

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

Д13-85-361

Г.Д.Алексеев, В.В.Круглов, П.А.Кулинич,
А.Г.Ольшевский

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ПЛАСТИКОВЫХ СТРИМЕРНЫХ ТРУБОК**

Направлено в "Nuclear Instruments and Methods"

1985

1. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время широкое распространение получают проволочные счетчики с профилированным пластиковым корпусом^{1/}, работающие в самогасящемся стримерном /СГС/ режиме^{2/}. В литературе они получили название "стримерные трубки". Катодом этих трубок служит высокоомное графитовое покрытие, нанесенное на их внутреннюю поверхность; съем сигнала осуществляется емкостным способом через электроды, расположенные на внешней поверхности трубок. К достоинствам стримерных трубок относятся^{1/}: 1/ возможность использовать считывающие электроды любой конфигурации и располагать их с обеих сторон детектора, 2/ технологичность производства и применение дешевых материалов, 3/ использование стримерного режима, который дает большую величину сигнала и стабилизирует работу детектора. Эти достоинства обусловили применение стримерных трубок в тех экспериментах, где требуется очень большое количество детекторов, в таких, как, например, эксперимент по поиску распада протона^{3/}. Широко будут использоваться стримерные трубки и в готовящихся экспериментах на ускорителе LEP: они станут основным детектором для большинства адронных калориметров, содержащих каждый до нескольких сотен тысяч анодных проволок.

Настоящая работа выполнена в рамках сотрудничества по созданию адронного калориметра установки DELPHI. Она состояла в измерении основных характеристик и в исследовании сигналов в стримерных трубках различной конструкции.

2. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Использовались стримерные трубки, содержащие 16 анодных проволок^{1/}. Диаметр проволок - 100 мкм, материал - бериллиевая бронза. Проволоки размещены в середине ячеек с внутренними размерами 9x9 мм². На рис. 1 схематично показаны их конструкция и расположение внешних электродов для исследования наведенных сигналов. Внутренние поверхности профиля /1/ и крышки /2/ покрашены во фраскати высокоомной графитовой краской. Характерное поверхностное сопротивление профиля ≥ 50 кОм на квадрат, крышки - ≥ 200 кОм на квадрат^{1/}. Внешние электроды имеют размеры 2,7x2,7 см², они вырезаны на внутренней стороне двустороннего фольгированного стеклотек-

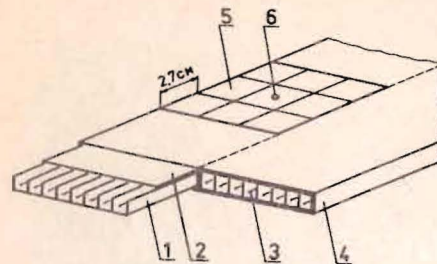


Рис. 1. Схематичное изображение стримерной трубки с системой внешних электродов; 1 - профиль, 2 - крышка, 3 - анодная проволока, 4 - контейнер, 5 - внешний электрод, 6 - коллиматор.

столита. Экранировка трубки осуществляется заземлением наружной стороны стеклотекстолита и металлизированной стороны лавсана, покрывающего всю поверхность трубки вне электродов. Напряжение питания подается на анодную проволоку, катод заземляется.

Электроника считывания информации с внешних электродов описана в работе^{4/}. Измерения выполнялись в линию с микро-ЭВМ на стенде для методических исследований на базе ДВК-1^{5/}. Длительность строб-импульса для записи сигналов от внешних электродов и для определения эффективности составляла 120 нс.

В измерениях использовались: β -источник ^{90}Sr , ^{55}Fe с энергией рентгеновских фотонов 5,9 кэВ и рентгеновский излучатель с энергией фотонов ~ 8 кэВ /К-серия в меди/. Газовая смесь состояла из аргона и изобутана в соотношении 1:2.

3. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследовались стримерные трубки двух конструкций: обычной - с проводящей крышкой /см. рис. 1/ и без нее - так называемые "безэлектродные" стримерные трубки^{6/}. В последнем случае крышка /2/ помещалась между дном профиля /1/ и контейнером /4/. Были измерены следующие характеристики: зависимость амплитуды токового сигнала, заряда в импульсе, эффективности и одиночного счета от напряжения питания; влияние первичной ионизации на величину заряда в импульсе; времена зарядки и разрядки изолированной поверхности в безэлектродной трубке; топография наведенных сигналов на системе внешних электродов /рис. 1/, помещенных сверху и снизу контейнера для трубок обеих конструкций.

