



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۷۹۲

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

18792

1st.Edition

2014

جوشکاری مقاومتی - روش انجام جوش
زائدهای فولادهای کم کربن پوشش دار و
بدون پوشش با استفاده از طرح(های)
برجسته

**Resistance welding — Procedure for
projection welding of uncoated and
coated low carbon steels using
embossed projection(s)**

ICS: 25.160.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند 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 می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و سایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و سایل 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 جوش زائده‌ای فولادهای کم کربن پوشش دار و بدون پوشش با استفاده از طرح(های) برجسته"

رئیس:

عبدالوهاب ادب آوازه

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک و صنایع)

سمت و/یا نمایندگی

رئیس انجمن جوش و آزمون‌های غیر مخرب

دبیر:

نظری منش، مسعود

(کارشناس مهندسی مکانیک، کارشناس ارشد مدیریت

اجرایی)

مدیر عامل شرکت همراهان آتیه پاسارگاد

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقاعلی، نیما

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - مهندسی بین

المللی جوش)

مدیر طراحی سازه سازمان صنایع هوافضا

جعفری، ابوالفضل

(کارشناس مهندسی مواد)

سرپرست مواد فلزی سازمان هوافضا

ضمیران، ماندانا

(کارشناس ارشد مهندسی مواد)

کارشناس طراحی و توسعه شرکت سینا

مکاترونیک

قدسی، مهدی

(کارشناس ارشد هوا فضا)

کارشناس ارشد طراحی شرکت شمس امید

کریمی پور، نوید

(کارشناس مهندسی مکانیک)

مدیر طراحی و توسعه شرکت سینا

مکاترونیک

ملا احمدی، سیمین
(کارشناس مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد
ایران

مندرجات فهرست

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ نمادها
۳	۵ مواد
۴	۶ طراحی اجزا و ساخت
۷	۷ تجهیزات جوشکاری
۸	۸ ارزیابی جوش - انواع آزمون ها
۱۱	۹ ارزیابی جوش - آزمون های معمول
۱۲	۱۰ تعمیر مجموعه های نامنطبق
۱۳	پیوست الف (الزامی) توصیه هایی برای تجهیزات جوشکاری برجسته
۱۴	پیوست ب (اطلاعاتی) رابطه بین ضخامت ورق و قطر طرح (برگرفته از استاندارد ISO 8167)
۱۵	پیوست پ (اطلاعاتی) شرایط جوشکاری برجسته معمول
۱۸	پیوست ت (اطلاعاتی) لیست بخشی از انواع فولاد قابل کاربرد با این استاندارد
۲۰	پیوست ث (اطلاعاتی) کتاب نامه

پیش‌گفتار

استاندارد "جوشکاری مقاومتی- روش انجام جوش زائده‌ای فولادهای کم‌کربن پوشش‌دار و بدون پوشش با استفاده از طرح(های) برجسته " که پیش‌نویس آن توسط سازمان ملی استاندارد ایران در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در نهصد و بیستمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلز شناسی مورخ ۹۲/۱۰/۱۵ مورد تصویب قرار گرفته است، 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 می‌شود.

برای حفظ همگامی 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 هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت- بنابراین باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده شود.

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

ISO 16432:2006, Resistance welding — Procedure for projection welding of uncoated and coated low carbon steels using embossed projection(s)

جوشکاری مقاومتی - روش انجام جوش زائده‌ای فولادهای کم کربن پوشش دار و بدون پوشش با استفاده از طرح(های) برجسته

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن الزامات جوشکاری مقاومتی طرح برجسته در ساخت مجموعه‌هایی از فولاد کم کربن بدون پوشش و پوشش دار فلزی متشکل از دو ضخامت فلز، می‌باشد که بیشترین ضخامت تک ورق قطعات جوش داده شده در محدوده‌ی ۰/۴ mm تا ۳ mm برای مواد زیر است:

- فولاد بدون پوشش
 - فولاد با پوشش غوطه‌وری داغ روی یا آلیاژ روی-آهن (گالوانیزه شده)
 - فولاد با پوشش آبکاری روی، آهن-روی یا نیکل-روی
 - فولاد با پوشش آلومینیوم
 - فولاد با پوشش روی-آلومینیوم
- فولاد(ها) با پوشش آلی یا پوشش آستری تحت پوشش این استاندارد ملی قرار نمی‌گیرند. راهنمایی‌ها برای تجهیزات جوشکاری مناسب و شرایط جوشکاری برجسته برای فولادهای پوشش دار مختلف در پیوست‌های الف تا پ ارائه شده است. این‌ها فقط برای راهنمایی هستند و ممکن است نیاز باشد تا با شرایط خدمات مشخص ساخت، شرایط ساخت حاکم، نوع تجهیزات جوشکاری، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی دستگاه جوشکاری، شکل الکتروود و مواد، سازگار شوند. در صورتی‌که برای کاربرد یا روش انجام کار، مشخصات روش انجام جوشکاری^۱ 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 صورتی‌که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها 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 ایران شماره ۱۲۸۲۲ سال ۱۳۸۸: جوشکاری مقاومتی - مواد برای الکتروودها و تجهیزات جانبی

2-2 ISO 669, Resistance welding — Resistance welding equipment — Mechanical and electrical requirements.

2-3 ISO 8167, Projections for resistance welding

2-4 ISO 10447, Welding — Peel and chisel testing of resistance spot, projection and seam welds

2-5 ISO 14270, Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance spot, seam and embossed projection welds

2-6 ISO 14272, Specimen dimensions and procedure for cross tension testing resistance spot and embossed projection welds

2-7 ISO 14273, Specimen dimensions and procedure for shear testing resistance spot, seam and embossed projection welds

2-8 ISO 14329, Resistance welding — Destructive tests of welds — Failure types and geometric measurements for resistance spot, seam and projection welds

2-9 ISO 15609-5, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 5: Resistance welding

2-10 ISO 15614-12, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 12: Spot, seam and projection welding

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف مندرج در استانداردهای ISO 669 و ISO 14329، اصطلاحات و موارد زیر نیز به کار می‌روند:

۱-۳

فاصله لبه^۱

کمترین فاصله از نزدیک ترین لبه قطعه تا مرکز جوش

۲-۳

برجستگی ایجاد شده^۲

برجستگی درون ورق که برای جوشکاری استفاده شده و به وسیله نیروی مکانیکی با استفاده از پانچ برای جابجایی مقدار از قبل تعیین شده مواد به داخل حفره، ایجاد شده
یادآوری- برای استفاده بر روی ضخامت‌های متفاوت ورق به استاندارد ISO 8167 مراجعه شود.

