



Обозначение: В 689 – 97

Электролитические никелевые покрытия. Технические характеристики.¹

Standard Specification for Electroplated Engineering Nickel Coatings¹

Фиксированным обозначением данного стандарта является В 689; число, непосредственно следующее за данным обозначением, указывает на год первоначального утверждения стандарта, либо год его последнего обновления. Число в скобках указывает на год последнего подтверждения стандарта. Надстрочный индекс эpsilon (ϵ) указывает на изменения редактора, внесенные после последнего обновления или подтверждения стандарта.

Данный стандарт утвержден для применения организациями Министерства обороны/

¹ Данные методы испытаний находятся под юрисдикцией Комитета ASTM В-8 по металлическим и неорганическим покрытиям и под прямой ответственностью Подкомитета В08.08.01 по промышленным покрытиям. Настоящее издание утверждено 10 октября 1997 года, опубликовано в феврале 1998 года, первоначально под номером В 689-81. Последнее предшествующее издание – В 689-90.



Содержание:

1. Область применения	3
2. Ссылки	3
3. Терминология	4
4. Классификация	5
5. Информация о заказе	5
6. Требования к наносимым покрытиям	6
7. Методы испытаний	8
8. Требования к отбору образцов	10
9. Отбраковка и повторные испытания	10
10. Сертификация	11
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	12
A1. ИСПЫТАНИЕ НА ПОРИСТОСТЬ В ГОРЯЧЕЙ ВОДЕ.....	12
A2. МОДИФИЦИРОВАННОЕ ИСПЫТАНИЕ С ФЕРРОКСИЛОМ.....	13
A3. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЯХ.....	14
ЛИТЕРАТУРА.....	16

1. Область применения

1.1 Настоящая Спецификация содержит требования к электролитическим никелевым покрытиям, наносимым на металлические изделия промышленного назначения, например, с целью устранения дефектов обработки или признаков износа, на электронные устройства, в том числе в качестве основания контактов и разъемов, а также в некоторых соединениях.

1.2 Нанесение электролитических никелевых покрытий для технических целей (Примечание 1) в значительной степени отличается от нанесения декоративных покрытий, поскольку должны обладать следующими важными функциональными свойствами:

- 1.2.1 Жесткость, прочность и пластичность,
- 1.2.2 Износоустойчивость,
- 1.2.3 Способность выдерживать нагрузки,
- 1.2.4 Устойчивость к коррозии,
- 1.2.5 Устойчивость к образованию нагара,
- 1.2.6 Устойчивость к истиранию,
- 1.2.7 Усталостная устойчивость.

Примечание 1 – Функциональные электролитические никелевые покрытия обычно содержат около 99 % никеля и наиболее часто наносятся путем гальванизации в никелевой ванне Ватта или сульфатной никелевой ванне. Типовые механические свойства таких покрытий, а также комбинированное влияние процедуры гальванизации и состава раствора на механические свойства получаемого покрытия, приведены в Руководстве В 832. При необходимости придания никелевому покрытию повышенной твердости, повышенной износоустойчивости, определенный уровень остаточного напряжения, а также определенные характеристики поверхности, путем использования определенных добавок к гальваническому раствору в никелевое покрытие добавляются сера и другие составляющие. Результаты введения добавок см. в Разделе 4 и Приложении А3. Для получения покрытий повышенной твердости из никелевых сплавов иногда добавляются кобальтовые соли.

1.3 *Данный стандарт не определяет меры безопасности при его применении. Перед проведением испытаний необходимо определить соответствующие нормы безопасности и охраны здоровья.*

2. Ссылки

2.1 Стандарты ASTM:

- В 183 Технология приготовления низкоуглеродистой стали для покрытий²
- В 242 Технология приготовления высокоуглеродистой стали для покрытий²
- В 252 Технология подготовки отливок из цинковых сплавов для гальванического и химического нанесения покрытий²
- В 253 Технология подготовки алюминиевых сплавов для покрытий²
- В 254 Технология подготовки и покрытия нержавеющей стали²
- В 281 Технология подготовки меди и медных сплавов для гальванического и химического нанесения покрытий²
- В 320 Технология подготовки чугунных отливок для покрытий²
- В 322 Технология чистки поверхности металла перед нанесением покрытий²
- В 343 Технология подготовки никеля для электролитического никелирования²
- В 374 Терминология, имеющая отношение к покрытиям²
- В 480 Технология подготовки магния и магниевых сплавов к покрытию²
- В 487 Способ измерения толщины металлического и окисного покрытия путем исследования под микроскопом поперечного сечения²
- В 499 Магнитный метод измерения толщины немагнитного покрытия на магнитных основных металлах²

² Ежегодный сборник стандартов ASTM, номер 02.05.

