

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
ИСО 12989-2—  
2017

---

# **МАТЕРИАЛЫ УГЛЕРОДНЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ**

**Обожженные аноды и боковые блоки.  
Определение реакционной способности на воздухе**

**Часть 2**

**Термогравиметрический метод**

(ISO 12989-2:2004, IDT)

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2017

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Уральский электродный институт» (ОАО «Уралэлектродин») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии указанного в пункте 4 стандарта

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 109 «Электродная продукция»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 августа 2017 г. № 902-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 12989-2:2004 «Материалы углеродные для производства алюминия. Обожженные аноды и боковые блоки. Определение реакционной способности на воздухе. Часть 2. Термогравиметрический метод» (ISO 12989-2:2004 «Carbonaceous materials used in the production of aluminium — Baked anodes and sidewall blocks — Determination of the reactivity to air — Part 2: Thermogravimetric method», IDT).

Международный стандарт ИСО 12989-2 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 47 «Химия», подкомитетом SC 7 «Оксид алюминия, криолит, алюминия фторид, натрия фторид, углеродные изделия для алюминиевой промышленности»

## 5 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». 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 ([www.gost.ru](http://www.gost.ru))*

© Стандартиформ, 2017

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 Термины и определения . . . . .	1
3 Сущность метода . . . . .	2
4 Аппаратура . . . . .	2
5 Реактивы . . . . .	5
6 Отбор образцов . . . . .	5
7 Калибровка . . . . .	5
8 Проведение анализа . . . . .	6
9 Обработка результатов . . . . .	6
9.1 Расчет площади открытой поверхности образца . . . . .	6
9.2 Расчет общей реакционной способности на воздухе . . . . .	7
9.3 Расчет начальной реакционной способности на воздухе . . . . .	7
9.4 Расчет конечной реакционной способности на воздухе . . . . .	7
9.5 Расчет осыпаемости на воздухе . . . . .	7
10 Прецизионность и погрешность . . . . .	7
10.1 Прецизионность . . . . .	7
10.2 Повторяемость . . . . .	7
10.3 Воспроизводимость, пределы . . . . .	8
10.4 Погрешность . . . . .	8
11 Протокол испытаний . . . . .	8
Библиография . . . . .	9

## Введение

Сравнение углеродных материалов по реакционной способности на воздухе важно при выборе сырья для производства электродов и используется для прогнозирования их поведения при эксплуатации в алюминиевых электролизерах при производстве алюминия.

Углеродные материалы при повышенных температурах реагируют с кислородом воздуха, что приводит к нежелательным потерям, которые должны быть сведены к минимуму во многих промышленных процессах.

Реакционную способность углеродных материалов на воздухе изучают в исследовательских целях по повышению эффективности работы электролизеров.

Указания по отбору проб находятся в стадии разработки.

ИСО 12989 состоит из двух частей под общим названием «Углеродные материалы для производства алюминия. Обоженные аноды и боковые блоки. Определение реакционной способности на воздухе»:

Часть 1. Метод потери массы;

Часть 2. Термогравиметрический метод. Эта часть ИСО 12989 основана на АСТМ Д 6559-00.

## МАТЕРИАЛЫ УГЛЕРОДНЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ

Обожженные аноды и боковые блоки.  
Определение реакционной способности на воздухе

## Часть 2

## Термогравиметрический метод

Carbonaceous materials used in the production of aluminium. Baked anodes and sidewall blocks.  
Determination of the reactivity to air. Part 2. Thermogravimetric method

Дата введения — 2018—08—01

**Предупреждение** — Настоящий стандарт включает использование опасных материалов, операций и оборудования. В настоящем стандарте не предусмотрены все меры для безопасности работы, связанные с его использованием. Пользователи стандарта до начала работы должны установить требования безопасности и охраны здоровья, предусмотренные соответствующими нормативными документами и утвержденные в установленном порядке.

