ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 9.318 — 2013

Единая система защиты от коррозии и старения

ПОКРЫТИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ НА АЛЮМИНИИ И ЕГО СПЛАВАХ

Общие требования и методы контроля

Unified system of corrosion and ageing protection. Nanostructure non-metallic inorganic coatings formed by microarc oxidation on aluminum and its alloys. General requirements and methods of control

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Протектор» (ООО «Протектор»), Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ФГУП «ВНИИНМАШ»)

2. ВНЕСЕН ТК 214 «Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений»

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1958-ст

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 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 (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения национального органа Российской Федерации по стандартизации

Введение

С целью защиты от воздействия внешних факторов на изделиях из алюминия и его сплавов получают покрытия, используя различные способы, в том числе микродуговое оксидирование.

Технологические преимущества микродугового оксидирования:

- возможность получения покрытий с широким спектром применения;
- возможность получения покрытий, как на новых изделиях, так и для восстановления покрытий после износа;
- сокращение времени получения покрытия, что позволяет использовать меньшее количество оборудования, производственных площадей и снизить расход воды.

С помощью микродугового оксидирования получают покрытия с разнообразными функциональными свойствами: коррозионностойкие, износостойкие, термостойкие, электроизоляционные и декоративные, что позволяет применять их в самых разнообразных отраслях промышленности. В настоящем стандарте для удобства изложения установлена условная классификация нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий на типы в зависимости от их функциональных свойств, хотя для каждого типа покрытия присущи все функциональные свойства в той или иной степени.

Структура и состав покрытий определяются условиями их получения, зависят от температуры и времени микродугового оксидирования, а также от материала основы, состава электролита и режима обработки. В настоящем стандарте для каждого типа покрытий приведены допустимые значения и диапазоны значений показателей. Значения показателей покрытий должны быть установлены в нормативной документации на конкретные изделия, детали, поверхности для конкретных условий эксплуатации и решаемых задач по обеспечению стойкости изделий в этих условиях.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая система защиты от коррозии и старения

ПОКРЫТИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ НА АЛЮМИНИИ И ЕГО СПЛАВАХ

Общие требования и методы контроля

Unified system of corrosion and ageing protection. Nanostructure non-metallic inorganic coatings formed by microarc oxidation on aluminum and its alloys. General requirements and methods of control

Дата введения — 2014—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на нанокристаллические неметаллические неорганические покрытия (далее – покрытия) полуфабрикатов, сборочных единиц, деталей и изделий (далее – изделия) из алюминия и его сплавов, содержащих не более 10 % кремния, получаемые методом микродугового оксидирования (далее – МДО), и устанавливает общие требования к покрытиям, поверхности основного металла изделия, контролю качества покрытий и методам контроля.

Покрытия предназначены для обеспечения:

- коррозионной стойкости изделий;
- защитно-декоративных свойств поверхностей изделий;
- стойкости изделий к механическому износу;
- стойкости деталей и узлов, работающих в условиях высоких температур (до 400 °С) и термоциклических нагрузок;
- электроизоляционных свойств поверхностей изделий;
- светопоглощающих свойств изделий.

В зависимости от требований нормативной документации на изделие конкретного типа на покрытие (подслой) наносят лакокрасочное или полимерное покрытие.

Покрытия должны соответствовать исполнению изделий в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150.

Покрытия получают после того, как все термические и механические операции обработки изделий (резание, сварка, формовка, сверление и т.п.) закончены. Покрытия получают на новых изделиях и на восстанавливаемых поверхностях изделий после износа покрытий. Настоящий стандарт не учитывает изменений покрытий, возникающих в процессе сборки и испытаний изделий.

Допускается получать покрытие, как на части изделия, так и на изделии в целом.

Для получения качественного покрытия следует правильно выполнять конкретные стадии технологического процесса и учитывать:

- марку алюминиевого сплава изделия, его прочностные (механические) характеристики, наличие остаточных напряжений и требования к их снятию;
- условия эксплуатации изделия, требуемую толщину покрытия и применяемую дополнительную обработку;
- ответственные поверхности изделия;
- допустимые дефекты на поверхности изделия;
- конфигурацию изделия.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

Издание официальное

ГОСТ Р 8.568-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р ИСО 2859-1–2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества

ГОСТ Р ИСО 2859-4–2006 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 4. Оценка соответствия заявленному уровню качества

ГОСТ Р ИСО 5725-2–2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений

ГОСТ Р 53228–2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ 2.601–2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 9.008–82 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Термины и определения

ГОСТ 9.031–74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия анодно-окисные полуфабрикатов из алюминия и его сплавов. Общие требования и методы контроля

ГОСТ 9.301–86 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования

ГОСТ 9.302–88 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля

ГОСТ 9.305–84 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий

ГОСТ 9.306–85 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения

ГОСТ 9.308–85 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний

ГОСТ 9.311–87 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений

ГОСТ 12.3.008–75 Система стандартов безопасности труда. Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности

ГОСТ 427–75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 2789–73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 7165–93 (МЭК 564 - 77) Мосты постоянного тока для измерения сопротивления

ГОСТ 7721–89 Источники света для измерений цвета. Типы. Технические требования. Маркировка

ГОСТ 9450–76 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 19300–86 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры

ГОСТ 24297–87 Входной контроль продукции. Основные положения

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 9.008, а также следующие термины с

соответствующими определениями:

3.1 **нанокристаллическое неметаллическое неорганическое покрытие** (nanostructure non-metallic inorganic coating): Покрытие, состоящее из кристаллов неметаллических неорганических соединений, размеры которых по одному или нескольким измерениям находятся в нанодиапазоне.

