

О ЗАВИСИМОСТИ СМЕЩЕНИЯ ТРЕКА В ИСКРОВОЙ КАМЕРЕ ОТ ЧАСТОТЫ ЕЕ СРАБАТЫВАНИЯ

Н. Х. БОСТАНДЖЯН, Г. А. МАРИКЯН

Исследована зависимость величины смещения трека частицы от частоты срабатывания искровой камеры ($80 \times 40 \times 30$ см³). Замечено, что с увеличением частоты срабатывания меняется величина смещения трека от истинной траектории частицы. Для объяснения этого явления делается предположение, что после образования искрового трека на окиси алюминиевых электродов собираются заряды, создающие поле, противоположное полю импульсного питания камеры.

Основными причинами смещения трека в искровой камере являются высоковольтное импульсное питание и диффузия электронов ионизации, производимой регистрируемой частицей. Нами было замечено, что экспериментальные данные невозможно полностью объяснить этими причинами.

Экспериментальная установка [1] содержала двухсекционную искровую камеру с рабочей площадью 40×80 см² и межэлектродным зазором по 30 см и два ряда счетчиков Гейгера—Мюллера, расположенных над и под искровой камерой. Между камерой и нижним рядом счетчиков находился свинцовый поглотитель, позволяющий регистрировать мюоны с энергией ≥ 300 Мэв. Толщина среднего дюралюминиевого электрода камеры составляла $0,27$ г/см², поэтому многократное рассеяние частиц в нем не могло существенно повлиять на результаты измерений.

Искровая камера наполнялась особо чистым неоном до давления 600 тор. Высоковольтный импульс (90 кВ) питания камеры формировался многокаскадным генератором Аркадьева—Маркса и подавался на средний электрод. Емкость генератора в ударе равнялась 800 пф, время нарастания импульса — $3 \cdot 10^{-8}$ сек, а разрядное сопротивление — 2 ком, которое имело распределенный характер и обеспечивало однородность электрического поля в рабочем объеме камеры.

Запуск генератора высоковольтного питания камеры осуществлялся совпадательным импульсом от двух рядов счетчиков Гейгера—Мюллера. Для определения величины смещения трека отбирались случаи, когда треки в обеих секциях относились к одной и той же частице и имели прямолинейное и взаимно параллельное (с точностью $5 \cdot 10^{-3}$ рад) направление. Через трек в верхней секции и трек в нижней секции проводились аппроксимирующие прямые и измерялось расстояние между ними. Половина полученной величины считалась равной смещению d . Ясно, что измеренное таким образом значение смещения зависит как от величины сноса электронов ионизации, так и от угла θ между направлением электрического поля и траекторией регистрируемой частицы,

$$d = v_{\text{др}} t \sin \theta, \quad (1)$$

где $v_{др}$ — скорость дрейфа электронов ионизации в камере, t — время действия электрического поля высоковольтного импульса.

Измерения велись при задержке в подаче высоковольтного импульса, составляющей $t_3 = (2,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$ сек, и при различных значениях частоты f срабатывания камеры. Результаты измерений представлены на рисунке, где положительные значения углов относятся к частицам, идущим справа, а отрицательные — слева (если смотреть со стороны фоторегистратора). Соответственно смещение от траектории вправо считается положительным, а влево — отрицательным.

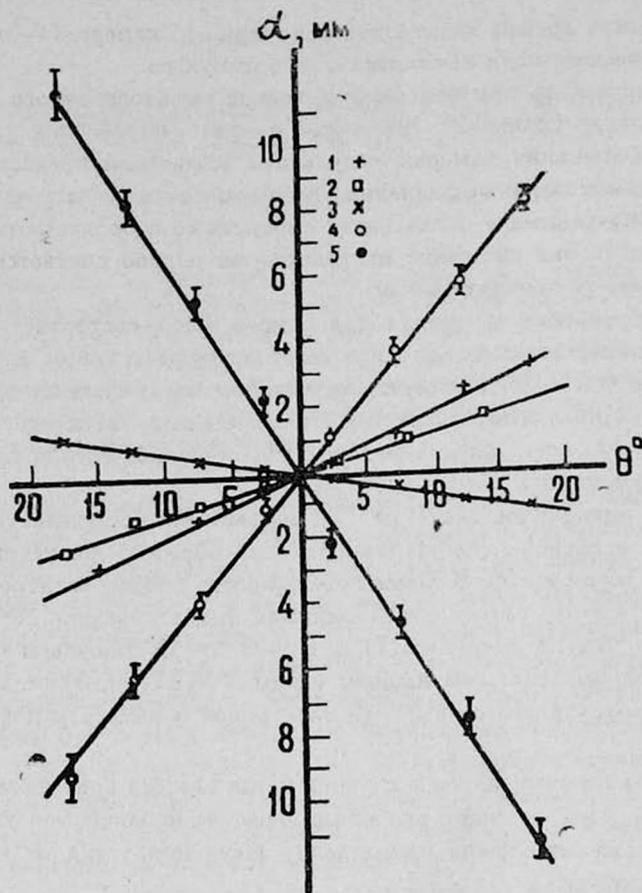
Ошибка измерения смещения для одного трека составляет 0,4 мм, а экспериментальные точки на рисунке соответствуют средним значениям с ошибкой менее чем 10%. Проведенные методом максимума правдоподобия прямые хорошо описывают экспериментальные результаты, что согласуется с формулой (1), которая для малых значений приближенно представляет собой прямую линию.

