6$ остановок мезонов в мишени) предусмотрено несколько уровней фильтрации данных, поступающих со спектрометра, перед записью их на магнитную ленту для последующей оф-лайн обработки. Запуск установки осуществляется годоскопической системой из сцинтилляционных счётчиков, скомпонованных в 2 цилиндрических ряда.

В литературе^{/7,8/} обычно приводятся результаты исследований сцинтилляционных счётчиков больших площадей, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда. В данной работе описан сцинтилляционный счётчик, имеющий форму части цилиндра $\varnothing 673$ мм. В одном цилиндрическом ряду установлено 24 таких счётчика.

2. Конструкция сцинтилляционного счётчика

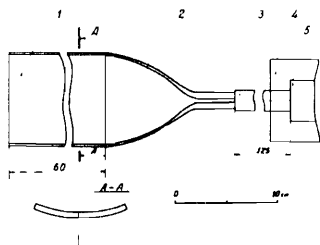


Рис. 1. Конструкция сцинтилляционного счётчика:
1 - сцинтиллятор; 2 - переходный световод; 3 - основной световод; 4 - магнитная защита; 5 - фотоумножитель.

Отдельный счётчик (рис. 1) состоит из пластического сцинтиллятора размером $600 \times 87 \times 5 \text{ мм}^3$ на основе полистирола с добавками 2% терфенил + 0,02% PPOP, переходного и основного световодов размером $1250 \times 40 \times 20 \text{ мм}^3$, изготовленных из органического стекла ПММА, и ФЭУ ХР2020. Сцинтиллятор и переходный световод соединены клеем на основе эпоксидной смолы ЭД-20. Для получения оптического контакта между основным световодом и ФЭУ используется кремний-органический вазелин КВ-3. Между переходным и основным световодом контакт осуществляется без какой-либо смазки. Фотоумножитель поджимается к основному световоду. Основной световод, в свою очередь, поджимается к переходному. Для улучшения условий светосбора и светоизоляции сцинтиллятор и переходный световод обернуты белой бумагой (листинг) и чёрной бумагой (копирка). Счётчики годоскопа в спектрометре размещаются между катодными поверхностями двух цилиндрических пропорциональных камер на расстоянии 5 мм от них. Поэтому возникает высокая разность потенциалов между катодными поверхностями камер и чёрной бумагой. Копировальная бумага в отличие от обычно используемой черной фотобумаги обладает высоким сопротивлением. Применение для светоизоляции копирки позволяет избежать искрений и засвечивания сцинтилляторов. Фотоумножитель для обеспечения магнитной защиты обернут несколькими слоями отожжённого в водороде пермаллоя общей толщиной 3 мм и помещён в стальной цилиндр $\varnothing 80 \text{ мм}$.

Сцинтилляторы в годоскопе образуют замкнутую цилиндрическую поверхность. В связи с этим каждому сцинтиллятору придавалась форма части цилиндра. Для этого из пластического сцинтиллятора изготавливалась полированная заготовка в форме прямоугольного параллелепипеда соответствующего размера. Заготовка устанавливалась между матрицей и пуансоном и эта сборка помещалась в термостат (рис. 2), наполненный полиэтилсилоксановой жидкостью ПЭС-Д. Особое внимание обращалось на чистоту жидкости.

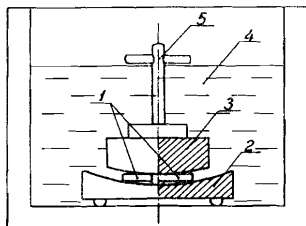


Рис. 2. Схема установки для формовки сцинтиллятора:
1 - сцинтиллятор; 2 - пуансон;
3 - матрица; 4 - полиэтилсилоксановая жидкость ПЭС-Д; 5 - винтовой домкрат.

В течение 5-6 часов температура в термостате линейно поднималась до $87-90^\circ\text{C}$. По достижении этой температуры матрица с помощью винтового домкрата медленно опускалась на пуансон, придавая заготовке фор-

му цилиндра нужной кривизны. В таком состоянии сборка выдерживалась в термостате несколько часов, потом подогрев термостата отключался и температура в нём за 14-15 часов опускалась до 20°C . Оптические свойства сцинтиллятора до и после гнутья не изменяются.



Рис. 3. Переходный световод.

Переходный световод (рис. 3) изготовлялся из листа органического стекла трапециевидальной формы толщиной 6 мм и длиной 120 мм. Лист устанавливался в специальном приспособлении, эта сборка помещалась в обычный термостат и температура внутри доводилась до 130°C . Широкой грани трапеции придавалась форма части цилиндра, соответствующего торцу сцинтиллятора, а узкая грань листа складывалась вдвое до размера, соответствующего торцу основного световода. После остывания эти грани фрезеруются с соблюдением параллельности и полируются. Применение переходного световода такой формы обеспечило в 3 раза большее пропускание света по сравнению с обычно применяемыми гиперболическими (рыбий хвост) световодами такого же размера.

3. Исследование счётчиков

Амплитудные и временные характеристики счётчиков изучались на специальном стенде с помощью β -источника Sr^{90} . Исследуемый счётчик помещался между β -источником и мониторным сцинтилляционным счётчиком. Монитор и β -источник могли перемещаться вдоль исследуемого счётчика. Имелась возможность подсоединения к противоположному концу счётчика через переходный световод второго ФЭУ ХР2020. Сигналы с исследуемого счётчика поступают на амплитудный и временной анализ. В первом случае измеряется заряд с последнего диода ФЭУ, а во втором - с анодов фотоумножителя. Для амплитудного анализа использован 256-канальный зарядово-цифровой преобразователь КА006^{19/}, для временного - 2048-канальный время-код преобразователь. Стенд работал на линии с ЭВМ СМ-3.

