

Г-83

30/11-70

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5273



Т.С. Григалашвили, Ю.В. Заневский,
В.Д. Пешехонов, Е.А. Силаев

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ
ИСКРОВЫХ КАМЕР ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ФОНОВЫХ ЗАГРУЗОК

1970

13 - 5273

Т.С. Григалашвили, Ю.В. Заневский ,
В.Д. Пешехонов, Е.А. Силаев

8583/2 148

**ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ
ИСКРОВЫХ КАМЕР ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ФОНОВЫХ ЗАГРУЗОК**

Направлено в ПТЭ



1. Введение

Эффективность проволочной искровой камеры ϵ при условии больших фоновых загрузок определяется эффективностями собственно искровой камеры и системы считывания. Временное разрешение искровой камеры зависит, главным образом, от задержки подачи высоковольтного импульса на камеру относительно момента пролета запускающей частицы через объем камеры (τ_3). В большинстве экспериментов на ускорителях величина τ_3 соответствует 0,5-0,8 мксек, следовательно, минимальное разрешающее время искровой камеры будет порядка 1-1,6 мксек. При больших загрузках ($\approx 3 \cdot 5 \cdot 10^8$ 1/сек) в камере регистрируется значительное число фоновых искр, снижающих эффективность камеры к рабочему треку. Эффективность системы считывания информации с искровой камеры (м.с. линия, катушка, усилитель-дискриминатор) определяется коэффициентом передачи и динамическим диапазоном этой системы.

Ниже предлагается методика исследований характеристик проволочных искровых камер в лабораторных условиях и приводятся результаты измерений.

2. Описание установки

Для исследований использовалась проволочная искровая камера размерами $600 \times 400 \times 8$ мм³. На рис. 1 показана функциональная схема установки для определения характеристик искровой камеры с магнитострикционным считыванием. Искровая камера облучается двумя источниками 1 и 2. Оба источника - Sr-90. Интенсивность 1-го источника $\approx 10^8$ распадов/мин, 2-го - $1,5 \cdot 10^8$ распадов/мин (число распадов указано для 4π геометрии). Под 1-м источником расположен сцинтиллятор с двумя фотоумножителями, сигналы от которых поступают на схему совпадений. Схема пропускания управляется генератором, с помощью которого можно менять скорость запусков искровой камеры. После схемы пропускания сигнал через размножитель и схему задержки поступает на генератор высоковольтных импульсов.

Генератор в/в импульсов выполнен на тиратроне ТГИ-1-130/10. Разрядная емкость $C_p = 1500$ пф. Собственная задержка генератора ≈ 100 нсек.

Таким образом, запуск искровой камеры определяется излучением (β^-) 1-го источника, источник 2 является фоновым. Расположение счётчика и источников выбрано так, что излучение 2-го источника не попадает в счётчик.

Считывание сигнала производится с помощью магнитострикционной линии (МСЛ). Сигнал с катушки поступает на предусилитель ($K_{ус} = 35$), который расположен на камере (рис. 2), и по 50-омному кабелю подается на усилитель-дискриминатор (рис. 3). Сигналы с усилителя-дискриминатора поступают на схему регистратора (рис. 1).

Пересчётные схемы РС-1, РС-2, РС-3 запоминают следующую информацию: РС-1 - число запусков искровой камеры (n); РС-2 - число запусков, когда в камере была зарегистрирована искра от источника 1 (n_1); РС-3 - общее количество искр в камере, вызванных излучением источника 2 (n_{ϕ}).