Согласно оценочным расчетам [2], эффективное значение поля, действующего на электроны ионизации во время образования искрового трека, равняется 3,3 в/см тор. В таком поле скорость дрейфа электронов в неоне составляет $4,3 \cdot 10^6$ см/сек [3]. Принимая время действия этого поля $t = 2 \cdot 10^{-7}$ сек [4], по формуле (1) для угла $\theta = 15^\circ$ получаем $d = 2,2$ мм. Согласно экспериментальным данным имеем $d = (2,7 \pm 0,2)$ мм. Наблюдаемая разница обусловлена диффузией электронов в камере и другими причинами.

Рассмотренное относилось к случаю, когда частота срабатывания камеры $f = 1$ час⁻¹. При больших значениях частоты наблюдается уменьшение величины и даже изменение направления смещения трека от траектории частицы (см. рисунок).

В эксперименте на средний электрод подается положительный импульс, чем и определяется знак смещения трека. Уменьшение величины смещения при том же подаваемом импульсе, но при большей частоте срабатывания камеры, может иметь место, если в объеме камеры каким-то образом появится обратное действующее электрическое поле. Экспериментальные данные указывают на то, что действие этого поля на образование трека проявляется начиная с момента прохождения частицы через камеру. Следовательно, оно может быть следствием предыдущего искрового разряда. Рассмотрение возможных причин наблюдаемого эффекта приводит к предположению, что после срабатывания камеры на электродах собираются заряды, создающие поле, имеющее направление, противоположное полю высоковольтного импульса.

Электроды камеры шунтированы сопротивлением 2 ком, поэтому на них заряд долго (минутами) держаться не может, если не будет изолирован от проводящих частей. Известно также, что алюминий в воздухе быстро покрывается окисью, которая, будучи плохим проводником, может значительное время держать накопленные на себе заряды. Источником этих зарядов в камерах, в основном, может быть фотоионизация атомов неона в процессе образования искрового трека. По-видимому, этим можно объяс-



Зависимость величины смещения трека от угла между траекторией частицы и направлением электрического поля в искровой камере при различных значениях частоты срабатывания камеры и величины приложенного постоянного электрического поля: 1 — $f = 1 \text{ час}^{-1}$, $E_{см} = 0$; 2 — $f = 20 \text{ час}^{-1}$, $E_{см} = 0$; 3 — $f = 500 \text{ час}^{-1}$, $E_{см} = 0$; 4 — $f = 500 \text{ час}^{-1}$, $E_{см} = 20 \text{ в/см}$; 5 — $f = 500 \text{ час}^{-1}$, $E_{см} = -20 \text{ в/см}$.

нить также накопление зарядов на изоляторах стримерной камеры, наблюденное М. И. Дайоном и сотрудниками [5].

С целью выяснения характера распределения и величины этих зарядов были проведены измерения в присутствии постоянного смещающего поля в объеме камеры. Для этого через 100 мом к среднему электроду камеры был подключен внешний источник постоянного напряжения, и чтобы не происходило падение напряжения на шунтирующих электродах сопротивлениях, последние были отсоединены от среднего электрода воздушным промежутком шириной 2 мм. При подаче высоковольтного импульса эти промежутки немедленно пробивались и восстанавливалось шунтирование электродов, а также, как показывает эксперимент, условия однородности электрического поля высоковольтного импульса в рабочем объеме камеры.

Предполагая линейную зависимость скорости дрейфа электронов от напряженности поля [6] при малых его значениях (до $0,1$ в/см тор), для истинной величины сноса X электронов в электрическом поле E можно записать

$$X = cEt, \quad (2)$$

где c — постоянная, зависящая от природы рабочего газа в камере.

В условиях нашего эксперимента на электроны ионизации действуют: поле E_3 зарядов, накопленных на электродах, приложенное постоянное смещающее поле $E_{см}$ и поле $E_в$ высоковольтного импульса, причем первые два поля действуют в течение всего периода от момента прохождения частицы через камеру до завершения процесса образования искрового трека, а последнее поле — с момента подачи высоковольтного импульса (10^{-7} сек).

