# ФОТОПЛАСТИНКИ С ТОЛСТЫМИ СЛОЯМИ ЭМУЛЬСИИ

В последнее время в литературе появились сообщения о ряде открытий, сделанных в результате использования в экспериментах, связанных с ядерными процессами, фотопластинок, покрытых новой толстослойной эмульсией. Так, Фоулером, Берроуз и Керри[1] обнаружено расщепление ядра азота на 4 $\alpha$-частицы по формуле: $N^{14} + H^2 \rightarrow 4He^4$; Цзен-Сан-Цзян, Го-Цей-Вег, Шастель и Виньерон (лаборатория Жолио)[2,3] наблюдали третий и четвёртый осколки при делении урана. Наконец, Поуэлл, Оккиалини и др.[4] обнаружили тяжёлый мезон с массой $m_\mu = 400\ m_e$ и превращение его в лёгкий мезон с массой $m_\mu = 200\ m_e$, а также ряд ядерных расщеплений под действием мезонов.

Поэтому будет не безинтересно остановиться на свойствах этих пластинок, изложенных в реферируемой статье *).

Как известно, для определения энергии частицы и её массы достаточно измерить длину трэка, который прочерчивается ею при прохождении через фотоэмульсию. За длину трэка принимается расстояние между первым и последним зерном из ряда зёрен, составляющих трэк. Однако обычные эмульсии имеют тот недостаток, что между зёрнами имеются большие зазоры, вследствие чего измеряемые длины трэков группы одинаковых частиц оказываются не равными между собой, а значительно колеблются около некоторого среднего значения. С другой стороны, и сами траектории частиц, вследствие потери энергии при столкновениях с атомами вдоль своего пути, не будут одинаковы, подчиняясь статистическому закону флюктуаций. Величина флюктуаций при этом составляет 1% для $\alpha$-частицы, обладающей энергией, равной 5 MeV и 2% для протона той же энергии. Однако при обычной эмульсии неоднозначность в определении длины трэков значительно больше неоднозначности, обусловленной флюктуациями. Так, полуширина максимума рассеяния энергии однородной группы частиц равна 0,5 MeV для $\alpha$-частицы и 0,2 MeV для протонов, оставаясь почти постоянной для энергий между 2 и 10 MeV. Совершенно очевидно, что если бы удалось увеличить число проявленных зёрен на трэке частицы, это значительно улучшило бы результаты, получаемые при работе с пластинками. Другим недостатком старых эмульсий является то, что наличие

*) Powell and Occhialini, Journ. Scient. Instr. 23, 5 (1946).

фона, обусловленного $\gamma$-лучами, затрудняет работу и требует высококвалифицированного персонала.

Ещё в 1939 г. Поуэлл сделал попытку создать новый сорт эмульсии, увеличив плотность зёрен бромистого серебра вдвое по сравнению с эмульсиями старого типа. Эта попытка не дала заметного улучшения качества пластинок. Дальнейшая работа была приостановлена войной. В 1945 г. работа была возобновлена, и в результате создана новая эмульсия, содержащая в восемь раз большее количество галоидного серебра, чем обычные эмульсии. С пластинками, покрытыми этой эмульсией, был проведён ряд экспериментов. Полученные фотографии показали, что фон стал слабым и плотность зёрен вполне достаточной для того, чтобы можно было распознать трэк не только в конце его, где ионизация велика, но и в начале. Среднее расстояние между зёрнами эмульсии (в приведении к воздушному эквиваленту) равно 2 *мм*, максимальное расстояние — 8 *мм*. Подсчёт энергии частиц показывает, что максимум рассеяния стал значительно уже, и разрешение максимумов частиц разной массы стало лучше. (Благодаря тому, что неоднозначность в определении энергии, обусловленная наличием зазоров между зёрнами в трэке, стала значительно меньше.) Например, для протона, обладающего энергией, равной 12 MeV, ошибка в определении энергии равна приблизительно 0,3%, и данная эмульсия оказывается вполне пригодной для работы с частицами такой энергии. Чем меньше энергия, тем заметней оказываются ошибки в измерении длины трэков, и для работы с частицами с энергией 0,8 — 2 MeV желательны дальнейшие улучшения эмульсии.

