

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

---

НИКЕЛЬ  
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ

Издание официальное

БЗ 1—99

**М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й     С Т А Н Д А Р Т****НИКЕЛЬ****Методы определения алюминия**

Nickel.

Methods for the determination of aluminium

**ГОСТ****13047.16—81\***

Взамен

**ГОСТ 13047.16—67**

ОКСТУ 1709

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21 декабря 1981 г. № 5514 срок введения установлен  
с 01.01.82

Ограничение срока действия снято по протоколу № 3—93 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 5-6—93)

Настоящий стандарт устанавливает фотометрические методы определения алюминия при массовой доле его в никеле от 0,0005 до 0,2 %.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 2242—80.

**1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1.1. Общие требования к методам анализа — по ГОСТ 13047.1—81. Контроль точности результатов анализа осуществляют по ГСО или методом добавок.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

**2. МЕТОД ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЛИЗА  
НА РТУТНОМ КАТОДЕ****2.1. Сущность метода**

Метод основан на растворении никеля в азотной кислоте, отделении мешающих элементов от алюминия электролизом на ртутном катоде, образовании соединения алюминия с эриохромцианином R и последующем измерении оптической плотности окрашенного раствора при длине волны 535 нм.

**2.2. Аппаратура, реактивы и растворы**

Электролизер с ртутным катодом.

pH-метр.

Спектрофотометр или фотоэлектроколориметр со всеми принадлежностями.

Кислота азотная по ГОСТ 4461—77, раствор 1:1.

Кислота серная по ГОСТ 4204—77, растворы 1:1, 1:5 и 1:99.

Кислота соляная по ГОСТ 3118—77, растворы 1:1 и 1 М.

Аммоний надсерноокислый по ГОСТ 20478—75, раствор 100 г/дм<sup>3</sup>.

Железо (III) хлорное по ГОСТ 4147—74, раствор 0,25 г/дм<sup>3</sup>: 0,125 г хлористого железа растворяют в 25 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты 1:1 и разбавляют водой до 500 см<sup>3</sup>.

Кислота тиогликолевая, раствор 8 г/дм<sup>3</sup>.

Натрия гидроокись по ГОСТ 4328—77, раствор 40 г/дм<sup>3</sup>.

Мочевина по ГОСТ 6691—77.

Эриохромцианин R, раствор 0,7 г/дм<sup>3</sup>: 0,7 г эриохромцианина R растворяют в 2 см<sup>3</sup> раствора азотной кислоты при постоянном перемешивании и после 2 мин добавляют 70 см<sup>3</sup> воды, 0,3 г

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

★ \* Переиздание (июль 1999 г.) с Изменением № 1, утвержденным в июле 1986 г. (ИУС 10—86).

© Издательство стандартов, 1981  
© ИПК Издательство стандартов, 1999

мочевины, перемешивают и выдерживают 24 ч в темном месте. Затем раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают. Раствор сохраняют в склянке из темного стекла.

Аммоний уксуснокислый по ГОСТ 3117—78.

Натрий уксуснокислый по ГОСТ 199—78.

Кислота уксусная по ГОСТ 61—75, плотностью 1,05 г/см<sup>3</sup> (ледяная).

Буферный раствор (рН 6±0,1): 46 г уксуснокислого аммония и 18 г уксуснокислого натрия растворяют в 1000 см<sup>3</sup> воды и устанавливают рН раствора на рН-метре, добавляя раствор гидроокиси натрия или уксусной кислоты.

Ртуть металлическая по ГОСТ 4658—73.

Никель хлористый по ГОСТ 4038—79, раствор 2 г/дм<sup>3</sup>.

Алюминий металлический по ГОСТ 11069—74.

Стандартные растворы алюминия.

Раствор А: 0,2000 г алюминия растворяют в 20 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты 1:1 и для ускорения растворения можно прибавить каплю ртути или 1 см<sup>3</sup> раствора хлористого никеля. Раствор охлаждают, переводят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают.

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

Раствор Б: 25 см<sup>3</sup> раствора А переносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, добавляют 10 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты 1:1, доливают до метки водой и перемешивают.

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

Растворы А и Б хранят в полиэтиленовых сосудах.