В целом, измерения характеристик СГС-режима показали его канонический характер, общий для проволочных камер^{2/} и стримерных трубок^{7/}. Так, например, при исследовании влияния первичной ионизации от источников ^{90}Sr и ^{55}Fe было получено, что в пропорциональной области зависимость заряда в импульсе от напряжения питания для ^{90}Sr сдвинута на ~ 300 В в сторону

больших напряжений, а в стримерной области величина сигнала не зависит от первичной ионизации.

Плато одиночного счета составило ~ 400 В при пороге регистрации 100 мкА /для сигнала с анодных проволок/ и плотности потока β -частиц $\sim 10^3 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$; эффективность на плато составила 94%.

При переходе от обычной конструкции трубок к безэлектродной наблюдается сдвиг счетных характеристик, измеренных в прежних условиях, на ~ 350 В в сторону больших напряжений; это превышает сдвиг, наблюдавшийся в работе /6/. Сдвиг характеристик вызван уменьшением электрической емкости анодной проволоки по отношению к катоду безэлектродной трубки из-за присутствия положительного заряда ионов, осевших на непроводящей поверхности.

Для безэлектродной стримерной трубки были измерены времена зарядки и разрядки изолированной поверхности. Измерение состояло в снятии временной зависимости эффективности трубки к β -частицам при фиксированном напряжении питания. Напряжение выбиралось в наиболее чувствительной области, где эффективность $\sim 50\%$. Облучался участок трубки $4 \times 4 \text{ см}^2$, плотность потока β -частиц изменялась в пределах $\sim 0,1 \div 7 \cdot 10^3 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Было получено, в согласии с работой /6/, что время зарядки пренебрежимо мало, и в нашем случае не превышает нескольких секунд даже для самой малой плотности потока. Для измерения времени разрядки напряжение на трубке поднималось до величины, при которой достигалась полная эффективность, затем оно понижалось до достижения трубкой эффективности $\sim 50\%$. Эта новая эффективность оказывалась меньше начальной /при данном напряжении/ из-за присутствия на непроводящей поверхности избыточного заряда положительных ионов. По мере рассасывания этого избыточного заряда эффективность возрастает до своего начального значения. За время разрядки принималось время достижения начальной эффективности. Оказалось, что это время практически не зависит от плотности потока β -частиц /которая изменялась более чем в 20 раз/ при включенном источнике питания. Измерение без β -источника и без источника питания дает примерно то же время разрядки, не превышающее $\sim 10 \div 12$ часов. Таким образом, избыточный заряд рассасывается не под действием внешней ионизации, а за счет собственной проводимости пластика /поливинилхлорида/.

На рис.2 приведены спектры зарядов в импульсе, наведенных на системе внешних электродов, которые расположены сверху трубки обычной конструкции - со стороны крышки /спектры нормированы на одинаковую высоту/. Трубка облучалась перпендикулярным пучком рентгеновских фотонов с энергией ~ 8 кэВ через свинцовый коллиматор диаметром ~ 5 мм и такое же отверстие, прорезанное в середине центрального электрода. Электроника считывания запускалась сигналом с анодных проволок. Спектры на рис.2 расположены в том же порядке, что и электроды на рис.1. Форма спектров на различных электродах практически не отличается от формы

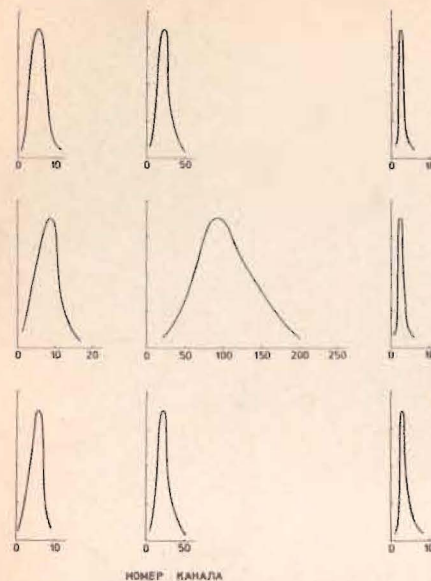


Рис.2. Спектры сигналов, наведенных на системе внешних электродов.

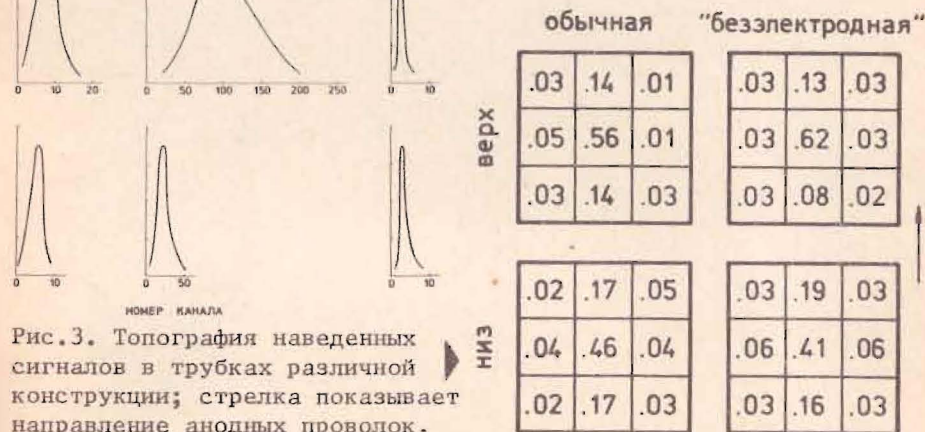


Рис.3. Топография наведенных сигналов в трубках различной конструкции; стрелка показывает направление анодных проволок.