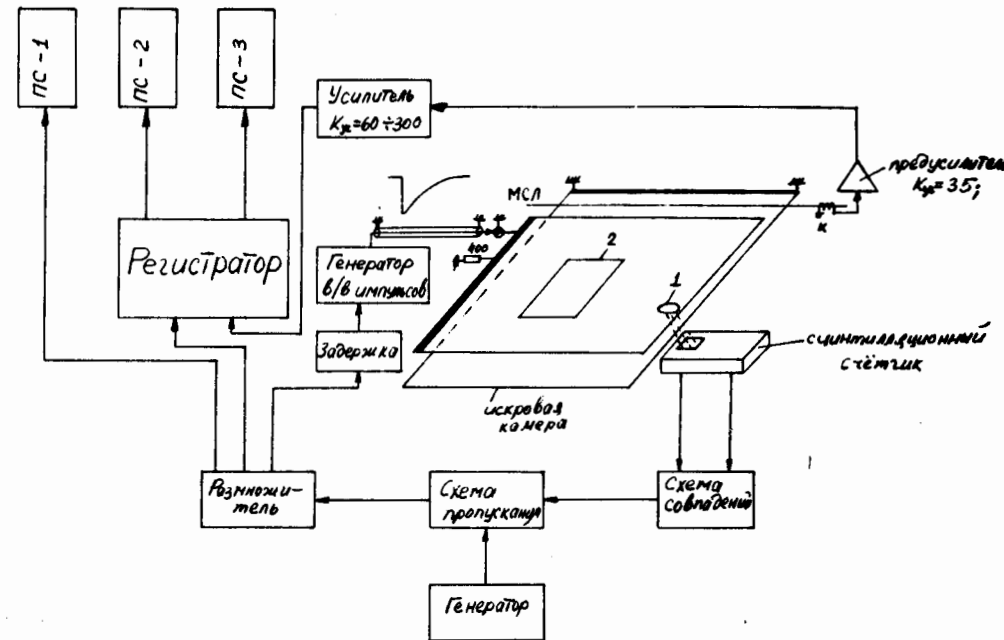
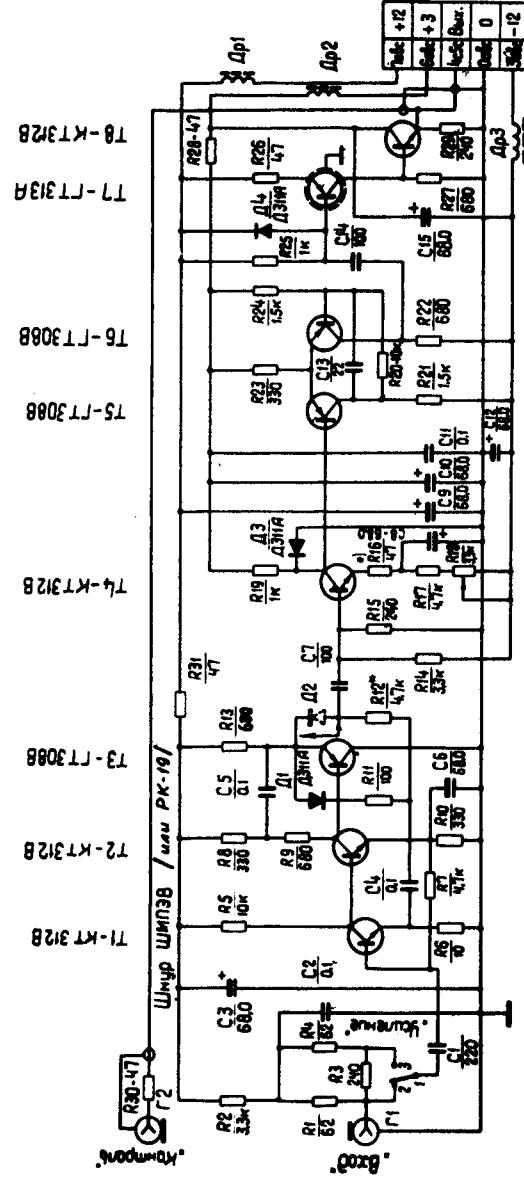
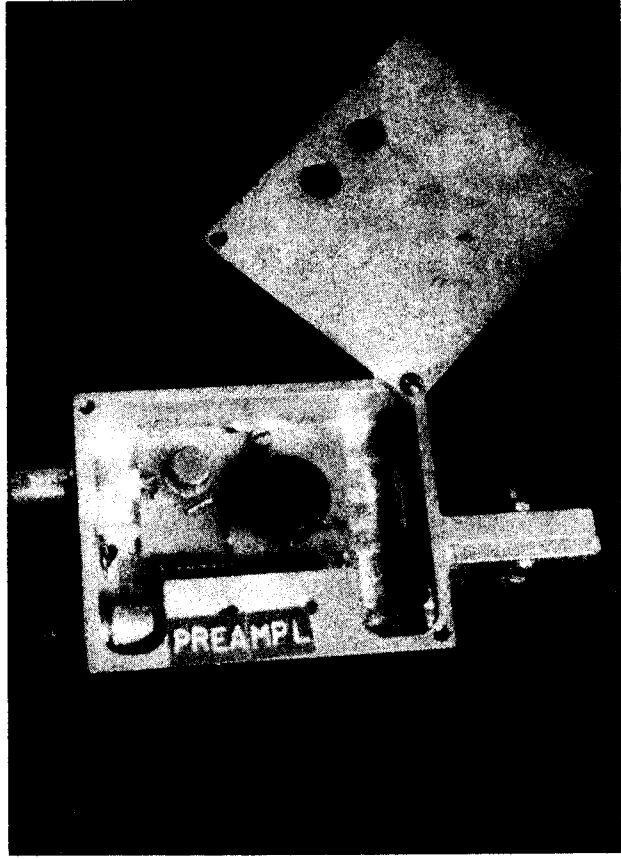


