

С 347.14
Г- 626

27/x.6

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1819



И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский, Ю.Р. Лукстиньг,
Э.О. Оконов, Г.Г. Тахтамышев,
В.И. Устинов, В.М. Шешунов

УСТАНОВКА С ТРЕКОВЫМИ ИСКРОВЫМИ
КАМЕРАМИ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА УСКОРИТЕЛЕ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1964

И.А. Голутвин, Ю.В. Зацевский, Ю.Р. Лукстиньш,
Э.О. Оконов, Г.Г. Тахтамышев,
В.И. Устинов, В.М. Шешунов

УСТАНОВКА С ТРЕКОВЫМИ ИСКРОВЫМИ
КАМЕРАМИ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА УСКОРИТЕЛЕ

2717/3 чр

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

1. Введение

В ряде работ, опубликованных за последнее время /1,2/, исследовались искровые камеры с большим межэлектродным расстоянием (так называемые трековые искровые камеры), в которых разряд следует по треку проходящей частицы. Нет сомнений, что камеры этого типа найдут применение в практике физического эксперимента, поскольку они обладают существенными преимуществами по сравнению с многопластинчатыми камерами. К числу этих преимуществ следует прежде всего отнести простоту в изготовлении, большую точность измерения импульса частицы по искривлению ее траектории в магнитном поле, а также хорошую эффективность одновременной регистрации нескольких частиц. Нами была изготовлена установка, включающая несколько трековых камер и систему их импульсного питания. Эта установка разрабатывалась с учетом возможности применения в различных опытах на синхрофазотроне ОИЯИ. Как правило, питание искровых камер осуществляется с помощью генераторов, собранных по схеме Аркальева-Маркса.

В некоторых случаях это оказывается неудобным, например, когда искровые камеры должны быть по условиям опыта удалены друг от друга или от генератора на несколько метров. Передача высоковольтных импульсов в этом случае осуществляется по кабелям, а без применения специальных мер подобные генераторы плохо приспособлены для работы на кабель с малым волновым сопротивлением.

В нашей установке импульсы высокого напряжения для питания искровых камер вырабатываются в схеме умножения напряжения, выполненной на коаксиальных кабелях. Эти же кабели используются для передачи высоковольтного импульса к камерам. В качестве коммутирующего элемента может быть использован любой разрядник тригatronного типа.

В зависимости от условий эксперимента запуск установки может производиться от сцинтилляционных, черенковских счетчиков или счетчиков Гейгера-Мюллера. При запуске от гейгеровских счетчиков неизбежны большие времена запаздывания высоковольтного импульса относительно момента прохождения частицы через камеру. Поэтому время памяти камер в этом случае должно быть не очень мало (порядка нескольких микросекунд).

При работе установки в пучках заряженных частиц большой интенсивности запуск камер, как правило, осуществляется от сцинтилляционных счетчиков. В этих условиях требуется иметь малые времена памяти камер.

Времена памяти порядка 10 мксек обеспечиваются при заполнении камер, изготовленных из плексигласа, чистым цеоном. При введении в камеру насыщенных паров йода (как это было сделано в работе ^{3/}) время памяти уменьшается примерно до 1-1,5 мксек без применения очищающего поля. Это дает возможность помещать камеры в магнитное поле, не опасаясь так называемого "E x B смещения".

2. Импульсное питание

Блок-схема системы импульсного питания искровых камер приведена на рис. 1. Батарея конденсаторов C_3 емкостью ≈ 15000 пф заряжается до напряжения ≈ 50 кв от слаботочного ($i_{\max} = 0,5$ ма) выпрямителя ВВП-50 через сопротивление $R_3 = 150$ мом. Постоянная времени заряда $\tau_{\text{зар.}} = 2,2$ сек. В качестве коммутатора P_1 может быть использован любой разрядник тригatronного типа. Разрядник срабатывает от запускающего импульса, вырабатываемого в блоке запуска (БЗ). В этот блок включен тиратрон ТГИ-130/10 (можно использовать ТГИ-325/18). Обостряющий разрядник P_2 (в коаксиальном исполнении) служит для уменьшения длительности переднего фронта импульса. Импульсный трансформатор T_p выполняется на кабелях РК-102 или РК-108 и служит для повышения напряжения до величины, достаточной для создания в камерах напряженности поля порядка 8-10 кв/см. Трансформатор состоит из k групп по n кабелей. Входные концы всех кабелей соединяются параллельно, а выходные концы в каждой группе - последовательно; k равно числу камер, на которые должно подаваться напряжение; n определяется необходимой величиной трансформации напряжения.

Для искровых камер с межэлектродным расстоянием ≈ 10 см достаточно иметь $n = 2 \div 3$. Для больших промежутков (≈ 20 см) $n = 4 \div 5$. Длина кабелей L определяется длительностью импульса на камерах и должна быть больше 10 м. Линия Z_1 имеет волновое сопротивление $Z_1 = \frac{Z_0}{pk}$ и длину $\approx 5 \div 10$ м. Z_0 - волновое сопротивление кабелей, на которых выполнен трансформатор.