Исходя из формулы (2), для суммарного значения сноса электронов можно записать

$$X = cE_{см}(t_3 + t) + X_в + X_3, \quad (3)$$

где $X_в$ — величина сноса под действием высоковольтного импульса, а $X_3 = cE_3(t_3 + t)$ — величина сноса под действием поля накопленных зарядов.

Учитывая, что $X = \frac{d}{\sin \theta}$, а для $X_в$ принимая значение, полученное при $f = 1$ час $^{-1}$ и $E_{см} = 0$, из двух уравнений, составленных согласно формуле (3) соответственно по данным кривых 3 и 4 рисунка, получаем $c = 7,6$ см(сек в/см) $^{-1}$. Используя это значение и результаты измерений при $E_{см} = 0$, по формуле (3) получаем $E_3 = -(2,4 \pm 0,3)$ в/см при $f = 20$ час $^{-1}$ и $E_3 = -(9,4 \pm 1,2)$ в/см при $f = 500$ час $^{-1}$. При этом предполагается, что коэффициент c не зависит от частоты срабатывания искровой камеры.

Следует отметить, что при $f = 500$ час $^{-1}$ на краях рабочего объема камеры треки становятся криволинейными, что не наблюдается при $f = 1$ час $^{-1}$. Это свидетельствует о неравномерности распределения накопленных зарядов. Наблюдается также относительное увеличение ширины трека при большей частоте, что, по-видимому, является следствием продолжительного действия этих зарядов.

Влияние накопленных зарядов можно ослабить, уменьшая время задержки в подаче высоковольтного импульса на камеру, но еще не известно, можно ли соответствующей обработкой поверхности алюминиевого электрода полностью исключить накопление поверхностных зарядов. Очевидно, что применением электродов, изготовленных из материала, поверхность которого не покрывается непроводящим слоем, можно добиться этого. В этом направлении, по-видимому, будет действовать также двойное питание искровой камеры знакопеременным импульсом [7].

Авторы выражают благодарность А. П. Оганесяну, Р. А. Еринджакину и А. К. Унаняну, принимавшим участие в работе.

Ереванский физический институт

Поступила 25.II.1976

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Х. Бостанджян, Г. А. Марикиан. Изв. АН СССР, серия физ., 8, 1803 (1972).
2. И. А. Духовский, И. А. Радкевич. ПТЭ, 6, 43 (1973).
3. Т. Л. Асатиани. Сб. Вопросы физики элементарных частиц, Ереван, 1964, т. 4, стр. 525.
4. К. Г. Некрасов. Препринт ОИЯИ, Р13—5811, Дубна, 1971.
5. М. И. Дайон, В. И. Казуров, С. А. Крылов. ПТЭ, 2, 71 (1967).
6. Т. Л. Асатиани. Сб. Вопросы физики элементарных частиц, Ереван, 1964, т. 4, стр. 527.
7. К. М. Авакян и др. ПТЭ, 5, 43 (1974).

ԿԱՅՄԱՅԻՆ ԽՅԻԿՈՒՄ ՀԵՏՔԻ ՏԵՂԱՇԱՐԺԻ
ԿԱԽՈՒՄԸ ՆՐԱ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՑ

Ն. Խ. ԲՈՍՏԱՆԶՅԱՆ, Գ. Հ. ՄԱՐԻԿՅԱՆ

Ցույց է տրված, որ կայծային խցիկի ($80 \times 40 \times 30$ սմ³) աշխատանքային հաճախակա-
նության փոփոխման հետ փոփոխվում է մասնիկի հետքի տեղաշարժի շափուր, ենթադրություն է
արվում, որ կայծային հետքի առաջացումից հետո խցիկի այլումինե էլեկտրոդների վրա,
որոնք ծածկված են լինում օքսիդով, հավաքվում են էլեկտրական լիցքեր և ստեղծում խցիկի
աշխատանքային լարվածության դաշտին հակառակ ուղղված էլեկտրական դաշտ (~ 10 վ/սմ):

ON THE OPERATION FREQUENCY DEPENDENCE
OF TRACK DISPLACEMENT IN A SPARK CHAMBER

N. Kh. BOSTANDZHYAN, G. A. MARIKYAN

The displacement of a particle track from the real trajectory was observed to decrease with the increase of the operation frequency of ($80 \times 40 \times 30$ cm³) spark chamber. This is presumably due to the fact, that after the formation of a spark on the oxide foil of aluminium electrodes, there collect charges giving rise to ~ 10 v/cm electric field, opposite to the direction of pulsed supply of the chamber.