

ЕРЕВАНСКИЙ  
ФИЗИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ

ЕФН-ИЭ-9(68)

Н.Х. БОСТАНДЖЯН, Г.А. МАРИНЯН  
К.А. МАТЕВОСЯН

ЛИВНЕВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКРОВЫХ КАМЕР  
ПРИ ЗАДЕРЖКАХ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИМПУЛЬСА

ЕРЕВАН  
1968

Н.Х.БОСТАНДЖЯН, Г.А.МАРИКЯН  
К.А. МАТЕВОСЯН

ЛИВНЕВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКРОВЫХ КАМЕР  
ПРИ ЗАДЕРЖКАХ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИМПУЛЬСА

Определена ливневая эффективность искровых камер, наполненных "особо чистым" неоном или смесью  $Ne$  + пары спирта. Получено, что чем больше процент паров спирта в камере, тем быстрее ливневая эффективность уменьшается с ростом времени задержки в подаче высоковольтного импульса. Замечено ухудшение степени локализации треков на пути частиц в камерах с парами спирта при больших задержках в подаче высоковольтного импульса.

The shower effectiveness of spark chamber filled with "specially pure" neon gas or mixed with  $Ne$  + alcohol vapour is determined. It is found that the greater the per cent of alcohol vapour in the chamber, the faster the shower effectiveness decreases as the delay of the high voltage pulse increases. Deterioration of the degree of track localization on the particle path in the chambers with alcohol vapour at high delay of high voltage pulse is noticed.

Сочетание искровых камер с ионизационным калориметром открывает большие возможности для исследования ядерных процессов, происходящих при энергиях  $> 10^{11}$  эв космических лучей. После решения вопроса экранирования радиотехнической системы калориметра от электро-магнитного поля разряда в искровых камерах<sup>[1]</sup>, еще не полностью решенной проблемой является улучшение рабочих характеристик искровых камер, работающих совместно с калориметром.

Известно,<sup>[2]</sup> что искровые камеры, заполненные "особо чистым" неоном имеют высокую эффективность регистрации ливневой частиц при малых ( $< 0,3$  мксек) задержках в подаче высоковольтного импульса. Однако, при работе с ионизационным калориметром, запуск искровых камер задерживается на  $10-20$  мксек, что приводит к уменьшению эффективности регистрации ливневой частиц<sup>[3]</sup>.

С целью более подробного изучения зависимости эффективности регистрации ливневой частиц от природы рабочего газа искровой камеры, при больших задержках в подаче высоковольтного импульса, нами была создана установка (рис.1), состоящая из трех идентичных искровых камер, расположенных одна над другой, и двух рядов счетчиков Гейгера-Мюллера. Нижний ряд счетчиков был разбит на две группы, подключенные к отдельным каналам схемы трехкратных совпадений, что позволяло регистрировать ливни с числом частиц  $\geq 2$ . Над искровыми камерами находилось вещество: свинец толщиной  $12$  см

и плексиглас - 10см, где происходило генерирование ливней частиц. Плексиглас в основном служил поглотителем малоэнергичных частиц, что облегчало отбор событий для определения эффективности регистрации ливней частиц.

Искровые камеры с размерами рабочего объема 42 x 26 x 10 см<sup>3</sup> и ёмкостью равной 23пф, имели стеклянные стенки и дюралюминиевые электроды толщиной 1,5мм. Для приклеивания использовалась эпоксидовая смола ЭД-5 к которой добавлялся отвердитель (~ 10%) полиэтиленполиамин. Заполнение рабочим газом производилось в барокамере, после продолжительного откачивания до давления 10<sup>-3</sup>тор. Были приняты меры, исключающие гажение в рабочем объёме. Камеры имели отдельные высоковольтные генераторы импульсного питания, которые запускались одним импульсом, практически одновременно. Величина задержки этого импульса устанавливалась блоком задержек типа СН, обеспечивающий 10% точность. Параметры высоковольтного импульса и режим работы каждой камеры подбирались независимо.

В первой серии измерений все три камеры были заполнены "особо чистым" неоном до давления 600 тор. С помощью верхней и нижней камер, исключая частицы, поглощенные или рожденные в веществе между камерами, мы отбирали частицы, проходящие через все три камеры, и определили ливневую эффективность средней камеры по формуле:

$$\eta_c = \frac{N_c}{N_b} \quad (1)$$

Где  $N_c$  - число треков в средней камере, принадлежащих частицам, прошедших через все три камеры без заметного рассеяния в веществе между ними,  $N_b$  - число треков в верхней или нижней камере, принадлежащих тем же частицам.