С целью уменьшения величины отражений импульсов в трансформаторе камеры шунтируются сопротивлением $R_H = 300$ ом. В системе импульсного питания четырех 10 - сантиметровых искровых камер при $V_0 = 40$ кв на электродах с площадью пластин по 2500 см² получается высоковольтный импульс со следующими параметрами. Амплитуда $U \approx 80$ кв; длительность $\tau_{\text{имп}} \approx 60$ нсек (по полувысоте); длительность переднего фронта $\tau_{\text{ф}} \approx 5$ нсек.

3. Искровые камеры

Общий вид камеры показан на рис. 2. Рамы искровых камер изготовлены из оргстекла, электроды - из дюралюминия. При сборке используется резиновое уплотнение.

образования искры в камере, но не вероятность получения пригодного для измерений трека.

Соответствующим образом должно изменяться понятие времени памяти трековой камеры, которое для многопластинчатых камер определялось как время задержки импульса, при котором вероятность разряда в камере падает наполовину. Мы будем называть трековым временем памяти ($T_{тр}$) ту задержку импульса, при которой трековая эффективность (для заданного ϕ) уменьшается в 2 раза.

Характерным показателем работы камеры в трековом режиме является также максимальный угол ϕ_{max} , при котором эффективность $\epsilon_{тр} \geq 0,5$. На рис. 4,5 приведены кривые эффективности камер в зависимости от угла ϕ . Визуальный контроль показал, что в тех редких случаях, когда на пленке вообще не видны треки, они, как правило, наблюдаются визуально. Поэтому систематическая ошибка, которая могла бы возникнуть при таком подходе, незначительна и может привести к несколько заниженной величине трековой эффективности.

На рис. 6,7 показаны кривые, характеризующие время трековой памяти камеры. Из приведенных графиков видно, что после наполнения чистым неоном задержка импульса на 10 мксек не уменьшает существенно трековую эффективность для $\phi = 35^\circ \div 45^\circ$. Следует отметить, однако, что после 4 суток время трековой памяти уменьшается (для треков с $\phi = 35^\circ \div 45^\circ$) до 2,5 мксек. При этом для треков с $\phi = 0^\circ \div 10^\circ$ время трековой памяти еще довольно велико $T_{тр} = 7 \div 8$ мксек при наполнении неоном + насыщенные пары йода; время трековой памяти камеры $T_{тр} = 2,5 \div 3,0$ мксек для треков с $\phi = 30 \div 40^\circ$ х). Величина $T_{тр}$ также уменьшается со временем ("старение камеры").

Трековая эффективность примерно такая же, как и при наполнении чистым неоном. Однако весьма существенным здесь является то обстоятельство, что яркость треков значительно меньше зависит от ϕ .

Авторы пользуются случаем поблагодарить Т.Л. Асатриани, Р.О. Шархатуяна, Г.Е. Чиковани, В.Н. Ройнишвили, В.А. Михайлова, А.Т. Матюшкина за весьма полезные обсуждения и советы.

х) Очевидно, что при $\phi = 0^\circ$ $T_{тр}$ совпадает с "обычным" временем памяти камер.

Л и т е р а т у р а

1. А.И. Алиханян. Вопросы физики элементарных частиц. III. Ереван, Издание Академии Наук Армянской ССР, 1983, стр. 553-572.
2. A.Roberts, Spark Chamber: the state of the art, paper delivered at the International Symposium on Nuclear Electronics. Paris, November, 1963, стр. 25-27.
3. G.Charpak and L.Massonet, RSI, v. 34, 6, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 августа 1984 г.

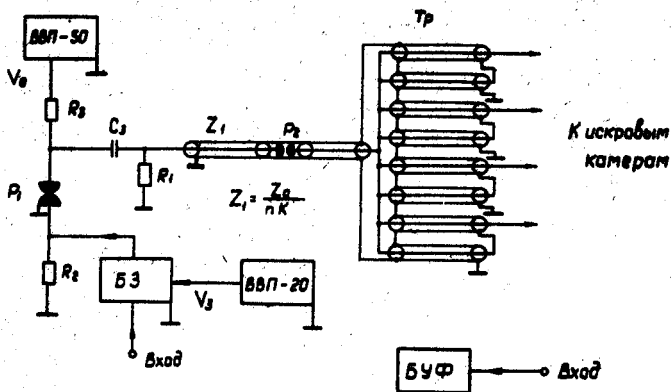


Рис. 1. Блок-схема системы импульсного питания искровых камер.

