

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



Научный совет по аналитическим
методам

Ядерно-физические методы
Инструкция № 185-ЯФ

ЦИРКОНИЙ

Москва
1981

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 НСАиМ "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 № 185-ЯФ

Согласовано
Зам. начальника
Технического управления
Мингео СССР
И.И.Малков

ФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИРКОНИЯ В ПОРОШКОВЫХ ПРОБАХ
РУД И ПРОДУКТОВ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
минерального сырья (ВИМС)

Москва, 1981

В соответствии с приказом Мингэо СССР № 496 от 29 октября 1976 г. инструкция № 185-ЯФ рассмотрена и рекомендована Научным советом по аналитическим методам для анализа рядовых проб - III категория.

(Протокол № 35 от 27 марта 1980 г.)

Председатель НСАМ

Г.В.Остроумов

Председатель секции
ядерно-физических методов

А.Л.Якубович

Ученый секретарь

Р.С.Фридман

Инструкция № 185-ЯФ рассмотрена в соответствии с приказом Мингэо СССР № 496 от 29.Х.76 г. Научным советом по аналитическим методам (протокол № 35 от 27.Ш.80) и утверждена ВИМСом с введением в действие 1 апреля 1981 г.

ФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИРКОНИЯ В ПОРОШКОВЫХ ПРОБАХ РУД И ПРОДУКТОВ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ^{*)}

Сущность метода

Методика флуоресцентного рентгенорадиометрического определения циркония, разработанная Л.И.Вознесенским, В.Э.Герлингом, А.В.Грабовским, В.В.Сиденко, И.И.Совцовым, В.А.Макагоновым и А.А.Волковым, заключается в измерении интенсивности характеристического $K_{\alpha1,2}$ излучения циркония (Γ_7^9 кэВ), возбуждаемого в пробе источником первичного излучения на основе изотопа ^{109}Cd при анализе руд и промпродуктов, содержащих до 14% ZrO_2 , и на основе ^{241}Am при анализе концентратов, содержащих более 14% ZrO_2 . Энергия основных линий изотопов ^{109}Cd и ^{241}Am составляет 22,2 и 59,6 кэВ соответственно. Вторичное излучение регистрируется полупроводниковым детектором.

Цирконий определяют в насыщенных слоях по способу спектральных отношений³. Аналитическим параметром является отношение

$$\eta = \frac{n_x}{n_s} , \quad (1)$$

где: n_x - интенсивность аналитической линии циркония, n_s - интенсивность некогерентно рассеянного излучения источника (^{109}Cd или ^{241}Am).

Содержание циркония в пробе определяют по градуировочному графику зависимости величины спектрального отношения (η) от содержания циркония в пробе (C). Для построения градуировочного графика используют пробы близких по соста-

^{*)} Внесено в НСАМ ВИРГом НПО "Рудгеофизика" и Ковдорским ГОК.

ву руд или продуктов обогащения, содержание циркония в которых установлено химическими методами. Результаты химического анализа должны быть подтверждены результатами контрольного химического анализа зашифрованных проб с отклонениями в пределах допустимой погрешности.

Определению циркония мешают стронций, ниобий и торий. Характеристическое излучение этих элементов возбуждается источниками ^{109}Ca и ^{241}Am одновременно с характеристическим излучением циркония. Влияние стронция (K_{β} -линия 15,8 кэВ), ниobia (K_{α} -линия 16,6 кэВ) и тория (L_{β} -линия 16,1 кэВ, L_{β_1} -линия 15,6 кэВ) выражается в завышении скоростей счета в каналах регистрации циркония вследствие недостаточного энергетического разрешения полупроводниковых детекторов и избирательного возбуждения циркония K_{β} -линией ниobia. Влияние тория и ниobia проявляется, кроме того, в изменении абсорбционных свойств пробы по отношению к рассеянному излучению источника. На абсорбционные свойства пробы могут также влиять более тяжелые элементы (например, гафний), K - и L -край поглощения которых находятся между аналитической линией циркония и линией первичного излучения источника.

