

СЗУУ.1И

Г-968

5/II-45.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-1937



Б.Н. Гуськов, А.Т. Матюшин, В.Т. Матюшин

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ПРОМЕЖУТКОВ  
ИСКРОВОЙ КАМЕРЫ

ТТЭ, 1966, №1, с 80-83.

1965

P-1937

Б.Н. Гуськов, А.Т. Марюшин, В.Т. Матюшин

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ПРОМЕЖУТКОВ  
ИСКРОВОЙ КАМЕРЫ

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

2908/3 48-

Для испытаний была взята искровая многопромежуточная камера (рис. 1) с внешними габаритами  $180 \times 450 \times 570$  мм<sup>3</sup>.

Герметически уплотненный корпус камеры 1 образован стенками из оргстекла, соединенными металлическими болтами и эпоксидным клеем.

В пазы, выфрезерованные в стенках камеры, глубиной 5 мм, вставлены 9 изолированных по краям дюралюминиевых пластин-электродов площадью  $415 \times 410$  мм<sup>2</sup> и толщиной 1 мм. Межэлектродное расстояние 12 мм с конструктивным разбросом  $\pm 0,5$  мм. Камера наполнялась неоном "особой чистоты" до давления 1,02 атм.

Продолжение стенок камеры образует высоковольтный отсек 2 с размещенными в нем элементами обычной схемы параллельного питания камеры (рис. 2).

Основные параметры камеры и разрядного устройства при параллельном питании промежутков:

- 1) расчетная емкость промежутка - 125 пф,
- 2) число искровых промежутков  $n = 8$ ,
- 3) общая емкость камеры 1 нф,
- 4) общая зарядная емкость 4 нф,
- 5) фронт высоковольтного импульса - 100 нсек,
- 6) напряжение питания 0-30 кв.

При повышении напряжения питания до 16-18 кв по всем четырем углам камеры возникают пробои из-за несовершенств конструкции. Величина рабочего напряжения питания зависит от времени, прошедшего с момента наполнения камеры неоном и постепенно растет.

Камера показала себя достаточно надежным однотраковым прибором при работе на пучке синхрофазотрона ОИЯИ.

На рис. 3 приведена схема последовательно-параллельного питания промежутков искровой камеры. Промежутки объединены в 2 параллельно включенные группы. I, II. Каждая группа содержит по 4 последовательно включенных промежутка. Постоянная времени разряда определяется сопротивлением  $R_4$  и зарядной емкостью. С с учетом

цепей делителя высоковольтного импульса  $R_7 - R_{14}$ ,  $C_3 - C_{10}$ . В отличие от схемы рис. 2 полярность напряжения очищающего поля чередуется по знаку в промежутках относительно полярности импульса питания. Для снятия характеристик отдельных последовательно включенных 2, 3, 4 промежутков неработающие электроды через высокоомное сопротивление получали потенциал ближайшего работающего.

Для выравнивания эффективности параллельно включенных групп (половин камеры) включалась корректирующая цепь  $C_{11} R_{19}$ , подобранная экспериментально. Регулировка постоянной времени осуществлялась изменением  $R_4$ .

Параметры камеры и разрядного устройства при последовательном питании промежутков:

- |  |            |
|--|------------|
| 1) расчетная емкость 4-х последовательно включенных промежутков (группа) | ≈ 31 пф,   |
| 2) емкость камеры в последовательно-параллельном включении               | ≈ 62 пф,   |
| 3) фронт высоковольтного импульса  | ≈ 30 нсек, |
| 4) напряжение питания  | 0-30 кв.   |

При повышении напряжения питания до 24-28 кв во всех четырех углах камеры наступают пробоя. При испытании 8-ми последовательно включенных промежутков разряд происходит между крышкой камеры (оргстекло) и высоковольтным электродом.

#### Экспериментальные результаты

Поскольку в дальнейшем изложении фигурирует термин "эффективность камеры" необходимо пояснить его значение.

Под эффективностью регистрации одного искрового промежутка понимается отношение числа зажигания промежутка к числу проходов частиц через него  $-1,2/$ .

В камере из  $n$  промежутков средняя эффективность регистрации промежутка принимается в качестве эффективности срабатывания камеры или, короче, эффективности камеры, т.е.:

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i = \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n k_i \quad (1)$$

Здесь  $\eta_i$  - эффективность регистрации промежутка,  
 $N$  - число проходов частиц,  
 $k_i$  - число зажигания  $i$ -того промежутка.

