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



Научный совет по аналитическим методам

Спектральные методы

Инструкция № 106-С

КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ, ВАНАДИЙ, ХРОМ И ТИТАН

МОСКВА
1971

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 I ноября 1954 г. № 998;

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

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

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

Научный Совет по аналитическим методам при ВИМСе

Спектральные методы
Инструкция № 106-С

СПЕКТРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ, ВАНАДИЯ, ХРОМА И ТИТАНА В СИЛИКАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ И ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья
(ВИМС)

Москва, 1971

В соответствии с приказом Госгеолкома СССР № 229 от 18 мая 1964г. инструкция № 106-С рассмотрена и рекомендована Научным Советом по аналитическим методам к применению для анализа рядовых проб - III категория - для содержаний Co от 0,005 до 0,049%, Ni от 0,05 до 0,99%, V_2O_5 от 0,02 до 0,199%, Cr_2O_3 от 0,005 до 0,099%, TiO_2 от 0,05 до 0,99%; для анализа технологических продуктов - IУ категория - для содержаний Co от 0,05 до 0,1%, V_2O_5 от 0,2 до 0,99%, Cr_2O_3 от 0,1 до 0,499%, TiO_2 от 1 до 1,99%; для анализа рядовых геохимических проб - УI категория - для содержаний Co от 0,0005 до 0,005%, Ni от 0,002 до 0,05%, V_2O_5 от 0,005 до 0,02%, Cr_2O_3 от 0,003 до 0,005%, TiO_2 от 0,02 до 0,05%.

(Протокол № 18 от 22 октября 1970г.)

Председатель НСАМ	В.Г. Сочеванов
Председатель секции спектральных методов	А.К. Русанов
Ученый секретарь	Р.С. Фридман

Инструкция № 106-С рассмотрена в соответствии с приказом Государственного геологического комитета СССР № 229 от 18 мая 1964г. Научным Советом по аналитическим методам (протокол № 18 от 22 октября 1970г.) и утверждена ВИМСом с введением в действие с "____"

СПЕКТРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ, ВАНАДИЯ, ХРОМА И ТИТАНА В СИЛИКАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ И ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ[x)]

Сущность метода

Метод определения кобальта, никеля, ванадия, хрома и титана в силикатных горных породах и железных рудах, разработанный А.К. Русановым, В.М. Алексеевой, В.Н. Пятовой в 1969г., заключается в испарении анализируемого образца (в смеси с буферным порошком) из каналов двух угольных электродов в дуге переменного тока и в измерении интенсивности спектральных линий фотографическим методом.

Чтобы устранить влияние состава образцов на результаты анализа и повысить воспроизводимость определения, исходную навеску разбавляют буферной смесью, состоящей из угольного порошка и углекислого бария. Угольный порошок способствует более равномерному испарению пробы, углекислый барий стабилизирует температуру дуги и повышает точность и правильность анализа.

При анализе силикатных горных пород используют прибор ДФС-13 с решеткой 600 штр/мм (дисперсия 0,4 нм/мм). При анализе железных руд и некоторых минералов, имеющих сложные спектры (магнетиты, хромиты, оливины), применяют прибор

x) Внесена в НСАМ спектральной лабораторией ВИМСа, 1969г.

ДФС-13 с решеткой 1200 штр/мм (дисперсия 0,2 нм/мм)[x]. Для каждого элемента пользуются несколькими спектральными линиями, обладающими различной чувствительностью. Элементом сравнения служит скандий, который при введении в образцы в виде окиси испаряется из канала электрода практически одновременно с определяемыми элементами. При использовании решетки 1200 штр/мм и одновременном определении 0,0005-0,03% кобальта и более 0,1-0,5% Ni, V, Cr, Ti спектры образцов приходится фотографировать дважды в разных областях спектра.

Анализ выполняют по методу трех эталонов. В качестве стандартных образцов используют смесь кварца и химических реактивов (окислы, карбонаты), имитирующую приблизительно средний состав гранитов, в которую вводят рассчитанные количества окислов определяемых элементов.

Методика предназначена для определения кобальта, никеля, ванадия, хрома и титана в железных рудах и силикатных горных породах, содержащих не более 10% окисей щелочных элементов, и в минералах магнетите, хромите, оливине.

В табл.1 указаны интервалы содержаний каждого из определяемых элементов, в которых точность определения укладывается в допустимые расхождения, в удвоенные допустимые расхождения и для которых допустимые расхождения отсутствуют. Методика применима только для содержаний, указанных в таблице.

---

x) В ряде случаев дисперсия 0,2 нм/мм может быть получена при использовании спектра второго порядка прибора ДФС-13 с решеткой 600 штр/мм.

Таблица I

Соответствие точности методики допустимым расхождениям[x)]

№№ пп	Определяемый компонент	Интервал концентраций, укладывающихся в допустимые расхождения % (Ш категория)	Интервал концентраций, соответствующий удвоенным допустимым расхождениям,% (IУ категория)	Интервал концентраций, определяемых по У категории, % (допустимые расхождения отсутствуют)
I	Co	0,005-0,049	0,05- 0,I	0,0005-0,005
2	Ni	0,05- 0,99	-	0,002- 0,05
3	V_2O_5	0,02- 0,I99	0,2- 0,99	0,005- 0,02
4	Cr_2O_3	0,005-0,099	0,I- 0,499	0,003- 0,005
5	TiO_2	0,05- 0,99	I - I,99	0,02 - 0,05

Таблица 2

Допустимые расхождения[2]

№№ пп	Фиксированные значения интервалов содержаний,%	Элемент или окисел				
		Co	Ni	V_2O_5	TiO_2	Cr_2O_3
I	2 - 4,99	-	-	I6	I5	I0
2	I - I,99	-	I4	2I	25	I2
3	0,5 - 0,99	-	20	23	37	I5
4	0,2 - 0,499	I2	27	33	40	20
5	0,I - 0,I99	I5	37	45	44	23
6	0,05 - 0,099	28	47	50	55	3I
7	0,02 - 0,049	4I	-	70	-	42
8	0,0I - 0,0I9	56	-	-	-	47
9	0,005- 0,0099	93	-	-	-	50

x) См. табл.2

Реактивы и материалы

1. Барий углекислый, ч.д.а.
2. Кальций углекислый, ос.ч.
3. Магний углекислый, ос.ч.
4. Натрий углекислый безводный, ос.ч.
5. Алюминий окись, ч.д.а.
6. Железа окись (Fe_2O_3), ч.д.а.
7. Кобальта окись (Co_2O_3),"для спектрального анализа".
8. Никеля окись (Ni_2O_3), х.ч.
9. Скандия окись (Sc_2O_3), ос.ч.
10. Титана двуокись (TiO_2), ос.ч.
11. Хрома окись (Cr_2O_3), ч.д.а.
12. Спирт этиловый, ректификат.
13. Купферон, насыщенный спиртовый раствор.
14. Угли спектральные марки "С-2" или "С-3", не содержащие определяемых элементов (в первую очередь титана !), диаметром 6 мм.
15. Угольный порошок из угля этих марок крупностью -200 меш.
16. Фотопластинка "микро" или "спектрографические, тип П" чувствительностью 16 или 22 ед. ГОСТа, размером 9 х 24 см.
17. Обычные реактивы и принадлежности для обработки фотопластинок.
18. Буферная смесь. Отвешивают 0,120 г окиси скандия, 20,0 г углекислого бария и 180 г угольного порошка. Все материалы должны быть истерты до -200 меш. В небольшую ступку помещают приблизительно 0,2 г углекислого бария и 0,120 г окиси скандия, тщательно истирают, добавляют следующую порцию углекислого бария, снова истирают и т.д. При добавлении каждой порции смесь должна разбавляться не более, чем в 3-4 раза. Таким же образом, то есть разбавляя каждый раз не более, чем в 3-4 раза, добавляют порциями угольный порошок. Полученная смесь содержит 10% углекислого бария, 0,06% окиси скандия и 90% угольного порошка.

Чтобы проверить отсутствие заметных количеств определяемых элементов в буферной смеси, образец ее испаряют, как

указано в разделе "Ход анализа"; на спектрограмме не должны появиться наиболее чувствительные аналитические линии из числа указанных в табл. 3.

19. Кварц. Кристаллы кварца без видимых включений других минералов истирают до крупности -200 меш, промывают дважды горячей соляной кислотой 1:1, декантацией отмывают от кислоты водой (реакция по индикаторной бумаге), отфильтровывают на воронке Бюхнера, сушат в сушильном шкафу при 105-110°С и проверяют отсутствие заметных количеств определяемых элементов: образец порошка в смеси с буферной смесью испаряют, как указано в разделе "Ход анализа" - на спектрограмме не должны появиться наиболее чувствительные аналитические линии из числа указанных в табл. 3.

20. Основа для приготовления стандартных образцов. Отвешивают 69,0 г кварца; 15,0 г окиси алюминия; 3,00 г окиси железа; 2,00 г углекислого кальция; 2,00 г углекислого магния; 20,0 углекислого натрия.

Сначала смешивают в ступке окись железа и углекислые кальций и магний. Затем добавляют остальные компоненты и снова смешивают. Смесь прокаливают в муфельной печи при 900°С в течение трех часов и после охлаждения истирают до -200 меш. Полученная смесь содержит приблизительно 69% SiO_2; 15% Al_2O_3; 3% Fe_2O_3; 1% CaO ; 1% MgO и 11% Na_2O . Чистоту смеси проверяют так же, как и чистоту кварца (см. выше).

21. Стандартные образцы. Для приготовления 10г исходного стандартного образца отвешивают 0,4222г окиси кобальта, 0,4226г окиси никеля, по 0,5000 г окислов ванадия, хрома и титана и 7,66 г основы.

Окислы помещают в небольшую ступку и тщательно истирают с добавлением спирта. Добавляют основу и опять тщательно истирают с добавлением спирта. Полученная смесь содержит по 3,00% Co и Ni и по 5,00% V_2O_5, Cr_2O_3 и TiO_2 .

3,00 г исходного стандартного образца тщательно смешивают с добавлением спирта с 6,00 г основы и получают стандартный образец, содержащий по 1,00% Co и Ni и по 1,666% V_2O_5, Cr_2O_3 и TiO_2.

3,0 г этого стандартного образца смешивают с добавлением спирта с 6,00 г основы и получают стандартный образец, содержащий по 0,33% Co и Ni и по 0,55% V_2O_5, Cr_2O_3 и TiO_2.

Разбавляя каждый раз предыдущий стандартный образец основой в отношении I:2 (а далее I:I), получают всю серию стандартных образцов, содержащих следующие количества определяемых элементов:

Co, Ni, %	V_2O_5, Cr_2O_3, TiO_2, %
3,00	5,0
I,00	I,666
0,333	0,555
0,III	0,I85
0,037	0,062
0,0I23	0,0206
0,006I5	0,0I03
0,003I	0,005I5
0,00I0	0,00I7
0,0005I	0,00086

Стандартные образцы изготовляют в таком количестве, которое может обеспечить годовую потребность лаборатории.

Буферную смесь надо готовить в таком количестве, чтобы ее было достаточно для смешивания со стандартными образцами и с анализируемыми пробами. Использовать стандартные образцы, смешанные со старой буферной смесью, для анализа проб, смешанных с новой буферной смесью, недопустимо.

Аппаратура и оборудование

I. Дифракционный спектрограф ДФС-I3 с решеткой I200 или 600 штр/мм.

2. Генератор ДГ-2.

3. Реостат регулировочный, рассчитанный на силу тока до 20а. Реостат подключают к клеммам генератора ДГ-2.

4. Штатив дуговой вертикальный с осветителем и с электроблокировкой (например, из комплекса "АС").

5. Микрофотометр МФ-2.
6. Спектропроектор ПС-18 или др. марки.
7. Весы аналитические АДВ-200.
8. Весы торзионные ВТ-200 или ВТ-500.
9. Станок и фрезы для заточки электродов.
10. Ступка агатовая или яшмовая.

Ход анализа

Навеску 0,050 г анализируемого образца крупностью -200 меш и 0,100 г буферной смеси тщательно истирают в ступке с добавлением спирта. Полученной смесью с помощью пластмассовой воронки[x)] наполняют отверстия четырех цилиндрических угольных электродов, имеющих следующие размеры:

диаметр внешний - 3 мм;
диаметр высверленного канала - 1,5 мм;
глубина канала - 8 мм;
длина обточенной части - 12 мм

Поверхность смеси, заполняющей отверстия электродов, смачивают раствором купферона и просушивают электроды под электрической лампой в течение 20-30 минут.

Два электрода устанавливают в дуговой штатив, при помощи световой проекции выводят на оптическую ось, смыкают друг с другом и включают генератор ДГ-2. Во избежание разбрызгивания пробы электроды держат в сомкнутом состоянии в течение 20 сек. при силе тока 7-8а. Затем разводят электроды на расстояние 3 мм, повышают силу тока до 20 а и экспонируют спектр до полного выгорания пробы, обычно 2,5-3 минуты. Дуговой промежуток, равный 3 мм, во время горения дуги поддерживают постоянным.

Каждый анализируемый и стандартный образец фотографируют дважды.

---

x) При использовании воронок из бронзы или стали в пробу может попасть кобальт и никель.

Спектрограммы получают при следующих условиях:

I. Дифракционный спектрограф ДФС-I3 с решеткой I200 штр/мм (спектр I порядка) или с решеткой 600 штр/мм (спектр I или II порядка).

2. Освещение щели - стандартная трехлинзовая система.

3. Ширина щели 0,020 мм.

4. Фотографируемый участок спектра:
при дисперсии 4 нм/мм - 260-350 нм;
при дисперсии 2 нм/мм - 265-3I3 нм или 265-3I3 нм и 298-346 нм (при двукратной съемке).

5. Фотопластинки "микро" или "спектрографические, тип П", чувствительностью I6 или 22 ед. ГОСТа, размером 9 х 24 см.

6. Проявитель стандартный № I.

7. Обработка фотопластинок обычная.

8. Высота отверстия диафрагмы на второй линзе осветительной системы должна быть подобрана таким образом, чтобы для данной партии фотопластинок почернение фона вблизи аналитических линий составляло 0,I- 0,3[x]. При этом почернение линии сравнения должно быть в среднем I,0- I,3, а почернение линий определяемых элементов (вместе с фоном)-от 0,5 до I,9 (для аналитического интервала концентраций).

После обработки фотопластинки рассматривают спектрограммы с помощью спектропроектора и выбирают пригодные аналитические линии, руководствуясь таблицей 3 и учитывая возможность перекрытия аналитических линий линиями других элементов. При появлении в спектре контрольной линии пользоваться перекрытой аналитической линией нельзя.

Фотометрируют выбранные аналитические линии и по результатам фотометрирования находят разность почернений (ΔS) линий определяемых элементов и линии скандия. Значения ΔS для параллельных экспозиций усредняют.

---

x) При этом необходимо учитывать, что спектры богатых железом образцов обладают более сильным фоном.

С помощью стандартных образцов строят градуировочные графики в координатах ΔS, lg C, где С- содержание определяемых элементов в стандартных образцах. Типичные градуировочные графики представлены на рисунках 1-5.

Так как анализируемые и стандартные образцы смешивают с буферной смесью в одном и том же соотношении, то расчеты не нужны, и содержание определяемых элементов находят непосредственно по градуировочным графикам.

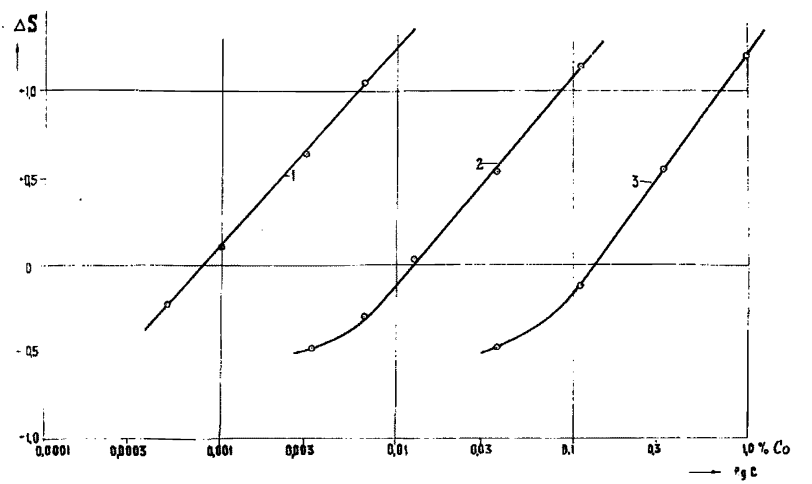


Рис.1. Градуировочные графики для определения кобальта по линиям: 1. Co I 345,351 нм; 2. CoI 304,400 нм; 3. Co I 312,142 нм.

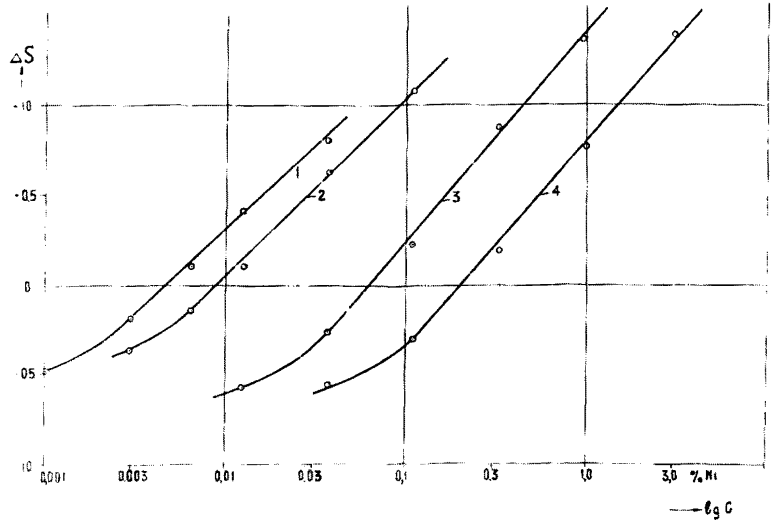


Рис.2. Градуировочные графики для определения никеля по линиям:
1. Ni I 305,082 нм; 2. Ni I 300,363 нм; 3. Ni I 299,260 нм;
4. Ni I 282,129 нм.

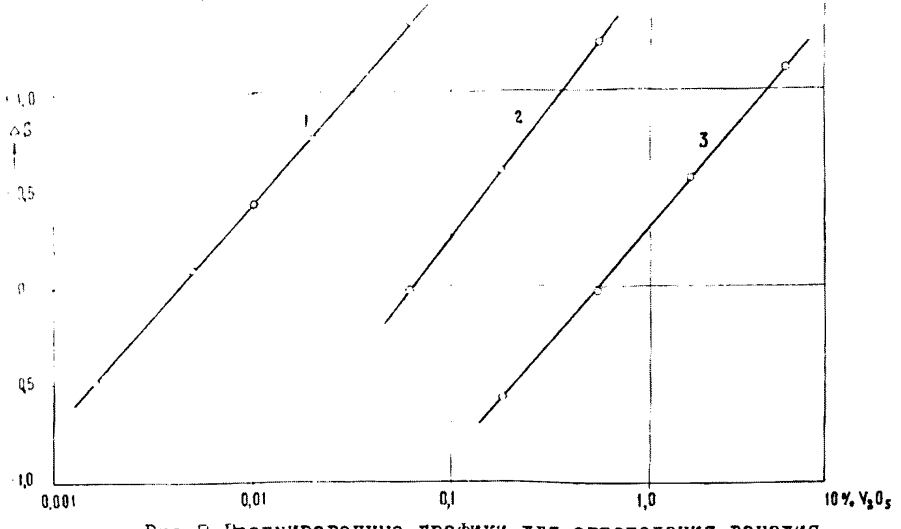


Рис.3. Градуировочные графики для определения ванадия по линиям: 1. V I 318,540 нм; 2. V I 303,382 нм;
3. V I. 268, 309 нм.

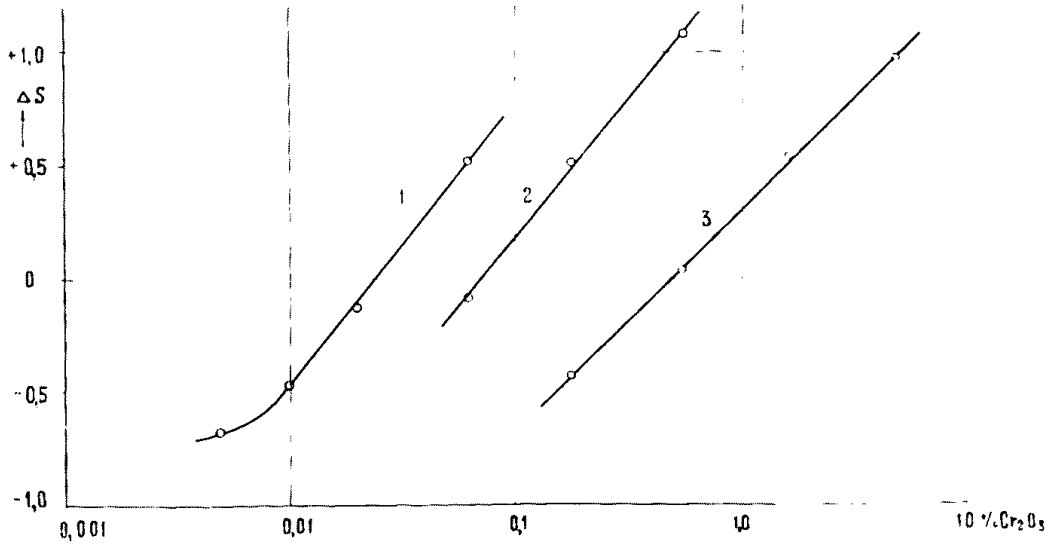


Рис.4. Градуировочные графики для определения хрома по линиям: 1. Cr I 301,492 нм; 2. Cr I 297,112 нм; 3. Cr I 269, 709 нм.

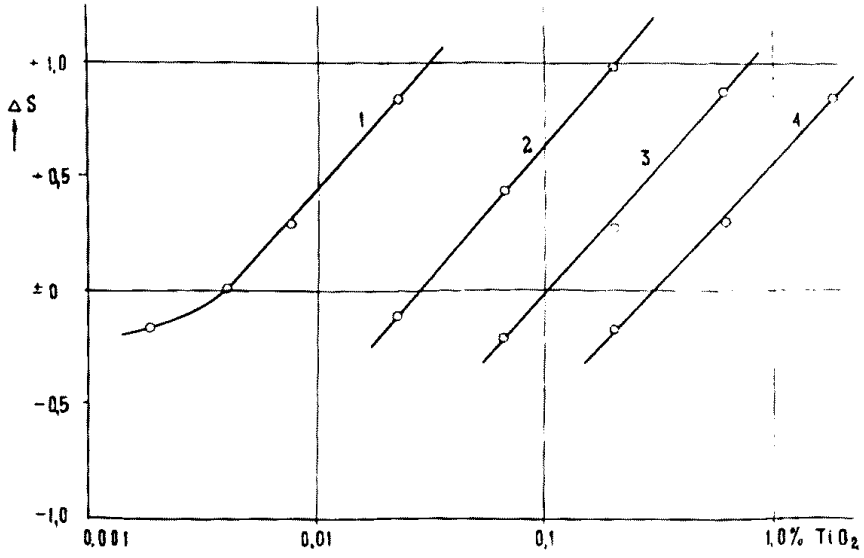


Рис. 5. Градуировочные графики для определения титана по линиям: 1. Ti II 307,297 нм; 2. Ti I 295, 613 нм; 3. Ti II 302, 973 нм; 4. Ti I 310, 680 нм.

Таблица 3

Аналитические линии и интервалы определяемых содержаний

Аналитическая линия, нм	Интервал определяемых содержаний %% x/	Мешающие элементы xx)				Примечание
		Длина волны, нм		Приблизительное содержание, %	Контрольная линия, нм	
I	2	3		4	5	6
Co I 345,35I	0,0005–0,0I	отсутствуют				
Co I 304,400	0,00.. –0,I	Mo	304,390	2	Mo 305,256	
		Ta	304,392	2	Ta 307,638	
		Zr	304,4I2	I	Zr 306,I34	
CO I 3I2,I42	0,05 – I,0	U	3I2,I33	I	U 3I0,869	
Co I 308,640	0,3 – 3,0	Mo	308,636	3	Mo 305,256	
		V	308,650	0,I	V 3I0,870	
		Zr	308,646	I	Zr 306,I34	
Ni I 305,082	0,00I– 0,03	Co	305,095	I	Co 3I2,I42	Линия Ni пригодна только для анализа горных пород.
		V	305,089	0,I	V 306,964	
		Hf	305,076	0,05	Hf 297,588	
Ni I 3I0,I88	0,005 – 0,I	отсутствуют				Не смешивать с линиями Mn 3I0,I58 нм и Mo 3I0,I69 нм.
Ni I 300,363	0,005 – 0,I	Ti	300,364	3	Ti 299,306	
		Zr	300,374	I	Zr 306,I35	—
Ni I 299,26I	0,05 – 0,5	Mo	299,262	I	Mo 305,256	Линия Fe 299,26I нм в условиях анализа не появляется.
Ni I 282,I29	0,I – 3,0	W	282,I3I	I5	W 282,37I	Линия W 282,I3I появляется при I5% W.
		Ti	282,I42	5	Ti 299,306	
V I 3I0,540	0,00I–0,02	Fe	3I8,532	30	Fe 3I8,357	Линия V пригодна только для анализа горных пород.
		Ca	3I8,540	40	Ca 299,730	Линия Ca появляется при 40% CaO.

x) Интервалы содержаний рассчитаны для кобальта и никеля на металле, для остальных компонентов – на окисле.

xx) Перекрытия даны для дисперсии 0,4 нм/мм; при дисперсии 0,2 нм/мм количество перекрывающих линий уменьшается.

1	2	3	4	5	6
V I 318,340	0,001-0,02	Mo 318,338	2	Mo 317,467	Линию ванадия не смешивать с линией Fe 318,357 нм. Линия Cr 318,332 появляется при содержании более 5% Cr .
		Ni 318,325	3	Ni 282,129	
		Th 318,34	0,2	Th 297,148	Линия Th 318,34 в таблицах спектральных линий [3] отсутствует.
V II 292,464	0,02- 0,2	Zr 292,464	0.5	Zr 306,189	
		Mn 292,469	10	Mn 290,240	
		Hf 292,462	0,1	Hf 291,858	
		Mn 292,444	5	Mn 290,240	
		Ta 292,479	0,5	Ta 299,469	
V II 303,382	0,05- 5,0	о т с у т с т в у ю т			
V II 268,309	0,5- 5,0	Mn 268,302	5	Mn 290,240	
		W 268,322	1	W 282,982	
		Mo 268,323	0,2	Mo 271,074	
		Fe 268,293	30	Fe 318,357	
V II 268,287	0,5- 5,0	Fe 268,293	30	Fe 318,357	
		Mn 268,302	5	Mn 290,240	
Cr I 301,492	0,005-0,02	Th 301,493	0,2	Th 297,148	Градуировочный график по линии хрома строят до 0,06% Cr_2O_3 . Линия U 301,488 нм появляется при содержании более 1%U .
		V 301,482	0,3	V 268,309	
Cr I 297,110	0,01- 0,5	U 297,106	1	U 283,772	Линии W 297,120 нм, Mn 297,097нм и W 297,090 нм появляются при содержании более 10% каждого из элементов.
Cr I 299,658	0,01-0,2	V 299,649	0,3	V 303,382	Линию Cr не смешивать с линией Fe 299,682 нм.
Cr II 268,709	0,2- 5,0	Th 268,714	0,2	Th 297,148	Линия W 268,699 нм и W 268,713 нм появляются при содержании более 10% W. Линия U 268,682 нм появляется при 5% U .
		Nb 268,715	0,05	Nb 266,730	
Ti II 307,297	0,002-0,02	Mn 307,313	0,1	Mn ~~290,240~~	304,334
		Hf 307,288	0,05	Hf 297,588	
		U 307,278	1	U 283,772	
Ti I 295,613	0,02-0,5	Mn 295,610	0,05	Mn ~~290,240~~	304,456
		Mo 295,606	0,2	Mo 271,074	
		U 295,606	0,1	U 295,509	
Ti II 302,973	0,05-2,0	Mn 302,969	1	Mn 304,457	
		Fe 303,015	20	-	Может мешать фон от этой линии Fe.
Ti I 310,680	0,5- 5,0	Mn 310,674	5	Mn 290,240	
		Th 310,669	0,2	Th 297,148	
Ti I 311,248	1,0- 7,5	о т с у т с т в у ю т			
Sc I 303,077	Линия сравнения	U 303,083	1	U 310,869	Линию Sc не смешивать с линией Fe 303,061 нм.

Литература

I. Зайдель А.Н., Прокофьев В.К., Райский С.М., Славный В.А., Шрейдер Е.Я. Таблицы спектральных линий. Изд-во "Наука", М., 1969.

2. Инструкция по внутрилабораторному контролю точности (воспроизводимости) результатов количественных анализов рядовых проб полезных ископаемых, выполняемых в лабораториях Министерства геологии СССР.

3. Harrison G.R. Wavelength Tables. New-York, 1939.

Сдано в печать 27.XI.70 г. Подписано к печати 28/I-71г.
Л 81553 Заказ № 86 Тираж 600

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