3.2 **толщина покрытия** (coating thickness): Расстояние по нормали между поверхностью основного металла и поверхностью внешнего слоя покрытия.

3.3 **микродуговое оксидирование** (microarc oxidation): Способ получения оксидного покрытия из окисленных форм элементов металла и составляющих электролита в специально создаваемых условиях, в которых за счет высокой напряженности электрического поля на границе раздела основного металла и электролита возникают микроплазменные разряды.

3.4 **подслой** (underlayer): Промежуточный слой покрытия на поверхности основного металла, получаемый перед нанесением лакокрасочных, полимерных покрытий, для защиты от коррозии, придания декоративного вида и обеспечения необходимой прочности сцепления.

4 Классификация и обозначение

4.1 Покрытия в зависимости от функциональных свойств подразделяют на типы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Типы и обозначение нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий, получаемых методом микродугового оксидирования

Тип (функциональные свойства) покрытий	Обозначение
Подслой	пс
Коррозионностойкие	кст
Износостойкие	ист
Термостойкие	тст
Твердые	тв
Электроизоляционные	эиз
Декоративные	дк
Примечание – Классификация покрытий на типы является условной, так как покрытие является многофункциональным, т.е. обладает в той или иной степени всеми из приведенных в таблице функциональными свойствами.	

4.2 Обозначение покрытий по их декоративным свойствам приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Обозначение нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий, получаемых методом микродугового оксидирования, по декоративным свойствам

Наименование декоративных свойств покрытий	Декоративный признак покрытия	Обозначение	
		словесное	допустимое сокращение
Цвет	От белого до светло-серого	Белый	–
	От светло-коричневого до темно-коричневого	Коричневый	–
	От светло-зеленого до зеленого	Зеленый	–
	От темно-зеленого до черного	Черный	ч
Блеск	Матовое	–	м
Шероховатость	По ГОСТ 9.306 (таблица 7)		

4.3 Микродуговой способ получения покрытий обозначают Мд.

4.4 Обозначение покрытий формируют в соответствии с требованиями ГОСТ 9.306 с применением обозначений по 4.1 – 4.3. Примеры записи обозначений покрытий приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Примеры записи обозначений нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий, получаемых методом микродугового оксидирования

Описание покрытий	Обозначение
Микродуговое оксидное покрытие толщиной 5 мкм, подслой, с последующим нанесением лакокрасочного покрытия	Мд. Окс5. пс/лкп
Микродуговое оксидное покрытие износостойкое	Мд. Окс. ист.
Микродуговое оксидное покрытие толщиной 80 мкм, коррозионно- и износостойкие, коричневого цвета	Мд. Окс80. кст. ист. коричневый
Микродуговое оксидное покрытие толщиной 35 мкм, слегка шероховатое, черного цвета	Мд. Окс35. сш. ч
Микродуговое оксидное покрытие электроизоляционное, пропитанное парафином	Мд. Окс. эиз. прп
Микродуговое оксидное покрытие толщиной 40 мкм, твердое, зеленого цвета	Мд. Окс40. тв. зеленый

5 Общие требования

5.1 Требования к поверхности основного металла изделия и применяемым материалам

5.1.1 Изделия, на которых получают покрытия, должны соответствовать требованиям стандартов, конструкторской и технологической документации, и других нормативных документов (НД), утвержденных в установленном порядке.

Материалы, применяемые для получения покрытий, должны соответствовать требованиям НД на них и иметь сопроводительную документацию по ГОСТ 2.601.

5.1.2 Поверхность основного металла изделия перед получением покрытий должна соответствовать требованиям ГОСТ 9.301 (включая требования к шероховатости поверхности). В перечень контролируемых показателей изделий (деталей, сборочных единиц и т.п.) по согласованию с заказчиком включают контроль на соответствие поверхности изделий требованиям 5.1.1 – 5.1.5 настоящего стандарта. Внешний вид поверхности изделий определяют по 7.2, шероховатость – по 7.4 настоящего стандарта. Для контроля отбирают от 2 % до 5 % изделий от партии, но не менее трех изделий, а для единичного производства – каждое изделие.

5.1.3 Поверхности изделий, на которых не предусмотрено получение покрытий, должны быть защищены (экранированы токонепроводящими материалами), а отверстия изолированы винтами или заглушками из токонепроводящего материала.

