

2. В. Г. Золотухин, С. М. Ермаков. В сб. «Вопросы физики защиты реакторов». Под ред. Д. Л. Бродера и др. М., Госатомиздат, 1963, стр. 174.

3. H. Steinberg. Nucl. Sci. Engng, 15, 142 (1963).
4. Reactor Handbook. Vol. III., Part B. Shielding. Ed. E. Blizard. New York, 1962, p. 274.

УДК 543.53:678.742

Наведенная γ -активность в полиэтилене при облучении нейтронами

Н. А. Дубинская, А. Ю. Люль, Л. Л. Пелекис

Одной из проблем, возникающих при проведении активационного анализа, является подбор материала для контейнера и упаковки образца. Желательно, чтобы этот материал не содержал элементов, дающих при облучении нейтронами заметную наведенную активность, что особенно важно при инструментальном методе анализа без переупаковки образца.

нейтронами полиэтилена обусловлено наличием радиоактивных изотопов Al^{28} , Cl^{38} , Mn^{56} , Na^{24} , Cu^{64} для полиэтилена высокого давления и Al^{28} , Br^{80} , Cl^{38} , Mn^{56} , Na^{24} , Br^{82} для полиэтилена низкого давления. После окончания облучения суммарная удельная активность по указанным изотопам составляла 4 и 8 мккюри/г для полиэтилена высокого давления, а для

Таблица 1

Интегральная нагрузка, измеренная на сцинтилляционном спектрометре, от 1 г полиэтилена, облученного нейтронами

Номер образца	Место производства полиэтилена	Тип полиэтилена	Интегральная нагрузка (на 1 г полиэтилена)			
			$t_{обл}=15 \text{ мин}$ $t_{ост}=5 \text{ мин}$		$t_{обл}=4 \text{ ч}$ $t_{ост}=1,5 \text{ ч}$	
			имп/сек	отн. ед.	имп/сек	отн. ед.
1	г. Уфа	ВД	6 620	1,5	3 970	2,3
2	г. Охта	ВД	5 380	1,1	3 980	2,3
3	Англия	ВД	7 650	1,6	3 580	2,1
4	г. Грозный	НД	540 000	120	125 000	73,5
5	г. Салават-Юлаев	ВД	4 500	1	1 700	1
6	г. Куйбышевская область	НД	330 000	73,4	71 000	41,8

В настоящее время при небольших временах облучения (до нескольких часов) в качестве материала упаковки и контейнера используются капрон, нейлон, полиэтилен, полипропилен, тефлон [1—4]. Из указанных материалов наименьшая наведенная активность отмечается у нейлона и капрона, однако их радиационная устойчивость невелика, чем и объясняется более широкое применение полиэтилена.

Нами изучались характеристики наведенной γ -активности полиэтилена высокого (ВД) и низкого (НД) давления, изготавливаемого различными отечественными предприятиями. Гранулированный полиэтилен облучался в вертикальном канале реактора ИРТ в потоке тепловых нейтронов $9 \cdot 10^{12} \text{ нейтр}/(\text{см}^2 \cdot \text{сек})$ при двух временах облучения ($t_{обл}$): 15 мин и 4 ч.

Наведенная γ -активность оценивалась по интегральной нагрузке, измеренной на сцинтилляционном γ -спектрометре с кристаллом NaJ (Tl) размером $40 \times 40 \text{ мм}$. Расстояние между источником и кристаллом составляло 4 мм. Результаты измерения даны в табл. 1; там же кроме данных для отечественного полиэтилена приводятся данные для английского полиэтилена — алкаты WJG.

Как показало изучение γ -спектров и кривых спада наведенной активности, γ -излучение облученного

полиэтилена низкого давления 150 и 400 мккюри/г (соответственно время облучения 15 мин и 4 ч).

В табл. 2 приведено время остывания ($t_{ост}$), необходимое для уменьшения активности в 10 и 100 раз.

