

**КОНЦЕНТРАТЫ РЕДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ**

Методы определения пентоксида фосфора

Rare-metallic concentrates.  
Methods for the determination  
of phosphorus pentoxide**ГОСТ****25702.15—83\*****Взамен****ГОСТ 22939.4—78**

ОКСТУ 1760

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 5 апреля 1983 г. № 1613 срок введения установлен

с 01.07.84

Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.88 № 3363 срок действия продлен до 01.07.99

Настоящий стандарт распространяется на редкометаллические концентраты и устанавливает фотометрические методы определения пентоксида фосфора (общего) в концентратах: ильменитовом (при массовой доле от 0,05 до 0,5 %) и рутиловом (при массовой доле от 0,05 до 0,3 %), ниобиевом (пирохлоровом) (при массовой доле от 0,05 до 1 %), цирконовом (при массовой доле от 0,05 до 0,3 %), лопаритовом (при массовой доле от 0,05 до 0,5 %) и пентоксида фосфора, находящегося в виде апатита в концентратах: лопаритовом (при массовой доле от 0,05 до 0,5 %) и черновом ниобиевом (пирохлоровом) (при массовой доле от 2 до 20 %).

При разногласиях в оценке качества в рутиловом, цирконовом и лопаритовом концентратах анализ выполняют фотометрическими методами, используя реакции образования восстановленных гетерополикомплексов.

**1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1.1. Общие требования к методам анализа и требования безопасности — по ГОСТ 25702.0—83.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

\* Переиздание (май 1994 г.) с Изменением № 1,  
утвержденным в сентябре 1988 г. (ИУС 1—89).

## 2. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЯТИОКСИДА ФОСФОРА (ОБЩЕГО) В ЛОПАРИТОВОМ, НИОБИЕВОМ (ПИРОХЛОРОВОМ), РУТИЛОВОМ, ИЛЬМЕНИТОВОМ И ЦИРКОНОВОМ КОНЦЕНТРАТАХ ПО РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ ФОСФОРНО-ВАНАДИЙ-МОЛИБДЕНОВОГО КОМПЛЕКСА

Метод основан на реакции образования в азотнокислой среде фосфорно-ванадиево-молибденового гетерополикомплекса, окрашенного в желтый цвет, и фотометрировании окраски раствора. Мешающие определению элементы отделяют осаждением в виде гидратов после сплавления навески пробы с гидратом окиси натрия.

### 2.1. Аппаратура, реактивы и растворы

Весы аналитические.

Весы технические.

Плитка электрическая.

Шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающий температуру 120 °С.

Печь электрическая муфельная с терморегулятором, обеспечивающая температуру до 700 °С.

Фотозлектроколориметр типа ФЭК-60.

Тигли железные вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Тигли никелевые вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Тигли из стеклоуглерода вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Воронка Бюхнера.

Колба коническая вместимостью 300 см<sup>3</sup>.

Колбы мерные вместимостью 50, 100, 200, 250, 500 и 1000 см<sup>3</sup>.

Микробюретка вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,02 см<sup>3</sup>.

Пипетки вместимостью 10 и 20 см<sup>3</sup> без делений.

Пипетки вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,1 см<sup>3</sup>.

Склянка вместимостью 1000 см<sup>3</sup> с притертой пробкой.

Склянка темного стекла вместимостью 500 см<sup>3</sup> с притертой пробкой.

Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100 см<sup>3</sup>.

Стаканы фторопластовые вместимостью 200 см<sup>3</sup>.

Эксикатор.

Фильтры бумажные обеззоленные «белая лента».

Фильтры бумажные обеззоленные «синяя лента».

Кислота азотная по ГОСТ 4461—77 и разбавленная 1:1 и 1:3.

Аммиак водный по ГОСТ 3760—79.

Кислота серная по ГОСТ 4204—77.

Аммоний фтористый по ГОСТ 4518—75, раствор с массовой концентрацией 5 г/дм<sup>3</sup>.

Аммоний молибденовоокислый по ГОСТ 3765—78, перекристаллизованный из этилового спирта в следующих условиях: навеску

молибденовокислого аммония массой 250 г растворяют в 400 см<sup>3</sup> воды, нагретой до 80 °С, добавляют аммиак до появления запаха и фильтруют горячий раствор через фильтр в стакан, содержащий 300 см<sup>3</sup> этилового спирта. Раствор охлаждают до 10 °С и дают отстояться в течение 1 ч. Выпавшие кристаллы отфильтровывают через воронку Бюхнера, отсасывая маточный раствор. Кристаллы промывают 2—3 раза этиловым спиртом порциями по 20—30 см<sup>3</sup>, после чего их высушивают на воздухе.

Аммоний ванадиевокислый мета по ГОСТ 9336—75.

Жидкость реактивная, ванадиево-молибденовый раствор; готовят следующим образом:

раствор 1. 10 г молибденовокислого аммония растворяют в 100 см<sup>3</sup> нагретой до 50—60 °С воды. К охлажденному раствору осторожно при непрерывном помешивании добавляют 2 см<sup>3</sup> азотной кислоты и, если раствор мутный, его фильтруют через фильтр «белая лента»;

раствор 2. 0,3 г ванадиевокислого аммония растворяют в 50 см<sup>3</sup> нагретой до 50—60 °С воды. После охлаждения к раствору добавляют 50 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:3.

Раствор 1 медленно вливают при интенсивном помешивании в раствор 2, к смеси приливают 15 см<sup>3</sup> азотной кислоты и перемешивают раствор. Раствор хранят в склянке темного стекла. Если при хранении из смешанного раствора выделяется осадок, готовят свежий раствор.

Натрия гидроокись по ГОСТ 4328—77.

Спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300—87.

Фенолфталеин по НТД, раствор с массовой концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup>, готовят следующим образом: 0,1 г фенолфталеина растворяют в 70 см<sup>3</sup> этилового спирта и добавляют 30 см<sup>3</sup> воды.

Калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198—75, перекристаллизованный из горячего водного раствора и высушенный при 110 °С. Хранят в эксикаторе над слоем серной кислоты или в склянке с притертой крышкой.

