

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



Научный совет по аналитическим  
методам

Химические методы  
Инструкция № 183-Х

## БАРИЙ

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

Химические методы  
Инструкция № 183-Х

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАРИЯ В БАРИТОВЫХ РУДАХ И  
ПРОДУКТАХ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ  
ТОЧНОСТЬЮ

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
минерального сырья (ВИМС)

Москва, 1981

В соответствии с приказом Мингeo СССР № 496 от  
29.X.76 г. инструкция № I83-X рассмотрена и рекомендована  
Научным советом аналитическим методам к применению  
для особо точного анализа - I категория

/ Протокол № 33 от 30.I.79 г. /

Председатель ИСАМ

Г.В. Остроумов

Председатель секции  
химических методов

Л.Н. Любимова

Ученый секретарь

Р.С. Фридлан

Инструкция № 183-Х рассмотрена в соответствии с приказом Мингэо СССР № 496 от 29.Х.76 г. Научным советом по аналитическим методам / протокол № 33 от 30. I.79 г. / и утверждена ВИМСом с введением в действие с 1 января 1981 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАРИЯ В БАРИТОВЫХ РУДАХ И ПРОДУКТАХ  
ИХ ОБОГАЩЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ<sup>X</sup>

Сущность метода

Методика определения бария с повышенной точностью, разработанная Л.Д.Долаберидзе, К.А.Женти, А.Г.Джалиашвили и М.К.Шанидзе, заключается в разложении навески пробы соляной и азотной, а затем фтористоводородной и серной кислотами, сплавлении нерастворимого остатка с содой, последующем растворении отфильтрованного осадка карбонатов в соляной кислоте и осаждении бария в виде хромата методом возникающих реагентов; затем хромат бария переводят в сульфат и взвешивают.

Навеску обрабатывают соляной и азотной кислотами, чтобы отделить барий от цветных металлов, железа, кальция и некоторых других элементов. Для связывания свинца в прочное комплексное соединение в раствор добавляют хлорид натрия, а при большом содержании свинца - трилон Б.

Обработка навески фтористоводородной и серной кислотами позволяет отделить барий от многих элементов<sup>2</sup> и предотвращает образование силикатов бария при сплавлении нерастворимого остатка с содой.

Чтобы устранить опасность потери бария на фильтрах в виде сульфата при растворении карбонатов и в виде карбоната или сульфата при отделении осадка полуторных окислов, осадок карбонатов смывают с фильтра водой, раствор-

<sup>X</sup>/ Внесено в НСАМ химико-аналитической лабораторией КИМСа.

ряют в соляной кислоте, а затем, не отделяя предварительно полутонные окислы аммиаком<sup>X/</sup>, осаждают хромат бария. Однако при анализе образцов, содержащих кассiterит и блеклые руды, ход анализа несколько меняется: осадок карбонатов растворяют непосредственно на фильтре, так как в этом случае даже сплавление с содой не гарантирует полное разложение кассiterита и некоторых блеклых руд.

При отделении бария от стронция во избежание осаждения стронция с хроматом бария в настоящей методике хромат бария осаждают из солянокислого раствора, медленно повышая pH до 6,1-6,4 за счет гидролиза мочевины 6-10%. Стронций количественно остается в растворе, если содержание окиси стронция в навеске не превышает 8 мг. При содержании в навеске 13 мг окиси стронция /25 мг сульфата стронция/ в осадок попадает только 0,5-0,7 мг SrO. Если содержание окиси стронция в навеске превышает 13 мг, осадок хромата бария растворяют в соляной кислоте и осаждают повторно. Обычно содержание окиси стронция в баритовых рудах не превышает 2-2,5%, что соответствует 2-2,5 мг SrO в навеске 1 г, и, следовательно, осадок хромата бария переосаждать не требуется. Даже при очень большом содержании стронция в пробе /десятки процентов/ осадок хроматов достаточно переосаждить всего один раз. Рентгенографическое содержание стронция следует определять заранее одним из физических методов.

