

УДК 539.1.073.7

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТ РОТШТЕЙНА

Е. М. Гуцин, А. Н. Лебедев, С. В. Сомов, Г. И. Типографщик

Влияние температуры на эффект увеличения чувствительности бромосеребряных эмульсий в импульсном электрическом поле (ИЭП) напряженностью $\sim 10^6$ В/см изучено слабо. Следует ожидать, что при охлаждении эмульсии порог эффекта будет снижаться как за счет замораживания ионной проводимости эмульсионных микрокристаллов, так и в результате увеличения коэффициента ударной ионизации. Однако вклад этих механизмов в различных областях температур не ясен. Кроме того, в [1] сообщалось, что понижение темпе-

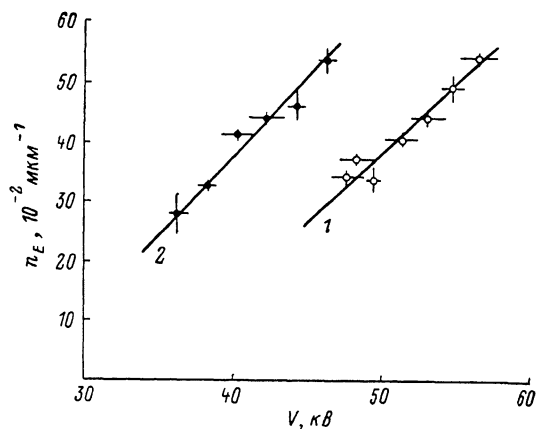


Рис. 1. Зависимость плотности проявленных на треке протона зерен от амплитуды ИЭП: 1 — 25, 2 — 0 °С. В отсутствие ИЭП $n_0 \leq 3 \cdot 10^{-2}$ мкм⁻¹. Задержка $\Delta t = 5$ мкс.

ратуры наряду со сдвигом порога эффекта ведет к необъяснимо резкому возрастанию времени памяти: от $\sim 10^{-3}$ с при комнатной температуре до 3 с при -10 °С.

Нами было исследовано влияние температуры на эффект Ротштейна при экспозиции протонами с энергией 200 МэВ примитивной ядерной эмульсии типа РК. Техника эксперимента подробно описана в [2, 3]. Отличительной особенностью измерений явилось использование внутреннего ионного поля эмульсионных микрокристаллов, для чего к эмульсии прикладывалось биполярное ИЭП, состоящее из двух разнополярных импульсов — «поляризационного» и «мультипликационного» [4].

Как видно из рис. 1, охлаждение эмульсии с 25 до 0 °С вызывает сдвиг порога эффекта на 20 %. Поскольку для биполярного ИЭП ионная проводимость эмульсионных микрокристаллов приводит к потере эффективного действующего ИЭП в результате неполной поляризации микрокристалла «поляризационным» ИЭП и частичной деполяризации при изменении знака прикладываемого к эмуль-

сии потенциала, то, зная форму ИЭП и используя поляризационное уравнение [4, 5] и характерную для бромида серебра температурную зависимость ионной проводимости [6], можно рассчитать время ионной релаксации τ_p . Так, при 18 °C $\tau_p \approx 110$ нс, что соответствует расчетам τ_p по частотной зависимости диэлектрической проницаемости ядерной эмульсии [5] и оценкам τ_p по сдвигу порога эффекта при уменьшении длительности «поляризационного» ИЭП. Следовательно, при температурах, близких к нормальному, наблюдаемое изменение порога эффекта определяется в основном возрастанием эффективного внутреннего ИЭП вследствие замораживания подвижности межузельных ионов.

Новым и принципиально важным физическим результатом является относительно слабая температурная зависимость времени памяти (рис. 2), которое увеличивается с $t_n \approx 17$ мкс при 25 °C до $t_n \approx 31$ мкс при 0 °C. В отличие от [1] этот результат соответствует представлению о механизме памяти эффекта Рот-

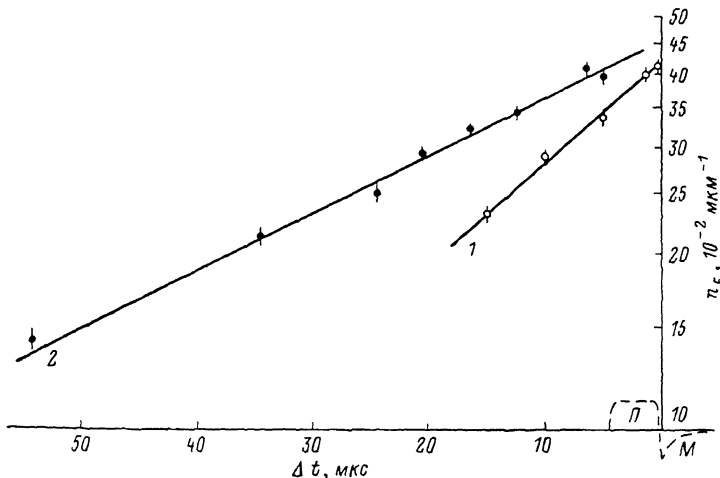


Рис. 2. Зависимость плотности проявленных на треке протона зерен от времени задержки между моментом прохождения протона и вершиной «мультипликационного» ИЭП.

1 — 25, 2 — 0 °C. Пунктиром показана форма ИЭП (П — «поляризационное», М — «мультипликационное»).

штейна в полях $\sim 10^6$ В/см как о мультипликации электронов, захваченных после экспозиции на мелкие электронные ловушки и сорванных с них действием ИЭП. Действительно, поскольку $\tau \ll t_n$, время памяти определяется преимущественно термическим временем жизни электронов на мелких ловушках [3], т. е.

$$t_n \sim T^{-2} \exp(\Delta W/kT),$$

где T — абсолютная температура; k — постоянная Больцмана; ΔW — глубина ловушки, которая может быть рассчитана в предположении срыва электронов по механизму, аналогичному эффекту Шоттки. В нашем случае $\Delta W < 0.28$ эВ (возможно, и еще меньше вследствие туннельного эффекта); следовательно, $t_n(0 \text{ °C})/t_n(25 \text{ °C}) < 3$, что не противоречит экспериментальной величине 1.8.

Отметим, что с практической точки зрения, например при решении актуальной задачи экспериментальной физики частиц высоких энергий — разработке эмульсионного трекового детектора с управляемой чувствительностью, — охлаждение эмульсии оказывается эффективным средством уменьшения прикладываемого потенциала без существенного ухудшения времени памяти детектора.

Литература

- [1] Диденко А. Я., Лемешко Б. Д., Мороз И. Н. ЖНПФФ, 1986, т. 31, № 1, с. 53—55.
- [2] Гуцин Е. М., Лебедев А. Н., Лопырев А. Ю., Сомов С. В. Письма в ЖТФ, 1985, т. 11, № 8, с. 491—494.
- [3] Gushchin E. M., Lebedev A. N., Lopurev A. Yu., Somov S. V. Nucl. Instr. and Meth., 1986, v. B. 16, p. 515—522.
- [4] Гуцин Е. М., Лебедев А. Н., Лопырев А. Ю., Сомов С. В. А. [с. 1256555. — Оpubл. в Б. И., 1987, № 15.
- [5] Гуцин Е. М., Лебедев А. Н., Сомов С. В. ЖНПФФ, 1986, т. 31, № 2, с. 95—99.
- [6] Мейкляр П. В. Физические процессы при образовании скрытого фотографического изображения. М.: Наука, 1972. 56 с.

Московский инженерно-физический
институт

Поступило в Редакцию
22 апреля 1987 г.