Ливневая эффективность искровых камер определялась также по формуле:

$$\eta_{в.с.н.} = \sqrt[3]{\frac{N_{в.с.н.}}{N}} \quad (2)$$

где  $N_{в.с.н.}$  - число частиц, зарегистрированных во всех трех камерах,  $N$  - число частиц, прошедших через все три камеры. Сравнение экспериментальных значений  $\eta_c$  и  $\eta_{в.с.н.}$  показывает, что в пределах ошибок измерений они совпадают т.е. в определении ливневой эффек-

тивности систематических методических ошибок не допускается и камеры работают независимо друг от друга.

Экспериментальные кривые зависимости ливневой эффективности от числа частиц в ливнях для различных значений времени задержки в подаче высоковольтного импульса камер, представлены на рис. 2. Кривые (а) получены в первые дни работы, а (б) - через четыре месяца непрерывной работы искровой камеры, заполненной "особо чистым" неоном. Ошибки измерений показаны для точек, полученных при задержках 10мксек, для остальных они имеют примерно такое же значение.

Замечается падение эффективности регистрации ливней с ростом времени задержки высоковольтного импульса и количества частиц в ливне, что согласуется с нашими прежними результатами [3]. Однако, при задержках, которые имеют место при работе искровых камер с калориметром (~ 15мксек) эффективность остается > 90% для ливней с числом частиц до 15. Со временем работы искровой камеры ливневая эффективность падает медленно, что очень важно при использовании искровых камер в установках, предназначенных для исследования высокоэнергичных космических лучей. [4]

Известно, что треки в искровых камерах, заполненных смесью "особо чистого" неона и паров этилового спирта, получаются значительно тонкими, чем в камерах заполненных только "особо чистым" неоном [5,6]. Следовательно изучение характеристик камер, содержащих пары спирта и работающих при больших задержках в подаче высоковольтного импульса, представляет большой практический интерес. С этой целью, во второй серии измерений средняя камера установки была заполнена смесью "особо чистого" неона и паров спирта. Измерения велись при следующих значениях давления паров спирта в смеси: 4,3тор и 12тор, а также при давлении насыщенных паров спирта, когда в рабочем объёме искровой камеры сохранялся избыток жидкого спирта. Для краткости эту смесь будем обозначать как  $N_c +$  "спирт". Во всех случаях, после создания достаточного вакуума камера заполнялась сначала неоном, а потом добавлялись пары спирта до необходимого давления или наливалось соответствующее количество спирта. Общее давление смеси газов в камере всегда равнялось 600тор.

Величина высоковольтного рабочего импульса искровой камеры

зависит как от природы используемой смеси газов, так и от величины выходной ёмкости генератора питания и шунтирующего сопротивления.

В нашем случае эти параметры подбирались для каждой камеры таким образом, чтобы эффективность регистрации частиц при задержках 1 мксек была  $> 99\%$ . Соответствующие параметры представлены в таблице, где цифрами 1, 2, 3, 4 указаны различные варианты заполнения камер рабочей смесью, а "сп" означает спирт.

Ливневая эффективность определялась по формуле (I).

Результаты приведены на рис. 3, где зависимость ливневой эффективности от времени задержки в подаче высоковольтного импульса представлена для различных наполнений камеры. Для каждого наполнения получены две кривые - верхняя относится к первой стадии работы камеры, а нижняя ко второй.

Отчетливо видно уменьшение эффективности камер со временем непрерывной работы, причем чем больше время задержки, тем быстрее это происходит. Важно отметить, что период между двумя стадиями для камеры наполненной "особо чистым" неоном составляет  $> 3$  месяцев, а для камеры содержащей пары спирта - всего 15 дней. Вместе с тем, если среднее значение числа частиц в ливнях, для которых определена эффективность камеры с "особо чистым" неоном равняется 10, то для камеры с парами спирта равняется 7. Имея в виду вышеуказанное можно утверждать, что срок эффективной службы искровых камер, наполненных смесью "особо чистого" неона и паров спирта значительно меньше, чем камеры с "особо чистым" неоном. Следовательно, использование камер, наполненных смесью  $\sqrt{e}$  + пары спирта в установках для исследования космических лучей, связано с большими трудностями, из-за необходимости очень частых перенаполнений искровых камер рабочей смесью газов.