2.1, 2.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2.3. Пр о в е д е н и е а н а л и з а

2.3.1. В зависимости от ожидаемого содержания алюминия навеску никеля массой 0,5 или 1 г в соответствии с табл. 1 помещают в стакан вместимостью 150 см<sup>3</sup> и растворяют в 10 или 15 см<sup>3</sup> раствора азотной кислоты.

Т а б л и ц а 1

Массовая доля алюминия, %	Масса навески никеля, г	Объем аликвотной части анализируемого раствора, см <sup>3</sup>
От 0,0005 до 0,005	1	Весь раствор
Св. 0,005 » 0,05	1	10
» 0,05 » 0,1	0,5	10
» 0,1 » 0,2	0,5	5

После растворения прибавляют 3 или 6 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты 1:1 и выпаривают до обильного выделения белых паров серной кислоты.

Остаток охлаждают, стенки ополаскивают 3—5 см<sup>3</sup> воды и вновь нагревают до выделения белых паров. Остаток охлаждают, прибавляют 5 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты 1:5, 50 см<sup>3</sup> горячей воды и нагревают до растворения солей. При необходимости раствор отфильтровывают через фильтр средней плотности и фильтр промывают горячей водой. Раствор охлаждают, переносят в колбу электролизера с ртутным катодом и раствор разбавляют водой до 100 см<sup>3</sup>.

Электролиз проводят при силе тока 4—5 А, плотности тока 0,15 А/см<sup>2</sup>, напряжении 5—6 В. После обесцвечивания раствора продолжают электролиз еще 15 мин, затем раствор переносят в стакан вместимостью 350 см<sup>3</sup>, ртуть промывают водой и промывные растворы объединяют с основным электролитом. В электролит прибавляют 5 см<sup>3</sup> раствора надсернокислого аммония и нагревают до 70—80 °С. При выпадении двуокиси марганца осадок фильтруют на фильтр средней плотности и промывают четыре раза раствором серной кислоты 1:99. Осадок отбрасывают, фильтрат выпаривают до 70—80 см<sup>3</sup>, охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой и перемешивают. При массовой доле алюминия в никеле до 0,005 % выпаривают раствор до объема 5—10 см<sup>3</sup>. Весь раствор или аликвотную часть раствора в соответствии с табл. 1 помещают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают водой до 25 см<sup>3</sup>, прибавляют 1 см<sup>3</sup> раствора хлорного железа, 10 см<sup>3</sup> раствора тиогликолевой кислоты и по каплям раствор гидроокиси натрия до появления фиолетовой окраски. Затем добавляют по каплям 1 М раствор соляной кислоты до исчезновения окраски и в избыток 2 см<sup>3</sup>, далее добавляют 10 см<sup>3</sup> раствора эриохромцианина R, через

5 мин 30 см<sup>3</sup> буферного раствора и перемешивают. Раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки водой, перемешивают и через 20 мин измеряют оптическую плотность раствора при длине волны 535 нм.

Раствором сравнения служит объединенный раствор контрольного опыта. Массу алюминия находят по градуировочному графику.

2.3.2. Построение градуировочного графика

В шесть из семи стаканов вместимостью по 100 см<sup>3</sup> отбирают 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 см<sup>3</sup> стандартного раствора Б, что соответствует 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 и 0,05 мг алюминия. Во все стаканы наливают воды до объема 25 см<sup>3</sup>, прибавляют по 1 см<sup>3</sup> раствора хлорного железа, по 10 см<sup>3</sup> раствора тиогликолевой кислоты и по каплям раствор гидроокиси натрия до появления фиолетовой окраски и далее анализ проводят, как указано в п. 2.3.1.

Раствором сравнения служит раствор, не содержащий алюминий.

По полученным значениям оптических плотностей растворов и соответствующим им массовым концентрациям алюминия строят градуировочный график.

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

2.4. Обработка результатов

2.4.1. Массовую долю алюминия (X) в процентах вычисляют по формуле

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

где m — масса алюминия, найденная по градуировочному графику, г;

m<sub>1</sub> — масса навески, соответствующая аликвотной части раствора, г.