Растворы пятиокси фосфора:

раствор А. Навеску однозамещенного фосфорнокислого калия массой 0,4794 г растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды, помещают в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, доводят до метки водой и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора А содержит 1,0 мг пятиокси фосфора;

раствор Б. Отбирают пипеткой 5 см<sup>3</sup> раствора А, переводят его в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора Б содержит 0,05 мг пятиоксида фосфора; раствор В. Отбирают пипеткой 2 см<sup>3</sup> раствора А, переводят его в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доводят до метки водой и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора В содержит 0,02 мг пятиоксида фосфора.

2.1.1. Материалы, реактивы и растворы при анализе лопаритового и ниобиевого (пироксенового) концентратов

бумага индикаторная универсальная;

натрий хлористый по ГОСТ 4233—77, раствор с массовой концентрацией 200 г/дм<sup>3</sup>.

2.1; 2.1.1. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2.1.2. Аппаратура, реактивы и растворы при анализе ильменитового концентрата:

воронка капельная вместимостью 100 см<sup>3</sup>;

бумага индикаторная универсальная;

натрий кислый сернистокислый по НТД, насыщенный раствор, свежеприготовленный;

кислота сернистая, насыщенный раствор, свежеприготовленный; готовят следующим образом: в коническую колбу вместимостью 300 см<sup>3</sup> вливают 150 см<sup>3</sup> насыщенного раствора кислого сернистокислого натрия и закрывают колбу пробкой, в которую вставлены капельная воронка и трубка для отвода газа. В воронку наливают серную кислоту и медленно, по каплям, приливают ее в колбу. При этом происходит выделение сернистого газа, который по отводной трубке попадает в склянку с дистиллированной водой. При ослаблении выделения газа колбу нагревают.

Приготовление раствора сернистой кислоты производят в вытяжном шкафу при действующей вентиляции.

2.1.3. Аппаратура, реактивы и растворы при анализе цирконового концентрата:

тигли платиновые вместимостью 30 см<sup>3</sup>;

чашки платиновые вместимостью 75 см<sup>3</sup>;

кислота серная по ГОСТ 4204—77, раствор с молярной концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>;

кремния двуокись по ГОСТ 9428—73, раствор с массовой концентрацией 2 г/дм<sup>3</sup>, готовят следующим образом: навеску двуокиси кремния массой 1,0 г сплавляют в платиновом тигле с 15 г углекислого натрия при 900 °С до получения однородного плава. Плав выщелачивают горячей водой, раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, охлаждают, доводят до метки водой и перемешивают. Раствор хранят в полиэтиленовой посуде;

натрий углекислый по ГОСТ 83-79 и раствор с массовой концентрацией 50 г/дм<sup>3</sup>;

натрий тетраборнокислый 10-водный (бура) по ГОСТ 4199—76.  
(Измененная редакция, Изм. № 1).

## 2.2. Проведение анализа

### 2.2.1. Анализ лопаритового концентрата

2.2.1.1. В никелевый, железный или стеклоуглеродный тигель помещают 4 г гидроксида натрия, расплавляют на электроплитке при 400 °С до прекращения выделения пузырьков, т. е. до полного обезвоживания щелочи. После охлаждения тигля на поверхность застывшего плава помещают навеску пробы массой 0,25—0,5 г и сплавляют в муфельной печи при температуре 600—700 °С в течение 15—20 мин до получения однородного плава. Остывший тигель помещают во фторопластовый стакан, заливают 50 см<sup>3</sup> горячего раствора хлористого натрия и выщелачивают плав при умеренном нагревании. Затем тигель вынимают из стакана, ополаскивают 3—4 раза горячей водой и вновь нагревают в течение 10—15 мин. Содержимое стакана охлаждают и переводят в мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup>, доводят до метки водой и перемешивают. Раствор фильтруют через фильтр «снятая лента» в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, отбрасывая первые порции фильтрата (раствор может быть использован для определения двуокиси кремния). Аликвотную часть раствора 10—20 см<sup>3</sup> (в зависимости от содержания пятиоксида фосфора) помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, приливают воды до 35 см<sup>3</sup>, добавляют 1—2 капли раствора фенолфталеина и нейтрализуют азотной кислотой, разбавленной 1:1, до изменения окраски индикатора и **сверх того добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора фтористого аммония, 1—2 капли той же кислоты для создания рН 2 (рН проверяют по универсальной индикаторной бумаге), добавляют 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доводят водой до метки и перемешивают. Спустя 15 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при ~400 нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.**

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

2.2.1.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> вводят из микробюретки 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 и 3,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор Б). Растворы в колбах разбавляют водой до 35 см<sup>3</sup>, приливают по 1 см<sup>3</sup>

раствора фтористого аммония, по 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, по 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают водой до метки и перемешивают. Спустя 15 мин измеряют оптическую плотность растворов, как указано в п. 2.2.1.1, по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, кроме раствора пятиоксида фосфора (раствор Б).

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

## 2.2.2. Анализ ильменитового концентрата

2.2.2.1. В никелевый, железный или стеклоуглеродный тигель помещают 4 г гидроксида натрия, расплавляют на электроплитке при 400 °С до прекращения выделения пузырьков, т. е. до полного обезвоживания щелочи. После охлаждения тигля на поверхность застывшего плава помещают навеску концентрата массой 0,5 г и сплавляют в муфельной печи при температуре 600—700 °С в течение 15—20 мин до получения однородного плава.

Охлажденный тигель помещают во фторопластовый стакан, прибавляют 50 см<sup>3</sup> горячей воды и при умеренном нагревании производят выщелачивание плава, после чего тигель удаляют из стакана, обмывая его стенки горячей водой. При окрашивании раствора в зеленый цвет соединениями марганца в начале кипячения добавляют к раствору несколько капель этилового спирта и кипятят раствор в течение 3—4 мин. Раствор охлаждают и вместе с осадком переводят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают. Раствор фильтруют через сухой фильтр «синяя лента» в сухой стакан, отбрасывая первые порции фильтрата (раствор может быть использован для определения окиси хрома по ГОСТ 25702.16—83).

