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



Научный совет по аналитическим методам

Ядерно-физические методы

Инструкция № 126-ЯФ

ЖЕЛЕЗО

МОСКВА
1974

gost.e-ecolog.ru

Выписка из приказа ГГК СССР № 229 от 18 мая 1964 года.

7. Министерству геологии и охраны недр Казахской ССР, главным управлениям и управлениям геологии и охраны недр при Советах Министров союзных республик, научно-исследовательским институтам, организациям и учреждениям Госгеолкома СССР:

а) обязать лаборатории при выполнении количественных анализов геологических проб применять методы, рекомендованные ГОСТами, а также Научным советом, по мере утверждения последних ВИМСом.

При отсутствии ГОСТов и методов, утвержденных ВИМСом, разрешить временно применение методик, утвержденных в порядке, предусмотренном приказом от 1 ноября 1954г.№ 998;

в) выделить лиц, ответственных за выполнение лабораториями установленных настоящим приказом требований к применению наиболее прогрессивных методов анализа.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3 § 8. Размножение инструкций на местах во избежание возможных искажений разрешается только фотографическим или электрографическим путем.

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

Научный Совет по аналитическим методам при ВИМСе

Ядерно-физические методы
Инструкция № 126-ЯФ

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ, НЕ СОДЕРЖАЩИХ МАРГАНЦА, И В ПРОДУКТАХ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья
(ВИМС)

Москва, 1974

В соответствии с приказом Госгеолкома СССР от 18 мая 1964 г. инструкция № 126-ЯФ рассмотрена и рекомендована Научным советом по аналитическим методам к применению для анализа рядовых проб - III категория.

/Протокол № 24 от 29.XI.73г./

Председатель НСАМ В.Г.Сочеванов

Председатель секции ядерно-физических методов А.Л.Якубович

Ученый секретарь Р.С.Фридман

Инструкция № I26-ЯФ рассмотрена в соответствии с приказом Государственного геологического комитета СССР № 229 от I8 мая I964 г. Научным советом по аналитическим методам /протокол № 24 от 29.XI.73г./ и утверждена ВИМСом с введением в действие с I февраля I974 г.

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ, НЕ СОДЕРЖАЩИХ МАРГАНЦА, И В ПРОДУКТАХ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ[x/]

Сущность метода

В основе метода лежит зависимость[3,5] интенсивности характеристического рентгеновского излучения определяемого элемента J_x от его концентрации С.

$$J_{x,пр} = K \frac{C_{пр}(1-e^{-\bar{\mu}_{пр} m_{пр}})}{\bar{\mu}_{пр}}, \qquad /I/$$

где K – коэффициент, который является постоянной величиной при неизменных геометрических условиях измерений и интенсивности возбуждающего излучения;

$\bar{\mu}_{пр}$ – приведенный массовый коэффициент поглощения, характеризующий абсорбционные свойства пробы для первичного /возбуждающего/ и вторичного /аналитических линий/ излучений; в общем случае зависит от состава пробы и концентрации определяемого элемента, $см^2/г$.

[x/] внесена в НСАМ лабораторией ядерных изотопных методов анализа ВИМСа, I972 г.

$m_{пр}$ - поверхностная плотность пробы, г/см^2.

Методика определения железа в железных рудах разработана Г.В.Остроумовым, Д.В.Токаревой, А.А.Архиповым и Е.А.Кирьяновым в 1971 г.

Характеристическое излучение железа /Fe K_{α} = 6,4 кэв/ возбуждают с помощью радиоизотопного источника ^{170}Tm /0,3 - - 0,5 г-экв Ra / двухступенчатым способом с использованием кадмиевой мишени.

Рентгеновское излучение измеряют пропорциональным счетчиком. Аналитические $K_{\alpha_{1,2}}$ -линии железа выделяют с помощью дифференциальных фильтров, изготовленных из марганца и хрома или из их соединений.

