

ВЛИЯНИЕ ПАРОВ СПИРТА НА РАБОЧУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ИСКРОВОЙ КАМЕРЫ

Г. С. АКОПЯН, Г. А. МАРИКЯН

Искровые камеры, применяемые в установках, содержащих ионизационный калориметр, должны иметь высокую эффективность регистрации частиц при больших (>10 мксек) задержках в подаче высоковольтного импульсного питания, а для облегчения условий экранирования радиотехнических усилителей ионизационных камер от наводок высоковольтного разряда должны работать при низком напряжении. Результаты ряда исследований показывают, что этим условиям лучше удовлетворяют искровые камеры, наполненные чистым неоном. Однако в спектрально чистом неооне треки частиц получаются размазанными и непригодными для определения траекторий частиц.

В установке по исследованию ядерно-активной компоненты космического излучения [1] применялись искровые камеры с размерами $100 \times 60 \times 12$ см³, наполненные „особо чистым“ неоном. При запуске от ионизационного калориметра (задержка в подаче высоковольтного импульса 10—20 мксек) в этих камерах регистрировались треки, позволяющие определять направления частиц с ошибкой $\sim 10^{-2}$ радиана.

По всей вероятности, от стенок и от электродов камеры со временем выделялись различные газы, приводящие к улучшению качества треков по сравнению с тем, что было наблюдеено в спектрально чистом неооне.

Изучаемая камера состояла из четырех идентичных слоев, межэлектродное расстояние которых равнялось 10 мм, а рабочая площадь электродов (железо толщиной 5 мм)— 8×30 см². Металлический корпус камеры был рассчитан на давление 20 атмосфер. Для наполнения необходимой смесью газов камера каждый раз откачивалась до давления 10^{-3} тор.

Высоковольтное импульсное питание подавалось через тиратрон типа ТГИ-410/16, постоянная времени выходной цепи которой равнялась $2 \cdot 10^{-7}$ сек. Питающий выпрямитель был рассчитан на 20 кв. Величина рабочего импульса при разных давлениях газа в камере подбиралась так, чтобы при задержках в подаче этого импульса $\leq 1,5$ мксек камера работала с одинаково высокой эффективностью ($>98\%$), независимо от давления и характера смеси газов. Фактически величина рабочего напряжения подбиралась значительно выше, чем граница, где эффективность камеры становилась 98% .

Управление подачей импульсного питания камеры осуществлялось с помощью двух рядов счетчиков Гейгера-Мюллера, расположенных над и под искровой камерой (рис. 1) и включенных в схему совпаде-

ний. Между нижним слоем камеры и II рядом счетчиков находилось вещество, допускающее регистрировать частицы (μ -мезоны) с энергией >100 мэв.

Измерения велись в следующих условиях опыта:

а) В качестве уплотнителей корпуса камеры использовались прокладки из вакуумной резины. Electroды камеры друг от друга разделялись с помощью столбиков из полистирола. Фотографирование производилось через стенку из органического стекла. Камера наполнялась „особо чистым“ неоном.

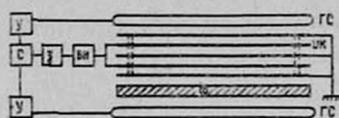


Рис. 1. Схема установки.

б) Чтобы исключить источники испарения в объеме камеры в качестве уплотнителя использовался металл индий. Изолирование электродов друг от друга и от корпуса осуществлялось с помощью фарфоровых изоляторов. Стенка из органического стекла была заменена стеклом. Камера наполнялась также „особо чистым“ неоном.

в) В условиях, указанных в пункте (б), камера наполнялась смесью паров спирта до давления 45–50 тор (давление насыщенных паров при комнатной температуре) и „особо чистым“ неоном до необходимого давления.

Измерения в условиях, указанных в пункте (а), показывают, что с течением времени работы искровой камеры уменьшается эффективность регистрации частиц. Особенно быстрое уменьшение наблюдается при задержках в подаче высоковольтного импульса ≥ 20 мксек [2]. В первый день после наполнения камеры рабочим газом (давление 1 и 4 атм) искры в отсеках образуются в направлении электрического поля, независимо от направления частицы, что согласуется с данными других авторов [3, 4]. Через несколько дней после наполнения газом, когда общее число срабатываний камеры составляло 20 тысяч, при давлении 4 атм с точностью 30% искры образуются по пути частицы, причем всегда угол наклона трека меньше, чем наклон истинной траектории частицы. При давлении 1 атм искры следуют по пути частицы в меньшей степени [5], а когда высоковольтный импульс подается с задержкой >6 мксек, вовсе не наблюдаются наклонные треки, хотя регистрируются частицы, проходящие под различными углами к направлению электрического поля в камере.