При установке β -источника в центре сцинтиллятора амплитудное разрешение счётчика (ширина на полувысоте) (рис. 4), $\Delta_e = 80\%$. Оно определяется флуктуациями ионизационных потерь энергии частиц фотоэлектронов. Теоретическое значение флуктуаций ионизационных потерь описывается распределением Ландау и равно в нашем случае $\Delta_L = 21\%$. Флуктуации фотоэлектронов составляют 77%.

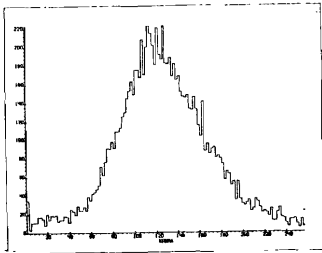


Рис. 4. Амплитудный спектр сигналов сцинтилляционного счётчика при облучении β -источником ^{90}Sr .

Относительная неоднородность счётчика равна $\pm 33\%$, а длина поглощения света в сцинтилляторе $l_{\text{сц}} = (66 \pm 7)$ см. Склейка сцинтиллятора и переходного световода ухудшает светосбор на $\sim 10\%$.

В переходном световоде теряется $\sim 20\%$ и в основном световоде $\sim 41\%$ света, поступающего на их торцы. Длина поглощения света в световоде $l_{\text{св}} = 249$ см. В месте воздушного контакта переходного и основного световодов теряется 26% света. Полученному амплитудному распределению с учётом статистических флуктуаций на первом диноде фотоумножителя соответствует ~ 12 фотоэлектронов.

Временное разрешение счётчиков получилось равным 1 нс. Скорость распределения света в сцинтилляторе 12,1 см/нс.

Авторы благодарны Н.А.Кучинскому, К.Г.Некрасову, Г.Е.Косареву за содействие и интерес к работе, И.М.Широкову и Г.К.Кочешкову за помощь при сборке стенда.

Литература

1. Коренченко С.М., Мицельмахер Г.В., Некрасов К.Г. ОИЯИ, Р13-9542, Дубна, 1976.
2. Кравчук Н.П. и др. ОИЯИ, Д13-9164, Дубна, 1975 с.71, Кравчук Н.П. и др. ОИЯИ, Р13-11862, Дубна, 1978.
3. Коренченко С.М., Кучинский Н.А., ОИЯИ, Д13-11807, Дубна, 1978, с.278, Коренченко С.М., Кучинский Н.А. ОИЯИ, Р13-11561, Дубна, 1978.
4. Баранов В.А. и др. В кн.: Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике (Сборник аннотаций докладов и сообщений). ОИЯИ, Д13-85-793, Дубна, 1985, с.28.
5. Баранов В.А. и др. И3-81-162, Дубна, 1981.
6. Евтухович П.Г. и др. ОИЯИ, И3-82-768, Дубна, 1982.
7. Говорков Б.Б., Чукин В.С. ЭЧАЯ, 1972, т.2, вып.3, с.763.
8. Медведев М.Н. ПТЭ, 1984, № 3, с.5.
9. Антихов В.А. и др. ОИЯИ, IO-11636, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 июля 1986 года.

Баранов В.А. и др.
Изготовление и исследование цилиндрических
сцинтилляционных счетчиков спектрометра АРЕС

P1-86-527

Описывается методика изготовления пластиковых сцинтилляционных счетчиков на основе полистирола-размером $600 \times 87 \times 5$ мм³, имеющих форму части цилиндра. 24 таких счетчика образуют цилиндрический годоскоп ϕ 673 мм. Цилиндрическая форма сцинтиллятору придавалась в термостате, заполненном полиэтилсилоксановой жидкостью ПЭС-Д при температуре 87-90°C. Свойства сцинтиллятора до и после формовки не изменяются. Светосбор осуществляется с одной малой грани сцинтиллятора через световод размером $1250 \times 40 \times 20$ мм³ фотоумножителем XP2020. Амплитуда и временные характеристики счетчиков исследовались на стенде с помощью β -источника ^{90}Sr . Амплитудное разрешение счетчика составило 80%. Относительная неоднородность светосбора равна $\pm 33\%$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Baranov V.A. et al.
Manufacture and Investigation
of Cylindrical Scintillation Counters of ARES Spectrometer

P1-86-527

A manufacturing technique for $600 \times 87 \times 5$ mm³ polystyrene-based plastic scintillation counters is described. The counters are shaped as parts of a cylinder. 24 counters make up a cylindrical hodoscope 673 mm in diameter. The scintillator was shaped as a cylinder in the thermostat filled with polyethylsiloxane liquid PES-D at 87-90°C. The scintillator properties are the same before and after shaping. Light is collected from a small face of the scintillator through a $1250 \times 40 \times 20$ mm³ lightguide by the photomultiplier XP2020. Amplitude and time characteristics of the counters were investigated at the testing stand using ^{90}Sr beta-source. The amplitude resolution of the counter was 80%. The relative non-uniformity of light collection is $\pm 33\%$.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986