

Вычисление поправки δ

Таблица 2

n	^{28}Al	^{27}Mg	^{56}Mn
1	0	0	0
2	-0,0079	-0,0022	0
4	-0,011	-0,0031	0
8	-0,0115	-0,0035	0

дую минуту. Это позволяло вычислить поправку δ с $n=1, 2, 4, 8$. В табл. 1 приведены экспериментальные данные о флюктуациях потока нейтронов в одном облучении. «Амплитуда флюктуаций» $(\delta f_i/f)_{\text{макс}}$ составляет около 3%. Результаты расчетов δ представ-

лены в табл. 2. С уменьшением периода полураспада изотопа абсолютная величина поправки увеличивается и становится существенной по сравнению с другими экспериментальными погрешностями (1,2% для ^{28}Al). Из табл. 2 видно также, что для получения точности лучше 0,1% для изотопов ^{28}Al , ^{27}Mg и ^{56}Mn достаточно вычислять поправку по формуле (3) с $n=4 \div 8$.

Поступило в Редакцию 11/VI 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. De Soete D., Gijbels R., Hoste J. In: Chemical Analysis. London — N. Y. — Sydney — Toronto. Wiley-Interscience, 1972, v. 34, Ch. 10, p. 449.
2. Джемелов Б. С., Пекер Л. К. Схемы распада радиоактивных ядер. $A < 100$. М., «Наука», 1966.

УДК 639.144.7

Активация элементов в (γ, γ') -реакции с использованием гамма-излучения ^{16}N

АКБАРОВ У., УЗАКОВА У., УМИРБЕКОВ К.

Активационному определению элементов по изомерам, образующимся в результате (γ, γ') -реакции, посвящен ряд работ. В большинстве этих работ источниками γ -квантов являются электронные ускорители [1, 2], представляющие собой сложную дорогостоящую установку. Опубликованы также работы, где для (γ, γ') -реакции используются γ -кванты ^{60}Co [3], ^{16}mIn [4], ^{24}Na [5] с максимальной энергией 1,33; 2,17 и 2,75 МэВ соответственно. Однако вследствие низких значений этих энергий для получения изомеров с активностью, достаточной для измерения, приходится использовать источники γ -квантов с большой интенсивностью и большие объемы проб. С учетом этого обстоятельства для получения изомеров в (γ, γ') -реакции использовались радиоизотопы с более высокой энергией γ -квантов. Среди известных искусственных радиоизотопов наиболее высокой энергией γ -квантов обладает ^{16}N с периодом полураспада 7,4 с, испускающий γ -кванты с энергией 6,14 и 7,14 МэВ (69 и 4,9%). Изотоп ^{16}N может образоваться под действием нейтронов из азота, кислорода и фтора в $^{15}\text{N}(n, \gamma)^{16}\text{N}$ -, $^{16}\text{O}(n, p)^{16}\text{N}$ - и $^{19}\text{F}(n, \alpha)^{16}\text{N}$ -реакциях. Как наиболее выгодная реакция при использовании нейтронов реактора была выбрана реакция $^{19}\text{F}(n, \alpha)^{16}\text{N}$.

Для этого соединения фтора (содержание фтора 100 г) упаковывали в цилиндрическую емкость с коллодом и облучали в течение 20 с в канале реактора ВВР-СМ. При этом под действием быстрых нейтронов реактора наблюдалась реакция $^{19}\text{F}(n, \alpha)^{16}\text{N}$. Емкость со фтором после облучения вынесли из нейтронного поля реактора в течение 1—2 с и надели на исследуемый элемент, из которого образуется изотоп в результате (γ, γ') -реакции. В связи с небольшим периодом полураспада ^{16}N исследование проводилось в основном на элементах, изомеры которых имеют периоды полураспада до одной минуты.

После облучения γ -квантами элемент-мишень в течение 5 с доставляли к измерительной установке, пред-

ставляющей собой сцинтилляционный гамма-спектрометр с кристаллом NaI(Tl) с колодцем. Время измерения активности составляло два периода полураспада изомера исследуемого элемента. Ядерные характеристики исследованных изомеров и полученная чувствительность для каждого элемента, т. е. минимальное количество элемента, при котором образуется измеримая активность изомера, приведены в таблице. Критерием измеряемой активности является активность, которой соответствует число импульсов на фотопике аналитической линии изомера, равное $3\sqrt{N_{\text{ф}}}$, где $N_{\text{ф}}$ — число импульсов фона под фотопиком.

Исследования показывают потенциальные возможности достижения высокой чувствительности анализа элементов с помощью (γ, γ') -реакции с использованием γ -излучения ^{16}N , образующегося из фтора под действием нейтронов реактора.