Железо определяют по методике измерений в насыщенных слоях при поверхностной плотности > 0,5 г/см^2. При этом

$$J_{x,пр} = K\frac{C_{пр}}{\mu_{пр}}. \qquad /2/$$

Из формулы видно, что на интенсивность рентгеновского излучения железа существенно влияют абсорбционные свойства исследуемого материала, обусловленные его химическим составом. Влияние химического состава учитывают на основании дополнительных измерений интенсивности отраженного β-излучения $J_{\beta,пр}$ при облучении пробы бета-источником ^{90}Sr /БИС-I/: β - излучение регистрируется двумя газоразрядными счетчиками СБТ-11.

Величина $J_{\beta,пр}$, характеризующая эффективный атомный номер рассеивающей среды, при неизменном химическом составе наполнителя пробы является функцией концентрации определяемого элемента[1].

Содержание железа определяют относительным методом, сравнивая интенсивность рентгеновского излучения железа и интенсивность β -излучения источника ^{90}Sr, отраженного от исследуемой пробы, с соответствующими интенсивностями излучений от эталонных проб с одним и тем же составом наполнителя. Найденные на основании сопоставления величин $J_{x,пр}$, $J_{x,эт}$ и $J_{\beta,пр}, J_{\beta,эт}$ содержания $C_{x,пр}$ и $C_{\beta,пр}$ равны и соответствуют истинной концентрации в том случае, когда абсорбционные свойства пробы и эталона одинаковы. При анализе образцов иного химического состава между значениями $C_{x,пр}$, $C_{\beta,пр}$

и истинным содержанием $C_{пр}$ имеется следующая зависимость:

$$C_{пр} = C_{x,пр} \frac{C_{\beta,пр} + \delta}{C_{x,пр} + \delta}, \qquad /3/$$

где δ - постоянная величина, определяемая экспериментально.

Для простоты нахождения $C_{x,пр}$ и $C_{\beta,пр}$ условия анализа предполагают линейный характер функций $J_{\beta,эт} = f(C)$ и $J_{x,эт} = f'(C)$. Это обеспечивается соответствующим приготовлением эталонных проб и фильтрованием отраженного β - излучения источника ^{90}Sr.

Определять содержание железа описываемым способом можно в том случае, если исследуемый материал не содержит в сумме более 0,n % марганца и элементов с атомным номером $Z > 26$.

Нижний предел определяемых содержаний составляет 1% Fe.

Метод опробован в диапазоне содержаний от 1 до 70% Fe при анализе железных руд различных типов, некоторых железорудных стандартных образцов и железосодержащих горных пород.

Метод рекомендуется для определения общего железа в железных рудах, железосодержащих горных породах и в продуктах обогащения железных руд при содержании его от 2 до 70%. В этом диапазоне метод удовлетворяет требования, предъявляемые к рядовым анализам III категории /табл.1/.

Фактические расхождения между повторными определениями /относительная квадратичная ошибка γ /по данным авторов метода даны в табл.2.

Реактивы и материалы x/

1. Кальций углекислый ч.д.а.
2. Натрий двууглекислый х.ч.
3. Двуокись кремния х.ч.
4. Двуокись титана х.ч.
5. Окись железа х.ч.
6. Окись марганца х.ч.

x/ Реактивы с 1 по 7, а также реактив 9 необходимы только для приготовления и балансировки дифференциальных фильтров.

Таблица I

Допустимые расхождения[2]

Содержание железа, % Fe_2O_3	Содержание железа, % Fe	Допустимые расхождения отн.%
60 - 69,99	42 - 48,99	2,0
50 - 59,99	35 - 41,99	2,3
40 - 49,99	28 - 34,99	2,6
30 - 39,99	21 - 27,99	3,0
20 - 29,99	14 - 20,99	4,0
10 - 19,99	7 - 13,99	6,0
5 - 9,99	3,5- 6,99	12,0
2 - 4,99	1,4- 3,49	20,0

Таблица 2

Расхождения между повторными определениями по данным авторов

Содержание железа, % Fe_2O_3	Содержание железа, % Fe	Среднеквадратичные расхождения отн.%
60 - 69,99	42 - 48,99	0,6
50 - 59,99	35 - 41,99	0,8
40 - 49,99	28 - 34,99	0,9
30 - 39,99	21 - 27,99	1,0
20 - 29,99	14 - 20,99	1,3
10 - 19,99	7 - 13,99	1,5
5 - 9,99	3,5- 6,99	3,0
2 - 4,99	1,4- 3,49	7 - 5

7. Окись хрома безводная х.ч.

