

15/IV

B-305

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13 - 4975



Я.М. Веприк, В.П. Перельгин, В.П. Романенко,
С.П. Третьякова, Ю.А. Виноградов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ИЗМЕНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

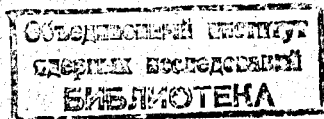
1970

P13 - 4975

Я.М. Веприк, В.П. Перельгин, В.П. Романенко,
С.П. Третьякова, Ю.А. Виноградов

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ИЗМЕНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Направлено в ПТЭ



Веприк Я.М., Перельгин В.П., Романенко В.П., Третьякова С.П.,
Виноградов Ю.А.

P13-4975

Влияние химических факторов на изменение чувствительности
полимерных детекторов.

Исследовалось влияние химических факторов на изменение чувствительности детекторов из нитроцеллюлозы к легким заряженным частицам.

Обнаружено, что увеличение содержания в нитроцеллюлозе приводит к повышению чувствительности готового детектора. В детекторе, изготовленном из раствора 7% нитроцеллюлозы и 2,5% камфары, зарегистрированы α -частицы с энергией до 4,5 Мэв.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1970

Veprik Ya.M., Perelygin V.P., Romanenko V.P.,
Tretiakova S.P., Vinogradov Yu.A.

P13-4975

The Effect of Chemical Factors on the Sensitivity
Drift of Polymeric Detectors

The effect of chemical factors on the drift of the nitrocellulose detector sensitivity to light charged particles is investigated.

It appeared that the increase of the camphor content in nitrocellulose leads to the rise of the detector sensitivity. α -particles with the energy up to 4.5 MeV were recorded in the detector prepared of the solution of 7% nitrocellulose and 2.5% camphor.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1970

В последние годы появилось значительное количество публикаций, посвященных разработке и применению в качестве детекторов заряженных частиц некоторых высокополимерных органических соединений /1-4/.

Следы заряженных частиц в слоях высокополимерных пластиков могут быть выявлены избирательным травлением в растворах химически активных веществ; они обычно имеют форму конических каналов.

Наиболее чувствительным из таких детекторов является нитроцеллюлоза; некоторые образцы целлулоида, вырабатываемые промышленностью, способны регистрировать в виде протяженных следов α -частицы с энергией до 4 Мэв /4/.

Применение детекторов из нитроцеллюлозы для регистрации заряженных частиц имеет много общего с применением низкочувствительных ядерных эмульсий.

Одной из наиболее часто возникающих проблем является проблема регистрации заряженных частиц в условиях фона слабоионизирующих излучений. Эта задача иногда может быть решена с помощью ядерных эмульсий применением избирательного проявления в параоксифенилглициновых

или железосоосалатных проявителях, обеспечивающих высокую степень дискриминации проявления центров скрытого изображения, образуемых различными частицами в кристаллах галоидного серебра /5-7/.

Диэлектрические детекторы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с ядерными эмульсиями в такого рода экспериментальных исследованиях. Эти детекторы отличаются пороговой чувствительностью к заряженным частицам, создающим различную ионизацию в веществе, что обеспечивает их применение при дозах фона, на много порядков превышающих уровень допустимого фона в опытах с ядерными эмульсиями. Полимерные детекторы практически нечувствительны к видимому свету, отличаются высокой термической стойкостью, простотой обработки и просмотра. Они нашли многочисленные применения для целей регистрации легких заряженных частиц и осколков деления в условиях фона от нейтронов, γ -лучей и легких заряженных частиц /1,2,3/. Важным применением детекторов из нитроцеллюлозы является их использование для регистрации тяжелой компоненты космического излучения /8/.

Однако применяемые в качестве детекторов образцы нитроцеллюлозы предназначены для использования в химической и легкой промышленности в качестве подложных материалов. Их свойства как детекторов заряженных частиц меняются от партии к партии.

