
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
27981.5—
2015

МЕДЬ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ
Фотометрические методы анализа

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2016

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

- 1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 368 «Медь»
- 2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 503 «Медь»
- 3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 августа 2015 г. № 79-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 февраля 2016 г. № 52-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 27981.5—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 ноября 2016 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 27981.5—88

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2016

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Общие положения	3
4 Фотометрический метод измерений массовой доли висмута	3
5 Фотометрический метод измерений массовой доли марганца	5
6 Фотометрический метод измерений массовой доли кобальта	7
7 Фотометрический метод измерений массовой доли мышьяка	10
8 Фотометрический метод измерений массовой доли кремния	13
9 Экстракционно-фотометрический метод измерений массовой доли никеля	15
10 Спектрофотометрический метод измерений массовой доли селена	18
11 Экстракционно-фотометрический метод измерений массовой доли сурьмы	21
12 Экстракционно-фотометрический метод измерений массовой доли фосфора	24
Библиография	27

МЕДЬ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ
Фотометрические методы анализа

Copper of high purity.
 Photometric methods of analysis

Дата введения — 2016—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает фотометрические методы определения компонентов в меди высокой чистоты, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

В процентах

Наименование определяемого компонента	Диапазон массовой доли компонента	Наименование определяемого компонента	Диапазон массовой доли компонента
Висмут	От 0,00020 до 0,0050 включ.	Никель	От 0,00010 до 0,0050 включ.
Марганец	От 0,0002 до 0,0050 включ.	Селен	От 0,00010 до 0,0100 включ.
Кобальт	От 0,00002 до 0,0010 включ.	Сурьма	От 0,0003 до 0,010 включ.
Мышьяк	От 0,00010 до 0,006 включ.	Фосфор	От 0,00010 до 0,006 включ.
Кремний	От 0,0005 до 0,0050 включ.		

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

- ГОСТ 61—75 Реактивы. Кислота уксусная. Технические условия
 ГОСТ 84—76 Реактивы. Натрий углекислый 10-водный. Технические условия
 ГОСТ 123—2008 Кобальт. Технические условия
 ГОСТ 849—2008 Никель первичный. Технические условия
 ГОСТ 859—2014 Медь. Марки
 ГОСТ 860—75 Олово. Технические условия
 ГОСТ 1089—82 Сурьма. Технические условия
 ГОСТ 1770—74 (ИСО 1042—83, ИСО 4788—80) Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия
 ГОСТ 1973—77 Ангидрид мышьяковистый. Технические условия
 ГОСТ 3118—77 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия
 ГОСТ 3652—69 Реактивы. Кислота лимонная моногидрат и безводная. Технические условия
 ГОСТ 3760—79 Реактивы. Аммиак водный. Технические условия
 ГОСТ 3765—78 Реактивы. Аммоний молибденовокислый. Технические условия
 ГОСТ 3773—72 Реактивы. Аммоний хлористый. Технические условия
 ГОСТ 4197—74 Реактивы. Натрий азотистокислый. Технические условия
 ГОСТ 4198—75 Реактивы. Калий фосфорнокислый однозамещенный. Технические условия

- ГОСТ 4204—77 Реактивы. Кислота серная. Технические условия
 ГОСТ 4232—74 Реактивы. Калий йодистый. Технические условия
 ГОСТ 4328—77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия
 ГОСТ 4461—77 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия
 ГОСТ 4465—74 Реактивы. Никель (II) сернокислый 7-водный. Технические условия
 ГОСТ 5456—79 Реактивы. Гидроксиламина гидрохлорид. Технические условия
 ГОСТ ИСО 5725-6—2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике¹⁾
 ГОСТ 5789—78 Реактивы. Толуол. Технические условия
 ГОСТ 5817—77 Реактивы. Кислота винная. Технические условия
 ГОСТ 5828—77 Реактивы. Диметилглиоксим. Технические условия
 ГОСТ 5841—74 Реактивы. Гидразин сернокислый
 ГОСТ 5845—79 Реактивы. Калий-натрий виннокислый 4-водный. Технические условия
 ГОСТ 5848—73 Реактивы. Кислота муравьиная. Технические условия
 ГОСТ 5955—75 Реактивы. Бензол. Технические условия
 ГОСТ 6006—78 Реактивы. Бутанол-1. Технические условия
 ГОСТ 6008—90 Марганец металлический и марганец азотированный. Технические условия
 ГОСТ 6259—75 Реактивы. Глицерин. Технические условия
 ГОСТ 6552—80 Реактивы. Кислота ортофосфорная. Технические условия
 ГОСТ 6563—75 Изделия технические из благородных металлов и сплавов. Технические условия
 ГОСТ 6691—77 Реактивы. Карбамид. Технические условия
 ГОСТ 6709—72 Вода дистиллированная. Технические условия
 ГОСТ 9147—80 Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые. Технические условия
 ГОСТ 9428—73 Реактивы. Кремний (IV) оксид. Технические условия
 ГОСТ 9849—86 Порошок железный. Технические условия
 ГОСТ 10298—79 Селен технический. Технические условия
 ГОСТ 10652—73 Реактивы. Соль динатриевая этилендиамин-N, N, N', N'-тетрауксусной кислоты, 2-водная (трилон Б). Технические условия
 ГОСТ 10928—90 Висмут. Технические условия
 ГОСТ 10929—76 Реактивы. Водорода пероксид. Технические условия
 ГОСТ 11069—2001 Алюминий первичный. Марки
 ГОСТ 11125—84 Кислота азотная особой чистоты. Технические условия
 ГОСТ 11773—76 Реактивы. Натрий фосфорнокислый двузамещенный. Технические условия
 ГОСТ 12026—76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия
 ГОСТ 14261—77 Кислота соляная особой чистоты. Технические условия
 ГОСТ 18300—87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия²⁾
 ГОСТ 19807—91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки
 ГОСТ 20015—88 Хлороформ. Технические условия
 ГОСТ 20288—74 Реактивы. Углерод четыреххлористый. Технические условия
 ГОСТ 20478—75 Реактивы. Аммоний надсернокислый. Технические условия
 ГОСТ 20490—75 Реактивы. Калий марганцовокислый. Технические условия
 ГОСТ 22280—76 Реактивы. Натрий лимоннокислый 5,5-водный. Технические условия
 ГОСТ 22867—77 Реактивы. Аммоний азотнокислый. Технические условия
 ГОСТ 24104—2001 Весы лабораторные. Общие технические требования³⁾
 ГОСТ 24363—80 Реактивы. Калия гидроокись. Технические условия
 ГОСТ 25336—82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры
 ГОСТ 29169—91 (ИСО 648—77) Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки с одной отметкой

¹⁾ В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 5725-6—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике».

²⁾ В Российской Федерации действует ГОСТ Р 55878—2013 «Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия».

³⁾ В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53228—2008 «Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания».

ГОСТ 29227—91 (ИСО 835-1—81) Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 29251—91 (ИСО 385-1—84) Посуда лабораторная стеклянная. Бюретки. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 31382—2009 Медь. Методы анализа

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Общие положения

3.1 Общие требования к методам измерений — по ГОСТ 31382.

4 Фотометрический метод измерений массовой доли висмута

4.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли висмута соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 2 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли висмута при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли висмута	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости $r (n = 2)$	воспроизводимости R
От 0,00020 до 0,00050 включ.	0,00006	0,00007	0,00009
Св. 0,0005 » 0,0010 »	0,0001	0,0001	0,0002
» 0,0010 » 0,0020 »	0,0004	0,0003	0,0005
» 0,0020 » 0,0050 »	0,0005	0,0005	0,0007

4.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотокolorиметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны 450 нм;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
- стекло часовое;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- колбы мерные 2-25-2, 2-100-2, 2-250-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770;
- стаканы Н-1-100 ТХС, Н-1-400 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы конические Кн-2-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- воронки конические В-36-80 ХС по ГОСТ 25336;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461 или кислоту азотную особой чистоты по ГОСТ 11125;
- кислоту соляную по ГОСТ 3118, разбавленную 1:1;

- кислоту винную по ГОСТ 5817, раствор массовой концентрации 250 г/дм³;
- кислоту аскорбиновую по [2], свежеприготовленный раствор массовой концентрации 50 г/дм³;
- аммиак водный по ГОСТ 3760, разбавленный 1:99;
- порошок железный по ГОСТ 9849, раствор массовой концентрации 10 г/дм³;
- калий йодистый по ГОСТ 4232, свежеприготовленный раствор массовой концентрации 200 г/дм³;
- висмут по ГОСТ 10928;
- фильтры обеззоленные по [3] или аналогичные.

Примечания

- 1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.
- 2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

4.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности при длине волны от 420 до 450 нм окрашенного йодного комплекса висмута, образованного в солянокислом растворе в присутствии винной кислоты и восстановителя.

Висмут дополнительно выделяют на гидроксиде железа.