Чтобы исключить вклад K_{β} -линии стронция и K_{α} -линии ниobia в каналы регистрации циркония, вносят поправки. Изменение абсорбционных свойств пробы, вызываемое присутствием гафния, не учитывается ввиду его невысокого содержания. Так как относительный вклад тория в каналы регистрации циркония незначителен (1% ThO_2 эквивалентен 0,3% ZrO_2), а содержание тория в рудах обычно не превышает 0,02% ThO_2 , его влияние также не учитывают.

Методика рекомендуется для определения циркония при его содержании более 0,05% ZrO_2 при условии, что содержание ниobia не превышает трехкратного содержания циркония, а содержание тяжелых элементов при исследовании концентратов не превышает 3% от содержания циркония. При более высоких содержаниях мешающих элементов точность определения циркония снижается. Достаточная точность может быть достигнута

Таблица I

Допустимые расхождения⁴ ($\Delta_{\text{доп}}$), фактические расхождения ($\Delta_{\text{эксп}}$) и запас точности (z)

Содержание	ZrO_2 , %	$\Delta_{\text{доп}}$	$\Delta_{\text{эксп}}$	z
70 и выше		-	1,7	-
60 - 69,99		-		
50 - 59,99		-	1,96	-
40 - 49,99		-		
30 - 39,99		-		
20 - 29,99		3,4 4,7	3,9	1,2
10 - 19,99				
5 - 9,99		6,0	-	-
2 - 4,99		9,0	-	-
I - 1,99		14	-	-
0,5 - 0,99		20	12	1,7
0,2 - 0,499		26	15	1,7
0,1 - 0,199		35	29	1,2
0,05 - 0,099		45	41	1,1

при введении поправок, позволяющих учесть изменение абсорбционных свойств пробы при разных содержаниях мешающих элементов.

Методика опробована с применением рентгенорадиометрической аппаратуры с кремниевыми и германиевыми детекторами на комплексных рудах сложного вещественного состава и продуктах их обогащения в диапазоне содержаний от 0,03 до 98,2% ZrO_2 .

В табл. I даны допустимые расхождения между основными и повторными определениями циркония⁴ ($\Delta_{\text{доп}}$), расхождения, полученные авторами инструкции ($\Delta_{\text{эксп}}$), и запас точности ($z = \frac{\Delta_{\text{доп}}}{\Delta_{\text{эксп}}}$).

$\Delta_{\text{эксп}}$

Содержание циркония в рудах, на которых опробовалась методика, составляет от 0,05 до 9,5% ZrO_2 ; в соизмеримых количествах присутствуют стронций и ниобий. Кроме этих элементов в значительных количествах содержатся железо (29% Fe), кальций (10% CaO), магний (14% MgO), кремний (8% SiO_2),

фосфор (7% P_2O_5), углерод (7% CO_2), алюминий (2% Al_2O_3), калий (0,7% K_2O), титан (0,5% TiO_2), натрий (0,3% Na_2O), ванадий (0,06% V_2O_5). Содержание остальных элементов незначительно.

Полученный из комплексных руд концентрат содержит 96-99% суммы ZrO_2 и HfO_2 . Гафний входит в состав содержащих цирконий минералов. Содержание гафния в концентрате может составлять от 0,5 до 2% HfO_2 , и оно коррелируется с содержанием циркония. Из других элементов в концентрате могут присутствовать кремний (0,2-0,8% SiO_2), фосфор (0,2-0,6% P_2O_5), кальций (0,2-0,5% CaO), сера (0,3% SO_3), алюминий (0,1-0,5% Al_2O_3), магний (0,1-0,2% MgO), железо (0,05-0,15% Fe_2O_3), титан (0,05-1,5% TiO_2), натрий и калий (0,3-0,5% Na_2O + K_2O), tantal и редкоземельные элементы.

Руды других типов месторождений циркония и получаемые из них концентраты имеют более простой вещественный состав.

Аппаратура

1. Многоканальный амплитудный анализатор импульсов АИ-256-6 или АИ-128-1 с цифропечатающим устройством БЗ-15-ИМ или БЗ-15 соответственно¹.

2. Радиоизотопный источник ^{109}Cd активностью 10 мКи при определении до 14,0% ZrO_2 и ^{241}Am активностью 350 мКи при определении более 14,0% ZrO_2 .

