ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72632— 2026

СПЛАВЫ АЛЮМИНИЕВЫЕ

Определение массовой доли меди, цинка, железа, магния, марганца, никеля, хрома, титана, циркония, бериллия и стронция методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 099 «Алюминий»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 апреля 2026 г. № 410-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СПЛАВЫ АЛЮМИНИЕВЫЕ

Определение массовой доли меди, цинка, железа, магния, марганца, никеля, хрома, титана, циркония, бериллия и стронция методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой

Aluminium alloys. Determination of the mass fraction of copper, zinc, iron, magnesium, manganese, nickel, chromium, titanium, zirconium, beryllium, and strontium by atomic emission spectrometry method with inductively coupled plasma

Дата введения — 2027—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой для определения в пробах алюминиевых сплавов массовой доли:

- меди, цинка — от 0,1 % до 10,0 %;
- железа, магния, марганца, никеля — от 0,1 % до 5,0 %;
- хрома — от 0,01 % до 0,1 %;
- титана, циркония — от 0,01 % до 0,5 %;
- бериллия, стронция — от 0,005 % до 0,1 %.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.315 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.019 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.4.009 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

ГОСТ 12.4.011 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 12.4.021 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 804 Магний первичный в чушках. Технические условия

ГОСТ 849 Никель первичный. Технические условия

ГОСТ 859 Медь. Марки

ГОСТ 1770 (ИСО 1042—83, ИСО 4788—80) Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 3118 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия

ГОСТ 3640 Цинк. Технические условия

ГОСТ 3759 Реактивы. Алюминий хлористый 6-водный. Технические условия

ГОСТ 4204 Реактивы. Кислота серная. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 4461 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 5429 Реактивы. Стронций азотнокислый. Технические условия

ГОСТ 5905 Хром металлический. Технические требования и условия поставки

ГОСТ 6008 Марганец металлический и марганец азотированный. Технические условия

ГОСТ 6563 Изделия технические из благородных металлов и сплавов. Технические условия

ГОСТ 9147 Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые. Технические условия

ГОСТ 10157 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10484 Реактивы. Кислота фтористоводородная. Технические условия

ГОСТ 10929 Реактивы. Водорода пероксид. Технические условия

ГОСТ 11069 Алюминий первичный. Марки

ГОСТ 13610 Железо карбонильное радиотехническое. Технические условия

ГОСТ 17746 Титан губчатый. Технические условия

ГОСТ 18389 Проволока из платины и сплавов на ее основе. Технические условия

ГОСТ 24231 Цветные металлы и сплавы. Общие требования к отбору и подготовке проб для химического анализа

ГОСТ 25086 Цветные металлы и их сплавы. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 28053 Стружка цветных металлов и сплавов. Методы отбора, подготовки проб и методы испытаний

ГОСТ 28498 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ 29169 (ИСО 648—77) Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки с одной отметкой

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

ГОСТ OIML R 76-1 Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ Р 58144 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ Р 59123 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Общие требования и классификация

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 заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 8.315, ГОСТ 25086, [1]—[3], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аналит:** Компонент анализируемого вещества, концентрацию которого необходимо определить.

3.2 **контрольный опыт:** Раствор, проведенный через весь ход анализа с использованием тех же реактивов, но без анализируемой пробы.

3.3 **медиана:** Параметр, имеющий конкретное значение, выше и ниже которого находится одинаковое число значений определяемого показателя, имеющего случайное распределение.

Примечание — Для вычисления медианы результаты располагают в порядке возрастания, т. е. образуют так называемый вариационный ряд. Если число измерений нечетное, то значение медианы равно значению среднего члена ряда. Если же число четное, значение медианы равно полусумме значений двух средних результатов.

4 Общие требования

4.1 Общие требования к методам анализа — в соответствии с ГОСТ 25086.

4.2 Отбор и подготовку проб к анализу проводят по ГОСТ 24231, ГОСТ 28053 и нормативным документам на конкретную продукцию.