4.4 Подготовка к выполнению измерений

4.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации висмута 0,1 мг/см³ навеску висмута массой 0,1000 г помещают в стакан вместимостью 100 см³, приливают от 5 до 10 см³ азотной кислоты, нагревают до удаления оксидов азота. Раствор охлаждают и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, приливают 65 см³ азотной кислоты, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации висмута 0,01 мг/см³ аликвоту 25 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 250 см³, приливают 5 см³ азотной кислоты, доливают водой до метки и перемешивают.

Раствор пригоден для применения в течение 5 ч.

4.4.2 Приготовление раствора железа массовой концентрации 10 г/дм³

Навеску железа массой 1,0 г помещают в стакан вместимостью 100 см³, приливают от 10 до 15 см³ соляной кислоты и растворяют при нагревании. После охлаждения раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, доливают водой до метки и перемешивают.

4.4.3 Построение градуировочного графика

В шесть конических колб вместимостью 250 см³ каждая помещают 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 см³ раствора Б, что соответствует 0,0; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 и 0,05 мг висмута, приливают 5 см³ азотной кислоты, 20 см³ соляной кислоты. Растворы нагревают и выпаривают до объема от 3 до 5 см³. Приливают 5 см³ раствора железа, от 100 до 120 см³ воды, нагревают до температуры от 60 °С до 70 °С и приливают аммиак до перехода меди в аммиачный комплекс и после этого еще 5 см³. Продолжают нагревание в течение 5—7 мин и оставляют раствор до коагуляции осадка в теплом месте плиты.

Осадок гидроксидов фильтруют на неплотный фильтр и промывают его от 3 до 5 раз горячим аммиаком, разбавленным 1:99. Осадок с фильтра смывают в колбу, в которой проводили осаждение, и приливают от 15 до 20 см³ горячей соляной кислоты, разбавленной 1:1. Полученный раствор разбавляют водой до объема от 80 до 100 см³ и вновь осаждают гидроксиды аммиаком. Осадок фильтруют на тот же фильтр и промывают от 3 до 4 раз горячим аммиаком, разбавленным 1:99. Воронку с фильтром помещают над колбой, в которой проводили осаждение, к осадку приливают от 10 до 15 см³ горячей соляной кислоты, разбавленной 1:1, промывают фильтр 2—3 раза горячей водой. Фильтр отбрасывают. Фильтрат упаривают до объема 10 см³, после охлаждения его помещают в мерную колбу вместимостью 25 см³, приливают 4 см³ раствора винной кислоты, 5 см³ раствора йодистого калия, от 1,0 до 1,5 см³ раствора аскорбиновой кислоты и доливают водой до метки.

Через 10—15 мин измеряют оптическую плотность растворов на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны от 420 до 450 нм в кювете с оптимальной толщиной слоя. Раствором сравнения служит вода.

По полученным значениям оптических плотностей и соответствующим им концентрациям висмута строят градуировочный график.

4.5 Выполнение измерений

Навеску меди массой 2,0000 г помещают в стакан вместимостью 400 см³, приливают от 25 до 30 см³ азотной кислоты, накрывают часовым стеклом и выдерживают без нагревания до прекращения бурной реакции выделения оксидов азота.

Стекло снимают, обмывают водой над стаканом, приливают от 20 до 25 см³ соляной кислоты и выпаривают раствор при нагревании до объема от 3 до 5 см³.

Затем приливают в стакан от 80 до 100 см³ воды и 5 см³ раствора железа. Нагревают и далее продолжают измерение, как указано в 4.4.3.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу висмута устанавливают по градуировочному графику.

4.6 Обработка результатов измерений

4.6.1 Массовую долю висмута X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) 100}{m 10^6}, \quad (1)$$

где m_1 — масса висмута, найденная по градуировочному графику, мкг;

m_2 — масса висмута, полученная в результате холостого опыта, мкг;

m — масса навески меди, г.

4.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 2.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

4.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 2. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

5 Фотометрический метод измерений массовой доли марганца

5.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли марганца соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 3 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли марганца при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли марганца	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости r ($n = 2$)	воспроизводимости R
От 0,0002 до 0,0005 включ.	0,0001	0,0001	0,0002
Св. 0,0005 » 0,0010 »	0,0002	0,0002	0,0003
» 0,0010 » 0,0020 »	0,0005	0,0005	0,0007
» 0,0020 » 0,0050 »	0,0006	0,0007	0,0009

5.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны от 520 до 540 нм;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
- баню водяную;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- стаканы Н-1-100 ТХС, Н-1-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы конические Кн-1-250-14/23 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы мерные 2-50-2, 2-100-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461 или кислоту азотную особой чистоты по ГОСТ 11125 и разбавленную 1:1, 1:3;
- калий йоднокислый по [4], раствор массовой концентрации 50 г/дм³;
- марганец металлический по ГОСТ 6008.

Примечания

1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам, при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

5.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности окрашенного комплексного соединения семи-валентного марганца при длине волны от 520 до 540 нм.

5.4 Подготовка к выполнению измерений

5.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации марганца 0,1 мг/см³ навеску марганца массой 0,1 г помещают в стакан вместимостью 100 см³, приливают от 10 до 15 см³ азотной кислоты, разбавленной 1:1, нагревают до удаления оксидов азота. Раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и доливают водой до метки.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации марганца 0,01 мг/см³ алиquotу 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, приливают 1 см³ азотной кислоты, разбавленной 1:1 и доливают водой до метки.

При приготовлении раствора В массовой концентрации 0,005 мг/см³ алиquotу 50 см³ раствора Б помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, приливают 0,5 см³ азотной кислоты, разбавленной 1:1, и доливают водой до метки.

5.4.2 Приготовление раствора йоднокислого калия массовой концентрации 50 г/дм³

Навеску йоднокислого калия массой 50 г растворяют в растворе азотной кислоты, разбавленной 1:3, и доливают этим же раствором до 100 см³.

5.4.3 Построение градуировочного графика

В стаканы вместимостью 250 см³ каждый помещают 0,0; 1,0; 2,0 и 5,0 см³ раствора В и 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 см³ стандартного раствора Б, что соответствует 0,0; 0,005; 0,010; 0,025; 0,100; 0,200; 0,300; 0,400; 0,500 мг марганца. Во все стаканы приливают воды до объема 20 см³, затем кипятят в течение 5 мин.

В кипящий раствор приливают 5 см³ раствора йоднокислого калия и продолжают кипячение еще в течение 5 мин. Затем стакан помещают на кипящую водяную баню и выдерживают 20 мин.

После охлаждения переносят раствор в мерную колбу вместимостью 50 см³, доливают водой до метки (основной раствор) и перемешивают.

Оптическую плотность растворов измеряют на спектрофотометре при длине волны 530 нм или фотоколориметре со светофильтром, имеющим длину волны, соответствующую максимуму светопропускания от 520 до 540 нм в кювете с толщиной слоя 20 или 30 мм.

Раствором сравнения служит часть основного раствора пробы, в которой марганец (VII) восстанавливают до марганца (II) прибавлением от 1 до 2 капель раствора азотистокислого натрия.

По полученным значениям оптических плотностей растворов и соответствующим им концентрациям марганца строят градуировочный график в прямоугольных координатах.

5.5 Выполнение измерений

Навеску меди массой 2,0000 г (при массовой доле марганца от 0,0002 % до 0,001 %) или 1,0000 г (при массовой доле марганца от 0,001 % до 0,005 %) помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³, приливают от 20 до 25 см³ азотной кислоты и кипятят до прекращения бурной реакции выделения оксидов азота и растворения навески. Раствор выпаривают до половины и далее продолжают, как указано в 5.4.3.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу марганца в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

5.6 Обработка результатов измерений

5.6.1 Массовую долю марганца X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) 100}{m 1000}, \quad (2)$$

где m_1 — масса марганца, найденная по градуировочному графику, мг;

m_2 — масса марганца, полученная в результате холостого опыта, мг;

m — масса навески меди, г.

5.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 3.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

5.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 3. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

6 Фотометрический метод измерений массовой доли кобальта

6.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли кобальта соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 4 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли кобальта при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли кобальта	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости r ($n = 2$)	воспроизводимости R
От 0,00002 до 0,00005 включ.	0,00001	0,00002	0,00002
Св. 0,00005 » 0,00010 »	0,00003	0,00003	0,00004
» 0,00010 » 0,00050 »	0,00007	0,00007	0,00010
» 0,0005 » 0,0010 »	0,0002	0,0002	0,0003

6.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны 410 нм;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
- стекло часовое;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- колбы конические Кн-2-250-18 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы мерные 2-100-2, 2-500-2 по ГОСТ 1770;
- стаканы Н-1-50 ТХС, Н-1-100 ТХС по ГОСТ 25336;
- воронки делительные ВД-1-250 (100) ХС по ГОСТ 25336;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461 (прокипяченную до удаления оксидов азота), разбавленную 1:1;
- кислоту соляную по ГОСТ 3118 и раствор молярной концентрации 4 моль/дм³;
- кислоту лимонную по ГОСТ 3652, раствор массовой концентрации 250 г/дм³;
- калия гидроокись по ГОСТ 24363, раствор массовой концентрации 50 г/дм³;
- кислоту уксусную по ГОСТ 61;
- алюминий по ГОСТ 11069;
- толуол по ГОСТ 5789;
- 1-нитрозо-2-нафтол по [5], раствор массовой концентрации 0,5 г/дм³;
- водорода пероксид по ГОСТ 10929 (стабилизированный продукт);
- кобальт по ГОСТ 123;
- медь по ГОСТ 859, не содержащую кобальт.