3. Кремниевый (БДРК-1-25) или германиевый (БЛРГ-1/3-20Б) полупроводниковый блок детектирования².

4. Спектрометрическая установка СЭС2-03⁸.

5. Блок возбуждения, конструкция которого представлена на рис. I. Блок выполнен в виде цилиндра из свинца, в котором размещаются радиоизотопные источники первичного излучения и имеются каналы для частичной коллимации потоков первичного и вторичного излучения. Внешние размеры цилиндра определяются его защитными функциями. Диаметры коллиматоров первичного излучения определяются размерами источников и квадрат, вторичного излучения - размерами квадрат и входного берилиевого окна детектирующего блока. При использовании ис-

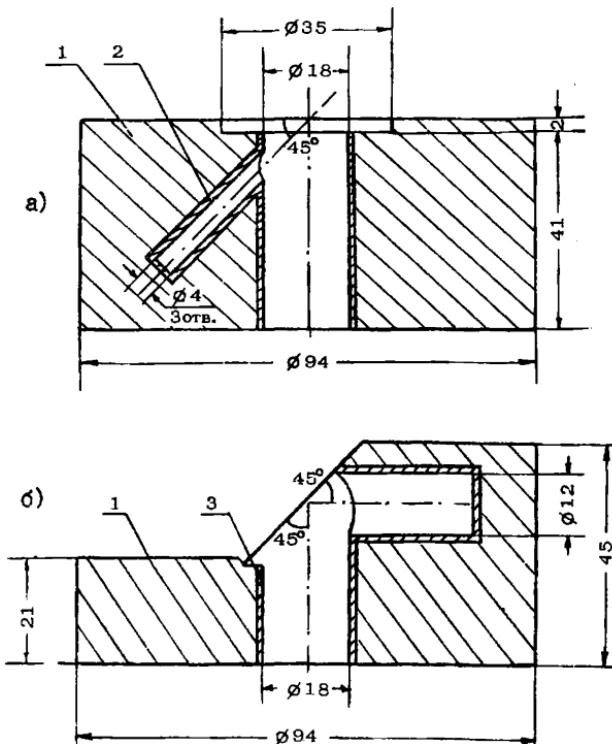


Рис. I. Блок возбуждения для определения циркония с источником: а - ^{109}Cd , б - ^{241}Am .
1 - свинец, 2 - кадмий, 3 - медь.

точника ^{109}Cd поверхности коллиматоров кадмируют, а при использовании ^{241}Am покрывают медью.

6. Кюветы, конструкция которых представлена на рис.2. Кюветы представляют собой полые цилиндры из алюминия или из оргстекла - материалов, не создающих мешающих линий в анализируемой части спектра. Дном кюветы служит тонкая лавсановая пленка, удерживаемая двумя прижимными кольцами, надетыми на внешнюю сторону цилиндров.

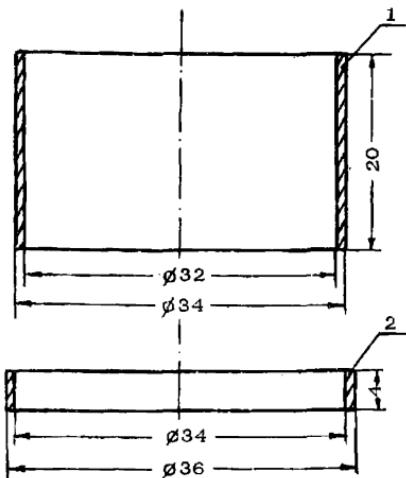


Рис.2. Кюветы для порошковых проб.
1 - цилиндр, 2 - прижимное кольцо для лавсановой
пленки.

Ход анализа

I. Подготовка проб

Анализируемые пробы должны быть истерты до~200 меш, навеска пробы ~60 г для концентратов и ~40 г для руды. Мерной ложкой отбирают 8,5 см³ пробы, высыпают в кювету, встряхивают и уплотняют порошок, постукивая дном кюветы о стол. Количество и степень уплотнения порошка должны быть постоянными. Кюветы должны быть одинаковой высоты и диаметра, из одинакового материала. Пробы нельзя хранить в помещениях с повышенной влажностью.

