

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (ВИМС)



Научный совет по аналитическим  
методам

Ядерно-физические методы

Инструкция № 152-ЯФ

## АЛЮМИНИЙ И КРЕМНИЙ

Москва  
1978

выписка из приказа Министра геологии № 496 от 29 октября 1976 г.

4. При выполнении анализов геологических проб применять методы, рекомендованные ГОСТами и Научным советом по аналитическим методам.

Воспроизводимость и правильность результатов анализа руд и горных пород оценивается согласно Методическим указаниям НСАМ "Методы лабораторного контроля качества аналитических работ".

Примечание: Размножение инструкций на местах во избежание возможных искажений разрешается только фотографическим или электрографическим способом.

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
Научный Совет по аналитическим методам при ВИМСе

Ядерно-физические методы  
Инструкция № 152-ЯФ

АКТИВАЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ  
И КРЕМНИЯ В БОКСИТАХ С ОБЛУЧЕНИЕМ В  
ПОТОКЕ НЕЙТРОНОВ ИЗОТОПНОГО ИСТОЧНИКА

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья  
(ВИМС)

Москва, 1978

В соответствии с приказом Госгеолкома СССР № 229 от 18 мая 1964 г. инструкция № 152-ЯФ рассмотрена и рекомендована Научным советом по аналитическим методам к применению для анализа рядовых проб - ІІ категория.

(Протокол № 28 от 19 января 1976 г.)

Председатель НСАМ

Г. В. Остроумов

Председатель секции  
ядерно-физических методов

А. Л. Якубович

Ученый секретарь

Р. С. Фридман

Инструкция № 152-яФ рассмотрена в соответствии с приказом Госгэолкома СССР № 229 от 18 мая 1964г. Научным советом по аналитическим методам (протокол № 28 от 19 января 1976) и утверждена БИМСом с введением в действие с 1 февраля 1978 г.

## АКТИВАЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ И КРЕМНИЯ В БОКСИТАХ С ОБЛУЧЕНИЕМ В ПОТОКЕ НЕЙТРОНОВ ИЗОТОПНОГО ИСТОЧНИКА<sup>x)</sup>

### Сущность метода

Метод нейтронно-активационного определения алюминия и кремния, разработанный В.И. Вариком, В.И. Дрынкиным и Д.И.Лейпунской<sup>2,3</sup>, заключается в облучении исследуемых проб тепловыми (для активации алюминия) и быстрыми (для активации кремния) нейтронами и измерении радиоактивности изотопа  $^{28}\text{Al}$  с периодом полураспада 2,3 минуты, образующегося по реакции  $^{27}\text{Al} / n, \gamma / ^{28}\text{Al}$  при активации алюминия тепловыми нейтронами и по реакции  $^{28}\text{Si} / n, p / ^{28}\text{Al}$  при активации кремния быстрыми нейтронами.

Для создания соответствующего поля облучения изотопный источник нейтронов (Рс-Ве, Ри - Ве, Ам- Ве и др.) помещают в активатор (бак с парафином), который выполняет функции замедлителя и отражателя нейтронов, а также радиационной защиты. В активаторе прибора имеются два канала: один для активации преимущественно тепловыми нейтронами (Т-канал), другой, окруженный кадмием, для активации главным образом быстрыми нейтронами (К-канал). Анализируемую пробу облучают в обоих каналах и измеряют наведенную бета-радиоактивность пробы  $N_K$  и  $N_T$  для К- и Т-каналов:

$$N_K = K_K^{Al} C_{Al} + K_K^{Si} C_{Si} \quad (I)$$

$$N_T = F K_T^{Al} C_{Al} + K_T^{Si} C_{Si} ,$$

где  $K_K^{Al}$ ,  $K_K^{Si}$ ,  $K_T^{Al}$ ,  $K_T^{Si}$  - удельные активности алюминия и кремния для К- и Т-каналов (число импульсов, регистрируемых на

х) Внесена в НСАМ лабораторией прецизионного анализа ВНИИЯГТ.

1% глинозема или кремнезема), вычисляемые по результатам измерений эталонных проб;

$C_{Al, Si}$  - содержания глинозема и кремнезема, %;

$F$  - коэффициент самоэкранирования нейтронного потока.