Рис. 1. Функциональная схема установки для исследований характеристик магнитострикционных искровых камер.

Рис. 2. Узел съема информации с магнестрикционной линии.



Вместо диода D2 при монтаже установить проболочную перемычку. Детали, отмеченные знаком *) подбираются при регулировке.

Рис. 3. Принципиальная схема усилителя-дискриминатора.

На рис. 4 показана блок-схема регистратора и временная диаграмма, поясняющая работу установки. Регистратор состоит из 2-х схем "И", триггера и трех одновибраторов.

Сигнал с разноразрядителя поступает на Вх2 и запускает схему регистратора. На Вх1 поступают сигналы с усилителя-дискриминатора после запуска искровой камеры. Импульс, обозначенный номером 1, соответствует искре от источника 1, а импульсы 2-6 - искрам от фонового источника. Размеры сцинтиллятора 30x20x8 мм³, поэтому "рабочие" искры от источника 1 должны укладываться в пределах этой же площади (30x20 мм²).

Одновибратор ОВ-1 вырабатывает временной интервал 10 мксек, в который должен попадать сигнал от "рабочей" искры. Сигналы от фоновых искр в этот интервал не попадают.

Таким образом, с помощью описанной установки можно определять следующие параметры искровой камеры:

- 1) эффективность к "рабочей" искре

$$\epsilon_p = \frac{n}{m};$$

- 2) среднее число фоновых искр в камере

$$\bar{N}_\phi = \frac{n_\phi}{m}.$$

В процессе измерений искровая камера продувалась $Ne + 1-2\% C_2H_5OH$. Имелась возможность вводить различные газовые добавки и менять их концентрацию в широких пределах.

Разрешающее время камеры менялось с помощью постоянного очищающего поля или газовыми добавками.

