

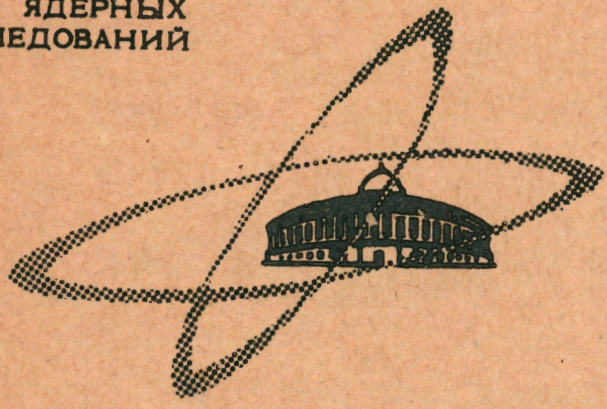
4967

ЭКЗ. ЧИТ. З

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

13 - 4967



Л.С. Барабаш

ЛАБОРАТОРИЯ
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЦЕПЕЙ КАМЕРЫ
С РАЗВЯЗАННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

1970

13 - 4967

Л.С. Барабаш

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЦЕПЕЙ КАМЕРЫ
С РАЗВЯЗАННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ**

Направлено в ПТЭ

**Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА**

Для систем с проволочными искровыми камерами, работающих в условиях значительных фоновых загрузок, важной характеристикой является эффективность регистрации трека частицы. Одним из способов улучшения многотрековой эффективности камер служит применение развязывающих сопротивлений /1/.

Рассмотрим факторы, определяющие величины развязывающих сопротивлений. На рис. 1а изображена камера с развязанным высоковольтным электродом. Все проволочки высоковольтного электрода соединены с высоковольтной шиной через сопротивления R_G и между собой - через сопротивления R . Камера обладает хорошей многотрековой эффективностью, потому что при образовании искрового канала напряжение падает только на узком участке камеры, ширина которого определяется функцией отношений R_G и R .

Эквивалентная схема камеры с момента подачи высоковольтного импульса до образования искры показана на рис. 1б. Постоянная времени заряда камеры определяется из выражения:

$$\tau = 2.3 C_K \left(R_G + \frac{R}{n} \right), \quad (1)$$

где n - количество проволок в камере.

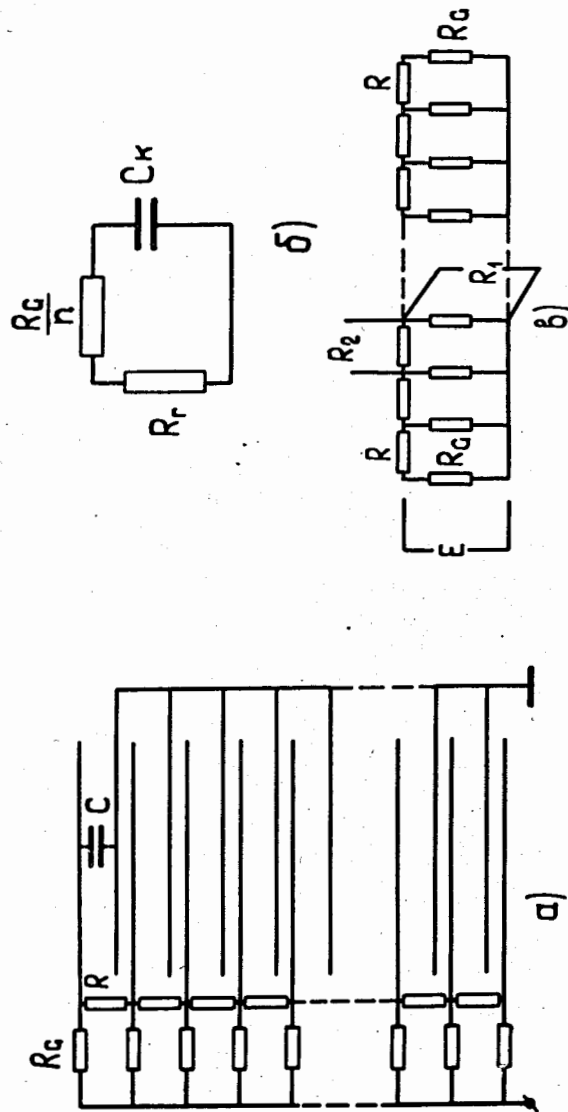


Рис. 1. Принципиальная (а) и эквивалентные (б,в) схемы камеры с развязанным высоковольтным электродом.

