

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



Научный совет по аналитическим  
методам

## ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Инструкция № 42-Х

## НИКЕЛЬ

МОСКВА - 1966 г.

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

7. Министерству геологии и охраны недр Казахской ССР, главным управлением 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 1954 г. № 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

Химико-аналитические методы  
Инструкция № 48-х

ФОТОКОДОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКЕЛЯ С ДИМЕТИЛГЛИОКСИМОМ

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья ( В И М С )  
Москва, 1966г

В соответствии с приказом Госгеолкома СССР № 229 от 18 мая 1964 г. инструкция № 43-Х рассмотрена и рекомендована Научным Советом по аналитическим методам к применению для анализа рядовых проб (III категория).

(Протокол № 6 от 1.П.66 г.)

Председатель НСАМ

В.Г.Сочеванов

Председатель секции  
химико-аналитических методов

К.С.Пахомова

Ученый секретарь

Р.С.Фридман

Инструкция № 43-Х рассмотрена в соответствии с приказом Государственного геологического комитета СССР № 229 от 18 мая 1964 г. Научным Советом по аналитическим методам (протокол № 6 от 1.П.66 г.) и утверждена ВИМСом с введением в действие с 1.VI-66 г.

## ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКЕЛЯ С ДИМЕТИЛГЛИОКСИМОМ<sup>X/</sup>

### Сущность метода

Никель II образует с диметилглиоксом в щелочной среде в присутствии окислителя растворимое комплексное соединение буро-красного цвета, состав которого мало изучен<sup>1</sup>.

На основании этой колориметрической реакции А.М.Дымов и О.А.Володина<sup>3</sup> разработали метод определения никеля в сталях, М.Д.Чехович и Д.П.Щербов – условия определения никеля в минеральном сырье<sup>6</sup>.

Максимум светопоглощения окрашенного раствора комплекса лежит при длине волны 460–470 мк. При работе на фотоколориметре ФЭК-М пользуются синим светофильтром, на ФЭКН-57 – светофильтром № 3.

Изменение оптической плотности раствора подчиняется закону Беера при концентрации никеля от 0,004 до 0,8 мг в 100 мл. Окраска растворов при соблюдении условий анализа устойчива в течение нескольких часов.

<sup>X/ Внесена в НСАМ химико-аналитической лабораторией ВИМСа 1966 г.</sup>

Большой молярный коэффициент светопогашения (около 14000) растворов окисленного комплексного соединения никеля с диметилглиоксомом указывает на высокую чувствительность реакции. Это позволяет определять никель в минеральном сырье из небольшой навески, что значительно повышает избирательность метода.

Определению никеля мешают элементы, образующие осадки в щелочной среде: железо III, алюминий, титан, кальций, магний, марганец и др.

Железо III, алюминий и титан удерживают в колориметрируемом растворе введением виннокислого калия-натрия (сегнетовой соли), магний и кальций – добавлением комплексона III<sup>4</sup>.

Марганец II окисляется в щелочной среде кислородом воздуха до марганцовистой кислоты, которая выпадает в осадок. При содержании марганца выше 4–5% он мешает определению никеля. В этом случае марганец следует предварительно осадить с гидроокисью железа из аммиачного раствора<sup>5</sup>. Для окисления марганца добавляют персульфат аммония.

Виннокислый комплекс железа II имеет собственную слабую окраску, которая накладывается на окраску никеля с диметилглиоксом (6 мг железа можно принять за 4,5 мкг никеля) при содержании железа II выше 25% и содержании никеля около  $10^{-2}\%$ . Это может привести к завышению результатов определения никеля. Для устранения влияния окраски виннокислого комплекса железа II оптическую плотность испытуемого раствора измеряют по отношению к такому же объему испытуемого раствора, в который вводят все реагенты кроме диметилглиоксина. Этот прием позволяет устраниить также

влияние хрома VI и ванадия V, ионы которых окрашены в щелочных растворах в желтый цвет.

Железо II, медь и кобальт образуют с диметилглиоксалином окрашенные комплексные соединения. Железо II в ходе анализа окисляется до железа III и при указанных выше условиях не мешает определению никеля.

Окраска комплекса меди с диметилглиоксалом в 60 раз, а кобальта в 40 раз слабее краски диметилглиоксалиата никеля<sup>5</sup>. При высоких их содержаниях (меди более 3%, кобальта 0,5%) результаты определения никеля могут быть завышены.

Природные материалы разлагают обработкой соляной, азотной и серной кислотами.

Во избежание потерь никеля с нерастворимым остатком в раствор при разложении добавляют фтористоводородную кислоту.

Метод рекомендуется для определения никеля в минеральном сырье при содержании:

никеля - 0,02-2 %,

марганца - не более 4-5 %,

меди - не более 2-3 %,

кобальта - не более 0,5 %.

#### Допустимые расхождения<sup>2</sup>

Содержание никеля, %	Допустимые расхождения, отн. %
I - 3	10 - 6
0,5 - I	15 - 10
0,2 - 0,5	20 - 15
0,05- 0,2	30 - 20

### Реактивы и материалы

1. Кислота азотная, d 1,40<sup>x/</sup>
2. Кислота серная, разбавленная 1:1.
3. Кислота соляная, d 1,19.
4. Кислота фтористоводородная, 40%-ная.
5. Натр едкий, 5%-ный раствор.
6. Аммоний надсернокислый (персульфат аммония), 5%-ный раствор, свежеприготовленный.
7. Калий-натрий виннокислый (сегнетова соль), 20%-ный раствор.
8. Диметилглиоксим, 1%-ный раствор в 5%-ном растворе едкого натра.
9. Комплексон II, 10%-ный раствор. Приготавливается из перекристаллизованной соли.
10. Стандартный раствор никеля. Раствор А. 0,1 г металлического никеля растворяют в 15 мл азотной кислоты 1:1, упаривают до 2-3 мл, добавляют 20 мл серной кислоты 1:1 и продолжают упаривать до выделения паров серной кислоты. Остывший раствор переносят в мерную колбу на 1 л и доливают водой до метки.

1 мл. раствора А содержит 0,1 мг никеля.

Раствор Б. 50 мл раствора А помещают в мерную колбу на 250 мл и доливают до метки 1%-ным раствором серной кислоты.

1 мл раствора Б содержит 0,02 мг (20 мкг) никеля.

II. Бумага конго.

x/ d - относительная плотность

### Ход анализа

Навеску 0,25–0,1 г тонкоизмельченного материала помещают в стакан емкостью 50–100 мл, приливают 20–25 мл соляной кислоты  $\text{d} = 1,19$  и кипятят 15–20 мин. Прибавляют 10 мл азотной кислоты  $\text{d} = 1,40$  и кипятят еще 15–20 мин; раствор упаривают до небольшого объема. Если предполагают, что в нерастворимом остатке содержится никель, прибавляют 1–2 мл фтористоводородной кислоты и раствор вновь кипятят. Прибавляют 10–15 мл серной кислоты 1:1 и упаривают до выделения густых паров серной кислоты. Охлаждают, смывают стекки стакана водой и снова упаривают до выделения густых паров серной кислоты. По охлаждении приливают 10–15 мл воды и нагревают до растворения солей. Раствор вместе с нерастворимым остатком переносят в мерную колбу на 100 мл и доливают водой до метки.

Раствор фильтруют и отбирают пипеткой 5–10 мл в колбу на 100 мл. Нейтрализуют избыток кислоты 5%-ным раствором едкого натра (до бурого цвета бумаги конго), добавляют по каплям соляную кислоту  $\text{d} = 1,19$  до полного растворения гидроксиселей, прибавляют 10 мл 20%-ного раствора сегнетовой соли, 10 мл 5%-ного раствора едкого натра, 10 мл 5%-ного раствора персульфата аммония, 10 мл 1%-ного раствора диметилглиоксамина и перемешивают раствор. Через 5 минут добавляют 20 мл 10%-ного раствора комплексона II, доливают до метки 5%-ным раствором едкого натра и снова перемешивают. После добавления комплексона II осадок гидроксиселей кальция и магния растворяется.

Через 5–7 мин. измеряют оптическую плотность раствора на фотоколориметре ФК-4 с синим светофильтром или

на ФЭКН-57 с светофильтром № 3, в кювете с толщиной слоя 30 или 10 мм, сравнивая ее с оптической плотностью такой же аликовотной части испытуемого раствора, в которую добавляют все реагенты кроме диметилглиоксина.

Одновременно с анализом выполняют глухой опыт, который проводят через все стадии анализа, пользуясь теми же реагентами.

Содержание никеля определяют по калибровочному графику.

Построение калибровочного графика. В мерные колбы на 100 мл отбирают микробиреткой или микропипеткой 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 9,0; 11,0 мл стандартного раствора Б, содержащего 0,02 мг (20 мкг) никеля в 1 мл (0; 10; 20; 30; 40; 60; 100; 140; 180; 220 мкг никеля). Добавляют по 10 мл 2%-ного раствора сегнетовой соли, 10 мл 5%-ного раствора едкого натра, 10 мл 5%-ного раствора персульфата аммония, 10 мл 1%-ного раствора диметилглиоксина в 5%-ном растворе едкого натра. Растворы оставляют на 5 мин. и затем прибавляют по 20 мл 10%-ного раствора трилона Б. Доливают до метки раствором едкого натра, перемешивают и через 5-7 минут измеряют оптическую плотность растворов на фотоколориметре (для растворов с содержанием от 4 до 40 мкг никеля в 100 мл - в кювете с толщиной слоя 30 мм и для растворов с содержанием от 14 до 220 мкг никеля в 100 мл - в кювете с толщиной слоя 10 мм) по отношению к нулевому раствору, содержащему все реагенты, кроме диметилглиоксина.

По полученным данным строят калибровочные графики, откладывая по оси абсцисс содержание никеля в мкг, по оси ординат - величину оптической плотности.

Вычисление результатов анализа. Содержание никеля вычисляют по формуле:

$$\% \text{ Ni} = \frac{(X - X_1) \cdot V}{A \cdot H \cdot 10^6} \cdot 100,$$

где: X - количество никеля, найденное по калибровочному графику, мкг;

X<sub>1</sub> - количество никеля, найденное по калибровочному графику в растворе глухого опыта, мкг;

V - общий объем испытуемого раствора, мл;

A - объем аликвотной части раствора, взятой для определения, мл;

H - навеска, г.

Для пересчета на окись никеля ( NiO ) полученный результат умножают на коэффициент 1,2726.

#### Литература

1. Бабко А.К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах. Изд-во АН Укр.ССР, Киев, 1955 г.  
стр.254.

2. Временная инструкция по внутрилабораторному контролю МГ и ОН СССР, 1960 г.

3. Дымов А.М., Володина О.А. Фотоколориметрический метод в применении к анализу сплавов. II. Определение никеля в стали. Зар.лаб. I2, 6, 584 (1946).

4. Тюменева А.Р. К методике фотоколориметрического определения никеля с диметилглиоксалином по И.Д.Чехович и Д.П.Щербову. Методические материалы для лабораторий геологических управлений и экспедиций. М., ВИМС, Бюллетень 6 (170), 15 (1957).

5. Финкельштейн Д.Н., Борецкая В.А. Методы анализа минерального сырья. М., Госгеолтехиздат, 1958, стр.128.
6. Чехович И.Д., Щербов Д.П. Фотоколориметрическое определение никеля в рудах. Зав.лаб.И6, 4, 405 (1950).

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

---

Сдано в печать 21.УП.цаг. Подписано к печати 31.УМ.66г.  
Заказ № 110 №1943 Тираж 500 экз.

---

Москва, Старомонетный пер., 29, ОЭП ВИМЗа

**КЛАССИФИКАЦИЯ**  
 лабораторных методов анализа минерального сырья по их назначению и достигаемой точности

Категория 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 контролльных анализах.	Ошибки анализа должны укладываться в допуски	I
IV. Анализ технологических продуктов	Текущий контроль технологических процессов	Ошибки анализа могут укладываться в расширенные допуски по особой договоренности с заказчиком.	I-2
V. Особо точный анализ геохимических проб	Определение редких и рассеянных элементов и "элементов-спутников" при близких к клярковым содержаниях.	Ошибка определения не должна превышать половины допуска; для низких содержаний, для которых допуски отсутствуют, - по договоренности с заказчиком.	0,5
VI. 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
VII. 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 0,5-1 порядок.	
VIII. Качественный анализ	Качественное определение присутствия элемента в минеральном сырье.	Точность определения не нормируется	