Решив систему двух линейных уравнений, находят содержание алюминия и кремния.

В табл. I приведены основные параметры реакций активации алюминия и кремния, а также возможных сопутствующих реакций активации других элементов, входящих в состав бокситов. Величину наведенной активности бокситовой пробы в основном определяют радиоизотопы, образующиеся при облучении алюминия и кремния нейтронами; вклад других изотопов, как правило, незначителен ввиду малого содержания элементов, из которых они образуются ( $Mn$ ,  $Na$ ,  $Dy$ )<sup>8</sup>, или малого сечения их активации ( $Fe$ ,  $Mg$ ).

Основными мешающими элементами при определении алюминия и кремния являются ванадий и фосфор (при содержании более 1% Р и более 0,03% V), в присутствии которых результаты определения завышаются<sup>6</sup>. Если содержание этих элементов превышает указанное, но остается постоянным (колебания в пределах 1% для Р и 0,03% для V), можно определять алюминий и кремний, применяя эталонные пробы, близкие по составу к исследуемым, а по содержанию  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  - к стандартным образцам боксита и глинистого сланца.

Чтобы учесть различие в условиях активации проб, вызываемое присутствием в них элементов с большим сечением поглощения тепловых нейтронов (бор, РЗЭ и др.), дополнительно измеряют плотность потока тепловых нейтронов на поверхности пробы (при облучении в Т-канале) одновременно с ее облучением или после измерения ее активности: снимают показания детектора тепловых нейтронов при положении в позиции облучения пробы

( $J_{np}$ ), навески  $Al_2O_3$  ( $J_o$ ) и кассеты, наполненной карбидом бора ( $J_\phi$ ). Вычисляют так называемый "измеренный" коэффициент самоэкранирования ( $F_{изм}$ ), характеризующий депрессию потока нейтронов в окрестности пробы ( $F_{изм} = \frac{J_{np} - J_\phi}{J_o - J_\phi}$ ).

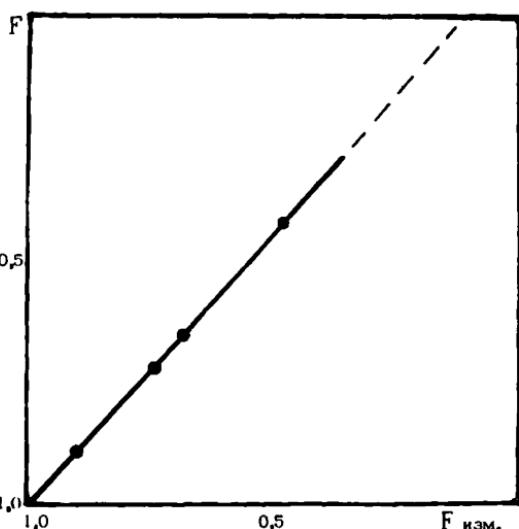
Для определения истинного коэффициента самоэкранирования пробы ( $F$ ) экспериментально определяют его зависимость от  $F_{изм}$ .

Таблица I

Реакции активации, проходящие при облучении бокситовой пробы в поле нейтронов изотопного источника

Элемент	Реакция активации	Период полураспада	Сечение активации барн	Характеристика излучения		Среднее содержание элемента в бокситах, %	Кол-во Al и Si эквивалентное среднему содержанию мешающего элемента, %	
				$E_{\beta}$ , Мэв	$E_{\gamma}$ , Мэв		$Al_2O_3$	$SiO_2$
Al	$^{27}Al/n, \gamma /^{28}Al$	2,3 мин	0,210	2,87	1,78	-	-	-
Si	$^{28}Si/n, p /^{28}Al$	2,3 мин	0,220 <sup>x)</sup>	2,87	1,78	-	-	-
P	$^{31}P/n, \alpha /^{28}Al$	2,3 мин	0,146 <sup>x)</sup>	2,87:	1,78	0,13	-	0,04
Mn	$^{55}Mn/n, \gamma /^{56}Mn$	2,58 часа	13,2	2,86-1,05; 0,75	0,845; 1,81; 2,13	0,08	0,08	-
Fe	$^{56}Fe/n, p /^{56}Mn$	2,58 часа	0,1 <sup>x)</sup>	2,86-1,05; 0,75	0,845; 1,81; 2,13	10,0	-	-
V	$^{51}V/n, \gamma /^{52}V$	3,8 мин	4,5	2,60	1,44	0,062	0,6	-
Mg	$^{26}Mg/n, \gamma /^{27}Mg$	10 мин	0,027	I,75; I,59	0,84; I,02	1,00	-	-
Al	$^{27}Al/n, p /^{27}Mg$	10 мин	0,079 <sup>x)</sup>	I,75; I,59	0,84; I,02	-	-	-
Na	$^{23}Na/n, p /^{23}Ne$	37,5 сек	0,034 <sup>x)</sup>	I,75; I,59	0,44	0,08	-	0,05
Dy	$^{164}Dy/n, \gamma /^{165}Dy$	1,25 мин	2,08	4,4; 3,95	0,108; 0,360	0,001	-	-
				0,87				