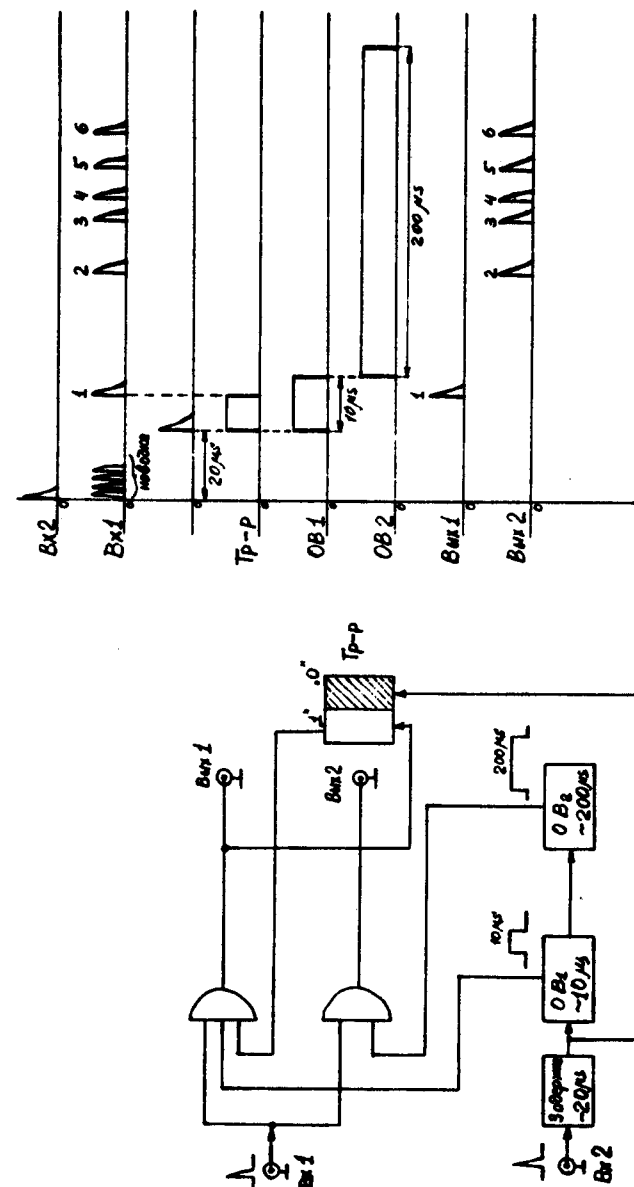


Рис. 4. Блок-схема регистратора и временная диаграмма его работы.

3. Экспериментальные результаты

Зависимость эффективности магнитоотрицательной искровой камеры от коэффициента усиления $K_{ус}$ системы съема сигнала (предусилителя и усилителя-формирователя) показана на рис. 5. Порог дискриминатора в усилителе-формирователе - 0,4±0,5 в. Эти измерения сделаны без фонового источника, т.е. когда в камере, в основном, одна искра. Газовая смесь, продуваемая через камеру, - Ne + 1,5% C₂H₅OH.

На рис. 6 приведены зависимости ϵ_p и \bar{N}_ϕ от коэффициента усиления системы съема сигнала $K_{ус}$ для случая, когда над камерой помещен также и фоновый источник.

Для этой же газовой смеси на рис. 7 показаны кривые, характеризующие временное разрешение искровой камеры. Наличие "хвостов" на всех кривых объясняется, по-видимому, ионизацией молекул спирта при наличии постоянного очищающего поля. Поэтому реальное разрешающее время $\tau_{п}$ камеры с такой газовой смесью более правильно оценивать на уровне 0,35 ϵ_p .

Эти зависимости были сняты с фоновым источником. Добавление к этой смеси небольшого количества фреона $\approx 8 \cdot 10^{-3}\%$ позволяет уменьшить "хвосты" до уровня 2-3% (рис. 8).

На рис. 9 показаны зависимости ϵ_p и \bar{N}_ϕ от $K_{ус}$. Пунктирная кривая В показывает, что при $K_{ус} \geq 5 \cdot 10^3$ регистрируются все фоновые искры.

На рис. 10 (левый график) изображена зависимость \bar{N}_ϕ от разрешающего времени искровой камеры $\tau_{п}$ при постоянной интенсивности фона I. Величину \bar{N}_ϕ можно подсчитать, пользуясь выражением