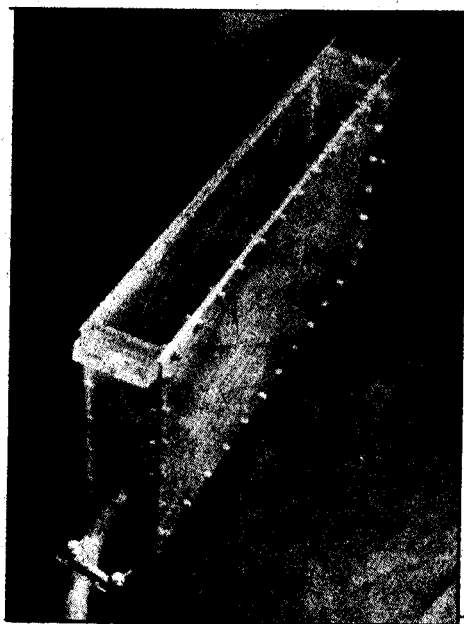


Рис. 2. Внешний вид искровой камеры.

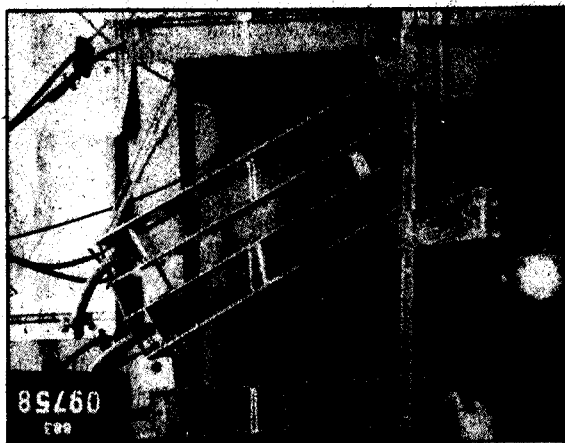


Рис. 3. Фотография трека космической частицы. Наклон внутренних камер можно менять для определения угловой эффективности $\epsilon_{тр}$; крайние меры служат для мониторинга.

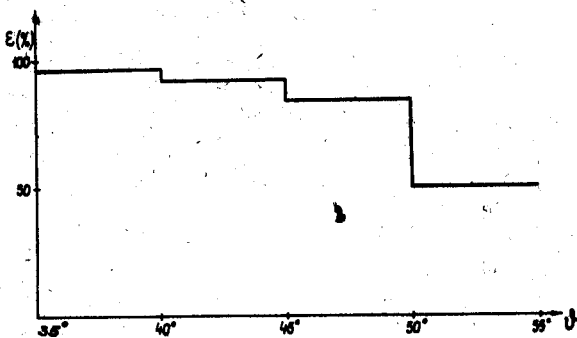


Рис. 4. Зависимость трековой эффективности $\epsilon_{тр}$ от угла ϕ . Наполнение - чистый неон. (Статистические ошибки для всех кривых не более $10 \div 15\%$).

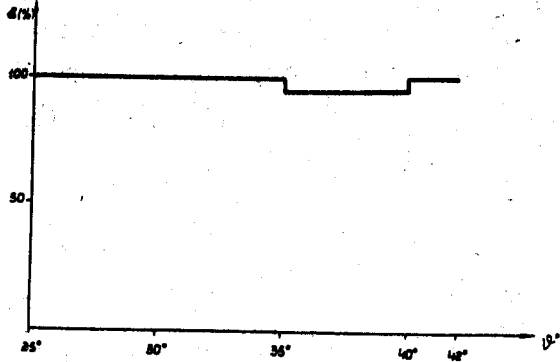


Рис. 5. Зависимость трековой эффективности ϵ от угла ϕ . Наполнение - неон + насыщенные пары йода.

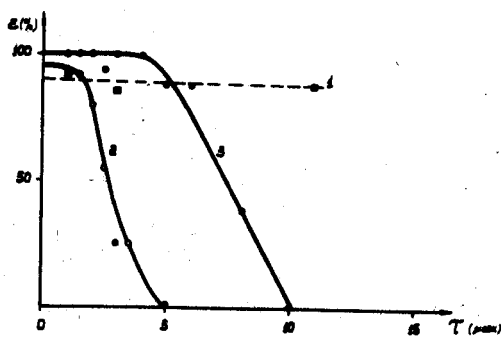


Рис. 6. Изменение трековой эффективности от задержки высоковольтного импульса. Наполнение - чистый неон. 1 Несколько часов после наполнения камер ($\phi \approx 35^\circ \div 45^\circ$); 2) 100 часов после наполнения ($\phi \approx 35^\circ \div 45^\circ$); 3) 100 часов после наполнения ($\phi \approx 35^\circ \div 45^\circ$).

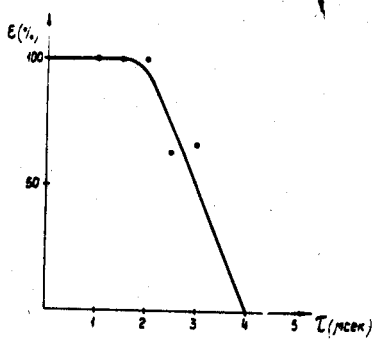


Рис. 7. Изменение трековой эффективности от задержки высоковольтного импульса. Несколько часов после наполнения - неон + насыщенные пары йода ($\phi \approx 30^\circ \div 40^\circ$).