На рис. 4 приведены кривые эффективности камеры для параллельного 1 и последовательно-параллельного 2 питания в зависимости от величины напряжения питания, приходившейся на промежуток

$$V_{d_0} = \frac{V}{n_1} \approx E_{max},$$

( $n_1$  - число последовательно включенных промежутков,  
 $E_{max}$  - максимальная напряженность поля в промежутке).

Для 1 заметно выражено "плато" 50% эффективности при  $V_{d_0} = 6-10$  кв, что объясняется не только особенностями способа питания, но и несовершенством конструкции камеры. Поэтому в дальнейшем для камеры с параллельным питанием принята "идеализированная" эффективность срабатывания, определяемая как средняя эффективность срабатывания "сдвоенного" промежутка, состоящего из пары смежных, с общим высоковольтным электродом, промежутков при условии, что зажигание хотя бы одного из промежутков пары считается срабатыванием пары. При принятых ранее определениях эффективность камеры

$$\eta_{ii} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \eta_i = \frac{1}{mN} \sum_{i=1}^m l_i \quad (2)$$

Здесь  $\eta_i$  - эффективность  $i$ -того "сдвоенного" промежутка,

$$m = \frac{n}{2},$$

$l_i$  - число зажигания "сдвоенного" промежутка.

Таким образом, 50% эффективность камеры с параллельным питанием (рис. 4) соответствует 100% "идеализированной" эффективности (рис. 5).

Подсчет эффективности в случае последовательного и последовательно-параллельного питания производится обычным способом (см. (1)).

На рис. 5 представлены сравнительные характеристики эффективности  $\eta$  для групп I, II в последовательном включении и  $\eta_{ii}$  для параллельного питания в зависимости от напряжения  $V_{d_0}$  и времени задержки импульса  $t_s$ .

Зависимости эффективности  $\eta$  от напряжения  $V_{d_0}$  и задержки импульса  $t_s$  при последовательно-параллельном питании (рис. 3) приведены на рис. 6.

Фотографии треков при параллельном питании искровых промежутков показаны на рис. 7 и 8, при последовательном - на рис. 9. Вид треков, который они имеют в присутствии очищающего поля, представлен на рис. 10 и 11. Видна диффузность треков в промежутках, где направление очищающего поля и импульса совпадали.

Рис. 12, 13, 14, 15 представляют собой типичные фотографии одновременной регистрации двух и трех частиц при разных способах питания.

Все испытания камеры были проведены с космическими частицами; для каждой точки кривой набиралась статистика из 30-50 случаев ( $N = 30-50$ , см. (1), (2)).

Обсуждая полученные результаты, можно отметить следующее:

1. При одинаковых напряжениях  $V_{d_0}$  эффективность камеры при последовательном

включении искровых промежутков выше, чем при параллельном (рис. 4, 5).

2. Нарастание эффективности при повышении напряжения  $V_{d0}$  и спад ее в зависимости от задержки импульса  $t_s$  круче (рис. 5).

3. Время памяти камеры при разных включениях искровых промежутков (рис. 2,3) приблизительно одинаково как с очищающим полем, так и без него (рис. 5,6).

4. Угловые пробои при последовательном включении промежутков наступают раньше. Это, по-видимому, недостаток данной конструкции камеры.

5. Толщина искр по треку при последовательном включении промежутков (RC посл. = RC парал.) меньше и более равномерна, несмотря на конструктивные недостатки камеры. Равномерность объясняется тем, что ток разряда при последовательном питании один и тот же для всех промежутков. Кроме того, следует ожидать уменьшения времени формирования и его флюктуаций, определяемого в этом случае при прочих равных условиях временем развития искры в промежутке с наиболее благоприятными условиями формирования разряда (ионизация, напряженность электрического поля).

6. Специальные измерения эффективности камеры при одновременной регистрации нескольких частиц - "многотрековой" эффективности - не производились. Можно отметить, что при последовательном питании наблюдалась одновременная регистрация камерой нескольких частиц при сравнительно низких значениях напряженности электрического поля в промежутке (рис. 13, 15).

7. Для увеличения "многотрековой" эффективности, помимо газовых добавок нужно увеличивать либо длительность высоковольтного импульса, либо его амплитуду<sup>13/</sup>. При увеличении RC, как известно, значительного улучшения "многотрековости" не наблюдается.

Увеличение амплитуды при одновременном сокращении длительности фронта, легче осуществить при последовательном питании, поскольку общая емкость камеры с последовательно включенными промежутками в  $n^2$  раз меньше камеры с промежутками, включенными параллельно ( $n$  - число промежутков).

Можно ожидать улучшения "многотрековой" эффективности камеры при последовательном включении искровых промежутков. В пользу этого обстоятельства говорит и тот факт, что "многотрековая" эффективность камеры с большим разрядным промежутком достаточно высока, а камера с последовательным питанием занимает, по-видимому, среднее положение между такой камерой и камерой, состоящей из многих промежутков, сочетая преимущества первой - малая емкость, высокая эффективность, равномерность свечения трека и второй - управляемое электрическим полем время памяти, отличающаяся от последней "временной селективностью" за счет более крутого спада эффективности в зависимости от задержки импульса.

## Л и т е р а т у р а

1. И.И. Громова, Ф. Легар, В.И. Никаноров, Г. Петер, А.Ф. Писарев. Характеристики много-слойной искровой камеры с различным газовым наполнением. Препринт ОИЯИ, 1963.
2. В.А. Михайлов, В.Н. Ройнишвили, Г.Е. Чиковани. Управляемая искровая камера - новый прибор для наблюдения следов заряженных частиц. ПТЭ, 1, 1961, стр. 39.
3. S. Miyamoto. Discharge Chamber. Nuovo Cimento, Vol. 27, No. 6, p. 1325-1346 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 января 1965 г.

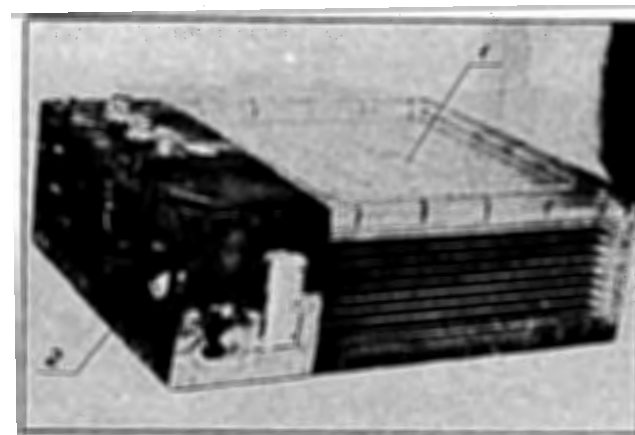


Рис. 1. Фотография восьмипромежутковой искровой камеры. 1 - герметический объем, 2 - высоковольтный отсек.

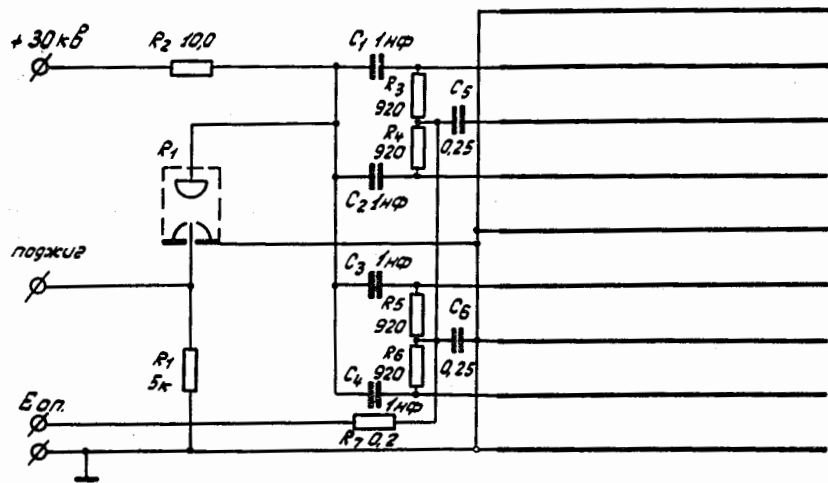


Рис. 2. Принципиальная схема параллельного питания искровых промежутков камеры.

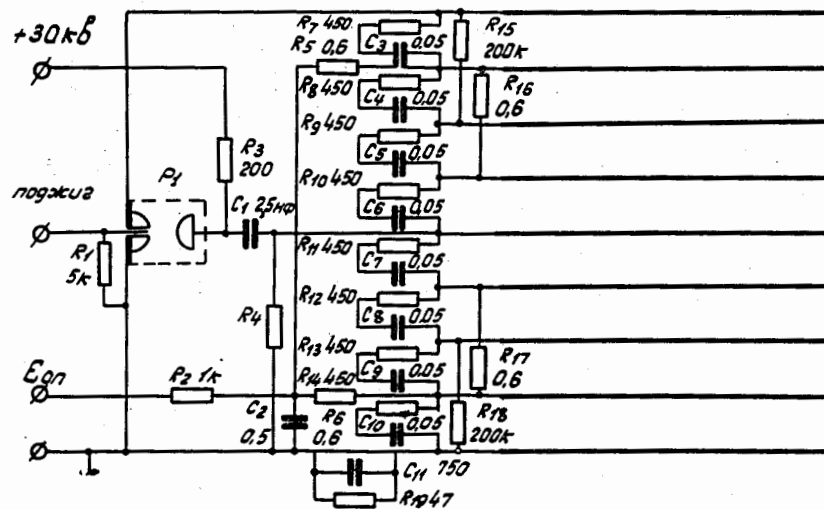


Рис. 3. Принципиальная схема последовательно-параллельного питания искровых промежутков камеры.

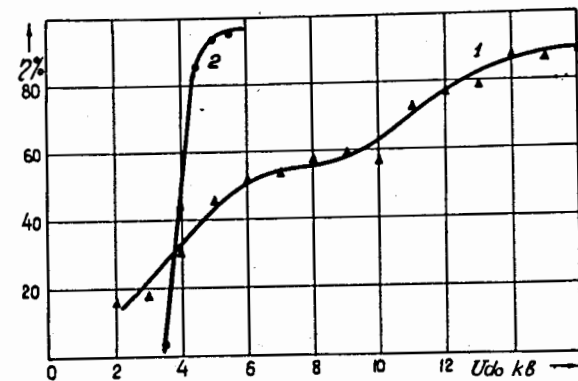


Рис. 4. Зависимость эффективности камеры от напряжения.  
1. Параллельное питание,  $RC = 1,2$  мксек.  
2. Последовательно-параллельное питание,  $RC = 0,9$  мксек.

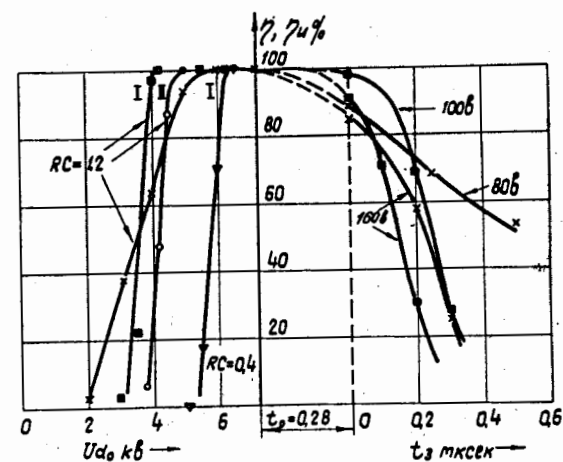


Рис. 5. Зависимость эффективности камеры от напряжения  $V_{д0}$  и задержки импульса  $t_3$  при последовательном и параллельном питании при различных значениях  $RC$  (в мксек) и напряжений очищающего поля  $V$ ,  $t_0$  - аппаратная задержка импульса.

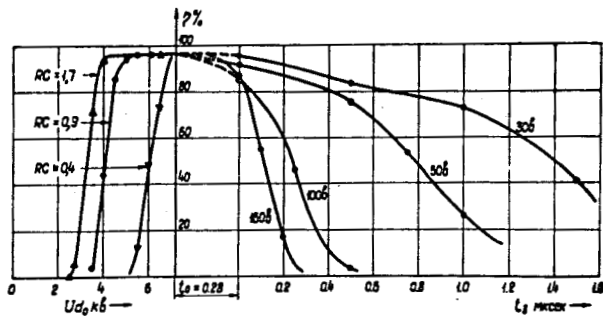


Рис. 6. Зависимость эффективности камеры от напряжения  $V_{d_0}$  и задержки импульса  $t_s$  при последовательно-параллельном питании для разных значений RC (в мксек) и напряжений очищающего поля  $V$ .

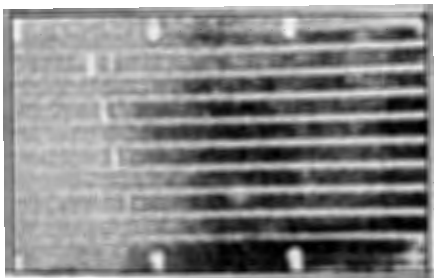


Рис. 7. Фотография трека космической частицы при параллельном включении искровых промежутков камеры RC=1,2 мксек;  $V = 0$ ;  $V_{d_0} = 5$  кв.