Свойства детекторов из нитрата целлюлозы определяются целым рядом факторов: степенью полимеризации и нитрации целлюлозы, свойствами и концентрацией пластификатора и стабилизатора, применяемыми растворителями и условиями сушки. В связи с этим целью настоящей работы было исследование влияния состава пленок из нитроцеллюлозы на чувствительность готовых детекторов к α -частицам.

В этих опытах проводился предварительный физико-химический анализ исходных веществ, в частности, тщательно контролировался молекулярный вес нитроцеллюлозы.

Пленки изготавливались из 7% раствора нитроцеллюлозы в смеси диэтилового эфира - этилового спирта в соотношении 3:1. В качестве пластификатора в исходный раствор добавлялись различные количества камфары. Примесь камфары оказывает влияние на межмолекулярные химические связи, что приводит к изменению характера полярности молекул и нейтрализации или существенному уменьшению сил Ван-дер-Ваальса между молекулярными цепями.

Растворы полимера с камфарой наливались на стекло, толщина готовых слоев составляла 70 мк. Содержание камфары в пленкообразующем растворе составляло 0-3% по весу. Готовые детекторы облучались у препаратов $^{244}\text{Сп } \alpha$ -частицами под углами $25-30^\circ$ к поверхности; энергия α -частиц плавно изменялась от 5,8 до 1 Мэв поглощением в слое воздуха между препаратом и детектором. Облученные пленки обрабатывались в растворах едких щелочей различное время и при различных температурах. Наилучшие результаты были получены при травлении пленок в 6N растворе NaOH при комнатной температуре. Травление слоев производилось в течение 3-6 часов, следы α -частиц на различных образцах доводились до одинаковой ширины. Результаты этих опытов приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что увеличение содержания камфары в нитроцеллюлозе приводит к увеличению длины следа и улучшению его формы. При концентрации камфары 2,5% были получены наилучшие результаты.

Как следует из таблицы 1, с увеличением содержания камфары увеличивается время травления следа от одной и той же ширины, что, очевидно, свидетельствует об уменьшении скорости травления слоя нитрата целлюлозы.

Таблица 1

№ образца	Содержание камфары в растворе	Содержание нитроцеллюлозы в растворе	Максимальная длина следа α - частиц	Время травл.	Примечание
1	0	7%	-	3 час	мелкие углубления
2	1,5%	7%	17 мк	3 час	след имеет нерегулярную ширину
3	2,0%	7%	17 мк	5 час	след имеет ровные стенки
4	2,5%	7%	20 мк	6 час	след имеет ровные стенки
5	3,0%	7%	20 мк	7 час	плохое качество пленки

Дальнейшее увеличение содержания камфары (до 3% в исходном растворе) приводило к ухудшению механических свойств детекторов. В следующей серии опытов были изготовлены нитроцеллюлозные слои с оптимальной концентрацией пластификатора (для нашего случая 2,5% камфары по отношению к концентрации нитратцеллюлозы), но с различной концентрацией нитратцеллюлозы в исходном пленкообразующем растворе - от 3 до 7%.

Проведенные опыты показали справедливость предположения о влиянии концентрации полимера в исходном пленкообразующем растворе.

В этих опытах наилучшими оказались пленки, полученные из 7% раствора нитроцеллюлозы. При уменьшении содержания коллоксилина в исходном растворе максимальная длина следа уменьшалась от 20 до 18 мк для 5% раствора и до 15 мк для 3% раствора. Вместе с тем, од-

нако, наблюдалось улучшение формы следа. Таким образом, оптимальными свойствами обладают пленки, изготовленные из 7% раствора нитрата целлюлозы, содержащего 2,5% камфары. Нужно отметить, что эти пленки имеют одинаковую чувствительность на обеих сторонах слоя и по площади. Следы α -частиц в детекторе представляют собой пустотелые каналы длиной до 20 мк (рис. 1), что соответствует максимальной энергии α -частиц ≈ 4 Мэв.