5.1.4 На ответственных поверхностях, на которых не допускаются забои, заусенцы, сколы и т.д. от оснастки, должно быть предусмотрено технологическое отверстие, на которое данное требование не распространяется.

Примечания

1 Ответственными считают видимые поверхности, определяющие внешний вид или работоспособность изделия в сборе, или которые могут быть источником возникновения коррозии. При необходимости такие поверхности указывают в НД на изделие или наносят соответствующую маркировку на образцы изделия.

2 Под технологическим отверстием следует понимать отверстие, предназначенное для обеспечения качественного контакта токоподвода с покрываемым изделием. Диаметр технологического отверстия должен быть не менее 3 мм.

5.1.5 В НД на изделие должно быть указано место контакта покрываемого изделия с токоподводом.

5.1.6 Подготовку поверхности основного металла перед получением покрытий осуществляют в соответствии с ГОСТ 9.305.

Время между началом очистки поверхности изделия и получением покрытий не должно превышать двух часов. Очистку поверхности изделия осуществляют при относительной влажности воздуха не выше 75 %.

5.1.7 Для получения покрытий применяют электролиты, специально предназначенные для конкретного процесса микродугового оксидирования.

5.1.8 Применяемые материалы и изделия, предназначенные для получения покрытий, подвергают входному контролю в соответствии с ГОСТ 24297.

5.2 Требования к нанокристаллическим неметаллическим неорганическим покрытиям

5.2.1 Покрытия должны соответствовать требованиям настоящего стандарта с учетом требований к покрытию конкретного типа, установленных в НД, утвержденных в установленном

порядке.

5.2.2 Внешний вид покрытий

5.2.2.1 Поверхность изделия после получения покрытия должна быть сплошной, без трещин, отслоений (вздутий), следов коррозии, однородного цвета (оттенки не нормируются). При этом:

- для белого покрытия при толщине покрытия более 100 мкм допускается наличие зеленоватого оттенка; для многокомпонентных и литейных сплавов возможно наличие бликов различных тонов;
- для зеленого покрытия в зависимости от сплава возможны вкрапления;
- для черного покрытия допускается наличие темно-синего оттенка.

Примечание – К вкраплениям относят более темные или светлые цветовые точки и пятна на покрытии, но не его повреждения.

5.2.2.2 Для покрытий, если нет специальных указаний в НД, не являются браковочными следующие признаки:

- темные точки и пятна (за исключением декоративных покрытий);
- темные и светлые полосы в направлении прокатки, местах сварки, притирки, наклепа, местах отсутствия плакировочного слоя (за исключением декоративных покрытий);
- не однотонность цвета или более светлые оттенки покрытия в местах контакта токоподвода с изделием;
- разнотонность цвета в случае получения коричневого, зеленого или черного покрытия (для недекоративных покрытий);
- более светлый тон на внутренних поверхностях изделия;
- образование наростов (пригаров) на краях обрабатываемого изделия;
- отсутствие покрытия в местах контакта изделия с токоподводом;
- заусенцы, забои, сколы и т.д. на технологическом отверстии;
- другие признаки по ГОСТ 9.301 (пункт 2.1.2).

5.2.3 Основные показатели покрытий

5.2.3.1 Основные показатели покрытий должны соответствовать 5.2.2 и требованиям, указанным в таблице 4.

5.2.3.2 Конкретные значения показателей должны быть указаны в НД на конкретное изделие и в договорах на поставку. Получение покрытий с конкретными значениями показателей, установленными в НД на изделие, должно обеспечиваться методом МДО для конкретного типа покрытий.

Примечание – Пределы диапазонов значений показателей покрытий, получаемых методом МДО, приведены в приложении А.

5.2.3.3 По согласованию с заказчиком толщина покрытий может превышать установленное максимальное значение, если это не влияет на сборку и работоспособность изделия.

Толщина покрытий в отверстиях, пазах, вырезах, на вогнутых участках сложнопрофильных изделий и т.д. должна соответствовать ГОСТ 9.301, если нет других требований в НД к толщине покрытий на этих участках.

На плоских поверхностях размером более 500 х 500 мм допускается отличие по толщине покрытия на 30 % в центральной части поверхности в сравнении с ее краями, если нет других требований в НД к толщине покрытия на указанных участках.

5.2.3.4 Покрытия должны обеспечивать на поверхности изделия следующие параметры шероховатости по ГОСТ 2789: R_a от 0,5 до 6 мкм и R_z от 6 до 40 мкм; покрытия, используемые в качестве подслоя – R_a от 0,3 до 2,5 мкм и R_z от 5 до 15 мкм. Конкретный параметр шероховатости должен быть установлен в НД на изделие или по согласованию с заказчиком в договоре на поставку.

Примечание – Следует учитывать, что показатель шероховатости поверхности изделия после МДО по отношению к показателю шероховатости исходной поверхности основного металла снижается.