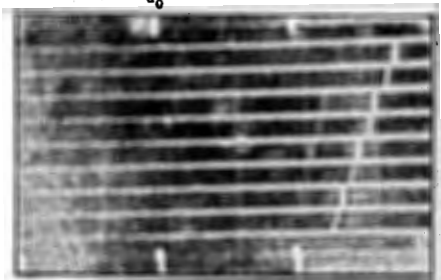


Рис. 8. Фотография трека в условиях рис. 7 при  $V_{d_0} = 16$  кв.

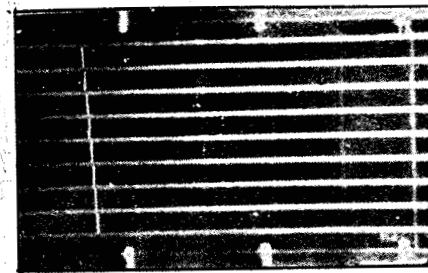


Рис. 9. Фотография трека при последовательно-параллельном включении промежутков, RC=0,9 мксек  $V = 0$ ,  $V_{d_0} = 5$  кв.



Рис. 10. Фотография трека в условиях рис.9 при  $V = 40$  в,  $t_s = 0,8$  мксек.

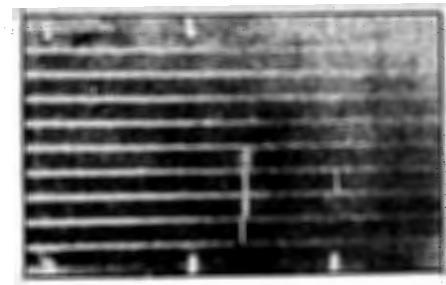


Рис. 11. Фотография трека при последовательном питании (1 группа) RC=0,9 мксек;  $V = 80$  в,  $V_{d_0} = 5$  кв  $t_s = 0,2$  мксек.

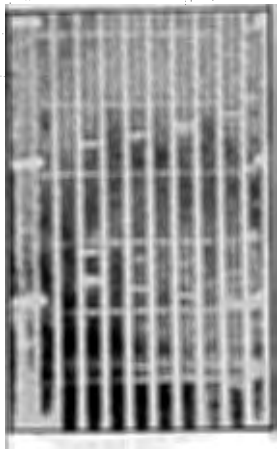


Рис. 12. Фотография треков двух космических частиц при параллельном питании,  $RC = 1,2$  мксек,  $V = 0$ ,  $V_{d_0} = 6$  кв.

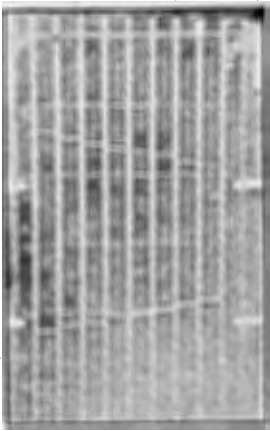


Рис. 13. Фотография треков при последовательно-параллельном питании  $RC = 0,9$  мксек,  $V = 0$ ;  $V_{d_0} = 5$  кв.

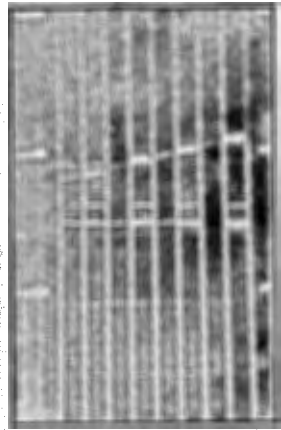


Рис. 14. Фотография треков трех частиц при параллельном питании, искровых промежутков  $RC = 1,2$  мксек;  $V = 0$ ;  $V_{d_0} = 16$  кв.

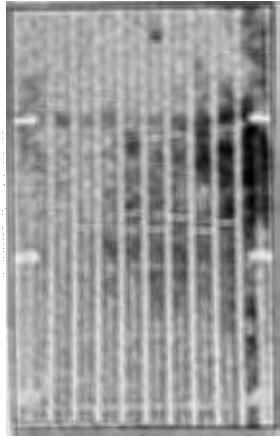


Рис. 15. Фотография треков при последовательно-параллельном питании промежутков,  $RC = 0,9$  мксек;  $V = 0$ ;  $V_{d_0} = 5$  кв.