5 Сущность метода

Метод основан на растворении пробы в растворе соляной кислоты в присутствии пероксида водорода или раствора азотной кислоты. Определение заканчивают измерением массовой концентрации аналитов в растворе методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

6 Требования к условиям проведения анализа

6.1 Температура окружающего воздуха — от 18 °С до 25 °С.

6.2 Относительная влажность — от 30 % до 80 %.

6.3 Атмосферное давление — от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

7 Требования к квалификации персонала

К выполнению анализа и/или обработке результатов допускаются лица, прошедшие профессиональную подготовку на уровне не ниже среднего специального образования или прошедшие профессиональную переподготовку по направлениям, соответствующим проведению химического анализа.

8 Средства измерений, аппаратура, материалы, реактивы и растворы, вспомогательное оборудование

При выполнении анализа применяют следующие средства измерений, аппаратуру, материалы, реактивы, растворы и вспомогательное оборудование:

- спектрометр атомно-эмиссионный с индуктивно связанной плазмой, рабочим диапазоном длин волн от 180 до 500 нм;
- весы лабораторные по ГОСТ OIML R 76-1, класс точности II;
- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 28498;
- барометр-анероид по нормативным документам и/или технической документации;
- гигрометр по нормативным документам и/или технической документации;
- плиту электрическую с закрытой спиралью по нормативным документам и/или технической документации;
- печь муфельную с терморегулятором, обеспечивающую температуру нагрева до 800 °С с пределами допустимого отклонения ±50 °С, по нормативным документам и/или технической документации;
- тигли, чашки из платины по ГОСТ 6563;
- проволоку платиновую по ГОСТ 18389;
- посуду лабораторную стеклянную по ГОСТ 25336;
- посуду мерную лабораторную стеклянную по ГОСТ 1770;
- чашки фарфоровые по ГОСТ 9147;
- стекла часовые;
- пипетки по ГОСТ 29169 и ГОСТ 29227;
- воду дистиллированную по ГОСТ Р 58144;
- кислоту соляную по ГОСТ 3118, разбавленную в соотношении 1:1, 1:4 и 1:99;
- кислоту азотную по ГОСТ 4461 и разбавленную в соотношении 1:1;
- кислоту серную по ГОСТ 4204 и разбавленную в соотношении 1:4 и 1:10;
- кислоту фтористоводородную по ГОСТ 10484;
- водорода пероксид по ГОСТ 10929;
- аргон газообразный высшего сорта по ГОСТ 10157;
- алюминий хлористый 6-водный по ГОСТ 3759;
- алюминий марки А995 по ГОСТ 11069;
- железо карбонильное по ГОСТ 13610;

- марганец металлический марки Мн998 по ГОСТ 6008;
- магний первичный в чушках по ГОСТ 804;
- медь марки М0 по ГОСТ 859;
- никель металлический марки Н-0 по ГОСТ 849;
- титан губчатый по ГОСТ 17746;
- цинк металлический марки Ц0 по ГОСТ 3640;
- хром металлический по ГОСТ 5905;
- стронций азотнокислый по ГОСТ 5429;
- бериллий с массовой долей основного вещества не менее 99,9 % по нормативным документам и/или технической документации;
- цирконий металлический по нормативным документам и/или технической документации;
- фоновый раствор алюминия, приготовленный в соответствии с 9.1;
- стандартные растворы меди А1, цинка А2, железа А3, магния А4, марганца А5, никеля А6, хрома А7, титана А8, циркония А9, бериллия А10, стронция А11, приготовленные в соответствии с 9.2.1—9.2.11;
- стандартный раствор, содержащий медь и цинк, Б1, приготовленный в соответствии с 9.2.12;
- стандартный раствор, содержащий железо, магний и никель, Б2, приготовленный в соответствии с 9.2.13;
- стандартный раствор марганца Б3, приготовленный в соответствии с 9.2.14;
- стандартный раствор хрома Б4, приготовленный в соответствии с 9.2.15;
- стандартный раствор титана Б5, приготовленный в соответствии с 9.2.16;
- стандартный раствор, содержащий бериллий и стронций, Б6, приготовленный в соответствии с 9.2.17;
- стандартный раствор циркония Б7, приготовленный в соответствии с 9.2.18;
- стандартный раствор марганца В3, приготовленный в соответствии с 9.2.19;
- стандартный раствор хрома В4, приготовленный в соответствии с 9.2.20;
- стандартный раствор титана В5, приготовленный в соответствии с 9.2.21;
- стандартный раствор, содержащий бериллий и стронций, В6, приготовленный в соответствии с 9.2.22;
- стандартный раствор циркония В7, приготовленный в соответствии с 9.2.23;
- стандартный раствор хрома Г4, приготовленный в соответствии с 9.2.24;
- стандартный раствор титана Г5, приготовленный в соответствии с 9.2.25;
- стандартный раствор, содержащий бериллий и стронций, Г6, приготовленный в соответствии с 9.2.26.
- государственные стандартные образцы (ГСО) или стандартные образцы (СО) состава алюминиевых сплавов.