x) Для энергии нейтронов 14,5 Мэв.



№ 152-70

Рис. I. График для определения истинного коэффициента самоэкранирования пробы.

Для этого определяют наведенную активность  $N_0$  навески  $Al_2O_3$  (30–40 г) при облучении в стандартном режиме.

Последовательно, пятью–шестью порциями по 120–150 мг добавляют к этой навеске борную кислоту и после каждого добавления определяют наведенную активность ( $N_1$ ) облученной навески получаемой смеси. После каждого измерения вычисляют истинный коэффициент самоэкранирования  $F = \frac{N_1}{N_0}$ . Одновременно определяют  $F_{изм.}$ , снимая показания детектора тепловых нейтронов. По полученным данным строят график зависимости  $F = f(F_{изм.})$ , по которому в дальнейшем, определив  $F_{изм.}$  для исследуемой пробы, находят величину истинного коэффициента  $F$  (рис. I).

Методика опробована на бокситах основных промышленных типов месторождений СССР и на стандартных образцах бокситов.

Методика рекомендуется для определения алюминия и кремния в бокситах и вмещающих их породах по III категории при содержании  $Al_2O_3$  от 20 до 60% и  $SiO_2$  от 2 до 30%.

При однократных измерениях расхождения между повторными определениями алюминия укладываются в допустимые расхождения "Инструкции по внутрилабораторному контролю точности (воспроизводимости) результатов рядовых количественных анализов минерального сырья"<sup>5</sup>. Для точного определения кремния при содержании  $SiO_2$  менее 10% необходимо двукратное измерение (двукратное облучение пробы в К-канале активатора).

В табл. 2 даны допустимые расхождения для алюминия и кремния.

В табл. 3 приведены расхождения между повторными определениями алюминия и кремния по данным авторов инструкции.

#### Реактивы и материалы

1. Борная кислота ( $H_3BO_3$ )
2. Окись алюминия ч.д.з.
3. Карбид бора, 100 г
4. Эталоны. В качестве эталона по алюминию используют СОС бокситов (356-73, 357-73 и др.), а при большом содержании в исследуемых пробах ванадия ( $\geq 0,03\%$ ) – бокситовую пробу

Таблица 2  
Допустимые расхождения<sup>6</sup>

Определяемые содержания, %	Допустимые расхождения, отн. % ( $\Delta_{\text{доп}}$ )
	<u><math>Al_2O_3</math></u>
50 – 59,99	3,5
40 – 49,99	4,5
30 – 39,99	6,0
20 – 29,99	8,0
	<u><math>SiO_2</math></u>
20 – 29,99	5,4
10 – 19,99	9,0
5 – 9,99	14,0
2 – 4,99	19,0

Таблица 3

Расхождения между повторными определениями  
по данным авторов

Содержание, %	Фактические расхождения! отн.% (Δ эксп.)	Запас точности (Δ доп / Δ эксп.)
50 - 59,99	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	3,6
40 - 49,99		3,9
30 - 39,99		3,9
20 - 29,99		3,9
20 - 29,99	<u>SiO<sub>2</sub></u>	1,3
10 - 19,99		3,7
5 - 9,99		19,0
2 - 4,99		19,0

изучаемого месторождения с надежно установленным (с точностью I категории Классификации методов анализа) содержанием алюминия и кремния. В качестве эталона по кремнию используют СОС глинистого сланца ТВ (ГДР), а при большом содержании фосфора (≥1%) - рудную пробу изучаемого месторождения с содержанием глинозема порядка 10-30% и кремнезема - 30-50%.

