

Применение нейтронной активационной автордиографии для выяснения распределения нейтронного потока

НАВАЛИХИН Л. В., ФЛИЦИЯН Е. С., КРЫЖЕНКОВА Н. А., КИСТ А. А.

УДК 543.53+621.386.8

В настоящее время нейтронные генераторы широко применяются при элементном анализе в практике исследовательских и заводских лабораторий, а также в полевых условиях.

Одной из практических трудностей их применения для элементного анализа вещества является пространственная неомогенность потока по мере удаления от мишени генератора. Количественные измерения этого градиента показывают, что для пространственно протяженной мишени значения перепада плотности уже на 15 м от нее во много раз превосходят значения всех без исключения других погрешностей нейтронного активационного метода [1].

В связи с этим интересно выяснить, как влияет фактор неомогенности потока на точность результатов нейтронного активационного анализа при прямом эталонировании в различных его модификациях, в частности при одновременном совместном облучении образца и эталона, при раздельном их облучении с использованием пневмопочты и одновременном мониторинговании пучка, а также при циклической активации.

В работах [2—4] теоретически рассмотрено изменение потока для протяженной мишени и источника. Частный случай тождественности линейных размеров источника и облучаемого образца показывает, что эталонирование при совместном облучении приводит к значительным ошибкам в сторону резкого завышения или занижения результатов в зависимости от взаимного расположения образца и эталона. Характер изменения ошибки в этом случае [1] хорошо описывается соотношением

$$\delta = 1 - \frac{h_2 - h_1}{h_4 - h_3} \frac{\ln h_4/h_3}{\ln h_2/h_1} \quad (1)$$

где $h_4 - h_3$, $h_2 - h_1$ — толщина образца и эталона соответственно и h_1 , h_3 — расстояние от мишени генератора до эталона и до образца соответственно.

Для одинаковых толщин эталона и образца ошибка эталонирования

$$\delta = 1 - \frac{\ln h_4/h_3}{\ln h_2/h_1} \quad (2)$$

На рис. 1 показано изменение ошибки эталонирования для принятых условий при $\Delta h_{эт} = \Delta h_{обр}$. Кривые 1 и 2 демонстрируют ошибки эталонирования при двух различных положениях эталона относительно образца. Кривая 3 показывает уменьшение ошибки эталонирования в том случае, если оно ведется по двум эталонам, помещенным впереди и позади образца. Подобного рода прокладочное эталонирование позволяет, резко снижая величину ошибки анализа, в то же время обходиться без введения каких бы то ни было поправок на градиент потока.

Выражения (1) и (2) выведены в предположении равенства радиусов эталонов и образца. Это условие, однако, не всегда выполнимо, поэтому интересно проанализировать вид зависимости плотности потока по сечению образца, параллельному мишени генератора. Помимо расчетов, в соответствии с формулой (1), экспе-

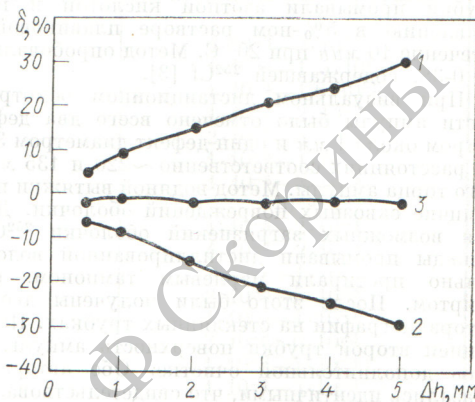


Рис. 1. Изменение ошибки эталонирования при различных положениях образца относительно эталона.

риментально исследовано распределение плотности потока с помощью нейтронно-активационной автордиографии.

В качестве зонда выбрана медная пластина (круг) диаметром 40 мм. Пластины в течение 0,5 ч облучали потоком быстрых нейтронов, затем высвечивали до полного распада короткоживущей активности изотопа ^{62}Cu и экспонировали в течение 12 ч в контакте с рентгеновской пленкой РТ-6 для получения автографа. Пленка РТ-6 выбрана вследствие высокой чувствительности при достаточно хорошем разрешении. Время

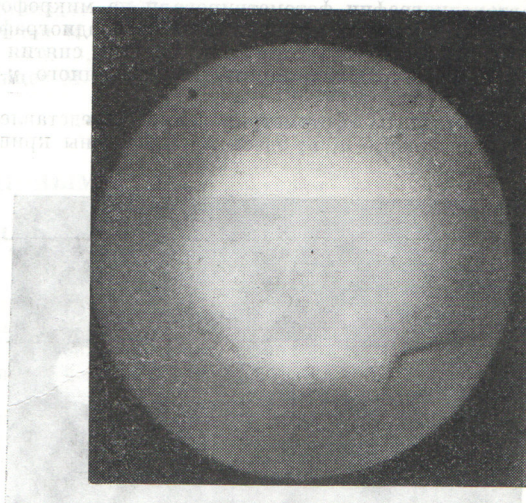


Рис. 2. Распределение потока по диаметру медного диска, расположенного непосредственно у мишени генератора.