Примечания

1 Используемые реактивы должны соответствовать квалификации не ниже «чистый для анализа» (ч. д. а).

2 Допускается применение других средств измерений, вспомогательного оборудования и реактивов, обеспечивающих точность анализа, предусмотренную настоящим стандартом.

3 Допускается для приготовления стандартных растворов применять растворы аттестованных смесей и ГСО состава водных растворов ионов соответствующих металлов с относительной погрешностью аттестованного значения не более ±1,0 % при доверительной вероятности P = 0,95.

9 Подготовка к проведению анализа

9.1 Приготовление фонового раствора алюминия

Навеску алюминия массой 20 г помещают в стакан вместимостью 600 см^3, приливают 300 см^3 раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), растворяют при нагревании в присутствии металлической платины. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см^3, доливают до метки водой и перемешивают.

Допускается приготовление фонового раствора алюминия из алюминия хлористого 6-водного: 35,80 г алюминия хлористого 6-водного растворяют в 150 см^3 воды, приливают 15 см^3 раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), переносят в мерную колбу вместимостью 200 см^3, доливают водой до метки и перемешивают.

1 см^3 фонового раствора содержит 20 мг алюминия.

9.2 Приготовление стандартных растворов меди, цинка, железа, магния, марганца, никеля, хрома, титана, циркония, бериллия и стронция

9.2.1 Стандартный раствор меди А1

Навеску меди массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора азотной кислоты, накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А1 содержит 1 мг меди.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.2 Стандартный раствор цинка А2

Навеску цинка массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А2 содержит 1 мг цинка.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.3 Стандартный раствор железа А3

Навеску карбонильного железа массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. В полученный раствор добавляют две-три капли пероксида водорода и кипятят в течение 3—5 мин. После охлаждения раствор переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А3 содержит 1 мг железа.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.4 Стандартный раствор магния А4

Навеску магния массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 100 $см^3$ воды, осторожно, небольшими порциями 30 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А4 содержит 1 мг магния.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.5 Стандартный раствор марганца А5

Навеску марганца массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А5 содержит 1 мг марганца.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.6 Стандартный раствор никеля А6

Навеску никеля массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А6 содержит 1 мг никеля.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.7 Стандартный раствор хрома А7

Навеску хрома массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А7 содержит 1 мг хрома.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.8 Стандартный раствор титана А8

Навеску титана массой 0,500 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ раствора серной кислоты (разбавленной в соотношении 1:4), накрывают фарфоровой чашкой или часо-

вым стеклом и растворяют при нагревании. После растворения навески добавляют по каплям азотную кислоту до исчезновения фиолетовой окраски. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 500 $см^3$, доливают до метки раствором серной кислоты (разбавленной в соотношении 1:10) и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А8 содержит 1 мг титана.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.9 Стандартный раствор циркония А9

Навеску циркония массой 0,1000 г помещают в платиновую чашку, приливают 10 $см^3$ серной кислоты, 1 $см^3$ фтористоводородной кислоты и нагревают до растворения. Раствор упаривают до появления белых паров серной кислоты, охлаждают, обмывают стенки чашки водой и снова упаривают до появления белых паров серной кислоты. После охлаждения добавляют 25 $см^3$ воды, нагревают до растворения солей. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 100 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А9 содержит 1 мг циркония.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.10 Стандартный раствор бериллия А10