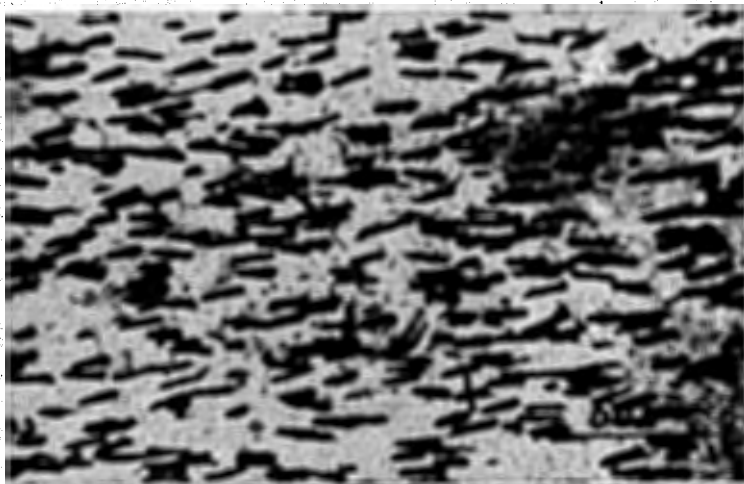


Рис.1. Следы α -частиц в детекторе, изготовленном из 7% раствора нитроцеллюлозы с добавкой 2,5% камфары.

Слой нитроцеллюлозы были облучены также различными тяжелыми ионами и протравлены. На рис. 2 представлены следы ионов аргона в этом детекторе. Распределение длин следов ионов Ar (рис. 3) свидетельствует об однородности свойств этого детектора. Результаты аналогичных опытов по разработке детекторов из нитрата целлюлозы были недавно представлены Е.В. Бентоном ^{/9/}. Однако следует заметить, что приготовленный им пластик имеет несколько меньшую чувствительность к α -частицам.

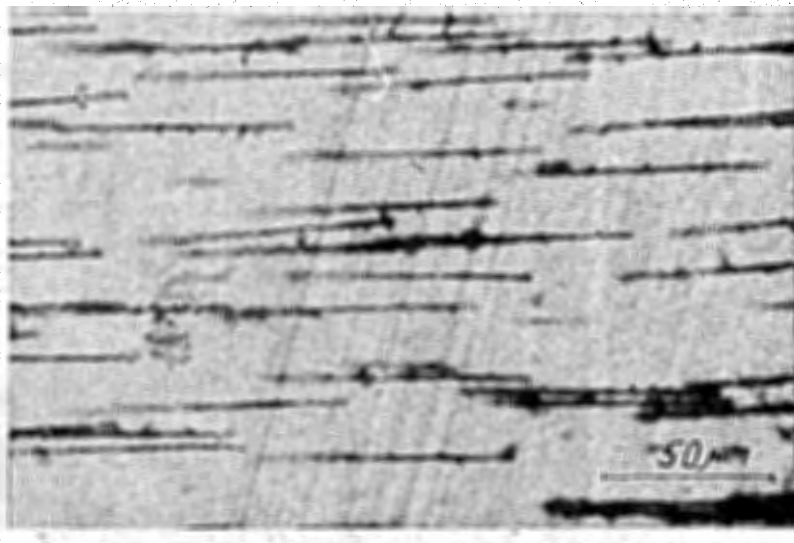


Рис.2. Следы ионов аргона с энергией 280 Мэв в нитроцеллюлозе. Угол нахождения ионов аргона - 20° к поверхности пленки.

В заключение отметим, что проведенные эксперименты по синтезу и исследованию свойств детекторов из нитрата целлюлозы показывают, что в распоряжении экспериментаторов имеется целый ряд факторов, позволяющих воздействовать на чувствительность и качество следов в этих детекторах.

Авторы выражают глубокую признательность академику Г.Н. Флерову за постановку данной проблемы, постоянный интерес к работе и ценные советы.