Примечания

1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам, при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

6.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности при длине волны 410 нм окрашенного соединения кобальта с 1-нитрозо-2-нафтолом после экстракции его толуолом и предварительного отделения меди на металлическом алюминии.

6.4 Подготовка к выполнению измерений

6.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации кобальта 1,0 мг/см³ навеску металлического кобальта массой 0,1000 г помещают в стакан вместимостью 100 см³, приливают 20 см³ смеси азотной и соляной кислот (в соотношении 1:3), нагревают до удаления оксидов азота. Раствор выпаривают до влажных солей. Приливают 10 см³ соляной кислоты и выпаривают досуха. Обработку соляной кислотой повторяют еще 2 раза.

К сухому остатку приливают от 30 до 50 см³ горячей воды, охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации кобальта 0,01 мг/см³ аликвоту 5 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 500 см³, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора В массовой концентрации кобальта 0,001 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора Б помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доливают водой до метки и перемешивают. Раствор применяют свежеприготовленным.

При приготовлении раствора Г массовой концентрации кобальта 0,0001 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора В помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доливают водой до метки и перемешивают. Раствор применяют свежеприготовленным.

6.4.2 Построение градуировочного графика

6.4.2.1 Построение градуировочного графика при массовой доле кобальта от 0,00002 % до 0,0001 %. К двум навескам меди массой по 1,0000 г (для каждой из точек градуировочного графика) прибавляют 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 и 10,0 см³ раствора Г, что соответствует 0,0002; 0,0003; 0,0004; 0,0005 и 0,0010 мг кобальта и далее продолжают измерения, как указано в 6.5.1.

По полученным значениям оптической плотности и соответствующим им концентрациям кобальта строят градуировочный график.

6.4.2.2 Построение градуировочного графика при массовой доле кобальта от 0,0001 % до 0,0005 %. К двум навескам меди массой по 1,0000 г (для каждой из точек градуировочного графика) приливают 1,0 и 5,0 см³ раствора В и 1,0; 2,5; 5,0 см³ раствора Б, что соответствует 0,001; 0,005; 0,010; 0,025 и 0,050 мг кобальта и далее продолжают измерения, как указано в 6.5.1.

6.4.2.3 Приготовление раствора 1-нитрозо-2-нафтол массовой концентрации 0,5 г/дм³

Навеску реагента массой 0,25 г растворяют в 50 см³ раствора гидроокиси калия массовой концентрации 50 г/дм³, помещают в мерную колбу вместимостью 500 см³, приливают 100 см³ уксусной кислоты, разбавляют водой до метки и перемешивают.

6.5 Выполнение измерений

6.5.1 Навеску меди массой 1,0000 г помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³, приливают 15 см³ азотной кислоты, разбавленной 1:1, и нагревают до растворения навески и удаления оксидов азота. Раствор выпаривают на плите с асбестом до объема 2 см³ и затем трижды обрабатывают соляной кислотой порциями по 10 см³ для полного удаления оксидов азота, выпаривая дважды до влажных солей, а последний раз — досуха. К сухому остатку приливают 100 см³ воды и нагревают до растворения солей.

В раствор вводят от 7 до 8 гранул металлического алюминия, общая масса которых составляет от 3,5 до 4,0 г, и нагревают при температуре от 80 °С до 90 °С в течение от 2 до 3 ч до полного выделения меди (раствор должен быть прозрачным без голубого оттенка).

После цементации меди раствор декантацией переносят в стакан вместимостью 100 см³, осторожно обмывают стенки колбы и выделившуюся медь водой, присоединяя промывные воды к основному раствору так, чтобы медь не попала в раствор, и упаривают на асбесте до объема от 20 до 30 см³.

После охлаждения к раствору приливают при перемешивании смесь 5 см³ раствора лимонной кислоты и 10 см³ раствора 1-нитрозо-2-нафтола (смесь готовят перед прибавлением для каждой пробы). Раствор нейтрализуют таблетированной гидроокисью калия до pH от 4,0 до 4,5, нагревают до кипения и прибавляют 0,3 см³ пероксида водорода. Стакан накрывают часовым стеклом, раствор кипятят в течение 10 мин и затем охлаждают до комнатной температуры.

Раствор переливают в делительную воронку вместимостью 100 см³, приливают 10 см³ толуола и экстрагируют в течение 2 мин. Экстракт промывают 10 см³ соляной кислоты молярной концентрации 4 моль/дм³ в течение 1 мин, затем 10 см³ раствора гидроокиси калия массовой концентрации 50 г/дм³ в течение 1 мин. Экстракт сливают в сухой стакан и измеряют оптическую плотность на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны 410 нм в кювете с толщиной слоя 20 мм. Раствором сравнения служит толуол.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу кобальта в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

6.5.2 Проведение холостого опыта

Медь, выделившуюся на алюминии, свободную от кобальта, растворяют в азотной кислоте, разбавленной 1:1. Раствор выпаривают до объема от 2 до 3 см³ и далее продолжают, как указано в 6.5.1.

6.6 Обработка результатов измерений

6.6.1 Массовую долю кобальта X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) 100}{m 10^6}, \quad (3)$$

где m_1 — масса кобальта в растворе анализируемой пробы, мкг;
 m_2 — масса висмута, полученная в результате холостого опыта, мкг;
 m — масса навески меди, г.

6.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 4.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

6.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 4. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

7 Фотометрический метод измерений массовой доли мышьяка

7.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли мышьяка соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 5 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли мышьяка при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли мышьяка	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости r ($n = 2$)	воспроизводимости R
От 0,00010 до 0,00030 включ.	0,00006	0,00006	0,00008
Св. 0,00030 » 0,00060 »	0,00014	0,00012	0,00020
» 0,0006 » 0,0012 »	0,0004	0,0004	0,0005
» 0,0012 » 0,0030 »	0,0006	0,0005	0,0008
» 0,003 » 0,006 »	0,001	0,001	0,002

7.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны 610 нм;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- стаканы Н-1-250 ТХС, Н-1-400 ТХС, В-1-250 ТХС, В-1-400 ТХС по ГОСТ 25336;
- воронки делительные ВД-1-250 ХС, ВД-1-1000 ХС по ГОСТ 25336;
- колбы конические Кн-2-500-24/29 ТХС; Кн-2-750-24/29 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы мерные 2-50-2, 2-100-2, 2-200-2 по ГОСТ 1770;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227;
- колбу Кьельдаля по ГОСТ 25336;
- воронки для фильтрования лабораторные по ГОСТ 25336;
- баню водяную;
- воронки Бюхнера по ГОСТ 9147.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную особой чистоты по ГОСТ 11125 или ГОСТ 4461, перегнанную, разбавленную 1:1;

- кислоту серную по ГОСТ 4204, разбавленную 1:3 и 1:10, растворы молярной концентрации 0,5 и 3 моль/дм³;
- кислоту соляную особой чистоты по ГОСТ 14261, плотностью 1,19 г/см³, разбавленную 1:1, раствор молярной концентрации 9 моль/дм³;
- калий йодистый по ГОСТ 4232;
- углерод четыреххлористый по ГОСТ 20288, перегнанный;
- спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300;
- аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765, раствор 10 г/дм³ в растворе серной кислоты 3 моль/дм³;
- гидразин сернокислый по ГОСТ 5841, раствор массовой концентрации 5 г/дм³;
- квасцы железоаммонийные по [6], раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- натрий углекислый 10-водный по ГОСТ 84, насыщенный раствор;
- натрия гидроокись по ГОСТ 4328, раствор молярной концентрации 1 моль/дм³;
- калий марганцовокислый по ГОСТ 20490, раствор молярной концентрации 0,06 моль/дм³;
- аммоний хлористый по ГОСТ 3773, раствор массовой концентрации 20 г/дм³;
- титан треххлористый по [7], раствор массовой концентрации 400 г/дм³;
- титан по ГОСТ 19807;
- ангидрид мышьяковистый по ГОСТ 1973;
- фильтры обеззоленные по [3] или аналогичные.

Примечания

- 1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.
- 2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

7.3 Метод измерений

Метод основан на фотометрировании окрашенного мышьяково-молибденового комплекса. Мышьяк предварительно выделяют аммиаком осаждением его совместно с гидроксидом железа и последующей экстракцией мышьяка четыреххлористым углеродом.