После окончания переходных процессов, возникших при образовании искры, эквивалентную схему камеры можно представить в виде цепи, к которой приложено постоянное напряжение E (рис. 1в). Сопротивление искры считаем значительно меньшим, чем R_G . В случае использования распределенного сопротивления эта цепь представляет собой длинную линию с параметрами R и $G = \frac{1}{R_G}$; R - сопротивление на единицу длины, G - утечка на единицу длины. Напряжение и ток в линии описываются уравнениями^{/2/}

$$\frac{du}{dx} + Ri = 0 \quad \frac{di}{dx} + Gu = 0. \quad (2)$$

Дифференцируя первое уравнение и принимая во внимание второе, получим

$$\frac{d^2 u}{dx^2} - RG u = 0. \quad (3)$$

Решение уравнения (3) выглядит следующим образом:

$$u(x) = C_1 e^{-bx} + C_2 e^{bx},$$

где

$$b = \sqrt{RG}.$$

Первый член описывает падающую волну, второй - отраженную. Из первого уравнения (2) определим $i(x)$:

$$i(x) = \frac{b}{R} (C_1 e^{-bx} - C_2 e^{bx}).$$

Очевидно, что полоса подсадки напряжения имеет какую-то конечную ширину, иначе напряжение упадет на всей камере и применение развязывающих сопротивлений потеряет смысл. Поэтому в выражениях для тока и напряжения второй член, определяющий отраженную волну, можно принять равным нулю, а линию считать бесконечно длинной:

$$u(x) = C_1 e^{-bx} \quad i(x) = \frac{b}{R} C_1 e^{-bx}.$$

Постоянную C_1 определим из граничных условий:

$$u|_{x=0} = E.$$

При этом получаем

$$u(x) = E e^{-bx} \quad i(x) = E \frac{b}{R} e^{-bx}.$$

Входное сопротивление Z будет:

$$Z = \frac{R}{b} = \sqrt{R R_G}.$$

Рассмотрим теперь показатель экспоненты в выражениях для $u(x)$ и $i(x)$. Значение показателя определяет полосу, на которой напряжение падает при образовании искры, и выбор его определяется следующими факторами. При возникновении искры в газе рождаются жесткие фотоны, способные ионизировать атомы газа или вырвать электроны из материала проволок. Образовавшиеся при этом электроны могут стать источниками новых лавин. В результате вокруг основной искры возникает серия ложных. Поэтому необходимо обеспечить такое распределение напряжения на камере, при котором образовавшиеся электроны не могли бы стать источниками новых лавин. Эти процессы подробно изучены в работах по исследованию газового разряда в счётчи-

ках Гейгера^{/3/}. Оценки показывают, что на расстояниях ~ 10 мм от основной искры из-за распределения напряжения по проволокам и гасящего действия паров спирта вероятность образования фотоэлектронов и электронов, возникающих при ионизации атомов газа жесткими фотонами, уже достаточно мала.

Таким образом, теперь можно оценить показатель экспоненты в выражениях для тока и напряжения:

$$bx \approx 3.$$

Поскольку расстояние между проволоками равно обычно 1 мм, параметры R и R_G берем на 1 мм линии и при $x = 10$ получаем

$$\frac{R}{R_G} \approx 0,1. \quad (4)$$

При этом напряжение на расстоянии 10 мм от основной искры составит $\sim 5\%$ от E .

При изготовлении распределенных сопротивлений, кроме R и R_G , нужно знать и значения R_1 и R_2 (см. рис. 1в), где R_2 - сопротивление между двумя проволоками и R_1 - сопротивление между проволочкой и высоковольтной шиной. Эти сопротивления определяются через R и R_G следующим образом:

$$R_1 = \frac{1}{2}Z, \quad R_2 = \frac{2RZ}{R + 2Z}.$$

Подставляем значение Z :

$$R_1 = \frac{1}{2} \sqrt{R R_G}, \quad R_2 = \frac{2 \sqrt{R R_G}}{1 + 2 \sqrt{R R_G}}.$$

Взяв отношение R_1/R_2 с учётом (4), получаем:

$$\frac{R_1}{R_2} = 2. \quad (5)$$

Для надёжной записи сигнала R_2 на ферритовое кольцо необходимо, чтобы ток, проходящий через кольцо, при пробое камеры составил ~ 10а при напряжении на камере 4-5кв. Из этого условия определим значение

$$R_1 \approx 400 - 500 \text{ ом.}$$

Из (5) определим R_2 :

$$R_2 \approx 225 - 280 \text{ ом.}$$

Параметры линии при этом будут равны:

$$R_G \approx 2,5 - 3 \text{ ком,} \quad R \approx 250 - 300 \text{ ом.}$$

Внутреннее сопротивление генератора определяется из условия:

$$R_G \leq \frac{r}{2,3 C_K} - \frac{R_G}{n}.$$

Таким образом, мы определили параметры высоковольтных цепей камеры с развязанным электродом. Возникающие в камере при образовании искры переходные процессы не учитываются, поскольку длительность их достаточно мала ($\sim C \cdot R_1$).

В заключение автор выражает свою признательность Л.Г. Заставенко за полезные советы и обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. H. Faissner, H. Foert h, K. Maull et al. CERN, preprint, August 1968.
2. В.И. Смирнов. Курс высшей математики, т. II , Физматгиз, 1961.
3. S.H. Liebson, Phys. Rev. vol. 72, No 7, p. 602, 1947.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 марта 1970 года.