Навеску бериллия массой 1,000 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 50 $см^3$ воды, 50 $см^3$ раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1), накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом и растворяют при умеренном нагревании. Полученный раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А10 содержит 1 мг бериллия.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.11 Стандартный раствор стронция А11

Навеску азотнокислого стронция массой 0,241 г помещают в стакан вместимостью 250 $см^3$, приливают 100 $см^3$ воды и растворяют при перемешивании. Полученный раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 $см^3$, добавляют 0,5 $см^3$ азотной кислоты, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора А11 содержит 1 мг стронция.

Срок хранения раствора составляет 1 год.

9.2.12 Стандартный раствор, содержащий медь и цинк, Б1

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотные части по 10 $см^3$ стандартных растворов А1 и А2, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б1 содержит по 0,1 мг меди и цинка.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.13 Стандартный раствор, содержащий железо, магний, никель, Б2

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотные части по 10 $см^3$ стандартных растворов А3, А4 и А6, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б2 содержит по 0,1 мг железа, магния и никеля.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.14 Стандартный раствор марганца Б3

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора А5, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б3 содержит 0,1 мг марганца.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.15 Стандартный раствор хрома Б4

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора А7, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б4 содержит 0,1 мг хрома.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.16 Стандартный раствор титана Б5

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора А8, доливают до метки раствором серной кислоты (разбавленной в соотношении 1:10) и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б5 содержит 0,1 мг титана.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.17 Стандартный раствор бериллия и стронция Б6

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотные части по 10 $см^3$ стандартных растворов А10 и А11, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б6 содержит по 0,1 мг бериллия и стронция.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.18 Стандартный раствор циркония Б7

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора А9, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Б7 содержит 0,1 мг циркония.

Срок хранения раствора составляет три месяца.

9.2.19 Стандартный раствор марганца В3

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора Б3, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора В3 содержит 0,01 мг марганца.

9.2.20 Стандартный раствор хрома В4

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора Б4, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора В4 содержит 0,01 мг хрома.

9.2.21 Стандартный раствор титана В5

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора Б5, доливают до метки раствором серной кислоты (разбавленной в соотношении 1:10) и перемешивают.

1 $см^3$ раствора В5 содержит 0,01 мг титана.

9.2.22 Стандартный раствор бериллия и стронция В6

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора Б6, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора В6 содержит по 0,01 мг бериллия и стронция.

9.2.23 Стандартный раствор циркония В7

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора Б7, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора В7 содержит 0,01 мг циркония.

9.2.24 Стандартный раствор хрома Г4

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора В4, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Г4 содержит 0,001 мг хрома.

9.2.25 Стандартный раствор титана Г5

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора В5, доливают до метки раствором серной кислоты (разбавленной в соотношении 1:10) и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Г5 содержит 0,001 мг титана.

9.2.26 Стандартный раствор бериллия и стронция Г6

В мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают аликвотную часть объемом 10 $см^3$ стандартного раствора В6, доливают до метки водой и перемешивают.

1 $см^3$ раствора Г6 содержит по 0,001 мг бериллия и стронция.

9.2.27 Допускается использование других, относительно указанных в 9.2.1—9.2.26, методов приготовления растворов с известной концентрацией химических элементов, а также использование аттестованных смесей при условии получения требуемых показателей точности

9.3 Приготовление градуировочных растворов

В восемь мерных колб вместимостью по 100 $см^3$ наливают по 5 $см^3$ фонового раствора алюминия, аликвотные части стандартных растворов меди, цинка, железа, магния, никеля, марганца, хрома, титана, бериллия, стронция и циркония, как указано в таблице 1, доливают до метки раствором соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:4) и перемешивают.