7.4 Подготовка к выполнению измерений

7.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации мышьяка 0,1 мг/см³ навеску мышьяковистого ангидрида массой 0,0266 г помещают в мерную колбу вместимостью 200 см³, приливают 2 см³ раствора гидроокиси натрия и 50 см³ воды, перемешивают до растворения навески. После этого добавляют 3 см³ раствора серной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/дм³, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации мышьяка 0,01 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доливают водой до метки и перемешивают.

7.4.2 Построение градуировочного графика

В семь мерных колб вместимостью 50 см³ каждая помещают 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; и 3,0 см³ раствора Б, что соответствует 0,00; 0,005; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025 и 0,030 мг мышьяка. В каждую колбу приливают по 40 см³ воды и продолжают, как указано в 7.5. Раствором сравнения служит раствор, не содержащий мышьяка.

По полученным значениям оптических плотностей и соответствующим массовым долям мышьяка строят градуировочный график в прямоугольных координатах.

7.4.3 Приготовление раствора соляной кислоты молярной концентрации 9 моль/дм³

При приготовлении раствора соляной кислоты молярной концентрации 9 моль/дм³ кислоту очищают от мышьяка: 10 г йодистого калия растворяют в 500 см³ соляной кислоты, переносят раствор в делительную воронку вместимостью 1000 см³, приливают 25 см³ четыреххлористого углерода, встряхивают в течение 2 мин. Органический слой после отстаивания отбрасывают. Затем к раствору в делительной воронке приливают 25 см³ четыреххлористого углерода и встряхивают 2 мин. Органический слой отбрасывают. Очистку кислоты проводят перед применением.

7.4.4 Приготовление раствора молибденовокислого аммония массовой концентрации 10 г/дм³

При приготовлении раствора молибденовокислого аммония массовой концентрации 10 г/дм³ реактив перед применением дважды перекристаллизовывают из спиртового раствора: навеску соли массой 70 г помещают в коническую колбу вместимостью 750 см³, приливают 400 см³ горячей воды и дважды фильтруют через плотный фильтр. К фильтрату приливают 250 см³ этилового спирта и выдерживают в течение 1 ч при комнатной температуре, после чего кристаллы отсасывают на воронке Бюхнера. Полученный молибденовокислый аммоний растворяют и снова перекристаллизовывают. Кристаллы вновь отсасывают на воронке Бюхнера, промывают 2 – 3 раза этиловым спиртом порциями от 20 до 30 см³, после чего кристаллы высушивают на воздухе.

7.4.5 При приготовлении раствора молибдатного гидразина 50 см³ раствора молибденовокислого аммония помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, приливают 5 см³ раствора гидразина, доливают водой до метки и перемешивают. Раствор используют свежеприготовленным.

7.4.6 При приготовлении раствора железозаммонийных квасцов навеску соли массой 10 г помещают в стакан вместимостью 250 см³, приливают 5 см³ азотной кислоты и 70 см³ воды. Раствор нагревают до растворения навески, охлаждают и фильтруют через фильтр средней плотности. Фильтр отбрасывают, а фильтрат разбавляют водой до объема 100 см³.

7.4.7 При приготовлении раствора сернокислого титана 2,0 г титана помещают в колбу Кьельдаля вместимостью 100 см³ с обратным холодильником, приливают 40 см³ серной кислоты, разбавленной 1:3. После растворения приливают серную кислоту, разбавленную 1:10, до объема 100 см³. Раствор хранят в атмосфере углекислого газа.

7.5 Выполнение измерений

Навеску меди массой, указанной в таблице 6, помещают в стакан вместимостью 400 см³ или коническую колбу вместимостью 500 см³, приливают азотную кислоту, разбавленную 1:1, в количестве, указанном в таблице 6. Нагревают до растворения навески и удаления оксидов азота.

Таблица 6

Массовая доля мышьяка, %	Масса навески, г	Объем азотной кислоты, см ³
От 0,0001 до 0,0003 включ.	5,00	50
Св. 0,0003 » 0,0005 »	2,00	30
» 0,0005 » 0,001 »	1,00	20
» 0,001 » 0,006 »	0,50	15

К полученному раствору приливают 100 см³ воды, 1 см³ раствора железозаммонийных квасцов, нагревают до температуры от 60 °С до 70 °С и осаждают мышьяк и гидроксид железа раствором углекислого натрия. Раствор с осадком доводят до кипения и оставляют при температуре от 40 °С до 50 °С на 20 мин до коагуляции осадка.

Осадок фильтруют на фильтр средней плотности и промывают 3 – 4 раза раствором хлористого аммония. Затем осадок растворяют на фильтре в 25 см³ соляной кислоты, разбавленной 1:1, промывают фильтр 2 – 3 раза горячей водой. К фильтрату приливают 100 см³ воды, нагревают до температуры от 60 °С до 70 °С и вновь осаждают мышьяк и гидроксид железа. Осадок фильтруют через тот же фильтр и промывают 3 – 4 раза горячей водой.

Растворяют осадок на фильтре в 25 см³ соляной кислоты, разбавленной 1:1, собирая фильтрат в стакан, в котором велось осаждение. Фильтр промывают 3 – 4 раза горячей водой и отбрасывают.

В фильтрате восстанавливают железо и мышьяк, прибавляя по каплям раствор сернокислого или хлористого титана до обесцвечивания раствора и затем еще 1–2 капли.

Раствор помещают в делительную воронку вместимостью 250 см³, приливают трехкратный объем очищенной соляной кислоты, добавляют 30 см³ четыреххлористого углерода и экстрагируют в течение 2 мин. После отстаивания органический слой сливают в другую делительную воронку, а в первую добавляют еще 15 см³ четыреххлористого углерода и повторяют экстракцию.

Объединенные органические экстракты промывают 20 см³ соляной кислоты молярной концентрации 9 моль/дм³ в течение 20 с, затем к органическому слою приливают 15 см³ воды и проводят раз-

стракцию мышьяка в течение 2 мин. Отделяют органический слой и повторяют экстракцию в тех же условиях.

Водные слои сливают в мерную колбу вместимостью 50 см³, приливают по каплям раствор марганцовокислого калия до получения устойчивой розовой окраски, которую затем разрушают, приливая по каплям раствор гидразина. В колбу добавляют 4 см³ свежеприготовленного гидразин-молибденового раствора и помещают колбу в кипящую водяную баню на 15 мин.

Затем раствор охлаждают и доливают водой до метки. Измеряют оптимальную плотность на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны 610 нм в кювете с оптимальной толщиной слоя. В качестве раствора сравнения используют воду.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу мышьяка в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

7.6 Обработка результатов измерений

7.6.1 Массовую долю мышьяка X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) 100}{m 1000}, \quad (4)$$

где m_1 — масса мышьяка, найденная по градуировочному графику, мг;

m_2 — масса мышьяка, полученная по результатам холостого опыта, мг;

m — масса навески меди, г.

7.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 5.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

7.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 5. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

8 Фотометрический метод измерений массовой доли кремния

8.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли кремния соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 7 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 7.

Т а б л и ц а 7 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли кремния при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли кремния	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости r ($n = 2$)	воспроизводимости R
От 0,0005 до 0,0010 включ.	0,0002	0,0002	0,0003
Св. 0,0010 » 0,0020 »	0,0006	0,0005	0,0008
» 0,0020 » 0,0050 »	0,0007	0,0008	0,0010

8.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны от 750 до 800 нм;
- установку для электролиза;
- электроды платиновые сетчатые по ГОСТ 6563;
- pH-метр;
- стекло часовое;
- чаши и тигли платиновые по ГОСТ 6563;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- стаканы Н-1-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы мерные 2-50-2, 2-100-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную особой чистоты по ГОСТ 11125, разбавленную 2:1, 1:1;
- кислоту серную по ГОСТ 4204, разбавленную 1:1;
- аммиак водный по ГОСТ 3760;
- кислоту лимонную по ГОСТ 3652, раствор массовой концентрации 500 г/дм³;
- аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765, дважды перекристаллизованный; раствор массовой концентрации 100 г/дм³, содержащий 25 см³ аммиака в 500 см³;
- олово двухлористое по [8], раствор массовой концентрации 10 г/дм³ в соляной кислоте, разбавленной 1:1;
- натрий углекислый по ГОСТ 84;
- кремния (IV) оксид по ГОСТ 9428, прокаленный при 1000 °С до постоянной массы;
- бумагу индикаторную универсальную по [9].

Примечания

1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам, при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

8.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности при длине волны от 750 до 800 нм окрашенного синего комплекса кремния с молибденовокислым аммонием.

8.4 Подготовка к выполнению измерений

8.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации кремния 0,04 мг/см³ навеску диоксида кремния массой 0,0856 г помещают в платиновый тигель и сплавляют с 1,0 г углекислого натрия при температуре от 900 °С до 1000 °С. Сплав выщелачивают горячей водой, охлаждают, помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации кремния 0,004 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доливают водой до метки. Раствор готовят перед применением, хранят в посуде из полиэтилена.

