

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЯДЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

EMANUEL SÍLES), JOZEF TŮČEK (JOZEF TŮČEK),
Кошице

В предлагаемой работе мы занимались проблемой изменения детекционных качеств ядерных фотографических эмульсий, охлажденных до температур жидкого азота и гелия, с целью проверить работоспособность эмульсий в подобных условиях экспериментов. Мы использовали эмульсии, сделанные в СССР (НИКФИ) и их эффективность мы определяли измерениями ионизации частиц различных скоростей.

Экспериментальная часть

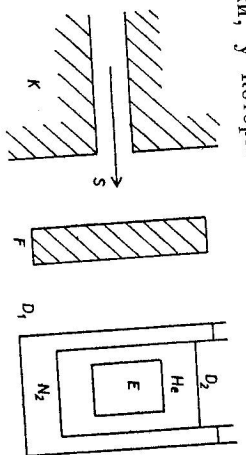
Ядерные фотографические эмульсии типа НИКФИ ВР-2, минимальный размер слоя $50 \times 50 \times 0,45$ мм мы облучали положительно заряженными мезонами τ в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в Дубне. Эксперимент осуществлялся в трех вариантах:

- 1) облучение эмульсий при комнатной температуре $16-18^\circ\text{C}$,
- 2) облучение эмульсий, погруженных в жидкий азот (75°K),
- 3) облучение эмульсий, погруженных в жидкий гелий (4°K).

Схема эксперимента была аналогична во всех трех случаях. В качестве примера мы приводим на фиг. 1 схему облучения типа 3). Энергия первоначального пучка положительных τ — мезонов была 80 Мэв. С помощью медного фильтра мы понизили энергию мезонов так, что они при попадении в эмульсию тормозились до остановки и потом релабдались. Характеристический распад $\tau^+ \rightarrow \mu^+ + e^+$ дал нам возможность с уверенностью определить место остановки τ — мезонов.

Ионизацию мы определяли подсчетом разрывов между зернами выростованного Ag [1]. Измерения мы проводили на следах мезонов от точкой остановки против направления полета частиц и на следах релятивистских электронов, возникающих при распаде μ — мезонов. Измерения проводились на микроскопах типа Корюгетта М-2 при увеличении $100 \times$ $10 \times 2,5$ с использованием иммерсионного фторированного объектива. Для

определения мы выбрали такие τ — мезоны, проекционная длина трека которых была минимально $0,5$ см (угол наклона трека меньше 5°). Для электронных треков минимальная длина проекции была $0,1$ см и нами выбрали треки, у которых не наблюдалось видимого искривления.



Фиг. 1.

Схема эксперимента с облучением эмульсии в жидком водороде. К — коллиматор, S — направление первоначального пучка τ -мезонов, F — тонкий фильтр, D₁ — внешний сосуд Дьюара с жидким гелием, D₂ — внутренний сосуд Дьюара с жидким азотом, в котором погружены эмульсионные слои E.

Одновременно с ионизацией мы измерили профиль трека в направлении оси (перпендикулярно к поверхности эмульсии).

Результаты измерений

а) Измерение ионизации мезонов τ

Минимальная энергия мезонов τ с пробегом больше чем $0,5$ см представляется 16 Мэв [2] (трек является так называемым серым). В пределах этой энергии не проявляется в зависимости специфических потерь энергии от скорости влияние логарифмического члена в формуле Бете—Блоха [3] и зависимость $\log N$ от $\log R$ (N — число разрывов на длине, измеренной от конца трека) является линейной: $\log N = k \log R$.

Мы сравнивали средние значения коэффициентов k , рассчитанных для интервалов длин от $0,5$ мм до 5 мм, для отдельных вариантов опыта. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

1ый вариант опыта	$k_1 = 1,22 \pm 0,03$	10 треков
2ой вариант опыта	$k_2 = 1,07 \pm 0,02$	5 треков
3ий вариант опыта	$k_3 = 1,03 \pm 0,02$	10 треков

Из таблицы видно, что с охлаждением эмульсий понижается ионизация. Для азотных и гелиевых температур ионизация остается практически

без изменений. Обнаруженные различия измеренных данных можно количественно оценить с помощью критерия Стьюдента [4]. С вероятностью больше чем 0,99 измеренные данные не противоречат гипотезе, что k_1 выбирается из другой генеральной совокупности, чем k_2 и k_3 . С той же вероятностью k_2 и k_3 не противоречат гипотезе одной и той же генеральной совокупности.