При анализе проб, содержащих неразлагаемые в кислотах минералы, в осадок хроматов могут попасть железо, титан, кремний. Чтобы полностью отделить барий от этих элементов, осадок хроматов растворяют в соляной кислоте, восстанавливают хром VI до хрома III с помощью новой кислотой в присутствии трилона Б, осаждают сульфат бария и обрабатывают его фтористоводородной и серной кислотами.

Наиболее ответственный моментом в ходе анализа является осаждение хромата бария и переведение его в сульфат.

<sup>X/</sup> В отличие от обычного метода<sup>†</sup>, по которому полутонные окислы осаждают и отфильтровывают перед осаждением хромата бария.

При этом необходимо особенно тщательно соблюдать указания инструкции /концентрация и объем растворов, условия кипячения растворов и т.д./.

Чтобы свести к минимуму потери бария, осадок  $\text{BaSO}_4$  отфильтровывают через двойной фильтр с синей лентой с добавлением фильтробумажной массы. Тем не менее, в ходе анализа за счет растворимости осадка и сорбции на фильтрах теряется до 2 мг окиси бария. Поэтому в результаты анализа вносят поправку на систематическую ошибку, величину которой устанавливают по результатам определения бария в чистом сульфате бария, проведением через ход анализа одновременно с навесками проб. Содержание бария в навеске сульфата бария должно быть близким к содержанию бария в навеске анализируемой пробы, найденному ускоренным методом.

При анализе баритовых руд целесообразно использовать навески пробы, в которых содержится 300–500 мг сульфата бария. При низких содержаниях бария в навеске должно содержаться не менее 30 мг сульфата бария /1% окиси бария в навеске 2,0000 г/<sup>X/</sup>. С каждой партией проб анализируют три навески реагтива сульфата бария.

Методика рекомендуется для определения бария в баритовых рудах и продуктах их обогащения, содержащих от 1% до 65%  $\text{BaO}$ .

Методика опробована на барито-полиметаллических рудах ряда месторождений и продуктах их обогащения, а также на стандартных образцах марганцевых руд.

В табл. I даны допустимые расхождения<sup>5</sup> между основными и повторными определениями бария для I категории / $\frac{\Delta_{\text{доп}}}{\Delta_{\text{эксп}}} \geq 3$ /, расхождения, полученные авторами инструкции / $\frac{\Delta_{\text{эксп}}}{\Delta_{\text{доп}}} \leq 1,2$ /, и запас точности / $Z = \Delta_{\text{доп}}/\Delta_{\text{эксп}}$ /.

---

<sup>X/</sup> При арбитражных анализах одновременно анализируют три параллельные навески каждой пробы.

Таблица I

Допустимые расхождения для I категории /  $\frac{D_{\text{доп}}}{3}$  /,  
фактические расхождения /  $D_{\text{эксп}}$  / и запас точности / z /

Содержание BaO, %	$\frac{D_{\text{доп}}}{3}$ , отн.%	$D_{\text{эксп}}$ , отн.%	z
50 - 59,99	-	0,73	3,7 <sup>14</sup>
40 - 49,99	2,7	I, I	2,5
30 - 39,99	3,7	I, 8	2,0
20 - 29,99	5	-	-
10 - 19,99	6,6	I, I	6,0
5 - 9,99	8,3	-	-
2 - 4,99	10	2,7	3,7
I - 1,99	12	3,5	3,4

## Реактивы и материалы

1. Кислота азотная  $d^{20/4}/ = 1,40$ .
2. Кислота серная  $d = 1,84$  и разбавленная I:I.
3. Кислота соляная  $d = 1,19$  и разбавленная I:3.
4. Кислота фтористоводородная, 40%-ная.
5. Кислота аммонийная, свежеприготовленный 5%-ный раствор.
6. Аммоний сернокислый, 3%-ный раствор.
7. Аммоний уксуснокислый, 40%-ный раствор. Навеску соли 400г растворяют при нагревании в 700 мл воды, фильтруют, охлаждают и доливают водой до 1 л. Так как в ходе анализа к раствору, содержащему 28 мл HCl I:3, приливают 18 мл раствора ацетата аммония, следует проверить, получается ли при таком соотношении  $\text{pH}=3,9 \pm 0,1$ . Для этого 18 мл раствора уксуснокислого аммония смешивают с 28 мл HCl I:3. Величина pH смеси должна быть  $3,9 \pm 0,1$ . В противном случае в приготовленный 40%-ный раствор вносят дополнительное

<sup>14</sup> Запас точности рассчитан по отношению к допустимому расхождению для интервала 40-49,9%.

$d^{20/4}/$  - относительная плотность.

Количество ацетата аммония или разбавляют раствор водой. Цилиндром емкостью 25 мл снова отбирают 18 мл раствора, смешивают с 28 мл HCl I:3 и измеряют pH. Ацетат аммония или воду добавляют до получения pH=3,9±0,1.

8. Барий сернокислый х.ч. или приготовленный в лаборатории<sup>3</sup>. Сульфат бария может содержать значимое количество воды<sup>4</sup>. Поэтому истинное содержание бария в препарате, применяемом в качестве контрольного образца, устанавливают следующим образом. Навеску сульфата бария 0,5000 г обрабатывают фтористоводородной и серной кислотами, а затем растворяют в серной кислоте. Раствор вливают в 100–150 мл воды, нагревают до кипения, выдерживают в теплом месте 2–3 часа и оставляют на ночь. Фильтруют через двойной фильтр с синей лентой с добавлением фильтробумажной массы. Осадок на фильтре сушат, озолняют фильтр и прокаливают при 750°C. В результат определения вносят поправку на вес золы фильтра и фильтробумажной массы.

9. Калий двуххромовокислый, 10%-ный раствор.

10. Натрий углекислый безводный и 1%-ный раствор.

II. Натрий хлористый.

ІІІ. Мочевина.

13. Трилон Б, 10%-ный раствор.

14. Ацетатный буферный раствор с pH = 4,2. Смешивают 120 мл ледяной уксусной кислоты с 200 мл аммиака, разбавленного I:4, и добавляют 200 мл воды.

15. Раствор для промывания осадка сульфата бария. Смешивают 4 мл ледяной уксусной кислоты с 50,0 мл аммиака, разбавленного I:5. Отфильтруют 10 мл полученного раствора, вносят 2 г сульфата аммония и доливают водой до 1 л.

16. Раствор для промывания осадка хромата бария: 50 мл 10%-ного раствора двуххромовокислого калия доливают водой до 1 л.

#### Ход анализа

Навеску истертой до ~200 меш проби 0,5–2,0 г помещают в стакан на 200 мл, приливают 15 мл соляной кислоты с I,19 и нагревают в течение 10–15 мин. Приливают 5 мл

азотной кислоты в I:40, 5-8 капель<sup>X/</sup> серной кислоты I:I и продолжают нагревать до тех пор, пока нерастворимый остаток не станет белым или светло-серым. Раствор упаривают до I-2 мл, приливают 5 мл HCl в I:19 и снова упаривают до I-2 мл / для удаления азотной кислоты<sup>xx/</sup>. К остатку прибавляют 2 г хлорида натрия, 10 мл соляной кислоты I:2, накрывают стакан часовым стеклом и нагревают на водяной бане в течение 5-10 мин. Приливают около 100 мл горячей воды, кипятят несколько минут, затем отфильтровывают нерастворимый остаток через двойной плотный фильтр с фильтробумажной массой. Первые порции фильтрата пропускают через фильтр повторно. Осадок промывают теплой водой, содержащей в 100 мл 2-3 капли серной кислоты I:2 и 2 мл соляной кислоты I:I.

Фильтр с осадком переносят в платиновую чашку диаметром 7 см, сушат, медленно озолняют при доступе воздуха приблизительно при 400-500°С, охлаждают, приливают I-2 мл серной кислоты I:I и 10-15 мл фтористоводородной кислоты. Раствор выпаривают до выделения паров серной кислоты, охлаждают, приливают 10 мл серной кислоты в I:84 и нагревают до полного растворения сульфата бария. В присутствии минералов, не разлагаемых кислотами, раствор может остаться мутным. Раствор охлаждают и вливают в 50-70 мл холодной воды. При этом сульфат бария выпадает в осадок. Платиновую чашку споласкивают водой и тщательно протирают кусочком фильтровальной бумаги, который присоединяют к осадку. Раствор выдерживают два часа в темном месте и оставляют на ночь. На следующий день раствор фильтруют че-

<sup>X/</sup> При большом содержании витерита добавляют 10-12 капель  $H_2SO_4$  I:I, чтобы осадить барий, входящий в состав витерита.

<sup>xx/</sup> Если содержание свинца в навеске превышает 15-20 мг, раствор, полученный после удаления азотной кислоты, нейтрализуют аммиаком по метилоранжу. Приливают 10 мл 10%-ного раствора трилона Б, 10 мл буферного раствора с pH=4,2, 50 мл воды, кипятят несколько минут и отфильтровывают осадок через плотный фильтр с фильтробумажной массой. Осадок промывают раствором для промывания сульфата бария, фильтр с осадком переносят в платиновую чашку и продолжают по ходу анализа.

рез двойной плотный фильтр с фильтробумажной массой. Первые порции фильтрата пропускают через фильтр повторно.

Осадок промывают теплой водой, слегка подкисленной серной кислотой /2-3 капли серной кислоты на 100 мл воды/.

Фильтр с осадком помещают в пластиновый тигель, сушат и медленно озолняют при 400-500 С. Осадок ссыпывают с 10 г углекислого натрия. Сыпав выщелачивают 100 мл горячей воды в стакане емкостью 500 мл. Раствор нагревают до полного разложения сплава, фильтруют через плотный фильтр и промывают осадок 1%-ным раствором углекислого натрия до отрицательной реакции на сульфат-ион с BaCl<sub>2</sub>. Если не предполагается присутствие в пробе касситерита или блеклой руды, осадок смывают с фильтра водой в стакан на 500 мл, фильтр промывают 28 мл теплой соляной кислоты I:3 /из мерного цилиндра/, а затем горячей водой собирают промывные воды в стакан с осадком карбонатов. Если присутствие в пробе касситерита или блеклой руды возможно, осадок карбонатов растворяют на фильтре соляной кислотой I:3 (28 мл) и промывают фильтр горячей водой, в 1 л которой содержится 1 мл соляной кислоты с I,19.

В обоих случаях фильтрат разбавляют водой до 225-250 мл и нагревают до кипения. Стакан снимают с плитки и медленно, при перемешивании приливают 10 мл 40%-ного раствора уксуснокислого аммония, а затем 25 мл 10%-ного раствора двухромовокислого калия. Вносят 10 г мочевины и кипятят точно 2 час.-24.10 мин. Объем раствора все время поддерживает равным 225-250 мл, добавляя почти кипящую воду. Горячий раствор декантируют через плотный фильтр, при необходимости нагревая раствор почти до кипения. Осадок в стакане промывают три раза дистиллией горячим раствором для промывания хромата бария, сливая жидкость через тот же фильтр. Небольшие количества хромата бария, попавшие из фильтра, растворяют в 28 мл соляной кислоты I:3, фильтрат собирают в стакан, в котором находятся основной осадок хромата бария. Сыпав промывают два-три раза горячей водой. К раствору нагревают до 70-80°C, приливают 10 мл 5%-ного раствора аскорбиновой кислоты, 15 мл 10%

ного раствора трилона Б и при перемешивании постепенно 18 мл 40%-ного раствора ацетата аммония. Раствор кипятят 10-15 мин, доливают до 250 мл теплой водой, снова нагревают до кипения, медленно, при перемешивании приливают 30 мл 3%-ного раствора сульфата аммония и выдерживают два часа в теплом месте. На следующий день осадок сульфата бария отфильтровывают через двойной плотный фильтр с фильтробумажной массой /первые порции фильтрата пропускают через фильтр повторно/ и промывают два-три раза раствором для промывания сульфата бария. Фильтр с осадком помещают в платиновый тигель, сушат и озолняют при 400-500°C.

Осадок смачивают 1-2 мл серной кислоты I:I, приливают 5-10 мл фтористоводородной кислоты и упаривают до выделения карбонатов серной кислоты. К остывшему остатку приливают 5-8 мл серной кислоты d 1,84 и нагревают до полного растворения сульфата бария. Раствор вливают в 50-70 мл холодной воды. Тигель ополаскивают водой и протирают стеки его фильтровальной бумагой. Стакан с осадком выдерживают на теплой пленке в течение двух часов и оставляют на ночь.

На следующий день раствор фильтруют через двойной плотный фильтр с фильтробумажной массой. Первые порции фильтрата пропускают через фильтр повторно. Осадок промывают два-три раза теплой водой, слегка подкисленной серной кислотой. Фильтр с осадком сушат, озолняют при возможно низкой температуре /400-500°C/, прокаливают до постоянного веса при 750-800°C и взвешивают.

Одновременно с пробами анализируют три навески реактива сульфата бария, чтобы найти величину систематической ошибки, вызываемой потерей бария в ходе анализа, и внести поправку в результаты анализа проб.

#### Вычисление результатов анализа

I. Определяют истинное содержание  $\text{BaSO}_4$  в порошке реактива сульфата бария:

Навеска реактива - 500 мг;

После растворения в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  найдено /в среднем/ -  
- 500,4 мг;

Вес золы фильтра и фильтробумажной массы - 0,7 мг<sup>XJ</sup>;  
В 500 мг реактива содержится  $\text{BaSO}_4$  - 499,7 мг.

2. Определяют величину поправки по холостому опыту с реагентом  $\text{BaSO}_4$ :

Навеска реагента - 500,0 мг;

Фактически в навеске содержится  $\text{BaSO}_4$  - 499,7 мг;

В результате анализа найдено /в среднем/ - 497,1 мг<sup>XX</sup>;

Следовательно, в ходе анализа потеряно  $\text{BaSO}_4$  - 2,6 мг.

3. Находят содержание  $\text{BaSO}_4$  в пробе, вводя поправку в результат определения:

Навеска пробы - 500 мг;

Найдено  $\text{BaSO}_4$  /в среднем/ - 450,0 мг<sup>XX</sup>;

Поправка - - 2,6 мг;

Содержание  $\text{BaSO}_4$  в навеске - 452,6 мг.

4. Для пересчета  $\text{BaSO}_4$  на  $\text{BaO}$  полученный результат умножают на коэффициент 0,6570:

$$452,6 \times 0,6570 = 297,4 \text{ мг BaO}$$

5. Содержание  $\text{BaO}$  в анализируемом материале рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{A}{H} \cdot 100,$$

где C - содержание  $\text{BaO}$  в пробе, %;

H - навеска пробы, мг;

A - найденное в навеске количество  $\text{BaO}$ , мг.

В настоящем примере содержание  $\text{BaO}$  в анализируемом материале составляет:

$$\frac{297,4}{500} \cdot 100 = 59,48 \text{ %}.$$

<sup>XJ</sup> 0,7 мг - вес золы двух беззольных фильтров + 20% от этой величины (вес золы фильтробумажной массы). Фильтробумажную массу для фильтрования последнего осадка сульфата бария готовят из беззольных фильтров.

<sup>XX</sup> Средний вес осадков  $\text{BaSO}_4$ , полученных по ходу анализа, без поправки на вес фильтра.

## Литература

1. Гиллебранд В.Ф., Лендель Г.Э., Брайт Г.А., Гофман Д.И. Практическое руководство по неорганическому анализу. М. Госхимиздат, 1957, 640.
2. Долаберидзе Л.Д., Камкамидзе Д.К., Егенти К.А., Таутлих А.П. Ускоренные методы определения бария в рудах и продуктах обогащения. Труды Кавказского института минерального сырья /КИМС/ В.У. / ? /, серия технологическая, 57-79, Тбилиси, 1963.
3. Калякин Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические реактивы. М., ГХИ, 1955, стр. 90.
4. Лайтинен Г.А. Химический анализ. М., "Химия", 1966, стр. 218.
5. Методы лабораторного контроля качества аналитических работ. Методические указания НСАМ, М., ВИМС, 1975.
6. Cochran E.M., Inskip E.B., King P., Ziegler H.W. J. of Pharmaceutical Sciences, 1968, 57, 1215.
7. Gordon L., Firsching F.H. Anal. Chem., 1954, 26, 759.
8. Norwitz G. Analyst, 1965, 90, 554.
9. Norwitz G. Anal. Chem., 1961, 33, 312.
10. Wilkinson P.R., Gibson I.A., Headlee A.I.W. Anal. Chem., 1954, 26, 767.

Извлеченные из упомянутых инструкций	Заменяющие их инструкции
№ 52-Х	№ 103-Х
№ 53-Х	
№ 92-Х	№ 113-Х
№ 90-Х	№ 115-Х
№ 9-ЯФ	№ 118-ЯФ
№ 13-Х	№ 119-Х
№ 107-С	№ 141-С
№ 8-С	№ 150-С
№ 95-ЯФ	№ 158-ЯФ
№ 69-Х	№ 163-Х
№ 78-Х	№ 174-Х
№ 102-С	№ 177-С

Заказ № 92. Г-59715. Подписано 28/III-81 г.  
Объем 0,7 уч.-изд.л. Тираж 1000

Ротапринт ОЭП ВИМСа

"УТВЕРЖДАЮ"

БНЭСНО

Научным советом по  
аналитическим методам

1.XII.1974 г.

Начальник управления научно-исследовательских организаций  
Минтесо СССР, член коллегии

25 декабря 1974 г. Н.П.ЛАВЕРОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Категория	Наименование анализа	Воспроизводимость методов анализа	Коэффициент $\times$ допустимому среднеквадратичному отклонению
I	Особо точный анализ	Среднеквадратичное отклонение результатов определения должно быть в три раза меньше допустимого среднеквадратичного отклонения, регламентируемого инструкцией "Лабораторного контроля" (см. Примечание)	0,33
II	Полный анализ	Среднеквадратичные отклонения результатов определения отдельных компонентов не должны превышать допустимых среднеквадратичных отклонений  Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,1%, должна лежать в интервале $99,6 \pm 1,5\%$  Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,01%, должна лежать в интервале $99,9 \pm 1,5\%$  Среднеквадратичные отклонения результатов определения главных (содержание более 5%) компонентов должны быть в три раза меньше допустимого среднеквадратичного отклонения	I
III	Анализ рядовых проб	Среднеквадратичные отклонения результатов определения отдельных компонентов не должны превышать допустимого среднеквадратичного отклонения	I
IV	Анализ технологических продуктов	Сумма компонентов, если определены все компоненты при содержании каждого выше 0,1%, должна лежать в интервале $99,9 \pm 0,8\%$  Среднеквадратичное отклонение результатов определений не должно превышать допустимых среднеквадратичных отклонений	I-2
V	Особо точный анализ геохимических проб	Среднеквадратичные отклонения результатов определения 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 с доверительной вероятностью 68%	
VIII	Качественный анализ	Точности определения не нормируются	

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