

**ФЕРРОНИОБИЙ**  
**Метод определения содержания свинца**

Ferroniobium Method for the determination  
of lead content

**ГОСТ**  
**15933.18—70**

Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при  
Совете Министров СССР от 6/V 1970 г. № 626 срок введения установлен  
с 1/VII 1971 г.

**Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт распространяется на феррониобий и устанавливает фотоколориметрический метод определения содержания свинца (при содержании свинца от 0,001 до 0,10%).

Метод основан на выделении свинца тиоацетамидом на коллекторе азотнокислой меди из аммиачного раствора в присутствии комплексообразователя.

От сопутствующих элементов свинец отделяют на анионите ЭДЭ-10П. Свинец вместе с цинком десорбируют 0,02 н раствором соляной кислоты и извлекают свинец дитизоном. Полученное комплексное соединение дитизоната свинца фотометрируют по смешанной окраске с зеленым светофильтром.

Применение метода предусматривается в стандартах и технических условиях, устанавливающих технические требования на феррониобий.

**1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1.1. Общие требования к методу анализа — по ГОСТ 15933.0—70.

**2. АППАРАТУРА, РЕАКТИВЫ И РАСТВОРЫ**

Фотоэлектроколориметр.

Кислота фтористоводородная (плавиковая кислота) по ГОСТ 10484—63.

Кислота соляная по ГОСТ 3118—67 и 2; 1,5; 0,5 и 0,02 н растворы.

Кислота азотная по ГОСТ 4461—67.

Аммоний лимоннокислый двузамещенный по ГОСТ 3653—70.

Аммоний лимоннокислый трехзамещенный по ГОСТ 9264—59.

Аммоний щавелевокислый по ГОСТ 5712—67.

Раствор комплексообразователя; готовят следующим образом: к 1 л 40%-ного двузамещенного или трехзамещенного раствора лимоннокислого аммония добавляют 1 л насыщенного на холода раствором щавелевокислого аммония и перемешивают.

Аммиак водный по ГОСТ 3760—64 и разбавленный 1:3, 1:100.

Медь азотнокислая по ГОСТ 4163—68, 1%-ный раствор.

Гидроксиламин солянокислый по ГОСТ 5456—65 и 1%-ный раствор, очищенный дитизоном: 300 мл 1%-ного раствора гидроксиламина нейтрализуют аммиаком до pH 6—7, переводят в делительную воронку вместимостью 500 мл и добавляют по 10 мл 0,1%-ного раствора дитизона в четыреххлористом углероде до тех пор, пока последняя порция дитизона не станет темно-зеленого цвета. Избыток дитизона извлекают четыреххлористым углеродом до тех пор, пока последняя его порция не станет прозрачной и бесцветной.

Тиоацетамид, 2%-ный раствор.

Смесь соляной и азотной кислот (царская водка); готовят следующим образом: к 900 мл соляной кислоты приливают 300 мл азотной кислоты и перемешивают.

Ионнообменная колонка, наполненная анионитом ЭДЭ-10П в хлор-ион форме; анионит готовят следующим образом: 50 г анионита ЭДЭ-10П помещают в стакан вместимостью 300—500 мл, промывают путем декантации 3—4 раза водой для удаления пылевидных частиц, заливают 300 мл 2 н раствором соляной кислоты и оставляют на сутки для полного набухания зерен анионита и извлечения основной массы железа. Кислоту сливают, промывают путем декантации еще несколько раз 2 н раствором соляной кислоты до полного удаления катионов железа (проба с роданидом аммония или калия) и 0,5 н раствором соляной кислоты до исчезновения окраски в промывной жидкости. Затем промывают анионит несколькими порциями по 100—150 мл дистиллированной воды и, взмутив анионит, его порциями переводят в колонку, в нижнюю часть которой предварительно помещают тампон из стеклянной ваты. Слой анионита в колонке должен быть ровным, без пузырьков воздуха. Высота колонки 50 см, диаметр 10 мм, высота слоя анионита 25—30 см.

Феноловый красный (фенолсульфофтальян) по ГОСТ 4599—61, 0,1 %-ный раствор в 20%-ном растворе этилового спирта.

Спирт этиловый ректифицированный по ГОСТ 5962—67.

Углерод четыреххлористый по ГОСТ 5827—68.

Дитизон (дифенилтиокарбазон) по ГОСТ 10165—62, 0,1 и 0,005 %-ный раствор.

0,1 %-ный раствор дитизона в четыреххлористом углероде; готовят следующим образом: 0,1 г дитизона растворяют на холода в 30—50 мл четыреххлористого углерода в стакане вместимостью 100 мл, переводят раствор в делительную воронку вместимостью 500 мл, приливают 200 мл разбавленного 1 : 100 аммиака и энергично встряхивают. Дитизон переходит в аммиачный слой (раствор окрашивается в красный цвет), а продукты его окисления остаются в органическом слое, придавая ему зеленую окраску. Органический слой отбрасывают. Водную вытяжку промывают 2—3 раза встряхиванием с 5—10 мл четыреххлористого углерода, сливая последний после отстаивания. Затем приливают 100 мл четыреххлористого углерода и 1,5 н раствор соляной кислоты до изменения окраски водного слоя. Раствор энергично встряхивают в течение 1—2 мин для полного извлечения дитизона в кислый слой. Водная фаза при этом должна обесцвечиваться. После расслоения раствор дитизона сливают в другую делительную воронку и встряхивают его 3—4 раза по 1 мин со 100 мл воды. Водную fazу после расслоения отбрасывают, а раствор дитизона фильтруют через сухой фильтр в сухую склянку из темного стекла с притертой пробкой. Раствор хранят в темном прохладном месте не более двух недель.

0,005 %-ный раствор дитизона в четыреххлористом углероде; готовят в день применения соответствующим разбавлением 0,1 %-ного раствора четыреххлористым углеродом.

Калий лимонно-кислый по ГОСТ 5538—51, 10 %-ный раствор.

Калий железистосинеродистый по ГОСТ 4207—65, 5 %-ный раствор.

Стандартные растворы свинца.

Раствор А; готовят следующим образом: 0,1 г металлического свинца помещают в стакан вместимостью 200—300 мл, растворяют в 10—15 мл азотной кислоты, разбавленной 1 : 1, и количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1 л. Раствор доливают до метки водой и хорошо перемешивают.

1 мл раствора А содержит 0,0001 г свинца.

Раствор Б; готовят следующим образом: 10 мл раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 1 л, доливают до метки водой и перемешивают.

1 мл раствора Б содержит 0,001 мг свинца.

Универсальная индикаторная бумага.

Платиновая чашка по ГОСТ 6563—58.

### 3. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

Навеску феррониобия 1 г помещают в платиновую чашку, смачивают водой, приливают 3 мл фтористоводородной кислоты и осторожно, избегая сильного вспенивания, прибавляют по каплям концентрированную азотную кислоту до полного растворения навески. Стенки чашки обмывают водой и выпаривают раствор до начала образования кромки солей. В чашку добавляют 30 мл раствора комплексообразователя и переводят ее содержимое в стакан вместимостью 300 мл, всего расходуя на это 100 мл раствора комплексообразователя. Раствор должен быть совершенно прозрачным. Нейтрализуют раствор аммиаком до pH 8 по универсальной индикаторной бумаге, добавляют 1 мл 1%-ного раствора азотнокислой меди, 2 г солянокислого гидроксиламина, нагревают до кипения, приливают 10 мл 2%-ного раствора тиоацетамида и выдерживают раствор в течение 10—15 мин при 80—90°C. Затем приливают еще 10 мл раствора тиоацетамида и оставляют раствор на 2 ч при 40—50°C для лучшей коагуляции осадка.

Осадок отфильтровывают на фильтр «белая» или «желтая лента» и 7—8 раз промывают теплой водой, в которую добавляют тиоацетамид, разбавленный 1:200, для возможно полного отмыкания от ниobia и железа. Осадок растворяют на фильтре в 10 мл горячей царской водки, промывают фильтр 3—4 раза горячей водой, собирая фильтрат и промывные воды в стакан, где производилось осаждение. Фильтр помещают в платиновый тигель и сжигают в муфеле. Золу добавляют к испытуемому раствору и выпаривают раствор досуха. Для удаления азотной кислоты сухой остаток обрабатывают дважды 5 мл концентрированной соляной кислоты, затем растворяют его в 20 мл 2 н раствора соляной кислоты и после охлаждения пропускают раствор через колонку, заряженную анионитом ЭДЭ-10П, со скоростью 0,5 мл/мин. Предварительно через колонку пропускают 100 мл 2 н раствора соляной кислоты со скоростью 1 мл/мин, затем 100 мл 2 н раствора соляной кислоты и 50—70 мл 0,5 н раствора соляной кислоты для полного вымывания железа (проба на роданистый аммоний или калий). Свинец вымывают 100 мл 0,02 н раствора соляной кислоты и 50 мл горячей воды, пропуская их со скоростью 1 мл/мин. Элюат выпаривают до получения влажных солей, смачивают соли водой, добавляют одну каплю фенолового красного, 2 мл 1%-ного раствора гидроксиламина и по каплям аммиак, разбавленный 1:3, до перехода окраски в розовую. Раствор подкисляют 1,5 н раствором соляной кислоты и приливают 0,5 мл кислоты в избыток. Затем раствор переводят в делительную воронку вместимостью 100—150 мл, добавляют в него 2—3 мл 0,005%-ного раствора дитизона и встряхивают 2 мин для извлечения меди. Дити-

зонат меди отбрасывают. Извлечение меди повторяют до тех пор, пока органический слой не примет зеленую окраску. Избыток дитизона извлекают встряхиванием с 3—5 мл четыреххлористого углерода.

После извлечения меди в раствор добавляют 5—6 капель 10%-ного раствора лимоннокислого калия, аммиак до перехода окраски в розовую, 1 мл 5%-ного раствора ферроцианида калия и устанавливают pH 8—9 по универсальной индикаторной бумаге 1,5 н раствором соляной кислоты и аммиаком, разбавленным 1 : 3.

Затем к раствору добавляют 2 мл 0,005%-ного раствора дитизона и встряхивают 30 сек до перехода зеленой окраски дитизона в розовую. Дитизонат свинца сливают в пробирку с притертой пробкой. Извлечение свинца повторяют до тех пор, пока очередная порция дитизона после встряхивания не получит сероватую окраску, характерную для смешанной окраски дитизоната свинца и дитизона. После этого повторяют извлечение еще 1 мл дитизона и, если зеленая окраска не исчезнет, то свинец извлечен полностью. Эту порцию дитизона отбрасывают. Объединенные вытяжки дитизоната свинца в пробирках доводят четыреххлористым углеродом до одинакового объема и перемешивают.

Оптическую плотность раствора измеряют на фотоэлектроколориметре с зеленым светофильтром (область светопропускания 530 нм) в кюветах с толщиной слоя 5 мм. В качестве раствора сравнения используют четыреххлористый углерод. Одновременно через весь ход анализа проводят контрольный опыт.

### 3.1. Построение калибровочного графика

В стаканчики вместимостью по 50 мл отмеривают пипеткой 0; 1; 3; 5; 7 и 10 мл стандартного раствора Б, что соответствует 0; 1; 3; 5; 7 и 10 мкг свинца, добавляют по одной капле фенолового красного, по 2 мл 1%-ного раствора гидроксиламина, по 5—6 капель лимоннокислого калия, по 1 мл 5%-ного раствора ферроцианида калия и, добавляя аммиак, разбавленный 1 : 3, устанавливают pH 8—9 по универсальной индикаторной бумаге. Затем раствор переводят в делительную воронку вместимостью 100—150 мл, добавляют 2—3 мл 0,005%-ного раствора дитизона и встряхивают до образования красного дитизоната свинца. Извлечение свинца проводят, как указано в разд. 3.

По найденным значениям оптических плотностей и соответствующим им концентрациям свинца строят калибровочный график.

## 4. ПОДСЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

4.1. Содержание свинца ( $X$ ) в процентах вычисляют по формулам:

при построении калибровочного графика

$$X = \frac{g \cdot 100}{G \cdot 1000},$$

где:

$g$  — количество свинца, найденное по калибровочному гра-

фику, в  $mg$ ;

$G$  — навеска в  $g$ ;

при сравнении со стандартным раствором

$$X = \frac{g(D - D_1) \cdot 100}{(D_2 - D_1) \cdot G},$$

где:

$g$  — количество свинца в колориметрируемом объеме стан-

дартного раствора в  $g$ ;

$D$  — оптическая плотность испытуемого раствора;

$D_1$  — оптическая плотность раствора контрольного опыта;

$D_2$  — оптическая плотность стандартного раствора свинца;

$G$  — навеска в  $g$ .

4.2. Допускаемые расхождения между результатами анализа не должны превышать величин, указанных в таблице.

Содержание свинца в %	Допускаемые расхождения между крайними результа- ми анализа в абс. %
От 0,001 до 0,004	0,0003
Св. 0,004 „ 0,008	0,0004
„ 0,008 „ 0,01	0,0005
„ 0,01 „ 0,02	0,001
„ 0,02 „ 0,05	0,002
„ 0,05 „ 0,07	0,005
„ 0,07 „ 0,10	0,008