Вместе с эффективностью регистрации частиц, важной характеристикой искровой камеры является степень локализации треков на пути частиц. На рис. 4 представлены фотографии треков в искровой камере, наполненной смесью:  $\sqrt{e}$  + 12тор пары спирта, при различных значениях задержки в подаче высоковольтного импульса. Фотографирование производилось с помощью стереофотоаппарата, на пленку изопанхром типа 15-800, чувствительностью 1000 единиц ГОСТ. Для обеспечения фотографирования самых тонких треков, диа-

фрагма фотообъектива (Ю-3) почти полностью была открыта. Вследствие этого, изображения треков в основном получились толстыми, но в данном случае это не важно, так как здесь нас интересует относительная степень локализации треков на пути частиц в "особо чистом" неооне и в смеси с парами спирта.

Видно, что при задержке высоковольтного импульса  $t_3 = 2$  мксек (рис. 4, а) качество треков в средней камере, содержащей пары спирта лучше, чем в крайних камерах, не содержащих паров спирта. Однако при больших значениях задержки ( $t_3 = 10$  и  $30$  мксек) треки в камере со спиртом стремятся к направлению электрического поля, хотя истинное направление регистрируемых частиц с направлением поля составляет заметный угол (рис. 4б и в). Это еще сильнее проявляется после нескольких дней непрерывной работы камеры. В камере же наполненной "особо чистым" неоном треки образуются по направлению прохождения частицы при задержках до  $40$  мксек, в течение нескольких месяцев непрерывной работы.

Исследовался также характер образования треков в искровой камере наполненной смесью:  $\sqrt{e}$  + "спирт". На рис. 5 представлены фотографии треков образованных при различных значениях  $t_3$ . Из них (а) относится к случаю, когда  $t_3 = 7$  мксек, (б) -  $t_3 = 20$  мксек и (в) -  $t_3 = 30$  мксек. При малых значениях треки имеют направление прохождения частиц, а при больших значениях они в камере со спиртом становятся извилистыми и стремятся принимать направление электрического поля. Фотографии рис. 5 были получены, когда параллельно со средней камерой был включен шаровой разрядник, уменьшающий длительность высоковольтного импульса. Это приводило к сильному сужению треков (рис. 5б). Но не всегда разрядник успевал срабатывать. В этом случае при регистрации ливней один трек получался очень ярким, а остальные слабыми, так что часть из них даже не проявлялась на фотопленке высокой чувствительности (рис. 5 а,).

Таким образом приходим к выводу, что искровые камеры наполненные "особо чистым" неоном для работы с ионизационным калориметром более эффективны, чем камеры содержащие также пары спирта.

В заключение выражаем благодарность А.И. Алиханьяну за интерес к работе, а также Оганесяну А.П., Артиняну К.Г., Аветисяну Р.Р. за помощь в работе.

Таблица

Параметры	Искровые камеры						
	верхн.	Средняя				Нижняя	
	ВСЕ	1	2	3	4	1-3	4
Рабочий газ	Ne	Ne	Ne+0,75%сп	Ne+2%сп	Ne+сп	Ne	Ne+5%сп
выходн. ток., нф	210	210	500	1000	1000	210	210
Шунт.сопрот., кОм	5,1	5,1	5,1	5,1	150	5,1	5,1
Напряжение, кв	80	80	100	125	130	80	80

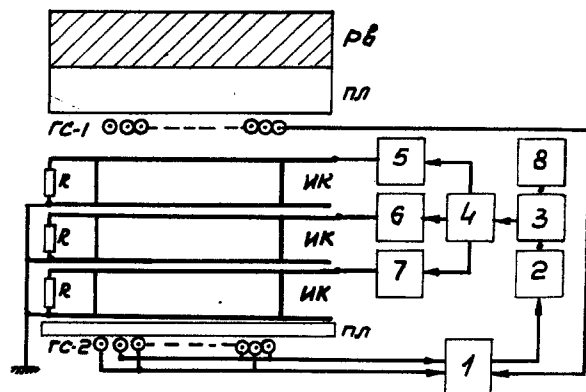


Рис. 1 Блок схема установки

ик- искровые камеры; рс- ряды счетчиков; Рв- свинец; пл- плексиглас; R -шунтирующие сопротивления; 1-блок совпадений; 2- блок задержки; 3- блок управления; 4- ключ; 5,6,7-высоковольтные импульсные генераторы; 8- фоторегистратор.