$$\bar{N}_\phi = I \cdot \tau_{п} \cdot \epsilon_\phi, \quad (1)$$

Ne + 1,5% C₂H₅OH
E_{ан} = 60v $\tau_2 = 0,7 \mu s$

Кривые 1 - E_з = 50v; 2 - E_з = 45v
3 - E_з = 40v; 4 - E_з = 37,5v

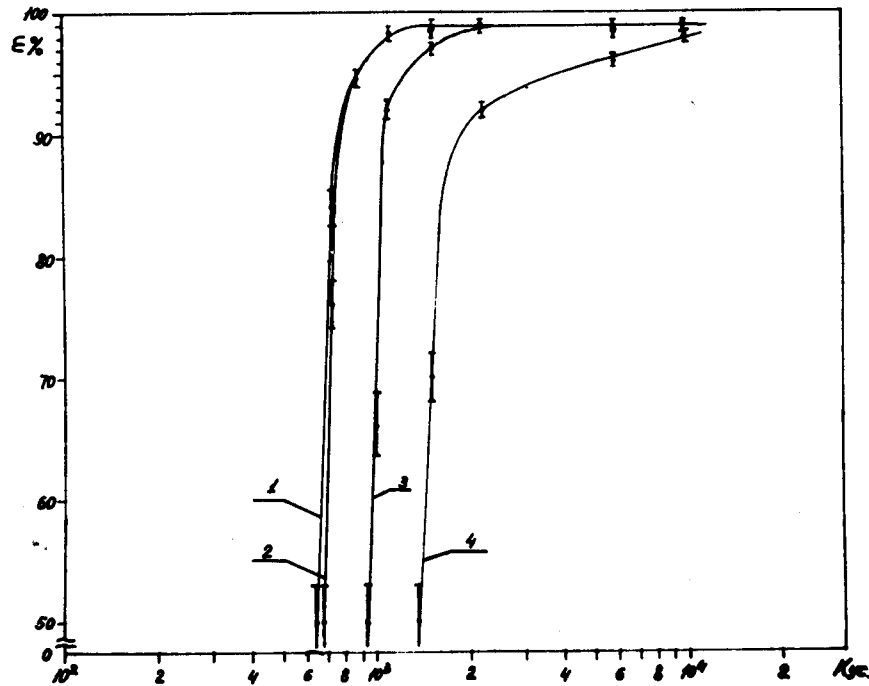


Рис. 5. Эффективность регистрации искр в камере как функция $K_{ус}$ для различных зарядных напряжений E_z . В камере - 1 искра. Газовая смесь Ne + 1,5% C₂H₅OH.

— $E_3 = 50 \text{ кВ}$ — $E_3 = 50 \text{ кВ}$ ■ Δ — при запуске от
 $E_{отч.} = 60 \text{ в}$ $E_{отч.} = 120 \text{ в}$ космических лучей
 $\tau_3 = 0,7 \mu\text{с}$ $\tau_3 = 0,2 \mu\text{с}$
 $\tau_4 = 2,5 \mu\text{с}$ $\tau_4 = 1,6 \mu\text{с}$

Газовая смесь: $\text{Ne} + 1,5\% \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

