

---

---

**Коррозия металлов и сплавов.  
Анодное испытание для определения  
межкристаллитной коррозионной  
восприимчивости термически  
обработанных сплавов алюминия**

**iTeh STA** *Corrosion of metals and alloys – Anodic test for evaluation of intergranular  
corrosion susceptibility of heat-treatable aluminium alloys*  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 15329:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-5e7442bf2f08/iso-15329-2006>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер  
ISO 15329:2006(R)

**Отказ от ответственности при работе в PDF**

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на установку интегрированных шрифтов в компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe - торговый знак Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами – членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просим информировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 15329:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-5e7442bf2f08/iso-15329-2006>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2006

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по адресу ниже или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

**Содержание**

Страница

|    |                                 |   |
|----|---------------------------------|---|
| 1  | Область применения .....        | 1 |
| 2  | Нормативные ссылки .....        | 1 |
| 3  | Термины и определения .....     | 1 |
| 4  | Принцип .....                   | 1 |
| 5  | Образцы изделий .....           | 2 |
| 6  | Подготовка поверхности.....     | 3 |
| 7  | Процедура .....                 | 3 |
| 8  | Металлографический анализ ..... | 4 |
| 9  | Оценка результатов .....        | 4 |
| 10 | Протокол испытания.....         | 4 |
|    | Библиография.....               | 7 |

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 15329:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-5e7442bf2f08/iso-15329-2006>

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. Что касается стандартизации в области электротехники, то ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC).

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами Директив ISO/IEC, Часть 2.

Основной задачей технических комитетов является подготовка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы настоящего международного стандарта могут быть объектом патентных прав. Международная организация по стандартизации не может нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 15329 подготовлен техническим комитетом ISO/TC 156, *Коррозия металлов и сплавов*.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 15329:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-5e7442bf2f08/iso-15329-2006>

# Коррозия металлов и сплавов. Анодное испытание для определения межкристаллитной коррозионной восприимчивости термически обработанных сплавов алюминия

## 1 Область применения

Настоящий международный стандарт задает электрохимический метод, чтобы определять восприимчивость к межкристаллитной коррозии алюминиевых сплавов, термически улучшенных для приобретения свойств “твердого раствора”. Рассматриваются сплавы алюминия типа 2XXX, 6XXX, 7XXX и 8XXX без защитных покрытий и в разных состояниях старения.

Настоящий международный стандарт применяется к литым и деформируемым термически обработанным сплавам алюминия в форме отливок, кованных заготовок, листов, выдавленных профилей, полуфабрикатов или готовых деталей, чтобы проводить сравнительную оценку сплавов разных сортов и толщины в зависимости от их химического состава и других факторов. Результаты испытаний дают информацию, которая помогает устанавливать стойкость к межкристаллитной коррозии и проверять качество термической обработки испытываемых материалов (см. Разделы 8 и 9).

Результаты испытаний не могут считаться абсолютными, потому что они не являются приемлемыми ко всем условиям окружающей среды, которые могут встречаться при эксплуатации. Их лучше всего применять в относительной манере, чтобы сравнивать стойкость к межкристаллитной коррозии алюминиевых сплавов, обрабатываемых в разных режимах нагрева на твердый раствор.

ISO 15329:2006

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-5e7442bf2f08/iso-15329-2006)

## 2 Нормативные ссылки

[5e7442bf2f08/iso-15329-2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/adda0186-25b9-4deb-8c32-5e7442bf2f08/iso-15329-2006)

Следующие нормативные документы являются обязательными для применения с настоящим международным стандартом. Для ссылок с указанием срока действия применяется только указанное по тексту издание. Для недатированных ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 3696:1987, *Вода для аналитического лабораторного использования. Технические требования и методы испытания*

ISO 8044:1999, *Коррозия металлов и сплавов. Основные термины и определения*

ISO 11846:1995, *Коррозия металлов и сплавов. Определение стойкости к межкристаллитной коррозии алюминиевых сплавов термически обработанных на твердый раствор*

## 3 Термины и определения

В настоящем документе применяются термины и определения, данные в ISO 8044.

## 4 Принцип

Метод основан на принципе, что, если алюминиевый сплав является восприимчивым к межкристаллитной коррозии, то эта восприимчивость может быть показана как разрушение во время анодной поляризации сплава при воздействии растворов, содержащих ионы хлорида.

Восприимчивость к межкристаллитной коррозии алюминиевых сплавов, термически обработанных на твердый раствор, зависит от химического состава сплава, метода изготовления, термической обработки на твердый раствор, закалки и искусственного ускоренного упрочнения (старения).

В состоянии природного старения чувствительность к межкристаллитной коррозии алюминиевых сплавов, термически обработанных на твердый раствор, является в основном функцией скорости охлаждения во время закалки в диапазоне критической температуры.

Независимо от типа начала язвенной коррозии и зон развития (по границам зернистой структуры или через тело кристалла), депассивация (возмущение пассивного состояния металла) возникает в момент достижения потенциала зарождения язвенной коррозии. Развитие межкристаллитной коррозии возникает чаще на уровне потенциала, более положительного по сравнению с зарождением язвенной коррозии.

Исторически, испытания на ускорение межкристаллитной коррозии имели тенденцию в направлении произвольных и возможно экстремальных условий, включая подаваемые электрические токи (гальванические) или приложенные потенциалы на электродах (потенциостатические). Такое проведение испытаний может быть усовершенствовано путем выбора электрохимической силы с учетом относительных анодных характеристик материала во взаимоотношении с

- a) относительными катодными фазами материала и
- b) химическим составом испытательной среды.

Этот метод испытаний начинается с анодной поляризации испытательного образца, чтобы установить последующий приложенный потенциал. Аналогично любому другому ускоренному испытанию, результаты испытания по методу настоящего стандарта должны быть соотнесены с рабочей характеристикой испытываемых материалов.

Металлографический анализ требуется для определения состояния локализованного коррозионного воздействия.

Настоящий принцип предполагает анодную поляризацию испытательных образцов в водном растворе хлорида натрия до уровня потенциала, на котором сплав показывает восприимчивость к межкристаллитной коррозии, и воздействие коррозии при этом потенциале ( $E_{ic}$ ) (См. Рисунок 1).

## 5 Образцы изделий

### 5.1 Образцы для проведения испытания

Выборку среди изделий следует проводить для получения представительных образцов типичных участков поверхности испытываемого материала или его части.

При управляемой термической обработке на твердый раствор образцы для испытаний берутся из той части полуфабриката, где скорости охлаждения во время закалки являются наименьшими. В случае испытаний мелких деталей, которые закаляются в корзинах, испытательные образцы берутся из центральной части корзины. Если закалка осуществляется на стеллажах, то образцы берутся с верхней и нижней полки стеллажа. Если полуфабрикаты (например, трубы, листы, плиты и панели) закаляются в вертикальном положении, то образцы для испытаний вырезаются из нижнего и верхнего конца. Если нет различий в режиме охлаждения, то образцы берутся наугад (см. ISO 11846).

Образцы должны быть взяты из каждой загрузки для термической обработки изделий на твердый раствор.

Местоположение выборки и трехмерная зернистая структура подлежат согласованию между пользователем и поставщиком.

## 5.2 Размеры, конфигурации, числа образцов и требования к поверхности

Образцы должны быть произвольной конфигурации и размеров, но похожими для повторных испытаний.

Образцы с дефектами поверхности (металлургическими или механическими) не подлежат испытанию.

Для испытаний следует брать не менее трех образцов одной и той же конфигурации, одних и тех же размеров и с одинаково подготовленной поверхностью.

## 6 Подготовка поверхности

**6.1** До начала испытания образцы следует механически шлифовать и обезжирить органическим растворителем (углеводородом с точкой кипения между 60 °С и 120 °С), используя чистую мягкую щетку или устройство ультразвуковой очистки. Образец следует чистить в сосуде, наполненном растворителем. После чистки образцы следует ополоснуть свежим растворителем, высушить и хранить в эксикаторе 1 ч.

**6.2** Предварительная обработка может быть проведена в соответствии с ISO 11846.

## 7 Процедура

**7.1** Сплавы естественного старения испытываются через 24 ч после закалки. Сплавы искусственного старения могут быть испытаны настоящим методом в любое время.

**7.2** Растворы готовятся с использованием дистиллированной и деионизированной воды, имеющей проводимость не больше 10 мкС/см (см. ISO 3696), сразу перед испытанием. Для приготовления растворов используются химикаты аналитического качества.

**7.3** Отношение объема раствора к общей поверхности образца следует поддерживать величиной не меньше 50 мл/см<sup>2</sup>, а для каждого испытания следует использовать свежий раствор.

**7.4** Образцы помещаются в раствор таким образом, что они не касаются друг друга и стенок сосуда. Уровень раствора должен быть не меньше чем на 20 мм выше верхней кромки образцов и одинаковым для всех образцов. Не допустимо испытывать образцы сплавов, составленных по разным схемам, в одном и том же растворе.

**7.5** Испытания проводятся в стеклянных сосудах или сосудах из инертных материалов.

**7.6** Испытания проводятся в соответствии со следующей процедурой.

Испытания проводятся в электрохимической ванне, управляемой термостатом, при температуре между 18 °С и 25 °С. В ванне установлены испытательный, вспомогательный и контрольный электроды. Испытательный раствор содержит массовую фракцию хлорида натрия величиной 0,1 %. Потенциостат используется для поляризации испытательного электрода на скоростях управляемого сканирования и уровне потенциала  $E_{ic}$ .

Образец с механически полированной площадью поверхности не меньше 1 см<sup>2</sup> является испытательным электродом. Шероховатость поверхности  $R_a \leq 1$  мкм.

Вспомогательный электрод изготовлен из платины, а контрольный – либо из хлористой ртути (каломель), либо из сплава серебра/хлорида серебра.

Сначала вычерчивается кривая анодной поляризации для одного образца путем сканирования потенциала от катодного значения  $E = -2,00$  В к водородному электроду со скоростью 50 мВ/мин до потенциала зарождения язвенной коррозии,  $E_{pi}$ . Потенциал начала язвенной коррозии является потенциалом, после которого плотность тока увеличивается, по меньшей мере, на величину одного

порядка в процессе анодной поляризации (см. ISO 8044). Затем другой образец погружается в ту же самую ванну, остается в ней 5 мин, а потенциал перемещается до величины

$$E_{ic} = E_{pi} + 50 \text{ мВ.}$$

Воздействие под этим потенциалом продолжается следующим образом:

- для сплавов, содержащих медь (в диапазоне от 0,25 % до 6,5 % Cu): 10 мин ± 1 мин;
- для сплавов, не содержащих медь (максимум 0,25 % Cu): 40 мин ± 5 мин.

После испытаний образцы изымают из ванны, моют в дистиллированной воде, сушат и подвергают металлографическому анализу.

## 8 Металлографический анализ

Каждый испытанный образец исследуется с увеличением от 5 до 20 крат, чтобы обнаружить и пометить одну или две зоны с наиболее сильной коррозией. Поперечные сечения для металлографического анализа вырезаются через эти зоны и подготавливаются для исследования под микроскопом.

## 9 Оценка результатов

Интерпретация чувствительности алюминиевых сплавов, термически обработанных на твердый раствор, к межкристаллитной коррозии базируется на типе (язвенная или межкристаллитная коррозия), глубине и относительной степени поражения.

Сначала тип коррозии следует установить по эталонам (см. Рисунок 2, А, В, С, D). Эталоны А и В представляют язвенную коррозию, т.е. случаи, когда восприимчивость к межкристаллитной коррозии отсутствует. Эталоны С и D представляют межкристаллитную коррозию. В этом случае ее рейтинг следует классифицировать согласно Таблице 1 на основе максимальной глубины поражения коррозией.

Когда результат анализа используется для суждения о качестве термической обработки на твердый раствор, то приемлемая восприимчивость к межкристаллитной коррозии согласуется между поставщиком и пользователем.

## 10 Протокол испытания

Протокол испытания должен включать следующую информацию:

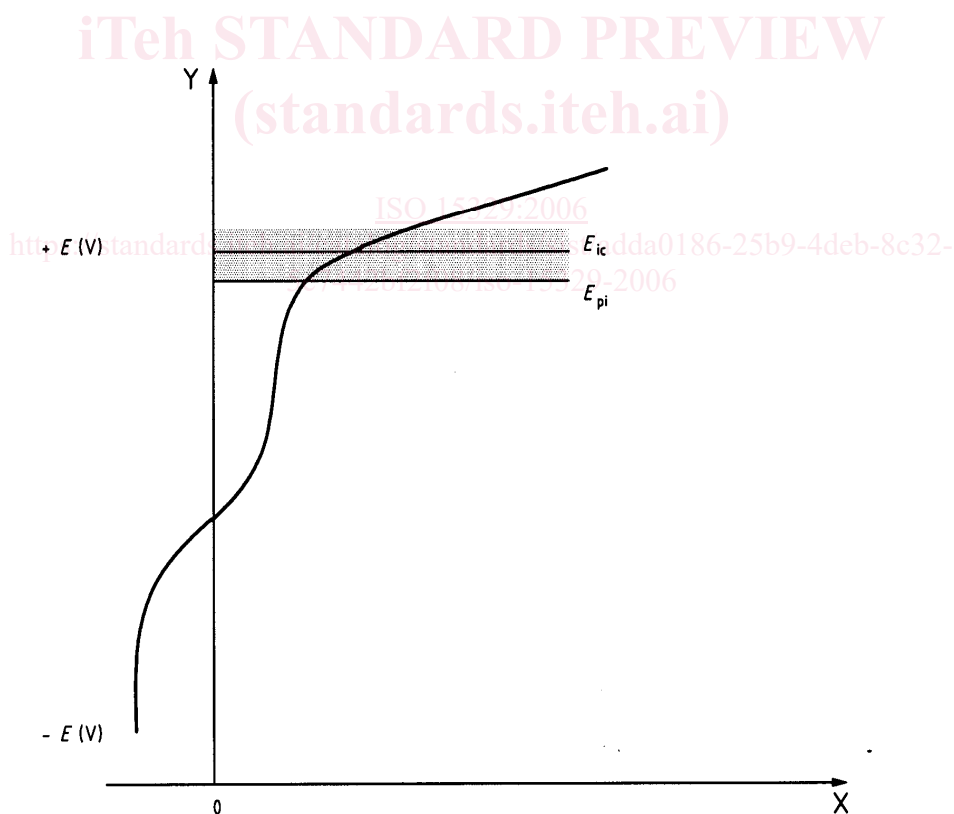
- a) ссылку на настоящий международный стандарт, т.е. ISO 15329;
- b) обозначение и химический состав сплава;
- c) тип полуфабриката или части;
- d) метод изготовления продукта или части;
- e) термическую обработку;
- f) состояние поверхности;
- g) размеры образцов;



- h) потенциал язвенной коррозии;
- i) период воздействия;
- j) силу тока на потенциале язвенной коррозии в конце испытания;
- к) тип коррозии;
- l) критерии оценки стойкости сплава к межкристаллитной коррозии и рейтинговое число.