спектра с анодных проволок. Однако распределение величины сигналов по электродам несимметрично относительно места облучения - оно вытянуто вдоль направления анодных проволок. Эта топография сохраняется при изменении напряжения питания трубок в области стримерного режима и при переходе к ограниченно-пропорциональному режиму. Наблюдаемая асимметрия не связана ни с влиянием δ -электронов трека /так как рентгеновские фотоны ионизируют газ локально/, ни с фотонным механизмом распространения разряда вдоль проволоки /так как асимметрия сохраняется и в ограниченно-пропорциональном режиме/. Прямые измерения сопротивления графитового покрытия катода в области облучения показывают аналогичную анизотропию - сопротивление в продольном направлении в несколько раз меньше сопротивления в поперечном направлении, что обусловлено технологией покраски. Таким образом, наблюдаемая топография наведенных сигналов связана с растеканием заряда по катоду преимущественно в продольном направлении. Это означает, что простая одномерная модель, принятая для расчета растекания /8,9/, является достаточно хорошим приближением даже для малых расстояний.

На рис.3 показана топография наведенных сигналов при размещении внешних электродов сверху и снизу трубок обеих конструкций. Цифры показывают долю заряда, зарегистрированную данным

электродом, по отношению к полному заряду, зарегистрированному всеми электродами. Пучок фотонов направляется в одно и то же место на катоде, чтобы устранить возможную систематическую ошибку из-за неоднородности сопротивления по поверхности катода. Видно, что топография наведенных сигналов практически не зависит ни от стороны считывания информации, ни от варианта конструкции трубок. Некоторое увеличение растекания заряда при считывании снизу вызвано большей проводимостью профиля в сравнении с крышкой в трубке обычной конструкции, а также с дополнительным влиянием крышки, положенной между профилем и пеналом для имитации безэлектродной конструкции. Данная топография зависит, разумеется, от длительности строб-импульса^{/10/} с увеличением длительности из-за растекания заряда по катоду доля заряда, зарегистрированного периферийными электродами, возрастает.

В заключение авторы выражают свою признательность К.Бозио за предоставление стримерных трубок, К.Г.Некрасову и Д.М.Хазинсу за предоставление части аппаратуры, В.М.Головатюку и И.А.Тяпкину за участие в начальном этапе работ, М.С.Биленькому за помощь в измерениях, Г.В.Мицельмахеру, Б.М.Понтекорво и А.А.Тяпкину за интерес к работе, а также П.Л.Кампана, Р.Орава и Ф.Шнайдеру за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iarocci E., NIM, 1983, vol.217, p.30.
2. Алексеев Г.Д., Круглов В.В., Хазинс Д.М. ЭЧАЯ, 1982, т.13, вып.3, с.703.
3. Battistoni G. et al. Phys.Lett., 1982, vol.118B, p.461.
4. Кулинич П.А., Толедо Р. ОИЯИ, 13-84-162, Дубна, 1984.
5. Кулинич П.А., Ольшевский А.Г. ОИЯИ, 10-84-181, Дубна, 1984.
6. Battistoni G. et al. Preprint LNF-83/4(P), Frascati, 1983.
7. Battistoni G. et al. NIM, 1979, vol.164, p.57.
8. Battistoni G. et al. NIM, 1982, vol.202, p.459.
9. Gygi E., Shneider F. CERN, EP Int./83-06, Geneva, 1983.
10. Arefiev A. et al. ITEP-151, Moscow, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 мая 1985 года

Алексеев Г.Д. и др.
Исследование пластиковых стримерных трубок

Д13-85-361

Исследовались стримерные трубки двух конструкций: с проводящей крышкой и без нее. Измерены их основные характеристики. Время зарядки изолированной поверхности в трубке без проводящей крышки не превышает нескольких секунд, время разрядки не превышает $\sim 10 \div 12$ ч и обусловлено собственной проводимостью материала трубки. Показано, что распределение наведенных сигналов по поверхности трубки практически не зависит ни от стороны считывания информации, ни от варианта конструкции трубок.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985