

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
ИСО 12986-2—  
2015

---

**МАТЕРИАЛЫ УГЛЕРОДНЫЕ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ.  
ОБОЖЖЕННЫЕ АНОДЫ И КАТОДНЫЕ БЛОКИ**

**Часть 2**

**Определение предела прочности  
на изгиб четырехточечным методом**

(ISO 12986-2:2009, IDT)

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2019

## Предисловие

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

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 8 июня 2015 г. № 577-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 12986-2:2009 «Материалы углеродные для производства алюминия. Обожженные аноды и катодные блоки. Часть 2. Определение предела прочности на изгиб четырехточечным методом» (ISO 12986-2:2009 «Carbonaceous materials used in the production of aluminium — Prebaked anodes and cathode blocks — Part 2: Determination of flexural strength by the four-point method», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 226 «Материалы для производства первичного алюминия».

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 2019 г.

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

© ISO, 2009 — Все права сохраняются  
© Стандартинформ, оформление, 2015, 2019

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

## Содержание

1 Область применения . . . . .	1
2 Нормативные ссылки . . . . .	1
3 Термины и определения . . . . .	1
4 Сущность метода . . . . .	2
5 Аппаратура . . . . .	2
6 Отбор и подготовка образцов . . . . .	3
7 Проведение испытания . . . . .	3
8 Обработка результатов . . . . .	4
9 Прецизионность . . . . .	4
10 Протокол испытания . . . . .	5
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам . . . . .	6
Библиография . . . . .	7

---

МАТЕРИАЛЫ УГЛЕРОДНЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ.  
ОБОЖЖЕННЫЕ АНОДЫ И КАТОДНЫЕ БЛОКИ

Часть 2

Определение предела прочности на изгиб четырехточечным методом

Carbonaceous materials used in the production of aluminium. Prebaked anodes and cathode blocks. Part 2.  
Determination of flexural strength by the four-point method

Дата введения — 2016—07—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает четырехточечный метод определения предела прочности на изгиб при комнатной температуре обожженных анодов и катодных блоков.

П р и м е ч а н и е — ИСО 12986 основывается на стандарте [4].

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

ISO 4288, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture (Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Определение и параметры структуры)

ISO 7500-1, Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Verification and calibration of the force-measuring system (Материалы металлические. Верификация машин для статических испытаний в условиях одноосного нагружения. Часть 1. Машины для испытания на растяжение/сжатие. Верификация и калибровка силоизмерительных систем)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **предел прочности на изгиб**  $\sigma_b$  (flexural strength): Максимальное напряжение в момент разрушения при испытании образца.

П р и м е ч а н и я

1 Адаптировано со стандартом [1]. Определение как в стандарте [1], добавлено обозначение.

2 Предел прочности на изгиб рассчитывают как отношение изгибающего момента при разрушении образца в условиях четырехточечного метода к моменту сопротивления сечения по формуле

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z}, \quad (1)$$

где  $M_b$  — изгибающий момент при разрушении, Н/мм;

$Z$  — момент сопротивления сечения,  $\text{мм}^3$ .

3 Предел прочности на изгиб выражают в ньютонах на квадратный миллиметр.

4 Как правило, максимальная нагрузка отображается на шкале испытательной машины и совпадает с нагрузкой при разрушении, если они отличаются, термин относится к максимальной нагрузке.

**3.2 изгибающий момент  $M_b$  (bending moment):** Момент внешней силы, перпендикулярной к продольной оси балки или вала (стандарт [3]).

П р и м е ч а н и е —  $M_b$  — максимальный момент при разрушении, вычисляют, исходя из геометрии исследуемого образца и максимальной нагрузки. Как правило, максимальная нагрузка отображается на шкале испытательной машины и совпадает с нагрузкой при разрушении, если они отличаются, термин относится к максимальной нагрузке.

**3.3 момент сопротивления сечения,  $Z$  (section modulus):** Отношение момента инерции относительно оси к расстоянию от нее до наиболее удаленной точки сечения.

П р и м е ч а н и я

1 Момент сопротивления сечения может быть вычислен по формуле

$$Z = I_a / r_{Q,\max}, \quad (2)$$

где  $I_a$  — момент инерции сечения;

$r_{Q,\max}$  — максимальное радиальное расстояние от оси  $Q$ , относительно которой  $I_a$  определяется.

2 Адаптировано со стандартом [3].

3 Расчеты момента сопротивления сечения для наиболее распространенных сечений приведены на рисунке 2.

## 4 Сущность метода

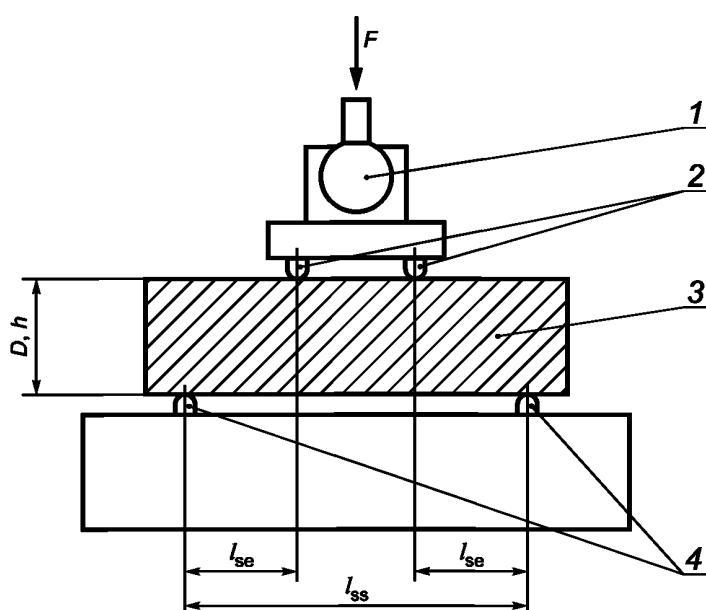
Образец помещают на две опоры и нагружают до его разрушения. Нагрузка равномерно распределяется на две нагружающие опоры.

Предел прочности на изгиб рассчитывают по нагрузке при разрушении, расстоянию между опорами и точками приложения нагрузки и размерами поперечного сечения образца.

## 5 Аппаратура

5.1 Испытательное оборудование для определения предела прочности на сжатие, удовлетворяющее требованиям класса 2 по ИСО 7500-1.

5.2 Устройство для испытания на изгиб, схема которого приведена на рисунке 1.



1 — карданный подвеска; 2 — нагружающие опоры;  
 3 — образец; 4 — нижние опоры;  $D$  — диаметр цилиндрического образца;  $F$  — нагрузка, в ньютонах;  
 $h$  — высота прямоугольного образца;  $l_{se}$  — расстояние между нагружающей и нижней опорами;  
 $l_{ss}$  — расстояние между нижними опорами

Рисунок 1 — Схема устройства для испытания на изгиб

Устройство обеспечивает симметричную нагрузку по длине в течение всего испытания за счет соответствующей саморегулировки.

Радиусы закругления поверхности опор должны быть в диапазоне от 2 до 5 мм.

Расстояния между опорами регулируются для настройки устройства при испытаниях образцов различной геометрии.

### 5.3 Измерительное оборудование

Штангенциркули с нониусом, обеспечивающие измерение линейных размеров испытуемого образца с точностью до 0,5 % абс. (см. стандарт [2]).

5.4 Измерительный прибор для измерения шероховатости поверхности испытуемых образцов.

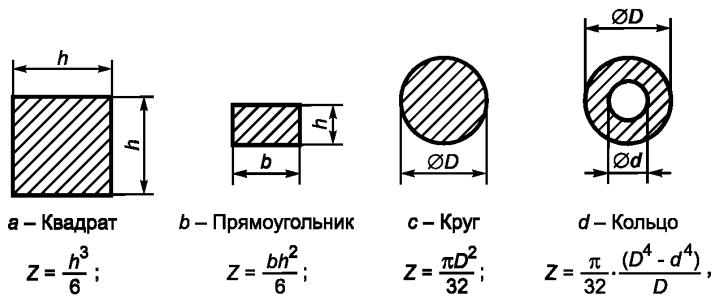
## 6 Отбор и подготовка образцов

### 6.1 Отбор образцов

Пользователи данного стандарта согласовывают Программу выборочного контроля и отбора образцов. Испытывают пять просущенных образцов, если не оговорено другое.

Все образцы испытывают на воздухе, если не оговорено другое.

Шероховатость поверхности боковых граней образцов, измеренная в соответствии с ИСО 4288, должна быть не более 15 мкм по высоте  $R_a$ . Углубления поверхностных пор не учитываются.



где  $Z$  — момент сопротивления сечения, в кубических миллиметрах;

$h$  — высота прямоугольного поперечного сечения, в миллиметрах;

$b$  — ширина прямоугольного поперечного сечения, в миллиметрах;

$D$  — наружный диаметр круглого сечения, в миллиметрах;

$d$  — внутренний диаметр кольцевого сечения, в миллиметрах.

Рисунок 2 — Расчеты момента сопротивления сечения для наиболее распространенных сечений

### 6.2 Подготовка образцов

Изготавливают для испытаний цилиндрические или призматические образцы. Наименьший размер образца должен не менее чем в два раза превышать диаметр самой крупной структурной составляющей (например, максимального размера структурных частиц в материале для испытаний), но должен быть не менее 4 мм. Длина образцов должна быть не менее чем в 3,5 раза больше их ширины или диаметра.

## 7 Проведение испытания

7.1 Все испытания выполняют при комнатной температуре, т. е. в диапазоне от 10 °С до 35 °С.