Таблица 1

Номер колбы	Медь, цинк		Железо, магний, никель		Марганец		Хром		Титан, бериллий, стронций		Цирконий	
	Концентрация, %	Объем аликвотной части стандартного раствора, $см^3$	Концентрация, %	Объем аликвотной части стандартного раствора, $см^3$	Концентрация, %	Объем аликвотной части стандартного раствора, $см^3$	Концентрация, %	Объем аликвотной части стандартного раствора, $см^3$	Концентрация, %	Объем аликвотной части стандартного раствора, $см^3$	Концентрация, %	Объем аликвотной части стандартного раствора, $см^3$
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,1	1 Б1	0,1	1 Б2	0,1	10 В3	0,005	5 Г4	0,002	2 Г5, 2 Г6	0,01	1 В7
3	0,5	5 Б1	0,3	3 Б2	0,3	3 В3	0,01	10 Г4	0,005	5 Г5, 5 Г6	0,02	2 В7
4	1	10 Б1	0,5	5 Б2	0,5	5 Б3	0,02	2 В4	0,02	2 В5, 2 В6	0,03	3 В7
5	2,5	25 Б1	1	10 Б2	1	10 Б3	0,05	5 В4	0,05	5 В5, 5 В6	0,05	5 В7
6	5	5 А1, 5 А2	2	2 А3, 3 А4, 3 А6	2	2 А5	0,07	7 В4	0,1	10 В5, 10 В6	0,1	10 В7
7	7,5	7,5 А1, 7,5 А2	3	3 А3, 3 А4, 3 А6	3	3 А5	0,1	10 В4	0,2	2 Б5, 2 Б6	0,2	2 Б7
8	10	10 А1, 10 А2	5	5 А3, 3 А4, 3 А6	5	5 А5	0,2	20 В4	0,5	5 Б5, 5 Б6	0,5	5 Б7

Допускается использование других градуировочных растворов, обеспечивающих точность анализа, предусмотренную настоящим стандартом.

Допускается использование СО состава алюминиевого сплава, подготовленных так же, как и образцы, согласно разделу 10.

9.4 Подготовка прибора к работе

Подготовку спектрометра к работе и работу на приборе проводят согласно инструкции по эксплуатации.

9.5 Построение градуировочного графика

Осуществляют настройку спектрометра.

Последовательно вводят в плазму градуировочные растворы и измеряют интенсивности аналитических линий определяемых химических элементов за вычетом фона.

Построение градуировочных графиков, обработку и хранение результатов градуировки проводят с использованием стандартного программного обеспечения, входящего в комплект прибора.

Градуировочные растворы измеряют в порядке возрастания массовых концентраций определяемых химических элементов.

Градуировочные характеристики получают в координатах (I—C),

где I — интенсивность аналитической линии определяемого химического элемента за вычетом интенсивности излучения спектра для раствора, не содержащего определяемых химических элементов (раствор в первой колбе), на длине волны аналитической линии;

C — концентрация определяемого химического элемента в растворах для градуировки, %.

Длины волн аналитических спектральных линий приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование определяемого химического элемента	Длина волны, нм
Медь	324,7
Цинк	206,2
Железо	238,2
Магний	279,5
Марганец	293,3
Никель	231,6
Хром	267,7
Титан	337,2
Цирконий	343,8
Бериллий	313,0
Стронций	421,5

10 Проведение анализа

10.1 Навеску пробы массой 0,25 г помещают в стакан вместимостью 250 см^3, накрывают фарфоровой чашкой или часовым стеклом, порциями приливают 20 см^3 раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1). Растворяют сначала без нагревания, а затем при нагревании. По окончании реакции добавляют 3 см^3 пероксида водорода или 1 см^3 азотной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1) и кипятят 5 мин. Если раствор прозрачный, его переносят в мерную колбу вместимостью 250 см^3, доливают до метки раствором соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:4) и перемешивают.

10.2 При наличии осадка полученный раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 250 см^3 через фильтр «синяя лента». Фильтр с осадком промывают шесть-восемь раз горячим раствором соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:99) и два-три раза горячей водой.