Аликвотную часть раствора 10—20 см<sup>3</sup> (в зависимости от содержания пятиоксида фосфора) помещают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают воды до 35 см<sup>3</sup>, добавляют 1—2 капли раствора фенолфталеина и нейтрализуют азотной кислотой, разбавленной 1:1, до изменения окраски индикатора и сверх того добавляют 1—2 капли той же кислоты для создания рН 2 (рН проверяют по универсальной индикаторной бумаге). При окрашивании раствора в желтый цвет (в случае присутствия хрома) добавляют 2—3 капли сернистой кислоты или раствора кислого сернистокислого натрия до исчезновения желтой окраски и раствор кипятят несколько минут. После охлаждения раствор переводят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, добавляют 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают до метки водой и пере-

мешивают. Через 15 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при  $\sim 400$  нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

2.2.2.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> вводят микробюреткой 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 и 4,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор Б). Растворы в колбах разбавляют водой до 35 см<sup>3</sup>, приливают по 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, по 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости и доливают до метки водой. Через 15 мин измеряют оптическую плотность растворов на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при  $\sim 400$  нм в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, за исключением раствора пятиоксида фосфора (раствор Б).

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 2.2.3. Анализ рутнлового концентрата

2.2.3.1. В никелевый, железный или стеклоглеродный тигель помещают 4 г гидроксида натрия, расплавляют на электроплитке при 400 °С до прекращения выделения пузырьков, т. е. до полного обезвоживания щелочи. После охлаждения тигля на поверхность застывшего плава помещают навеску пробы массой 0,2 г и сплавляют в муфельной печи при температуре 600—700 °С в течение 15—20 мин до получения однородного плава. Охлажденный тигель помещают во фторопластовый стакан и плав выщелачивают 50 см<sup>3</sup> горячей воды, обмывая тигель несколько раз водой, перемешивают и раствор с осадком кипятят 2—3 мин, охлаждают и фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента» в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Осадок на фильтре дважды промывают горячей водой и отбрасывают.

Аликвотную часть раствора 10—20 см<sup>3</sup> (в зависимости от содержания пятиоксида фосфора) помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, добавляют 1—2 капли раствора фенолфталеина и нейтрализуют азотной кислотой, разбавленной 1:1, до изменения окраски индикатора, добавляют 5 см<sup>3</sup> той же кислоты, 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают до метки водой и перемешивают. Спус-

тя 15 мин измеряют оптическую плотность раствора по отношению к раствору контрольного опыта на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при  $\sim 400$  нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

2.2.3.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> вводят микробюреткой 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 и 4,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор В). Растворы в колбах разбавляют водой до 35 см<sup>3</sup>, приливают по 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, по 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают до метки водой, перемешивают и измеряют оптическую плотность растворов, как указано в п. 2.2.3.1, по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, за исключением раствора пятиоксида фосфора (раствор В).

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

#### 2.2.3.1; 2.2.3.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).

### 2.2.4. Анализ цирконового концентрата

2.2.4.1. В никелевый, железный или стеклоуглеродный тигель помещают 4 г гидроксида натрия, расплавляют на электроплитке при 400 °С до прекращения выделения пузырьков, т. е. до полного обезвоживания щелочи. После охлаждения тигля на поверхность застывшего плава помещают навеску пробы массой 0,2 г и сплавляют в муфельной печи при температуре 600—700 °С в течение 15—20 мин до получения однородного плава (разложение концентрата можно проводить со смесью углекислого натрия и буры в платиновой чашке по п. 5.2.2.1). Охлажденный тигель помещают во фторопластовый стакан и плав выщелачивают 50 см<sup>3</sup> горячей воды при кипячении раствора в течение 2—3 мин. Раствор с осадком охлаждают и переводят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, разбавляют до метки водой и перемешивают. Раствор фильтруют через сухой фильтр «синяя лента», отбрасывая первые порции фильтрата. Аликвотную часть фильтрата 10—20 см<sup>3</sup> (в зависимости от ожидаемого содержания фосфора) помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>. Фильтрат нейтрализуют раствором серной кислоты с молярной концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>, затем прибавляют 1 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты с молярной концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>, 8 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:3, и 5 см<sup>3</sup> реак-



тивной жидкости. Через 5 мин объем раствора доливают до метки водой и тщательно перемешивают.

Оптическую плотность раствора измеряют через 15 мин на фотозлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при  $\sim 400$  нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

2.2.4.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью по  $50 \text{ см}^3$  вводят микробюреткой 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и  $5,0 \text{ см}^3$  раствора пятиоксида фосфора (раствор В).

Добавляют по  $8 \text{ см}^3$  раствора двуоксида кремния, нейтрализуют растворы раствором серной кислоты с молярной концентрацией  $3 \text{ моль/дм}^3$  по фенолфталеину добавляют еще по  $1 \text{ см}^3$  раствора серной кислоты с молярной концентрацией  $3 \text{ моль/дм}^3$ , затем приливают по  $8 \text{ см}^3$  раствора азотной кислоты, разбавленной 1:3 и по  $5 \text{ см}^3$  реактивной жидкости. Спустя 5 мин растворы доводят до метки, перемешивают и измеряют оптическую плотность растворов, как указано в п. 2.2.4.1. Раствором сравнения служит раствор, содержащий все реактивы, кроме раствора пятиоксида фосфора (раствор В) и раствора двуоксида кремния с массовой концентрацией  $2 \text{ г/дм}^3$ .

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

## 2.2.5. Анализ ниобиевого (пирохлорового) концентрата.

2.2.5.1. Навеску анализируемой пробы массой  $0,1\text{--}0,5 \text{ г}$  помещают в стакан вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , приливают  $30 \text{ см}^3$  азотной кислоты, разбавленной 1:5, стакан накрывают часовым стеклом и кипятят в течение 15 мин при помешивании раствора. После охлаждения раствор с осадком фильтруют в мерную колбу вместимостью  $50\text{--}200 \text{ см}^3$  (в зависимости от содержания пятиоксида фосфора), остаток на фильтре промывают 3--4 раза водой, объем в колбе доводят до метки водой и перемешивают.