2.4.2. Абсолютные допускаемые расхождения результатов параллельных определений не должны превышать значений, указанных в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Массовая доля алюминия, %	Абсолютное допускаемое расхождение, %
От 0,0005 до 0,0008	0,0002
Св. 0,0008 » 0,003	0,0004
» 0,003 » 0,005	0,0008
» 0,005 » 0,01	0,0015
» 0,01 » 0,03	0,003
» 0,03 » 0,05	0,005
» 0,05 » 0,10	0,010
» 0,10 » 0,20	0,015

3. МЕТОД ФЛОТАЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ

3.1. Сущность метода

Метод основан на растворении пробы в азотной кислоте, отделении алюминия от никеля флотацией в виде соединения с эриохромцианином R и последующем измерении оптической плотности окрашенного раствора при длине волны 535 нм.

3.2. Аппаратура, реактивы и растворы

Спектрофотометр или фотоэлектроколориметр со всеми принадлежностями.

pH-метр.

Кислота азотная особой чистоты по ГОСТ 11125—84 и раствор 1:1.

Кислота соляная особой чистоты по ГОСТ 14261—77 и 0,2 М раствор.

Аммиак водный по ГОСТ 3760—79, перегнанный, разбавленный 1:5.

Натрий азотнокислый по ГОСТ 4168—79.

Натрий хлористый по ГОСТ 4233—77.

Натрий уксуснокислый по ГОСТ 199—78.

Кислота уксусная по ГОСТ 61—75, ледяная.

Эриохромцианин R, раствор 0,75 г/дм<sup>3</sup>: 0,375 г реактива помещают в кварцевый стакан, добавляют 12,5 г хлористого натрия, 12,5 г азотнокислого натрия, 1 см<sup>3</sup> азотной кислоты, около

200 см<sup>3</sup> воды, перемешивают и на следующий день фильтруют через фильтр «синяя лента» в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>. Раствор пригоден к применению в течение двух недель.

Кислота аскорбиновая по Государственной фармакопее СССР X изд., раствор 25 г/дм<sup>3</sup>, свежеприготовленный.

Раствор ацетатный буферный с рН 6,0: 200 г уксуснокислого натрия растворяют в 1000 см<sup>3</sup> воды и прибавляют 4 см<sup>3</sup> уксусной кислоты.

Соль динатриевая этилендиамин-N, N, N', N'-тетрауксусной кислоты, 2-водная (трилон Б) по ГОСТ 10652—73, 0,25 М раствор (93,1 г трилона Б растворяют в 1000 см<sup>3</sup> воды).

Бензол по ГОСТ 5955—75, перегнанный.

Алюминий металлический по ГОСТ 11069—74.

Стандартные растворы алюминия.

Раствор А: 0,1 г металлического алюминия растворяют в 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты при слабом нагревании. Раствор переносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, доводят объем до метки водой, перемешивают и переводят в сухой полиэтиленовый сосуд.

1 см<sup>3</sup> раствора содержит 0,2 мг алюминия.

Раствор Б: готовят в день применения разбавлением раствора А. 5 см<sup>3</sup> раствора А переносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, добавляют 1 см<sup>3</sup> соляной кислоты, доводят объем до метки водой и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора Б содержит 0,002 мг алюминия.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.3. Проведение анализа

3.3.1. Навеску металлического никеля массой, выбранной в соответствии с табл. 3, помещают в кварцевый стакан вместимостью 400 см<sup>3</sup>, приливают 30 см<sup>3</sup> азотной кислоты 1:1, растворяют при медленном нагревании до полного растворения навески и выпаривают досуха. Сухой остаток обрабатывают 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты и выпаривают раствор досуха. Стакан охлаждают, обмывают стенки водой и повторяют дважды операцию выпаривания с соляной кислотой. Остаток охлаждают, приливают 30—40 см<sup>3</sup> воды и кипятят для растворения солей. Если после кипячения раствор остается мутным, к нему добавляют 5—10 капель соляной кислоты.