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на обожженные аноды и боковые блоки, используемые в производстве алюминия и позволяет с помощью термогравиметрического анализа (ТГА) определять реакционную способность на воздухе и осыпаемость углеродных электродов, используемых для производства алюминия. Для этих целей могут быть использованы многие виды оборудования при различных термических условиях. Настоящий метод стандартизирует размеры образца, скорость реакции, температуру и обеспечивает математический метод корреляции результатов, полученных на разных типах оборудования.

## 2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

2.1 **осыпаемость на воздухе**,  $\alpha_d$  (air dusting rate): Скорость отделения от образца во время анализа образовавшихся при взаимодействии кислорода воздуха с углеродом электродов свободных частиц углерода.

**Примечание** — Осыпаемость на воздухе выражается в миллиграммах на квадратный сантиметр в час.

2.2 **конечная реакционная способность на воздухе**,  $\alpha_f$  (final air reactivity): Скорость уменьшения массы образца при взаимодействии кислорода воздуха с углеродом электродов в течение заключительных 30 мин подачи воздуха в реакционную камеру, деленная на начальную площадь поверхности образца, имеющего форму цилиндра.

**Примечание** — Конечная реакционная способность на воздухе выражается в миллиграммах на квадратный сантиметр в час.

2.3 **начальная реакционная способность на воздухе**,  $\alpha_i$  (initial air reactivity): Скорость уменьшения массы образца при взаимодействии кислорода воздуха с углеродом электродов в течение первых 30 мин подачи воздуха в реакционную камеру, деленная на начальную площадь поверхности образца, имеющего форму цилиндра.

**Примечание** — Начальная реакционная способность на воздухе выражается в миллиграммах на квадратный сантиметр в час.

**2.4 общая реакционная способность на воздухе,  $\alpha_T$  (total air reactivity):** Скорость уменьшения массы образца при взаимодействии кислорода воздуха с углеродом электродов (включая осыпаемость) в течение всего времени подачи воздуха в реакционную камеру (180 мин), деленная на начальную площадь поверхности образца, имеющего форму цилиндра.

**Примечание** — Общая реакционная способность на воздухе выражается в миллиграммах на квадратный сантиметр в час.

### 3 Сущность метода

Метод основан на определении потери массы цилиндрического образца, который нагревают в изотермических условиях в течение определенного времени, пропуская с постоянной скоростью воздух вокруг цилиндрического образца. Реакционную способность на воздухе определяют путем постоянного контроля за потерей массы образца. Осыпаемость на воздухе определяют путем сбора и контроля массы частиц углерода, которые отпадают от образца во время реакции в результате селективного окисления связующего в образце.

### 4 Аппаратура

**4.1** Для определения реакционной способности обожженных образцов на воздухе могут быть использованы многие виды стандартного оборудования, в том числе и достаточно простые. Главным критерием является соблюдение условий проведения термогравиметрического метода, описанных далее. Схема типичной установки для определения реакционной способности обожженных образцов на воздухе термогравиметрическим методом представлена на рисунке 1.

**4.2** Печь и контроллер температуры, обеспечивающие однородное распределение температуры в пределах  $\pm 2$  °C в реакционной зоне длиной 100 мм, в которой по центру расположен испытуемый образец.

Печь содержит нагревательные элементы, расположенные в трех зонах, и связанные с ними элементы управления. Могут быть использованы нагреватели в виде обмотки или в виде стержней.

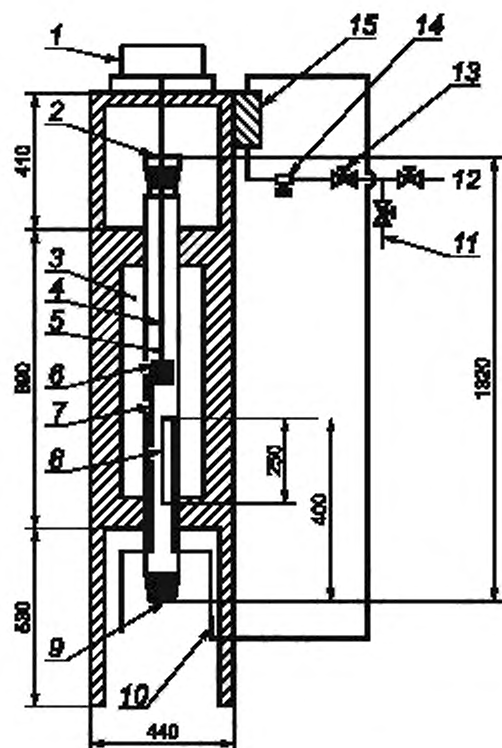
Термопару для контроля температуры располагают в реакционной зоне вблизи поверхности образца. Это позволяет контроллеру печи компенсировать экзотермические реакции взаимодействия углерода с кислородом воздуха. Контрольную термопару устанавливают на расстоянии  $(4 \pm 1)$  мм от боковой поверхности образца и в пределах 5 мм по вертикали от центра реакционной зоны. Печь должна быть достаточных размеров, чтобы вместить реакционную камеру.

**4.3** Реакционная камера, состоящая из вертикальной трубки, изготовлена из материалов, способных выдерживать рабочие температуры проведения анализа и с достаточно большим внутренним диаметром, чтобы разместить образец и устройство подвески образца, не влияя при этом поток на газа мимо образца. Рекомендуемый внутренний диаметр  $(100 \pm 25)$  мм.

Реакционная камера снабжена съемной емкостью для сбора частиц, падающих с образца во время испытания. Наиболее распространенные материалы — кварц и инконель<sup>1)</sup>.

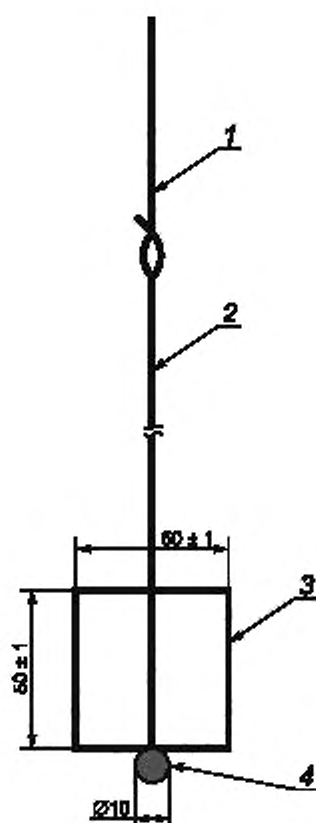
**4.4** Устройство подвесного крепления образца, изготовленное из материалов, способных многократно выдерживать рабочие температуры проведения анализа. Устройство не должно изменять массу в процессе испытания, влияя на структуру потока газа мимо образца, ограничивать доступ газа к поверхности испытываемого образца и не должно препятствовать сбору частиц, падающих с образца во время испытания. Типичное устройство подвесного крепления образца представлено на рисунке 2.

<sup>1)</sup> Инконель представляет собой пример подходящего продукта, имеющийся в продаже. Эта информация приведена для удобства пользователей настоящего стандарта и не означает одобрения со стороны ИСО данной продукции.



1 — весы; 2 — отвод газов (отверстие диаметром 10 мм); 3 — трехзонная печь; 4 — устройства подвешного крепления образца; 5 — реакционная камера; 6 — образец; 7 — контрольная термопара; 8 — камера подогрева газа; 9 — емкость для сбора частиц, падающих с образца; 10 — подача газа; 11 — подача воздуха; 12 — подача азота; 13 — редукционный клапан; 14 — вентиль точной регулировки; 15 — расходомер

Рисунок 1 — Схема типичной установки для определения реакционной способности термогравиметрическим методом



1 — верхняя часть подвесного крепления образца (нихром<sup>1)</sup>); 2 — нижняя часть подвесного крепления образца (платина, диаметр 1 мм); 3 — образец; 4 — шарик из нержавеющей стали

Рисунок 2 — Типичное устройство подвесного крепления образца

4.5 Камера подогрева газа перед входом в реакционную камеру. Длина и диаметр трубки могут отличаться. Должно быть обеспечено движение газового потока в реакционную камеру для предотвращения закупорки камеры предварительного подогрева частицами, падающими с образца во время испытания.

4.6 Весы точностью до 0,01 г, предел взвешивания 200 г, обеспечивающие взвешивание образца и устройства его подвесного крепления непрерывно в течение всего периода испытания.

4.7 Расходомер газа, обеспечивающий измерение расхода газа на входе в реакционную камеру. Скорости потока газа устанавливаются для конкретного испытательного оборудования.

4.8 Вентиль точной регулировки расхода газа.

4.9 Редукционный клапан, обеспечивающий снижение давления сжатого газа до почти атмосферного перед поступлением в расходомер.

4.10 Термопары, расположенные в начале, середине и конце реакционной камеры для калибровки зоны печи. Дополнительная термопара может быть использована для контроля температуры реакции.

<sup>1)</sup> Нихром представляет собой пример подходящего продукта, имеющийся в продаже. Эта информация приведена для удобства пользователей настоящего стандарта и не означает одобрения со стороны ИСО данной продукции.



Для оценки результатов анализа имеет значение непрерывное измерение температуры в центральной части реакционной камеры.

4.11 Штангенциркуль или другое устройство для измерения диаметра и высоты образца с точностью  $\pm 0,01$  мм для расчета площади поверхности образца, подвергающейся воздействию испытуемого газа.

4.12 Дополнительное оборудование, в т. ч. устройства автоматического управления, многоканальные линии, персональные компьютеры для автоматизации регистрации, обработки, представления и хранения данных.

## 5 Реактивы

В ходе анализа используют реактивы аналитической чистоты, если не указано иное.

5.1 Азот, концентрация по массе 99,95 %.

5.2 Воздух, содержание влаги менее 0,1 % по массе.

## 6 Отбор образцов

6.1 Образцы для испытаний отбирают высверливанием или отпиливанием. Изготавливают образец высотой  $(50 \pm 1,0)$  мм и диаметром  $(50 \pm 1,0)$  мм.

Просверливают по центру отверстие диаметром 3 мм для провода устройства подвесного крепления образца (4.4). Поверхность готового образца должна быть гладкой и без заметных трещин и выбоин.

Могут быть использованы планы отбора проб для анодов и катодных блоков по ASTM D 6353 и ASTM D 6354.

6.2 Высушивают образцы при  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$  до постоянной массы.

6.3 Обдувают готовый образец сухим воздухом для удаления углеродной пыли, образующейся при изготовлении образца.

## 7 Калибровка

7.1 Цель этой процедуры — установить связь между контроллером настройки трехзонной печи и фактической температурой внутри реакционной камеры в области образца. Длина калиброванной зоны должна составлять 100 мм.

7.2 Устанавливают термопару (4.10) в зону расположения образца. Совмещают термопару и калибровочный датчик с центром образца.

7.3 Подсоединяют термопару (4.10) к главному контроллеру. Устанавливают температуру, равную  $525^\circ\text{C}$ .

7.4 Устанавливают две другие термопары. Для определения фактического температурного профиля необходима запись температуры.

7.5 Включают нагрев печи и подачу азота, нагрев ведут 4 ч, чтобы достичь равновесия в атмосфере азота (при скорости газового потока в соответствии с 7.7).

7.6 Ведут нагрев, пока температура всех трех баз не будет находиться в пределах  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

7.7 Для образца диаметром 50 мм и реакционной камеры с внутренним диаметром 100 мм расход газа для стандартного анализа устанавливают  $(250 \pm 5)$  л/ч (при температуре окружающей среды). На значение реакционной способности влияют скорость газа и химические реакции на поверхности образца во время испытания. Расход газа должен обеспечить постоянную скорость через кольцевое пространство между образцом и стенками для различных размеров реакционных камер. Расход для других размеров кольцевого пространства определяют путем умножения исходной скорости потока  $(250 \text{ л/ч})$  на величину соотношению площадей кольцевых зон в соответствии с формулами:

$$A_R = \left( \frac{D_{i,t}^2 - D_s^2}{D_{i,r}^2 - D_{rs}^2} \right), \quad (1)$$

где  $A_R$  — соотношение площадей кольцевых зон;

$D_{i,t}$  — внутренний диаметр испытательной реакционной камеры;

$D_{i,r}$  — внутренний диаметр стандартной реакционной камеры;

$D_s$  — наружный диаметр испытуемого образца;

$D_{rs}$  — наружный диаметр стандартного образца.

$$q_{v, G} = (q_{v, rG}) \cdot A_R \quad (2)$$

где  $q_{v, G}$  — объемный расход в испытательной камере, л/час;  
 $q_{v, rG}$  — объемный расход в стандартной реакционной камере, л/час;  
 $A_R$  — соотношение площадей кольцевых зон.

**Пример** — Объемный расход  $q_{v, G}$  в испытательной камере с использованием опытного образца диаметром 50,8 мм в реакционной камере с внутренним диаметром 75 мм рассчитывают следующим образом:

$$A_R = \left( \frac{75^2 - 50,8^2}{100^2 - 50^2} \right) = \frac{3044}{7500} = 0,406,$$

где  $D_{i, t}$  — 75 мм;  
 $D_{i, rG}$  — 100 мм;  
 $D_s$  — 50,8 мм;  
 $D_{is}$  — 50 мм.

$$q_{v, G} = 250 \cdot 0,406 = 102,$$

где  $q_{v, G}$  — объемный расход в испытательной камере, 102 л/час;  
 $q_{v, rG}$  — объемный расход в стандартной реакционной камере, 250 л/час;  
 $A_R$  — соотношение площадей кольцевых зон, 0,406.

## 8 Проведение анализа

- 8.1 Разогревают реакционную камеру до  $(525 \pm 2)^\circ\text{C}$ .
- 8.2 Продувают реакционную камеру азотом при скорости потока в соответствии с 7.7.
- 8.3 Взвешивают образец с точностью до 0,01 г.
- 8.4 Измеряют диаметр ( $D_s$ ), высоту образца ( $h_s$ ) и диаметр центрального отверстия ( $D_H$ ) с точностью  $\pm 0,01$  мм для расчета площади поверхности в соответствии с формулой (3) в 9.1.
- 8.5 Помещают образец в устройство подвешивания, размещают в реакционной камере и соединяют с весами.
- 8.6 Производят предварительный нагрев образца в среде азота в течение 30 мин.
- 8.7 Обеспечивают взвешивание образца в соответствии с инструкциями предприятия-изготовителя.
- 8.8 После 30 мин подачи азота в реакционную камеру включают подачу в реакционную камеру воздуха (вместо азота) и устанавливают расход в соответствии с 7.7.
- 8.9 Обеспечивают запись массы пробы каждую минуту в течение всего периода испытания. Продолжительность испытания на определение реакционной способности на воздухе 3 ч (180 мин).
- 8.10 Извлекают образец из реакционной камеры, избегая ударов образца о стенки камеры, что может привести к откалыванию частиц.
- 8.11 Извлекают образовавшиеся свободные частицы из емкости для сбора частиц реакционной камеры и быстро помещают в эксикатор.
- 8.12 Взвешивают образовавшиеся свободные частицы.

## 9 Обработка результатов

### 9.1 Расчет площади открытой поверхности образца

Общую площадь поверхности образца вычисляют путем добавления к боковой поверхности удвоенной площади основания и площади поверхности центрального отверстия минус площадь основания центрального отверстия в соответствии с уравнением:

$$A_E = \left( \pi D_s h_s + \frac{2\pi}{4} [D_s^2 - D_H^2] \right) / 100, \quad (3)$$

где  $A_E$  — общая площадь поверхности образца, см<sup>2</sup>;  
 $D_s$  — диаметр образца, мм;  
 $D_H$  — диаметр центрального отверстия, мм;  
 $h_s$  — высота образца, мм.

## 9.2 Расчет общей реакционной способности на воздухе

Общую реакционную способность на воздухе  $\alpha_T$ , мг/(см<sup>2</sup> · ч), вычисляют по формуле

$$\alpha_T = \frac{1000(m_i - m_f)}{3A_E} \quad (4)$$

## 9.3 Расчет начальной реакционной способности на воздухе

Начальную реакционную способность на воздухе  $\alpha_i$ , мг/(см<sup>2</sup> · ч), вычисляют по формуле

$$\alpha_i = \frac{2000(m_i - m_{30})}{A_E} \quad (5)$$

где  $m_i$  — начальная масса образца, г;

$m_{30}$  — масса образца после 30 мин испытания, г.

## 9.4 Расчет конечной реакционной способности на воздухе

Конечную реакционную способность на воздухе  $\alpha_f$ , мг/(см<sup>2</sup> · ч), вычисляют по формуле:

$$\alpha_f = \frac{2000(m_{150} - m_f)}{A_E} \quad (6)$$

где  $m_{150}$  — масса образца после 150 мин испытания, г;

$m_f$  — конечная масса образца, г.

## 9.5 Расчет осыпаемости на воздухе

Осыпаемость на воздухе  $\alpha_d$ , мг/(см<sup>2</sup> · ч), вычисляют по формуле

$$\alpha_d = \frac{1000m_d}{3A_E} \quad (7)$$

где  $\alpha_d$  — осыпаемость на воздухе в течение 3 ч испытания, мг/(см<sup>2</sup> · ч);

$m_d$  — масса образовавшихся свободных частиц, г.

# 10 Прецизионность и погрешность

## 10.1 Прецизионность

Приведенные данные по повторяемости и воспроизводимости были определены в ходе межлабораторных сравнительных исследований в соответствии с ASTM E 691, в которых приняло участие шесть лабораторий и исследовалось девять материалов (семь анодов и два катода). Линейный характер зависимости показал, что значения показателей точности зависят от полученных значений реакционной способности на воздухе исследованных материалов. На основании этих исследований критерии, приведенные в 10.2 и 10.3, используют для оценки достоверности результатов с 95 %-ной вероятностью.

## 10.2 Повторяемость

### 10.2.1 Повторяемость, пределы

Значения реакционной способности на воздухе, выраженные в мг/(см<sup>2</sup> · ч), полученные одним и тем же оператором в одной и той же лаборатории, считаются достоверными, если полученные значения отличаются не более чем на значение  $r$ , которое определяют с использованием приведенных ниже уравнений.

### 10.2.2 Общая реакционная способность

Повторяемость общей реакционной способности на воздухе  $r_{\alpha_T}$  вычисляют по уравнению

$$r_{\alpha_T} = (0,2032 \cdot \bar{\alpha}_T) + 8,0231,$$

где  $\bar{\alpha}_T$  — среднее значение двух результатов общей реакционной способности на воздухе.

Применяют для значений общей реакционной способности на воздухе в диапазоне от 13 до 62 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

### 10.2.3 Начальная реакционная способность

Повторяемость начальной реакционной способности на воздухе  $r_{\alpha_i}$  вычисляют по уравнению

$$r_{\alpha_i} = (0,7381 \cdot \bar{\alpha}_i) + 1,2643,$$

где  $\bar{\alpha}_i$  — среднее значение двух результатов начальной реакционной способности на воздухе.

Применяют для значений начальной реакционной способности на воздухе в диапазоне от 4 до 16 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

### 10.2.4 Конечная реакционная способность

Повторяемость конечной реакционной способности на воздухе  $r_{af}$  вычисляют по уравнению

$$r_{af} = (0,1771 \cdot \bar{\alpha}_f) + 6,5809,$$

где  $\bar{\alpha}_f$  — среднее значение двух результатов конечной реакционной способности на воздухе.

Применимо для значений конечной реакционной способности на воздухе в диапазоне от 21 до 89 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

### 10.2.5 Осыпаемость

Повторяемость осыпаемости на воздухе  $r_{oa}$  вычисляют по уравнению

$$r_{oa} = (0,2216 \cdot \bar{\alpha}_a) + 0,9913,$$

где  $\bar{\alpha}_a$  — среднее значение двух результатов осыпаемости на воздухе.

Применимо для значений осыпаемости на воздухе в диапазоне от 0 до 2,5 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

## 10.3 Воспроизводимость, пределы

### 10.3.1 Общее положение

Значения реакционной способности на воздухе, выраженные в мг/(см<sup>2</sup> · ч), полученные в двух лабораториях, считаются достоверными, если полученные значения отличаются не более чем на значение  $R$ , которое определяют с использованием приведенных ниже уравнений.

### 10.3.2 Общая реакционная способность

Воспроизводимость общей реакционной способности на воздухе  $R_{at}$  вычисляют по уравнению

$$R_{at} = (0,5207 \cdot \bar{\alpha}_t) + 1,7242,$$

где  $\bar{\alpha}_t$  — среднее значение двух результатов общей реакционной способности на воздухе.

Применимо для значений общей реакционной способности на воздухе в диапазоне от 13 до 62 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

### 10.3.3 Начальная реакционная способность

Воспроизводимость начальной реакционной способности на воздухе  $R_{ai}$  вычисляют по уравнению

$$R_{ai} = (0,7007 \cdot \bar{\alpha}_i) + 4,1762,$$

где  $\bar{\alpha}_i$  — среднее значение двух результатов начальной реакционной способности на воздухе.

Применимо для значений начальной реакционной способности на воздухе в диапазоне от 4 до 16 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

### 10.3.4 Конечная реакционная способность

Воспроизводимость конечной реакционной способности на воздухе  $R_{af}$  вычисляют по уравнению

$$R_{af} = (0,6694 \cdot \bar{\alpha}_f) + 3,7154,$$

где  $\bar{\alpha}_f$  — среднее значение двух результатов конечной реакционной способности на воздухе.

Применимо для значений конечной реакционной способности на воздухе в диапазоне от 21 до 89 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

### 10.3.5 Осыпаемость

Воспроизводимость осыпаемости на воздухе  $R_{oa}$  вычисляют по уравнению

$$R_{oa} = (2,812 \cdot \bar{\alpha}_a) + 0,6906,$$

где  $\bar{\alpha}_a$  — среднее значение двух результатов осыпаемости на воздухе.

Применимо для значений осыпаемости на воздухе в диапазоне от 0 до 2,5 мг/(см<sup>2</sup> · ч).

## 10.4 Погрешность

Погрешность измерения, являющаяся характеристикой точности измерения реакционной способности на воздухе, в рамках настоящего стандарта оценена в ходе межлабораторных сравнительных исследований, описанных выше.

## 11 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен включать следующую информацию:

- все детали, необходимые для идентификации пробы;
- ссылку на настоящий стандарт;
- дату испытаний;
- результаты в соответствующем выражении, с округлением до 0,1 мг/(см<sup>2</sup> · ч);
- особенности, отмеченные в ходе определения;
- любые операции, не включенные в настоящий стандарт.

## Библиография

- [1] АСТМ Д 6353 Стандартное руководство по плану выборочного контроля и отбору образцов от обожженных анодов, используемых при производстве алюминия  
ASTM D 6353 Standard Guide for Sampling Plan and Core Sampling for Prebaked Anodes Used in Aluminum Production
- [2] АСТМ Д 6354 Стандартное руководство по плану выборочного контроля и отбору образцов от углеродных катодных блоков, используемых при производстве алюминия  
ASTM D 6354 Standard Guide for Sampling Plan and Core Sampling of Carbon Cathode Blocks Used in Aluminum Production

УДК 621.3.035:006.354

ОКС 71.100.10

Ключевые слова: материалы углеродные, производство алюминия, обожженные аноды, боковые блоки, реакционная способность на воздухе, термогравиметрический метод

---

БЗ 5—2017/9

Редактор Л.В. Коретникова  
Технический редактор И.Е. Черепкова  
Корректор М.С. Кабацова  
Компьютерная верстка И.А. Налейкиной

Сдано в набор 18.08.2017. Подписано в печать 31.08.2017. Формат 60 × 84 $\frac{1}{8}$ . Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68. Тираж 21 экз. Зак. 1565.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)