## Аппаратура и оборудование

1. Нейтронная активационная установка "Нейтрон-2М"<sup>x)</sup>, в комплект которой входит блок бета-детекторов, измерительный пульт с блоком питания и активатор (рис. 2 и 3).
2. Изотопный источник нейтронов плутониево-бериллиевый ИБН-II с выходом 2.10<sup>7</sup> нейtron/сек или полониево-бериллиевый с выходом 2-3.10<sup>7</sup> нейtron/сек.
3. Сцинтилляционный детектор тепловых нейтронов с люминофором типа Т-2.
4. Пересчетный прибор ПП-16 или др.
5. Лабораторные технические весы.
6. Секундометры 2 шт.

<sup>x)</sup> Можно использовать также анализатор боксита производства ВНИПрибор при условии мониторирования нейтронного потока на поверхности пробы.

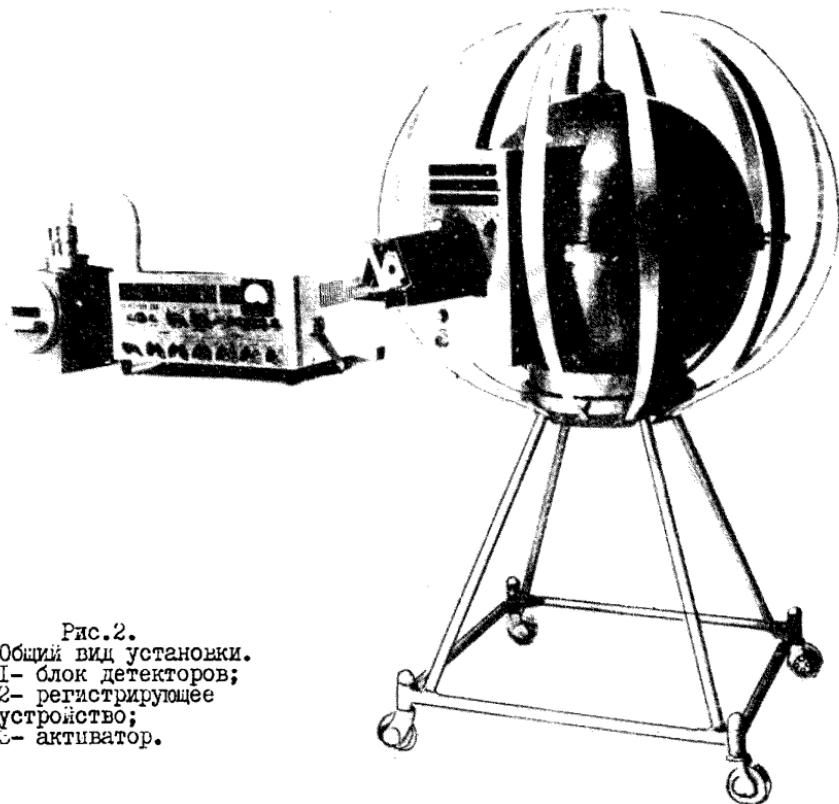


Рис.2.  
Общий вид установки.  
1- блок детекторов;  
2- регистрирующее  
устройство;  
3- активатор.