1 - Edge distance

2 - Embossed projection

قطر پایه برجستگی^۱

قطر یک برجستگی ایجاد شده، اندازه گیری شده در سطح اصلی از ورق مهر شده

یادآوری - به استاندارد ISO 8167 مراجعه شود.

گام جوش^۲

فاصله بین مراکز برجستگی های مجاور

۴ نمادها

نماد	اصطلاح	واحد
d	قطر جوش	mm
d_b	قطر اسمی پایه برجستگی	mm
P_s	استحکام برشی جوش	kN
R_m	استحکام کششی نهایی فولاد	MPa
t	ضخامت ورق	mm

۵ مواد

۱-۵ شکل

فولاد باید تخت نورده شود، به شکل کلاف یا از طول بریده شود و باید عاری از عیوب خطرناک باشد.

۲-۵ رده های فولاد

فهرست بخشی از درجه های فولاد که برای این استاندارد ملی کاربرد دارد، در پیوست ت ارائه شده است.

۳-۵ شرایط سطح

تمام سطوح قطعاتی که جوشکاری برجسته می شوند باید قبل از جوشکاری از هرگونه آلودگی از قبیل گریس، پوسته، محصولات خوردگی، رنگ، کثیفی یا خوردگی حفره ای شدید، عاری باشند. این شرایط باید تا کامل شدن

1 - Projection base diameter

2 - Weld pitch

فرآیند جوشکاری نگهداری شود. فولاد گرم نوردیده بدون پوشش باید در شرایط اسید شویی^۱ باشد. اثبات شده است 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، جوش‌های یکنواخت مطابق با این استاندارد قابل دستیابی می‌باشد. استفاده بیش از حد از پیش عملیات سطحی ممکن است تاثیر منفی روی عمر الکترودها بگذارد و بنابراین باید از آن خودداری شود. فولادهای پوشش دار می‌توانند با عملیات غیر فعال سازی فسفات‌ها یا کرومات‌ها کردن تهیه شوند. فولادهای فسفات‌ها نورد شده ممکن است برای کاربردهای معینی استفاده شوند. این مواد می‌توانند جوشکاری برجسته شوند، هرچند پارامترهای جوشکاری مشخص شده در پیوست ب ممکن است نیاز به تنظیم مناسب داشته باشند. معمولاً مراقبت بیشتری در انتخاب شرایط جوشکاری نیاز است بویژه در مورد طرح‌های چندتایی. مواد با پوشش‌های ضخیم‌تر برای جوش دادن دشوارتر هستند.

۶ طراحی قطعه و ساخت

۱-۶ طراحی قطعه

۱-۱-۶ کلیات

قطعات/ اتصالات باید بگونه‌ای طراحی و ساخته شوند تا انطباق کافی با شرایط فلانج را فراهم کنند، و عاری از تغییر شکل‌های فیزیکی مضر بالقوه شوند تا منطبق بر برجستگی‌های استفاده شده در فرآیند جوشکاری شوند. طرح باید اجازه فروپاشی آزادانه برجستگی‌ها را در حین جوشکاری بدهد و دسترسی مناسب الکترودها و هر ابزار لازم را تامین کند. فرآیند باید دارای قابلیت برای بررسی و بازنگری طراحی از روی نتایج آزمون جهت اطمینان از حصول انطباق با این استاندارد ملی باشد. به شرط حفظ تجربه مناسب جوشکاری، استفاده از آرایه‌های چندگانه یا منفرد از طرح‌ها امکان پذیر است.

طرح مونتاژی که جوشکاری برجسته می‌شود باید الزامات فرآیند که در بند ۷ مشخص شده است را در نظر بگیرد. شکل هر دو قطعه باید بگونه‌ای باشد تا اتصال مناسب بین طرح و سطحی که می‌خواهد جوشکاری شود را ایجاد کند، تا اجازه فروپاشی آزاد^۲ در پاسخ به فرآیند جوشکاری را دهد.