8.4.2 Построение градуировочного графика

В шесть мерных колб вместимостью 50 см³ каждая помещают 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 и 10 см³ раствора Б, что соответствует 0,0; 0,002; 0,004; 0,008; 0,020 и 0,040 мг кремния. В каждую колбу приливают от 15 до 20 см³ воды и нейтрализуют аммиаком или азотной кислотой до pH от 1,2 до 1,4 (по индикаторной бумаге или на pH-метре). Затем приливают 2 см³ раствора лимонной кислоты и дают растворам постоять еще 5 мин. После этого в колбы приливают по 5 см³ раствора молибденовокислого аммония, по 0,2 см³ раствора двухлористого олова, доливают водой до метки и перемешивают.

Измеряют оптическую плотность раствора на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны от 750 до 800 нм в кювете с оптимальной толщиной слоя. Раствором сравнения служит раствор холостого опыта.

По полученным значениям оптической плотности и соответствующим им концентрациям кремния строят градуировочный график.

8.5 Выполнение измерений

8.5.1 Навеску меди массой 2,0000 г (при массовой доле кремния до 0,002 %) или 0,5000 г (при массовой доле кремния свыше 0,002 %) помещают в стакан вместимостью 250 см³, приливают 20 см³ азотной кислоты, разбавленной 1:1, и 5 см³ серной кислоты, разбавленной 1:1, накрывают стакан стеклом и оставляют без нагревания до прекращения выделения оксидов азота. Стекло снимают, обмывают его водой над стаканом и нагревают раствор до растворения навески. Затем приливают от 150 до 180 см³ воды, нагревают раствор до температуры 40 °С, погружают в раствор сетчатые платиновые электроды и проводят электролиз в течение 2—2,5 ч при плотности тока от 2 до 3 А/дм², напряжении от 2,2 до 2,5 В при перемешивании.

Когда раствор обесцветится, электроды вынимают, промывают водой, а электролит упаривают до объема от 10 до 15 см³. Охлаждают, добавляют воду до объема 20 см³ и нейтрализуют аммиаком или азотной кислотой, разбавленной 2:1, до значения pH от 1,2 до 1,4 (по индикаторной бумаге или на pH-метре). Приливают 2 см³ лимонной кислоты и дают постоять 5 мин. Раствор переводят в мерную колбу вместимостью 50 см³, приливают 5 см³ раствора молибденовокислого аммония, 0,2 см³ раствора двухлористого олова, доливают водой до метки и перемешивают.

Измеряют оптическую плотность раствора на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны от 750 до 800 нм в кювете с оптимальной толщиной слоя. Раствором сравнения служит раствор холостого опыта.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу кремния в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

8.6 Обработка результатов измерений

8.6.1 Массовую долю кремния X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (5)$$

где m_1 — масса кремния, найденная по градуировочному графику, мг;

m — масса навески меди, г.

8.6.2 За результат измерений принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 7.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

8.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 7. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднее арифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

9 Экстракционно-фотометрический метод измерений массовой доли никеля

9.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли никеля соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 8 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 8.

Таблица 8 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли никеля при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли никеля	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости $r (n = 2)$	воспроизводимости R
От 0,00010 до 0,00020 включ.	0,00006	0,00007	0,00009
Св. 0,0002 » 0,0005 »	0,0001	0,0001	0,0002
» 0,0005 » 0,0010 »	0,0002	0,0002	0,0003
» 0,0010 » 0,0020 »	0,0004	0,0004	0,0006
» 0,0020 » 0,0050 »	0,0007	0,0008	0,0010

9.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны от 520 до 540 нм;
- установку для электролиза;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С или аналогичную;
- электроды платиновые сетчатые по ГОСТ 6563;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- колбы мерные 2-50-2, 2-100-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770;
- стаканы В-1-100 ТХС, В-1-400 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы конические Кн-2-1000-29/32 ТХС по ГОСТ 25336;
- воронки делительные ВД-1-50 ХС, ВД-1-100 ХС по ГОСТ 25336;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461;
- кислоту серную по ГОСТ 4204, разбавленную 1:1;
- кислоту соляную по ГОСТ 3118 и раствор массовой концентрации 0,5 моль/дм³;
- аммиак водный по ГОСТ 3760, разбавленный 2:98;
- натрия гидроокись по ГОСТ 4328, раствор молярной концентрации 40 моль/дм³;
- диметилглиоксим по ГОСТ 5828, раствор массовой концентрации 10 г/дм³ в этиловом спирте и такой же в растворе гидроокиси натрия;
- спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300;
- аммоний надсернистый по ГОСТ 20478, раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- хлороформ по ГОСТ 20015;
- гидроксиламина гидрохлорид по ГОСТ 5456, раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- натрий лимоннокислый трехзамещенный по ГОСТ 22280, раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- триэтаноламин по [10], раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- калий-натрий виннокислый по ГОСТ 5845, раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- аммоний хлористый по ГОСТ 3773, раствор массовой концентрации 60 г/дм³;
- соль диатриэвую этилендиамин-N, N, N', N'-тетрауксусной кислоты, 2-водную (трилон Б) по ГОСТ 10652, раствор молярной концентрации 0,05 моль/дм³;
- фенолфталеин по [11], раствор массовой концентрации 0,10 г/дм³ в этиловом спирте;
- водорода пероксид по ГОСТ 10929;
- никель первичный по ГОСТ 849;
- никель (II) сернокислый по ГОСТ 4465.

Примечания

- 1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.
- 2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

9.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности окрашенного комплексного соединения никеля с диметилглиоксимом при длине волны от 520 до 540 нм. Медь предварительно отделяют электролизом.

9.4 Подготовка к выполнению измерений

9.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации никеля 0,1 мг/см³ навеску металлического никеля массой 0,1000 г помещают в коническую колбу вместимостью 1000 см³, приливают от 5 до 10 см³ соляной кислоты с добавлением 2 — 3 см³ пероксида водорода. После растворения навески раствор охлаждают и приливают от 5 до 7 см³ серной кислоты, разбавленной 1:1, раствор выпаривают до появления густых белых паров серной кислоты. Раствор охлаждают, приливают от 100 до 120 см³ воды, нагревают до растворения солей и снова охлаждают. Помещают раствор в мерную колбу вместимостью 1000 см³, доливают водой до метки и перемешивают.

Такой же раствор может быть приготовлен из сернокислого никеля: навеску соли массой 0,4784 г помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, приливают от 100 до 200 см³ воды, 1 см³ серной кислоты, перемешивают до растворения навески, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации никеля 0,01 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, приливают 1 см³ серной кислоты, разбавленной 1:1, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора В массовой концентрации никеля 0,002 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора Б помещают в мерную колбу вместимостью 50 см³, приливают 0,5 см³ серной кислоты, разбавленной 1:1, доливают водой до метки и перемешивают.

9.4.2 При приготовлении смеси кислот для растворения смешивают 500 см³ серной кислоты с 1250 см³ воды, после охлаждения добавляют 350 см³ азотной кислоты и перемешивают.

9.4.3 Построение градуировочного графика

В шесть мерных колб вместимостью 50 см³ каждая помещают 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 6,0 см³ раствора В, что соответствует 0,0; 0,002; 0,004; 0,006; 0,008 и 0,012 мг никеля. В каждую колбу приливают воду до объема 10 см³, затем последовательно приливают 2 см³ раствора виннокислого калия-натрия, 5 см³ раствора гидроксида натрия, 5 см³ раствора диметилглиоксима в растворе гидроксида натрия и после прибавления каждого реактива перемешивают. Через 5—7 мин приливают 5 см³ раствора трилона Б и 5 см³ раствора хлористого аммония, доливают водой до метки и перемешивают.

Измеряют оптическую плотность раствора через 7—10 мин на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны от 520 до 540 нм в кювете с оптимальной толщиной слоя. Раствором сравнения служит вода.

По полученным значениям оптической плотности и соответствующим им концентрациям никеля строят градуировочный график.

9.5 Выполнение измерений

9.5.1 Навеску меди массой 2,0000 г помещают в мерный стакан вместимостью 400 см³, приливают от 20 до 25 см³ смеси кислот для растворения и нагревают до растворения навески и удаления оксидов азота. Раствор охлаждают, приливают от 150 до 160 см³ воды, помещают в стакан сетчатые платиновые электроды и проводят электролиз при силе тока от 2 до 2,5 А и напряжении от 2 до 2,5 В. По окончании электролиза электроды вынимают из раствора и промывают спиртом (из расчета 10 см³ спирта на одно определение), затем водой.

Электролит упаривают при нагревании до объема от 50 до 70 см³ и после охлаждения помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доливают до метки водой.

В зависимости от массовой доли никеля в меди отбирают аликвоту 5, 10, 20 см³. Помещают ее в делительную воронку вместимостью 100 см³, разбавляют водой до объема 50 см³ и приливают 1 см³ раствора триэтанолamina, 5 см³ раствора лимоннокислого натрия, 2 см³ раствора солянокислого ги-

дросилиамина и перемешивают раствор. Затем приливают 2—3 капли раствора фенолфталеина и нейтрализуют аммиаком до появления розовой окраски и затем еще 2—3 капли аммиака.

В делительную воронку приливают 10 см³ спиртового раствора диметилглиоксима, через 2—3 мин 10 см³ хлороформа и экстрагируют в течение 1 мин. Органический слой сливают в другую делительную воронку вместимостью 50 см³, а к водному слою приливают еще 5 см³ хлороформа и повторяют экстракцию. Экстракт присоединяют к первой порции, а водный слой отбрасывают.

К объединенным экстрактам добавляют 15 см³ аммиака, разбавленного 2:98, и экстрагируют в течение 1 мин. Водный слой отбрасывают, а к органическому слою приливают 15 см³ раствора аммиака и экстракцию повторяют. Водный слой снова отбрасывают.

Для извлечения никеля из хлороформного экстракта в делительную воронку приливают 15 см³ раствора соляной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/дм³ и энергично встряхивают в течение 1 мин. Органический слой сливают в другую делительную воронку вместимостью 50 см³ и повторяют экстракцию с 15 см³ раствора соляной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/дм³. Органический слой отбрасывают, а солянокислый сливают в стакан вместимостью 100 см³ и выпаривают до сухих солей.

К сухому остатку приливают от 1 до 2 см³ смеси азотной и соляной кислот (1:3) и снова выпаривают до густых солей. Затем добавляют 1 см³ соляной кислоты и выпаривают досуха. К сухому остатку приливают от 0,5 до 1 см³ соляной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/дм³, приливают от 8 до 10 см³ воды и переносят раствор в мерную колбу вместимостью 50 см³.

К раствору в колбе приливают последовательно, перемешивая после добавления каждого реактива, по 2 см³ раствора виннокислого калия-натрия, 5 см³ раствора надсернистого аммония и далее продолжают измерение, как описано в 9.4.3.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу никеля в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

9.6 Обработка результатов измерений

9.6.1 Массовую долю никеля X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) 100}{m 1000}, \quad (6)$$

где m_1 — масса никеля, найденная по градуировочному графику, мг;

m_2 — масса никеля, полученная по результатам холостого опыта, мг;

m — масса навески меди, г.

9.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 8.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

9.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 8. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

10 Спектрофотометрический метод измерений массовой доли селена

10.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли селена соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 9 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 9.

Т а б л и ц а 9 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли селена при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли селена	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости $r (n = 2)$	воспроизводимости R
От 0,00010 до 0,00020 включ.	0,00006	0,00005	0,00007
Св. 0,0002 » 0,0005 »	0,0001	0,0001	0,0002
» 0,0005 » 0,0010 »	0,0002	0,0002	0,0003
» 0,0010 » 0,0020 »	0,0004	0,0003	0,0005
» 0,0020 » 0,0040 »	0,0005	0,0004	0,0007
» 0,0040 » 0,0100 »	0,0007	0,0008	0,0010

10.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны 335 нм;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
- баню водяную;
- стекло часовое;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- колбы мерные 2-100-2, 2-500-2 по ГОСТ 1770;
- колбы конические Кн-2-100 ТХС, Кн-2-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- воронки делительные ВД-1-100 ХС по ГОСТ 25336;
- бюретки I-1-2-25-0,05 по ГОСТ 29251;
- стаканы В-1-100 ТХС, В-1-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту серную по ГОСТ 4204, разбавленную 1:1;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461, разбавленную 1:1;
- кислоту соляную по ГОСТ 3118;
- аммиак водный по ГОСТ 3760;
- кислоту ортофосфорную по ГОСТ 6552;
- кислоту муравьиную по ГОСТ 5848;
- соль динатриевую этилендиамин-N, N, N', N'-тетрауксусной кислоты 2-водную (трилон Б) по ГОСТ 10652, раствор молярной концентрации 0,1 моль/дм³;
- бензол по ГОСТ 5955;
- толуол по ГОСТ 5789;
- орто-фенилендиамин солянокислый по [12], раствор массовой концентрации 10 г/дм³ (использовать свежеприготовленным). Допускается использование реактива квалификации ниже ч.д.а.;
- селен технический по ГОСТ 10298;
- бумагу индикаторную универсальную по [9].

П р и м е ч а н и я

1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

10.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности комплексного соединения селена с *орто*-фенилендиаминном, экстрагируемого бензолом или толуолом. Мешающее влияние меди устраняют прибавлением избытка реагента, железа — фосфорной кислотой, висмута — трилоном Б.

10.4 Подготовка к выполнению измерений

10.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации селена 0,1 мг/см³ навеску селена массой 0,0500 г помещают в стакан вместимостью 100 см³, приливают от 7 до 10 см³ азотной кислоты, растворяют селен при нагревании на водяной бане, приливают 10 см³ соляной кислоты. К раствору приливают от 15 до 20 см³ воды, охлаждают и переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, приливают от 15 до 20 см³ соляной кислоты, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации селена 0,001 мг/см³ аликвоту 5 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 500 см³, приливают 5 см³ соляной кислоты, доливают водой до метки и перемешивают.

10.4.2 Построение градуировочного графика

В девять конических колб вместимостью 100 см³ каждая помещают 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0 и 15,0 см³ раствора Б, что соответствует 0; 0,0005; 0,0010; 0,0020; 0,0030; 0,0050; 0,0070; 0,0100 и 0,0150 мг селена. Растворы разбавляют водой до объема от 30 до 35 см³, приливают 1 см³ муравьиной кислоты, 5 см³ ортофосфорной кислоты, 0,5 см³ раствора трилона Б и затем по каплям аммиак до pH 1 (по универсальной индикаторной бумаге). После этого приливают 3 см³ раствора *орто*-фенилендиамина и оставляют на 20—25 мин.

Полученный раствор помещают в делительную воронку вместимостью 100 см³, приливают из бюретки 5 см³ бензола или толуола и экстрагируют в течение 2 мин. Экстракт сливают в сухой стакан и измеряют его оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 335 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

Раствором сравнения служит бензол (толуол).

По полученным значениям оптических плотностей и соответствующим им концентрациям селена строят градуировочный график.

10.5 Выполнение измерений

Две навески меди массой от 1,0000 до 2,0000 г в соответствии с таблицей 10 помещают в стаканы вместимостью 250 см³. В один стакан вводят добавку раствора селена с массовой концентрацией 0,1 мг/см³, объем которого выбирают таким образом, чтобы аналитический сигнал компонента увеличился от 2 до 3 раз по сравнению с данным аналитическим сигналом в отсутствии добавки.

Таблица 10

Массовая доля селена, %	Масса навески, г	Объем серной кислоты, см ³	Вместимость мерной колбы, см ³	Объем аликвоты раствора, см ³
До 0,001 включительно Св. 0,001	1,0000 2,0000	10 20	— 100	Весь раствор 10—20

В стаканы приливают от 20 до 25 см³ азотной кислоты, разбавленной 1:1, и оставляют без нагревания на 5—10 мин. Затем раствор нагревают и выпаривают до объема от 4 до 5 см³. Охлаждают, приливают от 10 до 20 см³ серной кислоты, разбавленной 1:1, и нагревают до выделения паров серной кислоты. Раствор охлаждают, приливают от 5 до 10 см³ воды и снова выпаривают до появления паров кислоты. После охлаждения приливают от 20 до 40 см³ воды, накрывают стакан стеклом и нагревают до кипения. Раствор охлаждают и в зависимости от взятой навески помещают его в коническую или мерную колбу вместимостью 100 см³. Раствор в мерной колбе разбавляют водой до метки и перемешивают.

Весь раствор или аликвоту раствора в соответствии с таблицей 10 объемом от 10 до 20 см³ переносят в коническую колбу вместимостью 100 см³, разбавляют водой так, чтобы конечный объем не превышал 30—35 см³, приливают 1 см³ муравьиной кислоты, 5 см³ ортофосфорной кислоты, 0,5 см³ раствора трилона Б, затем по каплям аммиак до pH 1, 3 см³ *орто*-фенилендиамина и оставляют на 20—25 мин.

Затем раствор переливают в делительную воронку, приливают из бюретки 5 см³ бензола или толуола и экстрагируют в течение 2 мин. Экстракт сливают в сухой стакан и измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 335 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Раствором сравнения служит бензол (толуол).

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу селена в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

10.6 Обработка результатов измерений

10.6.1 Массовую долю селена $X\%$, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 V 100}{m V_1 1000}, \quad (7)$$

где m_1 — масса селена, найденная по градуировочному графику, мг;

V — вместимость мерной колбы, см³;

V_1 — объем аликвоты раствора, см³;

m — масса навески меди, г.

10.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 9.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

10.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 9. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

11 Экстракционно-фотометрический метод измерений массовой доли сурьмы

11.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли сурьмы соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 11 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 11.