Таблица 4 – Основные показатели нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя для							Методы контроля
		подслоя	коррозионностойкого покрытия	износостойкого покрытия	термостойкого покрытия	твердого покрытия	электроизоляционного покрытия	декоративного покрытия	
1	Толщина, мкм	От 3 до 20	От 10 до 100	От 20 до 200	От 30 до 200	От 20 до 200	От 20 до 200	От 15 до 100	По 7.3
2	Пористость при определении по площади пор, %, не более	60	25						По 7.5
3	Прочность сцепления, определяемая методом нанесения сетки царапин (рисок)	Не должно быть отслаивания покрытия между линиями и в сетке квадратов							По 7.6
4 4.1	**Коррозионная стойкость:** при испытании в камере соляного тумана, отсутствие коррозионных поражений после выдержки, ч, не менее	720	1000						По 7.7
4.2	при периодическом погружении в испытательный раствор, площадь коррозионных поражений, %, не более	0,1							По 7.7
5	Защитные свойства	Не должно наблюдаться изменение цвета капли испытательного раствора до истечения установленного времени испытания							По 7.8
6	Абразивный износ по методу Табера – индекс убыли массы, мг/1000 циклов, не более	60	120						По 7.9
7	Термостойкость при термоциклических испытаниях (температура 280 °С), число циклов, не менее	90						4	По 7.10
8	Твердость по Виккерсу, HV, не менее	30	100	500	500	1000	100	500	По 7.11
9	Коэффициент трения, не более	0,9	0,6	0,7			0,6	0,7	По 7.12
10	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м, не менее	10							По 7.13
11	Электрическое пробивное напряжение, В, не менее	300							По 7.14

Окончание таблицы 4

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя для							Методы контроля
		подслоя	коррозионностойкого покрытия	износостойкого покрытия	термостойкого покрытия	твердого покрытия	электроизоляционного покрытия	декоративного покрытия	
12	Степень поглощения видимого спектра излучения для черных покрытий, %, не менее	93							По 7.15
Примечания – Конкретный метод определения показателя по 4.1 и 4.2 настоящей таблицы устанавливают по согласованию с заказчиком.									

6 Требования к контролю качества нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий

6.1 Покрытия изделий контролируют на соответствие требованиям настоящего стандарта с учетом типа покрытий и конкретных значений, указанных в НД на изделие, с применением методов, приведенных в разделе 7.

6.2 Для проверки соответствия покрытий требованиям настоящего стандарта проводят производственный контроль, приемосдаточные и периодические испытания. Производственный контроль осуществляет изготовитель с целью контроля качества получаемых покрытий. Приемосдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия показателей покрытий требованиям настоящего стандарта. Периодические испытания проводит изготовитель с целью контроля стабильности и качества покрытий, а также по требованию заказчика.

Контролируемые показатели покрытий в зависимости от вида контроля и типа покрытий приведены в приложении Б.

6.3 Все результаты контроля качества покрытий должны быть документально оформлены.

7 Методы контроля

7.1 Общие требования к методам контроля

7.1.1 Перед проведением контроля покрытий изделия выдерживают при температуре помещения, в котором проводят контроль, не менее 60 мин (при толщине покрытия более 50 мкм – не менее 2 ч) или сушат в сушильном шкафу при температуре (60 ± 5) °С в течение 30 мин (при толщине покрытия более 50 мкм – в течение 60 мин) с последующим охлаждением до температуры помещения.

7.1.2 Испытания проводят в помещении при нормальных климатических условиях в соответствии с требованиями ГОСТ 15150 (пункт 3.15).

7.1.3 Применяемые средства измерений должны быть поверены; оборудование и устройства – аттестованы в установленном порядке по ГОСТ Р 8.568.

7.1.4 Применяемые средства и методы измерений должны обеспечивать относительную погрешность измерения не более ± 10 %.

7.1.5 Методы определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений – по ГОСТ Р ИСО 5725-2.

7.1.6 Выборку образцов для испытаний проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 2859-1, ГОСТ Р ИСО 2859-4. Из каждой партии изделий, подвергнутых МДО, отбирают необходимое количество образцов в зависимости от размера партии, после чего методом случайного отбора проводят выборку образцов достаточную для проведения каждого испытания, но не менее трех штук.

7.1.7 При невозможности контроля качества покрытий на изделиях, форма, размеры, масса или стоимость которых не позволяют использовать их для контроля, а также для изделий единичного производства допускается проводить испытания на образцах-свидетелях, форму и размеры которых устанавливает изготовитель покрытия по согласованию с заказчиком.

7.1.8 Образцы-свидетели должны быть изготовлены из той же марки сплава и с той же шероховатостью поверхности, как у изделия, и подвергнуты МДО по одной и той же технологии совместно с контролируемыми изделиями.

Допускается одни и те же образцы-свидетели использовать для различных испытаний методами неразрушающего контроля.