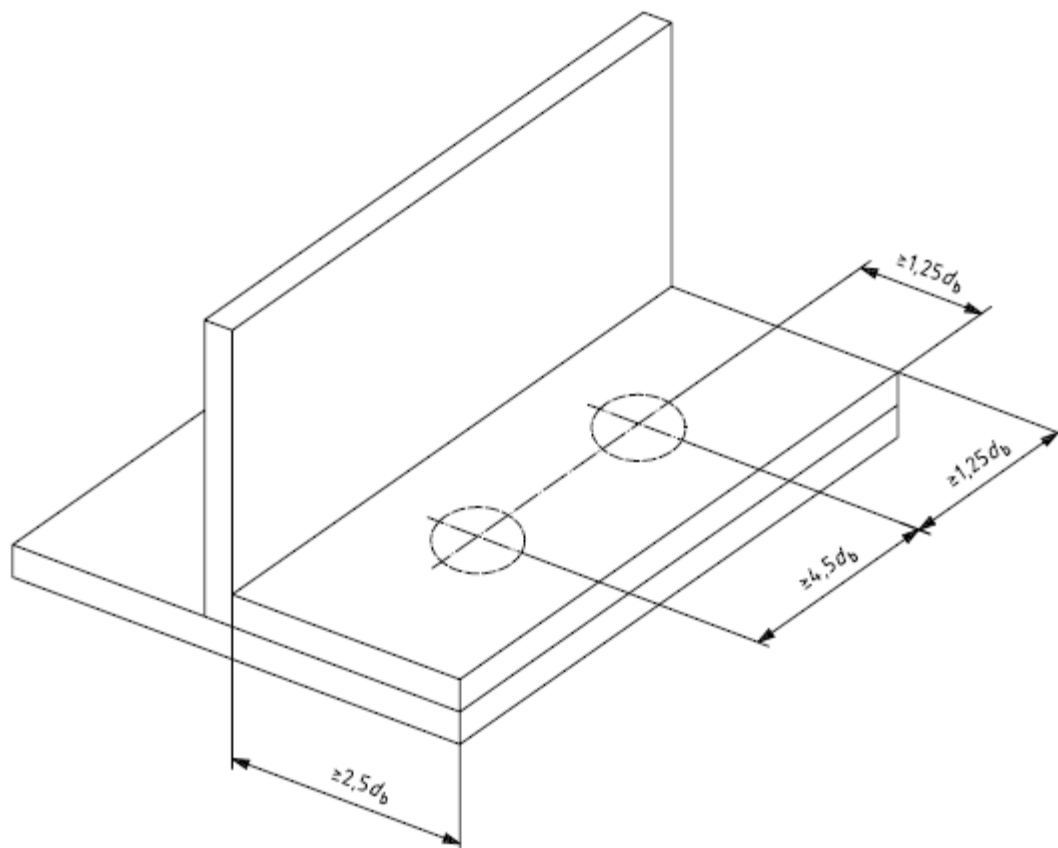
۲-۱-۶ جانمایی برجستگی‌ها

محل برجستگی‌های ایجاد شده از لبه هر قطعه تابعی از قطر پایه طرح (d_b)، و بنابراین ضخامت ورق (t) است. همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، فاصله لبه نباید کمتر از $1.25 d_b$ باشد.

1 - Pickled condition

2 -unimpeded collapse

باید به این نکته توجه شود که فاصله‌های لبه کوتاه ممکن است اثر منفی روی کیفیت جوش بگذارد. در این مورد، توصیه می‌شود تا اندازه اسمی جوش کمتر از مقادیر آورده شده در بند ۸-۲-۱ مشخص شود و حد مجاز برای یک استحکام جوش کمتر در طرح باید در نظر گرفته شود (به بند ۸-۲-۳ مراجعه شود).
گام جوش (به شکل ۱ مراجعه شود)، از $4/5 d_b$ نباید کمتر باشد و ترجیحا بزرگتر باشد. برای جلوگیری از اندازه-های جوش نامتعادل در آرایه‌های چندتایی، از تغییرهای بزرگ گام باید خودداری شود. گام خطی باید در $\pm 10\%$ حفظ شود، تا فاصله بین جوش کمتر از حداقل مشخص شده نشود.



راهنما:

d_b قطر اسمی پایه ی برجستگی

شکل ۱- شرایط لبه و گام جوش توصیه شده

۶-۲ ابعاد برجستگی

۶-۲-۱ کلیات

برجستگی‌های ایجاد شده گرد باید مطابق با استاندارد ISO 8167 باشند. هنگامی که تعدادی جوش برجسته در یک عملیات جوش زده می‌شود (یک آرایه)، ارتفاع هر برجستگی تکی این گروه روی قطعه نباید بیشتر از $\pm 5\%$ تغییر کند و فاصله گذاری حتی باید برای تامین توزیع یکنواخت و برای کل گروه یا آرایه باشد. برجستگی‌های کشیده می‌تواند جایگزین برجستگی‌های گرد استاندارد شود. در این مورد، محور کوچک باید برابر با قطر برجستگی گرد مشخص شده برای ضخامت‌های ورق مشخص در استاندارد ISO 8167 باشد. اندازه و شکل برجستگی باید به گونه‌ای طراحی شوند تا منطقه جوش یا استحکام لازم را برآورده سازد. استحکام برجستگی باید قادر به پشتیبانی تحمل بار اعمالی، بدون فروپاشی سرد^۱ بیش از حد باشد. بطور مثال بیشترین کاهش مجاز در ارتفاع طرح نباید از 20% بیشتر شود.

۶-۲-۲ ضخامت غیر مشابه ورق

زمانی که ورق‌های جوشکاری ضخامت غیر مشابه دارند، توصیه می‌شود ابعاد برجستگی‌ها برای هر کدام از دو ورق که نازک‌تر است مشخص شود. برجستگی‌ها باید در ورق ضخیم‌تر ساخته شوند.

۶-۲-۳ آرایه چند جوشی

در کاربردهایی که بیشتر از یک برجستگی جوش برای اتصال دو قطعه ورق فلزی در یک نقشه استفاده می‌شود، برای جلوگیری از محدودیت‌های مکانیکی که اگر هر جوش به ترتیب زده شود می‌تواند رخ دهد، همه قطعات باید همزمان جوش داده شوند. جوش‌های برجسته ترتیبی تولید شده بین دو قطعه، تحت پوشش این استاندارد ملی قرار نمی‌گیرند. اگر هندسه اجزا این نیاز را ایجاد کند، یا اینکه برجستگی‌ها در نقشه یکسان قرار نگیرند، می‌توان در این قانون استثنا قائل شد. در همه موارد آرایه‌های حاصله باید دیگر الزامات این استاندارد ملی را برآورده کنند.

معیارهای طراحی حاکم بر اندازه، گام و فواصل لبه در بندهای ۶-۱-۲ و ۷-۳-۱ ارائه شده است.

۶-۳ ملاحظات ساخت فرعی

قطعاتی که می‌خواهند جوش داده شوند باید عاری از اعوجاج، پلیسه و دیگر عیوب باشند که در هر صورت با تماس مناسب الکتریکی و فیزیکی الکتروود یا فصل مشترک برجستگی‌ها تداخل دارد یا مانع فروپاشی مناسب برجستگی در حین فرآیند جوشکاری می‌شود.

1 - Cold collapse

۷ تجهیزات جوشکاری

۱-۷ دستگاه جوشکاری

توصیه می‌شود یک دستگاه با عملکرد مکانیکی و الکتریکی مناسب برای جوشکاری برجسته تکی و چندتایی در مشخصات روش انجام جوشکاری (WPS)، مشخص شود (به استاندارد ISO 15609-5 مراجعه شود). الزامات کاربردی همچون عملکرد نیروی الکتروود، برنامه‌های فشار یا جریان، توزیع جریان روی منطقه جوش موثر، دوره کاری حرارتی دستگاه و هر ابزار ضروری (به بند های ۴-۳-۷ و ۵-۳-۷ مراجعه شود) باید در نظر گرفته شود. مشخصات روش جوشکاری باید شماره‌های سریال یا کارخانه دستگاه و زمان کنترل/ برنامه ریز آن، سرویس لازم و تمام تنظیمات ثابت شده و مولفه‌های کنترل بازخوردی هر کاربرد را مشخص کند.

۲-۷ مجموعه الکتروود (ابزار کاری)

نگهدارنده‌های الکتروود و رساناها باید با استحکام، سطح مقطع، رسانایی و صلبیت^۱ کافی برای حمل جریان جوشکاری و تحمل نیروی الکتروود بدون گرمای بیش از حد یا تغییر شکل ساخته شوند. تنها قسمت در تماس با قطعه کار، که مدار جوش را تشکیل می‌دهد باید الکتروود(ها) یا غلاف(ها)^۲ باشد، همان-گونه که در پیوست A استاندارد ISO 5182:1991 توصیه شده است.

۳-۷ طرح مجموعه الکتروود

۱-۳-۷ رویه تماس

شکل سطح الکتروود یا غلاف آن باید بگونه‌ای باشد که تماس فیزیکی و الکتریکی مانوسی در تمام منطقه موثر جوشکاری روی هر دو طرف قطعاتی که می‌خواهند مونتاژ شوند را اطمینان دهد. وقتی الکتروودهای مدور استفاده می‌شوند، با یا بدون غلاف، برای تولید جوش‌ها با استفاده از طرح‌های استاندارد، قطر سطح آن‌ها نباید کمتر از $3d_b$ باشد. فاصله بین مرکز برجستگی و لبه سطح تماس (الکتروود) نباید کمتر از $1.25 d_b$ باشد (در صورت امکان توصیه می‌شود این عدد بطور قابل توجهی بزرگتر باشد). بعلاوه در جایی که رویه‌های الکتروود مستطیلی با برجستگی‌های گرد یا کشیده استفاده می‌شود، فاصله بین لبه رویه الکتروود و برجستگی نباید کمتر از $1.25 d_b$ باشد.

۲-۳-۷ غلاف‌های الکتروود

وقتی غلاف‌ها استفاده می‌شوند باید پشتیبانی مکانیکی کافی برای مقاومت در برابر نیروی الکتروود اعمالی را داشته باشند. اطمینان از هدایت الکتریکی و گرمایی باید از طریق عمر کاری آن‌ها، کم کردن مقاومت تماس بین

1 - Rigidity

2 - Insert(s)

پشت بندها و الکتروود مشخص شود. غلاف‌هایی که از مواد گروه الف و ب تولید می‌شوند، همان‌گونه که در استاندارد ملی ۱۲۸۲۲ مشخص شد، نباید بوسیله لحیم کاری محکم شوند. برای اطمینان از تولید رضایت بخش، بازرسی و نگهداری کافی توصیه می‌شود. غلاف‌های ضخیم‌تر از ۱۶ mm ممکن است تاثیر منفی بر روی مشخصه‌های الکتریکی و گرمایی مجموعه الکتروود بگذارد.

۷-۳-۳ خنک کردن الکتروود

مسیرهای خنک کاری باید تا حد امکان به فصل مشترک جوشکاری نزدیک باشند بدون اینکه برای اثر بخشی الکتروودها مشکلی ایجاد کنند.

۷-۳-۴ موقعیت قطعات (تجهیز)^۱

در حین طراحی/استفاده از ابزارها برای قرار دادن یا بستن قطعات، باید احتیاط لازم بمنظور اطمینان از عدم بروز مسیر برق دزدی^۲ بین قطعاتی که جوش می‌شوند صورت پذیرد. این گونه ابزارها نباید مانع فروپاشی آزاد طرح‌ها در حین جوشکاری شوند. باید از تمام تماس‌های الکتریکی بین اجزا به جز از طریق طرح‌ها، که مستعد بروز برق دزدی غیر قابل پیش بینی می‌شود، جلوگیری شود.

۷-۳-۵ ملاحظات طراحی تجهیز

مجموعه الکتروود (تجهیز) باید به نحوی طراحی شده و در دستگاه جوشکاری قرار داده شود، تا از توزیع یکسان نیروهای مکانیکی و جریان بین تمام برجستگی‌هایی که بصورت همزمان تولید می‌شوند، اطمینان حاصل شود. در کل، مواد مغناطیسی نباید در ساخت مجموعه الکتروود یا در هر قسمت داخل تجهیز یا نزدیک میدان جریان ثانویه، استفاده شود.

۸ ارزیابی جوش - آزمون‌های نوعی

۸-۱ کلیات

اثربخشی فرآیند جوشکاری/دستگاه/تجهیز و شرایط/تنظیماتش باید با استفاده از قطعات واقعی تایید شود. هنگامی که این کار غیر عملی است، ممکن است قطعه‌های آزمون از همان بهر در آزمون جایگزین شوند، تا اطمینان از شرایط تولید واقعی همانند تلفات گرمایی یا القایی فراهم شود. یک روش انجام کار برای هر ماشین، قطعه و ابزار کاری، ماده و کاربرد جوشکاری باید ایجاد شود. ثبت روش باید بر پایه اطلاعات فراهم شده در استاندارد های ISO 15609-5 و ISO 15614-12 باشد.

1 - Tooling

2 - Shunt paths

آزمون‌های نوعی زیر باید انجام شود:

الف- آزمون برش مطابق با استاندارد ISO 14272؛

ب- آزمون کشش مقطع عرضی مطابق با استاندارد ISO 14273.

علاوه بر این یک آزمون پیچش نیز ممکن است انجام شود (به استاندارد ISO 17653 مراجعه شود).

در آخر آزمون‌های متالوگرافی و چشمی مطابق با بندهای ۸-۲-۴ و ۸-۳ باید انجام شود.

مجموعه جوش شده باید مطابق با طرح‌های مربوطه باشد، مگر غیر از این مشخص شود، یک فاصله جدایش ورقی باید رواداری شود تا الزامات آزمون بند ۸-۲ را برآورده کند.

۸-۲ الزامات آزمون

۸-۲-۱ قطر جوش

میانگین قطر جوش باید از آزمون برش، آزمون کشش مقطع و هر جا که مربوط باشد از آزمون پیچش، اندازه گیری شود. نباید زیر $d_b \cdot 0.8$ باشد (به پیوست ب مراجعه شود)، مگر زمانی که الزامات مشخصات روش انجام جوشکاری مربوط برای کاربردها این اجازه را دهد.

قطر متوسط، میانگین دو قطر اندازه گیری شده در زاویه‌های قائمه در نظر گرفته می‌شود، یکی از آن‌ها باید کمترین قطر ظاهری باشد.

در مواردی که یک عرض فلانچ کوچک مشخص شده باشد، با جلوگیری از رابطه تجویز شده بین اندازه جوش، ضخامت ورق و فاصله لبه ($d_b \cdot 1.25$) یک سائز جوش کوچکتر باید مشخص شود و در مشخصات جوشکاری برای این کاربرد اشاره شود. در این حالت باید محاسبات طراحی برای استحکام کمتر مجاز شود (به بند ۸-۲-۳ مراجعه شود).

۸-۲-۲ نحوه شکست جوش

تمام جوش‌های داده شده روی قطعه‌ها یا آزمون‌ها که از قطعاتی با ضخامت ورق $t < 2 \text{ mm}$ بریده شده باشند، باید در آزمون پوسته^۱ یا اسکنه یک تویی از روی نمونه جدا کنند.

نحوه شکست تویی در آزمون پوسته یا اسکنه آزمون‌هایی که از قطعاتی بریده می‌شوند که ضخامت ورق آن‌ها $t < 2 \text{ mm}$ باشد، مطلوب است. در صورتیکه الزامات استحکام با بند ۸-۲-۳ مطابق باشد، شکست سطحی مجاز است.

اندازه جوش باید با اندازه گیری قطر جوش همانگونه که در استاندارد ISO 14329 مشخص شده، تعیین شود.

1 - Chisel test

۸-۲-۳ استحکام جوش

استحکام جوش با اندازه جوش، ضخامت ورق، استحکام فولاد و یکپارچگی منطقه جوش تعریف می‌شود. کمترین مقادیر معمول برای جوش‌های برجسته تکی در فولادهای کم کربن وقتی در برش آزمون می‌شوند در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر ارائه شده قطرهای جوش بین $\sqrt{t}$ و $\frac{3}{5}\sqrt{t}$ و $\frac{6}{5}\sqrt{t}$ باشد که t ضخامت ورق است و از آزمون-های برشی با ابعاد مشخص شده در استاندارد ملی مناسب تولید شده‌اند را پوشش می‌دهد. در جایی که اتصالات بین ورق‌هایی با ضخامت غیر مشابه ایجاد شد، الزام کمترین استحکام برشی جوش باید با ضخامت ورق نازک‌تر تعیین شود.

مقادیر ارائه شده در جدول ۱ کمترین مقادیر برای استفاده در محاسبات طراحی ورق‌های فولادی کم کربن هستند. استحکام‌های بالاتر معمولاً با فولادهای با استحکام بالا بدست می‌آیند، در این مورد فرمول زیر ممکن است برای محاسبه کمترین استحکام برشی برای یک اندازه جوش داده شده بکار رود:

$$P_s = 2,6 t d R_m \quad (1)$$

که در آن:

P_s استحکام برشی جوش به kN

t ضخامت ورق به mm

d قطر جوش به mm

R_m استحکام کششی نهایی فولاد به MPa

۸-۲-۴ آزمون‌های چشمی و متالوگرافیک

قبل از هرگونه آزمون متالوگرافی، قطعات آزمون برای ظاهر و دندانها باید بصورت چشمی آزموده شوند و هرگونه عیوب جوش مشاهده شده باید گزارش شود. خوردگی حفره‌ای شدید، چاله‌های جوش یا پاشش‌های جوش نباید پذیرفته شود.

آزمون‌های ماکروسکوپی، اگر مشخص شده باشد، برای تایید هندسه جوش و شناسایی هر ناپیوستگی درستی باید استفاده شود. اندازه جوش، نوع جوش و موقعیت هر عیب جوشی یا اختلالات شناسایی شده باید ثبت شود. بنابراین برای مانع نشدن بازرسی چشمی، تمیز کاری، رنگ کردن یا عملیات دیگری که با آزمون‌های منطقه جوش تداخل پیدا می‌کنند باید روی هر مجموعه بعد از اینکه جوش آزمون شد، انجام شوند.

جدول ۱ - کمترین مقادیر استحکام برشی جوش بطور نمونه برای فولاد کم کربن

اسمی $6\sqrt{E}$		اسمی $5\sqrt{E}$		اسمی $4\sqrt{E}$		اسمی $3.5\sqrt{E}$		ضخامت ورق mm
استحکام جوش kN	قطر جوش mm	استحکام جوش kN	قطر جوش mm	استحکام جوش kN	قطر جوش mm	استحکام جوش kN	قطر جوش mm	
۲,۳	۴,۶	۲,۰	۳,۹	۱,۶	۳,۱	۱,۳	۲,۷	۰,۶
۴,۲	۵,۴	۳,۶	۴,۵	۳,۰	۳,۶	۲,۳	۳,۱	۰,۸
۵,۱	۶,۰	۴,۳	۵,۰	۳,۷	۴,۰	۳,۲	۳,۵	۰,۱
۶,۲	۶,۶	۵,۴	۵,۵	۴,۶	۴,۴	۴,۱	۳,۸	۱,۲
۸,۳	۷,۶	۷,۴	۶,۳	۶,۰	۵,۱	۵,۵	۴,۴	۱,۶
۱۳,۵	۸,۵	۱۰,۸	۷,۱	۸,۴	۵,۷	۷,۲	۵,۰	۲,۰
۱۷,۳	۹,۵	۱۴,۵	۷,۹	۱۱,۸	۶,۳	۱۰,۶	۵,۵	۲,۵
۲۲,۰	۱۰,۴	۱۷,۸	۸,۷	۱۴,۰	۶,۹	۱۲,۰	۶,۰	۳,۰
یادآوری - این مقادیر می‌توانند برای محاسبات طراحی استفاده شوند. مقادیر بالاتر معمولاً در عمل بدست می‌آیند. همچنین استحکام‌های بالاتر، از فولادهای با استحکام بالاتر بدست می‌آیند.								

۸-۳ ظاهر جوش - شرایط سطح

بررسی‌های چشمی سطح ورق مواجه با برجستگی و چاله باقیمانده در پشت برجستگی فرو ریخته نباید هیچ ترک سطحی یا تخلخلی را آشکار کند. پس رانش‌های سطحی^۱ که گاهی به ترک سطحی (ویسکرز) بازمی‌گردد، نباید پذیرفته شوند.

۸-۴ اعوجاج

اگر فلز اصلی به وسیله الکترودهای جوشکاری به شدت تغییر شکل یابد، یا دو ورق در حین فرآیند جوشکاری نا هم‌راستا شوند، یا درجات مختلف جدایش در جایی که بیش از یک جوش برجسته در یک فرآیند ایجاد می‌شود، رخ دهد، جوش باید غیر قابل قبول در نظر گرفته شود.

۹ ارزیابی جوش - آزمون‌های معمول

۹-۱ کلیات

برای اطمینان از ثبات کیفیت جوش‌های یکنواخت در تولید جوش‌های برجسته، یک سیستم از آزمون‌های معمول باید ایجاد شود. آزمون باید با استفاده از قطعات واقعی یا قطعه‌های آزمون از همان بهر مواد انجام شود، تا

1 - Surface expulsions

اطمینان از اینکه شرایط/ تنظیمات تولیدات واقعی استفاده شده، حاصل شود. اگر قطعات آزمون استفاده شود، در آماده سازی نمونه‌ها تلفات بعثت اثر القایی و برق دزدی باید در نظر گرفته شوند. تواتر آزمون باید همانند ذکر شده در بند ۹-۲ باشد.

آزمون‌های معمول زیر باید برای اطمینان از کیفیت جوش برجسته یکنواخت در شرایط تولید اجرا شوند:

الف- بررسی‌های چشمی؛

ب- آزمون پوسته مکانیکی مطابق با استاندارد ISO 14270 یا آزمون پوسته دستی و آزمون اسکنه مطابق با استاندارد ISO 10447.

هیچ تمیز کاری، رنگ آمیزی، آبکاری یا عملیات دیگری که درگیر با آزمون منطقه جوش شود باید تا زمانی که بازرسی تمام شود بر روی مجموعه، انجام نشود. در جایی که قطعات آزمون در آزمون‌ها استفاده می‌شوند، سطح قطعات آزمون‌ها باید با دارای همان کیفیت مجموعه واقعی که جوش داده می‌شود، باشد. الزامات آزمون باید همانند آن‌هایی که در بند ۸ مشخص شده باشد.

۹-۲ تواتر آزمون

آزمون‌ها باید برای هر یک از موقعیت‌های زیر انجام شوند:

الف- در شروع و خاتمه هر نوبت یا بازه تولید؛

ب- بلافاصله بعد از قرار دادن الکترودهای جدید یا تعمیر شده در دستگاه؛

پ- هر زمان که یکی از این‌ها رخ دهد: نگهداری بزرگ، تعمیرات، تغییر در اجزای کلیدی دستگاه یا اینکه تنظیمات دستگاه عوض شوند؛

ت- بلافاصله بعد از تغییر در قطعه یا منبع تامین مواد؛

تولید نباید آغاز شود مگر آنکه آزمون جوش رضایت بخشی در آغاز هر بازه کاری بدست آید.

در صورت وقوع عدم تطابق یا شکست هر قطعه آزمون، ۱٪ یا ۵ مجموعه، هر کدام که کمتر است، باید بصورت تصادفی از موارد تولیدی تولید شده با آن دستگاه تا آزمون قبلی، انتخاب شود. این‌ها باید مطابق با روش انجام کار مشخص شده در ۹-۱ آزموده شوند. در صورت وقوع شکست هر مجموعه انتخابی، باید فرض شود که همه مجموعه‌های تولید شده در حین دوره، مطابق با این استاندارد ملی نیست.

۱۰ تعمیر مجموعه‌های نامنطبق

این استاندارد ملی اجازه تعمیر مجموعه‌های نامنطبق را توسط جوش مجدد همان قطعات با استفاده از جوشکاری برجسته، نمی‌دهد.

یادآوری- تعمیر با استفاده از روش‌های جوشکاری دیگر توصیه نمی‌شود و تحت پوشش این استاندارد ملی نیست.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

توصیه‌هایی برای تجهیزات جوشکاری برجسته

تجهیزات جوشکاری برجسته باید از راهنمایی‌های آورده شده در استاندارد ISO 669 پیروی کنند. دستگاه باید مجهز به کنترل خودکار شود تا دست کم ادامه چرخه عملیات‌ها به ترتیب داده شده را انجام دهد:

الف- آوردن الکترودها برای تماس با قطعه، و اعمال نیروی جوشکاری به قطعه کار؛

ب- جاری کردن جریان جوشکاری برای زمان از پیش تعیین شده با حفظ نیروی جوشکاری؛

پ- قطع یا توقف جریان جوشکاری در پایان زمان از پیش تعیین شده؛

ت- حفظ نیروی جوشکاری برای حداقل 0.2 s [1 cycle (50 Hz)] - زمان نگهداری - بعد از قطع جریان؛

ث- آزاد کردن نیرو در پایان این زمان و برگشت دستگاه جوشکاری به شرایطی که آماده اجرای مجدد عملیات همان چرخه باشد.

برای اطمینان از به دست آوردن شرایط جوشکاری بهینه، نیروی جوشکاری، جریان جوشکاری، زمان جوش جایی که نیاز است، زمان فشردگی و زمان نگهداری باید دارای دامنه متغیر کافی باشند.

دستگاه‌های جوشکاری پایه دار، دستگاه‌های تفنگی، تجهیزات جوشکاری خودکار که تجهیزات بوسیله روبات‌ها یا تجهیزات تغذیه کننده خودکار تغذیه می‌شوند، جوشکارهای چندتایی و جوشکاری روباتیک تحت پوشش این استاندارد ملی قرار می‌گیرند. ابزار آلات موثر باید مشخص شوند و ابزارهای نگهدارنده و مقید کننده نباید با جوشکاری تداخل داشته باشند یا باعث برق دزدی جریان از طریق اتصالات شوند.

سر متحرک دستگاه باید آزاد باشد تا در جهت اعمال بار حرکت کند، بنابراین فروپاشی طرح را دنبال می‌کند و بار را روی جوش تا زمانی که شکل داده شود، حفظ می‌کند.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

رابطه بین ضخامت ورق و قطر برجستگی

(برگرفته از استاندارد ISO 8167)

توصیه می‌شود که برای کاربردهای مختلف و استحکام لازمی که بوسیله استحکام جوش و خواص ماده تعیین می‌شود، بر طبق ضخامت ورق، سه گروه از قطرهای برجسته زیر استفاده شود (به جدول ب-۱ مراجعه کنید).
-گروه الف- متشکل از برجسته‌های اندازه کوچک برای کاربردهایی که فضا محدود است یا کمترین علامت گذاری نیاز است.

-گروه ب- طرح‌های کاربردهای استاندارد که معمولاً به فضای بیشتر نیاز دارند و علامت‌های بزرگتری نسبت به طرح‌های گروه الف بجا می‌گذارند.

-گروه پ- طرح‌های اندازه بزرگ برای کاربردهای فولاد با استحکام بالا که فضا و شکل کاربرد و استفاده از طرح‌های چندتایی را محدود می‌کند، بطور معمول با فولادهای با استحکام بالا استفاده می‌شوند.

جدول ب-۱- گروه‌های قطرهای برجستگی

قطر برجستگی، d_b			ضخامت فلز t
گروه C	گروه B	گروه A	
۲٫۵	۲٫۰	۱٫۶	$t \leq ۰٫۵$
۳٫۲	۲٫۵	۲٫۰	$۰٫۵ < t \leq ۰٫۷۳$
۴٫۰	۳٫۲	۲٫۵	$۰٫۷۳ < t \leq ۱٫۰$
۵٫۰	۴٫۰	۳٫۲	$۱٫۰ < t \leq ۱٫۶$
۶٫۳	۵٫۰	۴٫۰	$۱٫۶ < t \leq ۲٫۵$
۸٫۰	۶٫۳	۵٫۰	$۲٫۵ < t \leq ۳٫۰$

یادآوری- برای فولادهای پوشش دار خاصی برجستگی‌های بزرگتری در مقایسه با فولادهای بدون پوشش نیاز است، بطور مثال:
الف- پوشش‌های آلایژ روی= فولادهای بدون پوشش.

ب- پوشش روی.

پ- پوشش آلومینیوم= برجستگی‌های بزرگتر نسبت به فولادهای بدون پوشش.

برای مثال، اگر طرح گروه ب برای فولاد بدون پوشش انتخاب شود، اگر یک دکمه جوش ذوب شده نیاز باشد، سپس یک برجستگی گروه پ باید برای ورق‌هایی با ضخامت یکسان جهت فولاد پوشش دار انتخاب شود. در مورد فولادهای با پوشش روی استفاده از برجستگی‌های کوچکتر بطور معمول جوش حالت جامد را نتیجه خواهد داد. باید مشخص شود که استحکام جوش‌های حالت جامد می‌تواند مشابه آنچه با دکمه جوش بدست می‌آید، باشد.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

شرایط معمول جوشکاری برجسته

هنگام استفاده از شکل طرح و ابعاد اشاره شده در پیوست ب، جدول پ-۱ تا پ-۴ در مورد شرایط جوشکاری برجسته فولادهای پوشش دار و بدون پوشش با ضخامت‌های معمول استفاده شده در این استاندارد ملی راهنمایی ارائه می‌کند. این‌ها ممکن است بسته به رفتار مکانیکی (سفتی، محرک نیروی الکتروود و هندسه الکتروود) و مشخصه‌های الکتریکی تجهیزات جوشکاری نیاز به اصلاح داشته باشند (به استاندارد ISO 669 مراجعه کنید).

زمانیکه ورق‌هایی با ضخامت غیر مشابه جوشکاری می‌شوند، شرایط جوشکاری ممکن است بر پایه نازکترین ورق یا دومین ورق نازک، زمانیکه سه ضخامت جوشکاری می‌شوند، باشد.

در مورد فولادهای استحکام بالا ممکن است تا ۲۰٪ نیروی الکتروود بالاتر نیاز باشد. جریان جوشکاری بسته به درجه فولاد استحکام بالا که تحت جوش قرار می‌گیرد، ممکن است تا ۲۰٪ کاهش یابد.

زمانیکه تا سه برجستگی جوشکاری می‌شود، نیرو و جریان باید در تعداد طرح‌ها ضرب شود. وقتی بیشتر از سه برجستگی جوشکاری شود، نیرو و جریان باید در ۰/۸ تعداد برجستگی‌های جوش ضرب شود.

یادآوری - زمان جوشکاری مستقل از تعداد برجستگی‌هاست.

جدول پ-۱ - برجستگی‌های معمول - شرایط جوشکاری (فولاد ساده بدون پوشش/فولاد با پوشش آلیاژ آهن - روی)

(برجستگی‌های گروه ب)

شناسه گذاری برجستگی (گروه ب ISO8167 mm)	شرایط جوشکاری				ضخامت ورق mm	
	شدت جریان kA	زمان جوشکاری		نیرو kN	تا و شامل	بالاتر از
		s	چرخه‌ها (در ۵۰ Hz)			
۲/۰	۳/۵	۰/۱۶	۸	۰/۴	۰/۵	۰/۴ ^a
۲/۵	۴	۰/۲۴	۱۲	۰/۵	۰/۶	۰/۵
۳/۲	۶	۰/۳۴	۱۷	۰/۹	۱/۰	۰/۶
۴/۰	۸	۰/۴	۲۰	۱/۴	۱/۶	۱/۰
۵/۰	۱۰	۰/۵	۲۵	۲/۲	۲/۵	۱/۶
۶/۳	۱۲	۰/۵	۲۵	۲/۶	۳/۰	۲/۵
^a این محدوده شامل ضخامت mm ۰/۴ بعنوان حد پایین‌تر است.						

جدول پ-۲- برجستگی‌های معمول - شرایط جوشکاری (پوشش روی - ۵۳٪ آلومینیوم)

(برجستگی‌های گروه ب)

شناسه گذاری برجستگی (گروه ب ISO8167 mm)	شرایط جوشکاری			ضخامت ورق mm	
	شدت جریان kA	زمان جوشکاری		نیرو kN	تا و شامل بالا تر از
		s	چرخه‌ها (در ۵۰ Hz)		
۱/۶	۵	۰/۰۸	۴	۰/۴	۰/۲
۲/۰	۸	۰/۱۶	۸	۰/۵	۰/۴
۲/۵	۱۰	۰/۲۴	۱۲	۰/۹	۰/۵
۳/۲	۱۲/۶	۰/۳۴	۱۷	۱/۴	۱/۰
۴/۰	۱۴	۰/۴	۲۰	۲/۲	و بالاتر ۱/۰

جدول پ-۳- برجستگی‌های معمول - شرایط جوشکاری (گروه آبکاری الکتریکی روی و روی غوطه وری گرم)

(برجستگی‌های گروه ب)

شناسه گذاری برجستگی (گروه ب استاندارد ISO8167 mm)	شرایط جوشکاری			ضخامت ورق mm	
	جریان kA	زمان جوشکاری		نیرو kN	تا و شامل بالا تر از
		s	چرخه‌ها (در ۵۰ Hz)		
۲/۰	۴	۰/۲۴	۱۲	۰/۵	۰/۴
۲/۵	۶	۰/۳۴	۱۷	۰/۹	۰/۵
۳/۲	۸	۰/۴	۲۰	۱/۴	۱/۰
۴/۰	۱۰	۰/۵	۲۵	۲/۲	۱/۶
۵/۰	۱۲	۰/۵	۲۵	۲/۶	۲/۰

جدول پ-۴- برجستگی‌های معمول - شرایط جوشکاری (گروه آبکاری الکتریکی روی و روی غوطه‌وری گرم)

(طرح‌های گروه پ)

نشان‌گذاری برجستگی (گروه ب استاندارد ISO8167 mm)	شرایط جوشکاری				ضخامت ورق mm	
	جریان kA	زمان جوشکاری		نیرو kN	تا و شامل	بالاتر
		s	چرخه‌ها (در ۵۰ Hz)			
۲٫۵	۷	۰٫۳۴	۱۷	۱٫۰	۰٫۵	۰٫۴
۳٫۲	۹	۰٫۴۰	۲۰	۱٫۵	۰٫۶	۰٫۵
۴٫۰	۱۱	۰٫۵۰	۲۵	۲٫۰	۱٫۰	۰٫۶
۵٫۰	۱۳	۰٫۶۰	۳۰	۲٫۶	۱٫۶	۱٫۰
۶٫۳	۱۵	۰٫۷۰	۳۵	۳٫۰	۲٫۵	۱٫۶
۸	۱۸	۰٫۸۰	۴۰	۳٫۵	۳٫۰	۲٫۵

پیوست ت

(اطلاعاتی)

فهرست بخشی از انواع فولاد قابل کاربرد با این استاندارد

ت-۱ فولاد بدون پوشش

مواد ورق و تسمه باید مطابق با الزامات کلی و ترکیب شیمیایی مشخص شده در استاندارد ISO 3574 باشد. فولاد نورد گرم شده برای نتایج بهتر باید در شرایط اسید شویی شده نگهداری شود و باید مطابق با الزامات استانداردهای ISO 3573، ISO 4950-1 و ISO 4950-2 باشد.

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

انواع مختلف پوشش‌های روی با زیرلایه‌های فولادی و عملیات سطح مختلف وجود دارد. آن‌ها باید با الزامات کلاف فولادی و طول برش زده با پوشش روی غوطه وری داغ و آهن-روی (گالوانیزه)، در شکل دهی و درجه‌های ساختاری مشخص شده در استانداردهای ISO 3575 و ISO 4998 مطابقت کند. انواع پوشش و جرم پوشش باید مطابق با این استانداردها باشد، پوشش‌های روی جرم کمتر و پوشش‌های آلیاژ روی بیشترین قابلیت جوشکاری را دارند.

ت-۳ فولاد با پوشش روی الکترولیتی

فولاد پوشش روی الکترولیتی باید بوسیله رسوب الکترولیتی روی خالص بر روی فولاد کم کربن تولید شود. بیشترین ضخامت پوشش باید بطور اسمی $15 \mu\text{m}$ (جرم پوشش 107 g/m^2) روی هر سطح باشد و باید برای درجات قابلیت جوشکاری بیشتر مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۳۹۱۸ باشد.

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

چنین پوشش‌هایی که بصورت الکترولیتی رسوب داده می‌شوند باید بیشترین ضخامت پوشش به $7 \mu\text{m}$ (=جرم پوشش 51 g/m^2) روی هر سطح محدود شود.

ت-۵ فولاد با پوشش آلومینیوم

فولادی پوشش داده شده با آلومینیوم که بوسیله فرآیند غوطه وری گرم تولید شده، پوشش دارای ۵٪ تا ۱۱٪ سیلیسیم، باید مطابق با استاندارد ISO 5000 باشد. فولادهای با پوشش آلومینیوم همچنین ممکن است بوسیله روش پیوند نورد تولید شوند. جرم پوشش اسمی تا 150 g/m^2 برای دو سطح، بعنوان راحت‌ترین قابلیت جوشکاری در نظر گرفته می‌شود.

ت-۶ فولاد با پوشش روی- (۵۵-۵۰٪) آلومینیوم

فولاد با پوشش روی- (۵۵-۵۰٪) آلومینیوم تولید شده بوسیله فرآیند غوطه وری گرم با بیشترین جرم پوشش 185 g/m^2 برای دو سطح، برای راحت‌ترین قابلیت جوشکاری باید با استاندارد ISO 9364 مطابق باشند. ضخامتهای پوشش سنگین‌تر میتواند با اتخاذ شرایط جوش مناسب، جوش داده شود.

ت-۷ فولاد با پوشش روی-۵٪ آلومینیوم

فولاد با پوشش روی-۵٪ آلومینیوم باید بوسیله فرآیند غوطه وری داغ تولید شوند. بیشترین جرم پوشش برای بهترین قابلیت جوشکاری باید 180 g/m^2 برای دو سطح باشد.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [1] ISO 3573, Hot-rolled carbon steel sheet of commercial and drawing qualities
- [2] ISO 3574, Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities
- [3] ISO 3575, Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of commercial and drawing qualities
- [4] ISO 4950-1, High yield strength flat steel products — Part 1: General requirements
- [5] ISO 4950-2, High yield strength flat steel products — Part 2: Products supplied in the normalized or controlled rolled condition
- [6] ISO 4998, Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of structural quality
- [7] ISO 5000, Continuous hot-dip aluminium-silicon-coated cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities
- [8] ISO 5002, Hot-rolled and cold-reduced electrolytic zinc-coated carbon steel sheet of commercial and drawing qualities
- [9] ISO 9364, Continuous hot-dip aluminium/zinc-coated steel sheet of commercial, drawing and structural qualities
- [10] ISO 17653, Destructive tests on welds in metallic materials — Torsion test of resistance spot welds