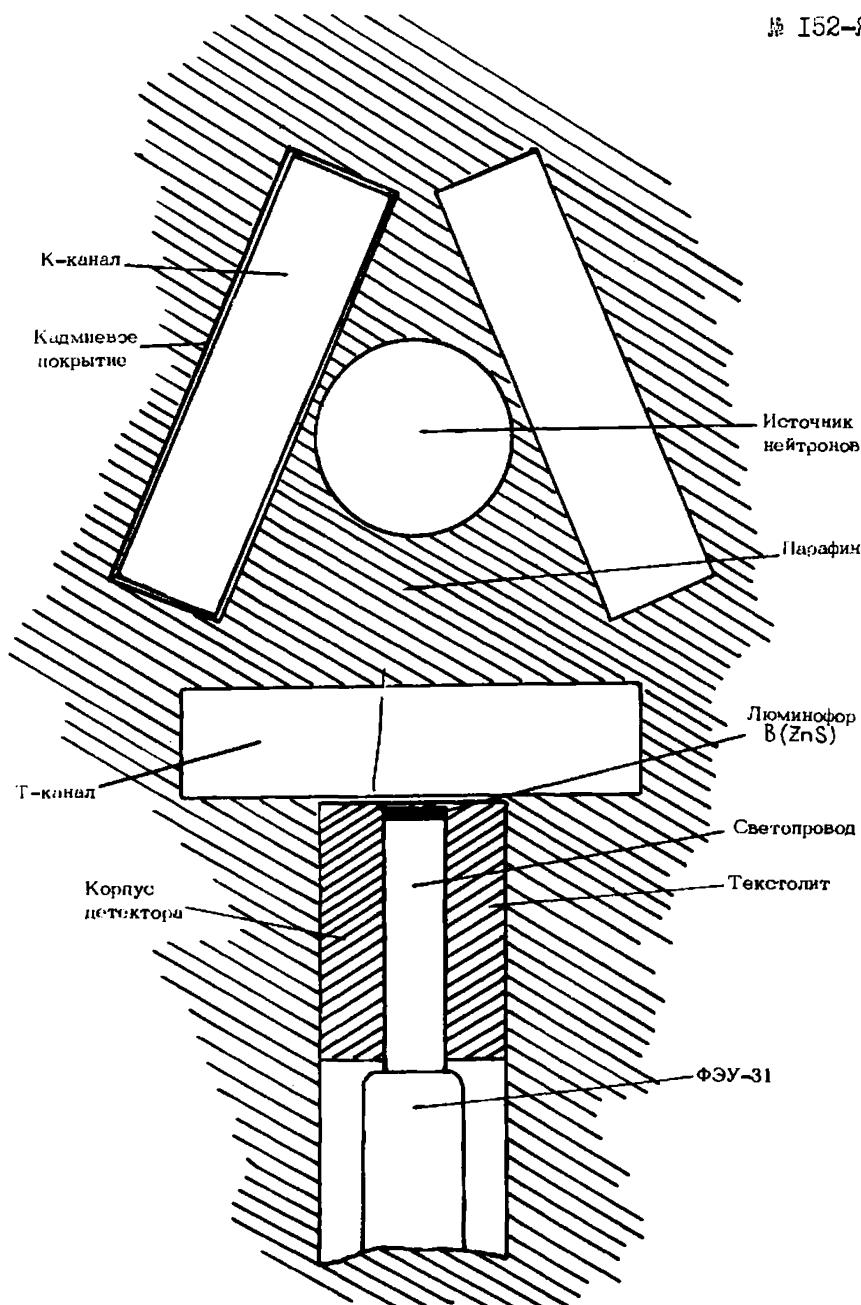


Рис. 3. Схема расположения в активаторе каналов облучения и детектора тепловых нейтронов.

Т(1)

## Ход анализа

## I. Подготовка проб

Воздушно-сухую пробу делят на две части (по  $50 \pm 0,5$  г), всыпают в кассеты и уплотняют специальным пестиком, чтобы крышка не выступала за верхний срез кассеты. Таким же образом подготавливают и эталонные пробы.

## 2. Подготовка прибора к работе

Прибор настраивают в соответствии с прилагаемой к нему<sup>4</sup> инструкцией: определяют оптимальное положение дискриминаторов обоих счетных каналов и проверяют независимость скорости счета в одном канале от скорости счета в другом. Взаимное влияние счетных каналов проверяют при максимально возможной загрузке (активность пробы, соответствующая 100%-ному содержанию  $Al_2O_3$  при ее облучении в Т-канале до насыщения, т.е. в течение 15-20 минут). Величина взаимного влияния не должна превышать статистической погрешности в скорости счета натурального фона.