**Таблица 1 – Рейтинги межкристаллитной коррозии для алюминиевых сплавов**  
(см. [2] в Библиографии)

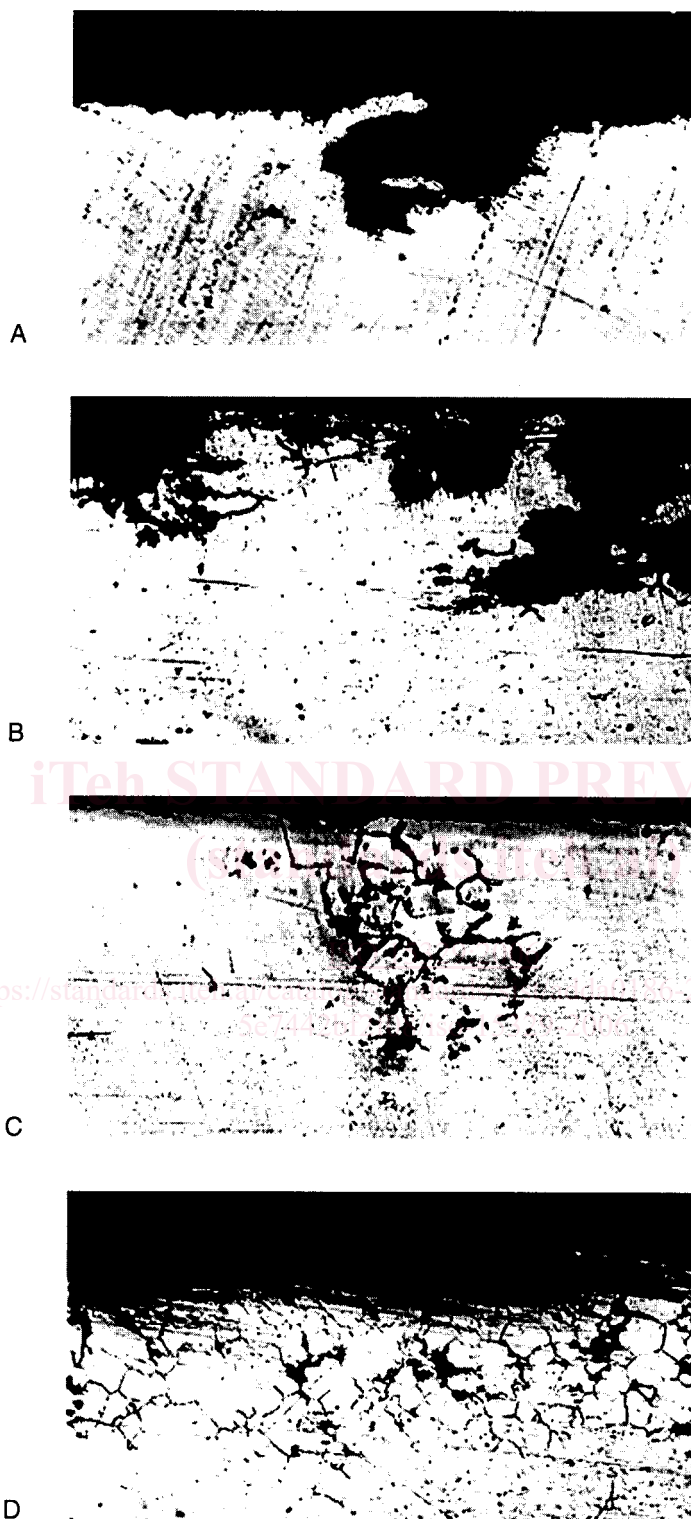
| Стойкость к коррозии | Рейтинг | Максимальная глубина коррозии<br>мкм |
|----------------------|---------|--------------------------------------|
| Отличная             | 1       | 0                                    |
| Хорошая              | 2       | 100                                  |
| Удовлетворительная   | 3       | от 100 до 200                        |
| Плохая               | 4       | от 200 до 400                        |
| Очень плохая         | 5       | свыше 400                            |



**Обозначение**

- X плотность тока
- Y потенциал

**Рисунок 1 — Диаграмма типичной анодной поляризации**



Металлографическое изображение при 200-кратном увеличении

**Рисунок 2 — Типы коррозии образцов алюминиевых сплавов после электрохимического испытания**