Таблица 2

Время остывания, необходимое для уменьшения активности полиэтилена в 10 и 100 раз

Номер образца	Тип полиэтилена	Кратность ослабления	$t_{ост}, \tau$	
			$t_{обл}=15 \text{ мин}$	$t_{обл}=4 \text{ ч}$
3	ВД	10	1,2	20
3	ВД	100	10,3	71
4	НД	10	1,5	44,5
4	НД	100	10,0	160

Для оценки содержания обнаруженных элементов (на 1 г полиэтилена) проводилось разложение кривых

распада на компоненты. Средние результаты для полиэтилена низкого давления (образец № 4) и высокого давления (образец № 2) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание обнаруженных элементов в 1 г полиэтилена, %

Элемент	Полиэтилен НД	Полиэтилен ВД
Mn	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
Na+Cu	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$
Br	$5,7 \cdot 10^{-4}$	
Al	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Cl	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$

В настоящей работе не преследовалась цель точного определения содержания примесей. Экспериментальная ошибка составляет 30—40%.

Предварительное знакомство с технологией производства полиэтилена позволяет сделать предположение о загрязнении полиэтилена указанными выше элементами при использовании катализаторов полимеризации, а также при очистке сырья и продукта полимеризации.

Поступило в Редакцию 30/III 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Meinke. Nucleonics, 17, No. 9, 86 (1959).
2. P. Stallwood, W. Mott, D. Fanale. Anal. Chem., 35, 6 (1963).
3. F. C. Acdersched. Proceedings of a Seminar. Production and use of Short Lived Radioisotopes from Heactors. Vienna, 1963, p. 31.
4. W. W. Meinke. Ibidem, p. 93.

УДК 621.039.51.12

Асимптотическое решение кинетического уравнения и диффузионные характеристики

Я. И. Грановский, А. А. Кострица

Диффузионную теорию обычно отождествляют с P_1 -приближением метода сферических гармоник. Однако те же свойства наблюдаются и в точных решениях кинетического уравнения, которое исследовалось только для простейших функций рассеяния. Мы попытаемся полнее проанализировать диффузионные свойства асимптотической части решения кинетического уравнения в общем случае анизотропии рассеяния и источников. Оказывается, что эти свойства по существу являются неотъемлемым качеством функции Грина кинетического уравнения.

Линейность кинетического уравнения переноса нейтронов позволяет записать его решение в виде

$$N(r, t, n) = \int e^{i(qr - i\omega t)} S(q, \omega, n) G(q, \omega, n) dq d\omega, \quad (1)$$

где $S(q, \omega, n)$ — фурье-образ источника нейтронов; $G(q, \omega, n)$ — функция Грина.

Поведение плотности нейтронов на далеких расстояниях (асимптотика) определяется расположением особых точек $G(q, \omega, n)$ в окрестности $q = 0$. Если ближайшей к нулю особенностью является полюс, то асимптотические плотность и поток подчиняются диффузионным уравнениям.

В свою очередь особые точки функции Грина совпадают с теми значениями q , при которых однородное кинетическое уравнение

$$\left(-i\omega + iqv + \frac{v}{l} \right) N(q, \omega, n) = \frac{v}{4\pi l_s} \int N(q, \omega, n) \mu(\Phi) d\Omega' \quad (2)$$

имеет нетривиальное решение. Здесь v — скорость нейтронов; l, l_s — длина свободного пробега и длина рассеяния соответственно.

Если функция рассеяния $\mu(\Phi)$ разложена в ряд по полиномам Лежандра

$$[\mu(\Phi) = \sum_j \mu_j P_j(\cos \Phi)], \quad (3)$$

то интеграл по углам берется с помощью теоремы сложения и получается

$$N = \frac{1}{4\pi} \sum_j \frac{\mu_j P_j(\cos \theta) N_j}{z - \cos \theta}, \quad (4)$$

где

$$\mu_j = \frac{i\mu_j'}{ql_s}; \quad (5a)$$

$$z = \frac{\omega}{qv} + \frac{i}{ql}. \quad (5b)$$

Величины

$$N_j = \int NP_j(\cos \theta) d\Omega \quad (6)$$

удовлетворяют системе алгебраических уравнений

$$N_k = \sum_j \mu_j C_{jk} N_j, \quad (7)$$

следующей из (4). Коэффициенты C_{jk} выражаются через функции Лежандра второго рода

$$C_{jk} = \frac{1}{4\pi} \int \frac{P_j(\cos \theta) P_k(\cos \theta) d\Omega}{z - \cos \theta} = P_j(z) Q_k(z) \quad (j \leq k). \quad (8)$$