Наведенную бета-активность пробы измеряют с помощью четырех соединенных попарно счетчиков СБТ-10<sup>х</sup>, составляющих блок детекторов. Для измерения плотности потока тепловых нейтронов в Т-канале активатора на поверхности пробы со стороны, противоположной источнику, располагают сцинтилляционный детектор, соединенный с фотоумножителем; импульсы с фотоумножителя через усилитель поступают на измерительный пульт или на дополнительный пересчетный прибор. Для определения фона детектора нейтронов ( $J_0$ ) на позицию облучения в Т-канал активатора помещают кассету, наполненную карбидом бора<sup>хх</sup>.

## 3. Определение содержания алюминия и кремния

Две навески пробы помещают в блок детекторов и измеряют их естественную радиоактивность ( $N_f$ ) в течение четырех минут. В это же время в течение трех минут снимают показания детектора нейтронов ( $J_0$ ), используя пересчетный прибор

х) Можно использовать счетчик СИ-8Б.

хх) При использовании полониево-бериллиевого источника нейтронов величину  $J_f$  определяют ежедневно.

III-16. Затем обе навески в кассетах помещают в специальные полости направляющих каналов активатора и одновременно задвигают направляющие до упора: одна проба поступает на облучение в Т-канал, другая - в К-канал. Пробы облучаются в течение пяти минут. Одновременно с облучением в течение трех минут снимают показания детектора тепловых нейтронов ( $J_{pr}$ ). По окончании облучения кассеты одновременно извлекают из активатора и переносят в блок детекторов. Через 30 сек. после окончания облучения измеряют активность облученных навесок пробы ( $N^i_T$  и  $N^i_K$ ) в течение четырех минут. Полученные данные ( $N_\Phi$  в обоих счетных каналах,  $N^i_K$ ,  $N^i_T$ ,  $J_{pr}$ ,  $J_o$ ) вносят в оперативный журнал (табл.4). Естественную радиоактивность навески и ее наведенную активность следует измерять в одном и том же счетном канале.

Аналогичным образом измеряют активность эталонных проб. Чтобы получить более точные значения удельных активностей, эталонные пробы измеряют дважды - в начале и в конце рабочего дня - и усредняют результаты.

#### 4. Вычисление результатов анализа

Содержание алюминия и кремния в пробе находят по формулам:

$$C_{Al} = \frac{N_T K_T^{Si} - N_K K_T^{Si}}{\Delta K} \quad (2)$$

$$C_{Si} = \frac{F N_K K_T^{Al} - N_T K_K^{Al}}{\Delta K} \quad ,$$

где  $\Delta K = F K_T^{Al} K_K^{Si} - K_K^{Al} K_T^{Si}$ ,

где  $C_{Al}$  - содержание  $Al_2O_3$  в исследуемой пробе, %;

$C_{Si}$  - содержание  $SiO_2$  в исследуемой пробе, %;

$N_T$  - число зарегистрированных импульсов после облучения пробы в Т-канале ( $N_T = N_T^i - N_\Phi$ );

$N_K$  - число зарегистрированных импульсов после облучения пробы в К-канале ( $N_K = N_K^i - N_\Phi$ );

$F$  - истинный коэффициент самозащитирования пробы;

$K_T^{Si}$ ,  $K_T^{Al}$  - удельные активности кремния и алюминия при облучении пробы в Т-канале;

$k_T^{Si}$ ,  $k_K^{Al}$  - удельные активности кремния и алюминия при облучении пробы в К-канале.

Значения удельных активностей  $k_T^{Si}$ ,  $k_T^{Al}$ ,  $k_K^{Si}$ ,  $k_K^{Al}$  вычисляют на основании измерения двух эталонных проб - бокситовой пробы и сланца;

$$k_T^{Si} = \frac{F_b N_T^C C_{Al}^6 - F_C N_T^C C_{Al}^6}{F_b C_{Si}^C C_{Al}^6 - F_C C_{Al}^C C_{Si}^6}$$

$$k_T^{Al} = \frac{N_T^C C_{Si}^C - N_T^C C_{Si}^6}{F_b C_{Si}^C C_{Al}^6 - F_C C_{Al}^C C_{Si}^6} \quad (3)$$

$$k_K^{Si} = \frac{N_K^C C_{Al}^6 - N_K^C C_{Al}^6}{C_{Al}^6 C_{Si}^C - C_{Si}^6 C_{Al}^C}$$

$$k_K^{Al} = \frac{N_K^C C_{Si}^C - N_K^C C_{Si}^6}{C_{Al}^6 C_{Si}^C - C_{Si}^6 C_{Al}^C} \quad ,$$