2.2.5.2. Остаток после обработки азотной кислотой вместе с фильтром помещают в никелевый, железный или стеклоуглеродный тигель, высушивают, озоляют и прокаливают при  $400\text{--}500^\circ\text{C}$ . К прокаленному осадку добавляют  $5 \text{ г}$  гидроксида натрия и сплавляют в муфельной печи при температуре  $600\text{--}700^\circ\text{C}$  в течение 15 мин до получения однородного плава. Плав переводят в стакан вместимостью  $100 \text{ см}^3$  с помощью  $15 \text{ см}^3$  горячего раствора хлористого натрия, разбавляют водой до  $35 \text{ см}^3$  и растворяют при

нагревании. Для устранения влияния марганца (раствор окрашен в зеленый цвет) и хрома (раствор окрашен в желтый цвет) добавляют соответственно 2—3 капли или 1—2 см<sup>3</sup> этилового спирта и кипятят раствор в течение 2—3 мин. Раствор охлаждают и вместе с осадком переводят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доводят до метки водой и перемешивают. Раствор фильтруют через сухой фильтр «синяя лента» в сухой стакан.

2.2.5.3. Аликвотные части фильтрата (полученного по п. 2.2.5.1 и 2.2.5.2) 1—20 см<sup>3</sup> помещают в мерные колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup>, разбавляют водой до 35 см<sup>3</sup> (если среда щелочная, добавляют 1—2 капли раствора фенолфталеина и нейтрализуют азотной кислотой, разбавленной 1:1, до изменения окраски индикатора), добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора фтористого аммония, 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доводят до метки водой и перемешивают. Спустя 15 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при 400 нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиокиси фосфора находят по градуировочному графику (см. п. 2.2.1.2).

2.2.5—2.2.5.3. (Введены дополнительно, Изм. № 1).

### 2.3. Обработка результатов

2.3.1. Массовую долю пятиокиси фосфора (X) в пересчете на сухое вещество в процентах при анализе доларитового, ильменитового, рутилового и цирконового концентратов вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot V \cdot K \cdot 100}{V_1 \cdot m \cdot 1000}$$

где  $m_1$  — масса пятиокиси фосфора, найденная по градуировочному графику, мг;

$V$  — объем анализируемого раствора, см<sup>3</sup>;

$K$  — коэффициент пересчета по ГОСТ 25702.0—83 п. 1.5;

$V_1$  — объем аликвотной части раствора, взятый для определения, см<sup>3</sup>;

$m$  — масса навески пробы, г;

1000 — коэффициент пересчета граммов на миллиграммы.

2.3.1а. Массовую долю пятиокиси фосфора в пересчете на сухое вещество при анализе ниобиевого (пироклорового) концентрата после кислотного разложения ( $X_x$ ) и щелочного сплавления ( $X_c$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_k, X_c = \frac{m_1 \cdot V \cdot K \cdot 100}{V_1 \cdot m \cdot 1000}$$

где  $m_1$  — масса пятиоксида фосфора, найденная по градуировочному графику, мг;

$V$  — объем анализируемого раствора, см<sup>3</sup>;

$K$  — коэффициент пересчета по ГОСТ 25702.0—83 п. 1.5;

$V_1$  — объем аликвотной части раствора, взятый для определения, см<sup>3</sup>;

$m$  — масса навески пробы, г;

1000 — коэффициент пересчета граммов на миллиграммы.

Общую массовую долю пятиоксида фосфора ( $X_{\text{общ}}$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_{\text{общ}} = X_k + X_c$$

2.3.2. Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать величин, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Анализируемый концентрат	Массовая доля пятиоксида фосфора, %	Допускаемое расхождение, %
Лопаритовый	0,050	0,015
	0,10	0,02
	0,30	0,03
	0,50	0,04
	0,05	0,01
Рутиловый, ильменитовый и цирконовый	0,15	0,02
	0,30	0,03
	0,05	0,01
Ниобиевый (пирохлоровый)	0,10	0,02
	0,50	0,05
	1,0	0,1
Чешуевой илюбиевый (пирохлоровый)	2,0	0,2
	5,0	0,4
	10,0	0,8
	15,0	1,2
	20,0	1,6

2.3.1; 2.3.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).

### 3. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЯТИОКИСИ ФОСФОРА (НАХОДЯЩЕГОСЯ В ВИДЕ АПАТИТА) В ЧЕРНОВОМ НИОБИЕВОМ (ПИРОХЛОРОВОМ) И ЛОПАРИТОВОМ КОНЦЕНТРАТАХ

Метод основан на реакции образования в азотнокислой среде фосфорно-ванадий-молибденового гетерополисоединения, окрашенного в желтый цвет. Фосфор, находящийся в концентратах в

виде апатита, переводят в раствор обработкой навески азотной кислотой.

### 3.1. Аппаратура, реактивы и растворы

Весы аналитические.

Весы технические.

Плитка электрическая.

Фотоэлектроколориметр типа ФЭК-60.

Колбы мерные вместимостью 50, 100, 250 и 1000 см<sup>3</sup>.

Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100, 500 и 1000 см<sup>3</sup>.

Микробюретка вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,02 см<sup>3</sup>.

Пипетки вместимостью 10 и 20 см<sup>3</sup> без делений.

Пипетки вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,1 см<sup>3</sup>.

Фильтры бумажные обезвоженные «белая лента».

Склянка темного стекла вместимостью 500 см<sup>3</sup> с притертой пробкой.

#### Стекла часовые.

Кислота азотная по ГОСТ 4461-77 и разбавленная 1:1, 1:3 и 1:5.

Аммиак водный по ГОСТ 3760—79.

Аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765—78, перекристаллизованный из спиртового раствора в следующих условиях: навеску молибденовокислого аммония массой 250 г растворяют в 400 см<sup>3</sup> воды, нагретой до 80 °С, добавляют аммиак до появления запаха и фильтруют горячий раствор через фильтр в стакан, содержащий 300 см<sup>3</sup> этилового спирта. Раствор охлаждают до 10 °С и дают отстояться в течение 1 ч. Выпавшие кристаллы отфильтровывают через воронку Бюхнера, отсасывая маточный раствор. Кристаллы промывают 2—3 раза этиловым спиртом порциями по 20—30 см<sup>3</sup>, после чего их высушивают на воздухе.

Аммоний ванадиевокислый мета по ГОСТ 9336—75.

Жидкость реактивная, ванадиево-молибденовый раствор; готовят, как указано в п. 2.1.

Спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300—87

Калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198—75, перекристаллизованный и высушенный, как указано в п. 2.1.

Растворы пятиоксида фосфора.

Растворы А и Б; готовят, как указано в п. 2.1.

1 см<sup>3</sup> раствора А содержит 1,0 мг пятиоксида фосфора.

1 см<sup>3</sup> раствора Б содержит 0,05 мг пятиоксида фосфора.

### 3.2. Проведение анализа

3.2.1. Анализ черного ниобиевого (пирохлорового) концентрата

3.2.1.1. Навеску анализируемой пробы массой 0,1 г помещают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 30 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:5, стакан накрывают часовым стеклом и кипятят в течение 15 мин при перемешивании. После охлаждения раствор с осадком переводят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают. Раствор фильтруют через сухой фильтр «белая лента» в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, отбрасывая первые порции фильтрата (при определении пятиоксида ниобия и пятиоксида фосфора из одной навески подготовку раствора к анализу проводят по ГОСТ 25702.8—83, п. 3).

Аликвотную часть фильтрата 3—10 см<sup>3</sup> (в зависимости от содержания пятиоксида фосфора) помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, разбавляют водой до 35 см<sup>3</sup>, добавляют 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают до метки водой и перемешивают. Спустя 15 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при 400 нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 30 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

3.2.1.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> вносят микробюреткой 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор Б), разбавляют до 35 см<sup>3</sup> водой, добавляют по 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, по 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают водой до метки и перемешивают. Спустя 15 мин измеряют оптическую плотность растворов, как указано в п. 3.2.1.1, по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, за исключением раствора пятиоксида фосфора.

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

### 3.2.2. Анализ лопаритового концентрата

3.2.2.1. Навеску пробы массой 0,5 г помещают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 30 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:5, накрывают стакан часовым стеклом и кипятят в течение 15 мин. После охлаждения раствор вместе с осадком переводят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают водой до метки и перемешивают. Раствор фильтруют через сухой фильтр «белая лента», отбрасывая первые порции фильтрата. Аликвот-

ную часть фильтрата 10—20 см<sup>3</sup> помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, разбавляют водой до 25 см<sup>3</sup>, добавляют 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают до метки водой и перемешивают. Через 15 мин измеряют оптическую плотность полученного раствора на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при 400 нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 30 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

3.2.2.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> вводят микробюреткой 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор Б). Растворы в колбах разбавляют водой до 35 см<sup>3</sup>, приливают по 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, разбавленной 1:1, по 5 см<sup>3</sup> реактивной жидкости, доливают до метки водой и перемешивают. Спустя 15 мин измеряют оптическую плотность растворов, как указано в п. 3.2.2.1, по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, за исключением раствора пятиоксида фосфора.

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

### 3.3. Обработка результатов

3.3.1. Массовую долю пятиоксида фосфора ( $X$ ) в пересчете на сухое вещество в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot V \cdot K \cdot 100}{V_1 \cdot m \cdot 1000} .$$

где  $m_1$  — масса пятиоксида фосфора, найденная по градуировочному графику, мг;

$V$  — объем анализируемого раствора, см<sup>3</sup>;

$K$  — коэффициент пересчета по ГОСТ 25702.0—83 п. 1.5;

$V_1$  — объем аликвотной части раствора, взятый для определения, см<sup>3</sup>;

$m$  — масса навески пробы, г;

1000 — коэффициент пересчета граммов на миллиграммы.

3.3.2. Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать величин, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Анализируемый концентрат	Массовая доля пятиоксида фосфора, %	Допускаемое расхождение, %
Черновой и необъемный (пирохлоровый)	2,0	0,2
	4,0	0,4
	8,0	0,7
	10,0	0,8
	12,0	1,0
	15,0	1,2
	20,0	1,6
Лопаритовый	0,050	0,015
	0,10	0,02
	0,30	0,03
	0,50	0,04

#### 4. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЯТИОКСИДА ФОСФОРА (ОБЩЕГО) В ЛОПАРИТОВОМ КОНЦЕНТРАТЕ ПО РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО ФОСФОРНО-МОЛИБДЕНОВОГО ГЕТЕРОПОЛИКОМПЛЕКСА

Метод основан на реакции образования восстановленного фосфорно-молибденового гетерополикомплекса, окрашенного в желтый цвет, в присутствии смеси сернистого гидразина и хлорида олова в качестве восстановителя. Определение проводят после полного вскрытия пробы сплавлением с гидратом окиси натрия.

##### 4.1. Аппаратура, реактивы и растворы

Весы аналитические.

Весы технические.

Плитка электрическая.

Шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающий температуру 200 °С.

Печь электрическая муфельная с терморегулятором, обеспечивающая температуру до 800 °С.

Фотоэлектроколориметр типа ФЭК-60.

Тигли никелевые вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Тигли стеклоглиняные вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Воронка Бюхнера.

Банки полиэтиленовые вместимостью 250 см<sup>3</sup>.

Колбы мерные вместимостью 50, 100, 200 и 1000 см<sup>3</sup>.

Мензурки мерные вместимостью 100 и 500 см<sup>3</sup>.

Микробюретка вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,02 см<sup>3</sup>.

Пипетки Мора вместимостью 5 и 10 см<sup>3</sup>.

Пипетки вместимостью 5 и 10 см<sup>3</sup> с делениями.

Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100, 250 и 500 см<sup>3</sup>.

Цилиндры мерные вместимостью 25 и 50 см<sup>3</sup>.

Эксикатор.