Рабочие характеристики искровой камеры, работающей в условиях, указанных в пункте (б), заметно отличаются от характеристик в условиях (а). Зависимость эффективности регистрации частиц в условиях (б) от числа срабатываний камеры для разных значений времени задержки в подаче рабочего импульса представлена на рис. 2, где по оси абсцисс отложено число срабатываний камеры (снизу указано время, прошедшее после наполнения газом), а по оси ординат—эффективность в процентах. Здесь и на следующих графиках указаны стати-

стические ошибки. Цифры на кривых означают время задержки в подаче рабочего импульса на искровую камеру.

Наблюдается уменьшение эффективности со временем и с увеличением количества срабатываний камеры, причем, чем больше время

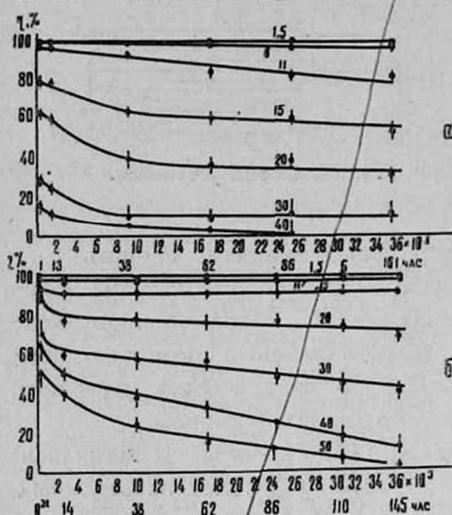


Рис. 2. Кривые зависимости эффективности от числа срабатываний искровой камеры, наполненной „особо чистым“ неоном. а — давление 1 атм. б — давление 2,9 атм.

задержки в подаче высоковольтного импульса, тем быстрее происходит уменьшение эффективности, однако значительно медленнее, чем при работе камеры в условиях (а).

Преимуществом камеры, работающей в условиях (б), является то, что при значительно меньшем значении рабочего импульса она показывает высокую эффективность регистрации частиц, которая со временем уменьшается медленнее. Изменение эффективности нами было прослежено до значения числа срабатываний $1,5 \cdot 10^5$ в течение одного месяца после наполнения камеры газом. Для времени задержки 6 мксек эффективность оставалась равной 95–100%, а для больших значений задержки кривые зависимости эффективности от числа срабатываний и от времени прошедшего после наполнения камеры являлись монотонными продолжениями кривых, представленных на рис. 2.

Вместе с тем необходимо отметить, что камера, работающая в условиях (б), не позволяет в отдельном отсеке (шириной 10 мм) определять направление регистрируемой частицы. Треки получаются размытыми и имеющими направление электрического поля независимо от направления частицы, от величины времени задержки в подаче рабочего импульса ($\geq 1,5$ мксек) и от давления газа в камере ($\leq 2,9$ атм).

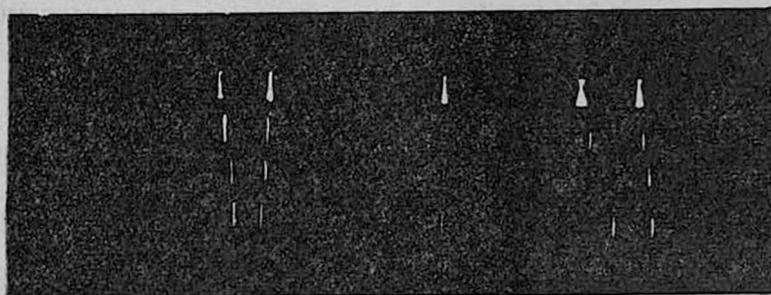


Рис. 3. Фотография треков частиц в „особо чистом“ неооне при задержке рабочего импульса на 1,5 мксек.

Размытость треков увеличивается с увеличением задержки в подаче рабочего импульса. Это наглядно видно из рис. 3—4, где представлены фотографии треков пяти частиц, проходящих в разное время со-

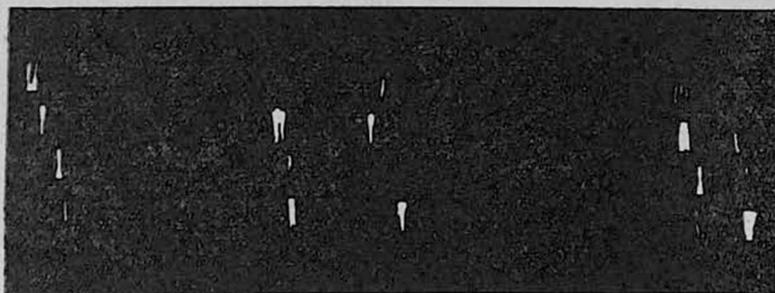


Рис. 4. Фотография треков частиц в „особо чистом“ неоне при задержке рабочего импульса на 11 мксек.

ответственно при задержке 1,5 и 11 мксек, при давлении газа в камере 2,9 атм.

Добавление паров спирта к „особо чистому“ неону (условия пункта в) приводит к заметному улучшению качества треков в искровой камере, как при давлении 1 атм (рис. 5), так и при 4,6 атм

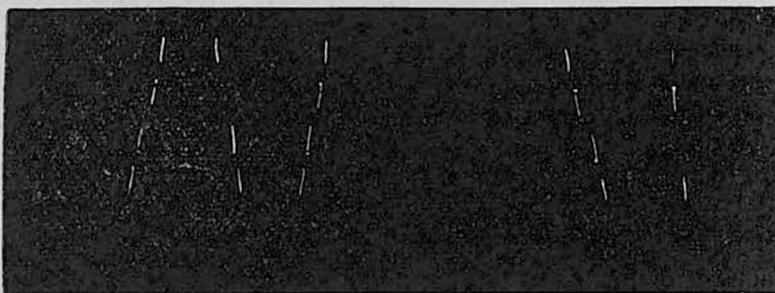


Рис. 5. Фотография треков в смеси „неон-спирт“ с общим давлением 1 атм при задержке рабочего импульса на 1,5 мксек.

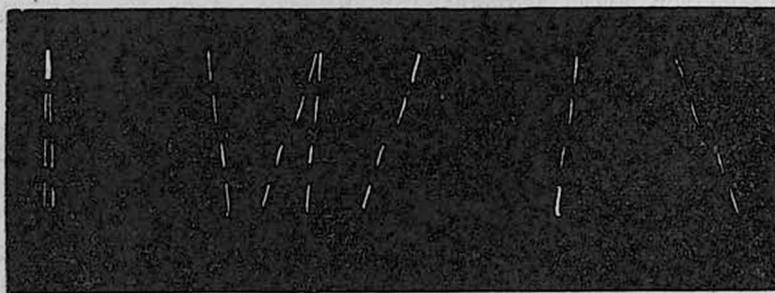


Рис. 6. Фотография треков в смеси „неон-спирт“ с общим давлением 4,6 атм при задержке рабочего импульса на 1,5 мксек.

(рис. 6). Однако сильно ускоряется спад эффективности регистрации частиц с течением времени работы камеры.

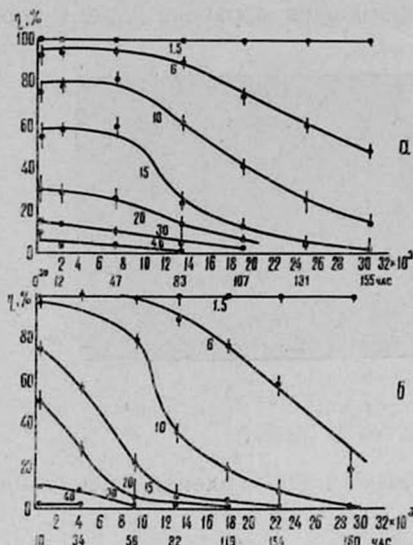


Рис. 7. Кривые зависимости эффективности от числа срабатываний искровой камеры, наполненной смесью „особо чистого“ неона и парами спирта. а — давление 1 атм, б — давление 4,6 атм.

наблюдается также при задержках в подаче рабочего импульса на 6 мксек. При этом направление частиц в среднем определяется с ошибкой $+40\%$, а предельный регистрируемый угол достигает 18° .

Измерения наблюдаемой ширины треков велись при различных режимах работы искровой камеры. Так как трек по всей длине не имеет постоянной ширины, он измерялся в трех местах: в середине и на концах, на расстоянии по 1,5 мм от электродов. Неравномерность ширины трека особенно заметна при работе камеры в условиях б), когда замечается почти непрерывное сужение трека по направлению от отрицательного электрода к положительному (заземленному). В среднем ширина трека у отрицательного электрода (на расстоянии 1,5 мм) в 1,3 раза больше, чем у заземленного.

Измерению подвергались треки, зарегистрированные в первый день работы камеры, и треки, зарегистрированные позже. Оказалось, что со временем, прошедшем после наполнения камеры рабочим газом, происходит уменьшение ширины трека. Это особенно проявляется при работе камеры в условиях а). В этом случае за неделю ширина трека уменьшилась в 1,5 раза, тогда как при работе в условиях б) она за два месяца уменьшилась всего в 1,25 раза. В условиях в) наблюдается более медленное сужение трека со временем.

На рис. 7. представлены кривые зависимости эффективности от числа срабатываний камеры (и от времени, прошедшего после ее наполнения) для разных значений времени задержки в подаче рабочего импульса (цифры на кривых в мксек).

В условиях в) заметно увеличивается степень локализации искры на пути частицы. Даже при общем давлении смеси газов, равном 1 атм, наблюдаются треки с наклоном (в отношении электрического поля) до 17° , причем в среднем направление частиц определяется с ошибкой, равной 40% . Когда давление смеси достигает 4,6 атм эта ошибка уменьшается до 25% , а предельный регистрируемый угол наклона достигает 28° при задержке рабочего импульса на 1,5 мксек.

Некоторое слежение искры по истинной траектории частицы на-

В таблице представлены измеренные значения толщины треков, зарегистрированных в первый день работы искровой камеры в разных

Таблица

Средняя ширина треков в мм-ах

Условия работы камеры	Давление (ат.)	Время задержки (мксек)			
		1,5	6	10	15
а	1,0	1,76±0,25	—	—	—
	4,0	1,71±0,25	—	—	—
б	1,0	2,6 ±0,6	3,2 ±0,8	—	—
	2,9	2,2 ±0,5	4,4 ±0,9	5,2±1,0	—
в	1,0	0,83±0,12	1,01±0,15	—	1,05±0,15
	4,6	0,93±0,13	1,13±0,15	—	1,32±0,20

условиях. Видно, что в смеси „особо чистого“ неона и паров спирта треки получаются в 3—4 раза уже, чем в „особо чистом“ неоне, без каких-либо примесей. В условиях а) также получаются узкие треки, но они в среднем в 2 раза шире, чем в присутствии паров спирта в камере.

Следовательно, прибавление паров спирта к „особо чистому“ неону приводит к улучшению условий определения направления частицы в искровой камере с межэлектродным зазором 10 мм, но уменьшает эффективность регистрации частиц при больших задержках в подаче рабочего высоковольтного импульса и укорачивает срок работы камеры. Если не приняты особые меры, исключающие возможность испарения в рабочем объеме камеры, с течением времени ее рабочие характеристики приближаются к характеристикам камеры, наполненной „особо чистым“ неоном и парами спирта при давлении насыщения.

В заключение выражаем благодарность К. А. Матевосяну, Н. Х. Бостанджяну за участие в обсуждении результатов измерений.

Ереванский институт физики

Поступила 28 августа 1967

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. D. T. Vardumian, G. A. Marikian, K. A. Matevosian, Proc 9th Intern. Confer. on Cosmic Rays, London, 1966.
2. Г. С. Акопян, Н. Х. Бостанджян, Г. А. Марикян, К. А. Матевосян, Труды Всесоюзной конференции по космическим лучам, Алма-Ата, 1966 (в печати).
3. М. И. Дайон, Г. А. Лексин, УФН, 80, 281 (1963).
4. Л. С. Новиков, ПТЭ, 4, 45 (1965).
5. Г. С. Акопян, Н. Х. Бостанджян, Г. А. Марикян, К. А. Матевосян, ПТЭ, 3, 1967.

ՍՊԻՐՏԻ ԳՈՒՈՐՇԻՆՆԵՐԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՅՄԱՅԻՆ ԽՅԻԿԻ
ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻ ՎՐԱ

Գ. Ս. ՀԱԿՈՔՅԱՆ, Գ. Հ. ՄԱՐԻԿՅԱՆ

Հետազոտված է կայծային խցիկի աշխատանքը նրա մեջ լցվող գազի (կամ գազերի խառնուրդի) զանազան պարամետրերի դեպքում:

Որոշվել է տիեզերական լիցքավորված մասնիկների արձանագրման արդյունավետության կախումը արդեն արձանագրված մասնիկների ընդհանուր թվից և խցիկը գազով լցնելուց հետո անցած ժամանակամիջոցից, ընդորում, շափումները կատարվել են՝ մասնիկը խցիկից անցնելու պահից մինչև խցիկին աշխատանքային իմպուլս տալու պահը ընկած ժամանակամիջոցի տարբեր արժեքների դեպքում (1,5 ÷ 50 միկրովայրկյան):

Պարզվել է, որ «հատկապես մաքուր» նեոնին սպիրտի հաղեցած զուրշիներ խառնելու դեպքում զգալիորեն բարելավվում է արձանագրվող հետքերի որակը և նրանք ավելի մեծ ճշտությամբ են համընկնում մասնիկների իրական հետազոծերի հետ:

EFFECTS OF THE ALCOHOL VAPOUR ON THE OPERATING
CHARACTERISTIC OF THE SPARK CHAMBERS

G. S. HAKOPIAN and G. A. MARIKIAN

It is investigated the operation of the spark chamber in the cases of various parameters of the filled gas (or gas mixtures). It is determined the dependence of the cosmic ray charged particles registration efficiency upon the total number of the particles already registered and upon the time passed after filling the chamber with gas. The measurements are carried out for various delays (1,5—50 μ sec) between the passage of the particle through the chamber and the high voltage pulse supply. It is found that when saturated alcohol vapour is mixed to the „especially pure“ neon, the tracks quality will significantly improved and they will coincide with the particle real trajectories more correctly.