где  $N_T^C$ ,  $N_K^C$ ,  $N_T^C$ ,  $N_K^C$  - число зарегистрированных импульсов после облучения эталонных проб в каналах Т и К;

$F_b$ ,  $F_C$  - истинные коэффициенты самоэкранирования для эталонных проб;

$C_{Al}^6$  - содержание глинозема в бокситовой пробе, %;

$C_{Si}^6$  - содержание кремнезема в бокситовой пробе, %;

$C_{Al}^C$  - содержание глинозема в сланце, %;

$C_{Si}^C$  - содержание кремнезема в сланце, %

При работе с полоний-бериллиевым источником нейтронов значения удельных активностей К рассчитывают по формуле

$$K_i = K_i^0 e^{-\frac{0.693}{138} t} \quad ,$$

где  $K_i^0$  - значение коэффициента в день измерения активности эталонной пробы;

$K_i$  - значение коэффициента спустя  $t$  дней.

При работе с плутониево-бериллиевым источником нейтронов и при постоянной чувствительности измерительной аппаратуры значения удельных активностей рассчитывают однократно.

## Форма записи результатов измерений

нр проб	К - канал				Т - канал				J <sub>Ф</sub>	J <sub>0</sub>	J <sub>пр</sub>	F <sub>изм</sub> = $\frac{J_{пр} - J_{Ф}}{J_0 - J_{Ф}}$	P
	нр кассет	N <sub>Ф</sub>	N <sub>К</sub>	$ N_K - N_{Ф} $ = N <sub>К</sub> сет	касл	N <sub>Ф</sub>	N <sub>Т</sub>	$ N_T - N_{Ф} $ = N <sub>Т</sub>					
1 СОС 356-73 6	1390	21810	20420	7	1360	8780	7420	30900	205500	195200	0,943	0,941	
2 СОС ТВ 8	1750	14770	13020	9	1730	19950	18220	30810	205320	194950	0,944	0,942	
3 6122 I4	1540	24490	22950	15	1580	8730	7150	30960	204910	189400	0,912	0,901	

Пример расчета содержания  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  в исследуемой пробе

I. Расчет удельных активностей (формула 3)

356-73 - эталонная пробы по  $Al_2O_3$ ; содержит 40,66%  $Al_2O_3$  и 11,19%  $SiO_2$ .

ТВ - эталонная пробы по  $SiO_2$ ; содержит 20,60%  $Al_2O_3$  и 60,24%  $SiO_2$ .

$$K_T^{Al} = \frac{20420.60.24 - 13020.11.19}{60.24.40.66.0.941 - 20.60.11.19.0.942} = 519,4; K_T^{Si} = \frac{7420.60.24 - 18220.11.19}{60.24.40.66 - 20.60.11.19} = 109,5;$$

$$K_T^{Si} = \frac{13020.40.66.0.941 - 20420.20.60.0.942}{60.24.40.66.0.941 - 20.60.11.19.0.942} = 48,8; K_K^{Si} = \frac{18220.40.66 - 7420.20.60}{60.24.40.66 - 20.60.11.19} = 265;$$

II. Расчет содержания  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  (формула 2)

$$c_{Al} = \frac{22950.265 - 7150.49.1}{519.265.0.901 - 109.1.49.1} = 48,4\%; \quad c_{Si} = \frac{7150.519.0.901 - 22950.109.1}{519.265.0.901 - 109.1.49.1} = 7,1\%$$

Стабильность работы установки проверяют ежедневно по результатам измерения контрольной пробы. Коэффициенты рассчитывают заново после замены  $\beta$ -счетчика или после ремонта установки.

Форма записи результатов измерений и пример расчета содержания алюминия и кремния в исследуемых пробах даны в табл. 4.

#### Техника безопасности

При выполнении анализа необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с радиоактивными источниками<sup>7</sup>. Эти вопросы подробно изложены также в инструкции по работе с установкой "Нейтрон-2М".

