

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

Д1-85-166

В.М.Головатюк, Э.Гузик, Н.И.Зимин,
Р.Б.Кадыров, Т.С.Нигманов, В.Д.Рябцов,
А.Б.Садовский, И.А.Тяпкин, Н.А.Филатова,
Э.Н.Цыганов

РАБОТА ПЛАСТИКОВЫХ СТРИМЕРНЫХ ТРУБОК
С РЕЗИСТИВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Направлено в "НИИ"

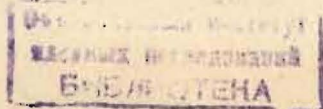
1985

Стабильность работы пластиковых стримерных трубок^{/1/} является важным условием обеспечения надежности создаваемых адронных калориметров установок ДЕЛФИ^{/2/}, OPAL^{/3/} и ALERH^{/4/}/ЛЭП, ЦЕРН/. Имеющийся опыт работы с пластиковыми трубками в режиме самогасящегося стримерного /СГС/ разряда показывает, что наиболее распространенной причиной отказа этих детекторов является появление и постоянное нарастание темнового тока в анодной цепи. Амплитуда рабочих сигналов при этом значительно падает. Такой ток обычно не сопровождается заметными шумовыми импульсами. Отмечено, что облучение трубки источником ионизирующего излучения стимулирует переход работы трубки в такой режим.

Нами были проведены исследования с целью нахождения причины указанной выше нестабильности в работе детекторов. Исследования проводились на профилях с сечением 9×9 мм², поставленных в ОИЯИ из INFN /Фраскати, Италия/. В качестве анода использовалась посеребренная проволока из бериллиевой бронзы диаметром 105 мкм, состав газовой смеси - аргон-изобутан в пропорции 1:3. Для удобства наблюдения верхняя резистивная крышка со счетчика была снята, газовый пенал сверху не покрывался экраном и имел прозрачное окно из майлара. Проверка показала, что дефекты конструктивных элементов трубки /проволока, концевики, поддержки, механические неточности в изготовлении/ не являются основной причиной отказа детекторов.

Главной причиной наблюдаемой нестабильности работы детекторов, как мы полагаем, являются свойства резистивного покрытия катода.

На рис.1 представлена зависимость напряжения, при котором работа трубки становится нестабильной, от величины сопротивления поверхности катода. Для этих измерений использовалась углеродная проводящая краска на основе метилизобутилкетона, полученная из INEN /Фраскати/. Средний размер зерна углерода в этой краске составляет около 1 мкм. Краска наносилась путем распыления из пульверизатора. Для данных, обозначенных сплошными кружочками, рекомендованная концентрация краски была уменьшена в десять раз. Микрофотография поверхности, покрашенной таким способом, приведена на рис.2. При каждом значении резистивности, при котором приведены экспериментальные данные на рис.1, измерялась зависимость эффективности счетчика от анодного напряжения, для чего использовался радиоактивный источник ¹⁰⁶Ru. Порог срабатывания регистрирующей электроники составлял 10 пКл. При сопротивлениях резистивного слоя менее 90 кОм на квадрат типичная область плато простирается от 5,2 до 6,6 кВ. В трубках с сопротивлением катода выше 90 кОм на квадрат длина плато начинает сокращаться.



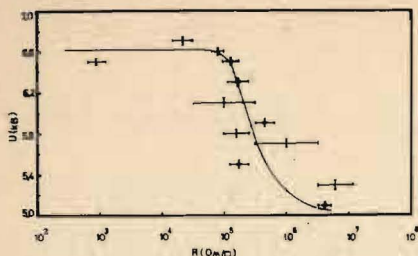


Рис.1. Зависимость значения максимального рабочего напряжения пластиковой стримерной трубки от резистивности катода.

Картина возникновения неустойчивого режима работы счетчика различна в зависимости от величины сопротивления катода. Для трубки с катодом, имеющим сопротивление ниже 90 кОм на квадрат, стабильный режим простирается до напряжения около 6,6 кВ. Начиная с напряжения около 6,0 кВ, облучение детектора радиоактивным источником приводит к появлению некоторого количества стримеров, имеющих протяженность вплоть до катода. При напряжении около 6,6 кВ начинаются самопроизвольные искровые разряды, которые при прекращении облучения трубки радиоактивным источником не пропадают.

Таким образом, для трубок с катодом, имеющим сопротивление ниже 90 кОм на квадрат, причиной обрыва плато являются самопроизвольные искровые разряды. Для таких трубок в области плато после окончания облучения возрастание тока в анодной цепи не наблюдается.

При увеличении сопротивления катода прекращение стабильного режима работы трубки связано с появлением негасящегося голубого свечения вокруг проволоочки. Такой "тлеющий" разряд возникает первоначально в одной точке на проволоочке и постепенно захватывает ее практически всю. Облучение трубки радиоактивным источником обычно ускоряет появление "тлеющего" разряда, который прекращается только после полного снятия напряжения.