Для контроля градуировочного графика готовят контрольные пробы (3-5 штук) в виде плоско-параллельных дисков (по размерам кювет) из рудного материала, равномерно перемешанного со связующей основой для прессования (клей БФ-2, полистирол и др.). Содержание циркония в контрольных пробах подбирают таким образом, чтобы равномерно охватить весь диапа-

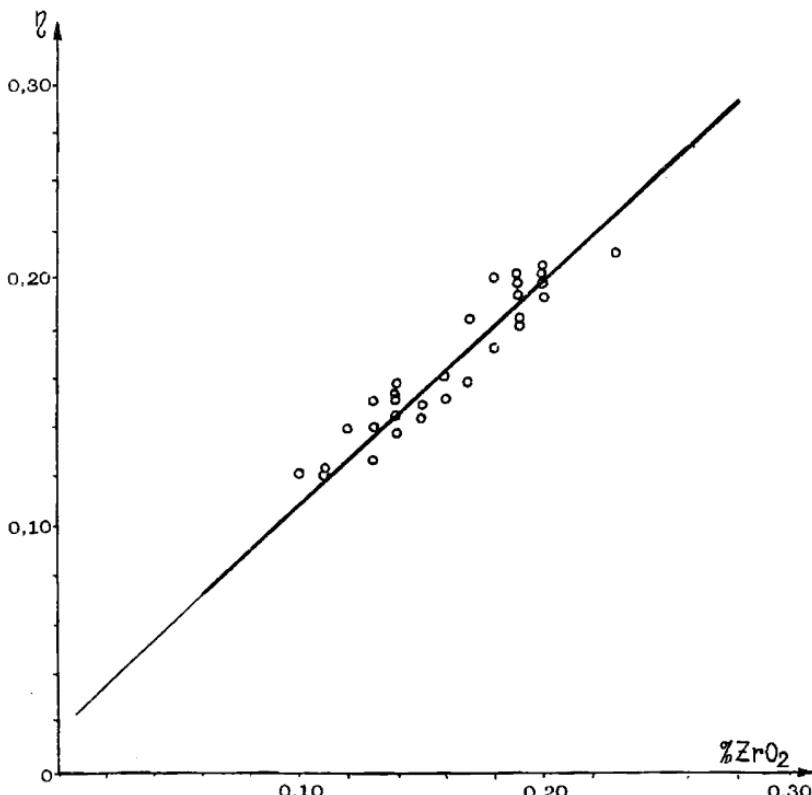


Рис.3. Градуировочный график (зависимость величины спектрального отношения η от содержания циркония С).

зон содержаний, по которым строится градуировочный график (рис. 3).

2. Подготовка аппаратуры

Приборы проверяют и настраивают по прилагаемым к ним инструкциям.

На блок возбуждения и на примыкающую к нему часть блока детектирования с внешней стороны наносят метки. Перед на-

чалом измерений проверяют постоянство геометрических условий измерений по взаимному расположению меток.

Спектрометрическую установку СЭС2-03 настраивают таким образом, чтобы максимум аппаратурного спектра, соответствующий некогерентно рассеянному излучению линии источника ^{109}Cd приходился на 250 канал анализатора АИ-256-6 или 125 канал анализатора АИ-128-1, а максимум аппаратурного спектра, соответствующий некогерентно рассеянному излучению линии источника ^{241}Am - на 236 или 118 каналы. При такой настройке влияние аппаратурной нестабильности в наименьшей степени сказывается на результатах измерений.

Правильность настройки прибора проверяют по спектрам одной-двух контрольных проб.

3. Выполнение измерений

Анализируемую пробу помещают в блок возбуждения. Изнимают спектр вторичного излучения пробы. Информацию регистрируют с помощью цифрового устройства. Экспозиция измерений спектра определяется скоростью счета и выбирается таким образом, чтобы среднеквадратическая статистическая погрешность измерений составляла $\sim 0,6$ от допустимой среднеквадратической погрешности анализа. Для радиоактивного изотопа ^{109}Cd (активность 10 мКи) экспозиция составляет ~ 10 мин., для ^{241}Am (активность 350 мКи) - $\sim 2\text{-}5$ мин.

Чтобы сохранить постоянство статистической погрешности анализа, экспозицию измерений по мере распада источника первичного излучения необходимо увеличивать.