8. Чистый кварцевый песок, не содержащий элементов с атомным номером $Z > 24$.

9. Полистирол в виде пудры или суспензионный марки Б /Кусковский хим.завод Московской обл./.

10. Стандартные образцы /СО/ железных руд и концентратов /ВНИИСО, Свердловск/.

Аппаратура и оборудование[x/]

1. Рентгенорадиометрическая установка типа "Феррит" или другая, позволяющая одновременно определять интенсивность характеристического рентгеновского излучения железа исследуемой пробы и интенсивность отраженного β-излучения.

2. Радиоизотопные источники: ^{170}Tm активностью 0,1 - 0,5 г-экв. Ra и ^{90}Sr типа БИС-1.

3. Пресс гидравлический на ~ 150-200 кг/см^2 /школьный пресс завода "Физприбор" № 2/.

4. Весы аналитические АВД-200.

5. Ступка яшмовая с пестиком ∅ 10-12 см.

6. Ступка фарфоровая с пестиком ∅ 15-17 см.

7. Прессформа /входит в комплект прибора "Минерал-3"/.

Подготовка к анализу

1. Подготовка дифференциальных фильтров

Марганцевый и хромовый дифференциальные фильтры готовят из окисных соединений марганца и хрома. Поверхностная плотность фильтрующего элемента в каждом фильтре должна быть ~ 10 мг/см^2. Необходимое для этого количество фильтрующего соединения тщательно перемешивают с ~ 200 мг полистирола и из полученной смеси прессуют плоско-параллельные диски-таблетки.

---

x/ Оборудование 3-7 необходимо только при приготовлении дифференциальных фильтров и эталонных проб.

Фильтры балансируют в канале измерения рентгеновского излучения железа по первичному излучению, рассеянному на Al_2O_3 /или на реактиве SiO_2 /, и по K_α -линиям хрома и титана, а при недостаточном разрешении детектора рентгеновского излучения / > 20% по линии 6,4 кэв/ и по K_α -линии кальция. Допускается разбаланс фильтров по рассеянному излучению ± 4-5% отн.

Подготовка дифференциальных фильтров является практически однократной операцией: повторно балансировку фильтров проверяют только после ремонта аппаратуры и при замене детекторов. В процессе анализа периодически проверяют только величину разбаланса фильтров по рассеянному /на реактиве SiO_2 / излучению.

2. Подготовка аппаратуры

Положение дискриминатора, при котором наблюдается максимум интенсивности характеристического излучения железа, и оптимальную ширину окна амплитудного анализатора определяют в соответствии с указаниями инструкции к анализирующей аппаратуре.

Расстояния между источником ^{170}Tm и мишенью, между пробой и детектором рентгеновского излучения, а также между пробой и бета-источником ^{90}Sr выбирают такие, чтобы для содержаний 60-70% Fe устроенные величины статистической точности измерения интенсивностей рентгеновского и отраженного β-излучения соответствовали 0,7 - 0,75% Fe и 0,8 - 0,9% Fe при длительности измерения I мин.

Статистические среднеквадратичные ошибки рассчитывают по формулам:

$$\sigma_1 = \frac{C_{пр}\sqrt{N'_{пр} + N''_{пр}}}{N'_{пр} - N''_{пр}} \qquad \sigma_2 = \frac{C_{пр}\sqrt{N\beta_{пр}}}{N\beta_{пр} - N\beta_0},$$

где $N'_{пр}$, $N''_{пр}$ - скорости счета от пробы при измерении с марганцевым и хромовым дифференциальными фильтрами, имп/мин.;

$N_{\beta_{пр}}$ N_{β_0} - скорости счета отраженного β-излучения от исследуемой пробы и от пробы, не содержащей железа /кварцевый песок/, имп/мин.

Для оценки этих ошибок могут быть использованы эталонные пробы.