При сопротивлении катода выше 3 МОм на квадрат возникновение "тлеющего" разряда вокруг проволоочки происходит еще до получения эффективной регистрации частиц.

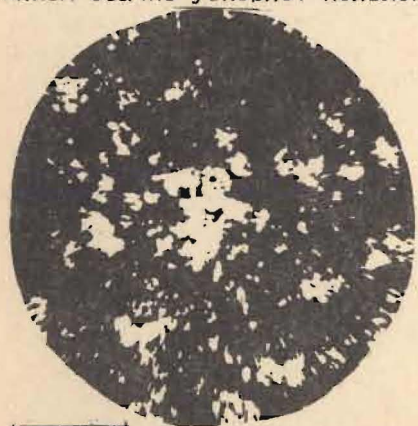


Рис.2. Микрофотография поверхности катода.

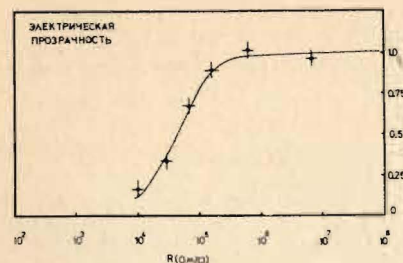


Рис.3. Электрическая прозрачность катода в зависимости от его резистивности. Данные взяты из работы /7/.

В начальной стадии "тлеющего" разряда удается наблюдать его направленность к определенному месту на катоде. Иногда удается наблюдать соединение "тлеющего" пятна на проволоочке с определенной светящейся точкой на катоде. Эту картину удастся воспроизвести искусственно путем создания на катоде пятна с высоким сопротивлением. В таком случае светящиеся точки обычно располагаются по периметру пятна. На трубках, покрашенных в INFN, точки возникают иногда на границе светлой и темной полосы, образованной на катоде красящим устройством.

Наблюдения позволяют предположить, что причиной возникновения "тлеющего" разряда является эмиссия электронов в тех местах, где в момент растекания ионного тока создается большая поверхностная разность потенциалов. Одной из возможных причин эмиссии электронов может быть процесс, известный в литературе под названием мальтер-эффекта /5/. Процесс эмиссии электронов происходит, по-видимому, в областях между частицами графита, расположенными на близком расстоянии, но не имеющими контакта между собой. В таких местах могут возникать микропробои, которые также будут поддерживать "тлеющий" разряд.

В работе /6/ при исследовании трубок с катодом из пластмассы отмечался эффект, подобный описанному в настоящей статье. Авторы этой работы связывали наблюдаемый эффект со свойствами пластмассы, с объемной проводимостью, и в своих дальнейших исследованиях трубок с резистивным покрытием больше не возвращались к этому вопросу.

На рис.3 приводится зависимость электрической прозрачности катода от величины сопротивления графитового покрытия, взятая из работы /7/. Сравнение данных, приведенных на рис.1 и 3, показывает, что добиться стабильной работы пластиковых трубок с графитовым катодом симметричной конфигурации и в то же время обеспечить гарантированную прозрачность детектора при существующей технологии будет практически невозможно. Для обеспечения надежной работы детекторов адронного калориметра можно рекомендовать, по-видимому, вариант детектора без верхней крышки и с катодом с низкой резистивностью /лучше металлическим/.

Авторы благодарят А.Барончелли и К.Бозио за образцы материалов, использованные при исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Battistoni G. et al. Nuclear Instruments and Methods, 1980, 176, p. 297.
2. DELPHI, Technical Proposal, CERN/LEPC/83-3.
3. OPAL, Technical Proposal, CERN/LEPC/83-4.
4. ALEPH, Technical Report, CERN/LEPC/83-2.
5. Malter L. Thin Film Emission. Phys.Rev., 1936, 50, p. 48.
6. Battistoni G. et al. Nuclear Instruments and Methods, 1979, 164, p. 57.
7. Battistoni G. et al. Nuclear Instruments and Methods, 1982, 202, p. 495.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 марта 1985 года.

Головатюк В.М. и др.

Д1-85-166

Работа пластиковых стримерных трубок
с резистивным покрытием

Исследовано влияние сопротивления катода с углеродным покрытием на стабильность работы проволочных камер. Показано, что при сопротивлении катода выше 90 кОм на квадрат работа детекторов в самогасящемся стримерном режиме становится нестабильной.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Golovatyuk V.M. et al.

D1-85-166

Operation of Plastic Streamer Tubes with High
Resistivity Varnish

The stability of plastic streamer tubes as a function of carbon cathode resistance has been investigated. It is shown that for a cathode resistance above 90 kOhm per square the detector operation in a self-quenching mode becomes unstable.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985