Промытый фильтр помещают в платиновый тигель, высушивают, озоляют, не допуская воспламенения, и прокаливают при температуре от 500 °С до 600 °С в течение 3—5 мин. После охлаждения в тигель добавляют пять капель серной кислоты, 5 см^3 фтористоводородной кислоты и по каплям азотную кислоту до получения прозрачного раствора. Раствор выпаривают досуха и прокаливают в муфельной печи 10 мин при температуре 700 °С. В остывший тигель добавляют 10 см^3 раствора соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:1) и нагревают. Полученный раствор присоединяют к основному раствору, доливают до метки раствором соляной кислоты (разбавленной в соотношении 1:4) и перемешивают.

Одновременно через весь ход анализа проводят контрольный опыт для учета загрязнения реактивов.

Допускается проводить разложение проб при помощи нагревательных блоков (HotBlock) и микроволновых систем разложения.

10.3 Растворы контрольного опыта и анализируемых проб вводят в плазму спектрометра. Для каждого раствора выполняют два измерения. С помощью градуировочных характеристик, сохраненных в памяти прибора, получают результаты измерений определяемого химического элемента в процентах.

При измерении используют раствор для стандартизации формата, близкий по составу к анализируемой пробе, проведенный через ход анализа. После анализа двух-четырех проб осуществляют коррекцию дрейфа градуировочного графика путем повторной стандартизации формата.

11 Обработка результатов анализа

За результат анализа $\bar{X}$ принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений массовой доли химического элемента в пробе X_1 и X_2, полученных в условиях повторяемости, каждое из которых выполнено из отдельной навески, при условии, что абсолютное расхождение между результатами параллельных определений $|X_1 - X_2|$ не превышает предел повторяемости r, значения которого приведены в таблице А.1:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (1)$$

где X_1, X_2 — массовая доля определяемых химических элементов, %.

Если абсолютное расхождение между результатами параллельных определений превышает предел повторяемости, то необходимо получить еще два результата измерений.

Если при этом расхождение максимального и минимального результатов четырех определений не превышает критический диапазон $CR_{0,95}(4)$, то в качестве окончательного результата принимают среднее арифметическое значение результатов четырех параллельных определений. Значения критического диапазона для четырех результатов параллельных определений $CR_{0,95}(4)$ рассчитывают по формуле

$$CR_{0,95}(4) = 1{,}3r. \quad (2)$$

Если расхождение максимального и минимального результатов четырех определений превышает критический диапазон $CR_{0,95}(4)$, то в качестве окончательного результата принимают медиану четырех результатов параллельных определений.

12 Оформление результатов анализа

12.1 Результат анализа при доверительной вероятности $P = 0{,}95$ в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде $\bar{X} \pm \Delta$,

где $\bar{X}$ — результат анализа, %;

Δ — погрешность результатов анализа, %.

12.2 Результат анализа оформляют записью в журнале, протоколом или регистрируют на электронных носителях.

13 Контроль точности результатов анализа

13.1 Оперативный контроль процедуры анализа с применением образцов для контроля (стандартных образцов) проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры $K_к$ с нормативом контроля K.

Результат контрольной процедуры $K_к$ рассчитывают по формуле

$$K_к = |\overline{X} - C|, \quad (3)$$

где $\overline{X}$ — результат контрольного измерения содержания определяемого элемента в образце для контроля ($\overline{X}$ представляет собой среднее арифметическое значение двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предел повторяемости r);

C — аттестованное значение образца для контроля.

Норматив контроля K принимают:

$$K = \Delta, \quad (4)$$

где Δ — погрешность результатов анализа (измерений), соответствующая аттестованному значению образца для контроля.

Процедуру измерений признают удовлетворительной при выполнении условия

$$K_к \le K. \quad (5)$$

При нарушении условия (5) измерения повторяют.

При повторном нарушении условия (5) измерения прекращают до выявления и устранения причин, приводящих к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

13.2 Контроль точности результатов анализа допускается проводить с применением метода добавок. Величину добавки выбирают таким образом, чтобы сохранились оптимальные условия проведения измерений, предусмотренные методикой выполнения анализа.

Результат контрольной процедуры $K_к$ рассчитывают по формуле

$$K_к = \overline{X}' - \overline{X} - C_д, \quad (6)$$

где $\overline{X}'$ — результат анализа пробы с добавкой (среднее арифметическое значение двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предел повторяемости r);

$\overline{X}$ — результат анализа пробы;

$C_д$ — значение добавки.

Норматив контроля K рассчитывают по формуле

$$K = \sqrt{\Delta^2 + \Delta_д^2}, \quad (7)$$

где $\Delta(\Delta_д)$ — значение показателя точности границ погрешности измерений (при $P = 0{,}95$), соответствующее содержанию компонента в пробе (пробе с добавкой).

Процедуру измерений признают удовлетворительной при выполнении условия (5).

При нарушении условия (5) измерения повторяют. При повторном нарушении условия (5) измерения прекращают до выявления и устранения причин, приводящих к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

14 Требования безопасности выполняемых работ и экологической безопасности

14.1 Помещение, в котором проводят анализ, должно быть оборудовано общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией согласно ГОСТ 12.4.021.

14.2 При выполнении анализов необходимо соблюдать требования безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007.

14.3 При работе с оборудованием необходимо соблюдать правила электробезопасности по ГОСТ 12.1.019, а также требования, приведенные в технической документации на оборудование.

14.4 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

14.5 Персонал лаборатории должен быть обеспечен специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011 и ГОСТ Р 59123.

14.6 Утилизация отработанных проб, реактивов должна осуществляться в соответствии с действующими в лаборатории (на предприятии) нормативными документами.

Приложение А
(обязательное)

Значения погрешности, пределов повторяемости и воспроизводимости

Таблица А.1

Определяемый химический элемент	Массовая доля химического элемента, %	Границы абсолютной погрешности измерений ±Δ, %	Нормативы точности, %	
			Предел повторяемости r (P = 0,95)	Предел воспроизводимости R (P = 0,95)
Медь, цинк	От 0,1 до 0,5 включ. Св. 0,5 » 5,0 » » 5,0 » 10,0 »	$0,07 \cdot \overline{X}$ $0,06 \cdot \overline{X}$ $0,04 \cdot \overline{X}$	$0,07 \cdot \overline{X}$ $0,06 \cdot \overline{X}$ $0,04 \cdot \overline{X}$	$0,10 \cdot \overline{X}$ $0,09 \cdot \overline{X}$ $0,06 \cdot \overline{X}$
Железо, магний, марганец, никель	От 0,1 до 0,5 включ. Св. 0,5 » 5,0 »	$0,07 \cdot \overline{X}$ $0,06 \cdot \overline{X}$	$0,07 \cdot \overline{X}$ $0,06 \cdot \overline{X}$	$0,10 \cdot \overline{X}$ $0,09 \cdot \overline{X}$
Хром	От 0,01 до 0,1 включ.	$0,11 \cdot \overline{X}$	$0,11 \cdot \overline{X}$	$0,16 \cdot \overline{X}$
Титан, цирконий	От 0,01 до 0,1 включ. Св. 0,1 » 0,5 »	$0,11 \cdot \overline{X}$ $0,07 \cdot \overline{X}$	$0,11 \cdot \overline{X}$ $0,07 \cdot \overline{X}$	$0,16 \cdot \overline{X}$ $0,10 \cdot \overline{X}$
Бериллий, стронций	От 0,005 до 0,01 включ. Св. 0,01 » 0,1 »	$0,21 \cdot \overline{X}$ $0,11 \cdot \overline{X}$	$0,21 \cdot \overline{X}$ $0,11 \cdot \overline{X}$	$0,30 \cdot \overline{X}$ $0,16 \cdot \overline{X}$

Библиография

[1] РМГ 29—2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[2] РМГ 61—2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки

[3] РМГ 76—2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа

УДК 669.715:543.42:006.354

ОКС 77.120.10
77.040.30

Ключевые слова: алюминиевый сплав, медь, цинк, железо, магний, марганец, никель, хром, титан, цирконий, бериллий, стронций, метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, массовая доля

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 28.04.2026. Подписано в печать 19.05.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,48.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru