

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ( В И М С )



Научный совет по аналитическим  
методам

СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

Инструкция № 58 - С

# НИОБИЙ И ТАНТАЛ

МОСКВА - 1966 г.

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 ВИСом.

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

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

Приложение № 2, § 3. Размножение инструкций на местах во избежание возможных искажений разрешается только фотографическим или электрографическим путем.

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

Научный Совет по аналитическим методам при ВИМС

Спектральные методы

Инструкция № 58 - С

СПЕКТРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИОБИЯ И ТАНТАЛА  
В СИЛИКАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
минерального сырья (ВИМС)

Москва, 1966 г.

В соответствии с приказом Госгеолкома СССР № 229 от 18 мая 1964 г. инструкция № 58 - С рассмотрена и рекомендована Научным Советом по аналитическим методам к применению для анализа рудовых проб - III категория.

(Протокол № 5 от 25.I.66г.)

Председатель НСАМ

В.Г. Сочеванов

Председатель секции  
спектральных методов

А.К. Русанов

Ученый секретарь

Р.С. Фридман

Инструкция № 58 - С рассмотрена в соответствии с приказом Государственного геологического комитета СССР № 229 от 18 мая 1964 г. Научным Советом по аналитическим методам (протокол № 5 от 25.I.66г) и утверждена ВИМСом с введением в действие

с 1 октября 1966г.

## СПЕКТРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИОБИЯ И ТАНТАЛА В СИЛИКАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ<sup>х)</sup>

### Сущность метода

Разработанный А.К. Русановым, В.М. Алексеевой и Н.В. Ильясовой<sup>5</sup> метод определения ниобия и тантала в горных породах основан на испарении анализируемого образца в смеси с буферным порошком из каналов двух угольных электродов в дуге переменного тока и измерении относительных интенсивностей линий ниобия и тантала фотографическим методом. Источником возбуждения служит вертикальная дуга переменного тока силой 25а. Тантал определяют по линии Та I 2963,32 Å, ниобий - по линии Nb II-2950,88 Å.

Для повышения чувствительности анализа и для уменьшения числа элементов, перекрывающих аналитические линии ниобия и тантала, анализ выполняют на спектральном приборе высокой дисперсии - спектрографе ДФС-13 с решеткой 1200штр/мм.

В качестве внутреннего стандарта используют фон. Почернение аналитических линий и фона измеряют с помощью микрофотометра МФ-2. Анализ проводят по методу трех эталонов.

Стандартными образцами (эталоны) служат искусственные смеси, получаемые разбавлением чистых пентаоксидов ниобия и тантала основой, состоящей из трех весовых частей кварца и од-

<sup>х)</sup> Внесена в НСАМ спектральной лабораторией ВИМСа, 1966 г.

ной части гранита, содержащего не более 0,001% пятиокиси ниобия и тантала.

Буферная смесь состоит из пяти частей прокаленного хлористого кобальта, двух частей углеродного порошка и одной части кварца. Добавлением к анализируемым пробам буферной смеси указанного состава устраняется влияние ниобия на результаты определения тантала, однако остается влияние других труднолетучих элементов, например, циркония и вольфрама.

Тантал и другие труднолетучие элементы не влияют на результаты определения ниобия.

Методика рекомендуется для определения 0,003 - 0,1 %  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  и  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  в силикатных горных породах, содержащих не более 1 %  $\text{ZrO}_2$  и 0,4 %  $\text{WO}_3$

Погрешность определения при содержании от 0,005 до 0,1% укладывается в допустимые расхождения (см. табл. I). Для содержаний от 0,003 до 0,005%, для которых допустимые расхождения не предусмотрены, расхождение между параллельными определениями составляет 30-25% от содержания  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  или  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  (по опыту работы спектральной лаборатории ВИМСа).

Таблица I

Допустимые расхождения<sup>I</sup>

Содержание пятиокиси тантала и ниобия, %	Допустимые расхождения, отн. %	
	$\text{Nb}_2\text{O}_5$	$\text{Ta}_2\text{O}_5$
0,05 - 1,0	20 - 15	15 - 10
0,02 - 0,05	30 - 20	25 - 15
0,005- 0,02	50 - 30	50 - 25

## Реактивы и материалы

1. Кобальт хлористый ч.д.а

2. Пятиокись ниобия, содержащая не более 1 % тантала

3. Пятиокись тантала, содержащая не более 1 % ниобия
4. Купферон, насыщенный водный раствор.
5. Обычные реактивы для обработки фотопластинок.
6. Кварц, истертый до крупности -200 меш.
7. Гранит, истертый до крупности -200 меш, не содержащий ниобия и тантала.
8. Электроды угольные, спектрально чистые, диаметром 6 мм
9. Угольный порошок, спектрально чистый.
10. Фотопластины "микро", чувствительностью 22 ед. ГОСТа, размером  $9 \times 12 \text{ см}^X$
11. Буферная смесь и стандартные образцы
  - а) приготовление буферной смеси

Приготавливают смесь безводного хлористого кобальта, углеродного порошка и кварца в отношении 5:2:1 (по весу). Хлористый кобальт, содержащий 6 молекул кристаллизационной воды, предварительно прокалывают в фарфоровой чашке в муфельной печи при  $400^\circ\text{C}$  до перехода окраски из розовой в синюю (безводная форма). О конце прокалывания можно судить также по появлению на стенках чашки черного налета окиси-закиси кобальта. Буферная смесь и эталоны гигроскопичны, и их следует хранить в эксикаторе.

б) Приготовление стандартных образцов (эталонов).

В качестве основы для приготовления эталонов применяют смесь порошков кварца и гранита в отношении 3:1. Отвешивают 0,800 г основы, из этого количества приблизительно 0,2 г помещают в небольшую ступку, добавляют по 0,100 г пятиокиси ниобия и тантала, тщательно перемешивают и истирают. Добавляют спирт до получения сметанообразной массы и снова тщательно

х) Более чувствительны фотопластины УФШ-С<sup>3</sup>, но их необходимо хранить при пониженной температуре (в холодильнике).

но перемешивают до полного испарения спирта. Добавляют остальную основу (приблизительно 0,6 г) и снова перемешивают таким же способом. Полученная смесь содержит по 10,0 %  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$ .

Приблизительно 1 г полученной смеси смешивают в ступке соответствующего размера описанным способом с точно 9-кратным количеством основы: сначала добавляют 2-3 г основы, затем остальную ее часть. Полученная смесь содержит по 1,00 %  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$ .

Из этой смеси таким же образом готовят смесь, содержащую по 0,100%  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$ .

Половину последней смеси разбавляют в два раза основой. Получается образец, содержащий по 0,050 %  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$ .

Половину этого образца разбавляют в два раза основой и получают образец, содержащий по 0,025 %  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$  и т.д.

Таким образом получают образцы, содержащие по 0,10; 0,050; 0,025; 0,0125; 0,0062 и 0,0031 %  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$ .

Для получения рабочих стандартных образцов каждый образец смешивают с равным весовым количеством буферной смеси. Полученные образцы хранят в эксикаторе.

#### Аппаратура и принадлежности

1. Спектрограф ДФС-13 (решетка 1200 штр/мм) с трехлинзовой осветительной системой.
2. Штатив дуговой вертикальный.
3. Генератор ДГ-2.
4. Балластный реостат, рассчитанный на силу тока до 30а.
5. Микрофотометр МФ-2.
6. Весы торсионные или аналитические.
7. Станок и фрезы для заточки электродов.
8. Ступка агатовая или янмовая.



## Ход анализа

Навеску 0,050 – 0,060 г анализируемого образца смешивают с равным весовым количеством буферного порошка и тщательно истирают в агатовой ступке с добавлением спирта.

Наполняют смесью отверстия четырех угольных электродов, имеющих следующие размеры:

- |                            |          |
|----------------------------|----------|
| 1. Диаметр электрода       | - 3 мм   |
| 2. Диаметр канала          | - 1,4 мм |
| 3. Глубина канала          | - 12 мм  |
| 4. Длина проточенной части | - 13 мм  |

Во избежание разбрызгивания пробы поверхность смеси смачивают насыщенным водным раствором купферона, просушивают электроды в сушильном шкафу при 105-110°C в течение 20-30 мин. и устанавливают в штатив.

Дугу зажигают соединением электродов (сила тока 8-10 а); через 10 сек электроды разводят на расстояние 3 мм, которое далее поддерживают постоянным, а силу тока постепенно повышают до 25 а. Спектры анализируемых и стандартных образцов фотографируют дважды.

Спектр экспонируют до полного выгорания пробы и фотографируют при следующих условиях:

Спектрограф ДФС-13 с решеткой 1200 штр/мм; спектр первого порядка.

Ширина щели - 0,020 мм.

Фотографируемый участок спектра 2825-3075 Å.

Проявитель - стандартный № 1.

Обработка фотопластинок обычная.

Так как фон используется в качестве внутреннего стандарта, почернение его должно соответствовать области нормальных почернений характеристической кривой фотопластины. Это дости-

№ 58-С

гается подбором величины диафрагмы на промежуточной линии осветительной системы. После обработки фотопластишки фотометрируют аналитические линии тантала и ниобия, приведенные в таблице 2, и фон возле них. В таблице 2 даны также длины волн и примерные концентрации мешающих элементов.

Таблица 2

Аналитические линии ниобия и тантала

Аналитические линии определяемых элементов	Интервал определяемых концентраций	Мешающие элементы	
		Длина волны мешающих линий	Примерная концентрация
Q	%	Q	%
Nb П 2950,88	0,008-0,1	Ta х)	10
		Mo х)	2
Ta I 2963,32	0,008-0,1	V П 2963,25	I
		Mn 2963,26	2
		Lu П 2963,32	0,01
		Nd 2963,37	I
		Tb 2963,43	I
		W I 2963,48	> 20
		Cr х)	2

С помощью стандартных образцов строят градуировочные графики в координатах  $[\lg \frac{I_n}{I_{\text{ф}}} ; \lg C]$ .

Для перехода от почернения линий к их интенсивностям и для учета фона удобно использовать расчетные приспособления<sup>4</sup>.

Примерные градуировочные графики представлены на рис. I и 2.

Так как и стандартные и анализируемые образцы разбавлялись буферной смесью в одном и том же соотношении (1:1), то

х) Линия отсутствует в таблицах спектральных линий<sup>2,6</sup>.

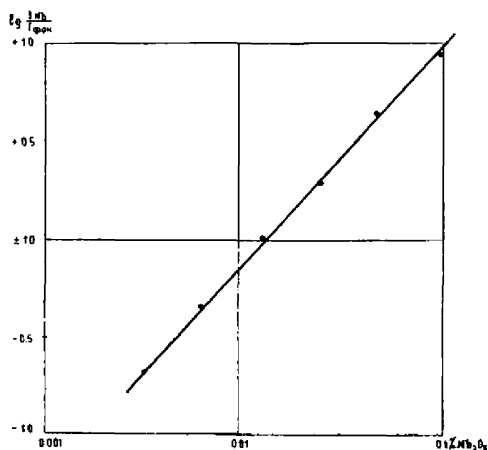


Рис. 1. Градуировочный график для определения ниобия

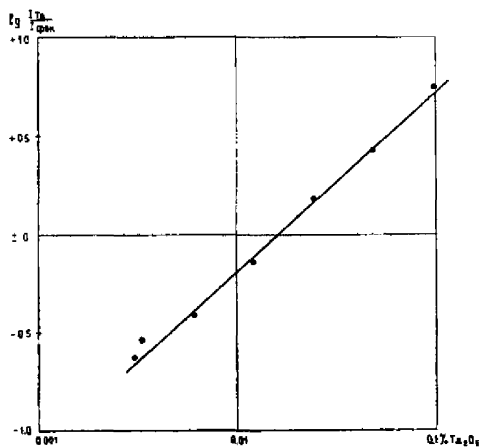


Рис. 2. Градуировочный график для определения тантала

№ 58-С  
никакие расчеты не нужны, и содержание ниобия и тантала в образце определяют непосредственно по градуировочному графику.

#### Литература

1. Временная инструкция по внутрилабораторному контролю в лабораториях системы МГ и ОН СССР, 1960.

2. Зайдель А.Н., Прокофьев В.К., Райский С.м., Шрейдер Е.А. Таблицы спектральных линий. Физматгиз, М., 1962.

3. Калинкина Т.А. и др. Фотоматериалы НИКФИ для спектрального анализа в ультрафиолетовой области спектра. Ж.прикладной спектроскопии, 1965, 2, № 5, 475.

4. Прокофьев В.К. Фотографические методы количественного спектрального анализа металлов и сплавов. Гостехиздат, М.-Л. 1951.

5. Гусанов А.К., Алексеева В.М., Ильясова Н.В. Об устранении взаимного влияния тантала и ниобия при спектральном анализе горных пород. Зав. лаб., 1966, 32, № 6, 696.

6. Harrison G.K. Wavelength tables of 100000 Spectrum lines, New York, 1939.

Технический редактор Л.Н.Хорошева  
Корректор Н.Т.Осипенко

---

Сдано в печать 12/IX-66г. Подписано к печати 20/XI-66г.  
Л81772 Заказ № 139 Уч.изд.л.0,58 Тираж 550

---

Москва , Старомонетный пер.,29 . ОЭП ВИМСа

**К Л А С С И Ф И К А Ц И Я**  
**лабораторных методов анализа минерального сырья по их на-**  
**значению и достигаемой точности**

Кате- гория анали- за	Наименование анализа	Назначение анализа	Точность по сравнению с допусками внутрила- бораторного контроля	Кoeffи- циент к допускам
I.	Особо точный анализ	Арбитражный анализ, анализ эталонов	Средняя ошибка в 3 раза меньше допусков	0,33
II.	Полевой анализ	Полевые анализы гор- ных пород и минера- лов.	Точность анализа должна обеспечивать получение сумм элементов в пре- делах 99,5-100,5%	
III.	Анализ рядо- вых проб	Массовый анализ гео- логических проб при разведочных работах и подсчете запасов, а также при контроль- ных анализах.	Ошибка анализа должна укладываться в допуски	I
IV.	Анализ техноло- гических продук- тов	Текущий контроль тех- нологических процес- сов	Ошибки анализа могут ук- ладываться в расширенные допуски по особой дого- воренности с заказчиком.	I-2
V.	Особо точный анализ геохи- мических проб	Определение редких и рассеянных элементов и "элементов-спутни- ков" при близких к кларковым содержаниям.	Ошибка определения не должна превышать полови- ны допусков; для низких со- держаний, для которых до- пуски отсутствуют, - по договоренности с заказ- чиком.	0,5
VI.	Анализ рядовых геохимических проб.	Анализ проб при гео- химических и других исследованиях с по- вышенной чувстви- тельностью и высокой про- изводительностью.	Ошибка определения долж- на укладываться в удво- енный допуск; для низких содержаний, для которых допуски отсутствуют, - по договоренности с заказчи- ком.	2
VII.	Полуколичествен- ный анализ	Качественная харак- теристика минераль- ного сырья с ориен- тировочным указани- ем содержания эле- ментов, применяемая при металлометриче- ской съемке и др. поисковых геологиче- ских работах	При определении содержа- ния элемента допускаются отклонения на 0,5-1 порядок.	
VIII.	Качественный анализ	Качественное опреде- ление присутствия элемента в минераль- ном сырье.	Точность определения не нормируется	