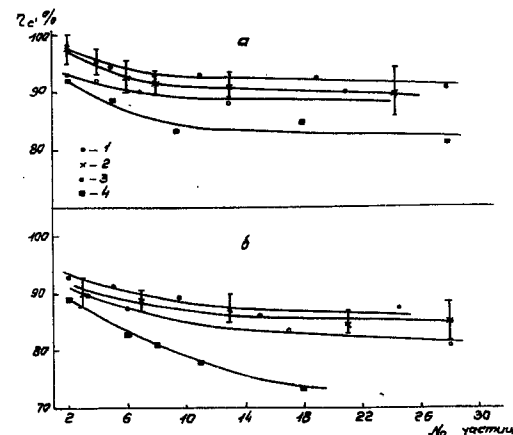


Рис. 2 Ливневая эффективность искровой камеры, наполненной "особо чистым" неоном.

а- в первой стадии работы, б- во второй при задержках высоковольтного импульса: 1- 2,0мксек; 2- 10мксек; 3- 22мксек; 4- 32мксек.

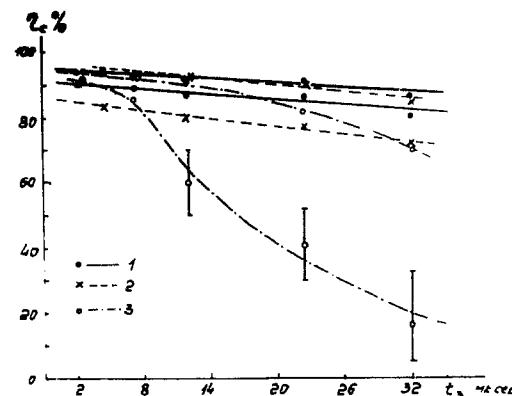


Рис. 3 Зависимость ливневой эффективности искровой камеры от величины задержки высоковольтного импульса при различном наполнении: 1- Ne, 2- Ne + 0,75% пары спирта, 3 - Ne + "спирт".

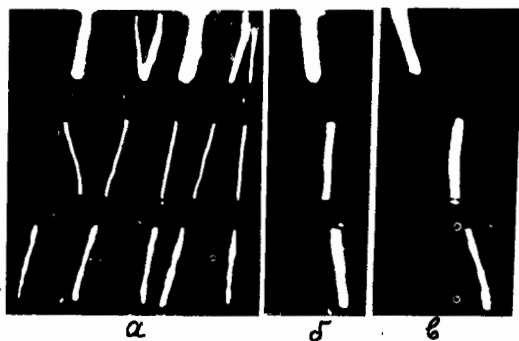


Рис. 4 Фотографии треков при рабочей смеси газов в средней камере:  $Ne + 2\%$  пары спирта, при различных значениях времени задержки: а- 2,0мксек; б- 10мксек; в- 30мксек.

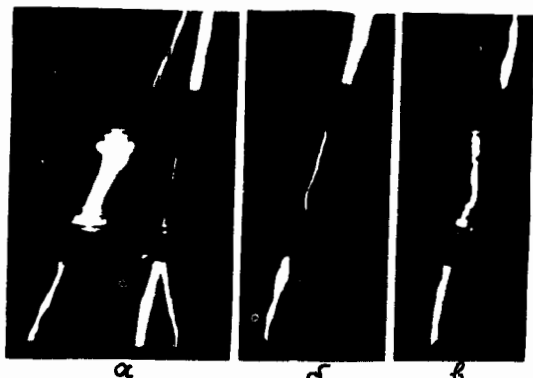


Рис.5 Фотографии треков при рабочей смеси газов в средней камере:  $Ne +$  "спирт". При задержках высоковольтного импульса: а- 7мксек; б- 20мксек; в- 30мксек.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Н.Х.Бостанджян, Н.Т.Вардумян, Г.А.Марикиан, К.А.Матевосян, А.П.Оганесян. ПТЭ (в печати)
2. В.Н.Болотов, М.И.Девинев. ЖЭТФ, 46, 1990, 1964.
3. Н.Х.Бостанджян, Г.А.Марикиан, К.А. Матевосян Изв.АН Арм ССР, I, 55, 1966.
4. D.T. Vardumian, G.A. Marikian, K.A. Matevosian  
Proc. of the 9<sup>th</sup> Inter. Conf. on Cosmic Rays 2.830.1965
5. А.Д.Виноградов, Н.Г.Власов, Л.П.Котенко, Г.И.Мерзон.  
Препринт ФИАН СССР, Москва, 1966.
6. Г.С.Акопян, Г.А.Марикиан. Изв. АН АРМ ССР, Физика, 3.42. 1968.

Рукопись поступила 4 сентября 1968г.

Заказ 210

ВФ 03531

Тираж 200

Множительно-копировальный сектор Ереванского физического  
института, Ереван 36, Маркарян 2