Т а б л и ц а 11 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли сурьмы при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли сурьмы	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости r ($n = 2$)	воспроизводимости R
От 0,0003 до 0,0005 включ.	0,0001	0,0001	0,0002
Св. 0,0005 » 0,0010 »	0,0002	0,0002	0,0003
» 0,0010 » 0,0030 »	0,0004	0,0004	0,0006
» 0,003 » 0,010 »	0,001	0,001	0,002

11.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотоколориметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны 590 нм;
- плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
- стекло часовое;
- весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
- колбы мерные 2-50-2, 2-100-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770;
- стаканы В-1-50 ТХС, В-1-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- колбы конические Кн-2-250 ТХС по ГОСТ 25336;
- воронки для фильтрования лабораторные по ГОСТ 25336;
- воронки делительные ВД-3-100 ХС по ГОСТ 25336;
- пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227;
- дефлегматор по ГОСТ 25336.

При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:

- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461, разбавленную 3:97;
- кислоту соляную по ГОСТ 3118, разбавленную 3:1, 7:3;
- кислоту серную по ГОСТ 4204 и разбавленную 1:10;
- аммоний азотнокислый по ГОСТ 22867, раствор массовой концентрации 150 г/дм³;
- индикатор бриллиантовый зеленый [13], водно-спиртовой раствор массовой концентрации 5 г/дм³;
- порошок железный по ГОСТ 9849, раствор массовой концентрации 15 г/дм³ в соляной кислоте, разбавленной 1:10;
- карбамид по ГОСТ 6691, насыщенный раствор;
- натрий азотистокислый по ГОСТ 4197, раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- олово двухлористое по [8], раствор массовой концентрации 100 г/дм³ в соляной кислоте, разбавленной 1:1;
- олово по ГОСТ 860;
- толуол по ГОСТ 5789 (перегнаный) или бензол по ГОСТ 5955;
- спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300;
- сурьму по ГОСТ 1089;
- фильтры обеззоленные по [3] или аналогичные;
- бумагу фильтровальную по ГОСТ 12026.

Примечания

1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

11.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности при длине волны 590 нм окрашенного хлоридного комплекса сурьмы (V) с бриллиантовым зеленым после отделения сурьмы соосаждением с металоановой кислотой, окислении сурьмы (III) азотистокислым натрием и экстракции комплекса толуолом (бензолом).

11.4 Подготовка к выполнению измерений

11.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации сурьмы 0,1 мг/см³ навеску сурьмы массой 0,1000 г помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³, приливают 20 см³ серной кислоты, разбавленной 1:10, и нагревают до растворения навески. После охлаждения раствор помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, снабженную дефлегматором. Приливают 200 см³ соляной кислоты, разбавленной 7:3, и нагревают до растворения навески. После охлаждения раствор упаривают до объема от 5 до 10 см³, помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и доливают до метки серной кислотой, разбавленной 1:10.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации сурьмы 0,01 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доливают до метки серной кислотой, разбавленной 1:10. Раствор используют свежеприготовленным.

При приготовлении раствора В массовой концентрации сурьмы 0,002 мг/см³ аликвоту 20 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доливают до метки серной кислотой, разбавленной 1:10. Раствор используют свежеприготовленным.

11.4.2 При приготовлении водно-спиртового раствора бриллиантового зеленого индикатора массовой концентрации 5 г/дм³ 0,5 г индикатора растворяют в 100 см³ смеси спирта с водой в соотношении 1:3.

11.4.3 При приготовлении насыщенного раствора карбамида 50 г карбамида растворяют при нагревании в 50 см³ воды, затем раствор фильтруют.

Раствор применяют свежеприготовленным.

11.4.4 Построение градуировочного графика

В семь стаканов из восьми вместимостью 50 см³ каждый помещают 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 см³ раствора В и 2,0 и 3,0 см³ раствора Б, что соответствует 0,002; 0,004; 0,006; 0,008; 0,010; 0,020; 0,030 мг сурьмы. Растворы выпаривают до влажных солей, охлаждают, приливают 10 см³ соляной кислоты, разбавленной 3:1, нагревают до растворения солей, охлаждают, приливают три капли раствора хлорного железа, раствор двухлористого олова до восстановления железа, 1 см³ раствора азотистокислого натрия и оставляют на 5 мин. Обмывают стенки стакана водой и приливают 1 см³ раствора карбамида. Переносят растворы в делительные воронки вместимостью 100 см³, доливают водой до объема 75 см³, приливают от 1 до 2 см³ раствора бриллиантового зеленого, 10 см³ толуола или бензола и экстрагируют в течение 1 мин. Толуольный (бензольный) слой отделяют и через 15—20 мин измеряют оптическую плотность экстракта на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны 590 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Раствором сравнения служит толуол (бензол).

По полученным значениям оптических плотностей и соответствующим им концентрациям сурьмы строят градуировочный график.

11.5 Выполнение измерений

Навеску меди массой 2,0000 г помещают в стакан (коническую колбу) вместимостью 250 см³, добавляют от 0,01 до 0,02 г олова, приливают от 20 до 25 см³ азотной кислоты, накрывают стакан или колбу стеклом и нагревают до растворения навески. Стекло снимают, обмывают водой над стаканом (колбой) и упаривают раствор до объема от 5 до 7 см³. Затем приливают от 100 до 120 см³ горячей воды, от 20 до 25 см³ раствора азотнокислого аммония, добавляют немного фильтробумажной массы и кипятят от 10 до 20 мин. Оставляют раствор с осадком в теплом месте плиты от 2 до 2,5 ч.

После этого фильтруют раствор через фильтр, в конус которого вложено немного фильтробумажной массы. Колбу и фильтр промывают от 10 до 15 раз горячей азотной кислотой, разбавленной 3:97.

Фильтр с осадком помещают в стакан или колбу, в которой проводили осаждение, приливают 20 см³ азотной кислоты и 10 см³ серной кислоты, разбавленной 1:10, накрывают покрывным стеклом и нагревают до удаления оксидов азота. Стекло снимают, обмывают его водой над стаканом (колбой) и выпаривают раствор до появления густых паров серной кислоты. Если в этот момент раствор темнеет, то добавляют азотнокислый аммоний до обесцвечивания раствора.

Охлаждают, помещают раствор в мерную колбу вместимостью 50 см³, доливают до метки серной кислотой, разбавленной 1:10, и перемешивают.

Отбирают аликвоту 25 см³ и помещают ее в стакан вместимостью 50 см³. Упаривают при нагревании до влажных солей, приливают 10 см³ соляной кислоты, разбавленной 3:1, и нагревают до растворения солей. Далее продолжают, как указано в 11.4.4.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу сурьмы в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

11.6 Обработка результатов измерений

11.6.1 Массовую долю сурьмы X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 V_{100}}{m V_1 1000}, \quad (8)$$

где m_1 — масса сурьмы, найденная по градуировочному графику, мг;

V — вместимость мерной колбы, см³;

m — масса навески меди, г;

V_1 — объем аликвоты раствора, см³.

11.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 11.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

11.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 11. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

12 Экстракционно-фотометрический метод измерений массовой доли фосфора

12.1 Характеристики показателей точности измерений

Показатели точности измерений массовой доли фосфора соответствуют характеристикам, приведенным в таблице 12 (при $P = 0,95$).

Значения пределов повторяемости и воспроизводимости измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблице 12.

Т а б л и ц а 12 — Значения показателя точности, пределов повторяемости и воспроизводимости измерений массовой доли фосфора при доверительной вероятности $P = 0,95$

В процентах

Диапазон измерений массовой доли фосфора	Показатель точности $\pm \Delta$	Пределы (абсолютные значения)	
		повторяемости r ($n = 2$)	воспроизводимости R
От 0,00010 до 0,00030 включ.	0,00007	0,00008	0,00010
Св. 0,0003 » 0,0006 »	0,0002	0,0002	0,0003
» 0,0006 » 0,0012 »	0,0004	0,0004	0,0005
» 0,0012 » 0,0030 »	0,0006	0,0006	0,0008
» 0,003 » 0,006 »	0,001	0,001	0,002

12.2 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, растворы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- спектрофотометр или фотокolorиметр со всеми принадлежностями, обеспечивающий проведение измерений при длине волны от 620 до 630 нм или 720 нм;
 - плиту нагревательную по [1], обеспечивающую температуру нагрева до 400 °С, или аналогичную;
 - весы лабораторные специального класса точности по ГОСТ 24104;
 - стаканы В-1-100 ТХС или Н-1-100 ТХС, В-1-250 ТХС по ГОСТ 25336;
 - колбы мерные 2-25-2, 2-100-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770;
 - воронки делительные ВД-1-50 ХС, ВД-1-100 ХС, ВД-1-150 ХС по ГОСТ 25336;
 - пипетки не ниже 2-го класса точности по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227;
 - чашки из стеклоглиерода по [14].
- При выполнении измерений применяют следующие материалы и растворы:
- воду дистиллированную по ГОСТ 6709;
 - кислоту азотную по ГОСТ 4461 или кислоту азотную особой чистоты по ГОСТ 11125, разбавленную 2:1;
 - кислоту соляную по ГОСТ 3118 и разбавленную 1:9;
 - кислоту серную по ГОСТ 4204, раствор молярной концентрации 0,5 моль/дм³;
 - глицерин по ГОСТ 6259;

- олово двухлористое по [8], раствор массовой концентрации 100 г/дм³ в глицерине, раствор массовой концентрации 40 г/дм³ в соляной кислоте, разбавленной 1:9;
- калий марганцевоокислый по ГОСТ 20490, раствор массовой концентрации 50 г/дм³;
- бутанол-1 по ГОСТ 6006, перегнанный при температуре 118 °С;
- хлороформ по ГОСТ 20015, перегнанный;
- смесь для экстракции: 30 см³ бутанола-1 смешивают с 70 см³ хлороформа;
- медь по ГОСТ 859;
- натрий фосфорнокислый двузамещенный по ГОСТ 11773, высушенный до постоянной массы при температуре от 102 °С до 105 °С;
- калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198, высушенный до постоянной массы при температуре от 102 °С до 105 °С;
- аммиак водный по ГОСТ 3760;
- аммоний молибденовокислый по ГОСТ 3765 (перекристаллизованный), раствор массовой концентрации 100 г/дм³;
- смесь восстановительную;
- бумагу индикаторную универсальную по [9].

Примечания

- 1 Допускается применение других средств измерений утвержденных типов, вспомогательных устройств и материалов, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным выше.
- 2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другим нормативным документам при условии обеспечения ими метрологических характеристик результатов измерений, приведенных в настоящем стандарте.

12.3 Метод измерений

Метод основан на измерении оптической плотности при длине волны от 620 до 630 нм или 720 нм окрашенного комплексного соединения молибдофосфорной гетерополиокислоты после избирательной экстракции смесью бутанола с хлороформом.

12.4 Подготовка к выполнению измерений

12.4.1 Приготовление растворов для построения градуировочного графика

При приготовлении раствора А массовой концентрации фосфора 0,1 мг/см³ навеску двузамещенного фосфорнокислого натрия массой 0,4580 г или однозамещенного фосфорнокислого калия массой 0,4393 г помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, приливают от 100 до 150 см³ воды, доливают водой до метки и перемешивают.

При приготовлении раствора Б массовой концентрации фосфора 0,01 мг/см³ аликвоту 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доливают водой до метки и перемешивают. Раствор готовят в день выполнения измерений.

12.4.2 При приготовлении восстановительной смеси смешивают 50 см³ свежеприготовленного раствора двухлористого олова в соляной кислоте и 450 см³ серной кислоты молярной концентрации 0,5 моль/дм³. Готовят перед применением.

12.4.3 Построение градуировочного графика

В семь делительных воронок вместимостью 50 см³ каждая помещают 0,0; 0,10; 0,20; 0,50; 1,00; 1,5 и 2,0 см³ раствора Б, что соответствует 0,0; 0,001; 0,002; 0,005; 0,010; 0,015 и 0,020 мг фосфора.

В каждую воронку приливают по 3 см³ соляной кислоты, по 7 см³ воды, по 5 см³ раствора молибденовокислого аммония и далее проводят экстракцию, как описано в 12.5.1.

По полученным значениям оптических плотностей и соответствующим им концентрациям фосфора строят градуировочный график.

12.5 Выполнение измерений

12.5.1 Две навески меди массой 1,0000 г помещают в чашки из стеклоуглерода или стаканы (колические колбы) вместимостью 100 см³. В одну чашку или стакан вводят добавку раствора фосфора массовой концентрации фосфора 0,1 мг/см³, объем которого выбирают таким образом, чтобы аналитический сигнал компонента увеличился от 2 до 3 раз по сравнению с данным аналитическим сигналом в отсутствии добавки. Приливают от 0,1 до 0,3 см³ раствора марганцевоокислого калия и 10 см³ азотной кислоты, разбавленной 2:1. Нагревают до растворения навески и затем выпаривают до сухих солей. Остаток

растворяют в 3 см³ соляной кислоты и 7 см³ воды. К полученному раствору добавляют 5 см³ раствора молибденовокислого аммония и выдерживают от 5 до 7 мин.

Затем переводят в делительную воронку вместимостью от 100 до 150 см³, добавляют 20 см³ смеси для экстракции и экстрагируют в течение 2 мин. После разделения слоев органическую фазу помещают в мерную колбу вместимостью 25 см³, приливают одну каплю раствора двухлористого олова, доливают до метки смесью для экстракции и перемешивают.

Измеряют оптическую плотность экстракта на спектрофотометре или фотоколориметре при длине волны от 620 до 630 нм в кювете с толщиной слоя 50 или 30 мм. Раствором сравнения служит смесь для экстракции.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу фосфора в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

12.5.2 Навеску меди массой 1,0000 г помещают в стакан (коническую колбу) вместимостью 250 см³, приливают от 0,1 до 0,3 см³ марганцовокислого калия и 20 см³ смеси кислот для растворения. Нагревают до растворения навески. Охлаждают, приливают от 20 до 30 см³ воды, перемешивают. Помещают в делительную воронку вместимостью от 100 до 150 см³, разбавляют водой до объема 50 см³, нейтрализуют раствором аммиака до pH=5 (по универсальной индикаторной бумаге), приливают 4 см³ прокипяченной азотной кислоты, 5 см³ раствора молибденовокислого аммония, перемешивают и выдерживают 10 мин.

Затем добавляют 10 см³ смеси для экстракции и экстрагируют 2 мин. После расслоения жидкостей органический слой сливают в другую делительную воронку вместимостью 100 см³, а к водному слою добавляют 10 см³ смеси для экстракции и повторяют экстракцию. Органический слой сливают в делительную воронку, в которой находился первый экстракт, а водный слой отбрасывают.

К объединенным экстрактам приливают 20 см³ восстановительной смеси и энергично встряхивают в течение 1 мин. После расслоения водный слой помещают в мерную колбу вместимостью 25 см³ и доливают водой до метки. Органический слой отбрасывают.

Через 5 мин измеряют оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны 720 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Раствором сравнения служит раствор холостого опыта.

Выполнение измерений осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации спектрофотометра или фотоколориметра, массу фосфора в миллиграммах устанавливают по градуировочному графику.

12.6 Обработка результатов измерений

12.6.1 Массовую долю фосфора X , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (9)$$

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

m — масса навески меди, г.

12.6.2 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений при условии, что абсолютная разность между ними в условиях повторяемости не превышает значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$) предела повторяемости r , приведенных в таблице 12.

Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает значение предела повторяемости, выполняют процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (подпункт 5.2.2.1).

12.6.3 Расхождения между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должны превышать значений предела воспроизводимости, приведенных в таблице 12. В этом случае за окончательный результат может быть принято их среднеарифметическое значение. При невыполнении этого условия могут быть использованы процедуры, изложенные в ГОСТ ИСО 5725-6 (пункт 5.3.3).

13 Массовую долю примесей в меди определяют параллельно в двух навесках. Одновременно с проведением измерений в тех же условиях проводят контрольный опыт для внесения соответствующей поправки в результаты измерений. При определении примесей в меди число параллельных определений при контрольном опыте должно соответствовать числу параллельных определений, указанному в методе измерений.

Библиография

- | | |
|--|---|
| [1] Технические условия
ТУ 4389-001-44330709—2008 | Плита нагревательная стеклокерамическая
встраиваемая LOIP LH-304 |
| [2] Фармакопейная статья
ФС 42-2668—95 | Аскорбиновая кислота фармакопейная |
| [3] Технические условия
ТУ 264221-001-05015242—07 ¹⁾ | Фильтры обеззоленные (белая, красная, синяя ленты) |
| [4] Технические условия
ТУ 6-09-364—83 | Калий йоднокислый мета, чистый для анализа, ЧДА |
| [5] Технические условия
ТУ 6-09-07-1689—89 | 1-Нитрозо-2-нафтол. Технические условия |
| [6] Технические условия
ТУ 6-09-5359—87 | Квасцы железоаммонийные, ЧДА |
| [7] Технические условия
ТУ 6-09-01-756—86 | Титан треххлористый |
| [8] Технические условия
ТУ 6-09-5393—88 | Олово двухлористое |
| [9] Технические условия
ТУ 6-09-1181—89 | Бумага индикаторная универсальная для определения
рН 1—10 и 7—14 |
| [10] Технические условия
ТУ 2423-61-05807977—2002 | Триэтаноламин |
| [11] Технические условия
ТУ 6-09-5360—88 | Фенолфталеин |
| [12] Технические условия
ТУ 6-09-05-0512—91 | Орто-фенилендиамин |
| [13] Технические условия
ТУ 6-09-01-4278—88 | Бриллиантовый зеленый, индикатор, ЧДА |
| [14] Технические условия
ТУ 48-20-117—92 | Посуда лабораторная из стеклоглассера марки СУ-2000 |

¹⁾ Действуют только на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: медь высокой чистоты, фотометрический метод измерений, компонент, диапазон измерений, показатель точности, экстракция, делительные воронки, спектрофотометр

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *К.Л. Чубанова*

Сдано в набор 08.04.2016. Подписано в печать 18.04.2016. Формат 60 × 84^{1/8}. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,40. Тираж 34 экз. Зак. 1094.