3. Приготовление эталонных проб

Исходным материалом для приготовления эталонных проб служат: а/ проба исследуемого объекта с максимально возможным / ~ 60-70% Fe/ и надежно установленным содержанием общего железа, практически не содержащая марганца и элементов с атомным номером $Z > 26$; эта проба используется в качестве исходного эталона; б/ легкая фракция вмещающих пород исследуемого объекта /или кварцевый песок/, практически не содержащая марганца и элементов с атомным номером $Z > 26$ и содержащая не более 1-2% Fe; в/ кальций углекислый ч.д.а. г/ натрий двууглекислый /бикарбонат натрия/ х.ч.

Подготовка эталонных проб заключается в подборе "наполнителя" с такими же абсорбционными параметрами, как исходный эталон, и в приготовлении на основе этого наполнителя и исходного эталона промежуточной по содержанию железа смеси.

Практически нужный наполнитель подбирают следующим образом: [illegible] кварцевого песка и исходного эталона приготовляют промежуточную смесь с отношением исходных компонентов 1:1; измеряют интенсивность рентгеновского излучения железа от смеси и от исходного эталона и разбаланс фильтров по рассеянному излучению на реактиве SiO_2. Результаты измерений наносят на график, откладывая по оси ординат интенсивность излучения, по оси абсцисс - содержание железа, и соединяют прямой точку исходного эталона с точкой разбаланса фильтров. Если при этом точка смеси окажется ниже этой прямой, в исходный наполнитель вносят добавку "легкой" фракции /бикарбонат натрия/[x]. Затем на основе этого нового наполни-

[x] В противном случае в исходный наполнитель вносят добавку "тяжелой" фракции - реактив углекислый кальций.

теля /с добавкой/ и исходного эталона готовят новую смесь с тем же отношением исходных компонентов /I:I/ и измеряют интенсивность рентгеновского излучения железа от этой смеси.

Аналогичные операции повторяют до тех пор, пока точки смеси и конечного наполнителя не попадут на прямую, соединяющую точку исходного эталона с точкой разбаланса фильтров. Конечный наполнитель и конечная промежуточная смесь также принимаются за эталоны.

В процессе подготовки эталонов содержание железа в наполнителе и в промежуточной смеси рассчитывают с учетом содержания его в исходных компонентах и в добавках.

4. Фильтрование отраженного β -излучения ^{90}Sr

Отраженное β -излучение ^{90}Sr фильтруют, перекрывая окна счетчиков СБТ-II медной фольгой. Толщину фольги / $\sim$ 50 микрон/ подбирают экспериментально по результатам измерения интенсивности β -излучения / J_β / источника ^{90}Sr, отраженного от эталонных проб. Оптимальна такая наименьшая толщина фольги, при которой график $J_\beta = f'(C)$ для эталонных проб прямолинеен. Практически фольгу нужной толщины получают из более толстой, частично растворяя ее в разбавленной азотной кислоте.

Чтобы исключить случайные ошибки как при изготовлении эталонных проб, так и при подборе толщины фольги, необходимые измерения повторяют три-пять раз.

5. Определение константы δ

Константу δ определяют по усредненным результатам трехкратных измерений десяти-пятнадцати проб с достоверно известным содержанием железа /$C_{пр}$/ и различным вещественным составом.

$$\delta = \frac{C_{x,пр}\,(C_{\beta,пр} - C_{пр})}{(C_{пр} - C_{x,пр})}.$$

При этом используют пробы, существенно отличающиеся от эталонных проб по химическому составу. Таковыми являются

пробы, для которых $C_{x,пр} > C_{\beta,пр}$ и, наоборот, $C_{x,пр} < C_{\beta,пр}$. За величину δ принимают среднее арифметрическое из полученных результатов.

Правильность приготовления эталонных проб и определения константы δ контролируется результатами рентгенорадиометрического определения железа в железорудных стандартных образцах или в других пробах с известным содержанием железа.

Ход анализа

I. Подготовка проб к анализу

Пробу, измельченную до -200 меш, насыпают в две установленные на специальной подставке тарелочки /кассеты/ несколько выше их бортиков и чистой стеклянной пластинкой уплотняют пробу и разравнивают ее поверхность с одинаковым усилием, чтобы насыпная плотность была приблизительно постоянной. Навеска для заполнения одной тарелочки составляет от 7 до I4 г в зависимости от состава пробы.