7.1.9 Контроль качества покрытий проводят на наружной поверхности изделий, на доступных участках, не имеющих накатки, удаленных от ребер, углов, резьбы, отверстий, мест контакта с монтажным приспособлением, паяных и сварных швов.

Проведение контроля покрытий на внутренних и труднодоступных поверхностях изделий должно быть оговорено в НД на изделие с указанием методов и конкретного места на поверхности изделия для проведения измерения.

7.1.10 При проведении испытаний следует соблюдать требования безопасности по ГОСТ 12.3.008.

7.2 Контроль внешнего вида

Контроль внешнего вида покрытий проводят по ГОСТ 9.302 (раздел 2), путем сплошного контроля (осмотра) поверхности изделий.

При контроле внешнего вида покрытия необходимо учитывать состояние поверхности изделия перед получением покрытия.

Если обнаружены хотя бы на одном из изделий несоответствия покрытия требованиям 5.2.2.1 с учетом допустимых отклонений по 5.2.2.2 и допустимых дефектов поверхности изделия до получения покрытий (документально подтвержденных), партию бракуют.

7.3 Контроль толщины

7.3.1 Толщину покрытий контролируют по ГОСТ 9.302 (пункт 3.7) методом вихревых токов. Контроль толщины покрытий, применяемых в качестве подслоя толщиной от 3 до 10 мкм, допускается не проводить, а обеспечивать правильность выполнения технологического процесса получения покрытий. При наличии требований в НД к контролю толщины покрытия в этом диапазоне применяют метод светового сечения по ГОСТ 9.031 (приложение 1).

Допускается применять другие методы измерений толщины покрытий с допускаемой относительной погрешностью измерения не более ± 10 %.

7.3.2 Толщина покрытий в любой измеряемой точке должна быть не менее минимальной толщины, установленной в НД на изделие, с учетом абсолютной погрешности измерения.

7.3.3 Равномерность толщины покрытия определяют по разности максимальной и минимальной толщины в измеряемых точках, отнесенной к среднеарифметическому значению толщины покрытия, которая должна укладываться в установленный допуск.

7.3.4 За результат измерения толщины покрытия принимают среднее арифметическое значение не менее трех измерений на поверхности одного образца изделия или на трех – пяти образцах от одной партии изделий единовременной загрузки, если площадь поверхности одного изделия менее 1 $см^2$.

7.3.5 Результаты считают неудовлетворительными, если хотя бы при одном измерении толщина покрытия меньше, чем указано в таблице 4.

При получении неудовлетворительных результатов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

7.4 Определение шероховатости

7.4.1 Шероховатость поверхности покрытия определяют после получения покрытия или, при необходимости, после его механической обработки, что должно быть согласовано с заказчиком.

7.4.2 Измерения проводят контактными профилографами-профилометрами, соответствующими требованиям ГОСТ 19300, с допускаемой относительной погрешностью измерения не более ± 10 %.

Измерения проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

7.4.3 За результат измерений принимают среднеарифметическое значение трех измерений.

7.4.4 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если его шероховатость не соответствует показателю, установленному в НД на изделие.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. Результаты повторного контроля являются окончательными.

7.5 Определение пористости

7.5.1 Пористость покрытий определяют методом растровой электронной микроскопии путем подсчета площади пор на фотографии участка поверхности.

Пористость покрытий определяют с помощью растрового электронного микроскопа с разрешающей способностью от 1 до 100 нм в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

7.5.2 Образец устанавливают на столике микроскопа так, чтобы контролируемая поверхность была параллельна плоскости столика.

7.5.3 Кратность увеличения выбирают в зависимости от измеряемого диаметра пор:

- менее 1 мкм – увеличение 10000^X;
- более 1 мкм (включительно) – увеличение 1000^X.

Микроскоп настраивают так, чтобы изображенный участок контролируемой поверхности (участок размером 100 х 100 мкм – для пор диаметром от 1 до 10 мкм; участок размером 10 х 10 мкм – для пор диаметром менее 1 мкм) попал в середину поля зрения объектива микроскопа.

7.5.4 В соответствии с инструкцией по эксплуатации микроскопа проводят фотосъемку контролируемого участка поверхности образца при выбранном увеличении с учетом размера участка. При этом соотношение масштаба фотографии к размерам контролируемого участка должно быть 1 мм к 1 мкм при увеличении 1000^X и 1 мм к 0,1 мкм при увеличении 10000^X.

7.5.5 На полученной фотографии участка контролируемой поверхности подсчитывают общее число пор на участке, затем с помощью измерительной линейки по ГОСТ 427 (предел измерения 300 мм и цена деления 1 мм) измеряют диаметр каждой поры и вычисляют средний радиус пор для данного участка фотографии. На основе полученного значения среднего радиуса пор вычисляют среднюю площадь пор на участке контролируемой поверхности фотографии $\overline{S}$, мм^2.