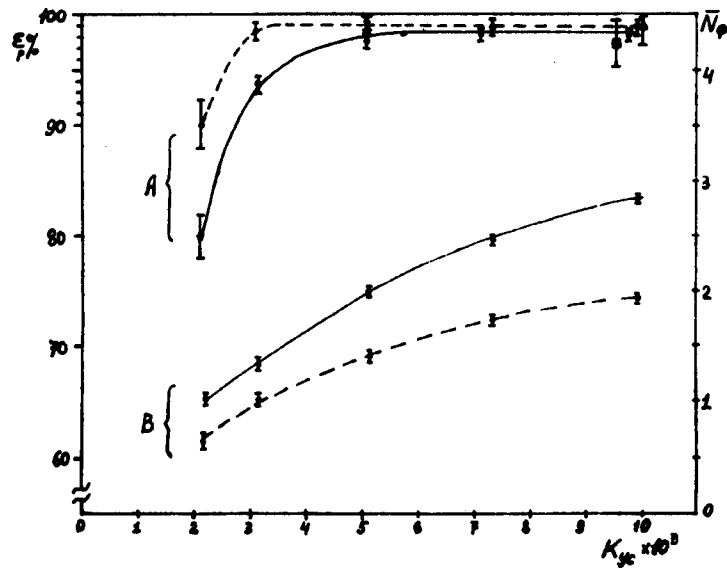
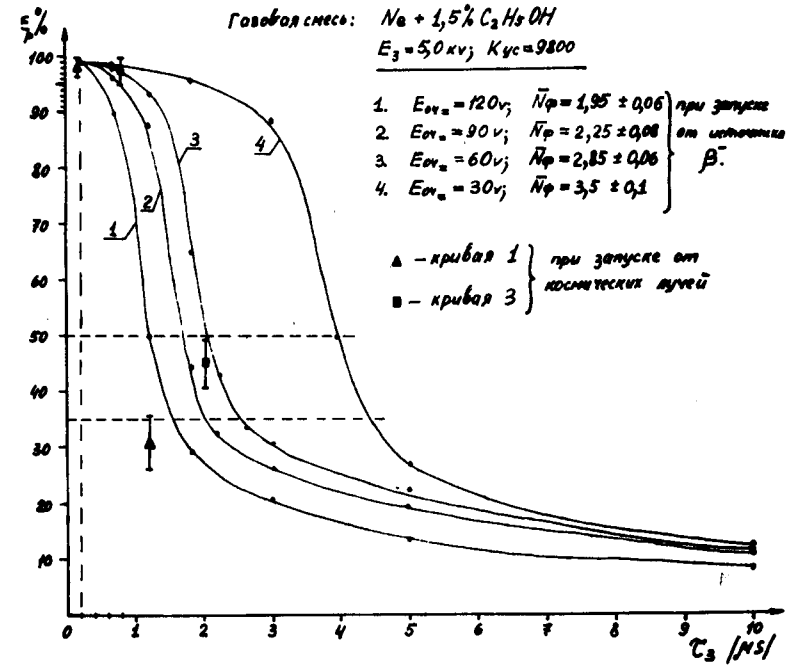


Рис. 6. Зависимость ϵ_r и \bar{N}_ϕ от $K_{ус}$ $A - \epsilon_r = f(K_{ус})$;
 $B - \bar{N}_\phi = f(K_{ус})$. Газовая смесь $\text{Ne} + 1,5\% \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.



Газовая смесь: $\text{Ne} + 1,5\% \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 $E_3 = 50 \text{ кВ}$, $K_{ус} = 9800$

1. $E_{отч.} = 120 \text{ в}$; $\bar{N}_\phi = 1,95 \pm 0,06$ } при запуске
2. $E_{отч.} = 90 \text{ в}$; $\bar{N}_\phi = 2,25 \pm 0,08$ } от источника
3. $E_{отч.} = 60 \text{ в}$; $\bar{N}_\phi = 2,85 \pm 0,06$ } β^-
4. $E_{отч.} = 30 \text{ в}$; $\bar{N}_\phi = 3,5 \pm 0,1$ }

Δ — кривая 1 } при запуске от
 \square — кривая 3 } космических лучей

Рис. 7. Зависимости, характеризующие разрешающее время искровой камеры при различных значениях постоянного очищающего поля. Газовая смесь $\text{Ne} + 1,5\% \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