Фильтры бумажные обеззоленные «синяя лента».

Кислота серная по ГОСТ 4204—77, разбавленная 1:1 и 1:5.

Кислота соляная по ГОСТ 3118—77, разбавленная 1:1.

Аммиак водный по ГОСТ 3760—79.

Аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765—78, перекристаллизованный из спиртового раствора в следующих условиях: навеску молибденовокислого аммония массой 250 г растворяют в 400 см<sup>3</sup> воды, нагретой до 80 °С, добавляют аммиак до появления запаха и фильтруют горячий раствор через фильтр в стакан, содержащий 300 см<sup>3</sup> этилового спирта. Раствор охлаждают до 10 °С и дают отстояться в течение 1 ч. Выпавшие кристаллы отфильтровывают через воронку Бюхнера, отсасывая маточный раствор. Кристаллы промывают 2—3 раза этиловым спиртом порциями по 20—30 см<sup>3</sup>, после чего их высушивают на воздухе.

Из перекристаллизованной соли готовят раствор с массовой концентрацией 12 г/дм<sup>3</sup> следующим образом: 1,2 г молибденовокислого аммония растворяют в 50 см<sup>3</sup> нагретой до 50—60 °С воды. Раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 24 см<sup>3</sup> серной кислоты, разбавленной 1:1, доводят до метки и перемешивают.

Аммоний фтористый по ГОСТ 4518—75, раствор с массовой концентрацией 5 г/дм<sup>3</sup> хранят в полиэтиленовой посуде.

Гидразин сернокислый по ГОСТ 5841—74, раствор с массовой концентрацией 1,2 г/дм<sup>3</sup>, готовят следующим образом: 0,12 г сернокислого гидразина растворяют в 50 см<sup>3</sup> воды, прибавляют 24 см<sup>3</sup> серной кислоты, разбавленной 1:1, переводят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доводят до метки водой и перемешивают.

Натрия гидроокись по ГОСТ 4328—77.

Натрий хлористый по ГОСТ 4233—77, раствор с массовой концентрацией 200 г/дм<sup>3</sup>.

Олово двуххлористое 2-водное по ГОСТ 36—78, свежеприготовленный раствор с массовой концентрацией 5 г/дм<sup>3</sup> готовят следующим образом: 0,25 г двуххлористого олова растворяют в 2 см<sup>3</sup> соляной кислоты, разбавленной 1:1 при нагревании и разбавляют водой до 50 см<sup>3</sup>.

Спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300—87.

Фенолфталеин по НТД, раствор с массовой концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup> готовят, как указано в п. 2.1.



Раствор для разбавления; готовят следующим образом: 8 г гидрата окиси натрия растворяют в 100 см<sup>3</sup> раствора хлористого натрия, разбавляют водой до 200 см<sup>3</sup> и раствор фильтруют.

Калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198—75, перекристаллизованный и высушенный, как указано в п. 2.1.

Растворы пятиоксида фосфора:

раствор А. Навеску однозамещенного фосфорнокислого калия массой 0,383 г переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды, разбавляют водой до метки и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора А содержит 0,2 мг пятиоксида фосфора.

Для приготовления раствора А допускается использовать одозамещенный фосфорнокислый калий, высушенный в течение суток в эксикаторе над серной кислотой;

раствор Б. Отбирают пипеткой 5 см<sup>3</sup> раствора, переводят его в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доводят водой до метки и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора Б содержит 0,01 мг пятиоксида фосфора.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

#### 4.2. Проведение анализа

4.2.1. В никелевый или стеклоглеродный тигель помещают 4 г гидроокиси натрия, расплавляют на электроплитке при 400 °С до прекращения выделения пузырьков, т. е. до полного обезвоживания щелочи. После охлаждения тигля на поверхность застывшего плава помещают навеску пробы массой 0,1 г и сплавляют в муфельной печи при температуре 600—700 °С в течение 15—20 мин до получения однородного плава.

После охлаждения плава выщелачивают 50 см<sup>3</sup> горячего раствора хлористого натрия и кипятят в течение 5 мин. Раствор с осадком переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, разбавляют до метки водой и перемешивают. Фильтруют раствор через сухой фильтр «синяя лента», первые порции фильтрата отбрасывают. Аликвотную часть раствора 5—10 см<sup>3</sup> (в зависимости от содержания пятиоксида фосфора) вводят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> и объем раствора до 10 см<sup>3</sup> доводят раствором для разбавления, добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора фтористого аммония, раствор нейтрализуют серной кислотой, разбавленной 1:5, по фенолфталеину, приливают 2,5 см<sup>3</sup> раствора молибдата аммония, 2,5 см<sup>3</sup> раствора сернокислого гидразина, разбавляют водой до 45 см<sup>3</sup>, приливают 0,5 см<sup>3</sup> раствора двухлористого олова, перемешивая раствор после добавления каждого реактива, доводят водой до метки и перемешивают.

Оптическую плотность раствора измеряют через 40 мин на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при 700 нм, в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 50 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

4.2.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> вводят микробюреткой 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 и 2,5 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор Б), приливают до 10 см<sup>3</sup> раствора для разбавления, добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора фтористого аммония, раствор нейтрализуют серной кислотой, разбавленной 1:5, по фенолфталеину, приливают 2,5 см<sup>3</sup> раствора сернистого гидразина, разбавляют водой до 45 см<sup>3</sup>, приливают 0,5 см<sup>3</sup> раствора двухлористого олова, перемешивая раствор после добавления каждого реактива, доводят водой до метки и снова перемешивают. Оптическую плотность растворов измеряют, как указано в п. 4.2.1, по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, за исключением раствора пятиоксида фосфора (раствора Б).

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 4.3. Обработка результатов

4.3.1. Массовую долю пятиоксида фосфора ( $X$ ) в пересчете на сухое вещество в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot V \cdot K \cdot 100}{m \cdot V_1 \cdot 1000}$$

где  $m_1$  — масса пятиоксида фосфора, найденная по градуировочному графику, мг;

$V$  — объем анализируемого раствора, см<sup>3</sup>;

$K$  — коэффициент пересчета по ГОСТ 25702.0—83 п. 1.5;

$V_1$  — объем аликвотной части раствора, взятый для определения, см<sup>3</sup>;

$m$  — масса навески пробы, г;

1000 — коэффициент пересчета граммов на миллиграммы.

4.3.2. Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать величин, указанных в табл. 3.

Массовая доля пятиоксида фосфора, %	Допускаемое расхождение, %
0,05	0,01
0,10	0,02
0,30	0,03
0,50	0,04

4.3.1; 4.3.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).

**5. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЯТИОКСИДА ФОСФОРА (ОБЩЕГО) ПО РЕАКЦИЯМ ОБРАЗОВАНИЯ ТРОЙНЫХ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ГЕТЕРОПОЛИКОМПЛЕКСОВ В РУТИЛОВОМ И ЦИРКОНОВОМ КОНЦЕНТРАТАХ**

**5.1. Аппаратура, реактивы и растворы**

Весы аналитические.

Весы технические.

Баня водяная.

Плитка электрическая.

Электропечь муфельная с терморегулятором, обеспечивающая температуру 750—800 °С.

Фотоэлектроколориметр типа ФЭК-60.

Воронка Бюхнера.

Капельницы вместимостью 25 см<sup>3</sup>.

Колбы мерные вместимостью 50, 100, 500 и 1000 см<sup>3</sup>.

Мензурки мерные вместимостью 100 и 500 см<sup>3</sup>.

Пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup> с делениями.

Пипетки вместимостью 1 и 5 см<sup>3</sup> без делений.

Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100, 250 и 500 см<sup>3</sup>.

Цилиндры мерные вместимостью 25 и 50 см<sup>3</sup>.

Фильтры бумажные обеззоленные «белая лента».

Кислота аскорбиновая по ГОСТ 4815-76, раствор с массовой концентрацией 10 г/дм<sup>3</sup> свежеприготовленный. При хранении в холодильнике годен к применению в течение 14 сут.

Кислота серная по ГОСТ 4204-77 и разбавленная 1:1 и 1:20.

Аммиак водный по ГОСТ 3760-79.

Аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765-78, перекристаллизованный из спиртового раствора в следующих условиях: навеску молибденовокислого аммония массой 250 г растворяют в

400 см<sup>3</sup> воды, нагретой до 80 °С, добавляют аммиак до появления запаха и фильтруют горячий раствор через фильтр в стакан, содержащий 300 см<sup>3</sup> этилового спирта. Раствор охлаждают до 10 °С и дают отстояться в течение 1 ч. Выпавшие кристаллы отфильтровывают через воронку Бюхнера, отсасывая маточный раствор. Кристаллы промывают 2—3 раза этиловым спиртом порциями по 20—30 см<sup>3</sup>, после чего их высушивают на воздухе.

Из перекристаллизованной соли готовят раствор с массовой концентрацией 50 г/дм<sup>3</sup> следующим образом: 5 г молибденовокислого аммония растворяют в 50 см<sup>3</sup> нагретой до 60—70 °С воды. Раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 10 см<sup>3</sup> серной кислоты, разбавленной 1:1, доливают до метки водой и перемешивают.

Спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300—87.

Калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198—75, перекристаллизованный и высушенный, как указано в п. 2.1.1.

Растворы пятиоксида фосфора:

растворы А и В; готовят, как указано в п. 2.1.1.

1 м<sup>3</sup> раствора А содержит 1,0 мг пятиоксида фосфора.

1 см<sup>3</sup> раствора В содержит 0,02 мг пятиоксида фосфора.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

5.1.1. Аппаратура, реактивы и растворы для анализа рутилового концентрата

Тигли кварцевые вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Тигли фарфоровые низкие № 4.

Колбы мерные вместимостью 50 и 100 см<sup>3</sup>.

Бюретка вместимостью 25 см<sup>3</sup>.

Микробюретка вместимостью 5 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,02 см<sup>3</sup>.

Пипетки вместимостью 25 см<sup>3</sup> без делений.

Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100 см<sup>3</sup>.

Калий пироксернический по ГОСТ 7172—76.

Титана двуокись марки ОС. Ч. 6—2.

Раствор сернокислого титана; готовят следующим образом: четыре навески двуоксида титана по 0,5 г каждая и по 5 г пироксернического калия помещают в четыре кварцевых тигля и сплавляют при температуре 750—800 °С в муфельной печи до получения прозрачных плавок. Плавы охлаждают и каждый из них растворяют в 50—70 см<sup>3</sup> серной кислоты, разбавленной 1:20 при температуре 50—60 °С. Растворы охлаждают и сливают в одну мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, доливают той же кислотой до метки и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора содержит 0,004 г двуоксида титана.

5.1.2. Аппаратура, реактивы и растворы при анализе цирконового концентрата

Тигли платиновые вместимостью 30 см<sup>3</sup>.

Чашки платиновые вместимостью 75 см<sup>3</sup>.

Бюретка вместимостью 10 см<sup>3</sup>.

Пипетки вместимостью 5 см<sup>3</sup> с делениями.

Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 300 см<sup>3</sup>.

Цилиндры мерные вместимостью 25 и 250 см<sup>3</sup>.

Кислота серная по ГОСТ 4204—77, раствор с молярной концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>.

Натрий тетраборнокислый 10-водный (бура) по ГОСТ 4199—76.

Натрий углекислый по ГОСТ 83—79.

Смесь углекислого натрия и прокаленной буры в отношении 3:2.

Фенолфталеин по ГОСТ 5850—72, раствор с массовой концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup> готовят следующим образом: 0,1 г фенолфталеина растворяют в 70 см<sup>3</sup> этилового спирта в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают.

Циркония хлорокись; раствор сернистого циркония готовят следующим образом: навеску хлорокиси циркония массой 13,1 г помещают в стакан вместимостью 300 см<sup>3</sup>, смачивают 10 см<sup>3</sup> воды, приливают 25 см<sup>3</sup> серной кислоты и упаривают до начала выделения паров. Раствор охлаждают, приливают 5 см<sup>3</sup> воды и снова упаривают до паров серной кислоты. После охлаждения содержимое стакана разбавляют 250 см<sup>3</sup> воды, фильтруют в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, объем раствора доводят до метки водой и перемешивают.

Кремния двуокись по ГОСТ 9428—73, раствор с массовой концентрацией 2 г/дм<sup>3</sup> готовят, как указано в п. 2.1.3.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

## 5.2. Проведение анализа

### 5.2.1. Анализ рутилового концентрата

Метод основан на образовании восстановительного фосфорно-титано-молибденового гетерополикомплекса, окрашенного в синий цвет, в присутствии восстановителя аскорбиновой кислоты. Определение проводят без отделения элемента основы — титана.

5.2.1.1. Навеску пробы массой 0,05 г помещают в кварцевый или фарфоровый тигель, добавляют 3 г пиросернистого калия и 3—5 капель серной кислоты, смесь расплавляют в муфельной печи при 500—600 °С, перемешивают вращательным движением тигля и сплавляют при температуре 750—800 °С в течение 10—12 мин до получения прозрачного плава. После охлаждения к

содержимому тигля приливают 10—15 см<sup>3</sup> серной кислоты, разбавленной 1:20, и плав растворяют при умеренном нагревании. Раствор из тигля фильтруют через фильтр «белая лента», предварительно смоченный серной кислотой, разбавленной 1:20, в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, обмывают тигель и фильтр той же кислотой. Общий объем серной кислоты, израсходованный на растворение плава и промывание, должен составлять 30—35 см<sup>3</sup>. К охлажденному раствору прибавляют пипеткой 5 см<sup>3</sup> раствора молибденовокислого аммония, 1 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты (раствор тщательно перемешивают после добавления каждого реактива), доводят объем серной кислотой, разбавленной 1:20, до метки, раствор снова перемешивают и помещают на 15 мин в кипящую водяную баню.

После охлаждения измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, используя светофильтры с максимумом светопропускания при 760 нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 20 мм от отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

5.2.1.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> вводят из бюретки 12 см<sup>3</sup> раствора сернокислого титана, приливают из микробюретки 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0 и 8,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор Б), серной кислоты, разбавленной 1:20, до 30—35 см<sup>3</sup>, добавляют пипеткой по 5,0 см<sup>3</sup> раствора молибденовокислого аммония и 1 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты. После добавления каждого реактива растворы тщательно перемешивают. Доливают до метки серной кислотой, разбавленной 1:20, снова перемешивают и помещают на 15 мин в кипящую водяную баню. Оптическую плотность растворов измеряют, как указано в п. 5.2.1.1, по отношению к одновременно приготовленному «нулевому» раствору, содержащему все реактивы, за исключением раствора пятиоксида фосфора (раствор Б).

По найденным значениям оптической плотности и соответствующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

## 5.2.2. Анализ цирконового концентрата

Метод основан на реакции образования восстановленного тройного фосфорно-цирконнево-молибденового комплекса, окрашенного в синий цвет, в присутствии аскорбиновой кислоты в ка-

честве восстановителя. Определение проводят без отделения элемента основы — циркония.

5.2.2.1. Навеску пробы массой 0,05 г помещают в платиновую чашку и сплавляют с 1 г смеси углекислого натрия и буры в муфельной печи при температуре 900—1000 °С в течение 7—10 мин до получения однородного плава. После охлаждения плава к содержимому чашки добавляют 25 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты, разбавленной 1:20, и раствор нагревают до растворения солей. Полученный раствор переводят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доводят объем раствора до 30 см<sup>3</sup> серной кислотой, разбавленной 1:20, добавляют 5 см<sup>3</sup> раствора молибденовокислого аммония, стенки колбы обмывают раствором той же кислоты, тщательно перемешивают и добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты.

Раствор в колбе доводят до метки серной кислотой, разбавленной 1:20, перемешивают и помещают на 15 мин на кипящую водяную баню.

После охлаждения раствора измеряют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при длине волны 760 нм и кювету с толщиной поглощающего свет слоя 20 мм по отношению к раствору контрольного опыта, проведенного через все стадии анализа.

Массу пятиоксида фосфора находят по градуировочному графику.

5.2.2.2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> вводят пипеткой 8 см<sup>3</sup> раствора двуокиси кремния, нейтрализуют по фенолфталеину раствором серной кислоты с молярной концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>, приливают 5 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты с молярной концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup> и 3,3 см<sup>3</sup> раствора сернистого циркония, затем в колбы вводят из бюретки 1,0; 2,0; 4,0; 6,0 и 8,0 см<sup>3</sup> раствора пятиоксида фосфора (раствор В). Растворы разбавляют серной кислотой, разбавленной 1:20 до объема 30 см<sup>3</sup>, добавляют по 5 см<sup>3</sup> раствора молибденовокислого аммония и по 1 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты; растворы тщательно перемешивают после добавления каждого реактива; объем растворов доводят до метки серной кислотой, разбавленной 1:20, перемешивают и колбы помещают на 15 мин в кипящую баню. После охлаждения измеряют оптическую плотность растворов, как указано в п. 5.2.2.1, по отношению к одновременно приготовленному «чужевому» раствору, содержащему все реактивы за исключением раствора пятиоксида фосфора (раствор В).

По найденным значениям оптических плотностей и соответст-

вующим им массам пятиоксида фосфора строят градуировочный график.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 5.3. Обработка результатов

5.3.1. Массовую долю пятиоксида фосфора ( $X$ ) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot K \cdot 100}{m \cdot 1000},$$

где  $m_1$  — масса пятиоксида фосфора, найденная по градуировочному графику, мг;

$K$  — коэффициент пересчета по ГОСТ 25702.0—83 п. 1.5;

$m$  — масса навески пробы, г;

1000 — коэффициент пересчета граммов на миллиграммы.

5.3.2. Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать величин, указанных в табл. 4.

Таблица 4

Массовая доля пятиоксида фосфора, %	Допускаемое расхождение, %
0,05	0,01
0,15	0,02
0,30	0,03