- V 507 Технология изготовления деталей с нанесением покрытий на подвесках²
- V 530 Магнитный метод измерения толщины покрытия: немагнитные покрытия на магнитной основе²
- V 558 Технология приготовления никелевых электролитов для покрытий²
- V 568 Метод измерения толщины покрытия посредством рентгеновской спектроскопии²
- V 571 Технология качественных испытаний адгезии гальванических покрытий²
- V 602 Метод отбора образцов металлических и неорганических покрытий по качественным признакам²
- V 697 Руководство по выбору образцов для исследования металлических и неорганических гальванических покрытий²
- V 762 Метод отбора образцов переменного объема металлических и неорганических покрытий²
- V 765 Руководство по выбору методов определения пористости гальванических и сопутствующих металлических покрытий²
- V 849 Спецификация предварительной обработки железа и стали для снижения риска водородной хрупкости²
- V 850 Руководство по постгальванической обработке стали для снижения риска водородной хрупкости²
- V 851 Технические условия для автоматической дробеструйной обработки металлических изделий перед никелированием, автокаталитическим никелированием, или хромированием, либо в качестве средства окончательной обработки²
- D 1193 Спецификация лабораторной воды³
- D 3951 Технология промышленной упаковки⁴
- F 519 Метод механического определения водородной хрупкости под действием процессов гальванизации и реактивов для технического обслуживания летательных аппаратов⁵

2.2 Военные стандарты

- MIL-R-81841 Импульсная дробеструйная обработка металлических деталей⁶
- MIL-S-13165 Дробеструйная обработка металлических деталей⁶
- MIL-W-81840 Барабаны для импульсной дробеструйной обработки⁶

3. Терминология

3.1 Определения

3.1.1 *Рабочие поверхности* – видимые (непосредственно или в отражении) поверхности, определяющие внешний вид или исправность детали при ее установке в рабочее положение, либо являющиеся источником веществ, вызывающих коррозию видимых поверхностей изделия в собранном виде. При необходимости такие поверхности могут отмечаться на чертеже изделия или соответствующей маркировкой на изделии.

Примечание 2 – Толщина гальванического покрытия в отверстиях, углах и прочих местах детали определяется заказчиком (см. Примечание 5).

Примечание 3 – В случае необходимости создания в отверстиях, углах, карманах и других аналогичных местах детали гальванического покрытия заданной толщины используются специальные подвески, дополнительные аноды.

³ Ежегодный сборник стандартов ASTM, номер 11.01.

⁴ Ежегодный сборник стандартов ASTM, номер 15.09.

⁵ Ежегодный сборник стандартов ASTM, номер 15.03.

⁶ Отдел заказов стандартизационной документации, Building 4D, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5094, Издательско-документарная служба ВМС.

3.2 Большинство терминов, используемых в настоящей Спецификации, содержатся в Терминологии В 374.

4. Классификация

4.1 Электроосаждение никеля осуществляется по одному из следующих трех типов (Примечание 4):

4.1.1 *Тип 1* – Электроосаждение никеля из растворов, не содержащих отвердителей, осветляющих добавок.

4.1.2 *Тип 2* – Электролитические никелевые покрытия, использующиеся при умеренных температурах и содержащие серу или иные примеси, предназначенные повысить твердость, уменьшают размер зерен покрытия или повышают его устойчивость к внутренним напряжениям.

4.1.3 *Тип 3* – Электролитические никелевые покрытия, содержащие рассеянные субмикронные частицы, например, карбид кремния, карбид вольфрама или оксид алюминия, предназначенные для повышения твердости и износостойкости слоя при температурах свыше 325 °C (618 °F)/

Примечание 4 - Качественная адгезия электролитического слоя никеля к основе из нержавеющей и высоколегированных сталей требует предварительной обработки никелевого слоя. Рекомендуемые технологии подготовки высоколегированных и никелевых основ представлены в Руководстве В 254 и В 855 соответственно.

4.2 *Классификация по толщине* – В силу разнообразия областей промышленного применения толщина электролитического слоя никеля распределяется по следующим классам (Примечание 5):

Класс	Минимальная толщина никелевого слоя, мм
5	5
25	25
50	50
100	100
200	200
X	В соответствии с указаниями

Примечание 5 – Толщина слоя электролитического никелирования технически не ограничена. Практические пределы толщины слоя и однородность его осаждения определяются размером и геометрией деталей (см. п. 3.1).

5. Информация о заказе

При составлении заказа на поставку или требований, рабоче-конструкторской документации, а также документов по маркировке образцов и иных руководящих документах заказчик должен предоставить изготовителю следующую информацию:

5.1.1 Название, номер и год выпуска стандарта.

5.1.2 Классификационный тип и класс толщины электролитического слоя никеля (см. п. 4.1 и 4.2).

5.1.3 Рабочие поверхности (см. п. 3.1).

5.1.4 Порядок отбора образцов (см. Раздел 8).

5.1.5 Количество образцов для разрушающих испытаний (см. п. 7.1). Определить подлежащий материал путем идентификации сплава по кодировкам ASTM, AISI или SAE, либо предоставить эквивалентную информацию.

5.1.6 Необходимые испытания по оценке толщины, адгезии, пористости и водородной хрупкости слоя (см. п.п. 6.3 -6.7).

- 5.1.7 Работы по подготовке поверхности основного металла, необходимые для нанесения слоя с заданными свойствами.
- 5.1.8 При необходимости требования к обработке поверхности должны выражаться в форме среднего арифметического отклонения от профиля.
- 5.1.9 Необходимо указать, приемлемо ли наличие поверхностных пятен после окончательного промывания или участков обесцвечивания после отжига.
- 5.1.10 Необходимо указать требования по окончательному шлифованию или обработке поверхностей деталей, подлежащих гальваностегии с последующей механической доводкой до требуемого размера.
- 5.1.11. Для определенных электролитических слоев никеля необходимо указывать допуски по толщине или классу (при наличии таковых).
- 5.1.12 Необходимо указать диапазоны микротвердости осаждаемого уровня никеля.
- 5.1.13 Заказчик деталей, подлежащих покрытию, должен предоставить гальванотехнику следующую необходимую информацию:
- 5.1.13.1 Критическое напряжение деталей на разрыв.
- 5.1.13.2 Твердость деталей по шкале С Роквелла.
- 5.1.13.3 Термическая обработки для снятия напряжений в случае, если таковая была проведена или является необходимой (см. п. 6.2).
- 5.1.13.4 Термическая обработка для уменьшения водородной хрупкости (см. п. 6.3 и Метод испытаний F 519).
- 5.1.13.5 Поверхностные напряжения, необходимые для испытания на уменьшение водородной хрупкости, если таковые применимы.
- 5.1.13.6 Процедуры и требования к поверхностному усилению дробью для создания остаточных напряжений сжатия на отдельно взятых поверхностях (см. Примечание 6 и п. 6.4).

Примечание 6 – Электролитическое осаждение на закаленные (высоколегированные и высокоуглеродистые стали) основы может привести к понижению усталостной прочности металлических деталей. Это необходимо принимать к сведению, если детали в процессе эксплуатации будут подвергаться регулярному воздействию комплексных нагрузок. Дробеструйная обработка рабочих поверхностей перед нанесением покрытий может уменьшить изменение усталостной прочности детали.⁷ Ручная импульсная дробеструйная обработка также может применяться для восстановления характеристик деталей в тех случаях, когда обычное оборудование для дробеструйной обработки компонентов неприменимо. При этом необходимо уделять особое внимание обработке всей поверхности. Кроме того, снижение усталостной прочности покрываемых сталей может быть достигнуто, если принять во внимание соотношение между переменными, оказывающими влияние на данный параметр.⁸

- 5.1.13.7 Если изготовителем деталей осуществлялась механическая обработка рабочих поверхностей, необходимо указать ее тип (дробеструйная обработка, шлифовка или полировка).
- 5.1.14 Поставщик деталей, подлежащих покрытию, должен предоставить предприятию, осуществляющему гальванизацию, образцы для испытаний (см. Раздел 7) для проведения их гальванизации с последующими испытаниями на соответствие требованиям, предъявляемым к покрытию.

6. Требования к наносимым покрытиям

6.1 Внешний вид

6.1.1 Покрытие рабочих поверхностей детали должно быть ровным и свободным от видимых дефектов, таких как пузыри, впадины, шероховатости, трещины, чешуйки, нагар и непокрытые участки. Под видимыми дефектами понимаются таковые, видимые невооруженным глазом, без применения увеличительных приборов, при условии нормального

⁷ Р. А. Ф. Хаммонд. «Технологические процедуры». Американское общество гальванотехников, 1964 г., стр. 9-20.

⁸ С. Б. Санборн, Ф. С. Карлин. Влияние электролитического никелирования на усталостную прочность закаленных сталей», «Электролитическое гальванизирование для определенных целей». Мемориальный Институт Баттель, Колумбус, Огайо, ноябрь 1973 г.

уровня зрения у лаборанта или коррекции зрения последнего до указанного уровня. Границы электролитического слоя, покрывающего только часть поверхности детали, должны по окончании шлифовки, выполненной в соответствии с чертежом, быть свободны от дефектов, пузырьков, краевых ступенек и прочих явных неоднородностей. Внешние дефекты поверхности, обусловленные состоянием поверхности основного металла (царапины, поры, раковины, дефекты проката, включения и т.д.), остающиеся после окончательной обработки, не должны являться причиной для отбраковки детали (см. Примечание 7).

6.1.2 Шлифовка деталей, подвергающихся электролитическому никелированию с последующей доводкой до установленного размера, должна осуществляться с применением бессернистого жидкого охладителя, без сушки и с достаточно слабой степенью воздействия во избежание трещин.

Примечание 7 – Использование полиролей обычно является более эффективным, когда поверхность, на которую они наносятся, является гладкой и не содержит выступов, включений, пор и прочих дефектов. Рекомендуется, чтобы в спецификациях на необработанные детали предусматривались допуски на указанные дефекты. Во многих случаях обработчик может удалить дефекты поверхности шлифовкой, полировкой, абразивной обработкой, химическим воздействием и нанесением дополнительного покрытия. Тем не менее, эти методы не рекомендуются в качестве предварительной обработки поверхности перед ее окончательной доводкой. В противном случае это должно быть отдельно указано в заказе на покупку (см. 5.1.7).

6.2 *Предварительная обработка железа и стали для снижения риска водородной хрупкости* – Детали, подлежащие эксплуатации в критических условиях, изготавливаются из сталей с критическими значениями прочности на разрыв 1000 МПа и твердостью по шкале С Роквелла 31 и выше, которые проходят механическую обработку, шлифовку, холодное формование или холодное выпрямление после термической обработки, должны по требованию заказчика подвергаться термообработке для снятия внутренних напряжений. Для ознакомления с перечнем широко используемых методик обратитесь к Спецификации В 849.

6.3 *Постгальванизационная обработка железных и стальных деталей с целью снижения риска водородной хрупкости* – Детали, подлежащие эксплуатации в критических условиях, выполненные из сталей с критическими значениями прочности на разрыв 1000 МПа и твердостью по шкале С Роквелла 31 и выше, а также прошедшие поверхностное закаливание, по указанию заказчика после нанесения покрытия должны подвергаться отжигу; требуемое значение прочности на разрыв сообщается заказчиком. Для ознакомления с перечнем широко используемых методик обратитесь к Спецификации В 850.

6.4 *Поверхностное усиление металлических деталей дробью* – Если перед гальваностегией возникает необходимость в проведении усиления поверхности дробью с целью создания остаточного напряжения, в результате чего повышается усталостная прочность поверхности и ее устойчивость к растрескиванию в результате механической коррозии, обратитесь к Спецификации В 851 и стандартам MIL-R-81841, MIL-S-13165 и MIL-W-81840.

6.5 *Толщина покрытия* – Толщина покрытия в любом месте рабочей поверхности должна соответствовать требованиям, предъявляемым к установленному классу, как указано в п. 3.2 (см. Примечание 8 и п. 7.2).

Примечание 8 – Требования к толщине покрытия, предъявляемые в указанной спецификации, являются минимальными, т.е., минимальная толщина покрытия в любой точке рабочей поверхности может быть больше или равна указанному значению (см. п. 4.1). Колебания толщины покрытия между точками поверхности гальванизированной детали зависят от процедуры гальваностегии. Для того чтобы толщина покрытия в любой точке превышала указанное значение или была равной ему, его толщина должна превышать указанное значение в некоторых точках рабочей поверхности. Средняя толщина покрытия на поверхности детали должна превышать указанное значение; степень превышения определяется формой детали (см. Руководство В 507) и параметрами электролитического процесса. Кроме того, средняя толщина покрытия на разных деталях одной партии также будет различаться. Если необходимо, чтобы все детали партии отвечали требованиям в отношении толщины покрытия, то средняя толщина покрытия в пределах партии изделий должна превышать среднее установленное значение, необходимое, чтобы гарантировать соответствие им каждой отдельно взятой детали.

6.6. *Адгезия* – Для прохождения установленных испытаний (см. п. 7.3) покрытие должно быть в достаточной степени связано с основным металлом.

6.7. *Пористость* - Для прохождения установленных испытаний (см. п. 7.4) покрытие должно иметь достаточно низкую пористость.

6.8. *Качество изготовления* – Наличие дополнительного (или точечного) покрытия является основанием для отбраковки детали (см. п. 7.3), кроме случаев, когда адекватность его адгезии подтверждена. Детали, твердость которых превышает 35 единиц по шкале С Роквелла (эквивалент прочности на разрыв 1200 МПа и выше) и которые подвергались кислотному удалению электролитического слоя для его повторного нанесения, перед проведением гальваностегии подлежат отжигу для уменьшения водородной хрупкости (см. п. 6.2). Если травление осуществлялось анодным способом в щелочной ванне, снятие напряжений не проводится. В пределах зон, определенных как рабочие поверхности, не должно оставаться открытых участков (см. п. 4.1), а количество и размеры следов от контактов должны быть минимальными. Если необходимо разместить контакты на рабочих поверхностях, места их расположения должны быть наименее подвержены воздействию окружающей среды в процессе эксплуатации, в соответствии с указаниями заказчика. Наличие поверхностных пятен в результате смывания поверхности или участков легкого обесцвечивания в результате отжига с целью уменьшения водородной хрупкости не являются поводами для отбраковки деталей, если иное не оговорено заказчиком (см. п. 5.1.9). Для электролитических никелевых покрытий, подлежащих последующей механической обработке, допустимы незначительные поверхностные дефекты при условии, что последние будут удалены в процессе обработки.

6.9. *Дополнительные требования*

6.9.1. *Упаковка* – Если в соответствии с настоящей Спецификацией необходимо соблюдать определенные условия упаковки, они должны соответствовать положениям руководства D 3951, либо условиям договора или заказа.

Примечание 9 – Внимание: Некоторые современные упаковочные материалы могут выделять пары, которые оказывают разрушающее действие на электролитическое покрытие.

7. Методы испытаний

7.1. *Специальные образцы для испытаний*

7.1.1. *Требование и порядок использования специальных образцов для испытаний, их количество, материал изготовления, а также их размер и форма определяются заказчиком.*

Примечание 10 – Специальные образцы часто используются для имитации деталей с покрытием, если размер, форма или материал последних не позволяют проводить испытания непосредственно на них или если заказчик предпочитает не подвергать детали разрушающим испытаниям в силу их дороговизны или малого количества. Испытуемые образцы должны соответствовать свойствам деталей.

7.1.2. *Специальные образцы, используемые для имитации деталей в испытаниях на адгезию, пригодность для пайки, пористость, устойчивость к коррозии или проверке путем наружного осмотра, должны быть изготовлены из того же материала, находиться в том же металлургическом состоянии и иметь такое же состояние поверхности, что и имитируемые ими детали, для чего они включаются в состав партии изделий и проходят весь производственный цикл.*

7.1.3. *Специальные образцы, используемые для имитации деталей при измерении толщины покрытия, могут изготавливаться из материала, наиболее пригодного для проведения данного испытания, даже если имитируемая деталь изготовлена из другого материала. Например, при проведении измерений толщины слоя магнитным способом образец из низкоуглеродистой стали может имитировать медную деталь (Метод испытаний В 499). При этом образец не должен проходить полный технологический цикл вместе с имитируемой им де-*

талью. Он вводится в состав партии с момента нанесения покрытия и проходит весь цикл дальнейшей обработки. При гальванизации на катодных рамах образец должен подвергаться гальванизации тем же способом, на таком же расстоянии и в таком же положении по отношению к анодам, что и имитируемая им деталь.

Примечание 11 – Образцы, используемые для имитации деталей при измерении толщины слоя, необязательно должны иметь ту же толщину слоя и ее распределение, что и имитируемые ими детали, кроме случаев, когда образцы и детали имеют идентичные общие габариты и форму. Перед приемкой обработанных деталей по результатам измерений, проведенных на специальных образцах, необходимо определить соотношение между толщиной слоя на образце и на детали. Критерием приемки является соответствие толщины слоя на образце требуемой толщине слоя на детали.

7.2 Толщина – Толщина электролитического слоя никеля измеряется одним из следующих методов:

<i>Разрушающие методы:</i>	<i>Стандарт ASTM</i>
Микроскопический метод	В 487
Кулонометрический метод	В 504
<i>Неразрушающие методы:</i>	
Магнитный метод	В 530
Рентгеноскопический метод	В 568

Если точность измерения должна составлять 10 % и менее, метод испытаний В 487 не должен применяться для измерения слоев толщиной менее 10 мкм. Метод испытаний В 530 также не должен применяться для измерения слоев толщиной менее 10 мкм. Точность Метода испытаний В 568 зависит от используемого оборудования и толщины слоя.

Примечание 12 – Поскольку точность того или иного метода измерения толщины слоя находится под влиянием многих факторов, рекомендуется согласовать выбор метода измерений с заказчиком. Никелевые покрытия второго типа, содержащие определенные органические добавки, могут обнаруживать различные результаты на выступах микропрофиля шероховатой поверхности, где количество никеля меньше, и во впадинах, где его слой толще. При измерении толщины слоя микроскопическим методом эти различия могут быть значительными.

7.3 Адгезия

7.3.1 Никелированная деталь или специальный образец должны пройти одно из следующих испытаний по выбору заказчика:

7.3.1.1 Испытания на изгиб

7.3.1.2 Испытания на опилку

7.3.1.3 Нагревание и испытание на закалку, либо

7.3.1.4 Испытание на разрыв.

7.3.2 Другие испытания на адгезию перечислены в Методе испытаний В 571. При выборе методики должны учитываться размер, форма или толщина детали. При проведении испытаний в некоторых случаях можно не обнаружить дефекты адгезии; последующая обработка приведет к снижению адгезии, что является поводом для отбраковки детали.

Примечание 13 – Адгезия зависит от применяемых методов предварительной обработки поверхности основного металла и используемой основы. Полезные сведения содержатся в Методах В 183, В 242, В 252, В 253, В 254, В 281, В 320, В 322 и В 343, а также в Руководстве В 480.

7.4 Пористость – Покрытие должно быть подвергнуто одному из следующих испытаний по выбору заказчика; Руководство В 765 может оказаться полезным при осуществлении выбора.

7.4.1 *Испытания на пористость в горячей воде* – Проводятся в соответствии с процедурой, описанной в Приложении А1, результат оценивается через 60 минут. Наличие количества пор на деталь или участок ее площади, большего, чем указано заказчиком, является поводом для отбраковки детали.



7.4.2 Испытание ферроксилом - Проводятся в соответствии с процедурой, описанной в Приложении А2, результат оценивается через 10 минут. Поводом для отбраковки детали является наличие большего количества пор на деталь или участок ее площади, чем указано заказчиком.

7.4.3 Испытание серой – методики, описанные в пп. 7.4.1 - 7.4.3, применяются для основ из черных металлов. Метод испытаний В 809 (влажными парами серы) может применяться для исследования никелевого слоя на медной или медносплавной основе. См. также В 765.

7.5 Снижение водородной хрупкости – Необходимо осмотреть детали на наличие трещин, свидетельствующих о наличии водородной хрупкости, либо проверить эффективность снижения водородной хрупкости посредством методики, определяемой заказчиком.

Примечание 14 – Если существуют как разрушающие, так и неразрушающие методики оценки той или иной характеристики, заказчик должен указать, какая методика должна использоваться; это необходимо для составления соответствующего порядка отбора образцов. Испытание может разрушить электролитический слой, но на нерабочем участке поверхности, либо, даже если слой разрушен, деталь может быть востребована для травления и повторного никелирования. Характер испытаний определяется заказчиком.

8. Порядок отбора образцов

8.1 Порядок отбора образцов, применяемый при исследованиях гальванизированных деталей, подлежит согласованию между заказчиком и изготовителем.

Примечание 15 – Обычно партия гальванизированных изделий исследуется на соответствие требованиям, предъявляемым к данным деталям, производится случайная выборка небольшого количества деталей – образца. Этот образец затем подвергается испытаниям, по результатам которых делается вывод о соответствии или несоответствии всей партии. Размер образца и критерии приемки зависят от применяемого метода. Описанная процедура известна как выборочная проверка. Порядок отбора образцов для выборочной проверки электролитических покрытий содержится в трех стандартах – Методах испытаний В 602, Руководстве В 697 и Методах испытаний В 762.

Метод испытаний В 602 содержит четыре порядка отбора образцов, три для неразрушающих испытаний и один для разрушающих. Окончательный способ согласуется между изготовителем и заказчиком. В противном случае используется способ, изложенный в Методе В 602.

Руководство В 697 содержит большое количество способов, а также указания по их выбору. Окончательный выбор остается за изготовителем и заказчиком.

Метод В 762 может применяться только для оценки параметров покрытия, имеющих численные ограничения, таких как толщина. Метод содержит различные способы, а также указания по их применению в отдельных случаях. Окончательный выбор остается за изготовителем и заказчиком.

8.2 Под проверочной партией понимается некоторое количество гальванизированных деталей одного типа, изготовленных в соответствии с одними и теми же техническими условиями, гальванизированными одним изготовителем одновременно или практически в одного и то же время в абсолютно идентичных условиях, которые представляются единой партией на исследование с целью приемки или отбраковки.

8.3 Если вместо деталей используются специальные образцы, их количество определяется в соответствии с п. 7.1.1.

9. Отбраковка и повторные испытания

9.1 Детали, не соответствующие требованиям настоящего Стандарта, подлежат отбраковке, о которой незамедлительно сообщается изготовителю или поставщику в письменном виде. В случае признания результатов испытаний неудовлетворительными изготовитель или поставщик может потребовать проведения повторных испытаний. Детали, дефекты которых выявляются в ходе последующей обработки, также могут быть отбракованы.

10. Сертификация

10.1 Заказчик может указать в заказе на поставку или договоре на необходимость предоставления поставщиком или изготовителем подтверждения того, что конечная продукция изготовлена и испытана в соответствии с настоящим Стандартом, и соответствует его требованиям, а также предоставить заключение о результатах проведенных испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЯ

А1. ИСПЫТАНИЕ НА ПОРИСТОСТЬ В ГОРЯЧЕЙ ВОДЕ

А1.1 *Общая информация*

А1.1.1 Данный метод предназначен для выявления неоднородностей (например, пор) в электролитическом слое никеля на железной или стальной основе. Он не обладает агрессивным действием по отношению к никелю.

А1.2 *Материалы*

А1.2.1 Сосуд из нержавеющей стали (тип 304 или 316), гуммированный или стеклянный, оборудованный для удерживания детали в изоляции от металлических частей. При гальванизации значительных поверхностей они должны быть полностью погружены в чистую воду, соответствующую Спецификации D 1193, тип IV или воду иного типа, утвержденного заказчиком. рН воды должен составлять от 6,0 до 7,5. Добавки, применяемые для контроля рН, не должны оказывать коррозирующего действия на никель и определяются заказчиком (рН может регулироваться, например, введением углекислого газа, добавлением серной или уксусной кислот или гидроксида натрия). Необходимо наличие воздуха без примеси масла для аэрации воды с целью ее перемешивания, достаточного для предотвращения прилипания пузырьков воздуха к исследуемым поверхностям детали.

Примечание А1.1 – Источники воздуха, обычно используемые на предприятиях, не отвечают требованиям по отсутствию примесей масла.

А1.3 *Методика*

А1.3.1 Очистить и обезжирить гальванизированную поверхность, подлежащую испытанию. Полностью погрузить гальванизированные участки детали в воду, предварительно нагретую до 85 °С. Шестидесятиминутный период испытания начинается, когда между водой и погруженной в нее деталью устанавливается температурное равновесие с точностью до 85 ± 3 °С. Данная температура поддерживается в течение всего испытания. По окончании испытания извлечь деталь из горячей воды и дать ей стечь и высохнуть. Для ускорения сушки может использоваться воздух без примеси масла. Черные пятна или красные отложения ржавчины указывают на коррозию или пористость основного металла.

А1.4 *Отчет*

А1.4.1 Отчет должен включать в себя следующие сведения:

А1.4.1.1 Площадь исследуемой поверхности

А1.4.1.2 Общее количество и диаметр всех пятен, различимых невооруженным глазом

А1.4.1.3 Наибольшее допустимое количество пятен в пределах исследуемой площади, установленное заказчиком.

А2. МОДИФИЦИРОВАННОЕ ИСПЫТАНИЕ С ФЕРРОКСИЛОМ

А2.1 *Общая информация*

А2.1.1 Данный метод предназначен для выявления дефектов (например, пор) в электролитическом слое никеля на железной или стальной основе. Он не обладает агрессивным действием по отношению к никелю.

Примечание А2.1 – Данное испытание носит слабо агрессивный характер по отношению к никелю, если его продолжительность значительно (на 3 и более минуты) превышает 10 минут. Методика очень чувствительна к присутствию на поверхности железа, так что на поверхности никелевого слоя, находившего в контакте с железом достаточное время, чтобы оставить следы, могут появляться синеватые пятна.

А2.2 *Материалы*

А2.2.1 Требуется три раствора, а также полоски фильтровальной бумаги, сохраняющие прочность во влажном состоянии.

А2.2.1.1 Раствор А готовится растворением 50 г белого желатина и 50 г натрия хлорида в 1 литре теплой (45 °С) дистиллированной воды.

А2.2.1.2 Раствор Б готовится растворением 50 г натрия хлорида и 1 г неионного увлажняющего реактива в 1 литре дистиллированной воды.

А2.2.1.3 Раствор В готовится растворением 10 г феррицианида калия в 1 литре дистиллированной воды.

А2.3 *Методика*

А2.3.1 Полоски фильтровальной бумаги помещаются в раствор А, который поддерживается достаточно теплым, чтобы желатин оставался в растворенном состоянии, а затем выкладываются для высыхания. Непосредственно перед использованием сухие полоски опускаются в раствор Б на время, достаточное для их полного намокания. Затем плотно прижмите фильтровальную бумагу к тщательно вымытой и обезжиренной никелированной поверхности. Выдержите их в течение 10 минут (см. Приложение А2). Если во время выдержки бумага высыхает, повторно смочите ее раствором Б. По истечении указанного времени удалите бумагу и сразу же погрузите ее в раствор В. Четко различимые синие индикаторы на бумаге соответствуют участкам коррозии или пористости основного металла.

А2.4 *Отчет*

А2.4.1 Отчет должен включать в себя следующие сведения:

А2.4.1.1 Площадь исследуемой поверхности

А2.4.1.2 Общее количество и диаметр всех пятен, различимых невооруженным глазом

А2.4.1.3 Наибольшее допустимое количество пятен в пределах исследуемой площади, установленное заказчиком.

А3. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЯХ

Таблица А3.1 Повышение стойкости к коррозии

Процедура электролитического никелирования и толщина слоя	Сфера промышленности или область применения
Никелирование по Ватту или в сульфатных ваннах с добавками или без них используется для управления нагрузками на слой, гибкостью и пористостью детали. Толщина слоя обычно превышает 5 мкм (1,2). ⁹	В качестве основания для драгоценных металлов на гальванизованных деталях. Электронная промышленность и оптические отражатели.
Толщина слоя обычно превышает 75 мкм.	Поддержание чистоты поверхности умеренно корродируемых материалов и предотвращение коррозии при контакте с тарой из черных металлов.
Толщина слоя обычно превышает 125 мкм.	<p>Пищевое оборудование</p> <p>Бумажно-целлюлозная промышленность – сушильные цилиндры и валки</p> <p>Текстильная промышленность – конденсационные и каландровые валы</p> <p>Производство мыл и щелочей – катушки, насосы и трубы</p> <p>Производство стекла – лерные¹⁰ валки</p> <p>Химическая и ядерная промышленность – внутренне и наружное покрытие труб, фитингов и других компонентов</p> <p>Автомобильная промышленность – гидравлические поршни, гильзы цилиндров, амортизаторы и т.д.</p> <p>Прочие отрасли – шайбы, крепления, диски для штамповки пластмасс, валы, шестерни</p>

⁹ Номера в скобках относятся к перечню литературы в конце настоящей Спецификации.

¹⁰ Лер – туннельная печь для отжига стекла.

Таблица A3.2 Повышение устойчивости к износу и коррозии при трении

Процедура электролитического никелирования и толщина слоя	Сфера промышленности или область применения
<p>Процессы, включающие в себя хлоридное, сульфатное, твердое и сульфаматное никелирование. Используются никель-фосфорные и никель-кобальтовые сплавы. Добавление в слой никеля микрочастиц, например, карбида кремния, слюды, диоксида тория (1, 3, 4, 5). Толщина слоя обычно превышает 125 мкм.</p>	<p>Автомобильная промышленность – покрытие поршней, стенок цилиндров, корпусов вращающихся частей двигателей, валов, штоков насосов, гидравлических поршней</p> <p>Полиграфия – валки</p> <p>Горное оборудование – гидравлические поршни, валы, штоки насосов и цилиндры</p>

Таблица A3.3 Профилактика и ремонт

Процедура электролитического никелирования и толщина слоя	Сфера промышленности или область применения
<p>По Ватту, по модифицированной методике Ватта или сульфаматное никелирование с предотвращением образования пустот. Толщина слоя определяется масштабами ремонта или требуемой защиты.</p>	<p>Тяжелое машиностроение и инструменты – изношенные или бракованные детали, валы и т.д.</p>
<p>Избирательное гальваническое покрытие Опытный оператор может достичь точности толщины слоя 1,2 мкм.</p>	<p>Отливки, заготовки, валы, корпуса, высокоточные детали подшипников, кольца, муфты и т.д.</p>

ЛИТЕРАТУРА

1. Х. Браун, Б. Б. Кнапп. «Никель» *Современная гальваностегия* под ред. Ф. А. Ловенхайма, изд. Джон Вили и Сыновья, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, 3-е издание, 1974г.
2. А. Бреннер. *Электроосаждение сплавов* Части I и II, Академик Пресс, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, 1963 г.
3. Г. А. ДиБари «Никелирование» *Руководство по обработке поверхностей металлов*. Метал-энд-Пластик Пабליкейшнз Инк., Вествуд, штат Нью-Джерси, 43-е издание. 1975 г.
4. В. А. Уэсли, Е. Дж. Рошл. «Твердое никелирование» *Материалы Электрохимического общества*, том 25 (1942 г.), стр. 27.
5. В. Х. Сафранек *Свойства электроосажденных металлов и сплавов* Американское Общество гальваностегов и обработчиков поверхностей, Орlando, штат Флорида. 2-е издание от 1986 г., Глава 13 - Никель, Глава 14 - Никелевые сплавы, Глава 15 - Никелевые композиты.



Американское общество специалистов по испытаниям и материалам не контролирует действительность патентных прав, заявленных в отношении какого-либо из пунктов данного стандарта. Лицам, использующим данный стандарт, настоятельно рекомендуется учитывать, что они сами несут ответственность за определение действительности подобных патентных прав, а также риск нарушения этих прав.

Данный стандарт может подвергаться в любое время пересмотру со стороны соответствующего технического комитета, который осуществляется не реже, чем раз в пять лет. Если подобный пересмотр не состоялся, стандарт должен быть либо утвержден повторно, либо отменен. Ваши предложения по пересмотру данного стандарта или по внедрению дополнительных стандартов просим присылать в главный офис ASTM. Ваши комментарии будут тщательно рассмотрены на заседании соответствующего технического комитета, на котором Вы также можете присутствовать. Если Вы считаете, что Ваши комментарии не получили должного внимания, Вы можете высказать свое мнение в Комитете по Стандартам ASTM, адрес см. ниже.

Стандарт охраняется авторским правом ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

Копия/копии данного стандарта можно получить, связавшись с ASTM по вышеуказанному адресу или по телефону: 610-832-9585, а также по факсу : 610-832-9555 или e-mail: service@astm.org или через сайт: www.astm.org.