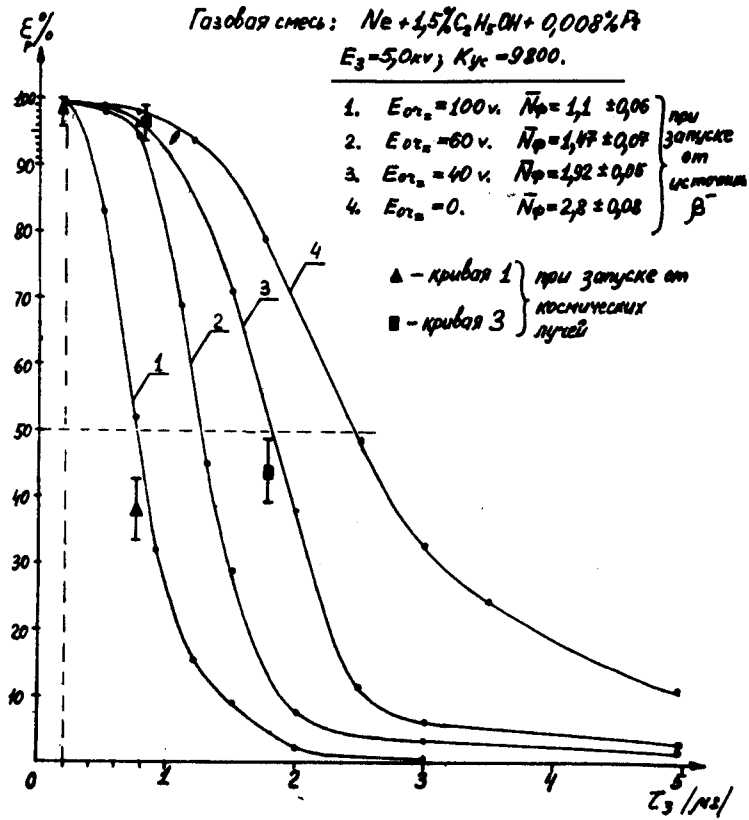


Рис. 8. Зависимости, характеризующие разрешающее время искровой камеры при различных значениях постоянного очищающего поля. Газовая смесь $Ne + 1,5\% C_2H_5OH + 0,008\% Fr$.

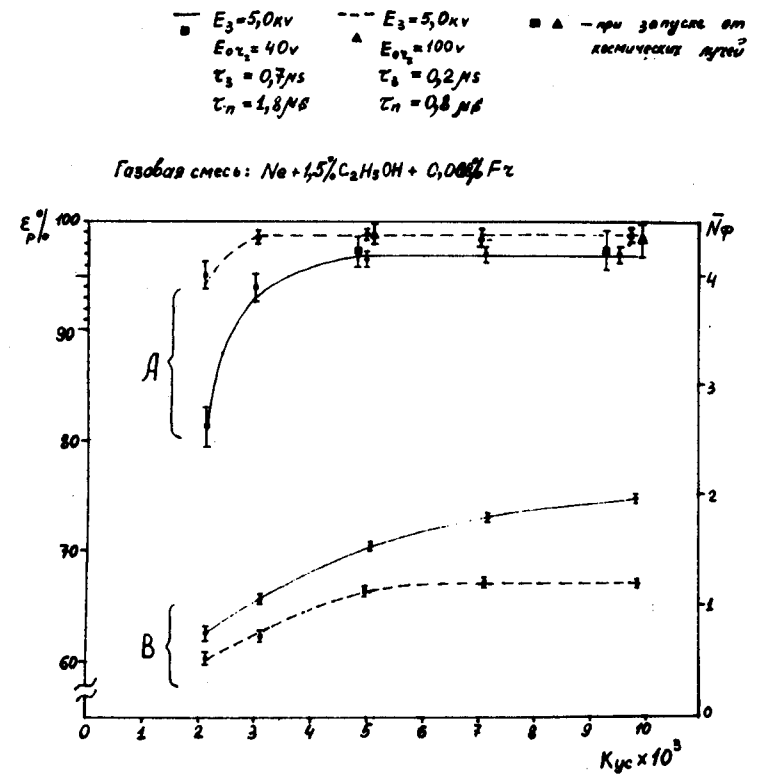


Рис. 9. Зависимости ϵ_p и \bar{N}_p от K_{yc} А - $\epsilon_p = f(K_{yc})$; В - $\bar{N}_p = f(K_{yc})$. Газовая смесь $Ne + 1,5\% C_2H_5OH + 0,008\% Fr$.