7.2 Выбирают и регулируют диапазон измерения испытательного оборудования так, чтобы ожидаемая нагрузка — усилие при разрушении, составляла 1/10 от диапазона измерений.

Помещают образец на середину опор так, чтобы его продольная ось была перпендикулярна опорам.

Расстояние между нижними опорами должно быть в три раза больше ширины или диаметра образца. Расстояние между нагружающими опорами должно быть равно ширине или диаметру образца.

При испытании призматического образца следует убедиться в том, что он установлен симметрично относительно нижних и нагружающих опор, и при необходимости отрегулировать соответствующую опору.

При испытании цилиндрических образцов рекомендуется использовать нижние опоры диаметром на 2 мм больше, чем диаметр образцов для испытаний, чтобы предотвратить их скатывание.

Приложение нагрузки должно быть перпендикулярно к продольной оси образца. Увеличивают нагрузку постепенно и непрерывно со скоростью 5 мм/мин или 0,5 Н/мм<sup>2</sup>/с до разрушения образца.

Записывают нагрузку при разрушении.

## 8 Обработка результатов

### 8.1 Изгибающий момент $M_b$

Изгибающий момент  $M_b$  рассчитывают по формуле

$$M_b = \frac{l_{se}}{2} \cdot F_{max}, \quad (3)$$

где  $l_{se}$  — расстояние между нагружающей и нижней опорами, м (см. рисунок 1);

$F_{max}$  — максимальная нагрузка, Н.

### 8.2 Предел прочности на изгиб $\sigma_b$

Предел прочности на изгиб  $\sigma_b$ , Н/мм<sup>2</sup>, рассчитывают с использованием формул (1) и (3)

$$\sigma_b = \frac{l_{se}}{2} \cdot \frac{F_{max}}{Z}, \quad (4)$$

где  $Z$  — момент сопротивления сечения, мм<sup>3</sup> (см. рисунок 2);

$l_{se}$  и  $F_{max}$  — см. формулу (3).

В случае испытания образцов квадратного сечения  $l_{se} = h$ . Предел прочности на изгиб рассчитывают по формуле

$$\sigma_b = 3 \frac{F_{max}}{h^2}. \quad (5)$$

В случае цилиндрических образцов для испытаний  $l_{se} = D$ . Предел прочности на изгиб рассчитывают по формуле

$$\sigma_b = 16 \frac{F_{max}}{\pi D^2}. \quad (6)$$

## 9 Прецизионность

Средние значения, измеренные данным методом на образцах 30 × 100 мм, в условиях повторных испытаний отличаются не более чем на 5 % при доверительной вероятности 95 %.

## 10 Протокол испытания

Протокол испытаний должен содержать:

- а) тип блока, положение и ориентацию образцов, отобранных от блоков;
- б) наименование образцов для испытаний;
- в) количество образцов для испытаний;
- г) размеры образцов для испытаний (мм);
- е) расстояние между нагружающей и нижней опорами  $l_{se}$  и расстояние между нижними опорами  $l_{ss}$  (мм);
- ф) предел прочности при изгибе  $\sigma_b$  (Н/мм<sup>2</sup>) с округлением до 0,1 Н/мм<sup>2</sup>, индивидуальные и среднее значения;
- г) дополнительные согласованные условия, отличающиеся от настоящего стандарта;
- х) дату проведения испытания.

Приложение ДА  
(справочное)

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов  
национальным стандартам**

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 4288	—	*
ISO 7500-1	—	*

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде стандартов.

## Библиография

- [1] ISO 472:1999, Plastics — Vocabulary<sup>1)</sup>
- [2] ISO 13385-1:2011, Geometrical product specifications (GPS) — Dimensional measuring equipment — Part 1: Callipers; Design and metrological characteristics
- [3] ISO 80000-4:2006, Quantities and units — Part 4: Mechanics (ИСО 80000-4:2006 Величины и единицы. Часть 4. Механика)<sup>2)</sup>
- [4] DIN 51944, Testing of carbonaceous materials — Determination of flexural strength by four point method — Solid materials

---

1) Действует ISO 472:2013 «Plastics — Vocabulary».

2) Официальный перевод этого стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

УДК 621.3.035:006.354

ОКС 71.100.10

Ключевые слова: углеродные материалы, производство алюминия, обожженные аноды, катодные блоки, предел прочности на изгиб, четырехточечный метод

---

Редактор *Н.В. Таланова*  
Технический редактор *И.Е. Чёрепкова*  
Корректор *И.А. Королёва*  
Компьютерная верстка *А.Н. Золотарёвой*

Сдано в набор 08.04.2019   Подписано в печать 20.05.2019   Формат 60 × 84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.   Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,40.   Уч.-изд. л. 1,00.  
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,  
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru)   [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)