7.5.6 Пористость покрытий П, %, вычисляют по формуле

$$П=\frac{\overline{S}\cdot n}{S}\cdot 100, \quad (1)$$

где $\overline{S}$ – средняя площадь пор на участке контролируемой поверхности фотографии, мм^2;

n – число пор на участке контролируемой поверхности, шт.;

S – площадь участка контролируемой поверхности фотографии, мм^2.

7.5.7 За результат испытаний принимают среднеарифметическое значение результатов расчета пористости по формуле (1), полученных на не менее чем девяти фотографиях (по три фотографии разных участков поверхности каждого образца из трех образцов одной выборки).

7.5.8 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если пористость покрытия не соответствует показателю, установленному в таблице 4.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

7.6 Контроль прочности сцепления

7.6.1 Прочность сцепления покрытий с основным металлом изделия контролируют методом нанесения сетки царапин (рисок) аналогично методу, установленному в ГОСТ 9.302 (пункт 5.8).

7.6.2 После контроля не должно быть отслаивания покрытия между линиями и в сетке квадратов.

7.6.3 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если прочность сцепления покрытия не соответствует требованию, установленному в таблице 4.

При получении неудовлетворительных результатов партию бракуют.

7.7 Определение коррозионной стойкости

7.7.1 Коррозионную стойкость покрытий определяют одним из следующих методов:

- при воздействии соляного тумана на образцы в камере соляного тумана;
- периодическим погружением образцов в испытательный раствор.

Метод испытания покрытий в камере соляного тумана является арбитражным.

7.7.2 Испытания на коррозионную стойкость покрытий в камере соляного тумана проводят по ГОСТ 9.308. При этом осмотр образцов проводят через 2, 6, 24, 96, 240, 480, 720 ч после начала испытаний.

Примечание – Если в НД на изделие установлено испытание в соляном тумане продолжительностью менее указанной в таблице 4, то по согласованию с заказчиком допускается уменьшать продолжительность испытаний до значений, предусмотренных для данного изделия.

Оценка коррозионных поражений – по ГОСТ 9.311.

7.7.3 Испытания на коррозионную стойкость покрытий при периодическом погружении образцов в испытательный раствор проводят по ГОСТ 9.031 (приложение 4), при этом продолжительность испытаний покрытий составляет при толщине:

от 3 до 30 мкм, включительно – по ГОСТ 9.031, пункт 5.3 (приложение 4);

от 30 до 60 мкм, включительно – 64 ч;

от 60 до 100 мкм, включительно – 96 ч;

свыше 100 мкм – 148 ч.

7.7.4 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если по истечении установленного времени испытаний хотя бы на одном из образцов обнаружено отклонение (появление продуктов коррозии или изменение цвета покрытия) от показателя, установленного в таблице 4 (пункт 4.2) или в

НД на изделие.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном образце партию бракуют.

7.8 Определение защитных свойств

7.8.1 Защитные свойства покрытий определяют методом капли по ГОСТ 9.302 (раздел 6).

7.8.2 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если в течение установленного в ГОСТ 9.302 времени происходит изменение цвета капли раствора или наблюдается появление точек коррозии основного металла.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном образце партию бракуют.

7.9 Определение абразивного износа

7.9.1 Абразивный износ покрытий определяют по методу Табера с использованием абразиметра – прибора Табера, обеспечивающего измерение нагрузки с допускаемой относительной погрешностью ± 5 %, частоту вращения дисков с допускаемой абсолютной погрешностью ± 4 об/мин.

Каждый образец взвешивают на аналитических весах, соответствующих требованиям ГОСТ Р 53228 и обеспечивающих допускаемую абсолютную погрешность не более ± 3 мг, и регистрируют массу каждого образца (m_1).

Затем образец закрепляют на диске под абразивными кругами, устанавливают требуемую нагрузку на абразивные круги, диск приводят во вращение и проводят истирание образца.

После заданного числа циклов испытание прекращают. Каждый испытанный образец взвешивают. Регистрируют массу каждого образца после испытания (m_2) и вычисляют потерю массы каждого образца за время испытаний.

Испытания проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора при соблюдении следующих условий испытаний:

- частота вращения диска – 60 об/мин;
- нагрузка на абразивные круги – 9,8 Н;
- степень настройки удаления продуктов износа – 100 %;
- количество циклов – 7000;
- абразивные круги – применяемые для анодированных покрытий на алюминии.

При необходимости, периодически (например, через 1000 циклов испытания) определяют потерю массы образца. Регистрируют полученные значения массы для каждого образца.

7.9.2 Абразивный износ покрытий по методу Табера T, мг в пересчете на 1000 циклов, вычисляют по формуле

$$T = \frac{m_1 - m_2}{n} \cdot 1000, \qquad (2)$$

где m_1 - масса образца до испытания, мг;

m_2 - масса образца после заданного числа циклов испытаний, мг;

1000 - стандартное число циклов по Таберу;

n - число циклов проведенных испытаний.

7.9.3 За результат испытаний принимают среднеарифметическое из вычисленных по формуле (2) значений абразивного износа для трех образцов. Полученное значение округляют до третьей значащей цифры.