6) Измерение ионизации электронов

В связи с малой массой покоя электронов, все измеренные треки были регистрируемыми в области энергий, в которых ионизация слабо меняется со скоростью частиц. Поэтому мы измеряли специфическую ионизацию I (число разрывов на длине 100 μ трека). Результаты измерений мы собрали в таблицу 2.

Таблица 2

Вариант опыта	Общая длина измеренного трека в см	Ионизация
1ый	3,19	$43,4 \pm 0,3$
2ой	1,12	$34,9 \pm 0,4$
3ий	1,22	$35,5 \pm 0,4$

Из таблицы видно, что ионизация эмульсий, облученных при низких температурах, понижается на 18 %. Поскольку число измеренных 100 μ треков превышает во всех вариантах опыта 100, мы можем использовать для проверки гипотезы о генеральной совокупности критерий, основанный на нормальном распределении. Так же, как и в предыдущем случае, с вероятностью большей чем 0,99, мы не находимся в противоречии с гипотезой, что генеральная совокупность 1) отличается от 2) и 3), но последние не отличаются друг от друга.

Все измеренные треки мы подбিরали так, что не было необходимости вводить поправку на угол погужения трека. Зависимость ионизации от глубины эмульсии не превышала 3 % и поскольку глубина треков выбиралась случайно, она не могла влиять на результаты измерений. Различия в ионизации для отдельных слоев одного и того же варианта эксперимента мы не наблюдали. Половина эмульсий, облученных в гелии, заранее сушилась в эксикагоре. Подсушенные эмульсии не отличались от остальных.

Заключение

Поскольку современные эмульсии отличаются от предыдущих не только чувствительностью, но также размером проявленных зерен серебра и по-

скольку увеличивается число экспериментов, при которых эмульсия не является мисенью, мы сочли целесообразным измерить температурную зависимость ионизационной способности эмульсий НИКФИ ВР-2 в диапазоне регистрируемых и серых треков.

Измерения зависимости чувствительности эмульсий от температуры проводились раньше [5], [6] с эмульсиями других типов. Результаты этих измерений имели значительное рассеяние. Ионизация эмульсий НИКФИ Р понижалась до 10 % при тепловых температурах для измерений на регистрируемых треках. Понижение ионизации эмульсий Илфорд оказалося заметно меньшим.

Из наших измерений следует, что эмульсии НИКФИ ВР-2 имеют практически одну и ту же чувствительность при температурах 4°К и 75°К. Понижение ионизации по сравнению с комнатной температурой не является значительным и эмульсии, облученные при низких температурах, сохраняют в достаточной мере свою регистрирующую способность, чтобы было возможным использовать их в качестве детекторов заряженных частиц всех энергий в комбинированных экспериментах.

В заключение мы хотели бы выразить свою благодарность сотрудникам НИИИ в Дубне, которые нам помогли осуществить эксперимент: С. И. Любимову за фотохимическую обработку эмульсий и Б. С. Неганову за помощь при криотенных работах. Далее выражаем свою благодарность Эмульсионному комитету НИИИ, в особенности его председателю, проф. др. В. Петружику, лаборантке М. Шабиновой за тщательную работу при поиске измеренных треков и проф. др. Ю. Дубинскому, руководителю Кафедры ядерной физики университета в г. Кошице за поддержку в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Renardier M., Avignon Y., Compt. Rend. 233 (1951), 393.
- [2] Rowell C. F., Fowler R. H., Perkins D. H., *The Study of Elementary Particles by the Photographic Method*, London 1959.
- [3] Yuan C. L., Wu C. S., *Fundamental Principles and Methods of Particle Detection*, London 1961.
- [4] Дунин—Барковский И. В., Смирнов И. В., *Теория вероятностей и математическая статистика в технике*, Москва 1955.
- [5] Wanlek R. W., *Vol. Amer. Phys. Soc. I* (1956), 219.
- [6] *Нервная фотография* (сборник под ред. К. С. Богомолова, Н. А. Перфилова), Москва 1962.

Поступило 15. 5. 1965.

Катедра ядерной физики
Рязновской физико-математической школы
Университет Р. Ж. Софийска,
Ковче