2. Измерение интенсивности рентгеновского излучения железа и отраженного β -излучения источника ^{90}Sr

При рентгенорадиометрическом анализе непосредственно измеряемой величиной является скорость счета импульсов N, обусловленная попаданием на детектор соответствующего излучения.

Одну тарелочку с пробой устанавливают в зону облучения рентгеновским излучением мишени /рр-канал/, вторую - в зону облучения бета-источником /β -канал/. С выбранной экспозицией наблюдения / $\sim$ I мин./ измеряют скорость счета от пробы в первой тарелочке в рр-канале поочередно с марганцевым / $N'_{пр}$ /, затем с хромовым / $N''_{пр}$ / фильтрами.

Одновременно измеряют скорость счета от пробы во второй тарелочке по бета-каналу / $n_{пр}$ /.

Записав результаты измерений в журнал , меняют местами тарелочки с пробой и снова измеряют скорости счета по обоим каналам.

Интенсивностью рентгеновского излучения железа считают среднюю разность скоростей счета, измеренных по рр-каналу с марганцевым и хромовым фильтрами: $N_{x,пр} = (N'_{пр} - N''_{пр})_{ср}$.

Интенсивностью β -излучения источника ^{90}Sr , отраженного от пробы, считают среднее значение скорости счета, измеренной по бета-каналу: $N_{\beta,пр} = (n_{пр})_{ср}$.

Измеренные партии исследуемых проб начинают и заканчивают измерением эталонных проб.

3. Построение градуировочных графиков $N_x = f(C)$; $N_\beta = f'(C)$

Градуировочные графики строят ежедневно по средним результатам измерения N_x и N_β эталонных проб. Координатами служат содержание железа С и интенсивность излучения N_x (N_β) . Через полученные точки проводят прямую /рис. I,2/.

Для построения градуировочного графика рр-канала $N_x = f(C)$ достаточно соединить прямой точку /N_x,С / исходного эталона с точкой разбаланса фильтров /$N_x = \Delta_0$, С=0/.

При построении градуировочного графика бета-канала $N_\beta = f'(C)$ прямую проводят через две точки (N_β С) -исходного эталона и наполнителя.

4. Определение содержания железа

По градуировочным графикам $N_x = f(C)$, $N_\beta = f'(C)$ находят величины $C_{x,пр}$, $C_{\beta,пр}$ / %Fe/, соответствующие измеренным значениям $N_{x,пр}$ и $N_{\beta,пр}$.

Истинное содержание железа в пробе $C_{пр}$ /%Fe/ рассчитывают по формуле /3/.