7.9.4 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если абразивный износ покрытия не соответствует показателю, установленному в таблице 4 (с учетом норматива по НД на изделие) или покрытие разрушилось до основного металла ранее, чем за 7000 циклов испытаний.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов партию бракуют.

7.10 Контроль термостойкости

7.10.1 Контроль термостойкости покрытий проводят циклами. Каждый цикл включает:

- выдержку образцов в сушильном шкафу при температуре (280 ± 5) °С в течение 1 ч;
- погружение нагретых образцов в дистиллированную воду с температурой от 15 °С до 20 °С и выдерживание их в течение 20 мин (до полного остывания образцов).

Количество циклов устанавливают по согласованию с заказчиком, но не менее чем указано в таблице 4.

7.10.2 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если по истечении установленного количества циклов хотя бы на одном из испытуемых образцов визуально обнаружено появление заметных видимых повреждений покрытия в виде шелушений, вздутий, растрескивания, отслаивания или изменение цвета покрытия.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

7.11 Определение твердости

7.11.1 Твердость покрытия определяют методом восстановленных отпечатков (по Виккерсу) в соответствии с требованиями ГОСТ 9450 (раздел 1).

7.11.2 За результат испытаний принимают наименьший результат из трех образцов.

7.11.3 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если значение твердости покрытия менее показателя, установленного в таблице 4 (с учетом нормативов по НД на изделие).

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

7.12 Определение коэффициента трения

7.12.1 Коэффициент трения покрытия определяют с использованием высокотемпературного трибометра, работающего в режиме вращательного движения (метод «шар на диске»), снабженного датчиком силы трения, обеспечивающего создание нагрузки до 40 Н при допускаемой относительной погрешности измерений нагрузки ± 1,0 %, и программным обеспечением сбора и обработки информации.

7.12.2 Испытания проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора при соблюдении следующих условий испытаний:

- сила нагружения – 5 Н;
- линейная скорость движения индентора – 5 см/с.

Коэффициент трения определяют методом «шар на диске», используя в качестве контртела шар из корунда и диски для размещения образцов толщиной не менее 2 мм.

Отсчет силы (момента) трения проводят через каждые 5 мин после начала испытаний.

Испытания считают законченными по достижении постоянной силы (момента) трения, но не ранее, чем через (25 ± 5) мин после начала испытаний. Регистрируют полученные значения коэффициента трения для каждого образца.

7.12.3 За результат испытаний принимают среднеарифметическое из полученных значений для трех образцов.

7.12.4 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если хотя бы у одного из образцов значение коэффициента трения превышает показатель, установленный в таблице 4 (с учетом норматива по НД на изделие), или покрытие разрушилось до основного металла ранее чем через (25 ± 5) мин после начала испытаний.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов партию бракуют.

7.13 Определение удельного объемного электрического сопротивления

7.13.1 Удельное объемное электрическое сопротивление покрытий определяют с использованием моста постоянного тока по ГОСТ 7165 с непосредственным отсчетом значения сопротивления.

При выполнении измерений один из электродов подсоединяют к металлической основе изделия (покрытия), а второй электрод крепят на поверхности исследуемого покрытия. При креплении электродов для улучшения электрического контакта используют низкотемпературную электродную пасту.

7.13.2 За результат измерения удельного объемного электрического сопротивления принимают среднеарифметическое значение результатов измерений при двух противоположных направлениях измерительного тока.

7.13.3 Удельное объемное электрическое сопротивление ρ_v, Ом·м, вычисляют по формуле

$$\rho_v = \frac{R \cdot S}{d}, \qquad (3)$$

где R – среднеарифметическое из измеренных значений сопротивления, Ом;

S – площадь электрода на поверхности образца со стороны покрытия, м^2;

d – толщина покрытия, м.

7.13.4 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если хотя бы у одного из образцов значение удельного объемного электрического сопротивления, вычисленное по формуле (3), менее показателя, установленного в таблице 4 (с учетом норматива по НД на изделие).

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

7.14 Контроль электрического пробивного напряжения

7.14.1 Контроль электрического пробивного напряжение осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 9.302 (приложение 9).

7.14.2 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если хотя бы при одном измерении испытуемого образца значение электрического пробивного напряжения менее показателя,

установленного в таблице 4 (с учетом норматива по НД на изделие).

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

7.15 Определение степени поглощения видимого спектра излучения для черных покрытий

7.15.1 Степень поглощения видимого спектра излучения для черного покрытия определяют методом спектроскопии диффузного отражения с использованием спектрофотометра, обеспечивающего равномерное излучение в диапазоне длин волн от 400 до 800 нм с интервалом 20 нм, с допускаемой абсолютной погрешностью измерений ± 0,3 нм, снабженного программным обеспечением сбора и обработки данных.

7.15.2 Измерения проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора при сплошном распределении излучения стандартного источника света D_{65} по ГОСТ 7721, при геометрии измерения 45/0.