Приведенные в таблице значения чувствительности получены при плотности потока нейтронов

Ядерные характеристики и чувствительность определения элементов

Элемент	Время облучения, с	Изомер	Период полураспада, с	Энергия γ -квантов, кэВ	Время измерения, с	Чувствительность, г
Селен	16	$^{77\text{m}}\text{Se}$	19	160	40	$2 \cdot 10^{-2}$
Иттрий	15	$^{89\text{m}}\text{Y}$	16	915	30	10^{-1}
Бром	8	$^{79\text{m}}\text{Br}$	5	210	10	10^{-2}
Серебро	22	$^{107\text{m}}\text{Ag}$ $^{109\text{m}}\text{Ag}$	45 40	93 88	90	$2 \cdot 10^{-2}$
Гафний	16	$^{179\text{m}}\text{Hf}$	19	215	40	$2 \cdot 10^{-3}$
Вольфрам	9	$^{183\text{m}}\text{W}$	5,5	105	10	$5 \cdot 10^{-2}$
Золото	11	$^{197\text{m}}\text{Au}$	7,4	279	15	10^{-2}

$1,8 \cdot 10^{13}$ нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$, где доля нейтронов с энергией, вызывающей реакцию $^{19}\text{F}(\text{n}, \alpha)^{16}\text{N}$, не превышает 10%. Следовательно, чувствительность получения изомеров существенно увеличится при плотности потока с большим содержанием нейтронов высоких энергий. Повышение чувствительности может произойти при использовании фтора в больших количествах; циклическом облучении фтора и элемента-мишени с последующим циклическим измерением активности образующегося изомера; получении ^{16}N при облучении фтора, циркулирующего в контурной системе.

Поступило в Редакцию 8/IX 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Otvos J. e. a. «Nucl. Instrum. and Methods», 1961, v. 11, p. 187.
2. Кодири С., Старчик Л. П. «Заводск. лаборатория», 1970, № 2, с. 191.
3. Veres A. «Acta Phys. Sci. Hung.», 1963, v. 16, N 3, p. 261.
4. Абрамс И. А., Пелекис Л. Л. В сб.: Методы и применение нейтронно-активационного анализа. Рига, «Зинатне», 1969, с. 71.
5. Абрамс И. А., Лакоши Л. «Изв. АН ЛатвССР. Сер. физ. и техн. наук», 1969, № 6, с. 3.

УДК 621.039:532.21

Ударная вязкость конструкционного графита

ВИРГИЛЬЕВ Ю. С., ГУНДОРОВ В. В., МАКАРЧЕНКО В. Г.

При проектировании конструкций, в которых могут возникать трещины, предел прочности при растяжении не может служить полноценным критерием прочности [1]. Поэтому для оценки работоспособности графита, склонного к хрупкому разрушению, целесообразно использовать характеристики вязкоупругих свойств, в частности ударную вязкость, определение которой является одним из основных видов механических испытаний [2]. В настоящей работе рассматривается ударная вязкость отечественных конструкционных графитовых материалов и ее взаимосвязь с пределом прочности при сжатии.

При испытаниях хрупких материалов на ударную вязкость не соблюдается закон подобия, поэтому форма и абсолютные размеры образцов должны оставаться неизменными [2, 3]. Кроме того, значительный разброс результатов требует достаточно большого числа испы-

таний. Из некоторых данных [4], полученных при испытании призматических образцов, следовало, что отношение $a_H/\sigma_{сж}$ ниже в более прочных графитах по сравнению с менее прочными. Облучение графита приводило к росту сопротивления удару [5].

Изменение ударной вязкости связывают [6] с изменением других прочностных характеристик — модулем упругости и пределом прочности при изгибе — соотношением

$$\partial a_H/\partial \sigma_{сж} = -\partial E/E + 2 \partial \sigma_H/\sigma_H.$$

В настоящей работе ударную вязкость определяли на маятниковом копре МК-0.2 на образцах диаметром 8 и высотой 10 мм. Образец крепился к подставке копра зажимом, обеспечивающим удар маятника по его центру. Ударную вязкость находили по формуле

$$a_H = (Ql/0,785d^2) \cos \alpha,$$

Свойства исследованных материалов

Маркировка	Основа материала	Способ формования	Число пропиток	Температура обработки, °С	Объемная масса, г/см ³	Предел прочности при сжатии, кгс/см ² *
ЕР и его варианты	Природный графит	Прессование	до 3	2300	1,56—1,70	70—370
ГМЗ **	Прокаленный нефтяной кокс	Продавливание	Нет	2300	1,65—1,70	150—350 350—450
ГМЗ ***	То же	То же	Нет	2300	1,65—1,69	— 300—350
ВЦГ	» »	» »	2	2800	1,80—1,85	300—420 600—700
КЦГ	Непрокаленный нефтяной кокс	Прессование	Нет	2400	1,75—1,85	400—500 600—800 ****
МПГ	То же	То же	Нет	2600	1,80	1000 ****

* В числителе значения для параллельного оси заготовки направления вырезки образцов, в знаменателе — перпендикулярного.
** Сечение заготовок диаметром 90 мм.
*** Сечение заготовок 280×280 мм.
**** Среднее значение.