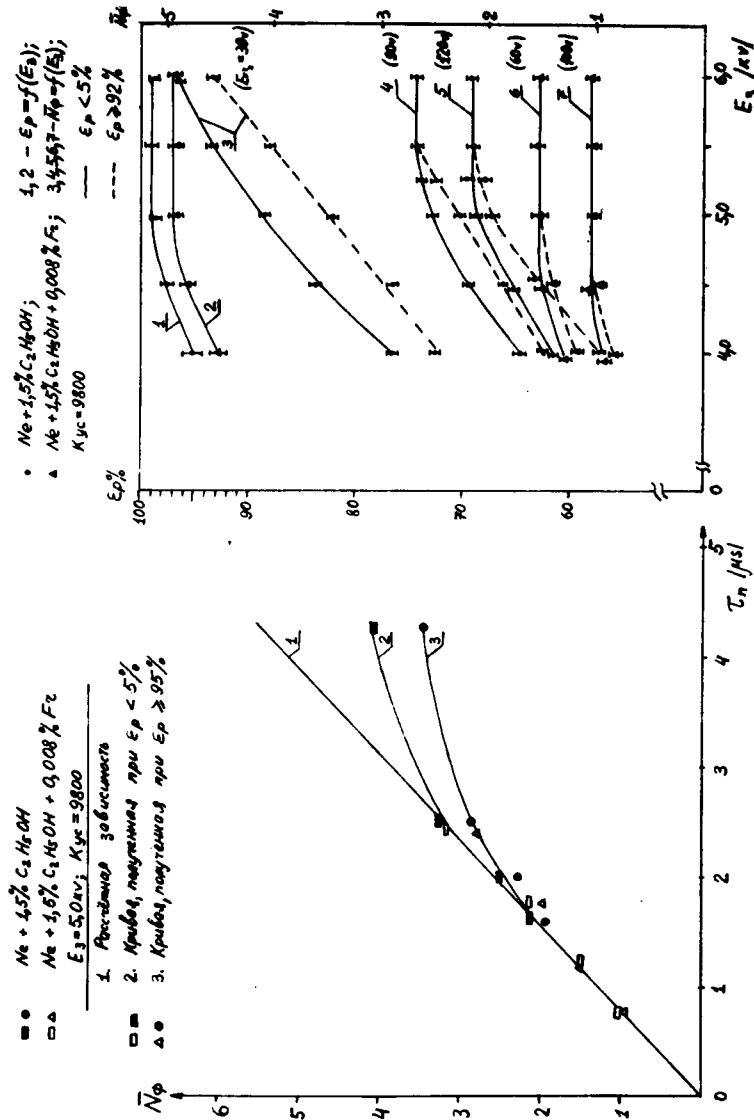


Рис. 10. Зависимости N_{ϕ} от разрешающего времени искровой камеры - слева, ϵ_p и N_{ϕ} от зарядного напряжения - справа.

где ϵ_{ϕ} - эффективность регистрации фоновых искр. Кривая 1 соответствует $\epsilon_{\phi} = 1$. Кривая 3 построена из графиков, показанных на рис. 7 и 8.

Кривая 2 получена при условии, что $\epsilon_p < 5\%$, т.е. при случайных запусках.

Зависимости ϵ_p и N_{ϕ} от амплитуды высоковольтного импульса, подаваемого на искровую камеру, показаны на правом графике рис. 10.

4. Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

- 1) С помощью сравнительно простой методики можно полностью воспроизвести на стенде режим работы проволочных искровых камер в условиях больших фоновых нагрузок.
- 2) Добавка F_2 на уровне $8 \cdot 10^{-3}\%$ позволяет снизить разрешающее время искровой камеры на 30-40%.
- 3) Показано, что при $\tau_s \approx 0,7$ мксек проволочная камера имеет эффективность к "рабочему" треку $\epsilon_p \geq 95\%$ при интенсивности фона заряженных частиц $\approx 3 \cdot 5 \cdot 10^6$ 1/сек. Это видно из кривой 4 рис. 7.
- 4) Дана методика подбора оптимальных параметров системы съема сигналов для магнестрикционной искровой камеры.
- 5) При необходимости на экспериментальной установке с помощью искровой камеры с фиксированным разрешающим временем можно определить интенсивность фона заряженных частиц с точностью не хуже $\pm 10\%$.

В заключение авторы выражают благодарность А.Ф. Писареву и Э.Н. Цыганову за обсуждение работы и полезные советы.

Л и т е р а т у р а

1. G.É. Chikovani, G.C. Laverriere and P. Schubelin. Nucl.Instr. and Methods., 47, 273, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 июля 1970 года.