#### Литература

1. Бенеславский С.И. Минералогия бокситов. Недра, М., 1974.
2. Варик В.И., Дрынкин В.И., Лейпунская Д.И. Учет влияния изменений вещественного состава при активационном анализе геологических проб с использованием изотопных источников нейтронов. Труды Всесоюзного совещания "Метрология нейтронного излучения на реакторах и ускорителях", т. I, ВНИИМТРИ, М., 1974.
3. Дрынкин В.И., Лейпунская Д.И. и др. Применение нейтронного активационного анализа в геологии. В сб. "Ядерная физика". Гостоптехиздат, 1960.
4. Инструкция по работе с установкой "Нейтрон-2М".
5. Методы лабораторного контроля качества аналитических работ. Методические указания НСАМ. М., ВИМС, 1975.
6. Одновременное определение алюминия и кремния в порошковых пробах бокситов и других алюмосиликатных пород с помощью установки "Нейтрон-2М". Методические указания ОНТИ ВНИИМТ, М., 1973.
7. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72. М., Атомиздат, 1973.
8. Платформенные бокситы СССР. Под ред. Е.П. Сапожникова. "Наука", 1971.

Изъятые из употребления инструкции	Заменяющие их инструкции
№ 52-Х } № 53-Х }	№ 103-Х
№ 92-Х	№ 113-Х
№ 90-Х	№ 115-Х
№ 9-ЯФ	№ 116-ЯФ
№ 13-Х	№ 119-Х
№ 107-С	№ 141-С
№ 8-С	№ 150-С

Заказ № 8. Л-79061. 6/У-78г. Объем 0,8 уч.-изд.л.  
Тираж 450

Ротапринт ОЭП ВИМСа

"УТВЕРЖДАЮ"

ВНЕСЕНО

Научным советом по  
аналитическим методам

1. XII. 1974 г.

Начальник управления научно-  
исследовательских организаций  
Минтес ССР, член коллегии

25 декабря 1974 г. Н.П. ЛАВЕРОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Категория	Наименование анализа	Воспроизводимость методов анализа	Коэффициент к допустимому среднеквадратичному отклонению
I	Особо точный анализ	Среднеквадратичное отклонение результатов определения должно быть в три раза меньше допустимого среднеквадратичного отклонения, регламентируемого инструкцией внутрилабораторного контроля* (см. Приложение)	0,33
II	Полный анализ	Среднеквадратичные отклонения результатов определения отдельных компонентов не должны превышать допустимых среднеквадратичных отклонений  Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,1%, должна лежать в интервале 99,5±1,50%	I
		Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,01%, должна лежать в интервале 99,9±1,50%	
		Среднеквадратичные отклонения результатов определения главных (содержание более 5%) компонентов должны быть в три раза меньше допустимого среднеквадратичного отклонения	0,33
		Среднеквадратичные отклонения результатов определения отдельных компонентов не должны превышать допустимого среднеквадратичного отклонения	I
		Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,1%, должна лежать в интервале 99,5±0,80%	
		Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,01%, должна лежать в интервале 99,9±0,80%	
III	Анализ радиоактивных проб	Среднеквадратичное отклонение результатов определений не должно превышать допустимых среднеквадратичных отклонений	I
IV	Анализ технологических продуктов	Среднеквадратичные отклонения результатов определения могут превышать допустимое среднеквадратичное отклонение не более, чем в два раза (по особой договоренности с заказчиком)	I-2
V	Особо точный анализ геохимических проб	Среднеквадратичные отклонения результатов определения должны быть в два раза меньше допустимых среднеквадратичных отклонений	0,5
VI	Анализ радиоактивных геохимических проб	Среднеквадратичные отклонения результатов определения не должны превышать удвоенную величину допустимого среднеквадратичного отклонения	2
VII	Полукомпенсированный анализ	Воспроизводимость определения 4-10 цифр (интервалов) на один порядок содержания с доверительной вероятностью 68%	
VIII	Качественный анализ	Точность определения не нормируется	

\* См. Методические указания "Методы лабораторного контроля качества аналитических работ", И.В.ИС, 1975 г.