

УДК 539.124.03:546.11.023:078.046

## Источник бета-излучения на основе тритийсодержащего полистирола

ГУЛЬКО В. М., КНИЖНИК Е. И., РУДИШИН В. К., ЯЩУК А. И.

Существенные преимущества трития по сравнению с другими радионуклидами — малая токсичность [1, 2], относительно большой период полураспада, сравнительная простота методов введения в соединения [3, 4] — привели к широкому применению тритиевых источников [3—5]. Конструкция и характеристики обычных тритиевых источников рассмотрены в работах [3, 5]. Представляет интерес использование в источнике трития в химически связанном состоянии, например в составе водородсодержащего полимера. Такому источнику будут свойственны более однородное распределение трития, малая масса, отсутствие возможного излучения из тритийсодержащего слоя и возможность изготовления источника произвольной формы.

В настоящей работе представлены первые результаты изучения характеристик источников  $\beta$ -излучения на основе тритированного полистирола (ПС). Для изготовления источников использовали ПС-7,8  $^3\text{H}$  в бензольном растворе [6] с удельной активностью 600 мКи/мл или 682 мКи/г раствора (или 31 Ки/г полимера) и концентрацией ПС 19 мг/мл. На подложку из молибдена толщиной 1,0 мм и с напыленным на нее слоем титана толщиной 0,8 мкм наносили слой ПС. После испарения бензола на поверхности подложки площадью 1 см<sup>2</sup> образовалась полимерная пленка. Ионизационный ток источника измеряли при помощи ионизационной камеры и электрометрического усилителя У5-6. Десорбцию трития из источника определяли путем накопления в специальной камере в течение 1 ч газа, который выделился из источника, последующего перекачивания его в ионизационную камеру радиометра «Биота» с фиксированным объемом и измерения концентрации. Толщину слоя ПС определяли взвешиванием на весах ВЛМ-20М.

В таблице даны характеристики партии из шести источников; в течение 6 мес после изготовления ионизационный ток практически не изменялся. Видно, что десорбция со временем растет, причем для источника с большим током десорбция растет быстрее. По-видимому, это связано с радилизмом ПС под действием собственного  $\beta$ -излучения.

Дозу, поглощенную ПС, рассчитывали по формуле [4]:

$$D = 1,6 \cdot 10^{-14} NEM^{-1} \quad (1)$$

Для источника с удельной активностью  $S = 31$  Ки/г число распадов за полгода  $N \approx 1,8 \cdot 10^{19}$ . Тогда при средней энергии  $\beta$ -частиц  $E = 5700$  эВ и массе  $M = 1$  г доза составляет 1640 Мрад. При этом, по данным [7], работоспособность ПС практически не должна снижаться (без учета изотопного эффекта).

Ожидаемую степень разложения ПС ( $K$ ) оценивали по формуле [4]:

$$K = \{1 - \exp[-FESG(-M) 6,14 \cdot 10^{-16} t]\} 100\% \quad (2)$$

## Характеристики источников

Номер источника	Толщина слоя ПС, 10 <sup>-4</sup> г/см <sup>2</sup>	Ионизационный ток, 10 <sup>-10</sup> А/см <sup>2</sup>	Десорбция, 10 <sup>-8</sup> Ки/(см <sup>2</sup> ·ч)	
			После изготовления	Через 6 мес
1	3	3,2	0,6	2,8
2	3	3,1	2,1	3,2
3	2	2,0	0,4	1,3
4	2	2,5	0,8	1,1
5	5	3,0	2,2	4,4
6	2	2,1	—	3,2

Степень разложения тритированного ПС с учетом полного поглощения ПС собственного  $\beta$ -излучения ( $F = 1$ ), полугодичного периода эксплуатации  $t = 1,57 \cdot 10^7$  с,  $E = 5700$  эВ и  $S = 31$  Ки/г составляет 1,7; 8,8; 16,8; 24,1 и 30,8% при числе необратимо поврежденных молекул на 100 эВ поглощенной энергии  $G(-M)$ , равном 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 соответственно.

Источники на основе ПС целесообразно применять там, где использование традиционных тритиевых излучателей менее эффективно или вообще невозможно.

**Нейтрализация электростатических зарядов.** При нейтрализации статического электричества очень важно, чтобы ионы образовывались как можно ближе к зоне генерации электростатических зарядов. Однако изготовить обычный тритиевый источник любой произвольной формы практически невозможно. Источник же из ПС технологичен и легко наносится на поверхности различных материалов. Это позволяет для каждого конкретного случая изготовить источник необходимой формы и расположить его в непосредственной близости от мест возникновения зарядов, в частности на поверхности машин и механизмов.

**Рентгеноструктурный анализ.** При рентгеноструктурном многокомпонентном анализе необходим источник рентгеновского характеристического излучения, испускающий одновременно несколько линий. Если тритийсодержащий ПС нанести на подложку, в состав которой входят анализируемые элементы, то под действием  $\beta$ -частиц трития она будет испускать характеристическое рентгеновское излучение, легко проходящее через тонкий слой ПС. Такая система позволит получить практически любую линию любого элемента, при этом сама пленка из ПС не будет давать тормозного излучения, что существенно снижает уровень фона; это выгодно отличает такой источник от традиционного.

**Калибровка бета-спектрометров.** Методика, описанная в работе [8], позволяет изготовить полимерные тритиевые источники контролируемой толщины от 5 до 30 мкг/см<sup>2</sup> с высокой степенью однородности, которые применяются для калибровки бета-спектрометров. Их отличает относительно высокий и стабильный выход  $\beta$ -частиц, радиационная безопасность.

**Атомные батареи.** Полимерные тритиевые источники перспективны для использования в атомных батареях. Их можно изготавливать очень тонкими, что позволит сосредоточить в малом объеме значительную поверхность, испускающую электроны. Кроме того, такие батареи будут намного легче обычных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП—72. М., Атомиздат, 1973, с. 18.
2. Нормы радиационной безопасности НРБ—76. М., Атомиздат, 1976, с. 22.
3. Горловой Г. Д., Степаненко В. А. Тритиевые излучатели. М., Атомиздат, 1965.
4. Эванс Э. Тритий и его соединения. М., Атомиздат, 1970.
5. Manin A. «Bull. Inform. Sci. Techn. CEA», 1973, N 178, p. 65.
6. Калюшин В. М. и др. Соединения и изделия с радиоактивными изотопами. Каталог. М., изд. В/О «Изотоп», 1975, с. 14.
7. Бош Д., Паркинсон У. В кн.: Действие радиации на органические материалы. М., Атомиздат, 1965, с. 445.
8. Davis R., St. Pierre C. «Nucl. Instrum. Methods», 1968, v. 64, p. 348.

Поступило в Редакцию 12.04.79