



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۶۱

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

18361

1st.Edition

2014

جوشکاری مقاومتی - روش انجام جوشکاری
درزی فولادهای کم کربن بدون پوشش و
پوشش دار

Resistance welding — Procedure for seam
welding of uncoated and coated low
carbon steels

ICS: 25.160.10

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 همتاس 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 پیشنهادهای 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 ترواداری 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 سامانه 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

« جوشکاری مقاومتی - روش انجام جوشکاری درزی فولادهای بدون پوشش و کم کربن پوشش دار »

رئیس:

عبدالوهاب ادب آوازه

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک و صنایع)

دبیر:

نظری منش، مسعود

(کارشناس مهندسی مکانیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقاعلی، نیما

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - مهندسی بین

المللی جوش)

جعفری، ابوالفضل

(کارشناس مهندسی مواد)

حسینی، مجید

(لیسانس مهندسی متالورژی)

ضمیران، ماندانا

(کارشناس ارشد مهندسی مواد)

قدسی، مهدی

(کارشناس ارشد هوا فضا)

کریمی پور، نوید

(کارشناس مهندسی مکانیک)

سمت و / یا نمایندگی

رئیس انجمن جوش و آزمون های غیر مخرب ایران

مدیر عامل شرکت همراهان آتیه پاسارگاد

مدیر طراحی سازه سازمان صنایع هوافضا

سرپرست مواد فلزی سازمان صنایع هوافضا

کارشناس دفتر تدوین سازمان ملی استاندارد ایران

کارشناس طراحی و توسعه شرکت سینا مکترونیک

کارشناس ارشد طراحی شرکت شمس امید

مدیر طراحی و توسعه شرکت سینا مکترونیک

سر ممیز و مشاور کیفیت شرکت QCTC

کوشک سرایی اصل، عبدالله
(کارشناس مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران

ملا احمدی، سیمین
(کارشناس مهندسی مکانیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ مواد
۳	۵ طراحی ساخت قطعات
۴	۶ الزامات فرآیند
۶	۷ تجهیزات جوشکاری
۱۰	۸ ارزیابی جوش پذیری
۱۱	۹ ارزیابی جوش - آزمون‌های نوعی
۱۳	۱۰ ارزیابی جوش - آزمون‌های معمول
۱۴	۱۱ الزامات کنترل کیفیت جوش تولیدی معمول
۱۶	۱۲ احیای مجموعه‌های غیر منطبق
۱۷	پیوست الف (اطلاعاتی) تجهیزات جوشکاری
۱۸	پیوست ب (اطلاعاتی) شرایط جوشکاری درزی معمول
۲۵	پیوست پ (اطلاعاتی) فهرست بخشی از انواع فولاد کاربردی در این استاندارد
۲۷	پیوست ت (اطلاعاتی) کتاب نامه

پیش‌گفتار

استاندارد " جوشکاری مقاومتی- روش انجام جوشکاری درزی فولادهای کم‌کربن بدون پوشش و پوشش‌دار " که پیش‌نویس آن توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلز شناسی مورخ ۱۳۹۲/۱۲/۱۰ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همتماسی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هئتماس تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده می‌شود .

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

ISO 16433: 2006, Resistance welding - Procedure for seam welding of uncoated and coated low carbon steels

جوشکاری مقاومتی - روش انجام جوشکاری درزی فولادهای کم کربن بدون پوشش و پوشش دار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات جوشکاری درزی مقاومتی برای ساخت مجموعه‌هایی از فولاد کم کربن بدون پوشش و با پوشش فلزی، شامل دو ورق فلزی می‌باشد. بیشترین ضخامت ورق قطعاتی که جوش داده می‌شود در محدوده‌ی ۰٫۴ mm تا ۳ mm بوده و برای مواد زیر کاربرد دارد:

الف- فولادهای بدون پوشش؛

ب- فولاد با پوشش روی غوطه وری داغ یا آلیاژ روی-آهن (گالوانیزه شده)؛

پ- فولاد با پوشش روی الکترولیتی، آهن-روی یا نیکل-روی؛

ت- فولاد با پوشش آلومنیوم؛

ث- فولاد با پوشش آلومنیوم-روی.

این استاندارد برای فولادهای با پوشش آلی یا پوشش آستری^۱ کاربرد ندارد. راهنمایی‌ها برای طراحی تجهیزات جوشکاری درزی مناسب و شرایط جوشکاری در پیوست الف و ب آورده شده است. این موارد فقط برای راهنمایی هستند و ممکن است برای مناسب بودن با شرایط سرویس مشخص ساخت، شرایط تولید متداول، نوع تجهیزات جوشکاری، مشخصات مکانیکی و الکتریکی دستگاه جوشکاری، تنظیمات الکتروود و مواد، نیاز به انطباق داشته باشند. در صورتی که برای کاربرد یا روش انجام کار، مشخصات روش انجام جوشکاری^۲ مربوطه وجود داشته باشد، این الزامات باید از آن اخذ شود.

۲ مراجع الزامی

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

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحی‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است.

- ۱-۲ استاندارد ملی شماره ۱۲۸۲۲ سال ۱۳۸۸: جوشکاری مقاومت - مواد برای الکتروودها و تجهیزات جانبی
- 2-2 ISO 669, Resistance welding — Resistance welding equipment — Mechanical and electrical requirements
- 2-3 ISO 10447, Welding — Peel and chisel testing of resistance spot, projection and seam welds
- 2-4 ISO 14270, Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance spot, seam and embossed projection welds

1 - Primer

2 - Welding procedure specification (WPS)

2-5 ISO 14327, Resistance welding — Procedures for determining the weld ability lobe for resistance spot, projection and seam welding

2-6 ISO 14329, Resistance welding — Destructive tests of welds — Failure types and geometric measurements for resistance spot, seam and projection welds

2-7 ISO 15609-5, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 5: Resistance welding

2-8 ISO 15614-12, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 12: Spot, seam and projection welding

2-9 ISO 17654, Destructive tests on welds in metallic materials — Resistant welding — Pressure test on resistance seam welds

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ذکر شده در استانداردهای ISO 669 و ISO 14329 ، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز بکار می‌رود:

۱-۳

جوش کاری درزی جریان پیوسته

استفاده از جریان پیوسته موجی شکل برای ایجاد یک جوش یادآوری - یک دکمه جوش^۱ پیوسته در سراسر درز جوش شکل داده می‌شود.

۲-۳

جوشکاری درزی جریان منقطع

استفاده از یک برنامه جریان شامل دو پالس جریان یا بیشتر (معمولا به‌عنوان زمان روشن شناخته می‌شود) که به‌وسیله زمان خنکی از پیش تنظیم شده جدا شده (معمولا به‌عنوان زمان خاموشی شناخته می‌شود) یادآوری - یک دکمه جوش در حین هر پالس تولید می‌شود.

۳-۳

عرض تماس

عرض سطح الکتروود که با قطعه کار در تماس است یادآوری - گاهی اوقات عرض سطح الکتروود نیز نامیده می‌شود.

۴ مواد

۱-۴ شکل

فولاد باید محصول نورد تخت به‌صورت کلاف یا طولی بریده^۲ شود و عاری از همه عیوب مضر باشد.

1 - Weld nugget

2- Cut to length

۲-۴ گروه‌های فولاد

فهرست بخشی از گروه‌های فولاد، که این استاندارد برای آن‌ها قابل کاربرد است در پیوست پ ارائه شده است.

۳-۴ شرایط سطح

قبل از جوشکاری، تمام سطوح قطعاتی که جوشکاری درزی می‌شوند باید عاری از آلودگی‌هایی مانند گریس، پوسته، محصولات خوردگی، رنگ، کثیفی یا خوردگی حفره‌ای بیش از حد باشند. این شرایط باید تا کامل شدن فرآیند جوشکاری حفظ شود. فولاد گرم نورد شده بدون پوشش باید در شرایط اسید شویی باشد. اثبات شده است جوش‌های ثابت مطابق با این استاندارد با عملیات سطحی معینی همانند اعمال کردن رنگ آستری، ضد زنگ‌ها و روغن‌ها، که ممکن است قبل از جوشکاری اعمال شوند تا ضخامت یکنواختی از پوشش را تامین کنند، قابل دستیابی است. استفاده زیاد از پیش عملیات‌ها ممکن است تاثیر منفی روی عمر الکترودها بگذارد و بنابراین باید خودداری شود. فولادهای پوشش‌دار می‌تواند با عملیات غیر فعال سازی فسفات‌ها یا کرومات‌ها کردن تامین شود. فولادهای فسفات‌نورد شده ممکن است در کاربردهای معینی استفاده شوند. این مواد می‌توانند جوشکاری درزی مقاومتی شوند، هرچند پارامترهای جوشکاری مشخص شده در پیوست ب ممکن است نیاز به تنظیم مناسب داشته باشند. معمولاً فقط پیش عملیات فسفات‌نازک فولاد، قبل از جوشکاری درزی قابل قبول است.

۵ طراحی و ساخت قطعات

۱-۵ طراحی قطعات

قطعات باید بگونه‌ای طراحی و ساخته شوند تا عرض فلانج مناسب را فراهم کنند و عاری از تغییر شکل‌های فیزیکی مضر بالقوه و تنش‌های داخلی شوند که بتوانند منطبق با درز جوش باشند. عرض فلانج هم‌چنین باید دستیابی مناسب برای الکترودها و هر ابزار ضروری را فراهم کند. باید پیش بینی لازم برای درجه مکانیزه^۱ به منظور راهنمایی قطعات در طول مسیر/قسمت جوش در حین فرآیند جوشکاری، در نظر گرفته شود. فرآیند باید برای حصول اطمینان از انطباق با این استاندارد دارای قابلیت به منظور بررسی و بازرنگری طراحی از روی نتایج آزمون باشد.

طراحی مجموعه‌ای که جوشکاری درزی می‌شود باید الزامات مشخص شده در بند ۶ را در شامل شود، و متغیرهای فرآیند مناسب کاربرد باشند. شکل هر دو مولفه باید به گونه‌ای باشد که تماس مناسب در طول کل مسیر جوش وجود داشته باشد.

اندازه جوش (عرض درز) و فاصله (فاصله لبه) از مرکز جوش تا نزدیک لبه قطعات، باید مطابق الزامات فرآیند ارائه شده در بند ۶ باشد.

یادآوری - کاهش فاصله لبه کمتر از مقادیر توصیه شده می‌تواند روی کیفیت جوش تاثیر بگذارد و رواداری‌های عملکردی را کاهش دهد. در این مورد، ممکن است نیاز باشد اندازه اسمی جوش زیر مقدار آورده شده در ۹-۲-۱ باشد و اجازه ساخت استحکام پایین‌تر جوش در طراحی لحاظ شود.

تماس بین دو جوش درزی موازی، به‌طور مثال، فاصله مرکز تا مرکز درزهای جوش نباید کمتر از ضخامت صفحه (t) $\times 16$ باشد و ترجیحا بزرگتر باشد. زمانی که ورق‌های جوشکاری درزی تا و شامل $t = 1.5 \text{ mm}$ باشد، تماس جوش داخلی باید تقریبا تا $W_e \times 3$ باشد (W_e عرض تماس است). برای پایدار کردن هرگونه اثر برق دزدی، این مسیر باید داخل $\pm 10\%$ طول کل اتصال باشد.

در مواردی که تماس‌های جوش کوچکتری لازم است، جریان جوش در جوش‌های درزی بعدی باید افزایش یابد تا اثر برق دزدی^۱ را جبران کند.

۲-۵ ساخت قطعات

قطعاتی که می‌خواهند جوش داده شوند باید عاری از اعوجاج، پلیسه، چروک، تنش‌های داخلی و دیگر عیوب باشند، زیرا ممکن است در تماس فیزیکی و الکتریکی مناسب در الکتروود یا فصل مشترک قطعات در حین فرآیند جوشکاری اختلال ایجاد کنند.

۶ الزامات فرآیند

۱-۶ جوشکاری درزی با چرخ‌های پهن

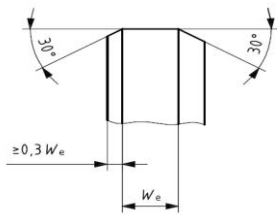
اگر W_e عرض تماس چرخ-الکتروود باشد (به شکل ۱ مراجعه کنید)، مرکز تماس چرخ-الکتروود نباید در کمتر از $1.25 W_e$ نزدیکترین لبه قطعات قرار داده شود.

۲-۶ جوشکاری درزی با چرخ‌های نازک

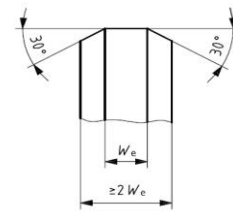
مرکز تماس چرخ-الکتروود باید به گونه‌ای قرار داده شود که فاصله بین مرکز جوش و نزدیکترین لبه قطعه جوش داده شده کمتر از $5\sqrt{t}$ نباشد، ضخامت صفحه (t) بر حسب میلیمتر.

نیروی الکتروود باید همیشه بگونه‌ای عمود به سطح قطعه با دو چرخ در حال حرکت روی محورهای موازی، اعمال شود.

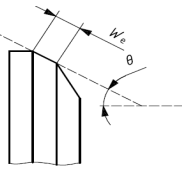
یادآوری - در صورت لزوم ممکن است زاویه دهی چرخ‌ها به داخل اعمال شود.



ب- الکتروود با سطح تماس خارج از مرکز



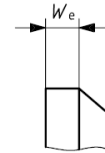
الف- الکتروود با سطح تماس در مرکز



ث- سطح تماس زاویه دار خارج از مرکز



ت- شعاعی



پ- یک طرف پخ

شکل ۱ - شکل‌های الکتروود معمول

۳-۶ جوشکاری درزی خمیری^۱

بسته به کاربرد و ضخامت لازم در اتصال، عرض انتخابی پوسته هم‌پوشانی باید بین t و $3t$ و ورق جوش داده شده باشد و این امر باید در طول کل اتصال درون $\pm 10\%$ یا $\pm 0.5 \text{ mm}$ هر کدام که بزرگتر است باشد. هم‌پوشانی‌های بزرگ ممکن است باعث درهم آمیختگی نسبی^۲ شود.

۴-۶ جوشکاری درزی سیمی^۳

طرح سیم^۴ و الکتروودها باید همانی باشد که توسط تامین کننده دستگاه برای کاربرد، مشخص شده است.

۵-۶ جوشکاری درزی الکتروود سیمی

بسته به کاربرد، فاصله لبه یا هم‌پوشانی باید مطابق مشخصات ارائه شده به وسیله عرضه کننده دستگاه باشد.

۶-۶ جوشکاری درزی ورق نازک^۵

شرایط لبه و ورق نازک استفاده شده باید همانی باشد که توسط تامین کننده دستگاه برای کاربرد، مشخص شده است.

- 1 - Mash seam welding
- 2 - Partial mash
- 3 - Wire seam welding
- 4 - The contour of the wire
- 5 - Foil seam welding

۷ تجهیزات جوشکاری

۱-۷ دستگاه جوشکاری

زمانی که جزئیات فرآیند برای یک کاربرد، مشخص شود، باید نوع دستگاه (برای مثال، قابل حمل^۱، دستی/مکانیزه، پایه ستونی، مکانیزه)، منبع تغذیه آن (به طور مثال، dc، ac استاندارد یا فرکانس بالا) و الزامات خنک کردن گفته شود و باید یک دستگاه/کنترل‌ها/تجهیزات کمکی/تجهیزاتی که برای این کاربرد استفاده می‌شود، شناسایی شود. توصیه می‌شود که در صورت امکان، از عبور جریان ثانویه از یاتاقان‌های نگهدارنده چرخ‌های الکتروود جلوگیری شود و انتقال نیروی الکتروود در دستگاه مشخص شده انجام شود. سریال دستگاه/کنترل‌ها یا شماره ماشین آلات، شماتیک الکتروود/تجهیزات، همچنین تنظیمات و الزامات خدمات باید در مشخصات رویه انجام جوشکاری (WPS) ثبت شود (به استاندارد ISO 15609-5 مراجعه کنید).

۲-۷ الکتروودها (چرخ‌ها، سنبه‌ها^۲، بالشتک^۳، تسمه‌های پشت‌بند^۴)

الکتروودهای جوشکاری درزی ممکن است با استفاده از سامانه‌های مختلف هدایت شوند. رایج‌ترین سامانه‌ها در استاندارد ISO 669 توضیح داده شده‌اند.

۱-۲-۷ مواد الکتروود

چرخ‌های الکتروود، سنبه‌ها و تسمه‌های پشت‌بند باید از آلیاژهای مس مناسب با هدایت گرمایی و الکتریکی بالا ساخته شوند، و با سامانه خنک کننده مناسب همراه شوند و باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۲۲ منطبق باشند.

۲-۲-۷ ابعاد الکتروود

الکتروودهای جوشکاری باید به منظور حمل جریان جوشکاری و تحمل نیروی الکتروود بدون گرم شدن بیش از حد، تغییر شکل یا انحراف بیش از اندازه تحت شرایط تولید مشخص، دارای مساحت سطح مقطع و استحکام کافی باشند.

۱-۲-۲-۷ درز جوش با چرخ‌های پهن

نمونه هندسه تماس چرخ به شکلی است که در شکل ۱ نشان داده شده است. جایی که دو چرخ استفاده می‌شود، تماس چرخ، W_e ، هر دو سمت یا سمت عرض تماس کوچکش باید تقریباً طبق فرمول زیر باشد:

$$W_e = 5 \sqrt{t} \quad (1)$$

که

W_e عرض تماس که بر حسب میلی‌متر بیان می‌شود

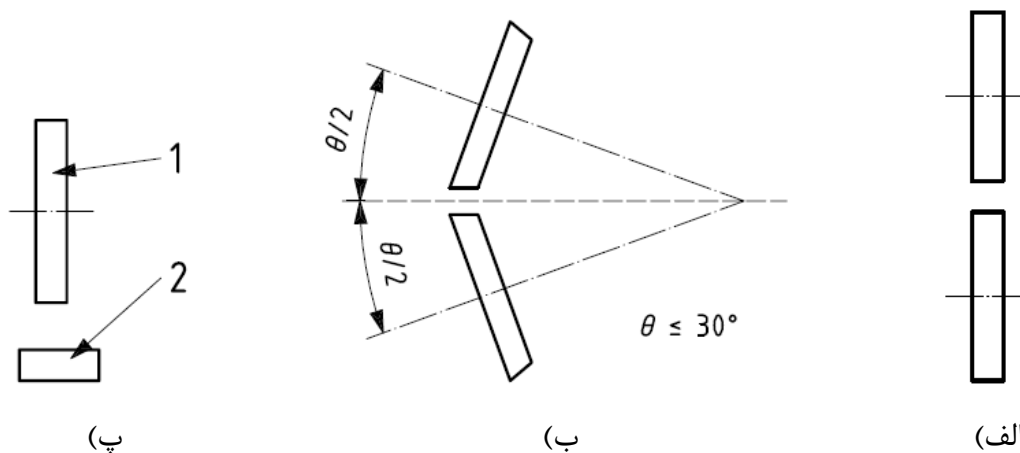
- 1 - Portable
- 2 - Mandrels
- 3 - Pads
- 4 - Backing bars

t ضخامت ورق در تماس با چرخ، که بر حسب میلیمتر بیان می‌شود.

اگر یک چرخ به همراه سنبه، پشت‌بند یا تسمه‌های پشت‌بند استفاده شود، عرض تماس چرخ باید تقریباً با فرمول ۱ همخوانی داشته باشد.

ضخامت چرخ نباید کمتر از دو برابر عرض تماس باشد، به‌طور مثال $2W_e <$ (به شکل ۱- الف مراجعه کنید).

در کل، باید تماس چرخ‌های الکتروود نسبت به نیروی الکتروود منتقل شده به قطعات درحین جوشکاری عمود باشد ولی جایی که دسترسی محدود باشد (به شکل ۲ مراجعه کنید) با فرض تامین استحکام جوش مشخص شده ممکن است چرخ‌های الکتروود مایل بکارگرفته شود. مگر در موارد منع به‌وسیله شکل قطعه، هر دو شفت محرک باید شیب یکسانی نسبت به سطح جوش داشته باشند و اگر سایش الکتروود به عنوان نتیجه انحراف چرخ بخواهد به حداقل برسد، شیب کلی نباید از 30° بیشتر شود (به شکل ۲ مراجعه کنید). مجموعه جوشکاری شده باید مطابق نقشه‌های مربوطه باشد مگر غیر از این مشخص شده باشد که در این حالت باید یک فاصله جدایش ورقی لحاظ شده، الزامات آزمون بند ۹-۲ را برآورده سازد.



راهنما:

1 چرخ

2 سنبه/الکتروود پشت‌بند

شکل ۲ - پیکره‌بندی الکتروود-چرخ

در مواردی که به‌واسطه شکل قطعاتی که جوش داده می‌شوند یک تماس غیر هم راستا ضروری شده است، انحراف عرض تماس نباید عرض پخ را به زیر $0.3 W_e$ کاهش دهد (به شکل ۱-ب مراجعه کنید). زاویه پخ‌ها همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است باید 30° باشد، مگر اینکه هندسه قطعات، برای ارائه دسترسی جوشکاری، نیازمند زاویه بزرگتری از 30° باشد. این الزامات به نوار یا الکتروود سنبه در جایی که استفاده می‌شوند اعمال نمی‌شود.

در مواردی که تمیز کاری پیوسته الکتروود فراهم نشده است، نباید اجازه داده شود که در حین عملکرد، عرض تماس چرخ الکتروود عریض‌تر از $1.4 W_e$ شود. زمانی که این حد بدست آمد، چرخ باید جایگزین شود یا دوباره تمیز کاری شود تا به شرایط سطح و شکل اولیه‌اش بازگردد.

عرض تماس افزایش یافته تنها در صورتی مجاز است که کیفیت جوش هم‌چنان با الزامات مشخص شده در این استاندارد مطابقت کند

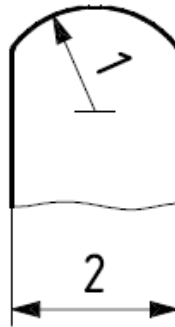
در مواردی که الکتروودهای نوع نواری یا سنبه به‌عنوان پشت‌بند استفاده می‌شوند، سطح در تماس با سطح قطعات باید تمیز نگهداری شود، عاری از زنگ، شیارها، نخاله‌های شل یا آلاینده‌های دیگر که ممکن است به فرآیند آسیب برساند. شکل و فرم سطح در تماس با قطعات باید حفظ شوند تا منطبق با آن قطعات باشند.

وقتی دو ورق با ضخامت غیر یکسان جوش داده می‌شوند، اندازه جوش، عرض تماس الکتروود و تنظیمات دستگاه باید به‌نحوی مشخص شود تا مناسب ورق نازک‌تر باشد.

اگر عرض جوش مشخص شده کوچکتر یا بزرگتر از مقدار داده شده در فرمول ۱ باشد، عرض تماس الکتروود باید برای مطابقت مشخص شود.

۲-۲-۲-۷ درز جوش با چرخ‌های نازک

هندسه تماس چرخ باید به شکل و ابعاد نشان داده شده در شکل ۳ باشد. هنگام استفاده از چرخ‌های الکتروود گنبدی یا شعاعی، فرمول تعیین عرض تماس الکتروود نمی‌تواند مستقیماً اعمال شود و ابعاد چرخ-الکتروود بستگی به دسترسی و عرض فلانچ دارد. در این مورد شرایط جوشکاری باید برای تولید یک عرض درز جوش، به نحوی انتخاب شود که حداقل الزامات مشخص شده در مشخصات رویه انجام جوشکاری مناسب برای کاربردها یا استاندارد کاربردی را همان گونه که در الزامات بند ۹ تعریف شده فراهم کند.



راهنما:

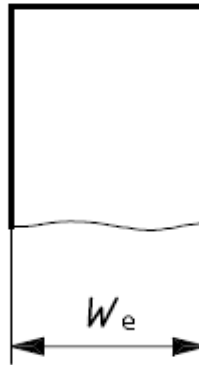
1 R: ۴ mm تا ۶ mm

2 ۸ mm تا ۱۰ mm

شکل ۳ - ابعاد الکتروود برای جوشکاری چرخ نازک

۳-۲-۲-۷ جوشکاری درزی خمیری

هندسه الکتروودها باید بصورت نشان داده در شکل ۴ باشد. در مواردی که دو چرخ استفاده می‌شود، عرض تماس آن‌ها باید یکسان باشد. در مواردی که نوار یا سنبه به عنوان پشت‌بند استفاده می‌شود، عرض آن‌ها نباید کمتر از عرض تماس چرخ الکتروود مرتبط باشد.



شکل ۴ - شکل الکتروود برای جوشکاری درزی خمیری

عرض تماس جفت چرخ‌ها W_e (یا یک چرخ در مواردی که یک سنبه استفاده می‌شود) نباید کمتر از ۸ برابر ضخامت ورق باشد ($8t$) یا چهار برابر همپوشانی، هرکدام که بزرگتر است، باشد. چرخ الکتروود و سطوح سنبه باید تمیز و عاری از زنگ‌ها، شیارها، نخاله شُل یا دیگر آلاینده‌ها که برای عملیات مضر هستند باشد. شکل و فرم سطح در تماس با قطعات برای انطباق با قطعات باید حفظ شود.

۳-۷ خنک کردن الکتروود-چرخ

در مواردی که طرح دستگاه این اجازه را می‌دهد، سامانه خنک کننده داخلی بدنه الکتروود، شفت و مجموعه یاتاقان باید به کار برده شوند.

برای افزایش عمر الکتروود، حداقل رساندن جمع شدگی الکتروود یا اعوجاج قطعات، ممکن است خنک کننده آبشاری خارجی به شکل مستقیم در منطقه جوش یا مجموعه الکتروود به کار گرفته شود، مگر اینکه به وسیله ملاحظات دیگر منع شود.

برای بدست آوردن بهترین تاثیر خنک کاری، منبع آب خنک کننده الکتروود باید مستقل از مبدل جریان یا دیگر چرخه‌های خنک کننده باشد. چرخه‌های خنک کننده برای الکتروودهای بالا و پایین باید مجزا استفاده شود.

۸ ارزیابی جوش پذیری

جوش پذیری یک ماده تولیدی خاص می‌تواند به وسیله تعیین جوش پذیری یک قطعه با استفاده از فرآیند تعریف شده در استاندارد ISO 14327 ارزیابی شود. این فرآیند باید هم‌چنین برای تایید مناسب بودن یک دستگاه ویژه، الکتروود/تجهیز و تنظیمات برای تولید یک مجموعه مرکب خاص استفاده شود. نمونه جوش-پذیر، نشان دهنده محدوده جوشکاری با پارامترهای معرفی شده‌ی جریان جوشکاری و سرعت جوشکاری در یک نیروی الکتروود ثابت یا جریان جوشکاری و نیروی الکتروود در سرعت ثابت جوشکاری می‌باشد. علاوه بر این برای تعیین محدوده شرایط جوشکاری موجود در برخی موارد، ممکن است برای تعیین ثابت بودن کیفیت جوش یا حصول عمر الکتروود استفاده شود. این عوامل ممکن است به منظور مشخص کردن شرایط جوش مناسب برای یک کاربرد نیاز به در نظر گرفته شدن داشته باشند. بسته به قطعه جوش پذیر، باید یک رویه انجام کار برای هر دستگاه با استفاده از ضخامت ورق و مواد یا ترکیبی از آن‌ها که برای جوش مجموعه خاصی استفاده می‌شود، تعیین شود. ثبت رویه انجام کار باید بر اساس الزامات استانداردهای ISO 15609-5 و ISO 15614-12 باشد.

راهنمایی‌ها برای تجهیزات جوشکاری و شرایط جوشکاری در پیوست‌های الف و ب ارائه شده است.

۹ ارزیابی جوش - آزمون‌های نوعی^۱

ارزیابی جوش باید برای موارد زیر مورد استفاده قرارگیرد:

الف- تایید روش انجام جوش قبل از شروع تولید آزمون تایید^۲ WPQR (به استاندارد ISO 15614-12 مراجعه کنید)، و

ب- حفظ شرایط مشخص شده و استانداردهای کیفی در حین تولید (آزمون‌های معمول).

تعداد آزمون‌های نوع مورد نیاز و موقعیت و فراوانی تمام آزمون‌های معمول انجام شده باید برای فراهم کردن داده آماری قابل قبول هر کاربرد کافی باشد.

ارزیابی رویه انجام جوشکاری باید بر اساس آزمون‌های نوع زیر باشد:

الف- آزمون پوسته^۳، دستی یا مکانیزه

ب- آزمون فشار (گاهی اوقات آزمون نشت نامیده می‌شود)، که در آن قابل اجراست (به بند ۹-۱-۴ مراجعه کنید)

پ- بررسی چشمی و متالورژیکی

۱-۹ نمونه‌های آزمون

۱-۱-۹ کلیات

یک رویه انجام کار مطابق با استاندارد ISO 15609-5 برای تجهیزات جوشکاری، ضخامت ورق، مواد یا ترکیب آن‌ها باید برای قطعاتی که جوش داده می‌شوند برقرار شود. رویه انجام کار باید مطابق استاندارد ISO 15614-12 اعتبار سنجی شود.

در موارد امکان پذیر، قطعات واقعی باید برای آزمون استفاده شوند. در مواردی که استفاده از قطعات واقعی برای برخی آزمون‌ها قابل اجرا نیست، برای آزمون‌های جوش، قطعه‌های آزمون تولید شده باید از همان مواد استفاده شده قطعات واقعی باشد، تا اطمینان حاصل شود که شرایط تولید واقعی هم‌چون تلفات گرمایی و القایی در آزمون‌ها در نظر گرفته شده‌اند.

۲-۱-۹ نمونه آزمون پوسته دستی

در صورتی که طراحی قطعات اجازه دهد و فلز کافی برای قفل کردن آزمون در یک گیره وجود داشته باشد، نمونه آزمون پوسته دستی باید شامل طولی برابر با ۷۵ mm یا نزدیک به آن، داشته باشد. در مواردی که آزمون‌ها از مجموعه‌های محصولات انتخاب شده به دست آیند، آزمون باید از یک موقعیت مشخص آن جزء واقعی بریده شود. در مواردی که چنین ارزیابی میسر باشد، آزمون باید از قسمتی از قطعه جوش بریده شود که بیشترین احتمال شکست را، به هر دلیلی دارد (به‌طور مثال، تمرکز تنش، انحناء، امکان دسترسی...).

1 - Type tests

2 - Welding procedure quality record

3 - Peel test

۳-۱-۹ قطعه آزمون پوسته مکانیزه

آزمونه آزمون باید مطابق روش انجام کارهای مشخص شده در استاندارد ISO 14270، آماده و آزمون شود.

۴-۱-۹ آزمون فشار

آزمون فشار برای تایید رویه انجام جوش باید با استفاده از قطعات تولیدی واقعی انجام شود. اگر این غیر عملی است، آزمون فشار ممکن است روی نماینده آزمون اجرا شود (به طور مثال، آزمون بالشی^۱). در مواردی که آزمون فشار یا نشت، به عنوان بخشی از رویه کنترل کیفی محصول مشخص شده باشد، تمام مجموعه‌ها یا یک نسبتی از آنها باید این چنین آزمون شوند.

اگر آزمون بالشی استفاده شود، آزمون باید مطابق رویه انجام کار مشخص شده در استاندارد ISO 17654، آماده و آزمون شود.

۵-۱-۹ بررسی متالورژیکی

برای تایید اندازه و کیفیت جوش‌های تولید شده، مقطع‌های متالوگرافی باید در جهت طولی درز جوش و اگر ضروری باشد در جهت عرضی آماده شود.

۲-۹ الزامات آزمون

۱-۲-۹ ابعاد جوش

عرض جوش تولید شده به وسیله درز جوش با چرخ پهن، باید تقریباً برابر با عرض تماس چرخ باشد و نباید کمتر از ۸۰٪ این مقدار باشد، مگر اینکه به وسیله الزامات مشخصات رویه انجام جوشکاری برای کاربردها مجاز باشد (به بند ۱-۲-۲-۷ مراجعه کنید).

عرض جوش تولید شده به وسیله درز جوش با چرخ نازک، باید مطابق با مشخصات ارایه شده تامین کننده دستگاه باشد و جوش را مطابق با الزامات وابسته به این استاندارد فراهم کند.

یادآوری ۱- عرض درز جوش معمول تولید شده به وسیله درز جوش چرخ نازک در پیوست ب نشان داده شده است، به جداول ب-۳، ب-۴، ب-۵ و ب-۶ مراجعه کنید.

عرض جوش تولید شده به وسیله درز جوش خمیری، باید الزامات کاربردی استاندارد یا مشخصات روش انجام جوشکاری برای کاربردهای درخواستی را برآورده کند.

یادآوری ۲- هم‌چنین، سطوح دندان‌های معمول تولید شده به وسیله درز جوش نازک و ضخیم، و مقادیر ضخامت جوش معمول تولید شده به وسیله درز جوش خمیری در پیوست ب نشان داده شده است.

۲-۲-۹ آزمون پوسته مکانیزه

کیفیت جوش باید به وسیله نحوه شکست و عرض درز جوش ارزیابی شود. عرض درز متوسط باید میانگین عرض اندازه گیری شده در امتداد کل طول جوش باشد.

۹-۲-۳ آزمون پوسته مکانیزه

برای برآورده شدن الزامات آزمون پوسته مکانیزه، جوش‌ها باید مطابق الزامات مشخص شده آزمون چشمی در ۹-۲-۵ باشد.

۹-۲-۴ آزمون فشار

الزامات آزمون فشار باید همان مشخصات رویه انجام کار جوشکاری مربوطه برای کاربردها باشد.

۹-۲-۵ آزمون چشمی و متالورژیکی

تکه‌های آزمون باید برای ظاهر، موقعیت جوش و دندانگی به صورت چشمی بررسی شوند. خوردگی حفره‌ای شدید، حفره‌ها، پاشیده‌های جوش یا درهم آمیختگی ناکافی (در مورد درز جوش خمیری) نباید پذیرفته شود.

یادآوری-تغییر رنگ سطحی ممکن است اجتناب ناپذیر باشد.

اگر آزمون متالورژیکی مشخص شده باشد، باید الزامات نفوذ را نشان دهد که مثلا، سایز جوش بدست آمده است و آن جدایش ورق بیش از حد نیست. نوع و موقعیت هر عیبی یا غیر طبیعی بودن جوش تشخیص داده شده، باید ثبت شود.

جوش باید به طور صحیح در بدنه اتصال قرار گیرد. ترک‌های ایزوله کوچک در دکمه جوش باید با برآورده کردن این‌که آن‌ها روی عملکرد محصول تاثیر نمی‌گذارد، مجاز قلمداد شود. در مواردی که بیشترین سختی برای فلز جوش مشخص شده باشد، باید این موضوع آزمون شده و مقادیر ثبت شود.

۹-۳ الزامات پذیرش

الزامات پذیرش باید همان‌هایی باشد که در این استاندارد یا مشخصات رویه انجام جوشکاری مرتبط برای کاربردها، مشخص شده است.

مجموعه جوش داده شده باید مطابق طرح‌های مرتبط باشد و اگر غیر از این مشخص شد، یک فاصله خالی جدایش باید لحاظ شود، با فرض اینکه الزامات آزمون ۹-۲ برآورده می‌شود.

۱۰ ارزیابی جوش - آزمون‌های معمول

۱-۱۰ کلیات

یک سامانه آزمون معمول باید برای اطمینان از کیفیت جوش ثابت در تولید درز جوش‌ها، برقرار شود. آزمون‌های معمول زیر باید اجرا شوند:

الف- بررسی چشمی؛

ب- آزمون پوسته دستی یا آزمون اسکنه^۱ و/یا آزمون فشار (به استانداردهای ISO 10447 و ISO 17654 مراجعه کنید)؛

پ- آزمون کاپ^۱ برای درز جوش‌های خمیری، اگر مشخص شده باشد (به استاندارد ISO 15614-12 مراجعه کنید)؛

ت- بررسی رادیوگرافی، اگر مشخص شده باشد (به استاندارد ISO 15614-12 مراجعه کنید).

۲-۱۰ آزمون بهر

باید یک آزمون فشار روی هر قطعه تولید شده که در آن جوش‌های درزی بخشی از ظرف یا مخزن سیال‌ها را شکل داده‌اند، اجرا شود. برخی از جوش‌های درزی مخصوص آب‌بند^۲ نمی‌توانند به این طریق آزمون شوند (مثلاً، مجراها، آبگذرها^۳ و غیره) و یک تکنیک نفوذ مناسب ممکن است به کار رود. جوش‌های درزی تولید شده به‌منظور فراهم کردن اتصال مکانیکی بدون نیاز به نگهداری سیال، باید مطابق با مشخصات روش انجام جوشکاری برای کاربرد، آزمون شوند.

۳-۱۰ نمونه‌های آزمون و رویه انجام آزمون

الزامات برای نمونه‌های آزمون معمول و رویه انجام آزمون‌ها باید همانند الزامات مشخص شده در بند ۹-۱ باشد.

۴-۱۰ تعداد آزمون‌ها

موقعیت و تکرار اجرای همه آزمون‌های معمول باید کافی باشد تا داده آماری قابل قبولی برای هر کاربرد فراهم کند (به بند ۱۱ مراجعه کنید).

۵-۱۰ الزامات آزمون

در مواردی که قابلیت اجرا وجود دارد، الزامات آزمون معمول باید همانند آنچه در ۹-۲ مشخص شده است باشد.

۱۱ الزامات کنترل کیفیت جوش تولیدی معمول

آزمون‌ها باید روی هر یک از موقعیت‌های زیر اجرا شوند:

(الف) در زمان‌های تصادفی در طول دوره تولید؛

(ب) بلافاصله قبل و بعد از الکترودهای جدید یا تعمیر شده که در دستگاه نصب شده‌اند؛

(پ) هر زمان که سرویس دستگاه فرا برسد یا هر یک از تنظیمات دستگاه عوض شود؛ و

(ت) بلافاصله بعد از تغییر قطعه یا منبع تامین کننده مواد

تا بدست آوردن آزمون رضایت بخش جوش در شروع هر بازه کار مشخص شده در بالا، تولید نباید آغاز شود. در صورت شکست قطعه آزمون در پایان یک دوره یا تناوب کاری، باید به‌طور تصادفی ۱٪ یا ۵ قطعه، هر کدام که کمتر باشد، از مجموعه‌هایی که از زمان آزمون موفق قبلی روی دستگاه/ ایستگاه مورد سوال تولید

1 - Cup test
2 - Watertight
3 - Culvert

شده‌اند، انتخاب شود و باید مطابق بند ۹ آزمون شود. در صورت شکست هر قطعه انتخابی، کل تولید در آن بازه باید این‌گونه تلقی شود که مطابق این استاندارد نیست. بنابراین برای اینکه در بازرسی چشمی مانعی ایجاد نشود، هیچ سنگ زنی سطحی، رنگ آمیزی یا دیگر عملیاتی که با آزمون سطح جوش دخالت می‌کند تا بعد از آزمون جوش نباید روی هر مجموعه انجام شود. برای برآورده کردن الزامات آزمون چشمی، سطح قطعات در منطقه جوش باید مطابق الزامات مشخص شده در ۹-۲-۵ باشد.

۱-۱۱ اندازه جوش - عرض دکمه جوش^۱

عرض جوش تولید شده روی فلانج‌هایی که کمتر از مقدار توصیه شده نیست باید تقریباً $5\sqrt{t}$ باشد و نباید زیر $3.5\sqrt{t}$ باشد، که t ضخامت ورق برحسب میلی‌متر است، مگر اینکه بصورت دیگری در مشخصات رویه انجام جوشکاری مربوطه برای کاربرد مشخص شده باشد. در مواردی که عرض فلانج مشخص شده باریک‌تر از آن است که بتواند رابطه بین عرض جوش و فاصله لبه که پیشتر توضیح داده شد را برآورده کند، مثلاً $W_e > 1.25$ ، یک عرض جوش کوچکتر می‌تواند مشخص شود و برای کاربرد باید به سند مشخصه رویه انجام جوشکاری مربوطه ارجاع داده شود. در چنین مواردی محاسبات طراحی برای استحکام پایین‌تر با جوش‌های کوچکتر باید مجاز باشد. یادآوری - رواداری‌های موجود در شرایط جوشکاری و عملیات دستگاه می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای در این پهنای جوش کوچک، محدود شود.

۲-۱۱ ابعاد جوش

وقتی دو ورق با ضخامت یکسان جوشکاری درزی می‌شوند، فرو رفتگی الکتروود روی هر ورق نباید از ۲۰٪ ضخامت (t) هر ورق تکی بیشتر شود. به‌غیر از جوش‌های درزی خمیری، نفوذ دکمه جوش در هر ورق باید بین ۲۰٪ و ۸۰٪ ضخامت ورق باشد. جدایش ورق نباید از ۱۰٪ ضخامت یک ورق تکی بیشتر شود. وقتی دو ورق با ضخامت غیر یکسان جوشکاری درزی می‌شوند، فرو رفتگی الکتروود در ورق نازک‌تر ممکن است از ۲۰٪ تجاوز کند. به‌طور مشابه، یک فرو رفتگی بزرگتر در وجه معکوس یک جوش بدون علامت قابل قبول است. نفوذ دکمه جوش در چنین مواردی نامتقارن و وابسته به نسبت ضخامت ورق تحت جوش خواهد بود.

۳-۱۱ حالت شکست جوش

برای مطابقت با این استاندارد، همه جوش‌های ایجاد شده روی نمونه‌های آزمون^۲، آزمون‌ها و قطعاتی که ضخامت هر ورق تکی $1.5 \text{ mm} >$ باشد باید یک تویی روی آزمون پوسته و اسکنه کشیده شود. شکست فصل مشترک یا بخشی از تویی، در صورت برآورده کردن دیگر محدودیت‌های مشخص شده مهم مثل آب‌بندی فشار قابل قبول است.

1 - Nugget

2 - Test coupons

۴-۱۱ ظاهر جوش - شرایط سطح^۱

سطح قطعه در منطقه جوش باید بدون ترک‌های سطحی باشد. در مورد فولادهای پوشش‌دار، باید از برنجی شدن^۲ شدید سطح در منطقه جوش خودداری شود. انفجارهای سطحی که گاهی اوقات به‌عنوان پاشش جوش (ویسکرها)^۳ نامیده می‌شود، نباید پذیرفته شود.

۵-۱۱ اعوجاج

جایی که قطعه تغییر شکل داده و برای هدفش نامناسب باشد، جوش باید غیر قابل قبول در نظر گرفته شود. مقدار قابل قبول تغییر شکل، به‌ویژه در ناحیه بحرانی، باید قبل از اینکه تولید پیش رود، تعریف شود. در موارد بحرانی، ضوابط پذیرش سنج‌ها/ثابت کننده‌ها توصیه می‌شود.

۱۲ بازیابی مجموعه‌های غیر منطبق

این استاندارد اجازه بازیابی مجموعه‌های غیر منطبق به‌وسیله جوش مجدد همان قطعات را با استفاده از جوشکاری درزی نمی‌دهد. یادآوری - بازیابی با استفاده از دیگر روش‌های جوشکاری می‌تواند استفاده شود. این روش‌های تعمیر در دامنه کاربرد این استاندارد قرار نمی‌گیرد.

1 - Surface condition
2 - Brassing
3 - Whiskers

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تجهیزات جوشکاری

توصیه می‌شود تجهیزات جوشکاری درزی مقاومتی از راهنمایی‌های ارائه شده در استاندارد ISO 669 پیروی کند.

توصیه می‌شود دستگاه به یک دنده کنترل اتوماتیک مجهز شود که پس از راه اندازی اولیه با سوئیچ کمکی پایی یا دستی توسط اپراتور، کنترل دستگاه را از دست‌های اپراتور خارج سازد و حداقل چرخه‌های بعدی عملیات ارائه شده را اجرا کند:

الف) الکترودها را در تماس با قطعات قرار دهد و نیروی جوشکاری را به قطعه کار اعمال کند؛

ب) باعث جاری شدن جریان جوشکاری بعد از پیش تنظیم نیروی جوشکاری (نیروی بین الکترودها) شود؛

پ) گرمای پیش تنظیم شده و توالی خنک کردن را هنگامی که نیرو نگهداری شده است، حفظ کند.

در پایان جوش، رها کردن سوئیچ کمکی پایی یا دستی توسط اپراتور باعث می‌شود کنترل اتوماتیک شار جریان را قبل از این که نیرو به صورت اتوماتیک رها شود متوقف کند. چرخ الکترودها یا چرخ‌ها ممکن است به طور پیوسته بچرخند یا ممکن است به وسیله‌ی عمل سوئیچ فشاری به حرکت درآیند یا متوقف شوند.

توصیه می‌شود نیروی جوشکاری در زمان روشنی (گرما) و خاموشی (سرما) در یک محدوده کافی که شرایط جوش بهینه را تضمین کند، متغیر باشد. دستگاه باید دارای قابلیت‌های نمایش و تنظیم جریان، فشار و زمان باشد.

وقتی که فولادهای پوشش‌دار جوشکاری می‌شوند و در مواردی که آلودگی چرخ الکترودها یک مشکل خاص محسوب می‌شود یک ابزار تمیز کننده چرخ الکترودها اتوماتیک می‌تواند در دستگاه تعبیه شود. توصیه می‌شود تجهیز موثر مشخص شود و بهتر است ابزارهای قراردعی و گیردادن با جوشکاری تداخل نیابند یا باعث برق دزدی از طریق گیره‌های خودشان نشوند.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

شرایط جوشکاری درزی معمول

جداول ب-۱ تا ب-۶ راهنمایی در مورد شرایط جوشکاری فولادهای بدون پوشش و پوشش‌دار در بیشترین ضخامت‌های معمولی که استفاده می‌شوند و تحت پوشش این استاندارد قرار می‌گیرد، ارائه می‌کند. این‌ها ممکن است بسته به شرایط مکانیکی و مشخصات الکتریکی شرایط جوش به اصلاحات نیاز داشته باشند (به استاندارد ISO 669 مراجعه کنید).

این شرایط جوشکاری برای الکترودهای کوتاه مخروطی کلاس مواد A2/2 (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۲۲ مراجعه کنید) قابل اجرا هستند و ممکن است برای شکل‌های دیگر الکترودها و مواد، به اصلاحات نیاز داشته باشند.

زمان جوش ورق‌ها، با ضخامت‌های غیر مشابه، توصیه می‌شود شرایط جوشکاری بر اساس نازک‌ترین ورق یا دومین ورق نازک برای جوش سه ورق، باشد.

در مورد فولادهای با استحکام بالا، تا ۲۰٪ نیروی الکتروده بالاتر می‌تواند ضروری باشد. جریان جوشکاری ممکن است تا ۲۰٪ بسته به نوع فولاد استحکام بالا که جوش داده می‌شود کاهش یابد.

شرایط جوشکاری ارائه شده در جداول ب-۱ تا ب-۵ مربوط به مشخصه‌های جوشکاری ضروری برای تولید اتصالات آب‌بند در سرعت جوشکاری ۲ m/min است. جوشکاری رضایت بخش می‌تواند در سرعت‌های بالاتری، مخصوصاً در درز جوش چرخ نازک یا درز جوش الکتروده سیمی با استفاده از جریان موجی شکل پیوسته یا منقطع، بکار برده شود. مثال‌های معمول برای فولادهای پوشش روی غوطه‌وری داغ و آلیاژ روی-آهن در شکل‌های ب-۱ و ب-۲ نشان داده شده است.

جدول ب-۱- شرایط جوشکاری درزی چرخ پهن به‌طور نمونه برای دو ورق فولادی کم کربن بدون پوشش با
مجموع ضخامت‌های ۰٫۸ mm تا ۶٫۰ mm

شرایط جوشکاری						عرض سطح تماس الکتروود W_e mm	ضخامت ورق تکی mm		
تعداد جوش‌ها در cm S	جریان kA	زمان خاموشی t_{off}		زمان روشنی t_{on}			نیرو kN	سرعت v m/min	تا و شامل
		s	چرخه در 50Hz	s	چرخه در 50Hz				
۵	۹	۰٫۰۲	۱	۰٫۰۴	۲	۲٫۵	۲٫۲	۰٫۶	۰٫۴ ^a
۴٫۵	۱۱	۰٫۰۲	۱	۰٫۰۴	۲	۳٫۵	۲	۰٫۸	۰٫۶
۴	۱۲	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۴٫۰	۱٫۸	۱٫۰	۰٫۸
۳٫۵	۱۴	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۶	۳	۴٫۸	۱٫۷	۱٫۲	۱٫۰
۳	۱۷	۰٫۰۶	۳	۰٫۰۶	۳	۵٫۲	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۲
۳	۲۰	۰٫۰۶	۳	۰٫۰۸	۴	۶٫۵	۱٫۵	۲٫۰	۱٫۵
۲٫۵	۲۲	۰٫۰۸	۴	۰٫۱۰	۵	۷٫۵	۱٫۴	۲٫۵	۲٫۰
۲٫۵	۲۴	۰٫۱۰	۵	۰٫۱۰	۵	۹٫۰	۱٫۲	۳٫۰	۲٫۵

یادآوری ۱- اگر سرعت‌های بالاتر یا پایین‌تر از مواردی که در بالا مشخص شده نیاز باشد، $t_{on} + t_{off}$ مناسب می‌تواند با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

$$t_{on} + t_{off} = 30/Sv$$
 با جاگذاری سرعت مورد نیاز، v بر حسب m/min و تعداد جوش‌ها در هر cm، مشخص شده در بالا ($t_{on} + t_{off}$ در چرخه‌ها وجود دارد). برای سرعت‌های جوشکاری بالاتر، t_{on} و t_{off} باید در مقادیر مساوی تنظیم شوند، مگر اینکه $t_{on} + t_{off}$ کمتر از دو چرخه باشد، زمانی که جریان پیوسته باید اعمال شود. برای سرعت‌های جوش کمتر، توصیه می‌شود t_{on} مانند آنچه در این جدول مشخص شده، باشد. بهتر است جریان تنظیم شود تا اندازه جوش مشخص بدست آید.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود فرورفتگی که به وسیله چرخ الکتروود بعد از جوش ایجاد می‌شود، بزرگتر از ۱۰٪ ضخامت فولادی که با چرخ در تماس است نباشد.

^a این محدوده شامل ضخامت ۰٫۴ mm بعنوان کمترین حد است.

جدول ب- ۲ - شرایط جوشکاری درزی چرخ پهن به طور نمونه برای دو ورق فولادی با پوشش روی الکترولیتی با مجموع ضخامت‌های ۰/۸ mm تا ۴/۰ mm

شرایط جوشکاری							عرض سطح تماس الکتروود W_e mm	ضخامت ورق تکی mm	
تعداد جوش ها در cm S	جریان kA	زمان خاموشی t_{off}		زمان روشنی t_{on}		نیرو kN		سرعت v m/min	تا و شامل
		s	چرخه در 50Hz	s	چرخه در 50Hz				
۴	۱۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۲/۵	۲	۰/۶	۰/۴ ^a
۴	۱۴	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۲/۸	۲/۰	۰/۸	۰/۶
۴	۱۷	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۳/۳	۲	۱/۰	۰/۸
۴	۱۸	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۳/۸	۲	۱/۲	۱/۰
۴	۲۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۴/۵	۲	۱/۵	۱/۲
۴	۲۶	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۵/۵	۲	۲/۰	۱/۵

یادآوری - توصیه می‌شود فرورفتگی که به وسیله چرخ الکتروود بعد از جوش ایجاد می‌شود، بزرگتر از ۱۰٪ ضخامت فولادی که با چرخ در تماس است نباشد.

^a این محدوده شامل ضخامت ۰/۴ mm بعنوان کمترین حد است.

جدول ب- ۳ - شرایط جوشکاری درزی چرخ نازک به طور نمونه برای دو ورق فولادی با پوشش روی غوطه وری داغ با مجموع ضخامت‌های ۰/۸ mm تا ۴/۰ mm

شرایط جوشکاری							نیرو kN	سرعت v m/min	ضخامت ورق تکی mm	
عرض جوش معمول mm	تعداد جوش ها در cm S	جریان kA	زمان خاموشی t_{off}		زمان روشنی t_{on}				تا و شامل	بالاتر از
			s	چرخه در 50Hz	s	چرخه در 50Hz				
۲/۰	۴	۱۰	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۲/۵	۲	۰/۶	۰/۴ ^a
۲/۲	۴	۱۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۳/۲	۲	۰/۸	۰/۶
۲/۵	۴	۱۳	۰/۰۲	۱	۰/۰۴	۲	۳/۶	۲	۱/۰	۰/۸
۲/۷	۴	۱۴	۰/۰۲	۱	۰/۰۴	۲	۴/۲	۲	۱/۲	۱/۰
۳/۰	۴	۱۵/۵	۰/۰۲	۱	۰/۰۴	۲	۵/۵	۲	۱/۵	۱/۲
۳/۵	۴	۱۷	۰/۰۲	۱	۰/۰۴	۲	۶/۰	۲	۲/۰	۱/۵

یادآوری - توصیه می‌شود که فرورفتگی که به وسیله چرخ الکتروود بعد از جوش ایجاد می‌شود، بزرگتر از ۲۰٪ ضخامت فولادی که با چرخ در تماس است نباشد.

^a این محدوده شامل ضخامت ۰/۴ mm بعنوان کمترین حد است.

جدول ب- ۴ - شرایط جوشکاری درزی چرخ نازک به طور نمونه برای دو ورق فولادی با پوشش روی-آهن غوطه-
وری داغ با مجموع ضخامت ۰٫۸ mm تا ۴٫۰ mm

شرایط جوشکاری									ضخامت ورق تکی mm	
عرض جوش معمول mm	تعداد جوش ها در cm S	جریان kA	زمان خاموشی t_{off}		زمان روشنی t_{on}		نیرو kN	سرعت v m/min	تا و شامل	بالا تر از
			s	چرخه در 50Hz	s	چرخه در 50Hz				
۲٫۰	۴	۱۰	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۲٫۶	۲	۰٫۶	۰٫۴ ^a
۲٫۲	۴	۱۱	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۳٫۲	۲	۰٫۸	۰٫۶
۲٫۵	۴	۱۲	۰٫۰۲	۲	۰٫۰۴	۲	۳٫۶	۲	۱٫۰	۰٫۸
۲٫۷	۴	۱۳	۰٫۰۲	۲	۰٫۰۴	۲	۴٫۲	۲	۱٫۲	۱٫۰
۳٫۰	۴	۱۳٫۵	۰٫۰۲	۲	۰٫۰۴	۲	۴٫۷	۲	۱٫۵	۱٫۲
۳٫۵	۴	۱۵	۰٫۰۲	۲	۰٫۰۴	۲	۵٫۵	۲	۲٫۰	۱٫۵

یادآوری - توصیه می شود که فرورفتگی که به وسیله چرخ الکتروود بعد از جوش ایجاد می شود، بزرگتر از ۲۰٪ ضخامت فولادی که با چرخ در تماس است نباشد.

^a این محدوده شامل ضخامت ۰٫۴ mm بعنوان کمترین حد است.

جدول ب- ۵ - شرایط جوشکاری درزی چرخ نازک به طور نمونه برای دو ورق فولادی با پوشش الکترولیتی روی با
مجموع ضخامت های ۰٫۸ mm تا ۴٫۰ mm

شرایط جوشکاری									ضخامت ورق تکی mm	
عرض جوش معمول mm	تعداد جوش ها در cm S	جریان kA	زمان خاموشی t_{off}		زمان روشنی t_{on}		نیرو kN	سرعت v m/min	تا و شامل	بالا تر از
			s	چرخه در 50Hz	s	چرخه در 50Hz				
۲٫۰	۴	۱۰	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۲٫۶	۲	۰٫۶	۰٫۴ ^a
۲٫۲	۴	۱۱	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۳٫۲	۲	۰٫۸	۰٫۶
۲٫۵	۴	۱۱٫۵	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۳٫۷	۲	۱٫۰	۰٫۸
۲٫۷	۴	۱۲	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۴٫۳	۲	۱٫۲	۱٫۰
۳٫۰	۴	۱۳	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۴٫۸	۲	۱٫۵	۱٫۲
۳٫۵	۴	۱۴٫۵	۰٫۰۴	۲	۰٫۰۴	۲	۵٫۵	۲	۲٫۰	۱٫۵

یادآوری - توصیه می شود که فرورفتگی که به وسیله چرخ الکتروود بعد از جوش ایجاد می شود، بزرگتر از ۲۰٪ ضخامت فولادی که با چرخ در تماس است نباشد.

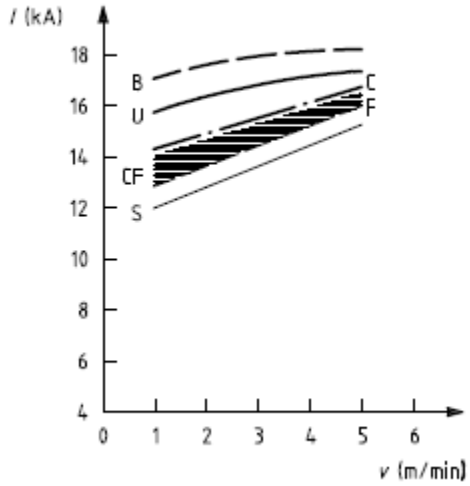
^a این محدوده شامل ضخامت ۰٫۴ mm بعنوان کمترین حد است.

جدول ب- ۶ - شرایط جوشکاری درزی خمیری به طور نمونه برای دو ورق فولادی بدون پوشش با مجموع ضخامت‌های ۰٫۸mm تا ۴٫۰ mm با استفاده از منبع جریان ۵۰ Hz پیوسته

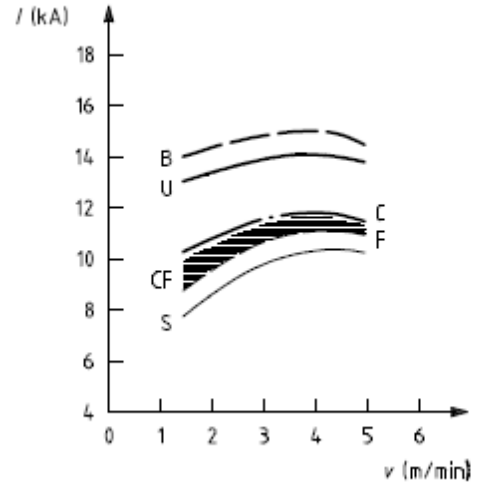
شرایط جوشکاری				ضخامت ورق تکی mm	
جریان	نیرو kN	سرعت v m/min	هم‌پوشانی اولیه	تا و شامل	بالاتر از
۱۲٫۰	۳٫۰	۴٫۰	۰٫۹	۰٫۶	۰٫۴ ^a
۱۳٫۰	۴٫۰	۳٫۲	۱٫۲	۰٫۸	۰٫۶
۱۴٫۰	۵٫۰	۲٫۶	۱٫۵	۱٫۰	۰٫۸
۱۵٫۰	۶٫۵	۲٫۲	۱٫۸	۱٫۲	۱٫۰
۱۷٫۵	۹٫۰	۱٫۶	۲٫۰	۱٫۵	۱٫۲
۲۰٫۰	۱۱٫۵	۱٫۲	۲٫۵	۲٫۰	۱٫۵

یادآوری - توصیه می‌شود که فرورفتگی که به وسیله چرخ الکتروود بعد از جوش ایجاد می‌شود، بزرگتر از ٪ ۱۵۰ ضخامت فولادی که با چرخ در تماس است نباشد.

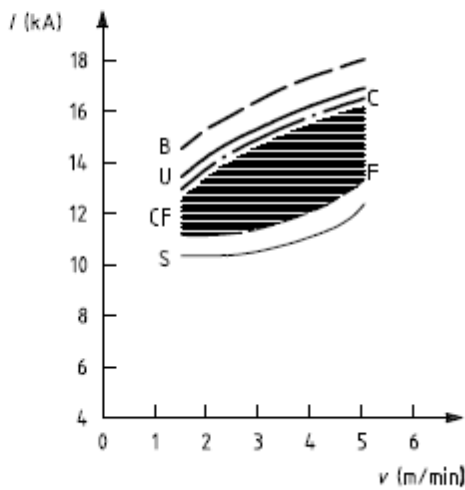
^a این محدوده شامل ضخامت ۰٫۴ mm بعنوان کمترین حد است.



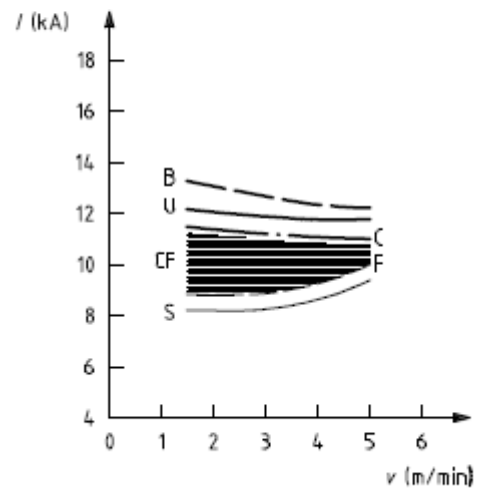
(ب)



(الف)



(ت)

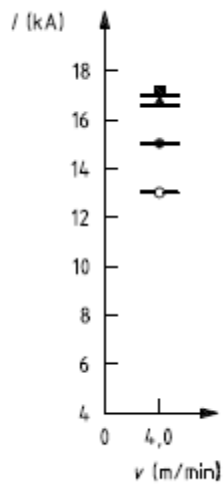


(پ)

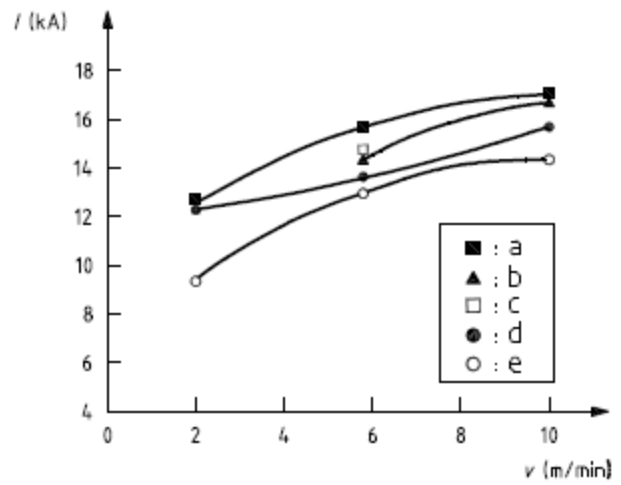
راهنما:

- B حد سوختن
- C شروع ترک خوردگی
- CF منطقه بدون ترک
- F درز جوش خورده کامل
- S حد جوش چسبیده
- U حد بالاتر
- I جریان جوشکاری
- v سرعت جوشکاری

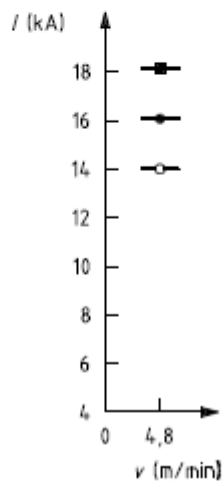
شکل ب-۱- تاثیر سرعت جوش روی محدوده جوش پذیری در جوشکاری درزی چرخ نازک (نیروی الکتروود: kN)



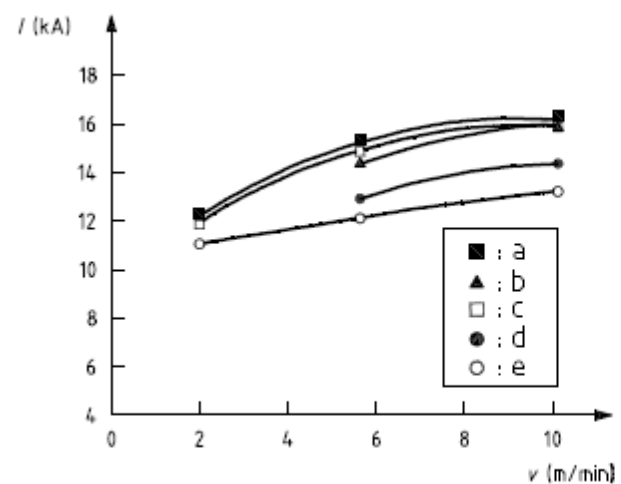
(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

راهنما:

- a پاشش
- b ترک خوردگی
- c برنجی شدن
- d جوش پیوسته
- e جوش چسبیده
- I جریان جوشکاری
- v سرعت جوشکاری

شکل ب-۲- تاثیر سرعت جوش روی محدوده جوش پذیری در جوشکاری درزی الکتروود سیمی (نیروی الکتروود: ۴/۰kN)

پیوست پ

(اطلاعاتی)

فهرست بخشی از انواع فولاد کاربردی در این استاندارد

پ-۱ فولاد بدون پوشش

توصیه می‌شود مواد ورقه‌ای و تسمه‌ای مطابق با الزامات کلی و ترکیب شیمیایی مشخص شده در استاندارد ISO 3574 باشد. بهتر است برای نتایج بهتر فولاد نورد داغ در شرایط اسید شویی شده نگهداری شود و توصیه می‌شود مطابق با الزامات استانداردهای ISO 3573 و ISO 4950-1 و ISO 4950-2 باشد.

پ-۲ فولاد با پوشش روی غوطه وری داغ یا آلیاژ آهن-روی

انواع بسیاری از پوشش‌های روی با زیرلایه‌های فولادی مختلف و عملیات‌های سطحی موجود هستند. توصیه می‌شود با الزامات فولاد کلاف شده و برش طولی زده با پوشش روی غوطه وری داغ و آهن-روی (گالوانیزه) پوشش داده شده، در شکل و گروه‌های ساختاری مشخص شده در استاندارد ISO 3575 و استاندارد ملی شماره ۵۷۹۶ مطابقت داشته باشند. توصیه می‌شود انواع پوشش و جرم پوشش مطابق با این استانداردها باشند، پوشش‌های روی جرم سبک‌تر و پوشش‌های آلیاژ روی آسانترین قابلیت جوش را دارند.

پ-۳ فولاد با پوشش روی الکترولیتی

توصیه می‌شود فولاد با پوشش روی الکترولیتی به‌وسیله‌ی رسوب الکترولیتی روی خالص، بر روی فولاد کم-کربن تولید شود. توصیه می‌شود بیشترین ضخامت پوشش $15 \mu\text{m}$ اسمی (\equiv جرم پوشش 1.07 g/m^2) روی هر سطح باشد و توصیه می‌شود مطابق با استاندارد ملی شماره ۱۳۹۱۸ برای گروه‌های با قابلیت جوش پذیری بیشتر باشند.

پ-۴ فولاد با پوشش روی نیکل یا روی-آهن الکترولیتی

توصیه می‌شود چنین پوشش‌هایی که به‌صورت الکترولیتی رسوب داده می‌شوند، محدود به بیشترین ضخامت پوشش $7 \mu\text{m}$ (\equiv جرم پوشش 51 g/m^2) روی هر سطح شوند.

پ-۵ فولاد با پوشش آلومنیوم

توصیه می‌شود فولاد با پوشش آلومنیوم ایجاد شده به‌وسیله فرآیند غوطه وری داغ، پوشش شامل ۵٪ تا ۱۱٪ سیلیسیم، مطابق با استاندارد ISO 5000 باشد. فولادهای به پوشش آلومنیوم هم‌چنین می‌تواند به‌وسیله یک تکنیک پیوند نورد تولید شوند. جرم پوشش تا 150 g/m^2 اسمی شامل هر دو سطح بیشترین قابلیت جوش پذیری را دارند.

پ-۶ فولاد با پوشش روی - % (۵۵-۵۰) آلومینیوم

توصیه می‌شود فولاد با پوشش روی - % (۵۵-۵۰) آلومینیوم تولید شده به وسیله فرآیند غوطه وری داغ با بیشترین جرم پوشش 185 g/m^2 شامل هر دو سطح برای گروه‌های با بیشترین قابلیت جوش پذیری، مطابق استاندارد ISO 9364 باشند. با فراهم کردن شرایط جوش مناسب، ضخامت‌های پوشش سنگین‌تر می‌تواند جوش داده شود.

پ-۷ فولاد با پوشش روی - % ۵ آلومینیوم

توصیه می‌شود فولاد با پوشش روی - % ۵ آلومینیوم به وسیله فرآیند غوطه وری داغ تولید شود. بیشترین جرم پوشش باید 180 g/m^2 باشد، شامل هر دو سطح برای گروه‌های با بیشترین قابلیت جوش پذیری.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

کتاب نامه

[۱] استاندارد ملی شماره ۵۷۹۶ سال ۱۳۹۱: ورق فولادی گالوانیزه غوطه وری گرم پیوسته با کیفیت سازه ای

[۲] استاندارد ملی شماره ۱۳۹۱۸ سال ۱۳۸۹: ورق های فولاد کربنی گرم نوردیده و سرد نوردیده با کیفیت معمولی و کششی با پوشش الکترولیتی فلز روی (گالوانیزه) ویژگی ها و روشهای آزمون

[3] ISO 3573, Hot-rolled carbon steel sheet of commercial and drawing qualities

[4] ISO 3574, Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities

[5] ISO 3575, Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of commercial and drawing qualities

[6] ISO 4950-1, High yield strength flat steel products — Part 1: General requirements

[7] ISO 4950-2, High yield strength flat steel products — Part 2: Products supplied in the normalized or controlled rolled condition

[8] ISO 4998, Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of structural quality

[9] ISO 5000, Continuous hot-dip aluminium-silicon-coated cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities

[10] ISO 9364, Continuous hot-dip aluminium/zinc-coated steel sheet of commercial, drawing and structural qualities