Л и т е р а т у р а

1. R.L. Fleischer et al. *Ann. Rev.Nucl.Sci.*, **15**, 1 (1965).
2. Х.Абдуллаев, В.П.Перелыгин, С.П.Третьякова, Н.Х.Шадиева. ПТЭ, 1968, №6, стр. 64.
3. M. Monnin. Dissertation, 1969, E-108, France.

4. P.P. Henke, E.V. Benton. Nucl.Instr. Meth., 67, 87 (1969).
5. Ja. M. Veprik et al. IV Internat. Koll. Korpusc. Photogr. München, p.240, 1962.
6. Я.М. Веприк, В.Н. Синцов, М.И. Трухин, Г.П. Фаерман. Труды ЛИКИ, вып. XIII , 1968.
7. В.П. Перельгин, С.П. Третьякова, М.Д. Никитин. Авт. свид. СССР № 233113 с приоритетом от 30.XII.65 г.
8. R.L. Fleischer et al. Science, 155, 187 , 1967.
9. E.V. Benton. Report USNRDL-TR-68-14, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 марта 1970 года.

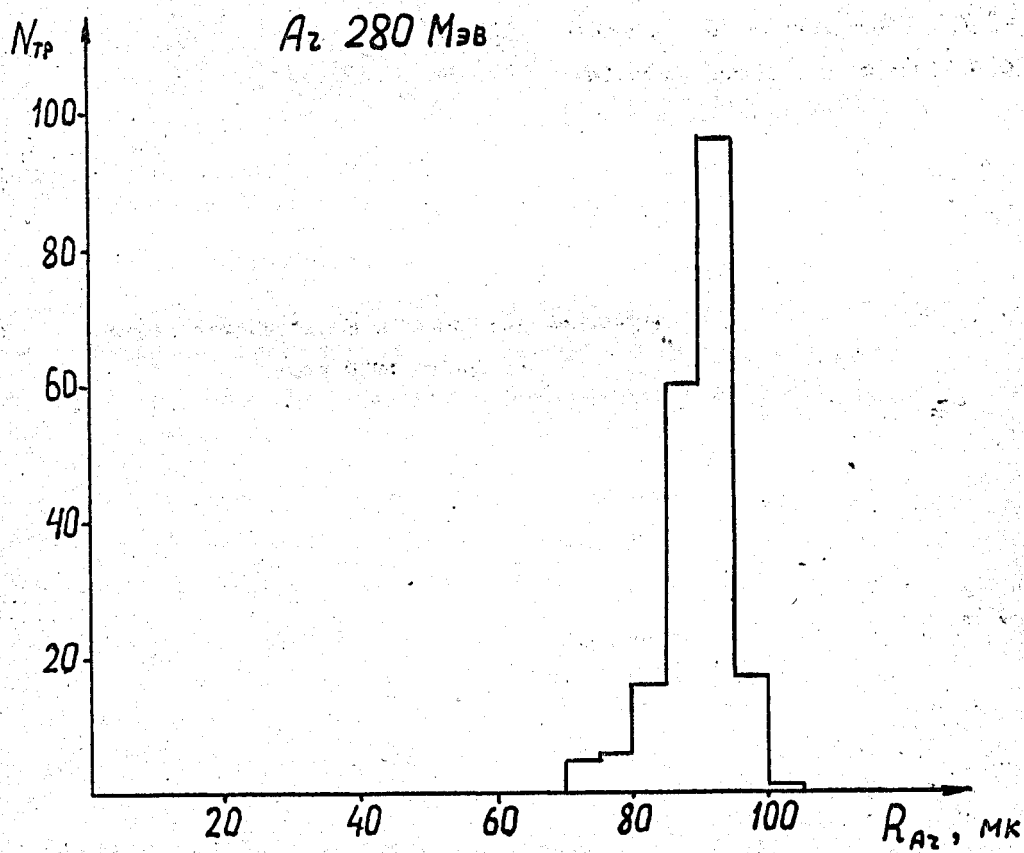


Рис.3. Распределение длин следов 280 Мэв ионов аргона в нитроцеллюлозе.