Необходимо сделать ряд замечаний, касающихся работы с эмульсией. Часто бывает важно точно определять направление трэка. При этом надо учесть, что эмульсия после химической обработки, которой она подвергается, получает некоторую усадку, происходящую из-за удаления части бромистого серебра в ходе закрепления. При старых эмульсиях это изменение толщины было равно приблизительно 10%. В новой эмульсии процент бромистого серебра в желатине значительно больше и, по измерениям авторов статьи, усадка возросла до 43%. Эта величина должна быть несколько исправлена, если учесть коэффициент преломления эмульсии. Он невелик и равен приблизительно коэффициенту преломления масла в иммерсионных объективах. Приведённая величина усадки находится в хорошем соответствии с рассчитанной в предположении, что удаление галоидного серебра при закреплении должно повести к заполнению пустот желатином.

Существенной является возможность отличать трэки протонов от трэков $\alpha$-частиц по различиям в плотностях трэков. Это удалось сделать с помощью десенсибилизации пластинок перед проявлением. Для этого пластинка опускалась на несколько минут в раствор „Десенситоля" или какого-нибудь другого состава, уменьшающего чувствительность. Обнаружено, что в результате этой операции трэки $\alpha$-частиц остаются почти без изменений, а плотность зёрен трэков протонов значительно уменьшается. Например, в пластинке, содержащей трэки протонов длиной 10 *см* (воздушного эквивалента), расстояние между зёрнами увеличилось с 1,3 до 3 *мм*. Это делает трэки протонов легко отличимыми от трэков $\alpha$-частиц. Хорошие результаты были получены при применении в качестве десенсибилизирующего состава 2%-ного раствора хромовой кислоты. Варьируя составы, можно добиться уменьшения чувствительности и по отношению к другим частицам, а также и к $\gamma$-излучению, сохранив чувствительность лишь по отношению к частицам, имеющим большие ионизационные потери энергии на единицу пути. Авторы указывают на то, что аналогичного результата можно достигнуть и путём изменения техники проявления, и ссылаются на работы Перфилова[5], который полностью уничтожил фон $\alpha$-частиц, использовав окисляющее действие $K_3Fe(CN)_6$.

Увеличенная плотность зёрен в новой эмульсии даёт возможность применить метод купания пластинки в растворах солей разных элементов с целью добавить в эмульсию нужные вещества, без опасения серьёзно ухудшить качество трэков ионизующих частиц. Такие попытки, сделанные со старой эмульсией в 1938 — 1939 гг., не увенчались успехом. Повторенные в 1945 г. с новой эмульсией, они дали хорошие результаты. Пластинка смачивалась в насыщенном растворе нитрата тория и через 50 минут промывалась и проявлялась. Рассмотрение проявленной пластинки показало наличие на ней нескольких чётких трэков $\alpha$-частиц, полученных в результате распада ThC′. При набухании эмульсии расстояние между зёрнами увеличивается примерно в 10 раз, и с эмульсиями прежних типов, при экспонировании их в сыром виде, трэков обнаружить не удавалось. Аналогичных опытов с протонами сделать не удалось, но опыты с $\alpha$-частицами столь убедительны, что авторы высказывают уверенность в возможности повторения их и для протонов.

*В. Фёдоров*

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Fowler, Berrous and Kerry, Nature **159**, 569, 1947.
2. Tsin San Tsiang, Ho Zah Weg, Chastel, Vigneron, Phys. Rev. **70**, № 6, 1947.
3. Tsin San Tsiang, Ho Zah Weg, Chastel, Vigneron, C. R. **223**, 986, 1946; **223**, 1119, 1946; **224**, 272, 1947.
4. Lattes, Occhialini and Powell, Nature **159**, 694, 1947; **160**, 453, 1947.
5. Перфилов, ДАН, **45**, 7, 1944; **47**, 9, 1945.