7.15.3 Степень поглощения видимого спектра излучения для черного покрытия ε, %, рассчитывают по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Phi - \Phi_1}{\Phi} \cdot 100 , \qquad (4)$$

где Φ – облучающий поток световой энергии, лм;

Φ_1 – отраженный поток световой энергии, лм.

За результат измерения принимают среднеарифметическое значение не менее трех измерений.

7.15.4 Покрытие считают не выдержавшим испытание, если степень поглощения видимого спектра излучения для черного покрытия у испытуемого образца менее показателя, установленного в таблице 4 или в НД на изделие.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы на одном из образцов проводят повторный контроль на удвоенной выборке из той же партии. При получении неудовлетворительных результатов повторного контроля партию бракуют.

Приложение А
(справочное)

Пределы диапазонов значений показателей нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий

А.1 Пределы диапазонов значений показателей покрытий, получаемых методом МДО, приведены в таблице А.1.

А.2 Конкретные значения показателей в пределах диапазонов, установленных в таблице А.1, должны быть указаны в НД на конкретное изделие и договорах на поставку.

Получение покрытий с конкретными значениями, установленными в НД на изделие, должно обеспечиваться методом МДО для конкретного типа покрытий.

Таблица А.1 – Диапазоны значений показателей нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий, полученных методом микродугового оксидирования

Тип (функциональные свойства) покрытия	Диапазон значений для показателей качества покрытий							
	Толщина, мкм	Шероховатость, мкм	Пористость, число пор, %	Абразивный износ по методу Табера, индекс убыли массы, мг/1000 циклов	Термостойкость при термоциклических испытаниях (температура 280 °С), число циклов	Твердость по Виккерсу, HV	Коэффициент трения	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м
Подслой	3 – 20	R_a: 0,3 – 2,5 R_z: 5,0 – 15,0	1 – 60	От 60 до 10	90 – 100	30 –100	0,01 – 0,9	10 – 5000
Коррозионностойкое	10 – 100	R_a: 0,5 – 6,0 R_z: 6,0 – 40,0	1 – 25	От 120 до 15		100 – 500	0,04 – 0,6	
Электроизоляционное	20 – 200			От 120 до 20				$10 – 10^9$
Износостойкое	20 – 200			От 120 до 7		500 – 2200	0,04 – 0,7	10 – 5000
Термостойкое	30 – 200					500 – 800		
Твердое	20 – 200					1000 – 2200		
Декоративное	15 – 100			От 120 до 10	4 – 100	500 – 2200		

Приложение Б
(обязательное)

Контролируемые показатели нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий

Б.1 Применяемость контроля для конкретных показателей покрытий в зависимости от типа (функциональных свойств) при приемосдаточных испытаниях приведена в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Применяемость контроля для конкретных показателей нанокристаллических неметаллических неорганических покрытий в зависимости от типа (функциональных свойств) при приемосдаточных испытаниях

Наименование показателя	Применяемость контроля для покрытий типа						
	коррозионностойкое	износостойкое	термостойкое	твердое	электроизоляционное	декоративное	подслоя
Внешний вид	+	+	+	+	+	+	+
Толщина	+	+	+	+	+	+	+*
Шероховатость	–	–	–	–	–	–	–
Пористость	–	–	–	–	–	–	–
Прочность сцепления	–	+	–	–	–	+	–
Коррозионная стойкость	+	–	–	–	–	–	–
Защитные свойства	–	–	–	–	–	–	–
Абразивный износ	–	+	–	–	–	–	–
Термостойкость	–	–	+	–	–	–	–
Твердость	–	+	–	+	–	–	–
Коэффициент трения	–	+	–	–	–	–	–
Удельное объемное электрическое сопротивление	–	–	–	–	+	–	–
Электрическое пробивное напряжение	–	–	–	–	+	–	–
Степень поглощения видимого спектра излучения для черных покрытий	–	–	–	–	–	–	–

* При толщине до 10 мкм контроль не проводят.

Примечание – Знак «+» означает, что контроль для данного типа покрытия проводят; знак «–» – что контроль проводят по требованию заказчика (условиям договора).

Б.2 При периодических испытаниях покрытий контроль проводят по всем показателям, указанным в таблице Б.1. При этом испытание на коррозионную стойкость покрытий в соляном тумане продолжительностью 720 ч включают в состав периодических испытаний независимо от установленного метода определения коррозионной стойкости (см. 7.7.1).

Б.3 В рамках производственного контроля конкретные показатели покрытий, подлежащие испытанию (контролю), устанавливает изготовитель покрытий, что должно быть документально подтверждено.

УДК 620.197:006.354 ОКС 77.060 Т 93

Ключевые слова: защита от коррозии, алюминий и его сплавы, нанокристаллические неметаллические неорганические покрытия, метод микродугового оксидирования, методы контроля

Подписано в печать 01.08.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,33. Тираж 44 экз. Зак. 2867.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru