



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۶۱

تجدید نظر سوم

شهریور ۱۳۹۲

INSO

2161

3rd.Revision

Sep.2013

پوشش های فلزی و معدنی - پوشش های
آبکاری نیکل ، نیکل - کروم ، مس - نیکل
و مس - نیکل - کروم

**Metallic and other inorganic coatings –
Electrodeposited coatings of nickel, nickel
plus chromium, copper plus nickel and of
copper plus nickel plus chromium**

ICS: 25.220.40

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
« پوشش های فلزی و معدنی - پوشش های آبکاری نیکل ، نیکل - کروم ، مس - نیکل
و مس - نیکل - کروم »

رئیس :

سرابی، علی اصغر
(دکتری خوردگی)

سمت و/ یا نمایندگی
عضو هیات علمی دانشگاه امیرکبیر

دبیر :

سالاروند، زهره
(فوق لیسانس شیمی معدنی)

عضو هیات علمی پژوهشگاه استاندارد.

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بقال زاده، ایمان
(فوق لیسانس متالورژی)

شرکت رنگین پوشش

بیگلری، حسن
(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

پژوهشگاه استاندارد

شوکتی، علی
(لیسانس مهندسی شیمی)

شرکت فراورش فلز

صالحیان، کورش
(فوق لیسانس متالورژی)

شرکت یکه تاز موتور

کریمی، مرتضی
(فوق لیسانس متالورژی)

شرکت آبکاری کریمی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان	
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	
ه	پیش گفتار	
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۱	مراجع الزامی	۲
۳	اصطلاحات و تعاریف	۳
۳	اطلاعاتی که باید توسط مشتری به آبرار ارائه گردد	۴
۳	اطلاعات ضروری	۱-۴
۴	اطلاعات تکمیلی	۲-۴
۴	شناسه گذاری	۵
۴	کلیات	۱-۵
۴	ویژگی های شناسه گذاری	۲-۵
۵	نمره شرایط کاری	۳-۵
۱۴	پوشش مس	۴-۵
۱۴	پوشش نیکل	۵-۵
۱۵	انواع و ضخامت پوشش های کروم	۶-۵
۱۶	الزامات	۶
۱۶	وضعیت ظاهری	۱-۶
۱۶	ضخامت پوشش	۲-۶
۱۶	پوشش های نیکل دولایه یا سه لایه	۳-۶
۱۶	چسبندگی	۴-۶
۱۷	مقاومت خوردگی در آزمون های CASS ، کروودکوت و پاشش نمکی	۵-۶
۱۷	الزامات آزمون STEP	۶-۶
۱۷	انعطاف پذیری	۷-۶
۱۸	عملیات حرارتی تنش زدایی قبل از آبرکاری	۸-۶
۱۸	عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی	۹-۶
۱۸	نمونه برداری	۱۰-۶

۱۹	آزمون های تخلخل، چسبندگی و ضخامت	پیوست الف (اطلاعاتی)
۲۳	عملکرد پوشش ای آلیاژی روی همراه با عملیات تبدیلی کرومات و عملیات تکمیلی دیگر بر روی فولاد در آزمون مه نمکی خنثی	پیوست ب (الزامی)
۲۵	آزمون انعطاف پذیری	پیوست پ (الزامی)
۲۷	تعیین مقدار گوگرد در پوشش آبکاری الکتریکی نیکل	پیوست ت (الزامی)
۳۴	روش آزمون STEP	پیوست ث (اطلاعاتی)
۳۶		کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد "پوشش های فلزی و معدنی - پوشش های آبکاری نیکل ، نیکل - کروم ، مس - نیکل و مس - نیکل - کروم " نخستین بار در سال ۱۳۷۲ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد و تایید کمیسیون های مربوط برای سومین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در یک هزا و سی و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۱/۱۲/۲ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۸۱: سال ۱۳۸۵- پوشش های فلزی- پوشش های الکتروترسیبی نیکل و استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۸۲: سال ۱۳۵۶- پوششهای الکترولیتیکی مس بانضمام نیکل و کرم بر روی آهن یا فولاد باطل و این استاندارد جایگزین آنها است.

منابع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

- 1- **ISO1456-2009- Metallic and other inorganic coatings – Electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium.**
- 2- **ASTM B456-2003- Standard specification for Electrodeposited coatings of copper plus nickel plus chromium and nickel plus chromium(X3. Determination of sulfur in electrodeposited nickel)**

پوشش های فلزی و معدنی - پوشش های آبکاری نیکل ، نیکل- کروم ، مس- نیکل و مس- نیکل- کروم

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات پوشش های تزئینی نیکل، نیکل- کروم، مس- نیکل و مس- نیکل- کروم اعمال شده بر روی آهن، فولاد، آلیاژهای روی، مس و آلیاژهای مس، آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم برای ایجاد ظاهری زیبا و افزایش مقاومت خوردگی است.

این استاندارد چند روش برای شناسه گذاری پوشش های متفاوت از نظر ضخامت و نوع پوشش ارائه می کند. در این استاندارد برای انتخاب یک روش شناسه گذاری مناسب با توجه به شرایط کاری محصول راهنمایی های لازم ارائه شده است.

این استاندارد شرایط سطح فلز پایه قبل از فرآیند آبکاری را تعیین نمی کند.

این استاندارد برای پوشش بر روی ورق، نوار یا سیم خام و همچنین برای بست های رزوه دار یا فنر کاربرد ندارد. الزامات پوشش های آبکاری مس- نیکل- کروم با اهداف تزئینی بر روی قطعات پلاستیکی در استاندارد ملی ۸۲۴۲ ارائه شده است.

استانداردهای ISO4526 و ISO6158 به ترتیب الزامات پوشش های نیکل و پوشش های کروم با کاربردهای مهندسی را ارائه می کنند.

یادآوری- در این استاندارد به تمام موارد ایمنی و بهداشتی اشاره نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظر های بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدرکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۷: سال ۱۳۸۸ ، پوشش های فلزی و اکسیدی - اندازه گیری ضخامت پوشش - روش میکروسکوپی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۶۶۷: سال ۱۳۷۶، پوششهای فلزی - اندازه گیری ضخامت پوششهای نیکلی بر روی مواد پایه مغناطیسی و یا غیرمغناطیسی به روش مغناطیسی

- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۶۶۸ : سال ۱۳۷۶ ، پوششهای فلزی و دیگر پوششهای غیرآلی - آزمون خوردگی به روش کرومات
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۶۸۳ : سال ۱۳۷۶ ، پوششهای فلزی و دیگر پوششهای غیرآلی - تعاریف و قراردادهای مرتبط با اندازه گیری ضخامت
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۶۸۵ : سال ۱۳۷۶ ، پوششهای فلزی و پوششهای غیر آلی دیگر - روشهای اندازه گیری ضخامت
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۴۲ : سال ۱۳۸۴ ، پوشش های فلزی - آبکاری الکتریکی نیکل و کروم روی مواد پلیمری پلاستیکی
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۵۶۵ : سال ۱۳۸۸ ، پوشش های فلزی و سایر پوشش های غیرآلی - پیش عملیات آهن یا فولاد برای کاهش خطرتردی هیدروژنی
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۵۶۶ : سال ۱۳۸۸ ، پوشش های فلزی و سایر پوشش های غیرآلی - عملیات پس از پوشش دادن آهن یا فولاد برای کاهش خطر هیدروژن تردی
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۳۴ : سال ۱۳۸۵ ، پوشش های فلزی و غیر آلی اندازه گیری الکتروشیمیایی هیدروژن قابل نفوذ در فولاد روش الکتروود بارنکل
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۷۲ : سال ۱۳۸۷ ، پوشش های فلزی و غیر فلزی - اندازه گیری ضخامت - روش پس پراکنده ی بتا
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۷۳ : سال ۱۳۸۷ ، پوشش های فلزی - اندازه گیری ضخامت پوشش - روش طیف سنجی پرتو ایکس

- 2-12** ISO 2080, Metallic and other inorganic coatings – Surface treatment, metallic and other inorganic coatings - Vocabulary
- 2-13** ISO 2177, Metallic coatings – Measurement of coating thickness – Coulometric method by anodic dissolution
- 2-14** ISO 2819, Metallic coatings on metallic substrates – Electrodeposited and chemically deposited coatings – Review of methods available for testing adhesion
- 2-15** ISO 4519, Electrodeposited metallic coatings and related finishes – Sampling procedures for inspection by attributes
- 2-16** ISO 9220, Metallic coatings – Measurement of coating thickness – Scanning electron microscope method
- 2-17** ISO 10289, Methods for corrosion testing of metallic and other inorganic coatings on metallic substrates- Rating of test specimens and manufactured articles subjected to corrosion tests
- 2-18** ISO 10587, Metallic and other inorganic coatings – Test for residual embrittlement in both metallic-coated and uncoated externally-threaded articles and rods – Inclined wedge method
- 2-19** ISO 16348, Metallic and other inorganic coatings – Definitions and conventions concerning appearance
- 2-20** ISO 27831-2, Metallic and other inorganic coatings – Cleaning and preparation of metal surfaces – Part 2: Non-ferrous metals and alloys

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد واژه ها و اصطلاحات با تعاریف بیان شده در استانداردهای ملی ۴۶۸۳، ۸۵۸۶، ۸۵۶۶ و استانداردهای ISO16348، ISO2080 بکار برده می شود.

۴ اطلاعاتی که باید توسط مشتری به آبکار ارائه شود.

۱-۴ اطلاعات ضروری

مشتری باید هنگام سفارش آبکاری قطعه ها مطابق با این استاندارد، اطلاعات زیر را به صورت کتبی در قرارداد یا درخواست خرید یا بر روی نقشه قطعه ارائه دهد.

۱-۱-۴ اشاره به شماره این استاندارد و شناسه گذاری قطعه (به بند ۵ مراجعه کنید) ؛

۲-۱-۴ مشخص کردن سطوح مهم از طریق علامتگذاری بر روی نقشه یا علامتگذاری مناسب بر روی نمونه ها ؛

۳-۱-۴ ظاهر مورد نیاز، بطور مثال براق، مات یا ساتن^۱، براق دارای سولفور کم یا زیاد، نیمه براق یا مات (به بند ۵-۵ و ۱-۶ مراجعه کنید)؛

همچنین ممکن است نمونه هایی که نشان دهنده ظاهر یا محدوده ظاهر مورد نیاز باشند، توسط مشتری ارائه و تصدیق شود و به منظور مقایسه از آن استفاده گردد (به بند ۱-۶ مراجعه کنید)؛

۴-۱-۴ نوع پوشش نیکل، (به بند ۵-۵ و ۳-۶ مراجعه کنید) ؛

بطور مثال:

- تزئینی، براق دارای سولفور، نیمه براق، یا ساتن شامل ساختار لایه لایه؛
 - براق دارای سولفور زیاد، نیمه براق یا مات دارای ساختار لایه لایه و بدون پرداخت کاری مکانیکی؛
 - مات یا نیمه براق با پرداخت کاری مکانیکی؛
 - مات بدون سولفور یا نیمه براق با ساختار ستونی و بدون پرداخت کاری مکانیکی؛
 - پوشش های دو یا سه لایه.
- ۵-۱-۴ نوع پوشش کروم، بطور مثال، معمولی، سیاه، ریزترک یا ریز تخلخل (به بند ۵-۶ مراجعه کنید) ؛
- ۶-۱-۴ نوع آزمون خوردگی که باید استفاده شود (به بند ۶-۵ و جدول ۷ مراجعه کنید) ؛
- ۷-۱-۴ نوع آزمون چسبندگی و حداقل ضخامت موضعی که باید استفاده شود (به بند ۶-۴ و ۲-۶ مراجعه کنید)؛
- ۸-۱-۴ نقص های مجاز بر روی سطوحی که مهم نیستند؛
- ۹-۱-۴ موقعیت اثرات اجتناب ناپذیر یا اتصالات الکتریکی بر روی سطح مهم (به بند ۶-۱ مراجعه کنید) ؛
- ۱۰-۱-۴ استحکام کششی قطعه ها؛ الزامات عملیاتی حرارتی برای کاهش تنش و تردی قبل یا بعد از آبکاری (به بندهای ۶-۸ و ۶-۹ مراجعه کنید) ؛

^۱-satin

۴-۱-۱۱ روش های نمونه برداری و حدود قابل قبول (به بند ۶-۱۰ مراجعه کنید) ؛

۴-۲ اطلاعات تکمیلی

اطلاعات تکمیلی زیر در صورت نیاز باید توسط مشتری ارائه شود.

۴-۲-۱ الزامات برای انجام آزمون STEP^۱ و نوع روش آزمون (به بند ۶-۶ مراجعه کنید) ؛

۴-۲-۲ الزامات ضخامت در آن بخش هایی که قابل تماس با گلوله با قطر ۲۰mm نمی باشد؛

۴-۲-۳ نیاز یا عدم نیاز به پوشش زیرین مس؛

۵ شناسه گذاری

۱-۵ کلیات

شناسه گذاری باید بر روی نقشه های مهندسی، در درخواست خریدار، در قرارداد یا اعلام ویژگی کامل محصول استفاده شود.

شناسه گذاری موارد به ترتیب زیر را مشخص می کند:

جنس فلز پایه، نوع آلیاژ (اختیاری)، الزامات تنش زدایی، نوع و ضخامت پوشش زیرین (در صورت وجود)، ضخامت ها و ترکیب درصد اجزاء پوشش یا پوشش های نیکل یا آلیاژی نیکل و عملیات تکمیلی، (وقتی که پوشش های دو یا چند لایه وجود دارد) مانند عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی (برای شناسه گذاری به کتابنامه مراجعه کنید).

۲-۵ ویژگی های شناسه گذاری

شناسه گذاری، پوشش فلز پایه و انواع و ضخامت پوشش های مناسب برای هر حالت از شرایط کاری را مشخص می کند و به شرح زیر بیان می شود (به جداول ۱ تا ۴ برای فلزات پایه و پوشش ها مراجعه کنید).

(۱) عبارت " پوشش آبکاری الکتریکی " ، شماره این استاندارد ملی () و بدنبال آن یک خط تیره

(۲) علامت شیمیایی فلز پایه (یا فلز اصلی در آلیاژ) و بدنبال آن یک خط مورب (/)

الف (Fe - برای آهن یا فولاد

ب (Zn - برای روی یا آلیاژهای روی

ج (Cu - برای مس و آلیاژهای مس

د (Al - برای آلومینیوم یا آلیاژهای آلومینیوم

(۳) علامت شیمیایی برای مس (Cu)، اگر مس یا برنج با بیش از ۵۰٪ (کسر جرمی) مس به عنوان پوشش زیرین استفاده شده باشد.

(۴) در صورت لزوم، یک عدد که مشخص کننده حداقل ضخامت موضعی پوشش مس بر حسب میکرومتر است.

(۵) در صورت لزوم، یک حرف که مشخص کننده نوع پوشش مس است (به بند ۵-۴ مراجعه کنید).

(۶) علامت شیمیایی برای نیکل (Ni)

¹ -Simultaneous Thickness and Electrochemical Potential determination of individual layers in multilayer Nickel Deposit

۷) یک عدد که مشخص کننده حداقل ضخامت موضعی پوشش نیکل بر حسب میکرومتر است.
۸) یک حرف که شناسه نوع پوشش نیکل است (به بند ۵-۵ مراجعه کنید).
۹) اگر یک پوشش نهایی بر روی پوشش نیکل اعمال شده باشد، علامت شیمیایی آن و یک عدد، مشخص کننده حداقل ضخامت موضعی آن، اگر پوشش نهایی یک آلیاژ آبکاری الکتریکی باشد، علامت شیمیایی اجزاء اصلی آلیاژ، بطور مثال استفاده از علامت شیمیایی (Cr) اگر پوشش نهایی کروم باشد.
۱۰) برای پوشش نهایی کروم، یک حرف یا حروفی که مشخص کننده نوع کروم و حداقل ضخامت موضعی آن باشد (به بند ۵-۶ مراجعه کنید).

۱۱) الزامات عملیات حرارتی در گروه که به شرح زیر شناسه گذاری می شود:
حروف SR برای عملیات حرارتی تنش زدایی قبل از آبکاری، یا حروف ER برای عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی بعد از آبکاری، سپس دمای حداقل بر حسب درجه سلیسیوس ($^{\circ}\text{C}$) در پرانتز و مدت عملیات حرارتی بر حسب ساعت (h).

برای تفکیک اطلاعات در شناسه مرتبط با مراحل متفاوت فرآیند باید از خط مورب استفاده شود. جداکننده و یا خط مورب دوتایی (دوبل) مشخص می کند که یک مرحله در فرآیند یا لازم نیست یا حذف شده است (به کتابخانه مراجعه کنید).

توصیه می شود هر آلیاژ از طریق شناسه استاندارد آن بدنبال علامت شیمیایی فلز پایه نشان داده شود. برای مثال شماره UNS آن، یا علائم مشابه ملی یا منطقه ای آن که بین دو علامت (>) قرار داده می شود.
مثال: > Fe<G434000 UNS که شناسه گذاری UNS برای یک فولاد با استحکام بالا است (به بند کتابخانه مراجعه کنید).
مثال:

۱- پوشش انعطاف پذیر و هموار از مس با حداقل ضخامت $20\ \mu\text{m}$ به علاوه نیکل براق با حداقل ضخامت $30\ \mu\text{m}$ به علاوه کروم ریز ترک با ضخامت $0.3\ \mu\text{m}$ بر روی فولاد به صورت زیر نمایش داده می شود.

INSO 2161 - Fe/Cu20a/Ni30b/Crmc - پوشش آبکاری الکتریکی

۲- پوشش نیکل براق با حداقل ضخامت $30\ \mu\text{m}$ روی فولادی که در 200°C به مدت ۳ ساعت قبل از آبکاری با عملیات حرارتی تنش زدایی شده و برای کاهش تردی هیدروژنی در دمای 210°C به مدت ۸ ساعت بعد از آبکاری، عملیات حرارتی بر روی آن اعمال شده است، بعلاوه کروم ریز ترک، به صورت زیر شناسه گذاری می شود.

INSO 2161 - Fe/SR(200)3/Ni30b/ER(210)8/Crmc - پوشش آبکاری الکتریکی

در سفارش برای اعلام ویژگی های کامل یک محصول علاوه بر شناسه گذاری باید الزامات دیگری که برای قابلیت کارکرد یک محصول خاص ضروری است، به صورت کتبی و شفاف مشخص گردد.

۳-۵ نمره شرایط کاری

عدد شرایط کاری که مشتری از آن برای تعیین درجه حفاظت مورد نیاز نسبت به شدت (سختی) شرایطی که محصول در آن قرار می گیرد، استفاده می کند طبق مقیاس زیر است.

جدول ۱ - عدد شرایط کاری

شرایط کاری	نوع شرایط کاری	عدد شرایط کاری
فضای داخل در اتمسفر گرم و خشک بطور مثال دفاتر کار	ملایم	۱
فضای داخل که میعان اتفاق می افتد بطور مثال حمام ، آشپزخانه	معتدل	۲
فضای بیرونی که گاهی یا اغلب بدلیل باران یا شبنم، مرطوب می شود(رطوبت هوا بالا می رود)، مانند مبلمان شهری، دوچرخه، وسایل بیمارستانی	شدید	۳
فضای بیرون در شرایط خیلی شدید بطور مثال اجزاء اتومبیل، اتصالات کشتی	خیلی شدید	۴
فضای بیرون در شرایط فوق العاده شدید که حفاظت طولانی مدت بطور مثال حفاظت از پایه(فلز پایه) برای بیش از ۱۰ سال مورد نیاز است. مانند اجزاء وسایل نقلیه همچون سپرها و چرخ ها	فوق العاده شدید	۵

جدول ۲ - پوشش ها بر روی آهن و آلیاژهای آهن

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۱			
Fe/Ni10p	Fe/Cu10a/Ni5p	Fe/Ni10p/Crr Fe/Ni10p/Crmc Fe/Ni10p/Crmp Fe/Ni10p/Crb	Fe/Cu10a/Ni5p/Crr Fe/Cu10a/Ni5p/Crmc Fe/Cu10a/Ni5p/Crmp Fe/Cu10a/Ni5p/Crb
Fe/Ni10s	Fe/Cu10a/Ni5s	Fe/Ni10s/Crr Fe/Ni10s/Crmc Fe/Ni10s/Crmp Fe/Ni10s/Crb	Fe/Cu10a/Ni5s/Crr Fe/Cu10a/Ni5s/Crmc Fe/Cu10a/Ni5s/Crmp Fe/Cu10a/Ni5s/Crb
Fe/Ni10b	Fe/Cu10a/Ni5b	Fe/Ni10b/Crr Fe/Ni10b/Crmc Fe/Ni10b/Crmp Fe/Ni10b/Crb	Fe/Cu10a/Ni5b/Crr Fe/Cu10a/Ni5b/Crmc Fe/Cu10a/Ni5b/Crmp Fe/Cu10a/Ni5b/Crb
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۲			
Fe/Ni20p	Fe/Cu15a/Ni15p	Fe/Ni20p/Crr Fe/Ni15p/Crmc Fe/Ni15p/Crmp Fe/Ni15p/Crb	Fe/Cu15a/Ni15p/Crr Fe/Cu15a/Ni10p/Crmc Fe/Cu15a/Ni10p/Crmp Fe/Cu15a/Ni10p/Crb
Fe/Ni20s	Fe/Cu15a/Ni15s	Fe/Ni20s/Crr Fe/Ni15s/Crmc Fe/Ni15s/Crmp Fe/Ni15s/Crb	Fe/Cu15a/Ni15s/Crr Fe/Cu15a/Ni10s/Crmc Fe/Cu15a/Ni10s/Crmp Fe/Cu15a/Ni10s/Crb
Fe/Ni20b	Fe/Cu15a/Ni15b	Fe/Ni20b/Crr Fe/Ni15b/Crmc Fe/Ni15b/Crmp Fe/Ni15b/Crb	Fe/Cu15a/Ni15b/Crr Fe/Cu15a/Ni10b/Crmc Fe/Cu15a/Ni10b/Crmp Fe/Cu15a/Ni10b/Crb
Fe/Ni20d	Fe/Cu15a/Ni15d	Fe/Ni20d/Crr Fe/Ni15d/Crmc Fe/Ni15d/Crmp Fe/Ni15d/Crb	Fe/Cu15a/Ni15d/Crr Fe/Cu15a/Ni10d/Crmc Fe/Cu15a/Ni10d/Crmp Fe/Cu15a/Ni10d/Crb

ادامه جدول ۲ - پوشش ها بر روی آهن و آلیاژهای آهن

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۳			
Fe/Ni35p	Fe/Cu15a/Ni25p	Fe/Ni35p/Crr Fe/Ni30p/Crmmc Fe/Ni30p/Crmp Fe/Ni30p/Crb	Fe/Cu15a/Ni30p/Crr Fe/Cu15a/Ni25p/Crmmc Fe/Cu15a/Ni25p/Crmp Fe/Cu15a/Ni25p/Crb
Fe/Ni35s	Fe/Cu15a/Ni25s	Fe/Ni35s/Crr Fe/Ni30s/Crmmc Fe/Ni30s/Crmp Fe/Ni30s/Crb	Fe/Cu15a/Ni30s/Crr Fe/Cu15a/Ni25s/Crmp Fe/Cu15a/Ni25s/Crmp Fe/Cu15a/Ni25s/Crb
Fe/Ni35b	Fe/Cu15a/Ni25b	Fe/Ni35b/Crr Fe/Ni30b/Crmmc Fe/Ni30b/Crmp Fe/Ni30b/Crb	Fe/Cu15a/Ni30b/Crr Fe/Cu15a/Ni25b/Crmmc Fe/Cu15a/Ni25b/Crmp Fe/Cu15a/Ni25b/Crb
Fe/Ni30d	Fe/Cu15a/Ni20d	Fe/Ni30d/Crr Fe/Ni25d/Crmmc Fe/Ni25d/Crmp Fe/Ni25d/Crb	Fe/Cu15a/Ni25d/Crr Fe/Cu15a/Ni20d/Crmmc Fe/Cu15a/Ni20d/Crmp Fe/Cu15a/Ni20d/Crb
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۴			
		Fe/Ni40p/Crr Fe/Ni30p/Crmmc Fe/Ni30p/Crmp Fe/Ni30p/Crb	Fe/Cu20a/Ni35p/Crr Fe/Cu20a/Ni25p/Crmmc Fe/Cu20a/Ni25p/Crmp Fe/Cu20a/Ni25p/Crb
		Fe/Ni40s/Crr Fe/Ni30s/Crmmc Fe/Ni30s/Crmp Fe/Ni30s/Crb	Fe/Cu20a/Ni35s/Crr Fe/Cu20a/Ni25s/Crmmc Fe/Cu20a/Ni25s/Crmp Fe/Cu20a/Ni25s/Crb
		Fe/Ni40b/Crr Fe/Ni30b/Crmmc Fe/Ni30b/Crmp Fe/Ni30b/Crb	Fe/Cu20a/Ni35b/Crr Fe/Cu20a/Ni25b/Crmmc Fe/Cu20a/Ni25b/Crmp Fe/Cu20a/Ni25b/Crb
		Fe/Ni35d/Crr Fe/Ni25d/Crmmc Fe/Ni25d/Crmp Fe/Ni25d/Crb	Fe/Cu20a/Ni30d/Crr Fe/Cu20a/Ni20d/Crmmc Fe/Cu20a/Ni20d/Crmp Fe/Cu20a/Ni20d/Crb
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۵			
		Fe/Ni45d/Crmmc Fe/Ni45d/Crmp	Fe/Cu25a/Ni35d/Crmmc Fe/Cu25a/Ni35d/Crmp

جدول ۳- پوشش ها بر روی آلیاژهای روی

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۱			
Zn/Ni10p	Zn/Cu10a/Ni10p	Zn/Ni10p/Crr Zn/Ni10p/Crnc Zn/Ni10p/Cmp Zn/Ni10p/Crb	Zn/Cu8a/Ni10p/Crr Zn/Cu8a/Ni10p/Crnc Zn/Cu8a/Ni10p/Cmp Zn/Cu8a/Ni10p/Crb
Zn/Ni10s	Zn/Cu10a/Ni10s	Zn/Ni10s/Crr Zn/Ni10s/Crnc Zn/Ni10s/Cmp Zn/Ni10s/Crb	Zn/Cu8a/Ni10s/Crr Zn/Cu8a/Ni10s/Crnc Zn/Cu8a/Ni10s/Cmp Zn/Cu8a/Ni10s/Crb
Zn/Ni10b	Zn/Cu10a/Ni10b	Zn/Ni10b/Crr Zn/Ni10b/Crnc Zn/Ni10b/Cmp Zn/Ni10b/Crb	Zn/Cu8a/Ni10b/Crr Zn/Cu8a/Ni10b/Crnc Zn/Cu8a/Ni10b/Cmp Zn/Cu8a/Ni10b/Crb
		Zn/Ni10d/Crr Zn/Ni10d/Crnc Zn/Ni10d/Cmp Zn/Ni10d/Crb	Zn/Cu8a/Ni10d/Crr Zn/Cu8a/Ni10d/Crnc Zn/Cu8a/Ni10d/Cmp Zn/Cu8a/Ni10d/Crb
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۲			
Zn/Ni20p	Zn/Cu15a/Ni15p	Zn/Ni20p/Crr Zn/Ni15p/Crnc Zn/Ni15p/Cmp Zn/Ni15p/Crb	Zn/Cu15a/Ni15p/Crr Zn/Cu15a/Ni10p/Crnc Zn/Cu15a/Ni10p/Cmp Zn/Cu15a/Ni10p/Crb
Zn/Ni20b	Zn/Cu15a/Ni15b	Zn/Ni20b/Crr Zn/Ni15b/Crnc Zn/Ni15b/Cmp Zn/Ni15b/Crb	Zn/Cu15a/Ni15/Crr Zn/Cu15a/Ni10b/Crnc Zn/Cu15a/Ni10b/Cmp Zn/Cu15a/Ni10b/Crb
Zn/Ni20s	Zn/Cu15a/Ni15s	Zn/Ni20s/Crr Zn/Ni15s/Crnc Zn/Ni15s/Cmp Zn/Ni15s/Crb	Zn/Cu15a/Ni15s/Crr Zn/Cu15a/Ni10s/Crnc Zn/Cu15a/Ni10s/Cmp Zn/Cu15a/Ni10s/Crb
Zn/Ni15d	Zn/Cu15a/Ni10d	Zn/Ni20d/Crr Zn/Ni15d/Crnc Zn/Ni15d/Cmp Zn/Ni15d/Crb	Zn/Cu15a/Ni15d/Crr Zn/Cu15a/Ni10d/Crnc Zn/Cu15a/Ni10d/Cmp Zn/Cu15a/Ni10d/Crb

ادامه جدول ۳- پوشش ها بر روی آلیاژهای روی

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۳			
Zn/Ni40p	Zn/Cu20a/Ni30p	Zn/Ni35p/Crr Zn/Ni30p/Crmc Zn/Ni30p/Cmp Zn/Ni30p/Crb	Zn/Cu20a/Ni30p/Crr Zn/Cu20a/Ni25p/Crmc Zn/Cu20a/Ni25p/Cmp Zn/Cu20a/Ni25p/Crb
Zn/Ni40s	Zn/Cu20a/Ni30s	Zn/Ni35s/Crr Zn/Ni30s/Crmc Zn/Ni30s/Cmp Zn/Ni30s/Crb	Zn/Cu20s/Ni30s/Crr Zn/Cu20a/Ni25s/Crmc Zn/Cu20a/Ni25s/Cmp Zn/Cu20a/Ni25s/Crb
Zn/Ni40b	Zn/Cu20a/Ni30b	Zn/Ni35b/Crr Zn/Ni30b/Crmc Zn/Ni30b/Cmp Zn/Ni30b/Crb	Zn/Cu20a/Ni30b/Crr Zn/Cu20a/Ni25b/Crmc Zn/Cu20a/Ni25b/Cmp Zn/Cu20a/Ni25b/Crb
Zn/Ni30d	Zn/Cu20a/Ni25d	Zn/Ni30d/Crr Zn/Ni25d/Crmc Zn/Ni25d/Cmp Zn/Ni25d/Crb	Zn/Cu20a/Ni25d/Crr Zn/Cu20a/Ni20d/Crmc Zn/Cu20a/Ni20d/Cmp Zn/Cu20a/Ni20d/Crb
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۴			
		Zn/Ni40p/Crr Zn/Ni35p/Crmc Zn/Ni35p/Cmp Zn/Ni35p/Crb	Zn/Cu20a/Ni35p/Crr Zn/Cu20a/Ni30p/Crmc Zn/Cu20a/Ni30p/Cmp Zn/Cu20a/Ni30p/Crb
		Zn/Ni40s/Crr Zn/Ni35s/Crmc Zn/Ni35s/Cmp Zn/Ni35s/Crb	Zn/Cu20a/Ni35s/Crr Zn/Cu20a/Ni30s/Crmc Zn/Cu20a/Ni30s/Cmp Zn/Cu20a/Ni30s/Crb
		Zn/Ni40b/Crr Zn/Ni35b/Crmc Zn/Ni35b/Cmp Zn/Ni35b/Crb	Zn/Cu20a/Ni35b/Crr Zn/Cu20a/Ni30b/Crmc Zn/Cu20a/Ni30b/Cmp Zn/Cu20a/Ni30b/Crb
		Zn/Ni35d/Crr Zn/Ni30d/Crmc Zn/Ni30d/Cmp Zn/Ni30d/Crb	Zn/Cu20a/Ni30d/Crr Zn/Cu20a/Ni25d/Crmc Zn/Cu20a/Ni25d/Cmp Zn/Cu20a/Ni25d/Crb
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۵			
		Zn/Ni45d/Crmc Zn/Ni45d/Cmp	Zn/Cu25a/Ni35d/Crmc Zn/Cu25a/Ni35d/Cmp

جدول ۴- پوشش ها بر روی مس و آلیاژهای مس

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۱			
Cu/Ni8s		Cu/Ni8s/Crr Cu/Ni8s/Crb	
Cu/Ni8b		Cu/Ni8b/Crr Cu/Ni8b/Crb	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۲			
Cu/Ni15p		Cu/Ni12p/Crr Cu/Ni10p/Crmc Cu/Ni10p/Crmp Cu/Ni10p/Crb	
Cu/Ni15s		Cu/Ni12s/Crr Cu/Ni10s/Crmc Cu/Ni10s/Crmp Cu/Ni10s/Crb	
Cu/Ni15b		Cu/Ni12b/Crr Cu/Ni10b/Crmc Cu/Ni10b/Crmp Cu/Ni10b/Crb	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۳			
Cu/Ni25p		Cu/Ni20p/Crr Cu/Ni15p/Crmc Cu/Ni15p/Crmp Cu/Ni15p/Crb	
Cu/Ni25s		Cu/Ni20s/Crr Cu/Ni15s/Crmc Cu/Ni15s/Crmp Cu/Ni15s/Crb	
Cu/Ni25b		Cu/Ni20b/Crr Cu/Ni15b/Crmc Cu/Ni15b/Crmp Cu/Ni15b/Crb	
Cu/Ni20d		Cu/Ni15d/Crr Cu/Ni12d/Crmc Cu/Ni12d/Crmp Cu/Ni12d/Crb	

ادامه جدول ۴- پوشش ها بر روی مس و آلیاژهای مس

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۴			
		Cu/Ni30p/Crr Cu/Ni25p/Crnc Cu/Ni25p/Crmp Cu/Ni25p/Crb	
		Cu/Ni30s/Crr Cu/Ni25s/Crnc Cu/Ni25s/Crmp Cu/Ni25s/Crb	
		Cu/Ni30b/Crr Cu/Ni25b/Crnc Cu/Ni25b/Crmp Cu/Ni25b/Crb	
		Cu/Ni25d/Crr Cu/Ni20d/Crnc Cu/Ni20d/Crmp Cu/Ni20d/Crb	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۵			
		Cu/Ni45d/Crnc Cu/Ni45d/Crmp	

جدول ۵- پوشش ها بر روی آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیوم

NI	Cu	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۱			
Al/Ni10b		Al/Ni10b/Crr	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۲			
Al/Ni25p		Al/Ni25p/Crr Al/Ni20p/Cmc Al/Ni20p/Cmp	
Al/Ni25s		Al/Ni25s/Crr Al/Ni20s/Cmc Al/Ni20s/Cmp	
Al/Ni25b		Al/Ni25b/Crr Al/Ni20b/Cmc Al/Ni20b/Cmp	
Al/Ni20d		Al/Ni20d/Crr Al/Ni15d/Cmc Al/Ni15d/Cmp	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۳			
Al/Ni35p		Al/Ni35p/Crr Al/Ni30p/Cmc Al/Ni30p/Cmp	
Al/Ni35s			
Al/Ni35b		Al/Ni35b/Crr Al/Ni30b/Cmc Al/Ni30b/Cmp	
Al/Ni30d		Al/Ni30d/Crr Al/Ni25d/Cmc Al/Ni25d/Cmp	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۴			
		Al/Ni45d/Crr	
		Al/Ni35d/Cmc	
		Al/Ni35d/Cmp	
شناسه گذاری در عدد شرایط کاری ۵			
		Al/Ni50d/Cmc	
		Al/Ni50d/Cmp	

۴-۵ پوشش مس

پوشش مس انعطاف پذیر و هموار حاصل از آبکاری الکتریکی از محلول های اسیدی با علامت "a" نشان داده می شود.

۴-۵-۱ به منظور جلوگیری از پوشش حاصل از غوطه وری که موجب تضعیف چسبندگی پوشش می شود، قبل از آبکاری الکتریکی با مس اسیدی انعطاف پذیر بر روی آهن و فولاد، یک پوشش اولیه مس با ضخامت $5\mu\text{m}$ تا $10\mu\text{m}$ از محلول سیانید مس اعمال می شود. (ضخامت) پوشش اولیه مس^۱ جزء (ضخامت) پوشش مس اسیدی انعطاف پذیر که در جدول ۲ مشخص شده است، محسوب نمی شود.

۴-۵-۲ در آبکاری آلیاژی روی برای اطمینان از چسبندگی پوشش نیکل، باید ابتدا پوشش مس سیانیدی یا مس قلیایی و بدون سیانید نیز بر روی آن اعمال شود. ضخامت حداقل لایه اولیه مس بین $8\mu\text{m}$ تا $10\mu\text{m}$ است. در مورد قطعات با اشکال پیچیده ممکن است نیاز باشد ضخامت حداقل مس تا حدود $15\mu\text{m}$ افزایش یابد تا از ایجاد ضخامت مناسب بر روی نواحی با دانسیته جریان کم اطمینان حاصل شود. پوشش انعطاف پذیر و هموار مس اسیدی معمولاً بر روی پوشش مس سیانیدی اولیه با ضخامت بیشتر از $10\mu\text{m}$ اعمال می شود.

۴-۵-۳ در آبکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن قبل از اعمال پوشش های نیکل ارائه شده در جدول ۵، اعمال پوشش های غوطه وری مناسب روی یا قلع، آبکاری الکتریکی مس سیانیدی یا زیرلایه های مناسب دیگر به عنوان بخشی از آماده سازی آبکاری و برای اطمینان از چسبندگی، ضروری هستند.

۵-۵ انواع پوشش نیکل

نوع پوشش نیکل باید با استفاده از علائم زیر شناسه گذاری شوند.

- b، برای نیکل تزئینی، براق دارای سولفور، نیمه براق یا ساتن با ساختار لایه لایه
- i، برای نیکل براق دارای سولفور زیاد، نیمه براق یا مات با ساختار لایه لایه بدون پرداخت کاری مکانیکی
- p، برای نیکل مات یا نیمه براق با پرداخت کاری مکانیکی
- s، برای نیکل مات بدون سولفور یا نیمه براق با ساختار ستونی بدون پرداخت کاری مکانیکی
- d، برای نیکل دو یا سه لایه که الزامات آنها در جدول ۶ ارائه شده است.

اگر نیکل براق با سولفور یا بدون سولفور، نیمه براق یا مات، با یا بدون پرداخت کاری مورد نیاز باشد، باید توسط مشتری مشخص شود (به بند ۴-۱-۴ مراجعه کنید).

مقدار سولفور برای مشخص کردن نوع محلول مورد استفاده برای آبکاری نیکل تعیین می شود. برای تعیین مقدار سولفور در پوشش نیکل بر روی مصنوعات، یک روش ساده وجود ندارد. هرچند با استفاده از روش ارایه

¹ -copper strike

شده در پیوست ت، اندازه گیری با درستی کافی روی نمونه آزمون تهیه شده امکانپذیر است. تعیین نوع و نسبت لایه های نیکل با آزمون میکروسکوپی بر روی سطح مقطع پرداخت کاری و اچ^۱ شده از یک نمونه که مطابق استاندارد ملی ۱۲۲۷ آماده شده باشد یا بوسیله روش آزمون STEP همیشه امکانپذیر خواهد بود. روش آزمون برای تعیین ازدیاد طول (یا انعطاف پذیری) معین در پیوست پ ارائه شده است.

جدول ۶ - الزامات پوشش های نیکل دو یا سه لایه

ضخامت به صورت درصدی از کل ضخامت نیکل		سولفور درصد جرمی	اختلاف پتانسیل (mv)		ازدیاد طول معین	لایه (نوع نیکل)
			نیکل سه لایه	نیکل دو لایه		
نیکل سه لایه	نیکل دو لایه					
≥۵۰	۳۰ تا ۶۰	<۰/۰۰۵	≥۱۲۰	۸۰ تا ۱۵۰	>۸	زیرین (s)
۱۰	-	>۰/۱۵			-	میانی (نوع i)
≥۴۰	۴۰ تا ۷۰	>۰/۰۴ تا <۰/۱۵	≥۲۵	-	-	روی (b)

۶-۵ انواع و ضخامت پوشش های کروم

- نوع و ضخامت پوشش کروم باید با استفاده از علایم زیر پس از علامت شیمیایی کروم شناسه گذاری شود.
- b، برای کروم سیاه با ضخامت $0.5 \mu\text{m}$ تا $2 \mu\text{m}$
 - r، برای پوشش کروم معمولی با حداقل ضخامت موضعی $0.3 \mu\text{m}$
 - mc، برای کروم ریز ترک که اگر به یکی از روش های ارائه شده در پیوست الف مورد اندازه گیری قرار گیرد، دارای بیش از ۲۰۰ ترک در یک سانتی متر در هر جهت، به شکل یک شبکه بسته در همه جای سطح مورد نظر و دارای حداقل ضخامت موضعی پوشش $0.5 \mu\text{m}$ باشد. در برخی فرایندها ممکن است به منظور دستیابی به الگوی ترک مورد نظر، ضخامت های به مراتب بیشتری ($0.8 \mu\text{m}$ یا بیشتر) مورد نیاز باشد بنابراین شناسه گذاری پوشش باید شامل حداقل ضخامت موضعی باشد مانند: Crmc(0.8)
 - mp، برای کروم ریز تخلخل که اگر به یکی از روش های ارائه شده در پیوست الف مورد آزمون قرار گیرد دارای حداقل 10000 تخلخل در یک سانتی متر مربع و دارای حداقل ضخامت موضعی $0.3 \mu\text{m}$ باشد. تخلخل ها نباید با چشم غیر مسلح قابل دیدن باشد.

^۱ -Etched

کروم ریز تخلخل از طریق ترسیب کروم بر روی یک لایه نازک نیکل خاص دارای ذرات غیر هادی و خنثی بدست می آید، لایه نیکل خاص بر روی پوشش نیکل نوع b، s یا d اعمال می شود (بند ۵-۵ را ببینید). ضخامت لایه نیکل خاص در محاسبه ضخامت کل مورد نیاز نیکل لحاظ نمی شود.

ممکن است مقداری از درخشندگی پوشش های کروم نوع mc و mp هنگام استفاده کاهش یابد که در برخی کاربردها قابل قبول نباشد. این گرایش به کاهش درخشندگی از طریق افزایش حداقل پوشش کروم تا $0.5 \mu\text{m}$ در مورد پوشش های کروم ریز تخلخل یا ریز ترک که در جدول ۲ تا ۵ مشخص شده اند، کاهش می یابد.

۶ الزامات

۱-۶ وضعیت ظاهری

پوشش بر روی سطوح مهم باید عاری از نقص هایی مانند تاول، حفره، زبری، ترک، قسمت های بدون پوشش، لکه یا رنگ پریدگی باشد. حد نقص هایی که ممکن است در سطوح غیر مهم اتفاق بیافتد باید توسط مشتری مشخص شود (بند ۴-۱-۸ را ببینید). ظاهر پوشش باید یکنواخت باشد و برای مقایسه قطعه باید از نمونه های تایید شده از قطعه استفاده شود (بند ۴-۱-۳ را ببینید).

۲-۶ ضخامت پوشش

ضخامت پوشش که در شناسه مشخص می شود باید حداقل ضخامت موضعی باشد. حداقل ضخامت موضعی یک پوشش آبکاری شده در هر نقطه بر روی سطح مهم که قابل تماس با گلوله ای به قطر 20mm است، اندازه گیری می شود یا باید طبق نظر مشتری مشخص شود. (بند ۴-۱-۷ و ۴-۱-۲ را ببینید). ضخامت پوشش آبکاری شده باید با یکی از روش های شرح داده شده در پیوست ب اندازه گیری شود.

۳-۶ پوشش های نیکل دو یا سه لایه

الزامات پوشش های نیکل دو یا سه لایه در جدول ۶ ارایه شده است.

۴-۶ چسبندگی

چسبندگی پوشش به فلز پایه و چسبندگی لایه های مختلف پوشش نیکل چندلایه به یکدیگر باید به اندازه ای باشد که در آزمون سوهان زدن یا آزمون شوک حرارتی مطابق استاندارد ایزو ISO2819 پذیرفته شوند (بند ۴-۱-۷ را ببینید).

جداشدن پوشش از سطح پایه یا جداسازی بین لایه های پوشش نباید به هیچ وجه وجود داشته باشد. تعیین روش آماده سازی سطح قبل از آبکاری برای دسترسی به سطحی که با الزامات این زیر بند منطبق باشد، بعهده آبکار است.

۵-۶ مقاومت خوردگی در آزمون های CASS^۱، کرودکوت^۲ و پاشش نمکی

قطعات آبکاری شده باید با یکی از روش های آزمون خوردگی ارائه شده در جدول ۷ و در مدت زمان مربوط به هر عدد شرایط کاری مورد آزمون قرار گیرند.

آزمون خاص مورد استفاده باید توسط مشتری مشخص شود (بند ۴-۱-۷ را ببینید).

آزمون های خوردگی تسریع شده در استاندارد ملی ۴۶۶۸ و کتابنامه شرح داده شده اند. کاربرد این آزمون ها برای کنترل کیفیت یکنواختی پوشش است و مربوط به آزمون خوردگی فلز پایه نمی شود.

مدت زمان و نتایج این آزمون ها ارتباط کمی با طول عمر کاری قطعات آبکاری شده دارد بنابراین نتایج حاصل نباید بطور مستقیم به عنوان مقاومت خوردگی پوشش های آزمون شده در همه شرایط محیطی که ممکن است پوشش ها مورد استفاده قرار گیرند، تلقی شود.

قطعات پس از آزمون خوردگی مناسب، باید مطابق استاندارد ملی ۸۲۴۱ مورد بررسی و رتبه بندی قرار گیرند. رتبه ۹ به کمترین میزان خوردگی بعد از آزمون خوردگی اطلاق می شود.

جدول ۷ - آزمون های خوردگی مربوط به هر عدد شرایط کاری

زمان آزمون خوردگی (h)			عدد شرایط کاری	فلز پایه
آزمون پاشش نمکی	آزمون کرودکوت	آزمون (CASS)		
۸	الزامات آزمون وجود ندارد	الزامات آزمون وجود ندارد	۱	فولاد، مس یا
۴۸	۸	۸	۲	آلیاژهای روی،
۹۶	۱۶	۱۶	۳	آلومینیوم یا
۱۴۴	۲×۱۶	۲۴	۴	آلیاژهای
الزامات آزمون وجود ندارد	الزامات آزمون وجود ندارد	۶۴	۵	آلومینیوم

۶-۶ الزامات آزمون STEP

در صورت درخواست مشتری برای تعیین اختلاف پتانسیل الکتروشیمیایی بین لایه های مختلف نیکل برای پوشش های چند لایه، آزمون باید به روش STEP انجام شود (بند ۴-۲-۱ را ببینید). روش های آزمون STEP در پیوست ث و کتابنامه ارائه شده است.

۷-۶ انعطاف پذیری

انبساط طولی یا انعطاف پذیری برای لایه نیکل نیمه براق در پوشش های نیکل چند لایه و همینطور برای پوشش های مس زیرلایه، اگر مطابق روش آزمون ارائه شده در پیوست پ مورد آزمون قرار گیرند، باید مطابق جدول ۶ باشد.

^۱ - Copper-Accelerated Acetic acid-Salt Spray (Fog) Testing

^۲ - Corrodokote corrosion test

۸-۶ عملیات حرارتی تنش زدایی قبل از آبکاری

به غیر از مواردی که توسط مشتری معین شده است، قطعات فولادی با حداکثر استحکام کششی برابر یا بیش از ۱۰۰۰ Mpa (۳۱ HRC) و قطعاتی که بر اثر ماشین کاری، سنگ زنی، تاب گیری یا عملیات شکل دهی سرد دارای تنش کششی شده اند، قبل از تمیز کاری و آبکاری باید مطابق دستورالعمل ها و رده بندی در استاندارد ملی ۸۵۶۵ تحت عملیات حرارتی تنش زدایی قرار داده شوند (بند ۴-۱-۱۰ را ببینید).
لایه ها و پوسته های اکسیدی بر روی سطح فولاد باید قبل از اعمال پوشش آبکاری تمیز شوند. برای فولادهای استحکام بالا به منظور اجتناب از خطر ایجاد تردی هیدروژنی در اثر عملیات تمیز کاری، توصیه می شود از تمیزکننده های قلیایی غیر الکترولیتیکی و قلیایی آندی و همچنین روش های تمیز کاری مکانیکی استفاده شود.

۹-۶ عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی

به غیر از مواردی که توسط مشتری معین شده است، قطعات فولادی با حداکثر استحکام کششی برابر یا بیش از ۱۰۰۰ Mpa (۳۱ HRC) و همچنین قطعات سخت کاری سطحی شده باید مطابق دستورالعمل ها و رده بندی در استاندارد ملی ۸۵۶۶ تحت عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی قرار داده شود (بند ۴-۱-۱۰ را ببینید).
به غیر از مواردی که توسط مشتری معین شده است، اثر بخشی عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی برای تعیین میزان تردی باقیمانده در قطعات دندانه دار باید مطابق استاندارد ISO10587 و برای تعیین غلظت هیدروژن نفوذ کرده در فولاد باید مطابق استاندارد ملی ۸۷۳۴ انجام شود.
فهرهای آبکاری شده یا قطعاتی که باید خم کاری شوند، قبل از عملیات حرارتی کاهش تردی هیدروژنی نباید تغییر شکل داده شوند. پوشش های شرح داده شده در این استاندارد بندرت برای قطعات فولاد با استحکام کششی بیش از ۱۰۰۰ Mpa و قطعات عملیات حرارتی شده کاربرد خواهد داشت. اگر پوشش های شرح داده شده در این استاندارد بر روی قطعات فولاد که مستعد تردی هیدروژنی است، بکار رود و عملیات حرارتی بعد از آبکاری مورد نیاز باشد، مشتری باید آگاه باشد که عملیات حرارتی بعد از آبکاری ممکن است باعث تغییر رنگ و تردی پوشش های نیکل حاوی سولفور گردد.

۱۰-۶ نمونه برداری

روش نمونه برداری باید یکی از روش های ارایه شده در استاندارد ISO4519 باشد. حدود پذیرش^۱ باید توسط مشتری معین شود.

^۱-acceptance levels

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تعیین ترک ها و تخلخل ها در پوشش کروم

الف- ۱ کلیات

ریز تخلخل ها (ترک ها) را می توان به طور مستقیم و بدون آماده سازی بوسیله میکروسکوپ تعیین کرد. هر چند استفاده از روش ترسیب مس برای آشکارسازی ترک ها در مواقعی توصیه می شود که تردید وجود دارد اما استفاده از آن برای آشکارسازی ریز تخلخل ها ضروری است.

برای رسیدن به یک مقاومت خوردگی خاص در پوشش های ریز ترک یا ریز تخلخل، تعداد مشخصی ترک یا تخلخل لازم است.

الف- ۲ آزمون میکروسکوپی برای ترک ها بدون آماده سازی

سطح مورد نظر را برای تعیین ترک در نور منعکس شده زیر یک میکروسکوپ نوری با بزرگ نمایی مناسب بررسی کنید. از یک میکرومتر چشمی یا وسیله ای مشابه برای تعیین طولی که در آن ترک ها شمارش می شوند، استفاده نمایید. اندازه گیری را در یک طول معین که حداقل ۴۰ ترک در آن شمارش شود، انجام دهید.

الف- ۳ روش ترسیب مس بوسیله آزمون مس سولفات بر روی ترک ها و تخلخل ها

الف- ۳-۱ اساس روش

پوشش الکتریکی مس از محلول اسیدی سولفات با دانسیته جریان کم یا ولتاژ کم بر روی سطح مورد نظر اعمال می شود. پوشش فوق تنها بر روی زیر لایه نیکل از میان ناپیوستگی های (ترک ها و تخلخل ها) پوشش کروم ایجاد می شود. ناپیوستگی ها با استفاده از یک میکروسکوپ شمارش می شود.

بهتر است هر دو روش فوراً پس از آبخاری انجام شود. اگر هر تاخیری وجود داشته باشد، نمونه را قبل از آزمون بطور کامل چربی گیری کنید و از هر عملیات چربیگیری الکتریکی اجتناب نمایید.

الف- ۳-۲ روش آزمون

الف- ۳-۲-۱ آزمون جریان ثابت (دپ پرنل^۱)

در این روش، دانسیته جریان در هر تخلخل یا ترک بسته به تعداد کل تخلخل ها یا ترک ها در نمونه تغییر می کند. این روش با استفاده از جریان ثابت، به عنوان یک وسیله سریع برای ارزیابی چشمی یکنواختی ترک ها یا تخلخل ها یا برای شمارش آنها ممکن است کاربرد داشته باشد. برای شمارش باید از میکروسکوپ استفاده شود.

قسمت هایی را که پوشش کروم ندارد و همه سیم هایی را که به الکترودها متصل هستند، با مواد غیرهادی بپوشانید. نمونه را به عنوان کاتد در محلول با شرایط زیر قرار دهید.

- مس (II) سولفات پنج آبه ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ۲۰۰ g/l

- سولفوریک اسید (H_2SO_4 ، $\rho=1.84 \text{ g/cm}^3$) ۲۰ g/l

¹-Dubpernell

- دانسیته جریان کاتدی 3 A/dm^2
- دما $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- زمان (تقریبی) 1 min
- آند از جنس مس

سپس نمونه را ابتدا با آب سرد و بعد با آب داغ بشویید، سپس در هوا خشک کنید (استاندارد ISO27831-2 را ببینید)

قبل از اینکه نمونه و آندها در حمام قرار داده شوند لازم است به منبع جریان الکتریسته متصل شوند. در مواردیکه آزمون با تاخیر زمانی انجام می شود، نمونه را مطابق استاندارد ISO27831-2 یا روش ارایه شده به شرح زیر چربیگیری و تمیز کنید.

هنگامیکه آزمون با تاخیر کوتاه انجام می گیرد، عملیات چربیگیری را در محلول قلیایی گرم، در دمای کمتر از $65 ^\circ\text{C}$ انجام دهید. سپس آن را در محلول سولفوریک اسید (۵ تا ۱۰) درصد حجمی تمیز و به روش مناسب آبکشی نمایید و بدون اینکه آن را خشک نمایید در محلول بالا (حمام مس اسیدی) قرار دهید(استاندارد ISO27831-2 را ببینید).

در مواردیکه آزمون چند روز پس از آبکاری کروم انجام می شود، نمونه را قبل از مرحله ترسیب مس برای کمک به آشکارسازی ترک ها و تخلخل ها، به مدت ۴ دقیقه در محلول حاوی 10 g/l تا 20 g/l نیتریک اسید (HNO_3 , $\rho = 1.42 \text{ g/cm}^3$) در دمای حدود $65 ^\circ\text{C}$ قرار دهید.

اثرات مس رسوب کرده را در طولی معین دارای حداقل ۴۰ ترک یا ۲۰۰ تخلخل، شمارش نمایید. شمارش با استفاده از میکروسکوپ متالورژی کالیبره یا میکروگراف که بتواند بخش های کافی از نمونه را عکس برداری نماید، انجام دهید.

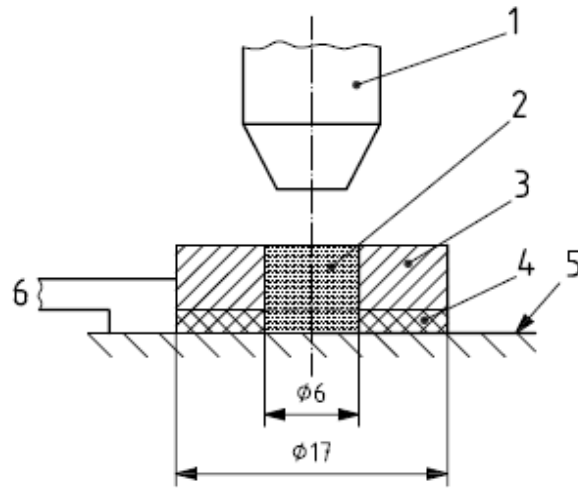
الف-۳ - ۲ - ۲ روش آزمون پتانسیل ثابت (فوهرمن^۱)

در این روش دانسیته جریان در همه ترک ها یا تخلخل ها یکسان است و به تعداد کل ترک ها یا تخلخل ها در نمونه بستگی ندارد. در این روش از ولتاژ ثابت استفاده می شود که در شمارش تخلخل ها نتایج دقیق تر و تکرارپذیرتری را بدست می دهد.

الف-۳ - ۲ - ۲ - ۱ دستگاه

دستگاه مطابق شکل الف- ۱ و شامل صفحه گرد مس به عنوان آند با قطر 17 mm و ضخامت 4 mm با یک سوراخ به قطر 6 mm است.

¹ - Fuhrman



که در آن :

- ۱- میکروسکوپ
- ۲- الکترولیت مس سولفات
- ۳- صفحه گرد آند مس
- ۴- صفحه عایق خنثی
- ۵- نمونه
- ۶- منبع پتانسیل ثابت

شکل الف- ۱- طرحی از دستگاه برای اندازه گیری به روش پتانسیل ثابت

الف- ۳- ۲- ۲- ۲- روش آزمون

نمونه را به عنوان کاتد در محلول زیر قرار دهید.

- مس (II) سولفات پنج آبه ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ۳۳/۰۰ g/l
- سولفوریک اسید (H_2SO_4 ، $\rho = 1.84 \text{ g/cm}^3$) ۱۶/۰۰ g/l
- پتاسیم کلرید ۲/۲۵ g/l
- ولتاژ ۰/۴ V (ولتاژ ثابت)
- دما $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- زمان ۰/۵ min تا ۱/۰ min

سوراخ سل را با الکتروولیت مس پر کنید. دستگاه را برای اندازه گیری زیر میکروسکوپ قرار دهید و به منبع تغذیه وصل کنید. پر کردن سل را آنقدر ادامه دهید تا یک صفحه با سطح محدب از الکتروولیت بدست آید. تعداد تخلخل را با شمارش اثرات مس ترسیب شده در یک سطح معین با بزرگنمایی ۵۰ تا ۲۰۰ برابر تعیین نمایید. نتیجه به صورت تعداد تخلخل در هر سانتی متر مربع بیان می شود.

پیوست ب

(الزامی)

روش های آزمون تعیین ضخامت

ب- ۱ کلیات

روش های اندازه گیری ضخامت پوشش های فلزی و غیر فلزی در استاندارد ملی ۴۶۸۵ ارایه شده است. روش های ارایه شده در این پیوست روش هایی هستند که غالباً استفاده می شوند.

ب- ۲ روش های مخرب

ب- ۲- ۲ روش های میکروسکوپی

از روش ارایه شده در استاندارد ملی ۱۲۲۷ استفاده کنید و در صورت نیاز از محلول اچ، نیتریک اسید / استیک اسید گلاسیال با غلظتی که در آن استاندارد ارایه شده یا برای پوشش های مس به علاوه نیکل از محلول مخلوط یک حجم نیتریک اسید (با دانسیته ۱/۴g/ml) و ۵ حجم استیک اسید گلاسیال استفاده کنید. یادآوری- استفاده از این محلول های اچ موجب می شود ضخامت لایه های مختلف در پوشش های دولایه یا سه لایه مشخص و اندازه گیری شوند.

ب- ۲- ۲ روش کولومتری

روش کولومتری ارایه شده در استاندارد ISO2177 برای اندازه گیری ضخامت در هر نقطه بر روی سطح مهم و قابل تماس با گلوله به قطر ۲۰mm است و برای اندازه گیری ضخامت در پوشش های کروم، ضخامت مجموعه لایه های نیکل، ضخامت پوشش مس و ضخامت پوشش مس آلیاژی (در صورتیکه ترکیب آلیاژ مشخص باشد) استفاده می شود.

در موارد اختلاف، برای اندازه گیری ضخامت پوشش کروم و پوشش های نیکل با ضخامت کمتر از $10\mu\text{m}$ باید از روش کولومتری استفاده شود. برای اندازه گیری ضخامت پوشش های نیکل و زیر لایه های با ضخامت $10\mu\text{m}$ و بیشتر باید از روش میکروسکوپی استفاده شود.

ب- ۲- ۳ روش میکروسکوپ الکترونی (SEM)

روش میکروسکوپ الکترونی ارایه شده در استاندارد ISO9220 برای اندازه گیری ضخامت لایه های مختلف در پوشش های چند لایه استفاده می شود.

ب- ۲- ۴ آزمون STEP

ضخامت لایه های مختلف نیکل در پوشش های دو و سه لایه را می توان با یکی از روش های آزمون STEP اندازه گیری کرد (به پیوست ث و کتابنامه مراجعه کنید).

ب- ۳ روش های غیر مخرب

ب- ۳- ۱ روش مغناطیسی (این روش برای برخی از پوشش های نیکل کاربرد دارد)

از روش ارایه شده در استاندارد ملی ۴۶۶۷ استفاده کنید.

¹ -Scanning Electron Microscope

یادآوری - این روش به تغییرات در نفوذپذیری پوشش ها حساس می باشد.

ب-۳-۲ روش اشعه بتا برگشتی^۱ (این روش در صورت وجود زیر لایه مس به تنهایی قابل استفاده نیست.)

از روش ارایه شده در استاندارد ملی ۱۰۳۷۲ (۴۶۸۵) استفاده کنید.

در صورت وجود زیر لایه مس این روش ضخامت کل را اندازه گیری می کند. ضخامت زیر لایه مس می تواند با استفاده از ضخامت کل بدست آمده از این روش و ضخامت تعیین شده در استاندارد ISO2177 برای پوشش های نیکل و کروم یا ضخامت تعیین شده در استاندارد ملی ۴۶۶۷ برای پوشش های نیکل تعیین گردد.

ب-۳-۳ اسپکتروسکوپی اشعه X

از روش ارایه شده در استاندارد ملی ۱۰۳۷۳ استفاده کنید.

^۱ - Beta backscatter method

پیوست پ
(الزامی)
آزمون انعطاف پذیری

پ-۱ هدف

هدف از این پیوست تعیین روشی برای اندازه گیری ازدیاد طول در پوشش های آبکاری نیکل بر روی یک نمونه و شیوه ای برای ارزیابی انعطاف پذیری پوشش است. این روش برای بررسی نوع پوشش نیکل منطبق با الزامات ارایه شده در جدول ۶ و برای ارزیابی انعطاف پذیری پوشش مس و پوشش های دیگر کاربرد دارد.

پ-۲ اساس روش

در این آزمون نمونه که با نیکل آبکاری شده به دور یک ماندل^۱ با قطر مشخص خم می شود تا انبساط ازدیاد طول حداقل برابر ۸٪ بر روی پوشش ایجاد شود. سپس علائم ترک بر روی پوشش مورد بررسی چشمی قرار می گیرد.

پ-۳ دستگاه

پ-۳-۱ ماندل با قطر $11.5 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$

پ-۴ تهیه نمونه

یک نوار آزمون آبکاری شده به طول ۱۵۰ mm، پهنای ۱۰ mm و ضخامت $0.1 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ مطابق روش زیر تهیه کنید :

یک ورق فلزی از جنس مشابه فلز پایه ی قطعاتی که قرار است آبکاری شوند را پرداخت کنید و در صورتیکه فلز پایه از آلیاژهای روی است، از ورق های با جنس برنج نرم استفاده کنید.

ابعاد ورق را به اندازه ای انتخاب کنید تا با برش حداقل ۲۵۰ mm از دور آن، نوار آزمون بدست آید.

قسمت پرداخت شده ورق را با نیکل به ضخامت $25 \mu\text{m}$ در حمام تحت شرایط مشابه آنچه برای قطعات مورد نظر استفاده می شود، آبکاری کنید.

ورق آبکاری شده را با گیوتین یا قیچی برای تهیه نوار آزمون برش بزنید. لبه های طویل تر نوار آزمون حداقل در طرف آبکاری شده را با سوهان یا سنگ، پخ بزنید یا گرد کنید.

پ-۵ روش آزمون

نوار آزمون را با فشاری ثابت و پایدار با زاویه 180° دور ماندل خم کنید به گونه ای که طرف آبکاری شده، تحت کشش قرار گیرد. عمل خمش را تا اندازه ای ادامه دهید تا دو سر نوار آزمون به صورت موازی قرار گیرند. مطمئن شوید که در حین خم کردن، نوار آزمون به ماندل چسبیده باشد.

طرف محدب نوار آزمون خم شده را برای وجود ترک ها مورد بررسی چشمی قرار دهید.

^۱ -Mandarel

پ-۶ بیان نتایج

اگر بعد از آزمون هیچ ترکی بطور کامل در عرض سطح محدب وجود نداشته باشد، پوشش با الزامات ازدیاد طول حداقل ۸٪ منطبق خواهد بود.

پیوست ت

(الزامی)

تعیین مقدار گوگرد در پوشش آبکاری الکتریکی نیکل (مرجع ASTM B456 پیوست X3)

ت-۱ اندازه گیری کل گوگرد در آبکاری الکتریکی نیکل به روش احتراق و تیتراسیون با یدات

ت-۱-۱ این روش برای تعیین گوگرد با غلظت 0.005% تا 0.5% (کسر جرمی) کاربرد دارد.

ت-۱-۲ اساس روش

قسمت اعظم گوگرد در نمونه از طریق احتراق در حضور جریان اکسیژن در یک کوره القایی به گوگرد دی اکسید (SO_2) تبدیل می شود. در طول احتراق گوگرد دی اکسید تولید شده توسط یک محلول اسیدی پتاسیم یدید حاوی نشاسته جذب می شود و سپس با محلول پتاسیم یدات تیترا می گردد. محلول پتاسیم یدات قبل از استفاده باید با فولاد دارای مقدار معلوم گوگرد استاندارد شود تا کلیه عوامل ناشی از مشخصات تجهیزات و شرایط آزمون تصحیح گردد. عملیات تصحیح با محلول شاهد نیز انجام می شود تا اثرات بوته و مواد مصرفی به عنوان تسزیر کننده هاحذف شوند.

یادآوری - دستگاه های تجاری وجود دارند که بر اساس تکنیک های مادون قرمز (IR) و هدایت حرارتی مقدار گوگرد دی اکسید تولید شده را اندازه گیری می کنند و مجهز به امکانات رایانه ای هستند که می توان مقدار گوگرد را به طور مستقیم از روی دستگاه بدست آورد.

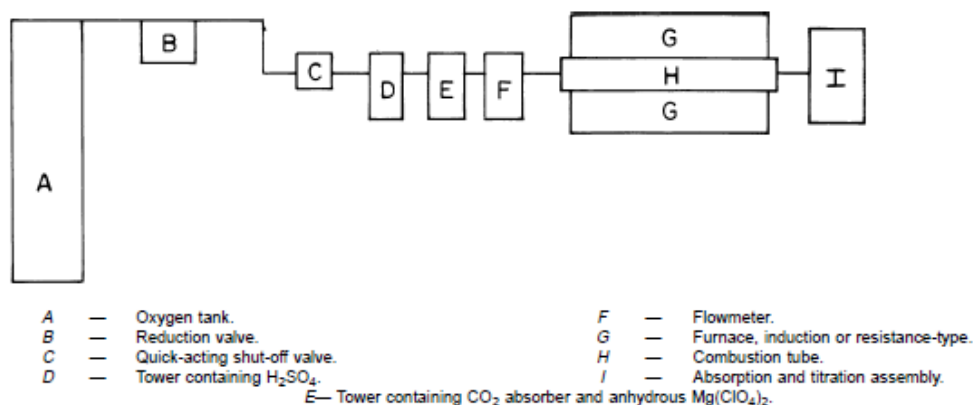
ت-۱-۳ مزاحمت ها

عناصری که به طور معمول در پوشش های آبکاری الکتریکی نیکل وجود دارند هیچگونه مزاحمتی در این روش ایجاد نمی کنند.

ت-۱-۴ وسایل

تجهیزات گرمایشی القایی برای تعیین مقدار گوگرد از طریق احتراق مستقیم مطابق شکل ت-۱

(به استاندارد ASTM E50 مراجعه کنید)



شکل ت-۱ - شمای کلی از سیستم اندازه گیری گوگرد به روش احتراق مستقیم

ت-۱-۵ مواد و/یا واکنشگرها

ت-۱-۵-۱ خلوص واکنشگرها

واکنشگرهای مورد استفاده، به غیر از مواردی که خلوص مشخص شده است، باید دارای خلوص آزمایشگاهی باشند.

ت-۱-۵-۲ خلوص آب

آب باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ باشد.

ت-۱-۵-۳ هیدروکلریک اسید (۳+۹۷)

۳ حجم هیدروکلریک اسید غلیظ (HCl , $\rho = 1.19$) را با ۹۷ حجم آب مخلوط کنید.

ت-۱-۵-۴ تسریع کننده آهن (کم گوگرد) - پولکی

ت-۱-۵-۵ تسریع کننده آهن (کم گوگرد) - پودر

ت-۱-۵-۶ محلول یدات پتاسیم، محلول استاندارد A ($1\text{ml} = 0.1\text{ mg S}$)

۰/۲۲۲۵ g پتاسیم یدات (KIO_3) را در ۹۰۰ ml آب حل کنید سپس آن را در یک بالن حجمی یک لیتری به حجم برسانید.

ت-۱-۵-۷ محلول پتاسیم یدات، محلول استاندارد B ($1\text{ml} = 0.02\text{ mg S}$)

۲۰۰ ml محلول پتاسیم یدات (A) را به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل و با آب به حجم برسانید و مخلوط کنید.

یادآوری- مقدار گوگرد به تبدیل کامل گوگرد به گوگرد دی اکسید بستگی دارد. بازیابی گوگرد به صورت دی اکسید ممکن است کمتر از ۱۰۰٪ باشد اما مقدار آن وقتی دما و سرعت جریان اکسیژن ثابت باقی نگهداشته شود، یکسان خواهد بود. فاکتور تجربی این تبدیل باید بوسیله آنالیز نمونه استاندارد تعیین گردد.

ت-۱-۵-۸ محلول نشاسته - یدید

یک گرم نشاسته آزمایشگاهی را به یک بشر کوچک منتقل و ۲ ml آب اضافه کنید و هم بزنید تا یک خمیر یکنواخت بدست آید. مخلوط را به ۵۰ ml آب جوش اضافه و سپس خنک کنید. ۱/۵ g پتاسیم یدید (KI) به آن اضافه کنید و هم بزنید تا حل شود سپس آن را تا ۱۰۰ ml رقیق کنید.

ت-۱-۵-۹ تسریع کننده قلع (کم گوگرد) - گرانول

ت-۱-۶ استانداردها

نمونه های استاندارد با مقدار معلوم گوگرد

ت-۱-۷ تهیه نمونه

ت-۱-۷-۱ یک پانل آزمون از فولاد نورد سرد با طول ۱۵۰ mm با پهنای ۱۰۰ mm و ضخامت ۱ mm یا هر اندازه مناسب دیگر تهیه کنید. آن را تمیز، در اسید غوطه ور و تا ضخامت تقریبی ۷/۵ mm پوشش پایه نیکل

آبکاری کنید و به سرعت آن را بشویید. نیکل براق یا فولاد زنگ نزن پرداخت شده می تواند به جای فولاد که با نیکل آبکاری شده باشد، استفاده شود.

ت-۱-۷-۲ پانل آزمون را به صورت آندی پسیو^۱ (غیر فعال) کنید این کار را در پتانسیل ۳ V برای مدت ۵S تا ۱۰S در چربی گیر قلیایی داغ (دمای ۷۰°C تا ۸۰°C) محتوی سدیم هیدروکسید (NaOH) با غلظت ۳۰ g/l و تری سدیم فسفات (Na₃PO₄) با غلظت ۳۰ g/l یا ۶۰ g/l یا هر محلول چربی گیر قلیایی آندی مناسب دیگر انجام دهید.

ت-۱-۷-۳ پانل آزمون پسیو را با نیکل به ضخامت ۲۵ μm تا ۳۷ μm با استفاده از محلول مشابه که برای پوشش قطعات نمونه استفاده می شود، پوشش دهید.

ت-۱-۷-۴ لبه پانل آبکاری شده را با دست یا هر روش مناسب دیگر حذف کنید تا بتوان فویل آزمون را جدا کرد.

ت-۱-۷-۵ فویل نیکل را پس از جدا شدن از پانل با آب شستشو دهید تا نمک ها حذف شوند و بعد با کاغذ خشک کنید. آن را با قیچی به قطعات ۲ mm تا ۳ mm برش بزنید و به بشر ۱۰۰ میلی لیتری منتقل نمایید. بشر را با آب پر و گرم کنید تا بجوشد. آب را بیرون بریزید. قطعات را با متانول شستشو دهید و با هوا یا کاغذ صافی خشک کنید.

ت-۱-۸ توزین نمونه های آزمون و استاندارد

مقدار نمونه ها را به شرح زیر انتخاب و با تقریب ۰/۱ mg توزین کنید.

وزن نمونه	مقدار گوگرد مورد انتظار
<u>گرم</u>	<u>درصدجرمی</u>
۱/۰± ۰/۰۲	۰/۱۰ تا ۰/۰۰۵
۰/۲± ۰/۰۲	۰/۵۰ تا ۰/۱۰

ت-۱-۹ تهیه نمونه استاندارد

دو استاندارد که مقدار گوگرد آنها نزدیک به کمترین و بیشترین مقدار گوگرد در محدوده گوگرد مورد انتظار است (بند ت-۱-۸) و یک استاندارد نزدیک به مقدار میانگین گوگرد در همان محدوده انتخاب کنید. استاندارد با مقدار میانگین گوگرد می تواند از طریق توزین نیمی از استاندارد اول و نیمی از استاندارد دوم شبیه سازی شود سپس به ترتیب زیر عمل کنید.

ت-۱-۱۰ روش کار

ت-۱-۱۰-۱ یک گرم آهن پولکی، ۰/۸ آهن پودری و ۰/۹ قلع به بوتله اضافه کنید. نمونه توزین شده را به آن بیافزاید و در آن رابندید.

^۱ - passive

ت-۱-۱۰-۲ کوره القایی را روشن کنید اجازه دهید سیستم گرم شود. در حالی که اکسیژن درون ظرف جاذب جریان دارد آن را تا نقطه ای که از قبل تعیین شده است از HCl (ت-۱-۵-۳) پر کنید. ۲ میلی لیتر محلول نشاسته- یدید به ظرف اضافه کنید. سرعت جریان اکسیژن را بین ۱/۰ l/min تا ۱/۵ l/min تنظیم نمایید محلول KIO₃ را تا ایجاد رنگ آبی کم رنگ (نقطه پایان) اضافه کنید. ظرف جاذب و بورت را برای انجام آزمون به ترتیب فوق دوباره پر کنید.

یادآوری - ظرف تیتراسیون را همیشه تا نقطه مشابهی پر کنید.

یادآوری- سرعت جریان اکسیژن ممکن است براساس الزامات دستگاه یا تشخیص کاربر تنظیم شود. در هر حال سرعت جریان اکسیژن باید برای نمونه آزمون و نمونه استاندارد یکسان باشد.

ت-۱-۱۰-۳ پس از اینکه سیستم به مدت حداقل ۴۵s در دمای آزمون قرار داشت بوته در بسته و حاوی نمونه و واکنشگرها را در حالیکه سرعت جریان اکسیژن تنظیم شده است، در کوره قرار دهید. در کوره را ببندید و سیستم را روشن کنید. اجازه دهید تا نمونه به مدت ۸ تا ۱۰ دقیقه بسوزد. بطور مداوم تیتراسیون با محلول KIO₃ را با سرعتی که لازم است انجام دهید تا شدت اولیه رنگ آبی تا حد ممکن باقی بماند. هنگامی که رنگ آبی اولیه به مدت یک دقیقه ثابت بماند تیتراسیون را خاتمه دهید. حجم آخر بورت را ثبت کنید و محلول ظرف تیتراسیون را دور بریزید.

ت-۱-۱۰-۴ تیتراسیون شاهد

مقدار مشابه از تسریع کننده ها که برای آزمون نمونه استفاده شده است را به عنوان شاهد در نظر بگیرید و آزمون را مطابق بند ت-۱-۱۰-۳ عمل کنید.

ت-۱-۱۱ محاسبات

الف- فاکتور گوگرد برای پتاسیم یدات را از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$F (\text{ گرم در واحد حجم}) = \frac{A \times B}{(C - D)100}$$

A = مقدار نمونه استاندارد بر حسب گرم

B = درصد گوگرد در نمونه استاندارد

C = برای تیتراسیون نمونه استاندارد بر حسب میلی لیتر KIO₃ حجم محلول

D = برای تیتراسیون نمونه شاهد بر حسب میلی لیتر KIO₃ حجم محلول

یادآوری - از مقدار F برای نمونه استاندارد، مقدار میانگین فاکتور گوگرد F را بدست آورید.

ب- محاسبه درصد گوگرد در نمونه آزمون

$$\text{مقدار گوگرد در نمونه (درصد جرمی)} = \frac{(E - D)F}{G} \times 100$$

E = مورد نیاز برای تیتراسیون آزمون بر حسب میلی لیتر KIO₃ حجم محلول

D = مورد نیاز برای تیتراسیون آزمون شاهد بر حسب میلی لیتر KIO_3 حجم محلول
 F = برای استانداردها بر حسب گرم بر میلی لیتر KIO_3 فاکتور گوگرد میانگین
 G = جرم نمونه بر حسب گرم

ت-۲ اندازه گیری گوگرد در آبکاری الکتریکی نیکل به روش تولید هیدروژن سولفید

ت-۲-۱ این روش برای تعیین گوگرد سولفیدی در نیکل آبکاری شده در محدوده غلظتی 0.05% تا 0.2% (کسر جرمی) کاربرد دارد.

ت-۲-۲ اساس روش

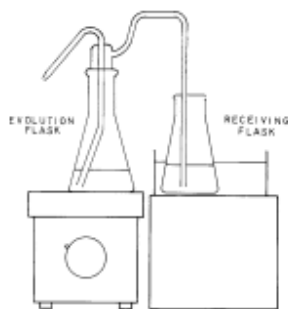
نمونه در هیدروکلریک اسید در حضور مقدار کمی پلاتین برای تسریع در عمل انحلال، حل می شود و تولید گاز هیدروژن سولفید (H_2S) می کند. گاز تولید شده در ظرف جمع کننده به صورت روی سولفید رسوب می کند سپس با محلول استاندارد پتاسیم یدات تیتراسیون می شود. در این روش پتاسیم یدات به عنوان استاندارد اولیه استفاده می شود.

ت-۲-۳ وسایل

ت-۲-۳-۱ دستگاه مورد استفاده در شکل ت.۲ نشان داده شده است. در سیستم فوق از ارلن 50 ml با اندازه دهانه خارجی به شماره $19/38$ ، ظرف شستشو با اندازه دهانه داخلی به شماره $19/38$ استفاده شده است. قطر لوله خروجی برای هدایت گاز به ظرف جمع کننده 6 ml می باشد.

ت-۲-۳-۲ سیلندر گاز نیتروژن همراه شیر و رگلاتور فشار

ت-۲-۳-۳ بورت 10 ml



شکل ت-۲ - دستگاه اندازه گیری گوگرد در آبکاری فویل نیکل به روش تولید هیدروژن سولفید

ت-۲-۴ مواد و /یا واکنشگرها

ت-۲-۴-۱ خلوص واکنشگرها

واکنشگرهای مورد استفاده، به غیر از مواردی که خلوص مشخص شده، باید دارای خلوص آزمایشگاهی باشند.

ت-۲-۴-۲ خلوص آب

آب باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ باشد.

ت-۲-۴-۳ محلول روی سولفات آمونیاکی

۵۰ گرم روی سولفات ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) را در ۲۵۰ ml آب حل کنید. ۲۵۰ ml آمونیوم هیدروکسید ($NH_4OH, \rho=0.9$) اضافه کنید و هم بزنید و به مدت ۲۴ h نگهدارید. سپس آن را در یک بطری پلی اتیلنی صاف کنید.

ت-۲-۴-۴ محلول هگزا کلرو پلاتینیک اسید (۱۰ g/l)

۰/۵ g هگزا کلرو پلاتینیک اسید ($H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$) را در ۴۰ ml آب و ۵ ml هیدروکلریک اسید ($HCl, \rho=1.19$) حل و تا حجم ۵۰ ml رقیق کنید.

ت-۲-۴-۵ محلول پلاتین کلرید - هیدرو کلریک اسید

۵۰۰ ml محلول رقیق (۱:۱) هیدروکلریک اسید ($HCl, \rho=1.19$) تهیه کنید و به آن ۲/۵ ml محلول هگزا کلرو پلاتینیک اسید اضافه کنید و هم بزنید.

ت-۲-۴-۶ محلول استاندارد پتاسیم یدات (۰/۱N)

۳/۵۷۰ g بلور پتاسیم یدات (KIO_3) را که به مدت یک ساعت در $180^\circ C$ خشک و سپس سرد شده است، توزین و در ۲۰۰ ml آب حل کنید محلول حاصل را به یک بالن حجمی یک لیتری منتقل کنید و به حجم برسانید و خوب هم بزنید.

ت-۲-۴-۷ محلول استاندارد پتاسیم یدات (۰/۰۰۵N)

۲۵ ml محلول پتاسیم یدات ۰/۱ N را به یک بالن ۵۰۰ ml منتقل کنید و به حجم برسانید و خوب هم بزنید.

ت-۲-۴-۸ محلول نشاسته (۱۰ g/l) - محلول پتاسیم یدید (۵۰ g/l)

۵ml آب را به یک گرم نشاسته قابل حل اضافه کنید و هم بزنید تا یک خمیر یکنواخت بدست آید سپس آن را به ۱۰۰ ml آب جوش اضافه کنید. پس از اینکه محلول خنک شد ۵ g پتاسیم یدید (KI) اضافه کنید و هم بزنید تا پتاسیم یدید کاملاً حل شود.

ت-۲-۵ تهیه محلول نمونه

محلول نمونه را به روش ارایه شده در بند ت-۱-۷ تهیه کنید.

ت-۲-۶ توزین نمونه

مقدار نمونه را به شرح زیر انتخاب و با تقریب ۰.۱ mg توزین کنید.

وزن نمونه

مقدار گوگرد مورد انتظار

گرم

درصدجرمی

$1/0 \pm 0/02$

۰/۰۰۵ تا ۰/۰۷

$0/4 \pm 0/02$

۰/۰۵ تا ۲

ت-۲-۷ روش آزمون

ت-۲-۷-۱ نمونه را با دقت ۰/۱ mg توزین و به ظرف تولید گاز ۵۰ میلی لیتری منتقل کنید.
ت-۲-۷-۲ ۲۰ ml آب و ۳ ml محلول روی سولفات آمونیاکی به ظرف جمع کننده گاز اضافه کنید.
ت-۲-۷-۳ هیتر را تنظیم کنید تا دمای ۲۵ ml آب در ظرف تولید گاز در 80°C باقی بماند.
ت-۲-۷-۴ محلول هیدروکلریک اسید-هگزاکلروپلاتینیک اسید به نمونه اضافه کنید. سیستم را مانند شکل ت-۱ به هم وصل کنید و اجازه دهید جریان نیتروژن به آرامی بدرون سیستم دمیده شود.
یادآوری- سرعت جریان نیتروژن به مقدار $20\text{ cm}^3/\text{min}$ مناسب است. اگر نمونه به سرعت حل می شود، هنگام آزاد شدن هیدروژن میزان جریان را باید کم کرد.

ت-۲-۷-۵ گرم کردن و دمیدن گاز نیتروژن را تا ۵ دقیقه بعد از حل شدن کامل نمونه ادامه دهید(به یادآوری بند ت-۲-۷-۴ توجه کنید). لوله انتقال گاز را از سر ظرف تولید گاز جدا کنید و ظرف جمع کننده را همراه با لوله جابجا کنید.

یادآوری- اگر دمای هیتر و میزان جریان نیتروژن درست تنظیم شده باشد، هنگام حل شدن نمونه، محلول در ظرف جمع کننده گاز قلیایی باقی خواهد ماند. اگر لازم شد، محلول روی سولفات آمونیاکی اضافه کنید. اگر محلول اسیدی شد (pH آن کمتر از ۷ شد) نمونه را باید دور ریخت.

ت-۲-۷-۶ به ظرف جمع کننده گاز یک میلی لیتر محلول نشاسته- یدید، ۵ میلی لیتر HCl (۱+۱) اضافه و مخلوط کنید و فوراً با محلول استاندارد پتاسیم یدات از یک بورت ۱۰ میلی لیتر تا ایجاد رنگ آبی تیترا کنید. درون لوله انتقال گاز و اجزاء آن را با محلول روی سولفات شستشو داده و به ظرف جمع کننده اضافه کنید. دیواره ظرف جمع کننده گاز را نیز با مقداری از محلول فوق بدرون ظرف شستشو دهید. تیتراسیون را تا رنگ آبی پایدار ادامه دهید.

ت-۲-۷-۷ تیتراسیون شاهد را تا همان رنگ نشاسته- یدید بر روی مخلوطی از ۲۰ ml آب، ۳ ml محلول روی سولفات آمونیاکی، یک میلی لیتر محلول نشاسته- یدید و ۵ ml هیدروکلریک اسید رقیق (یک حجم HCl, $\rho=1.19$ و یک حجم آب) در ازلن ۵۰ ml انجام دهید.

ت-۲-۷-۸ محاسبه

درصد جرمی گوگرد سولفید را از رابطه زیر بدست آورید.

$$\text{گوگرد سولفید ، (درصد جرمی)} = \frac{(A - B) \times 0.005 \times 0.016}{W} \times 100$$

A = حجم محلول KIO_3 (N ۰/۰۰۵) استفاده شده برای تیتراسیون نمونه برحسب میلی لیتر

B = حجم محلول KIO_3 (N ۰/۰۰۵) استفاده شده برای تیتراسیون شاهد برحسب میلی لیتر

W = جرم نمونه برحسب گرم

پیوست ث
(اطلاعاتی)
روش آزمون STEP

ث-۱ کلیات

در صورت درخواست مشتری برای انجام آزمون STEP (مطابق بند ۴-۲-۱) یکی از روش های ارائه شده در مراجع [۱۰] و [۱۸] در کتابنامه را استفاده کنید.

ث-۲ روش های آزمون

ث-۲-۱ اختلاف پتانسیل در پوشش چندلایه

در پوشش های نیکل سه لایه، اختلاف پتانسیل STEP بین لایه نیکل بسیار فعال (لایه میانی) و لایه نیکل براق (لایه رویی) در محدود 15 mV تا 35 mV است و لایه میانی همیشه بسیار فعال تر (آندی تر) از لایه نیکل براق است.

اختلاف پتانسیل STEP بین لایه نازک نیکل که درست زیر لایه کروم قرار دارد (که بطور مثال برای ایجاد ریز تخلخل یا ریز ترک بکار می رود) و لایه نیکل براق در محدوده 0 mV تا 30 mV است و لایه نیکل براق همیشه فعال تر (آندی تر) از لایه نیکل نازک بکار رفته در زیر کروم می باشد.

مقادیر اختلاف پتانسیل STEP معمولاً به صورت محدوده های مجاز بیان می شود. بطور مثال اختلاف پتانسیل STEP بین لایه نیکل نیمه براق و براق در محدود 15 mV تا 200 mV است و لایه نیکل نیمه براق همیشه نجیب تر (کاتدی تر) از لایه نیکل براق است. آزمون STEP، روش اصلاح شده آزمون ضخامت به روش کولومتری بوسیله انحلال آندی در استاندارد ISO2177 است و تفاوت اساسی در این روش، وجود یک الکتروود مرجع استاندارد در سل کولومتری است. در این روش پوشش نیکل چند لایه به صورت آند در جریان ثابت در یک محلول استاندارد در دمای محیط حل می شود تغییرات پتانسیل نسبت به زمان ثبت می گردد. محلول استاندارد برای نیکل شامل کلرید نیکل (300 g/l , $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), کلرید سدیم (50 g/l , NaCl) و اسید بوریک (25 g/l , H_3BO_3) در $\text{pH} = 3/0$ است. سپس با استفاده از منحنی پتانسیل نسبت به زمان بدست آمده، اختلاف پتانسیل بین لایه های مختلف نیکل، ضخامت هر لایه و ضخامت کل پوشش تعیین می شود (در کتابنامه به مرجع ۱۰ مراجعه کنید).

ث-۲-۲ تعیین پتانسیل لایه های مختلف پوشش

همچنین این آزمون، روش اصلاح شده اندازه گیری ضخامت به روش کولومتری بوسیله انحلال آندی در استاندارد ISO 2177 است و تفاوت اساسی در این روش وجود یک الکتروود مرجع استاندارد در سل کولومتری و اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین لایه های مختلف نیکل در پوشش های نیکل چند لایه می باشد. بر اساس این روش، اختلاف پتانسیل STEP برای پوشش های دو لایه نیکل بین 80 mV و 150 mV است و لایه نیکل نیمه براق نجیب تر از لایه نیکل براق است و برای لایه نیکل براق اختلاف پتانسیل بین 20 mV و 60 mV است

و نیکل براق نسبت به لایه نیکل که بطور مثال قبل از پوشش کروم ریز تخلخل وجود دارد، کمتر نجیب می باشد.

تغییرات در پتانسیل های بین لایه های مختلف بوسیله انحلال آندی در محلول مشابه بند ت. ۱.۲. بطور مثال، کلرید نیکل ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ۳۰۰ g/l)، کلرید سدیم (NaCl , ۵۰ g/l) و اسید بوریک (H_3BO_3 , ۲۵ g/l) در $\text{pH} = 3/0$ و در دمای محیط، ثبت می شود. منحنی تغییرات پتانسیل تحلیل می شود. در بسیاری از دستگاه های تجاری موجود، ضخامت ها به صورت خودکار از روی زمان انحلال و اختلاف پتانسیل های اندازه گیری شده به عنوان تابعی از ضخامت لایه ها (بر حسب میکرومتر) محاسبه می گردد. (به مرجع [۱۸] در کتابنامه مراجعه کنید) .

کتابنامه

- [1] ISO 2859 (all parts), *Sampling procedures for inspection by attributes*
- [2] ISO 4525, *Metallic coatings — Electroplated coatings of nickel plus chromium on plastics materials*
- [3] ISO 4526, *Metallic coatings — Electroplated coatings of nickel for engineering purposes*
- [4] ISO 6158, *Metallic coatings — Electroplated coatings of chromium for engineering purposes*
- [5] ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmosphere — Salt spray tests*
- [6] ISO 27830, *Metallic and other inorganic coatings — Guidelines for specifying metallic and inorganic coatings*
- [7] ISO 27831-1, *Metallic and other inorganic coatings — Cleaning and preparation of metal surfaces — Part 1: Ferrous metals and alloys*
- [8] ASTM B117, *Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*
- [9] ASTM B368, *Standard Method for Copper-Accelerated Acetic Acid-Salt Spray (Fog) Testing (CASS Test)*
- [10] ASTM B764, *Standard Test Method for Simultaneous Thickness and Electrochemical Potential Determination of Individual Layers in Multi-layer Nickel Deposit (STEP Test)*, Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA
- [11] ASTM E527, *Standard Practice for Numbering Metals and Alloys in the Unified Numbering System (UNS)*
- [12] RAY, G.P. *Thickness testing of electroplated and related coatings*, 2nd Ed., 1993, Electrochemical Publications Ltd, Isle of Man, British Isles, ISBN 0 901150 27 4
- [13] HARBULAK, E.H. Simultaneous Thickness and Electrochemical Potential Determination of Individual Layers in Multilayer Nickel Coatings, *Plating & Surface Finishing*, **67**, p. 49, 1980
- [14] DiBARI, G.A. Con. Proc. SUR/FIN 1998 — Minneapolis, Ed. version, *Plating & Surface Finishing*, 12 Oct. 1998
- [15] DiBARI, G.A. and CARLIN, F.X. Decorative Nickel Chromium Electrodeposits on Steel — 15 Years of Corrosion Performance Data, *Plating & Surface Finishing*, **72 (5)**, p. 1, 1985
- [16] DiBARI, G.A. *Marine Corrosion Performance of EN Coatings on Steel — Report on ASTM Corrosion Program 14*, Proc. of EN 91, Gardner Publications, Inc., Cincinnati, OH, p. 2-1, 1991
- [17] FUHRMANN, A. and MÖBIUS, A. Porentest — Verbesserte Methode zur Porenzahlbestimmung bei mikroporig verchromten Bauteilen, *Metalloberfläche* **56**, **9**, pp. 68-71, 2002
- [18] DIN 50022, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Schichtpotentialmessung von galvanischen Mehrfach-Nickelschichtsystemen (STEP-Test)*