

**СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ И ЧУГУН  
НЕЛЕГИРОВАННЫЙ**

**Метод определения циркония**

Carbon steel and unalloyed cast iron.  
Methods for determination of zirconium

**ГОСТ**

**22536.14—88**

ОКСТУ 0809

Срок действия с 01.01.90

до 01.07.95

**Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт устанавливает фотометрический метод определения циркония (при массовой доле циркония от 0,005 до 0,10 %).

**1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1.1. Общие требования к методам анализа — по ГОСТ 22536.0—87.

1.2. Погрешность результата анализа (при доверительной вероятности  $P=0,95$ ) не превышает предела  $\Delta$ , приведенного в табл. 1, при выполнении условий:

расхождение результатов двух (трех) параллельных измерений не должно превышать (при доверительной вероятности  $P=0,95$ ) значения  $d_2$ , ( $d_3$ ), приведенного в табл. 1;

воспроизведенное в стандартном образце значение массовой доли циркония не должно отличаться от аттестованного более чем на допускаемое (при доверительной вероятности  $P=0,85$ ) значение  $\delta$ , приведенное в табл. 1.

При невыполнении одного из вышеуказанных условий проводят повторные измерения массовой доли циркония. Если и при повторных измерениях требования к точности результатов не выполняются, результаты анализа признают неверными, измерения прекращают до выявления и установления причин, вызвавших нарушение нормального хода анализа.

Расхождение двух средних результатов анализа, выполненных в различных условиях (например, при внутрилабораторном конт-

роле воспроизводимости), не должно превышать (при доверительной вероятности 0,95) значения  $d$ , приведенного в табл. 1.

Таблица I

Массовая доля циркония, %	$\Delta$ , %	Допускаемые расхождения, %			$\delta$ , %
		$d_K$	$d_2$	$d_3$	
От 0,005 до 0,01 включ.	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002
Св. 0,01 » 0,02 »	0,004	0,005	0,004	0,005	0,003
» 0,02 » 0,05 »	0,006	0,008	0,006	0,008	0,004
» 0,05 » 0,10 »	0,009	0,011	0,009	0,011	0,006

## 2. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ С АРСЕНАЗО III

### 2.1. Сущность метода

Метод основан на образовании окрашенного комплексного соединения циркония (IV) с арсеназом III и измерении оптической плотности раствора при длине волны 665 нм.

При массовой доле циркония 0,005—0,05 % определение проводят в среде азотной кислоты в присутствии хлорной кислоты, при массовой доле циркония 0,05—0,10 % — в среде соляной кислоты. Мешающее влияние железа в первом случае устраняют восстановлением его раствором азотистокислого натрия и мочевины, во втором — раствором аскорбиновой кислоты.

### 2.2. Аппаратура и реактивы

Спектрофотометр или фотоэлектроколориметр.

Кислота соляная по ГОСТ 3118—77, разбавленная 1:1, 1:20 и раствор с молярной концентрацией эквивалента 6 моль/дм<sup>3</sup>.

Кислота азотная по ГОСТ 4461—77.

Смесь соляной и азотной кислот в соотношении 3:1, готовят перед употреблением.

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

Кислота хлорная, квалификации «х.ч.».

Кислота фтористоводородная по ГОСТ 10484—78, с плотностью 1,50 г/см<sup>3</sup>.

Калий пиросернокислый по ГОСТ 7172—76.

Натрий углекислый по ГОСТ 83—79.

Натрий тетраборнокислый 10-водный по ГОСТ 4199—76.

Натрий азотистокислый по ГОСТ 4197—74, раствор с массовой концентрацией 10 г/дм<sup>3</sup>.

Мочевина по ГОСТ 6691—77, раствор с массовой концентрацией 100 г/дм<sup>3</sup>.

Кислота аскорбиновая, раствор с массовой концентрацией

50 г/дм<sup>3</sup>, 5 г аскорбиновой кислоты растворяют в 100 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup>.

Цирконий (IV) хлороксид 8-водный.

Железо карбонильное радиотехническое по ГОСТ 13610—79.

Соль динатриевая этилендиамин-*N*, *N*, *N'*, *N'*-тетрауксусной кислоты, (трилон Б) по ГОСТ 10652—73, раствор с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

Натрия гидроксид по ГОСТ 4328—77, раствор с массовой концентрацией 10 г/дм<sup>3</sup>.

Аммоний хлористый по ГОСТ 3773—72, раствор с массовой концентрацией 20 г/дм<sup>3</sup>.

Аммиак водный по ГОСТ 3760—79.

Арсеназо III, раствор с массовой концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup>:

при массовой доле циркония 0,05—0,10 %;

навеску арсеназо III, равную 0,1 г, помещают в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, растворяют в 40—50 см<sup>3</sup> теплой воды, прибавляют 15 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup>. Раствор охлаждают, разбавляют водой до метки и оставляют стоять 48 ч, периодически перемешивая. Затем раствор фильтруют через слой уплотненной ваты, отбрасывая первые порции фильтрата. Раствор годен к употреблению 5—7 дней;

при массовой доле циркония 0,005—0,05 %;

навеску арсеназо III, равную 0,1 г, помещают в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, растворяют в 50 см<sup>3</sup> воды, прибавляют раствор гидрооксида натрия до появления синей окраски раствора и в избыток 5 капель. Раствор хорошо перемешивают до полного растворения арсеназо III, затем к раствору приливают по каплям раствор соляной кислоты, разбавленной 1:1, до перехода окраски раствора из синей в красно-фиолетовую, разбавляют водой до метки и хорошо перемешивают. Раствор годен к употреблению в течение 10—12 дней.

Стандартный раствор циркония

Раствор А: 3,533 г хлороксида циркония помещают в стакан вместимостью 300 см<sup>3</sup> и растворяют в 150—200 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 6 моль/дм<sup>3</sup>, раствор переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм<sup>3</sup>, доливают до метки раствором соляной кислоты той же концентрации и перемешивают.

1 см<sup>3</sup> раствора А содержит 0,001 г циркония.

Раствор Б: 10 см<sup>3</sup> стандартного раствора циркония А переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки раствором соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup> и перемешивают. Раствор готовят перед употреблением.

1 см<sup>3</sup> раствора Б содержит 0,0001 г циркония.

Раствор В: 10 см<sup>3</sup> стандартного раствора циркония Б перено-

сят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают до метки раствором соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup> и перемешивают. Раствор готовят перед употреблением.

1 см<sup>3</sup> раствора В содержит 0,00001 г циркония.

Массовую концентрацию стандартного раствора циркония А устанавливают следующим образом: 50 см<sup>3</sup> раствора помещают в стакан вместимостью 250—300 см<sup>3</sup>, прибавляют 100 см<sup>3</sup> воды, 3 г хлористого аммония и амиак до выпадения осадка гидроксида циркония и в избыток 3—5 см<sup>3</sup>. Полученный раствор нагревают до кипения, дают отстояться 20—25 мин, затем осадок отфильтровывают на фильтр «белая лента» и промывают 7—8 раз горячим раствором хлористого аммония с массовой концентрацией 20 г/дм<sup>3</sup>. Фильтр с осадком помещают во взвешенный платиновый тигель, высушивают, озоляют, прокаливают при температуре 1000—1050 °C в течение 2 ч до постоянной массы, охлаждают и взвешивают. Одновременно проводят контрольный опыт на загрязнение реактивов.

Массовую концентрацию ( $X$ ), выраженную в граммах циркония на 1 см<sup>3</sup> раствора, вычисляют по формуле

$$X = \frac{[(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)] \cdot 0,7403}{V},$$

где  $m_1$  — масса тигля с осадком диоксида циркония, г;

$m_2$  — масса тигля без осадка диоксида циркония, г;

$m_3$  — масса тигля с осадком в контрольном опыте, г;

$m_4$  — масса тигля без осадка в контрольном опыте, г;

0,7403 — коэффициент пересчета диоксида циркония на цирконий;

$V$  — объем раствора хлороксида циркония, взятый для анализа, см<sup>3</sup>.

### 2.3. Проведение анализа при массовой доле циркония 0,05—0,1 %

2.3.1. Навеску пробы массой 1,0 г помещают в стакан вместимостью 300 см<sup>3</sup> и растворяют в 30—50 см<sup>3</sup> соляной кислоты (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>) при слабом нагревании. После полного растворения навески приливают азотную кислоту до прекращения вспенивания раствора и в избыток 2—3 см<sup>3</sup>, раствор кипятят и выпаривают досуха. Приливают 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты и вновь выпаривают досуха. Операцию выпаривания с 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты повторяют еще раз.

Сухой остаток растворяют в 20 см<sup>3</sup> соляной кислоты (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>) при нагревании. Затем приливают 20—30 см<sup>3</sup> горячей воды и отфильтровывают осадок кремниевой кислоты на фильтр средней плотности, содержащий немного фильтро-бумажной массы, в мерные колбы вместимостью 200 см<sup>3</sup>. Фильтр и стакан промывают 4—5 раз горячей водой. Фильтрат сохраняют. Фильтр с осадком помещают в платиновый тигель, озоляют и про-

каливают при температуре 600—700 °С. Осадок в тигле слегка смачивают водой, прибавляют 3—4 капли серной кислоты (1:1), 2—3 см<sup>3</sup> фтористоводородной кислоты и выпаривают досуха. Остаток прокаливают при температуре 600—700 °С и сплавляют с 1 г пироцернокислого калия. Плав выщелачивают в 10—20 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup> и присоединяют к основному раствору. К полученному раствору приливают 20 см<sup>3</sup> соляной кислоты (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>), доводят до метки водой, перемешивают. Отфильтровывают часть раствора через сухой фильтр средней плотности в сухие конические колбы, отбрасывая первые порции фильтрата.

Аликвотную часть раствора 10 см<sup>3</sup> помещают в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup>, нагревают до кипения и кипятят в течение 1 мин. Раствор охлаждают, приливают 5 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты и выдерживают до полного восстановления железа (III). Затем раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 5 см<sup>3</sup> арсеназо III, доводят до метки раствором соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 моль/дм<sup>3</sup> и перемешивают.

Оптическую плотность растворов измеряют через 20—25 минут на спектрофотометре при длине волны 665 нм или фотоэлектроколориметре со светофильтром, имеющем область пропускания в интервале длин волн 655—675 нм.

В качестве раствора сравнения используют аликвотную часть раствора анализируемой пробы, в которую перед добавлением раствора арсеназо III прибавляют 5 см<sup>3</sup> раствора трилона Б для связывания циркония.

Одновременно проводят контрольный опыт через все стадии анализа. Из значений оптической плотности анализируемых растворов вычитают значение оптической плотности раствора контрольного опыта.

Результаты анализа вычисляют по градуировочному графику или методом сравнения со стандартным образцом, близким по составу к анализируемой пробе и проведенным через все стадии анализа.

### 2.3.2. Построение градуировочного графика

В шесть стаканов вместимостью 300 см<sup>3</sup> помещают по 1,0 г карбонильного железа и в пять из них приливают последовательно 4, 6, 8, 10 и 12 см<sup>3</sup> стандартного раствора хлороксида циркония Б, что соответствует 0,0004; 0,0006; 0,0008; 0,0010 и 0,0012 г циркония. Шестой стакан служит для проведения контрольного опыта.

К растворам в стаканах приливают по 30—50 см<sup>3</sup> соляной кислоты и далее анализ проводят как приведено в п. 2.3.1.

По найденным величинам оптической плотности и соответст-

вующим значениям массы циркония строят градуировочный график. Допускается построение градуировочного графика в координатах: оптическая плотность — массовая доля циркония.

#### 2.4. Проведение анализа при массовой доле циркония 0,005—0,05 %

2.4.1. Навеску пробы в зависимости от массовой доли циркония (табл. 2) помещают в стакан вместимостью 250 см<sup>3</sup> и растворяют при умеренном нагревании в 30—40 см<sup>3</sup> соляной кислоты. После растворения навески приливают азотную кислоту до прекращения всепенивания раствора и в избыток 2—3 см<sup>3</sup>.

Таблица 2

Массовая доля циркония, %	Масса навески, г
0,005—0,01	1
0,01—0,02	1
0,02—0,04	0,5
0,04—0,05	0,3

Далее анализ проводят как указано в п. 2.3.1, отфильтровывая раствор в стакан вместимостью 300 см<sup>3</sup>, до операции сплавления осадка. Фильтрат сохраняют.

Осадок в платиновом тигле сплавляют с 0,5—1,0 г смеси углекислого натрия и тетраборнокислого натрия (3:1) при температуре 800—1000 °С в течение 10—15 минут.

Фильтрат упаривают до малого объема (20—30 см<sup>3</sup>), приливают 5—10 см<sup>3</sup> азотной кислоты, кипятят до разрушения органических веществ, приливают 20 см<sup>3</sup> хлорной кислоты и выпаривают до обильных паров хлорной кислоты. Все операции, проводят, накрыв стакан часовым стеклом. Соли растворяют в 25—30 см<sup>3</sup> воды при нагревании.

Остывший тигель с плавом помещают в стакан вместимостью 250 см<sup>3</sup>, приливают 50 см<sup>3</sup> воды и нагревают до полного растворения плава. Тигель извлекают из стакана и ополаскивают водой. Раствор с выщелаченным плавом осторожно приливают к основному фильтрату при перемешивании.

Объединенный раствор упаривают до 30—40 см<sup>3</sup>, приливают 25 см<sup>3</sup> раствора азотистокислого натрия, нагревают до кипения и кипятят в течение 5 минут. Содержимое стакана охлаждают, переводят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, доливают водой до метки, перемешивают. Отфильтровывают часть раствора через сухой фильтр средней плотности в сухие конические колбы, отбрасывая первые порции фильтрата.

Аликовтную часть раствора 10 см<sup>3</sup> помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, приливают 25 см<sup>3</sup> азотной кислоты, 2,5 см<sup>3</sup> раствора мочевины, 5 см<sup>3</sup> раствора арсеназо III, после прибавле-

ния каждого реагента растворы перемешивают и охлаждают. Затем растворы разбавляют водой до метки и тщательно перемешивают.

Оптическую плотность растворов измеряют через 20—25 минут на спектрофотометре при длине волн 665 нм или на фотоэлектроколориметре со светофильтром, имеющим область пропускания в интервале длин волн 655—675 нм.

Одновременно проводят контрольный опыт через все стадии анализа. В качестве раствора сравнения при измерении оптической плотности анализируемых растворов используют раствор контрольного опыта.

Результаты анализа вычисляют по градуировочному графику или методом сравнения со стандартным образцом, близким по составу к анализируемой пробе и проведенным через все стадии анализа.

#### 2.4.2. Построение градуировочного графика

В восемь стаканов вместимостью 250 см<sup>3</sup> помещают навеску карбонильного железа, соответствующую навеске образца. В семь стаканов последовательно приливают по 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 20,0 и 25,0 см<sup>3</sup> стандартного раствора хлороксида циркония В, что соответствует 0,000050; 0,000075; 0,000100; 0,000125; 0,000150; 0,000200 и 0,000250 г циркония. Восьмой стакан служит для проведения контрольного опыта.

Во все стаканы приливают 30—50 см<sup>3</sup> соляной кислоты и далее анализ проводят, как указано в п. 2.4.1.

По найденным величинам оптической плотности и соответствующим значениям массы циркония строят градуировочный график. Допускается построение градуировочного графика в координатах: оптическая плотность — массовая доля циркония.

#### 2.5. Обработка результатов

2.5.1. Массовую долю циркония ( $X_1$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{m_1 \cdot 100}{m} ,$$

где

$m_1$  — масса циркония в анализируемой пробе, найденная по градуировочному графику, г;

$m$  — масса навески, г.

2.5.2. Нормы точности и нормативы контроля точности определения массовой доли циркония приведены в табл. 1.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

**1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством черной металлургии СССР**

### ИСПОЛНИТЕЛИ

Д. К. Нестеров, канд. техн. наук; С. И. Рудюк, канд. техн. наук; С. В. Спирина, канд. хим. наук (руководитель темы); В. Ф. Коваленко, канд. техн. наук; Н. Н. Гриценко, канд. хим. наук; В. П. Даниленко; Л. И. Березовая

**2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25.08.88 № 3019**

**3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

**4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на которые дана ссылка	Номер пункта, подпункта	Обозначение НТД, на которые дана ссылка	Номер пункта, подпункта
ГОСТ 83—79	2.2	ГОСТ 4461—77	2.2
ГОСТ 3118—77	2.2	ГОСТ 6691—77	2.2
ГОСТ 3760—79	2.2	ГОСТ 7172—76	2.2
ГОСТ 3773—72	2.2	ГОСТ 10484—78	2.2
ГОСТ 4197—74	2.2	ГОСТ 10652—73	2.2
ГОСТ 4199—76	2.2	ГОСТ 13610—79	2.2
ГОСТ 4204—77	2.2	ГОСТ 22536.0—87	1.1
ГОСТ 4328—77	2.2		

Редактор *И. В. Виноградская*  
 Технический редактор *Л. Я. Митрофанова*  
 Корректор *О. Я. Чернецова*

Сдано в наб. 12.09.88 Подп. в печ. 12.12.88 7,0 усл. п. л. 7,13 усл. кр.-отт. 7,26 уч.-изд. л.  
 Тираж 20000 Цена 40 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,  
 Новопресненский пер., 3.  
 Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 2000