4. Обработка результатов измерения

Интенсивность аналитической линии циркония (n_x) определяют из выражения :

$$n_x = N_{Zz} - N_{Sz} - K_{N6}(N_{N6} - N_{\phi N6}) \quad (2)$$

где: N_{Zz} , N_{Sz} и N_{N6} - число импульсов, зарегистрированных в участках спектра, соответствующих

K_{Δ} -линиям циркония, стронция и ниобия;

$N_{\Phi_{Zr}}, N_{\Phi_{Sz}}, N_{\Phi_{Nb}}$ - число импульсов, обусловленных фоновым излучением соответствующих участков спектра;

K_{Sz}, K_{Nb} - коэффициенты, определяющие вклад характеристического излучения стронция и ниобия в участок спектра аналитической линии циркония.

Протяженность отдельных участков спектра, по которым суммируют число импульсов при определении интенсивности K_{Δ} -линий циркония, ниобия и стронция и при определении фона, должна составлять 0,5-0,6 кэВ. Границы участков, определяемые номерами каналов амплитудного анализатора импульсов, устанавливают таким образом, чтобы они располагались приблизительно симметрично относительно максимума фотопика данного элемента. Фон определяют по участкам спектра, в которые не попадает характеристическое излучение других элементов, содержащихся в исследуемых пробах. При отсутствии мешающих элементов (ниобия и стронция) выделяют два фоновых участка, расположенных слева и справа от фотопика циркония, и величину фона для циркония ($N_{\Phi_{Zr}}$) находят как среднюю величину из числа импульсов, зарегистрированных в каждом участке. Если в пробах присутствуют стронций и ниобий, то выделяют два фоновых участка: один - слева от фотопика стронция, второй - справа от фотопика ниобия. Среднее число импульсов, зарегистрированных в этих фоновых участках, принимают за величину фона для циркония и мешающих элементов (ниобий и стронций).

Коэффициенты K_{Sz} и K_{Nb} зависят от энергетического разрешения спектрометра и от протяженности участков спектра, по которым определяются интенсивности аналитических линий элементов. Величину коэффициентов определяют по результатам измерения скорости счета импульсов от искусственных проб, содержащих мешающий элемент и не содержащих циркония;

$$K_{Sz} = \frac{N_{Zr} - N_{\Phi_{Zr}}}{N_{Sz} - N_{\Phi_{Sz}}}; \quad K_{Nb} = \frac{N_{Zr} - N_{\Phi_{Zr}}}{N_{Nb} - N_{\Phi_{Nb}}} \quad (3)$$

Интенсивность рассеянного излучения источника (Π_S) определяют по числу импульсов, зарегистрированных в участке спектра фотопика некогерентно рассеянного излучения. Протяженность этого участка составляет 5 кэВ, а границы участка расположены симметрично относительно максимума фотопика.

По найденным интенсивностям аналитической линии (Π_X) и некогерентно рассеянного излучения (Π_S) определяют величину спектрального отношения $\frac{\Pi_X}{\Pi_S}$ и по градуировочному графику (рис. 3) находят содержание циркония в пробе.

Если содержание ниобия в рудах превышает более чем в три раза содержание циркония, а содержание тяжелых элементов выше 3% от содержания циркония, а также при выполнении высокоточных анализов, в полученные результаты определения циркония вносят поправки на содержание мешающего элемента. Величину поправки δ (в % ZrO_2) определяют по вспомогательному графику и вычитают из результатов определения циркония. Содержание мешающего элемента определяют химическим или другим методом.

5. Построение градуировочных графиков

Для руд и для различных продуктов их обогащения строят отдельные графики (рис. 3). Для построения каждого из них используют 20-30 порошковых проб, представляющих руду изучаемого геологического объекта или продукта их обогащения с точно установленными химическим анализом содержаниями циркония, равномерно охватывающими весь интервал определяемых концентраций.

Содержание в этих пробах элементов, избирательно возбуждающих цирконий и влияющих на абсорбционные свойства проб, должно соответствовать среднему содержанию этих элементов в анализируемых рудах или продуктах их обогащения.

По результатам рентгенорадиометрического анализа градуировочных проб вычисляют значения спектральных отношений (γ) и на миллиметровой бумаге строят график зависимости величины γ от содержания циркония (% ZrO_2) в пробах (C). Масштаб

графика должен обеспечивать определение циркония с точно-
стью 0,0005% ZrO_2 в интервале содержаний до 0,1% ZrO_2 ; 0,001% ZrO_2 в интервале 0,1-1,0% ZrO_2 ; 0,005% ZrO_2 в интервале 1-10% ZrO_2 ; 0,01% ZrO_2 в интервале 10-30% ZrO_2 ; 0,05% ZrO_2 в интервале 30-70% ZrO_2 ; 0,1% ZrO_2 при содержании ZrO_2 более 70%.

При построении графика корреляционной зависимости $\eta = f(C)$, представляющего собой линию, усредняющую результаты анализа градуировочных проб, необходимо следить за тем, чтобы суммы положительных и отрицательных отклонений отдельных точек (% ZrO_2) были равны. Несоблюдение этого условия ведет к систематической ошибке в результатах анализа.

6. Построение вспомогательного графика

Для построения вспомогательного графика (например, для ниобия) $\delta = f(C_{Nb})$, где C_{Nb} - содержание ниобия, используют 20-30 рудных проб данного месторождения или продукта их обогащения с точно установленным химическим анализом содержанием циркония. Содержание мешающего элемента в этих пробах, также установленное химическим методом, должно равномерно характеризовать весь возможный интервал его содержаний. В каждой пробе определяют содержание циркония рентгенорадиометрическим методом и для каждой пробы вычисляют величину δ как разность между результатами определения циркония (% ZrO_2) рентгенорадиометрическим и химическим методами:

$$\delta = C_{pp} - C_x \quad (4)$$

7. Контроль стабильности аппаратуры

Для проверки стабильности аппаратуры определяют содержание циркония в контрольных пробах. Стабильность аппаратуры ежедневно проверяют перед началом работы и в течение всего рабочего дня через равные промежутки времени, но не реже, чем через час. Результаты измерений вносят в журнал контроля стабильности аппаратуры.

В каждой контрольной пробе не менее 30 раз определяют цирконий рентгенорадиометрическим методом. Содержание циркона определяют по градуировочному графику и находят среднее значение многократных определений. Это значение носит условный характер, так как вещественный состав контрольной пробы и ее физическое состояние отличны от состава и состояния тех проб, по которым строился градуировочный график.

Критерием стабильности аппаратуры служит величина среднеквадратического отклонения ($\sigma_{\text{воспр}}$) определяемого в контрольной пробе содержания циркона. Эта величина характеризует аппаратурную воспроизводимость измерений. Величину $\sigma_{\text{воспр}}$ вычисляют по формуле:

$$\sigma_{\text{воспр}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (C_{\text{ср}} - C_i)^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где: $C_{\text{ср}}$ — среднее содержание циркона в контрольной пробе по данным рентгенорадиометрического анализа, % ZrO_2 ;

C_i — содержание циркона по данным 1-го рентгенорадиометрического определения, % ZrO_2 ;
 n — число определений.

При нормальной работе аппаратуры среднее значение $\sigma_{\text{воспр}}$, вычисленное не менее чем по тридцати измерениям, не должно превышать величины допустимой среднеквадратической погрешности анализа. Нормальное отклонение результата единичного определения содержания циркона в контрольных пробах от среднего значения не должно превышать утроенного значения $\sigma_{\text{воспр}}$. Если отклонение равно $3\sigma_{\text{воспр}}$ или более, следует проконтролировать настройку и, если нужно, снова настроить прибор. Если после настройки прибора при новых измерениях несколько раз получатся отклонения более $3\sigma_{\text{воспр}}$, необходимо проверить исправность прибора и сохранность контрольных проб. Прибор считается исправным, если при тридцати измерениях контрольных проб в двадцати случаях отклонение не превышает допустимого значения $\sigma_{\text{воспр}}$, а отклонение более $3\sigma_{\text{воспр}}$ встречается не бо-

лее одного раза. Для проверки сохранности контрольной пробы сравнивают отклонение для нее с отклонениями для других, ранее проанализированных контрольных проб.

После обнаружения и устранения неисправностей в приборе, замены источников излучения, изменения их размещения и других операций, связанных с изменением геометрических условий измерения, прибор снова настраивают и строят градуировочный график.

Техника безопасности

При выполнении анализа необходимо соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные для работы с радиоактивными источниками^{5,6}.

Литература

1. Анализатор многоканальный амплитудный АИ-256-6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. № 2.800.144 ТО.1975.100 с.
2. Блоки детектирования рентгеновского излучения БДРГ-3/1, БДРГ-3/2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Е 10.280.080 ТО.19c.
3. Мейер В.А., Очкур А.П., Кудрявцев Ю.Н. и др. Способ спектральных отношений в рентгенофотометрическом методе изучения элементного состава руд в естественных условиях. В сб. "Вопросы рудной геофизики" вып. 6, ЛГУ, Л., 1965 с. 68-73.
4. Методы лабораторного контроля качества аналитических работ. Методические указания НСАМ, М., ВИМС, 1975.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-76). Атомиздат, М., 1978.
6. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. ОСП-72. Атомиздат, М., 1973, с.55.
7. Очкур А.П., Томский И.В., Яншевский Ю.П. и др. Гамма-методы в рудной геологии. "Недра", Л., 1976, стр. 407.
8. Установка спектрометрическая СЭС2-03. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. № I.287.459. ТО.1974. стр.64.

9. Якубович А.Л., Зайцев Е.И., Пржиялговский С.М. Ядерно-физические методы анализа минерального сырья. Атомиздат, М., 1973, стр. 392.

Изъятые из употребления инструкции	Заменяющие их инструкции
№ 52-Х	№ I03-Х
№ 53-Х	
№ 92-Х	№ II3-Х
№ 90-Х	№ II5-Х
№ 9-ЯФ	№ II6-ЯФ
№ I3-Х	№ II9-Х
№ I07-С	№ I4I-С
№ 8-С	№ I50-С
№ 95-ЯФ	№ I58-ЯФ
№ 69-Х	№ I63-Х
№ 78-Х	№ I74-Х
№ I02-С	№ I77-С

Инструкция № I85-ЯФ

Заказ № II4. Л-89856. Подписано к печати 29/IV-81г.
Объем 0,9 уч.-изд.л. Тираж 500

Ротапринт ОЭП ВИМСа

"УТВЕРЖДАЮ"

И.П.ЛАВРОВ
Научным советом по
аналитическим методам
1.III.1974 г.

Начальник управления научно-исследовательских организаций
Министерства СССР, член коллегии
25 декабря 1974 г. И.П.ЛАВРОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Категория	Наименование анализа	Воспроизводимость методов анализа	Коэффициент \pm допустимому среднеквадратичному отклонению
I	Особо точный анализ	Среднеквадратичное отклонение результатов определений должно быть в три раза меньше допустимого среднеквадратичного отклонения, регламентируемого инструкцией "Методы лабораторного контроля" (см. Приложение)	0,33
II	Полный анализ	Среднеквадратичные отклонения результатов определений отдельных компонентов не должны превышать допустимых среднеквадратичных отклонений Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,1%, должна лежать в интервале $99,5 \pm 1,5\%$ Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,01%, должна лежать в интервале $99,9 \pm 1,5\%$ Среднеквадратичные отклонения результатов определений галоидов (содержание более 5%) компонентов должны быть в три раза меньше допустимого среднеквадратичного отклонения	I
III	Анализ рядовых проб	Среднеквадратичные отклонения результатов определений не должны превышать допустимых среднеквадратичных отклонений	0,33
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 определений должны быть в два раза меньше допустимых среднеквадратичных отклонений	0,5
VI	Анализ рядовых геохимических проб	Среднеквадратичные отклонения результатов определения не должны превышать удвоенную величину допустимого среднеквадратичного отклонения	2
VII	Полуколичественный анализ	Воспроизводимость определения 4-10 цифр (интервалов) на один порядок содержания о доверительной вероятности 68%	
VIII	Качественный анализ	Точность определения не нормируется	

x) См. Методические указания "Методы лабораторного контроля качества аналитических работ", Н., ВНИИС, 1975г.