Техника безопасности

При выполнении анализа необходимо соблюдать правила

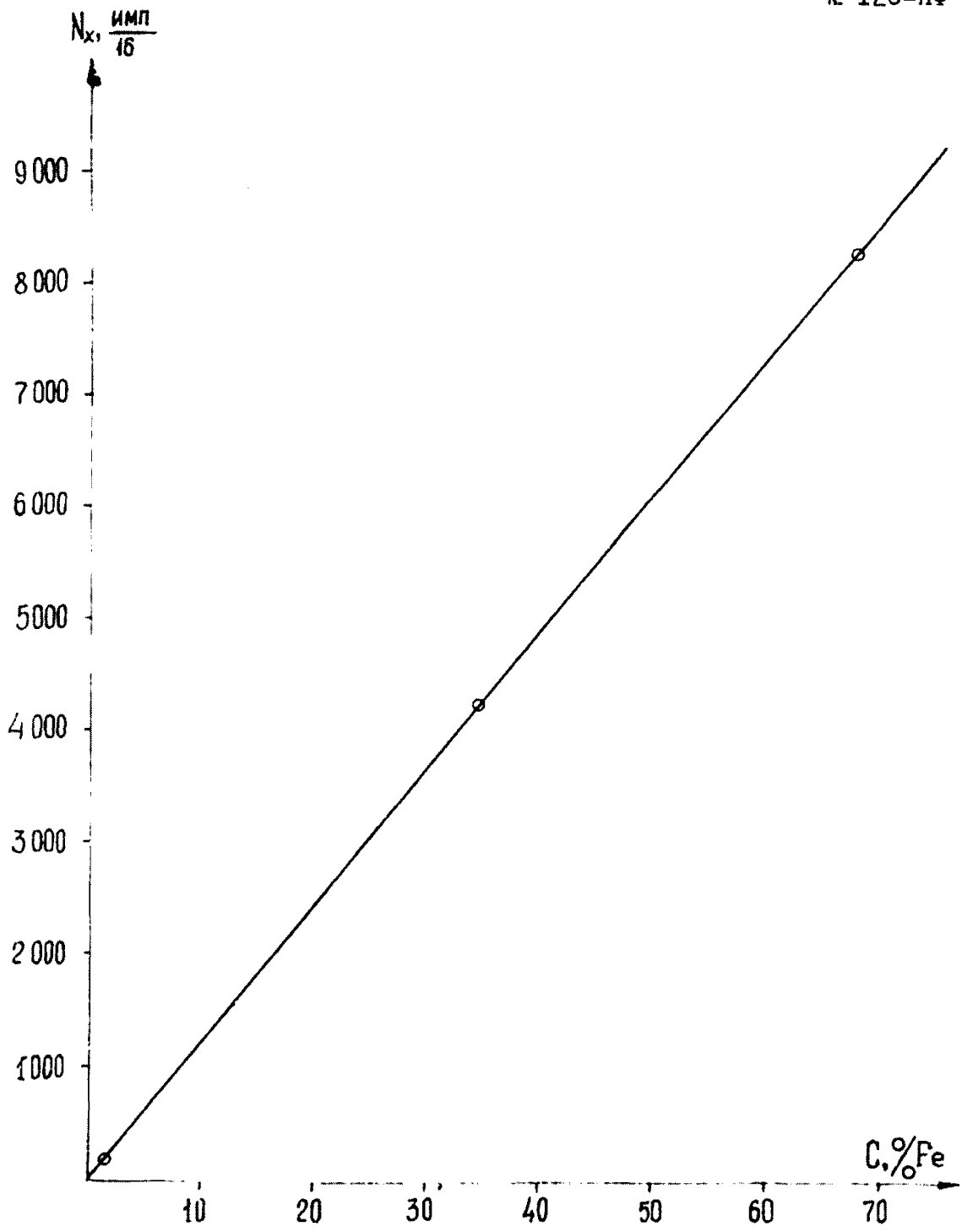

Рис.I Градуировочный график рр-канала $N_x = f(C)$.