экспозиции выбрано в соответствии с нижним порогом чувствительности фотоматериала, который составляет 10^6 распадов на единицу площади. Обработанную пленку подвергали фотометрированию для получения фотোগрам распределения потока по площади пластины. На рис. 2 приведена автордиограмма пластины. Плотность потока весьма резко падает в направлении от центра медного диска. Пренебрежение этим фактором может привести к большим ошибкам при анализе. Однако ошибка эталонирования резко уменьшается при использовании прокладочного эталонирования, причем значение ее достигает минимума в случае совпадения размеров образца и эталона.

Другой общепринятой формой облучения образцов на нейтронном генераторе является использование пневматических устройств доставки образца как источнику и измерительному устройству. При этом, как правило, образцы и эталоны облучаются раздельно, а различного рода нестабильность пучка учитывается введением фактора мониторингирования. Для оценки точности эталонирования в этом случае также применена нейтронная автордиография.

Медный цилиндр, имеющий форму контейнера, в котором облучается образец, в течение 1 ч подвергали воздействию нейтронного потока, и после необходимого высвечивания его поверхности придавали форму плоскости. Полученный таким образом медный лист экспонировали в контакте с рентгеновской пленкой в течение 12 ч. Фотограмма распределения потока по боковой поверхности контейнера приведена на рис. 3. В этом случае активация поверхности образца также происходит неравномерно, что может внести большую ошибку. Для порошкообразных проб или эталонов большое значение имеет равномерность распределения пробы по контейнеру. При неравномерном распределении пробы даже для стандартных однородных порошкообразных проб приведенные значения активностей могут колебаться в больших пределах. Причем, как это следует из фотোগраммы, с увеличением линейных размеров эти погрешности резко возрастают за счет перераспределения масс. Применяются специальные системы вращения [5] при облучении образцов в поле неомогенного потока нейтронов. Использование подобных систем значительно сглаживает неравномерность потока, но весьма усложняет конструкцию пневмопочты

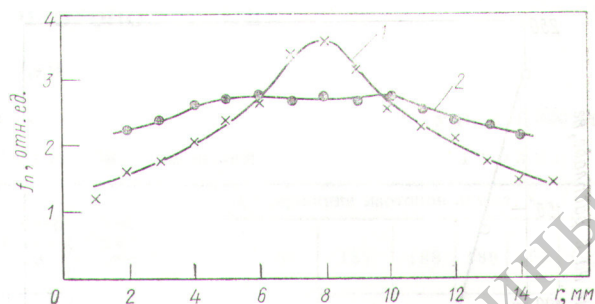


Рис. 3. Фотограмма распределения потока по поверхности контейнера:

1 — непрерывное облучение; 2 — облучение в течение 10 циклов по 5 мин.

для подачи образцов. Кроме того, такая конструкция удаляет образец от мишени, в результате чего падает чувствительность анализа.

Установлено, что облучение в течение нескольких циклов, когда образец многократно проходит в канале пневмопочты, приближается к облучению с применением систем вращения образцов. На рис. 3 приведена фотограмма распределения плотности потока для образца, облученного в течение десяти циклов по 5 мин. Фотограмма на рис. 3 наглядно показывает, как зависит степень сглаживания неравномерности активации от числа циклов.

Поступило в Редакцию 22/II 1974 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крыженкова Н. А. и др. В сб.: Ядерно-физические методы анализа вещества. М., Атомиздат, 1971, с. 301.
2. Петржак К. А., Бак М. А. ЖТФ, 1955, т. 25, № 4, с. 636.
3. Crauford F. Rev. Scient. Instrum., 1953, v. 24, N 7, p. 552.
4. Агрест М. М., Максимов М. З. ЖТФ, 1958, т. 28, № 6, с. 1345.
5. Барвински А., Гурски Л. и др. Isotopenpraxis, 1968, N 2, S. 52.

Об осаждении двуокиси плутония из фторидных расплавов

ГОРБУНОВ В. Ф., НОВОСЕЛОВ Г. П., УЛАНОВ С. А.

При некоторых процессах переработки ядерного горючего образуются различные композиции фтористых солей, содержащих плутоний [1, 2]. Извлечение плутония из этих солей связано с большими трудностями.

В настоящей работе предпринята попытка разработать пирохимический метод извлечения плутония из смесей фторидов щелочных и щелочноземельных металлов. Метод основан на осаждении двуокиси плутония из фторидного расплава с использованием обменного взаимодействия тетрафторида плутония с окислами металлов в солевом расплаве.

Известно, что при взаимодействии тетрафторидов урана и тория с окислами некоторых металлов в среде

фторидных расплавов из расплава осаждаются труднорастворимые двуокиси урана и тория [3, 4]. Трифторид плутония устойчив в расплавленных смесях фторидов лития, бериллия, циркония и тория в контакте с окислами бериллия, циркония, тория, однако в присутствии NiO плутоний выделяется в осадок в виде твердого раствора $\text{PuO}_2 - \text{ThO}_2$ [5].

Нами изучено осаждение двуокиси плутония из расплавов $\text{LiF} - \text{NaF} - \text{PuF}_4$ с помощью окислов кальция и алюминия при температуре 800°C . Были использованы фториды лития и натрия марки ч. д. а., которые сплавлялись в эвтектическом соотношении. В расплав вводили тетрафторид плутония, полученный гидрофторированием двуокиси плутония. Окислы кальция и алю

УДК 546.799:541.48—143