Т а б л и ц а 3

Массовая доля алюминия, %	Масса навески никеля, г	Объем мерной колбы, см <sup>3</sup>	Объем аликвотной части раствора, см <sup>3</sup>
От 0,0005 до 0,0008	1	—	Весь раствор
Св. 0,0008 » 0,0018	0,5	—	То же
» 0,0018 » 0,0028	1	100	25
» 0,0028 » 0,01	1	100	10
» 0,01 » 0,03	0,5	250	10
» 0,03 » 0,07	0,2	250	10
» 0,07 » 0,15	0,2	250	5
» 0,15 » 0,20	0,2	500	5

В соответствии с табл. 3 раствор используют полностью или переносят в мерную колбу, доводят объем до метки колбы водой и отбирают аликвотную часть в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты, точно 30 см<sup>3</sup> раствора трилона Б (при энергичном перемешивании), 5 см<sup>3</sup> раствора эриохромцианина R и раствор аммиака до рН 5,5, затем прибавляют 10 см<sup>3</sup> буферного раствора и устанавливают рН 6,0±0,1 (контроль по рН-метру) с помощью раствора аммиака. Полученный раствор переводят в делительную воронку, приливают 15 см<sup>3</sup> бензола и встряхивают воронку в течение 1 мин. После расслоения фаз водный слой сливают во вторую делительную воронку, прибавляют к нему 15 см<sup>3</sup> бензола и повторно проводят флотацию. Водный слой отбрасывают, к органической фазе приливают 2 см<sup>3</sup> 0,2 М раствора соляной кислоты, встряхивают делительную воронку так, чтобы растворить осадок алюминия и сливают кислоту в первую делительную воронку. Осадок алюминия растворяют при встряхивании, водный слой сливают в чистый стакан вместимостью 50 см<sup>3</sup> и рефлотацию повторяют 2 см<sup>3</sup> 0,2 М раствора соляной кислоты. Бензольный слой дважды промывают 2—3 см<sup>3</sup> воды, которую сливают в тот же стакан.

В стакан с растворенным алюминием добавляют 0,5 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты, 2 см<sup>3</sup>

раствора эриохромцианина R, 10 см<sup>3</sup> буферного раствора и на рН-метре устанавливают рН 6,0±0,1 с помощью раствора аммиака или 0,2 М раствора соляной кислоты. Раствор переносят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доводят объем до метки водой и перемешивают. Измеряют оптическую плотность раствора при длине волны 535 нм.

В качестве раствора сравнения используют воду.

Одновременно с пробой через весь ход анализа ведут контрольный опыт на загрязнение реактивов алюминием. Результат контрольного опыта учитывают при расчетах.

Комплекс устойчив в течение 30 мин. Содержание алюминия находят по градуировочному графику.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

### 3.3.2. Построение градуировочного графика

В стаканы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> приливают 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 и 5,0 см<sup>3</sup> стандартного раствора Б, что соответствует 0; 0,001; 0,002; 0,004; 0,008 и 0,010 мг алюминия, приливают воду до 10 см<sup>3</sup>, затем добавляют 1 см<sup>3</sup> аскорбиновой кислоты, 5 см<sup>3</sup> эриохромцианина R, 15 см<sup>3</sup> буферного раствора, устанавливают рН 6,0±0,1 и флотируют, как указано в п. 3.3.1.

**П р и м е ч а н и е.** Градуировочные графики, проведенные через стадию флотации и без флотации (с добавлением аскорбиновой кислоты), совпадают.

## 3.4. Обработка результатов

### 3.4.1. Массовую долю алюминия (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \cdot 100,$$

где  $m_1$  — масса алюминия в анализируемом растворе, найденная по градуировочному графику, г;

$m_2$  — масса алюминия в растворе контрольного опыта, найденная по градуировочному графику, г;

$m$  — масса навески, соответствующая аликвотной части раствора, г.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3.4.2. Абсолютные допускаемые расхождения результатов параллельных определений не должны превышать значений, указанных в табл. 2.

Редактор *М.И. Максимова*  
Технический редактор *Л.А. Кузнецова*  
Корректор *Т.И. Кононенко*  
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 27.07.99. Подписано в печать 18.08.99. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,70.  
Тираж 132 экз. С 3517. Зак. 671.

---

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.  
Набрано в Издательстве на ПЭВМ  
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", Москва, Лялин пер., 6  
Плр № 080102