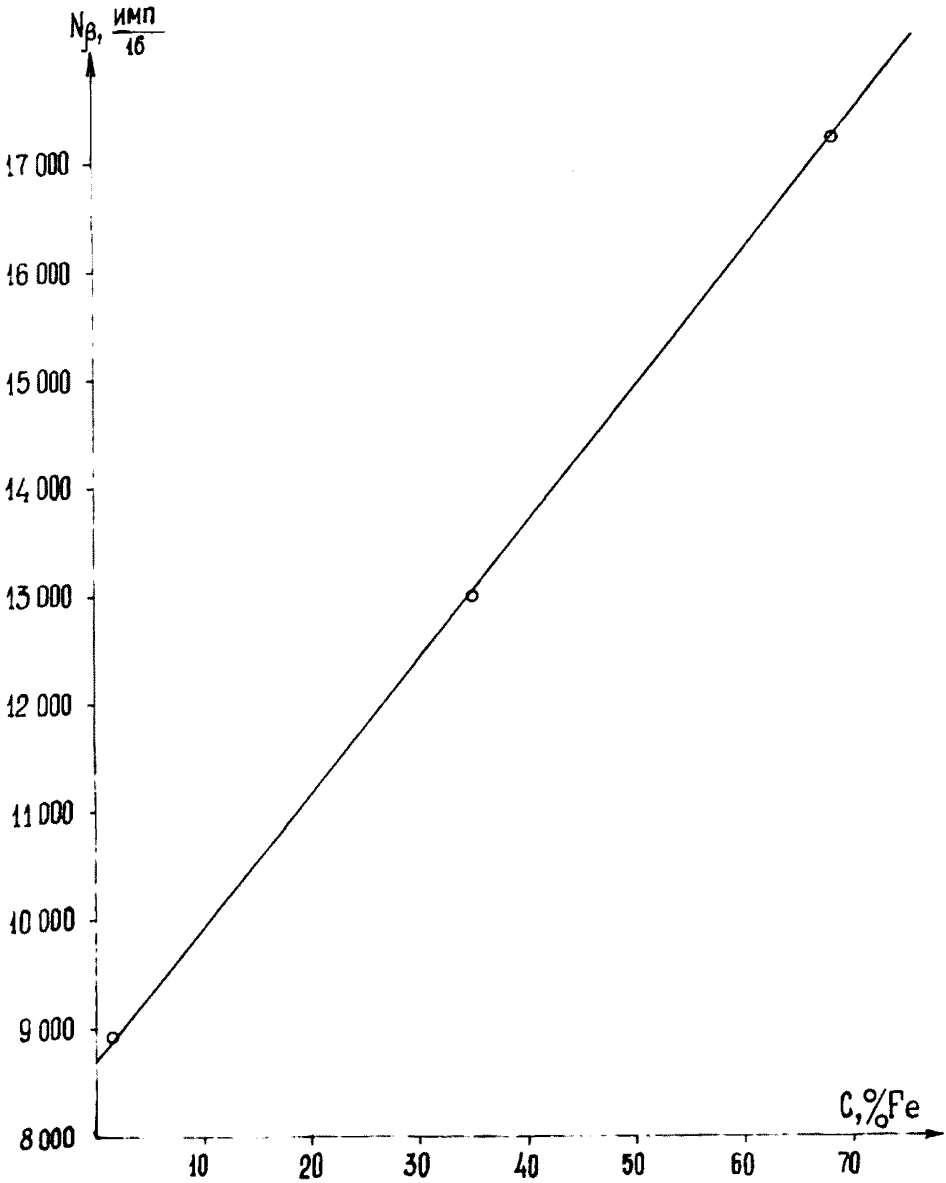

Рис.2. Градуировочный график бета-канала $N_\beta = f'(C)$.

Форма записи и пример расчетов при РР определении железа
/константа δ принята равной 20/

Таблица 2

№ проб	РР - канал: скорости счета N /Ф/ от двух порций пробы с фильтрами 1/ — I порция $Mn_{ф} = N'_1$, $Cr_{ф} = N''_2$, $N_{x_1} = N'_1 - N''_2$	РР - канал: скорости счета N /Ф/ от двух порций пробы с фильтрами 1/ — II порция $Mn_{ф} = N'_2$, $Cr_{ф} = N''_2$, $N_{x_2} = N'_2 - N''_2$	Среднее $N_{x_{пр}} = \frac{N_{x_1} + N_{x_2}}{2}$	C_x, % Fe снимается с эталонировочного графика $N_x = f(C)$	бета - канал: скорости счета от двух порций проб 2/ — I порция n_3, n_4, $N_{\beta_1} = \frac{n_3 + n_4}{2}$	бета - канал: скорости счета от двух порций проб 2/ — II порция n_1, n_2, $N_{\beta_2} = \frac{n_1 + n_2}{2}$	Среднее $N_{\beta_{пр}} = \frac{N_{\beta_1} + N_{\beta_2}}{2}$	C_β, % Fe снимается с эталонировочного графика $N_{\beta_{пр}} = f(C)$	содержание железа % Fe $C_{пр} = C_{x,пр} \frac{C_{\beta_{пр}} + \delta}{C_{x_{пр}} + \delta}$
1. Исходный эт-н 67,7% Fe	11121 - 2840 8281	11081 -2808 8273	8277	-	17210 17234 ср.17222	17274 17233 17254	17238		
Промежуточный эт-н 34,55% Fe	5855 - 1633 4222	5888 -1636 4252	4237		13004 12980 ср.12992	12965 12999 12982	12987		
Эталонный наполнитель 1,45% Fe	860 - 676 184	877 672 205	195		8923 8941 ср. 8932	8903 8933 8918	8925		
Реактив	637 610 27	640 615 25	26	-	9272 9230 ср. 9251	9303 9262 9273	9262		
СО ЗГ 52,26% Fe	8547 -2220 6327	8587 - 2234 6353	6340	51,8	15413 15329 ср.15371	15419 15463 15441	15406	53,0	52,6
Пр.149 хим.ан. 3 Fe	8087 -2280 5807	8120 -2287 5833	5820	47,6	12590 12632 ср.12611	12627 12671 12649	12630	31,1	36,0
Пр.29 хим.ан. = 6,9% Fe	1144 - 596 548	1165 - 593 572	560	4,4	11031 11091 ср.11061	11107 11051 11079	11070	18,8	7,0

Примечание: 1/ В таблице даны результаты измерений на установке "Феррит" при экспозиции измерений 64 сек./без учета коэффициента пересчета прибора 16/.

2/ Эталонный наполнитель представляет смесь из двух весовых частей кварцевого песка, одной весовой части двууглекислого натрия, 0,02 весовых частей углекислого кальция.

3/ В качестве исходного эталона использовалась магнитная фракция железного концентрата ЮГОКа.

№ 126-ЯФ

техники безопасности, предусмотренные при работе с радиоактивными источниками. Подробно эти вопросы изложены в инструкции по работе с прибором "Феррит" [2].

Литература

1. Долгирев Е.И., Николаев В.Н. Прибор для измерения эффективного атомного номера образцов горных пород, руд и минералов. Сб."Геофизическое приборостроение" вып.14, 1962, МГ и ОН СССР.

2. Инструкция по работе с прибором "Феррит". ВИМС, Москва, 1967.

3. Методические указания по проведению флуоресцентного рентгенорадиометрического анализа. ВИМС, Москва, 1968.

4. Методы лабораторного контроля качества аналитических работ. ВИМС, Москва, 1973.

5. Якубович А.Л., Зайцев Е.И., Прияльговский С.М. Ядерно-физические методы анализа минерального сырья. Атомиздат, Москва, 1973.

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

Подписано к печати 23.У.74г.
Заказ № 11. Л-54186. Тираж 400.
Ротапринт ОЭП ВИМСа

К Л А С С И Ф И К А Ц И Я

лабораторных методов анализа минерального сырья по их назначению и достигаемой точности

Категория анализа	Наименование анализа	Назначение анализа	Точность по сравнению с допусками внутрилабораторного контроля	Коэффициент к допускам
I.	Особо точный анализ	Арбитражный анализ, анализ эталонов	Средняя ошибка в 3 раза меньше допусков	0,33
II.	Полный анализ	Полные анализы горных пород и минералов.	Точность анализа должна обеспечивать получение суммы элементов в пределах 99,5-100,5%	
III.	Анализ рядовых проб	Массовый анализ геологических проб при разведочных работах и подсчете запасов, а также при контрольных анализах.	Ошибки анализа должны укладываться в допуски	I
IУ.	Анализ технологических продуктов	Текущий контроль технологических процессов	Ошибки анализа могут укладываться в расширенные допуски по особой договоренности с заказчиком.	I-2
У.	Особо точный анализ геохимических проб	Определение редких и рассеянных элементов и "элементов-спутников"при близких к кларковым содержаниях.	Ошибка определения не должна превышать половины допуска;для низких содержаний,для которых допуски отсутствуют, - по договоренности с заказчиком.	0,5
УI.	Анализ рядовых геохимических проб.	Анализ проб при геохимических и других исследованиях с повышенной чувствительностью и высокой производительностью.	Ошибка определения должна укладываться в удвоенный допуск;для низких содержаний, для которых допуски отсутствуют,-по договоренности с заказчиком.	2
УП.	Полуколичественный анализ	Качественная характеристика минерального сырья с ориентировочным указанием содержания элементов,применяемая при металлометрической съемке и др. поисковых геологических работах	При определении содержания элемента допускаются отклонения на 0,5-I порядок.	
УШ.	Качественный анализ	Качественное определение присутствия элемента в минеральном сырье.	Точность определения не нормируется	

gost.e-ecolog.ru