جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران

نشریه شماره ۲۲۸

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران

نشریه شماره ۲۲۸

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۰/۰۰/۵۱

۱۳۸۰

فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها

آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.

۳٦۰ص.: مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲۲۸)(انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۰/۰۰/۵۱)

ISBN 964-425-288-8

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۵/۵۸٤۱-٥٤/۲۱۱۱ مورخ ۱۳۸۰/۵/۷

واژه‌نامه: انگلیسی - فارسی

۱. جوشکاری - استانداردها. ۲. آیین‌نامه‌ها - ایران. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

ش.۲۲۸ ۲٤س/۳٦۸ TA

شابک ۸-۲۸۸-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-288-8

آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران

تهیه کننده: دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول: ۳۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰

قیمت: ۱۸۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

ریاست جمهوری
سازمان‌مدیریت‌وبرنامه‌ریزی‌کشور
دفتر رئیس

بسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۵/۵۸۴۱-۵۴/۲۱۱۱
	تاریخ : ۱۳۸۰/۵/۷

موضوع : آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت۱۴۸۹۸ه ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۲۲۸ دفتر امور فنی وتدوین معیارهای این سازمان، با عنوان **آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران** از نوع گروه اول، ابلاغ می گردد، تا از تاریخ ۱۳۸۰/۹/۱ به اجرا در آید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی الزامی است، ولی در یک دوره گذر سه ساله تا ۱۳۸۳/۹/۱، استفاده از دیگر آیین نامه های معتبر مجاز خواهد بود.

محمدرضا عارف

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردهای ملی برای طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی آنها از اهمیتی ویژه برخوردار است. نظام جدید فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی مورد تأکید جدی قرار داده است.

سازه فولادی مجموعه‌ای از اعضای باربر، ساخته شده از ورق و یا نیمرخ‌های فولادی است که به کمک اتصالات، اسکلت ساختمان را به وجود می‌آورند. نیمرخ‌های فولادی تولیدهای کارخانه‌ای هستند که با توجه به روش‌های تکامل یافته برای تولید آنها، غالباً رفتاری در حد انتظار از خود نشان می‌دهند. موضوعی که همیشه موجب نگرانی طراحان و سازندگان سازه‌های فولادی است، چگونگی رفتار اتصالاتی است که: (الف) برای ساخت اعضای مرکب از نیمرخ و ورق و (ب) برای یکپارچه نمودن اعضا (شامل تیر، ستون و مهاربندها) در محل گره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای ساخت اعضا و اتصال آنها به یکدیگر از پرچ، پیچ و جوش استفاده می‌شود. در ایران استفاده از جوش در ساختمان‌های متعارف بسیار رایج است. با توجه به قدمت نسبتاً طولانی استفاده از جوش در ساخت اسکلت فولادی در ایران و دیگر نقاط جهان، پیشرفت‌های قابل توجهی در شناخت جوش و توسعه فن‌آوری مربوط به آن صورت گرفته است، اما هنوز هم نگرانی‌هایی در مورد رفتار اتصالات جوشی به ویژه به علت صدمات به وجود آمده در اتصالات جوشی ساختمان‌های بلندمدت تحت اثر زلزله، در ذهن مهندسان وجود دارد.

استفاده از جوش در صنایع کشتی سازی، اتومبیل‌سازی، مخازن تحت فشار، خطوط انتقال گاز و نظایر آن، موفقیت آمیز بوده و اتصالات جوشی در آنها به طور مناسبی ایفای نقش نموده‌اند. بنابراین عامل اساسی بروز مشکلات در جوشکاری‌های ساختمانی، عدم رعایت اصول اساسی هنگام اجراست.

با توجه به موارد یاد شده و براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و تدوین معیارها اقدام به تهیه این آیین‌نامه نموده است به این امید که با افزایش آگاهی مهندسان، طراحان و دست‌اندرکاران مربوط در مورد طرح و اجرای ساختمان‌ها و رعایت ضوابط یاد شده، شاهد اجرای ساختمان‌های مقاوم‌تر و مناسب‌تر باشیم.

معاونت امور فنی از آقای مهندس شاپور طاحونی به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در تهیه و تدوین آیین‌نامه حاضر، قدردانی و تشکر می‌نماید. در ضمن لازم است از اساتید دانشگاههای کشور به ویژه آقایان دکتر قالیبافان، مهندس زندپارسا و مهندس تجلیل و شرکتهای مختلف تولیدی و صنعتی مرتبط با جوشکاری که نشریه حاضر را بررسی و در مورد آن اظهارنظر نموده‌اند، تشکر شود. از همکاران دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سرکار خانم بهناز پورسید و آقایان مهندس میرمحمود ظفری و مهندس مجید ابتسام که در تنظیم مطالب نشریه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

معاونت امور فنی توفیق روزافزون این عزیزان را در خدمت به جامعه مهندس کشور از درگاه متعال مسئلت دارد.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۰

فهرست مطالب

فصل ۱ کلیات ..... **(۱ تا ۵)**

۱ ـ ۱ گستره ۱

۱ ـ ۲ مصالح پایه ۲

۱ ـ ۳ فرآیندهای جوشکاری ۳

۱ ـ ۴ برش حرارتی ۴

۱ ـ ۵ مقررات ایمنی ۴

۱ ـ ۶ آحاد ۴

۱ ـ ۷ تعاریف عمومی ۴

فصل ۲ طراحی جوش درزها ..... **(۷ تا ۷۰)**

قسمت الف: مقررات عمومی

۲ ـ ۱ نقشه‌ها ۷

۲ ـ ۲ تنشهای مجاز ۹

۲ ـ ۳ مساحت، طول، اندازهٔ ساق و بُعد مؤثر گلوی جوش ۹

قسمت ب: جزییات سازه‌ای

۲ ـ ۴ ورقهای پُرکننده (لایی) ۱۴

۲ ـ ۵ جوش شیاری با نفوذ نسبی ۱۵

قسمت پ: جزییات جوش درزها

۲ ـ ۶ تأیید کیفیت درز ۱۶

۲ ـ ۷ جزییات جوش گوشه ۱۶

۲ ـ ۸ جزییات جوش انگشتانه و کام ۱۸

۲ ـ ۹ جوش شیاری با نفوذ کامل ۱۹

۲ ـ ۱۰ جوش شیاری با نفوذ نسبی ۴۳
۲ ـ ۱۱ اتصالات سپری مایل ۵۸

فصل ۳ ضوابط اجرایی ..... (۷۱ تا ۹۹)
۳ ـ ۱ کلیات ۷۱
۳ ـ ۲ آماده‌سازی فلز پایه ۷۲
۳ ـ ۳ مونتاژ (جمع کردن و خال زدن قطعات) ۷۸
۳ ـ ۴ کنترل اعوجاج و جمع‌شدگی ۸۲
۳ ـ ۵ رواداریهای ابعادی ۸۳
۳ ـ ۶ مقطع جوش ۹۱
۳ ـ ۷ تعمیر ۹۳
۳ ـ ۸ تقه‌کاری ۹۷
۳ ـ ۹ درزگیری ۹۷
۳ ـ ۱۰ لکهٔ قوس ۹۷
۳ ـ ۱۱ تمیزکاری جوش ۹۸
۳ ـ ۱۲ خاتمهٔ جوش ۹۸
۳ ـ ۱۳ پشت‌بند جوشهای شیاری ۹۹

فصل ۴ فرآیندهای جوشکاری ..... (۱۰۱ تا ۱۲۹)

قسمت الف: ضوابط کلی
۴ ـ ۱ ضوابط فلز الکترود (فلز پُرکننده) ۱۰۱
۴ ـ ۲ پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی ۱۰۲
۴ ـ ۳ کنترل حرارت القایی جوشکاری در فولادهای اصلاح‌شده ۱۰۶
۴ ـ ۴ تنش‌زدایی به‌کمک حرارت ۱۰۸

قسمت ب: جوشکاری قوسی دستی با الکترود روکشدار (SMAW)
۴ ـ ۵ الکترود برای جوشکاری قوسی با الکترود روکشدار ۱۰۹
۴ ـ ۶ دستورالعمل جوشکاری قوسی با الکترود روکشدار ۱۱۱

قسمت پ : جوشکاری قوسی زیرپودری (SAW)
۴ ـ ۷ ضوابط کلی ۱۱۳
۴ ـ ۸ الکترود و پودر جوشکاری برای جوش قوسی زیرپودری ۱۱۶

۴ ـ ۹ دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترود تک ۱۱۷
۴ ـ ۱۰ دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترود موازی ۱۱۷
۴ ـ ۱۱ دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترودهای چندگانه ۱۱۹

قسمت ت: جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز (GMAW)
جوشکاری قوسی با الکترود توپودری (FCAW)

۴ ـ ۱۲ الکترودها ۱۲۱
۴ ـ ۱۳ گاز محافظ ۱۲۱
۴ ـ ۱۴ دستورالعمل جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز و جوشکاری قوسی با الکترود توپودری با الکترود تک ۱۲۱

قسمت ث: جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی

۴ ـ ۱۵ ارزیابی روش، دستورالعمل جوشکاری و جزییات درز ۱۲۳
۴ ـ ۱۶ مقررات آزمایش کششی فلز جوش ۱۲۴
۴ ـ ۱۷ شرایط الکترودها و لوله‌های هادی ۱۲۴
۴ ـ ۱۸ گاز محافظ ۱۲۴
۴ ـ ۱۹ شرایط پودر ۱۲۵
۴ ـ ۲۰ دستورالعمل جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی ۱۲۵

قسمت ج: جوش انگشتانه و کام

۴ ـ ۲۱ جوش انگشتانه ۱۲۶
۴ ـ ۲۲ جوشهای کام ۱۲۷

قسمت چ: جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن تحت حفاظ گاز (GTAW)

۴ ـ ۲۳ ارزیابی روش، دستورالعمل، و جزییات درز ۱۲۷
۴ ـ ۲۴ الکترودهای تنگستن ۱۲۸
۴ ـ ۲۵ گاز محافظ ۱۲۸
۴ ـ ۲۶ فلز پُرکننده (الکترود قربانی) ۱۲۸

فصل ۵ ارزیابی ..... (۱۳۱ تا ۲۲۴)

قسمت الف: ضوابط کلی

۵ ـ ۱ دستورالعمل جوشکاری ارزیابی‌شده ۱۳۱
۵ ـ ۲ سایر دستورالعملهای جوشکاری ۱۳۲

۵ ـ ۳ جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری، و خال‌جوشکاران ۱۳۲
۵ ـ ۴ مسئولیت ارزیابی ۱۳۳

قسمت ب: ارزیابی دستورالعمل جوشکاری

۵ ـ ۵ ضوابط عمومی در ارزیابی دستورالعمل جوشکاری ۱۳۴
۵ ـ ۶ انواع آزمایشها ۱۴۱
۵ ـ ۷ فلز پایه و آماده‌سازی آن ۱۴۳
۵ ـ ۸ وضعیت جوشهای آزمایشی ۱۴۳
۵ ـ ۹ دستورالعمل جوشکاری درز ۱۵۱
۵ ـ ۱۰ آزمونه‌های جوش: تعداد، نوع، و آماده‌سازی ۱۵۱
۵ ـ ۱۱ روش آزمایش آزمونه‌ها ۱۷۰
۵ ـ ۱۲ پذیرش نتایج آزمایش ۱۷۱
۵ ـ ۱۳ ثبت نتایج و گزارش ۱۷۴
۵ ـ ۱۴ آزمایش مجدد ۱۷۴

قسمت پ: ارزیابی جوشکاران

۵ ـ ۱۵ کلیات ۱۷۴
۵ ـ ۱۶ ضوابط عمومی در ارزیابی جوشکاران ۱۷۴
۵ ـ ۱۷ آزمایشهای ارزیابی جوشکاران ۱۷۶
۵ ـ ۱۸ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در ورق با ضخامت نامحدود ۱۷۷
۵ ـ ۱۹ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در ورق با ضخامت محدود ۱۷۷
۵ ـ ۲۰ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در اتصالات لب به‌لب در لوله‌ها و قوطیها ۱۷۹
۵ ـ ۲۱ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در اتصالات T، Y و K در لوله‌ها و قوطیها ۱۸۱
۵ ـ ۲۲ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش گوشه و جوش انگشتانه ۱۸۳
۵ ـ ۲۳ وضعیت جوشهای آزمایشی ۱۸۴
۵ ـ ۲۴ فلز پایه ۱۸۴
۵ ـ ۲۵ دستورالعمل جوشکاری درز ۱۸۸
۵ ـ ۲۶ ورق آزمایشی و آزمونه‌ها: تعداد، نوع، و آماده‌سازی ۱۸۹
۵ ـ ۲۷ روش آزمایش آزمونه‌ها ۱۹۲
۵ ـ ۲۸ پذیرش ۱۹۳
۵ ـ ۲۹ آزمایش مجدد ۱۹۷

۵ ـ ۳۰ مدت زمان اعتبار ۱۹۸
۵ ـ ۳۱ ثبت نتایج ۱۹۹

قسمت ت: ارزیابی اپراتورهای جوشکاری

۵ ـ ۳۲ کلیات ۱۹۹
۵ ـ ۳۳ ضوابط عمومی در ارزیابی اپراتورهای جوشکاری ۱۹۹
۵ ـ ۳۴ ضوابط آزمایشهای ارزیابی ۲۰۰
۵ ـ ۳۵ فلز پایه ۲۰۴
۵ ـ ۳۶ دستورالعمل جوشکاری درز ۲۰۷
۵ ـ ۳۷ آزمونه‌ها: تعداد، نوع و آماده‌سازی ۲۰۷
۵ ـ ۳۸ روش آزمایش آزمونه‌ها ۲۰۸
۵ ـ ۳۹ پذیرش ۲۰۸
۵ ـ ۴۰ آزمایش مجدد ۲۱۰
۵ ـ ۴۱ مدت زمان اعتبار ۲۱۰
۵ ـ ۴۲ ثبت نتایج ۲۱۰

قسمت ث: ارزیابی خال‌جوشکاران

۵ ـ ۴۳ کلیات ۲۱۱
۵ ـ ۴۴ ضوابط عمومی ارزیابی خال‌جوشکاران ۲۱۱
۵ ـ ۴۵ آزمایشهای ارزیابی لازم ۲۱۲
۵ ـ ۴۶ فلز پایه ۲۱۲
۵ ـ ۴۷ آزمونه‌ها: تعداد، نوع، و آماده‌سازی ۲۱۳
۵ ـ ۴۸ روش آزمایش ۲۱۳
۵ ـ ۴۹ شرایط پذیرش ۲۱۳
۵ ـ ۵۰ آزمایش مجدد ۲۱۳
۵ ـ ۵۱ مدت زمان اعتبار ۲۱۴
۵ ـ ۵۲ ثبت نتایج ۲۱۴
پیوست اول ـ ضوابط گزارش‌های پیش‌ارزیابی‌شده ۲۱۵
پیوست دوم ـ فرم گزارش آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری ۲۱۷
پیوست سوم ـ فرم دستورالعمل جوشکاری (W.P.S) ۲۱۸
پیوست چهارم ـ گزارش آزمایش پرتونگاری ۲۲۰
پیوست پنجم ـ گزارش آزمایش ذرات مغناطیسی ۲۲۱

پیوست ششم ـ گزارش آزمایش ارزیابی جوشکاران ۲۲۲
پیوست هفتم ـ نمونه‌برداری برای آزمایش شارپی ۲۲۴

فصل ۶ بازرسی ..... (۲۲۵ تا ۲۷۱)

قسمت الف: ضوابط عمومی

۶ ـ ۱ کلیات ۲۲۵
۶ ـ ۲ بازرسی مصالح ۲۲۸
۶ ـ ۳ بازرسی دستورالعملهای جوشکاری و تجهیزات ۲۲۸
۶ ـ ۴ بازرسی جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری، و خال‌جوشکاران ۲۲۸
۶ ـ ۵ بازرسی کار و گزارشها ۲۲۸
۶ ـ ۶ وظایف سازنده ۲۲۹
۶ ـ ۷ آزمایشهای غیرمخرب ۲۳۰
۶ ـ ۸ دامنهٔ آزمایشهای غیرمخرب ۲۳۲

قسمت ب: آزمایش پرتونگاری جوشهای شیاری در درزهای لب به‌لب

۶ ـ ۹ کلیات ۲۳۳
۶ ـ ۱۰ روشهای پرتونگاری ۲۳۳
۶ ـ ۱۱ پذیرش جوش ۲۴۳
۶ ـ ۱۲ بررسی و گزارش نتایج عکسهای پرتونگاری ۲۴۴

قسمت پ: آزمایش فراصوتی جوشهای شیاری

۶ ـ ۱۳ کلیات ۲۴۴
۶ ـ ۱۴ اپراتورهای آزمایش فراصوت ۲۴۵
۶ ـ ۱۵ تجهیزات آزمایش فراصوت ۲۴۶
۶ ـ ۱۶ قطعات استاندارد مرجع ۳۴۹
۶ ـ ۱۷ ارزیابی تجهیزات ۳۴۹
۶ ـ ۱۸ تنظیم برای آزمایش ۳۵۲
۶ ـ ۱۹ روش آزمایش ۲۵۳
۶ ـ ۲۰ گزارشهای آزمایش ۲۵۸
۶ ـ ۲۱ واسنجی دستگاه فراصوت با قطعهٔ مرجع IIW ۲۵۸
۶ ـ ۲۲ روش ارزیابی تجهیزات ۲۶۱
۶ ـ ۲۳ تعیین لبه‌های عیب ۲۶۴

۶ ـ ۲۴ الگوهای روبش (جستجو) ۲۶۴

قسمت ت: سایر روشهای آزمایش

۶ ـ ۲۶ کلیات ۲۶۶

پیوست فصل ششم فرمهای ارزیابی آزمایش فراصوتی ۲۶۷

فصل ۷ جوشکاری گلمیخ ..... (۲۷۳ تا ۲۸۷)

۷ ـ ۱ دامنه ۲۷۳

۷ ـ ۲ ضوابط عمومی ۲۷۳

۷ ـ ۳ ضوابط مکانیکی ۲۷۴

۷ ـ ۴ ضوابط اجرایی ۲۷۷

۷ ـ ۵ تکنیک جوشکاری گلمیخ ۲۷۹

۷ ـ ۶ ضوابط ارزیابی گلمیخها ۲۸۱

۷ ـ ۷ کنترل در حین ساخت ۲۸۴

۷ ـ ۸ ضوابط بازرسی در حین تولید ۲۸۶

فصل ۸ جوش در سازه‌ها تحت بار استاتیکی ..... (۲۸۹ تا ۳۱۴)

قسمت الف: کلیات

۸ ـ ۱ دامنه ۲۸۹

۸ ـ ۲ فلز پایه ۲۹۰

قسمت ب: تنشهای مجاز

۸ ـ ۳ تنشهای مجاز فولاد پایه ۲۹۱

۸ ـ ۴ تنشهای مجاز جوش ۲۹۱

۸ ـ ۵ افزایش تنشهای مجاز ۲۹۳

قسمت پ: جزییات سازه‌ای

۸ ـ ۶ ترکیب جوشها ۲۹۳

۸ ـ ۷ جوشها در ترکیب با پرچها و پیچها ۲۹۳

۸ ـ ۸ جزییات جوش گوشه ۲۹۳

۸ ـ ۹ برون‌محوری ۲۹۷

۸ ـ ۱۰ تبدیل ضخامت یا عرض ۲۹۷

۸ ـ ۱۱ اتصال انتهایی تیر ۲۹۸
۸ ـ ۱۲ اتصالات اجزای اعضای ساخته‌شده از چند نیمرخ ۳۰۰

قسمت ت: ضوابط اجرایی

۸ ـ ۱۳ رواداریهای اجرا ۳۰۵
۸ ـ ۱۴ جوشهای موقت (جوشهای مونتاژ) ۳۰۶

قسمت ث: پذیرش

۸ ـ ۱۵ کیفیت جوش و شرایط پذیرش ۳۰۷

فصل ۹ سازه‌ها تحت بار دینامیکی ..... (۳۱۵ تا ۳۴۲)

قسمت الف: کلیات

۹ ـ ۱ دامنه ۳۱۵
۹ ـ ۲ فلز پایه ۳۱۶

قسمت ب: تنشهای مجاز

۹ ـ ۳ تنشهای مجاز جوش ۳۱۷
۹ ـ ۴ تنشهای خستگی ۳۱۷
۹ ـ ۵ ترکیب تنشها ۳۲۳
۹ ـ ۶ افزایش تنشهای مجاز ۳۲۳

قسمت پ: جزییات سازه‌ای

۹ ـ ۷ کلیات ۳۲۳
۹ ـ ۸ دهانه‌های ساده ۳۲۳
۹ ـ ۹ مشارکت سیستم سقف ۳۲۳
۹ ـ ۱۰ درزهای رویهم (پوششی) ۳۲۳
۹ ـ ۱۱ اتصالات گونیا و سپری ۳۲۴
۹ ـ ۱۲ درزها و جوشهای ممنوع ۳۲۴
۹ ـ ۱۳ ترکیب جوشها ۳۲۵
۹ ـ ۱۴ ترکیب جوش با پیچ و پرچ ۳۲۵
۹ ـ ۱۵ جزییات جوش گوشه ۳۲۵
۹ ـ ۱۶ برون‌محوری اتصالات ۳۲۶
۹ ـ ۱۷ اتصالات و وصلهٔ اعضای فشاری و کششی ۳۲۶

۹ ـ ۱۸ اتصالات یا وصلهٔ اتکایی در اعضای فشاری ۳۲۶
۹ ـ ۱۹ اتصالات اجزای اعضای ساخته‌شده از ورق و نیمرخ ۳۲۷
۹ ـ ۲۰ تبدیل ضخامت یا عرض در درزهای لب‌به‌لب ۳۲۸
۹ ـ ۲۱ تیر و شاهتیرها ۳۳۰

قسمت ت: ضوابط اجرایی

۹ ـ ۲۲ برش و آماده‌سازی لبه‌ها ۳۳۵
۹ ـ ۲۳ رواداریهای ابعادی ۳۳۵
۹ ـ ۲۴ جوشهای موقت ۳۳۷
۹ ـ ۲۵ ارزیابی جوشها و شرایط پذیرش ۳۳۷

پیوست اول فرآیندهای جوشکاری **۳۴۳**
۱ ـ جوش قوس الکتریکی با الکترود روکشدار (SMAW) ۳۴۴
۲ ـ جوش قوس الکتریکی زیرپودری (SAW) ۳۴۴
۳ ـ جوش قوس الکتریکی تحت حفاظ گاز (GMAW) ۳۴۵
۴ ـ جوش قوس الکتریکی با الکترود توپودری (FCAW) ۳۴۵

پیوست دوم برنامه‌ریزی آزمایشها **۳۵۱**

واژه‌نامه انگلیسی به‌فارسی **۳۵۳**

نمایه **۳۵۷**

فصل ۱

کلیات

۱ـ۱ گستره

۱ـ۱ـ۱ـ این آیین‌نامه مقررات جوشکاری سازه‌های فولادی را دربر می‌گیرد و باید همراه با آیین‌نامهٔ طرح سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار گیرد. کاربرد آیین‌نامه در محدودهٔ مهندسی عمران (شامل ساختمان، پل و...) است و نمی‌تواند در طراحی مخازن و لوله‌های تحت فشار مورد استفاده قرار گیرد.

۱ـ۱ـ۲ـ هدف آیین‌نامه ارائهٔ دستورالعملهای عمومی برای استفاده در شرایط متعارف است. برای حالات خاص که در گسترهٔ این آیین‌نامه قرار نمی‌گیرند، می‌توان از معیارهای خاص پذیرش استفاده کرد، مشروط بر اینکه این معیارها برمبنای مستندات نظری و علمی قرار داشته و توسط مهندس مشاور به‌تصویب رسیده باشند. این مستندات می‌توانند تجربیات موفق گذشته، نتایج آزمایشگاهی، و تحلیلهای مهندسی بر پایهٔ نوع مصالح، نوع بارگذاری و عوامل محیطی باشند.

۱ـ۱ـ۳ـ تمام مستندات پذیرش باید به‌تأیید مهندس مشاور و یا کمیسیون ویژه برسد.

۱ـ۱ـ۴ـ در صورتیکه آیین‌نامه در طرح مورد استفاده قرار گرفته باشد، تمام دستورالعملهای آن لازم‌الاجرا هستند، مگر دستورالعملهایی که در آیین‌نامه به‌صورت اختیاری ذکر شده باشند که

لازم‌الاجرا بودن آنها مشروط به‌درج در مشخصات فنی خصوصی است.

۱ـ۲ مصالح پایه[۱]

۱ـ۲ـ۱ـ نوع مصالح پایه

نوع مصالح پایه باید در مشخصات فنی قرارداد ذکر گردد. مصالح پایه بر مبنای نیازهای طراحی و مشخصات مصالح انتخاب می‌شوند. در صورت استفاده از جوش، باید از مصالح پایهٔ قابل جوشکاری مطابق بند ۱ ـ ۲ ـ ۲ استفاده نمود.

۱ـ۲ـ۲ـ مصالح پایهٔ مورد قبول

مصالح پایه‌ای که تحت شرایط این آیین‌نامه جوش می‌شوند، فولادهای با کربن ملایم و کم‌آلیاژ هستند که معمولاً در ساخت سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در جدول ۱ ـ ۱ حدود متعارف ترکیبات غیرآهنی فولاد برای حصول حداکثر سرعت جوشکاری و اقتصاد مناسب کار ارائه شده است. فولادهایی که ترکیبات آنها بیشتر از مقادیر مندرج در این جدول است، احتیاج به‌الکترودها و دستورالعملهای[۲] خاص جوشکاری دارند.

جدول ۱ ـ ۱ ـ حدود مناسب ترکیبات غیرآهنی فولاد برای حصول قابلیت جوشکاری مناسب

عنصر	دامنهٔ مناسب (درصد)	مقدار حداکثر* (درصد)
کربن (C)	۰/۰۶~۰/۲۵	۰/۳۵
منگنز (Mn)	۰/۳۵~۰/۸	۱/۴
سیلیسیم (Si)	۰/۱	۰/۳
سولفور (S)	۰/۰۳۵	۰/۰۵
فسفر (P)	۰/۰۳	۰/۰۴

* در صورت تجاوز از مقادیر حداکثر، نیاز به‌روشها و توجهات خاص برای جوشکاری است.

کربن معادل. معیار دیگر برای جوش‌پذیری فولاد، مقدار کربن معادل است که طبق رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$\%C.E.=\%C+\frac{\%Mn}{۶}+\frac{\%Cu}{۴۰}+\frac{\%Ni}{۲۰}+\frac{\%Cr}{۱۰}-\frac{\%Mo}{۵۰}-\frac{\%V}{۱۰}$$

۱ـ Base Material ۲ـ Welding procedure

در رابطهٔ فوق:

%Mn = درصد منگنز

%Cu = درصد مس

%Ni = درصد نیکل

%Cr = درصد کروم

%Mo = درصد مولیبدن

%V = درصد وانادیوم

%CE = درصد کربن معادل

در صورتیکه میزان کربن معادل فولاد مورد جوش بزرگتر از ۰/۴۲ درصد گردد، احتیاج به‌الکترودها و دستورالعملهای خاص جوشکاری دارد.

۱ـ۲ـ۳ـ محدودیتهای ضخامت

در مقررات این آیین‌نامه، جوشکاری ورقها با ضخامت کمتر از ۳ میلی‌متر پیش‌بینی نشده است. برای جوشکاری چنین ورقهایی باید به‌آیین‌نامهٔ خاص جوشکاری ورقهای نازک مراجعه نمود.

۱ـ۳ فرآیندهای جوشکاری*[۳]

۱ـ۳ـ۱ـ جوش قوسی با الکترود روکشدار[۴] (SMAW)، جوش قوسی زیرپودری[۵] (SAW)، جوش قوسی تحت حفاظ گاز[۶] با الکترود فلزی (GMAW)، و جوش قوسی با الکترود توپودری[۷] با روشهای منطبق بر ضوابط ارائه‌شده در فصول ۲، ۳ و ۴ (برحسب مورد)، می‌توانند پیش‌پذیرفته[۸] فرض شوند و استفاده از آنها بدون انجام آزمایشهای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری[۹] مجاز است.

۱ـ۳ـ۲ـ جوشکاری سربارهٔ الکتریکی[۱۰] (ESW)، جوشکاری گاز الکتریکی[۱۱] (EGW)، و جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود تنگستن[۱۲] (GTAW) به‌شرط انطباق دستورالعمل

---

* برای توضیحات بیشتر در فرآیندهای جوشکاری به‌پیوست ۱ آیین‌نامه مراجعه شود.

۳- Welding Processes

۴- Shielded Metal Arc Welding

۵- Submerged Arc Welding

۶- Gas Metal Arc Welding

۷- Flux Cored Arc Welding

۸- Prequalified

۹- Procedure Qualification Test

۱۰- Electro Slag

۱۱- Electro Gas

۱۲- Gas Tungsten Gas

جوشکاری با مفاد بخشهای ۲، ۳ و ۴ و تضمین کیفیت توسط سازنده طبق مفاد بخش ۵ ـ ۲، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۱ ـ ۳ ـ ۳ ـ جوشکاری گلمیخهای برشگیر باید طبق ضوابط فصل هفتم انجام گردد.

۱ ـ ۳ ـ ۴ ـ روشهای دیگر جوشکاری وقتی قابل استفاده خواهند بود که کیفیت آنها طبق آزمایشهای بخش ۵ ـ ۲ ارزیابی شده و به‌تأیید مهندس مشاور برسد.

۱ ـ ۴ برش حرارتی[۱۳]

۱ ـ ۴ ـ ۱ ـ برشکاری با قوس الکتریکی[۱۴] (پلاسما)، شیارزنی با الکترود ذغالی[۱۵]، و هوا گاز[۱۶] به‌منظور برش، آماده‌سازی، و صافکاری لبه‌ها مجاز می‌باشد. استفاده از این روشها برحسب مورد باید منطبق با ضوابط فصل سوم باشد.

۱ ـ ۴ ـ ۲ ـ سایر روشهای برشکاری وقتی قابل استفاده هستند که سازنده، کارآیی و کیفیت روش را به‌تأیید مهندس مشاور برساند.

۱ ـ ۵ مقررات ایمنی

مقررات ایمنی به‌کار گرفته شده، باید منطبق بر مقررات ایمنی وزارت کار و امور اجتماعی، و مبحث ۱۲ از مقررات ملی ساختمانی کشور تحت عنوان، «آیین‌نامهٔ ایمنی و حفاظت کار در اجرا» باشد.

۱ ـ ۶ آحاد

در این آیین‌نامه از سیستم بین‌المللی آحاد (SI) استفاده شده است.

۱ ـ ۷ تعاریف عمومی

۱ ـ ۷ ـ ۱ ـ طراح، شخص حقیقی یا حقوقی است که مسئولیت طراحی و محاسبات ایستایی موضوع قرارداد را دارا می‌باشد.

---

۱۳ ـ Thermal cutting processes

۱۴ ـ Electric arc cutting

۱۵ ـ Gouging

۱۶ ـ Oxyfuel gas cutting

۱ ـ ۷ ـ ۲ ـ سازنده، شخص حقیقی یا حقوقی است که اجرای موضوع قرارداد را براساس مشخصات فنی عمومی و خصوصی به‌عهده گرفته است.

۱ ـ ۷ ـ ۳ ـ مهندس مشاور شخص حقیقی یا حقوقی است که برای نظارت بر حسن اجرای کار گمارده شده است.

۱ ـ ۷ ـ ۴ ـ مهندس ناظر، نمایندهٔ مهندس مشاور در کارگاه است.

فصل ۲

طراحی جوش درزها

قسمت الف: مقررات عمومی

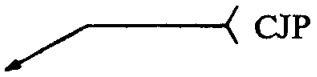
۲ـ۱ نقشه‌ها

۲ـ۱ـ۱ـ در نقشه‌ها باید اطلاعات کامل جوش شامل محل، نوع، بُعد گلو یا اندازهٔ ساق، طول و سایر اطلاعات لازم، به‌طور واضح نشان داده شوند. همچنین لازم است جوشهای کارخانه‌ای و کارگاهی کاملاً متمایز گردند.

۲ـ۱ـ۲ـ علاوه بر اطلاعات متعارف، در صورتیکه لازم باشد در جوشکاری یک درز و یا مجموعه‌ای از درزها به‌منظور کاهش تغییرشکلها و تنشهای ناشی از انقباض جوشی، توالی خاصی در نظر گرفته شود، باید تذکرات لازم ارائه گردند.

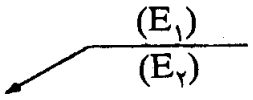
۲ـ۱ـ۳ـ در نقشه‌های محاسباتی باید طول مؤثر جوش، و برای جوشهای شیاری با نفوذ نسبی باید بُعد گلوی جوش نوشته شود. در نقشه‌های اجرایی باید عمق شیار لازم برای حصول بُعد گلوی جوش (برحسب دستورالعمل جوشکاری)، و وضعیت جوشکاری (تخت، افقی، سربالا، سقفی) ذکر گردد.

۲ـ۱ـ۳ـ۱ـ توصیه می‌شود که در نقشه‌های اجرایی الزامات مربوط به‌جوش شیاری با نفوذ کامل و جوش شیاری با نفوذ نسبی نشان داده شود. علامت‌جوش بدون هیچگونه اندازه‌ای، یک جوش شیاری با نفوذ کامل را نشان می‌دهد (همانند شکل زیر).



جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP)

علامت جوش با اندازه‌گذاری در بالا و یا پایین آن، نشان‌دهندهٔ جوش شیاری با نفوذ نسبی است (همانند شکل زیر):



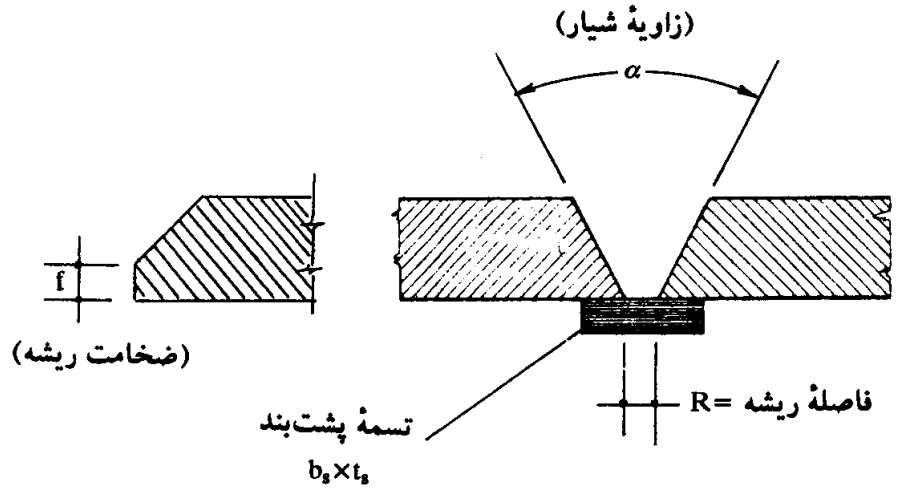
جوش شیاری با نفوذ نسبی

E_1 = بُعد گلوی جوش، در سمت پشت

E_2 = بُعد گلوی جوش، در سمت پیکان

۲ـ۱ـ۳ـ۲ـ هرگونه نیازی به‌رعایت جزییات خاص، باید در روی‌علامت جوش ذکر گردد.

۲ـ۱ـ۴ـ در نقشه‌های اجرایی، باید با استفاده از علائم جوشکاری و یا جزییات اضافی، نحوهٔ آماده‌سازی لبه‌ها، مشتمل بر زاویهٔ برش لبه[۱]، ضخامت ریشه[۲]، فاصلهٔ ریشه[۳]، اندازهٔ تسمهٔ پشت‌بند[۴]، و یا جوش پشت[۵] نشان داده شود.



۱ـ Bevel
۲ـ Root face
۳ـ Root opening
۴ـ Steel backing
۵ـ Back welding

۲ـ۱ـ۵ـ هرگونه ضوابط خاص بازرسی باید در نقشه‌ها و یا دفترچهٔ مشخصات فنی خصوصی ذکر گردد.

۲ـ۱ـ۶ـ علائم استاندارد جوش در پیوست همین فصل ارائه شده است.

۲ـ۲ تنشهای مجاز

تنشهای مجاز جوش تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی به‌ترتیب در فصول ۷ و ۸ ارائه شده است.

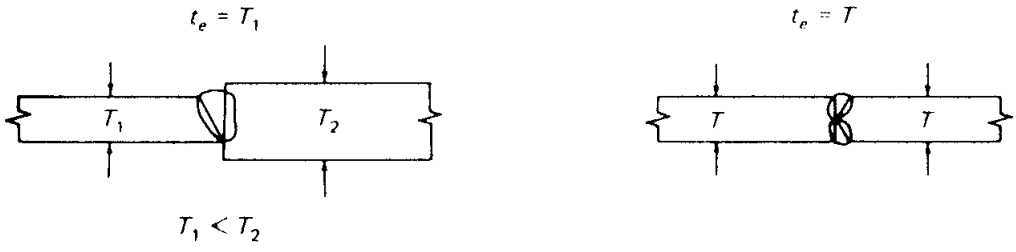
۲ـ۳ مساحت، طول، اندازهٔ ساق و بُعد مؤثر گلوی جوش[۶]

۲ـ۳ـ۱ـ جوشهای شیاری

مساحت مؤثر جوش مساوی حاصل‌ضرب طول مؤثر در بُعد مؤثر گلوی جوش است.

۲ـ۳ـ۱ـ۱ـ طول مؤثر جوش برای انواع جوش شیاری، با لبهٔ ساده (گونیا) و یا پخدار، مساوی عرض قطعهٔ متصله در امتداد عمود بر جهت تنش می‌باشد.

۲ـ۳ـ۱ـ۲ـ بُعد گلوی جوش در جوش شیاری با نفوذ کامل، مساوی ضخامت ورق نازکتر است. هیچگونه افزایشی به‌علت وجود تحدب مجاز نیست.



بُعد مؤثر گلوی جوش شیاری با نفوذ کامل

۲ـ۳ـ۱ـ۳ـ برای جوش شیاری با نفوذ نسبی در صورتیکه زاویهٔ شیار کوچکتر از ۶۰ درجه ولی بزرگتر از ۴۵ درجه باشد و جوشکاری به‌روش قوسی با الکترود روکشدار یا زیرپودری انجام شده و یا وقتیکه جوشکاری در وضعیت سربالا و سقفی توسط جوش قوسی تحت حفاظ گاز

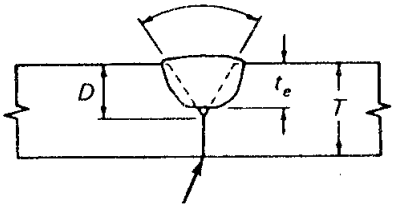
---

۶ ـ Effective Weld Areas, Lengths, Leg Size and Throats

با الکترود فلزی، جوش قوسی با الکترود توپودری و یا جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود تنگستن انجام شده باشد، بُعد مؤثر گلوی جوش مساوی عمق شیار منهای ۳ میلیمتر می‌باشد.

$t_e = D - ۳mm$

$۶۰ > \alpha > ۴۵$

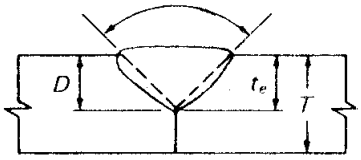


بدون فاصله

(الف)

$t_e = D$

$\alpha \geq ۶۰$



(ب)

بعد مؤثر گلوی جوش شیاری با نفوذ ناقص

در حالتهای زیر بُعد مؤثر گلوی جوش شیاری مساوی عمق شیار بدون هرگونه کاهشی می‌باشد:

(۱) زاویهٔ شیار مساوی یا بزرگتر از ۶۰ درجه (در ریشه)، وقتیکه جوشکاری به‌یکی از فرآیندهای زیر انجام می‌شود:

جوش قوسی با الکترود روکشدار، جوش زیرپودری، جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی،جوش قوسی با الکترود توپودری، جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود تنگستن، جوش الکتروگاز.

(۲) زاویهٔ شیار بزرگتر یا مساوی ۴۵ درجه در ریشه، وقتیکه جوش شیاری در وضعیت تخت یا افقی با جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی و یا جوش قوسی با الکترود توپودری انجام می‌شود.

بُعد گلوی جوش محاسباتی جوش شیاری با نفوذ نسبی در درز پیش‌پذیرفته نباید بزرگتر از مقادیر نشان داده شده در شکل ۲ ـ ۵ (با تمام شرایط نشان داده شده در شکل) باشد.

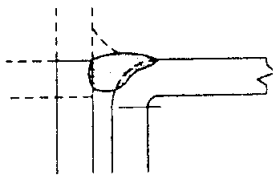
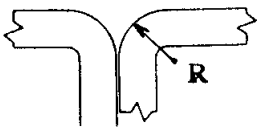
۲ـ۳ـ۱ـ۴ـ بُعد گلوی جوش شیاری در شیار بین دو لبهٔ گرد در حالت نیم‌جناغی و تمام‌جناغی وقتیکه شیار به‌طور کامل با مصالح جوش پُر شده باشد، نباید از مقادیر مندرج در جدول ۲ ـ ۱ بیشتر منظور گردد.

(۱) در صورت درخواست مهندس مشاور، باید مقاطع آزمایشی به‌منظور رؤیت نفوذ جوش و حصول اندازهٔ مورد نظر، تهیه گردد.

(۲) در صورتیکه تحت شرایط مشخص، سازنده قادر به‌حصول یکنواخت اندازهٔ بزرگتر از مقادیر جدول ۲ ـ ۱ گردد، می‌تواند از آن اندازهٔ بزرگتر استفاده نماید.

(۳) ارزیابی بند ۲ توسط تهیهٔ مقاطع عمود بر محور جوشی در وسط و دو انتهای خط جوش به‌دست می‌آید. این مقاطع باید بر روی تعدادی نمونهٔ لازم از ترکیبات مختلف اندازه‌های مختلف مصالح مورد استفاده و یا طبق دستور کار مهندس مشاور تهیه گردد.

جدول ۲ ـ ۱ ضخامت مؤثر گلوی جوشهای شیاری لب‌گرد

نوع جوش	R= شعاع گردی	ضخامت مؤثر گلوگاهی
نیم‌جناغی لب‌گرد		$\frac{۱}{۳}$ R
جناغی لب‌گرد		$\frac{۱}{۲}$ R*

R= شعاع گردی لبه

* در جوش‌قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی، وقتیکه R بزرگتر یا مساوی ۱۳ میلیمتر است، از $\frac{۳}{۸}$ R استفاده می‌شود.

۲ـ۳ـ۱ـ۵ـ حداقل بُعد گلوی جوش شیاری با نفوذ نسبی مطابق جدول ۲ ـ ۳ می‌باشد.

۲ـ۳ـ۲ـ جوش گوشه

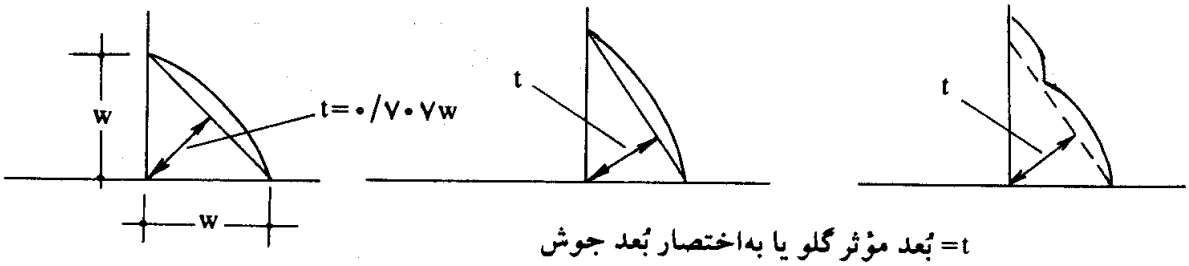
مساحت مؤثر جوش گوشه مساوی حاصل‌ضرب طول مؤثر در بُعد مؤثر گلو است. فرض می‌شود هر نوع تنش در جوش گوشه، بر این سطح وارد می‌شود.

۲ـ۳ـ۲ـ۱ـ طول مؤثر جوش گوشه، مساوی طول کل نوار تمام اندازه[۷] است. در صورتیکه جوش در طول نوار تمام اندازه باشد، هیچ کاهشی به‌علت شروع و ختم جوش لازم نیست در طول مؤثر اعمال گردد.

۲ـ۳ـ۲ـ۲ـ طول مؤثر نوار جوشی منحنی، باید در امتداد محور مرکزی گلوی مؤثر اندازه‌گیری شود. اگر مساحت جوش گوشه درون سوراخ یا شکاف که بر مبنای تعریف فوق حاصل می‌گردد بزرگتر از مساحت به‌دست آمده در بند ۲ ـ ۳ ـ ۳ باشد، مساحت اخیر به‌عنوان مساحت مؤثر جوش گوشه در نظر گرفته می‌شود.

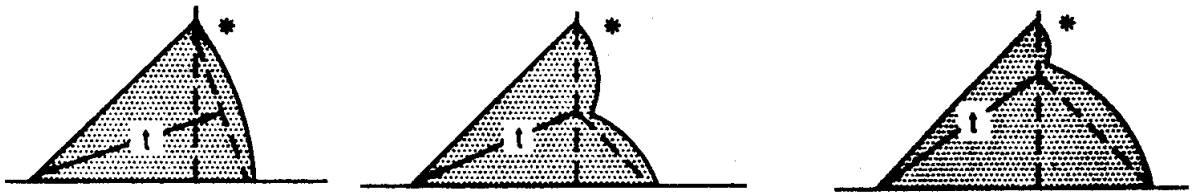
۲ـ۳ـ۲ـ۳ـ حداقل طول جوش گوشه، ۴ برابر اندازهٔ ساق (پای) جوش است. به‌بیان دیگر اندازهٔ ساق جوش نباید بزرگتر از $\frac{۱}{۴}$ طول مؤثر آن در نظر گرفته شود.

۲ـ۳ـ۲ـ۴ـ بُعد مؤثر گلوی جوش گوشه، کوتاهترین فاصله از ریشه تا سطح هندسهٔ ایده‌آل مقطع جوش است. در اشکال زیر گلوی مؤثر در چندین حالت نشان داده شده است.



t= بُعد مؤثر گلو یا به‌اختصار بُعد جوش
w= ساق یا پای جوش که به‌آن اندازهٔ جوش گوشه گویند.

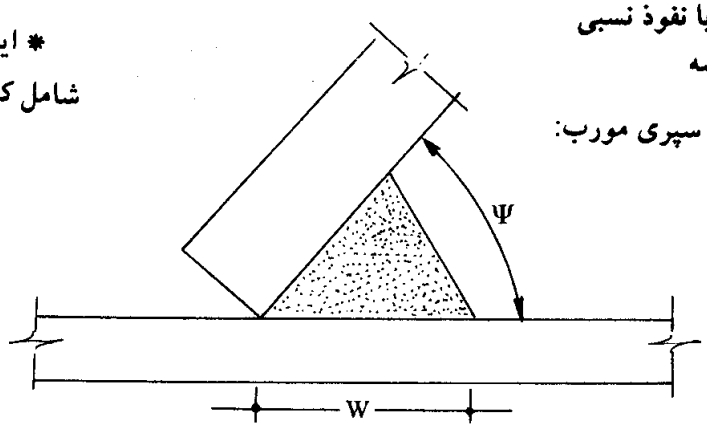
جوش گوشه



ترکیب جوش شیاری با نفوذ نسبی و جوش گوشه

* این جوشها ممکن است شامل کاهش ۳ میلیمتر گردند.

جوش گوشه در اتصال سپری مورب:



$۶۰ \leq \Psi \leq ۱۳۵°$
$W_e = KW$

تعریف w_e و K در صفحهٔ بعد:

۷ ـ نوار تمام اندازه، نواری را گویند که در طول کلی آن اندازهٔ جوش ثابت است. Full size fillet

W_e = اندازهٔ مؤثر ساق معادل حالت ۹۰ درجه
K = ضریب طبق جدول زیر

Ψ	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵
K	۱/۴	۱/۳۲	۱/۲۴	۱/۱۶	۱/۱۰	۱/۰۵	۱	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۸	۰/۷۸	۰/۷۶

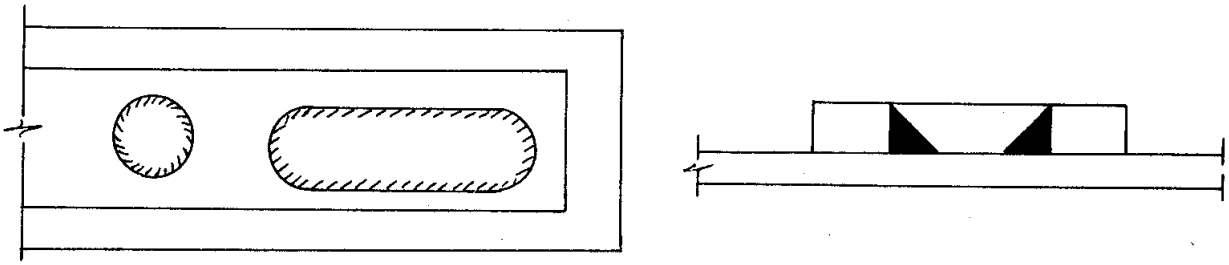
۲-۳-۳- جوش کام و انگشتانه*

مساحت مؤثر جوشهای کام و انگشتانه به‌ترتیب مساوی مساحت اسمی شکاف و سوراخ در فصل مشترک دو ورق در حال تماس می‌باشد.

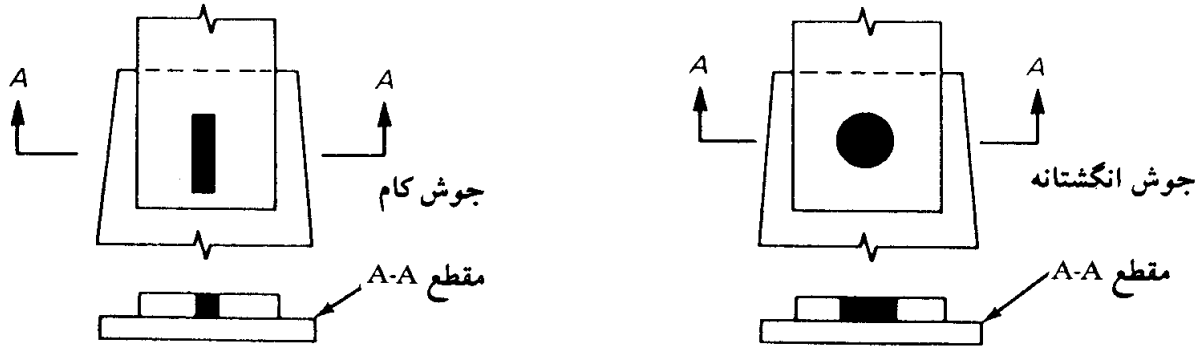
۲-۳-۴- بُعد مؤثر گلوی ترکیبی از جوش شیاری با نفوذ نسبی و جوش گوشه مساوی کوتاهترین فاصله از ریشه تا سطح جوش منهای ۳ میلیمتر است. کاهش ۳ میلیمتر برای آن دسته از چنین جوشهایی منظور می‌شود که برای جوش شیاری نظیر مقرر شده است.

---

* جوش در شکاف و جوش در سوراخ به‌حالت پُرنشده اطلاق می‌شود:



جوش کام و جوش انگشتانه نظیربه‌نظیر به‌وضع پُرشده گفته می‌شود.



قسمت ب: جزییات سازه‌ای

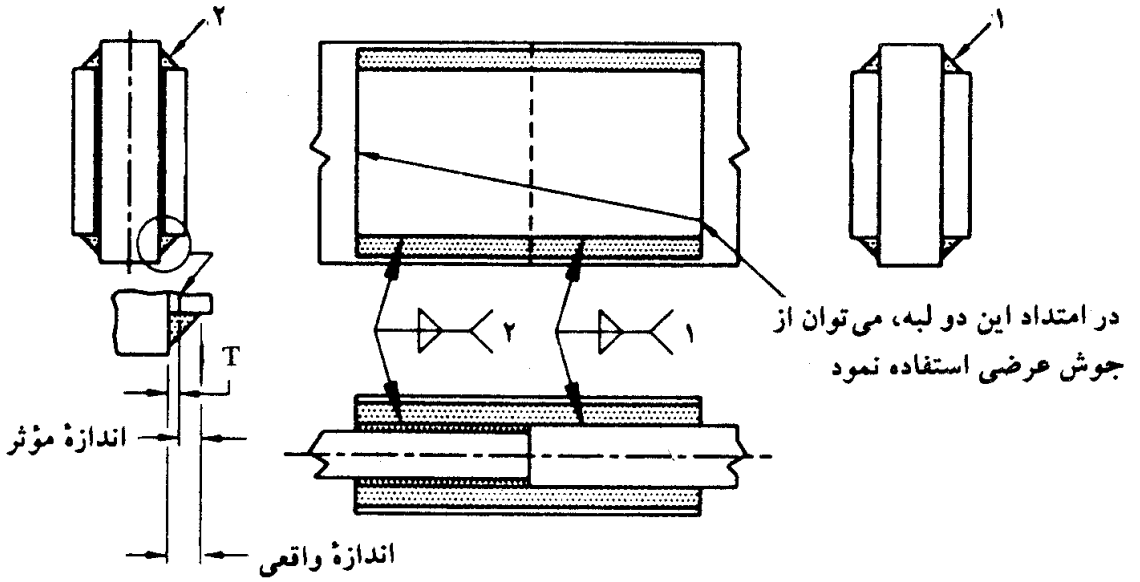
۲ ـ ۴ ورقهای پُرکننده[۸] (لایی)

۲ ـ ۴ ـ ۱ ـ ورقهای پُرکننده در حالات زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱ ـ وصلهٔ قطعات با ضخامتهای متفاوت

۲ ـ در اتصالاتی که به‌علت احتیاجات هندسی، نیاز به جابه‌جایی محور است.

۲ ـ ۴ ـ ۲ ـ از ورقهای پُرکننده با ضخامت مساوی یا کمتر از ۶ میلیمتر نمی‌توان برای انتقال تنش استفاده نمود و در هنگام جوشکاری،لبه‌های آن باید همباد لبه‌های ورقهای اتصال گردد. در این حالت اندازهٔ جوش گوشهٔ ورق اتصال، باید به‌اندازهٔ ضخامت ورق پُرکننده افزایش یابد تا جوش ورق اتصال و ورق پُرکننده به‌طور یکجا انجام شود (شکل ۲ ـ ۱).



توجه:

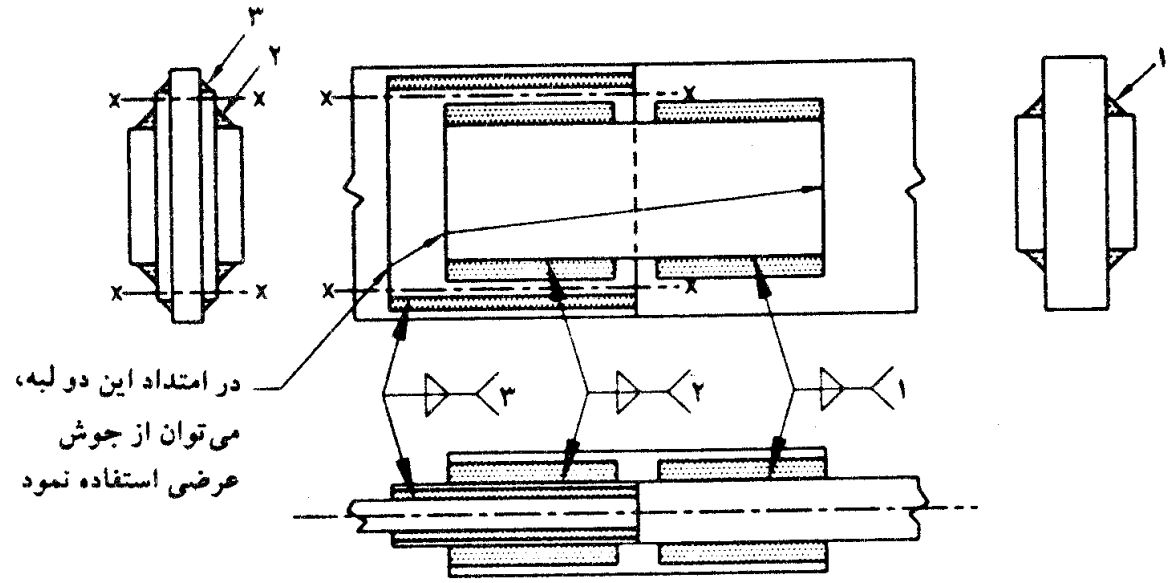
مساحت مؤثر جوش ۲ باید معادل جوش ۱ باشد، لیکن اندازهٔ آن باید مساوی اندازهٔ مؤثر به‌علاوهٔ ضخامت T ورق پُرکننده باشد.

شکل ۲ ـ ۱ ـ نحوهٔ کاربرد ورقهای پُرکننده با ضخامت مساوی و یا کمتر از ۶ میلیمتر (بند ۲ ـ ۴ ـ ۲).

---

۸ ـ Fillers

۲ ـ ۴ ـ ۳ ـ در صورتیکه ضخامت ورق پُرکننده بزرگتر از ۶ میلیمتر باشد، ابعاد آن باید بزرگتر از ورق اتصال بوده، به‌طوریکه لبه‌های آن از لبه‌های ورق اتصال بیرون بزند. در این حالت ورق پُرکننده باید با جوشهای کافی به‌ورق اتصال و قطعهٔ متصل‌شونده جوش شده و جوش قادر به‌حمل تنشهای ورق اتصال و قطعهٔ متصل‌شونده با منظور کردن برون‌محوری باشد. جوشهای متصل‌کنندهٔ ورق اتصال یا قطعه متصل‌شونده به‌ورق پُرکننده باید قادر به‌تحمل تنشهای ورق وصله و یا قطعهٔ متصل‌شونده بوده و طول آنها به‌قدر کافی بلند باشد تا از اضافهٔ تنش ورق پُرکننده در ریشهٔ جوش جلوگیری نماید.



توجه:

۱ ـ مساحت مؤثر جوش ۲ باید معادل جوش ۱ باشد. طول جوش ۲ باید به‌اندازه‌ای باشد که هیچ‌گونه اضافه تنش در ورق پُرکننده در امتداد مقاطع x-x به‌وجود نیاید.

۲ ـ مساحت مؤثر جوش ۳ باید معادل جوش ۱ باشد و نباید به‌علت برون‌محوری نیروهای مؤثر بر ورق پُرکننده، اضافه تنشی در انتهای جوش ۳ به‌وجود آید.

شکل ۲ ـ ۲ ـ نحوهٔ کاربرد ورقهای پُرکننده با ضخامت بزرگتر از ۶ میلیمتر.

۲ ـ ۵ جوش شیاری با نفوذ نسبی

استفاده از جوش شیاری با نفوذ نسبی تحت بارهای کششی عمود بر امتداد درز که به‌علت اثر دینامیکی ایجاد گسیختگیهای ناشی از خستگی می‌نمایند، مجاز نیست.

در چنین جوشهایی وقتیکه درز فقط از یک سمت جوش می‌شود، باید تدابیری جهت جلوگیری از دوران قطعات، اتخاذ گردد.

قسمت پ: جزییات جوش درزها

۲ـ۶ تأیید کیفیت درز

۲ـ۶ـ۱ـ درزهایی که ضوابط زیر را برآورده نمایند، در ردهٔ درزهای پیش‌پذیرفته[۹] قرار می‌گیرند:
(۱) در صورتیکه منطبق بر جزییات جدول ۲ ـ ۱ یا مفاد بندهای ۲ ـ ۷ تا ۲ ـ ۱۱ باشند.
(۲) با استفاده از یکی‌از فرآیندهای جوشکاری زیر با رعایت مفاد فصول ۳، ۴، ۸ و ۹ جوش شده باشند.

الف: جوش قوسی با الکترود روکشدار
ب : جوش قوسی زیرپودری
پ : جوش قوسی تحت حفاظ گاز (به‌استثنای جوشهای مدار بسته[۱۰])
ت : جوش قوسی با الکترود توپودری

۲ـ۶ـ۱ـ۱ـ جوشهایی راکه منطبق بر مقررات مذکور باشند، می‌توان پیش‌پذیرفته تلقی کرد و بدون انجام آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری[۱۱] (بند ۵ ـ ۲) مورد استفاده قرار داد.

۲ـ۶ـ۱ـ۲ـ در صورت استفاده از جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی و مدار بسته، باید آزمایش تأیید کیفیت درز مطابق بخش ۵ ـ ۲ انجام شود.

۲ـ۶ـ۲ـ در صورتی می‌توان از جزییاتی به‌غیر از جزییات شرح داده شده در بندهای ۲ ـ ۹، ۲ ـ ۱۰ و ۲ ـ ۱۱ استفاده نمود که سازنده کیفیت جزییات درز پیشنهادی را طبق مقررات بخش ۵ ـ ۲ و مقررات فصول ۳ و ۴ به‌تأیید طراح برساند.

۲ـ۷ جزییات جوش گوشه

۲ـ۷ـ۱ـ جزییات جوشهای گوشهٔ اجراشده توسط روشهای؛ جوش قوسی با الکترود روکشدار، جوش قوسی زیرپودری، جوش قوسی تحت حفاظ گاز (به‌استثنای مدار بسته)، و جوش قوسی با الکترود توپودری که می‌توانند بدون استفاده از روشهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند، در بندهای

---

۹ ـ Prequalified
۱۰ ـ Short Circuiting Transfer
۱۱ ـ Welding Procedure Qualification

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۱ تا ۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۵ و اشکال ۲ ـ ۳، و ۲ ـ ۶ ارائه شده‌اند.

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۱ ـ حداقل اندازهٔ جوش گوشه، به‌استثنای جوشهای گوشهٔ مورد استفاده برای تقویت جوشهای شیاری، مطابق جدول ۲ ـ ۲ می‌باشد. در هر دو حالت، ضوابط مربوط به‌طراحی باید تأمین گردد.

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۲ ـ حداکثر اندازهٔ جوش گوشه در لبهٔ قطعه به‌شرح زیر است:

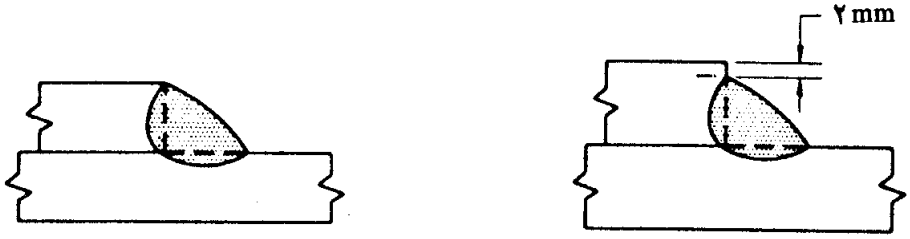
(۱) مساوی ضخامت قطعه وقتیکه ضخامت قطعه مساوی و یا کوچکتر از ۷ میلیمتر است (شکل ۲ ـ ۳ ـ الف)

(۲) ۲ میلیمتر کوچکتر از ضخامت قطعه وقتیکه ضخامت قطعه بزرگتر از ۷ میلیمتر است (شکل ۲ ـ ۳ ـ ب)، مگر اینکه در نقشهٔ جوش تمام اندازه قید شده باشد.

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۳ ـ برای انتقال برش و یا جلوگیری از کمانش و یا بلند شدن ورق اتصال، می‌توان از جوش گوشه در سوراخ و یا شکاف استفاده نمود. بین چنین جوشی، با جوش انگشتانه و یا کام باید فرق قائل شد.

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۴ ـ حداقل طول یک قطعه از نوار جوش منقطع ۴۰ میلیمتر می‌باشد.

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۵ ـ در صورت استفاده از جوش گوشه در سوراخ و شکاف، حداقل فواصل و اندازهٔ سوراخها و شکافها باید مطابق بند ۲ ـ ۸ می‌باشد.



(الف) ضخامت فلز پایه مساوی و یا کمتر از ۷ میلیمتر

(ب) ضخامت فلز پایه بزرگتر از ۷ میلیمتر

حداکثر اندازهٔ جوش گوشه در امتداد لبه‌ها

شکل ۲ ـ ۳ ـ جزییات جوش گوشهٔ پیش‌پذیرفته (بند ۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۲).

جدول ۲ ـ ۲ ـ حداقل اندازهٔ جوش گوشه برای درزهای پیش‌پذیرفته (بند ۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۱)

ضخامت فلز پایه (T)* (mm)	حداقل اندازهٔ جوش گوشه** (mm)
T≤۷	۳+ باید با یک بار عبور حاصل گردد
۷≤T≤۱۲	۵
۱۲ < T ≤ ۲۰	۶
۲۰ < T	۸

* برای فرآیند غیرکم‌هیدروژن[12] بدون پیش‌گرمایش محاسبه شده طبق بند ۴ ـ ۲ ـ ۲، T مساوی ضخامت قطعهٔ ضخیمتر است.
برای فرآیند غیرکم‌هیدروژن با استفاده از تدابیر پیش‌گرمایش بند ۴ـ۲ـ۲ به‌منظور جلوگیری از ترک‌خوردگی، و همچنین برای فرآیند کم‌هیدروژن[13]، T مساوی ضخامت قطعهٔ نازکتراست. در این حالت شرط مربوط به‌حصول جوش با یک بار عبور نیز اعمال نمی‌گردد.

** اندازهٔ جوش لازم نیست از ضخامت ورق نازکتر، بزرگتر شود.

\+ در سازه تحت بار دینامیکی، حداقل اندازهٔ جوش ۵ میلیمتر می‌باشد.

++ در جوش یکسره اتصال جان به‌بال نیمرخهای ورقی، اندازهٔ جوش لازم نیست از جوش هم مقاومت جان بزرگتر اختیار گردد. در این صورت شرایط پیش‌گرمایش برحسب ضخامت بال اعمال می‌گردد.

۲ ـ ۸ جزییات جوش انگشتانه و کام

۲ ـ ۸ ـ ۱ ـ جزییات جوشهای انگشتانه و کام که توسط یکی از روشهای جوش قوسی با الکترود روکشدار، جوش قوسی تحت حفاظ گاز (به‌استثنای انتقال مدار بسته)، و جوش قوسی با الکترود توپودری انجام می‌شود، در بندهای ۲ ـ ۸ ـ ۲ تا ۲ ـ ۸ ـ ۸ و ۳ ـ ۳ ـ ۱ ارائه شده است. جوشهای تحت شرایط فوق را می‌توان بدون انجام آزمایش ارزیابی بند ۵ ـ ۲ مورد استفاده قرار داد، مشروط بر اینکه بر مقررات تکنیکی بخشهای ۴ ـ ۲۱ و ۴ ـ ۲۲ (برحسب مورد) منطبق باشند.

۲ ـ ۸ ـ ۲ ـ حداقل قطر سوراخ جوش انگشتانه نباید کمتر از ضخامت ورق به‌علاوهٔ ۸ میلیمتر باشد که بهتر است به‌اولین عدد زوج بزرگتر گرد گردد. حداکثر قطر مساوی حداقل قطر به‌علاوهٔ ۳ میلیمتر یا ۲/۲۵ برابر ضخامت ورق (هر کدام که بزرگتر باشد) است.

---

۱۲ ـ Non low Hydrogen

۱۳ ـ Low Hydrogen

$t \leq ۸ \rightarrow d_{max}=t+۱۱\ mm$

$t \geq ۹ \rightarrow d_{max}=۲/۲۵t$

۲ـ۸ـ۳ـ حداقل فاصلهٔ مرکز به‌مرکز سوراخهای جوش انگشتانه، ۴ برابر قطر سوراخ می‌باشد.

۲ـ۸ـ۴ـ طول شکاف جوش کام نباید بیش از ۱۰ برابر ضخامت ورقی باشد که در آن ایجاد می‌شود. عرض شکاف نباید کمتر از ضخامت ورق به‌علاوهٔ ۸ میلیمتر باشد که بهتر است به‌اولین عدد زوج بزرگتر گرد گردد. حداکثر عرض مساوی حداقل عرض به‌علاوهٔ ۳ میلیمتر یا ۲/۲۵ برابر ضخامت ورق (هر کدام که بزرگتر باشد) است.

۲ـ۸ـ۵ـ استفاده از جوشهای انگشتانه و کام در فولادهای آبدیده با اصلاح گرم[۱۴] مجاز نیست.

۲ـ۸ـ۶ـ انتهای شکاف باید به‌صورت نیم‌دایره و یا در صورت گوشه‌دار بودن، دارای گردی با شعاع حداقل ضخامت ورق باشد.

۲ـ۸ـ۷ـ حداقل فاصلهٔ محور به‌محور شکافها در امتداد عرضی، چهار برابر عرض شکاف و حداقل فاصلهٔ مرکز به‌مرکز شکافها در امتداد طولی، مساوی دو برابر طول شکاف است.

۲ـ۸ـ۸ـ در صورتیکه ضخامت ورق مساوی و یا کوچکتر از ۱۶ میلیمتر باشد، تمام ضخامت سوراخ و یا شکاف باید با جوش پُر شود. در صورتیکه ضخامت ورق بزرگتر از ۱۶ میلیمتر باشد، ضخامت جوش مساوی نصف ضخامت ورق و یا ۱۶ میلیمتر (هر کدام که بزرگتر است) می‌باشد.

۲ـ۹ جوش شیاری با نفوذ کامل[۱۵]

۲ـ۹ـ۱ـ جوشهای شیاری را که با یکی از فرآیندهای؛ جوش قوسی با الکترود روکشدار، جوش قوسی زیرپودری، جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی (به‌استثنای مدار بسته)، جوش قوسی با الکترود توپودری در اتصالات لب به‌لب، گونیا و یا سپری داده می‌شوند، در صورتی می‌توان بدون انجام آزمایش ارزیابی بخش ۵ ـ ۲ به‌کار برد که منطبق بر جزییات شکل ۲ ـ ۴ و

---

۱۴ ـ Quenched and Tempered

۱۵ ـ Complete Joint Penetration

مقررات بند ۲ ـ ۹ ـ ۲ باشند.

۲ ـ ۹ ـ ۲ ـ ابعاد جوشهای شیاری بند ۲ ـ ۹ ـ ۱ می‌توانند در نقشه‌های ساخت در محدودهٔ رواداری نشان داده شده شکل ۲ ـ ۴ تغییر نمایند. بر ابعاد نشان داده شده در نقشه‌های ساخت، می‌توان رواداری مونتاژ بخش ۳ ـ ۳ را اعمال نمود.

شیار نیم‌لاله‌ای (J) و تمام لاله‌ای (U) و طرف دیگر جوش شیاری با درز تمام جناغی دوطرفه (X) و نیم‌جناغی دوطرفه (K) را می‌توان قبل و یا بعد از مونتاژ انجام داد. ریشهٔ جوشهای شیاری با درز تمام جناغی دوطرفه و نیم‌جناغی دوطرفه، باید طوری از پشت شیارزنی شوند که هندسهٔ شیار به‌صورت درز U یا J استاندارد در آید.

۲ ـ ۹ ـ ۳ ـ جزییات آماده‌سازی شیار مربوط به‌جوش قوسی با الکترود روکشدار، می‌تواند برای شیار استاندارد جوشهای قوسی تحت حفاظ گاز و الکترود توپودری، مورد استفاده قرار گیرد.

۲ ـ ۹ ـ ۴ ـ فاصلهٔ ریشه[۱۶]

فاصلهٔ ریشه می‌تواند مطابق ضوابط بندهای ۲ ـ ۹ و ۲ ـ ۱۰ تغییر نماید. لیکن در جوشکاریهای خودکار زیرپودری، تحت حفاظ گاز، و الکترود توپودری حداکثر تغییرات فاصلهٔ ریشه (اختلاف بین فاصلهٔ حداکثر و فاصلهٔ حداقل) نباید از ۳ میلیمتر تجاوز نماید. تغییرات بیش از ۳ میلیمتر را باید تعمیر نمود.

۲ ـ ۹ ـ ۵ ـ اتصالات گونیا

در اتصالات گونیا، آماده‌سازی جوش شیاری خارجی، می‌تواند در یک یا هر دو قطعه انجام شود، مشروط بر اینکه هندسهٔ مقطع شیار تغییر نکرده و فاصلهٔ لبه‌ای کافی برای انجام عمل جوشکاری بدون ذوب لبه باقی بماند.

۲ ـ ۹ ـ ۶ ـ جوش درزهای پیش‌پذیرفته

در شکل ۲ ـ ۴ جوش درزهای پیش‌پذیرفته برای جوشهای شیاری با نفوذ کامل برحسب ضخامت قطعه و روش جوشکاری ارائه شده است. در صورت استفاده از جوش درزهای پیش‌پذیرفته در اعمال مقررات فصول دوم، سوم و چهارم، می‌توان از آزمایشهای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری

---

۱۶ ـ Joint root opening

مقررات بند ۲ ـ ۹ ـ ۲ باشند.

۲ ـ ۹ ـ ۲ ـ ابعاد جوشهای شیاری بند ۲ ـ ۹ ـ ۱ می‌توانند در نقشه‌های ساخت در محدودهٔ رواداری نشان داده شده شکل ۲ ـ ۴ تغییر نمایند. بر ابعاد نشان داده شده در نقشه‌های ساخت، می‌توان رواداری مونتاژ بخش ۳ ـ ۳ را اعمال نمود.

شیار نیم‌لاله‌ای (J) و تمام لاله‌ای (U) و طرف دیگر جوش شیاری با درز تمام جناغی دوطرفه (X) و نیم‌جناغی دوطرفه (K) را می‌توان قبل و یا بعد از مونتاژ انجام داد. ریشهٔ جوشهای شیاری با درز تمام جناغی دوطرفه و نیم‌جناغی دوطرفه، باید طوری از پشت شیارزنی شوند که هندسهٔ شیار به‌صورت درز U یا J استاندارد در آید.

۲ ـ ۹ ـ ۳ ـ جزییات آماده‌سازی شیار مربوط به‌جوش قوسی با الکترود روکشدار، می‌تواند برای شیار استاندارد جوشهای قوسی تحت حفاظ گاز و الکترود توپودری، مورد استفاده قرار گیرد.

۲ ـ ۹ ـ ۴ ـ فاصلهٔ ریشه[۱۶]

فاصلهٔ ریشه می‌تواند مطابق ضوابط بندهای ۲ ـ ۹ و ۲ ـ ۱۰ تغییر نماید. لیکن در جوشکاریهای خودکار زیرپودری، تحت حفاظ گاز، و الکترود توپودری حداکثر تغییرات فاصلهٔ ریشه (اختلاف بین فاصلهٔ حداکثر و فاصلهٔ حداقل) نباید از ۳ میلیمتر تجاوز نماید. تغییرات بیش از ۳ میلیمتر را باید تعمیر نمود.

۲ ـ ۹ ـ ۵ ـ اتصالات گونیا

در اتصالات گونیا، آماده‌سازی جوش شیاری خارجی، می‌تواند در یک یا هر دو قطعه انجام شود، مشروط بر اینکه هندسهٔ مقطع شیار تغییر نکرده و فاصلهٔ لبه‌ای کافی برای انجام عمل جوشکاری بدون ذوب لبه باقی بماند.

۲ ـ ۹ ـ ۶ ـ جوش درزهای پیش‌پذیرفته

در شکل ۲ ـ ۴ جوش درزهای پیش‌پذیرفته برای جوشهای شیاری با نفوذ کامل برحسب ضخامت قطعه و روش جوشکاری ارائه شده است. در صورت استفاده از جوش درزهای پیش‌پذیرفته در اعمال مقررات فصول دوم، سوم و چهارم، می‌توان از آزمایشهای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری

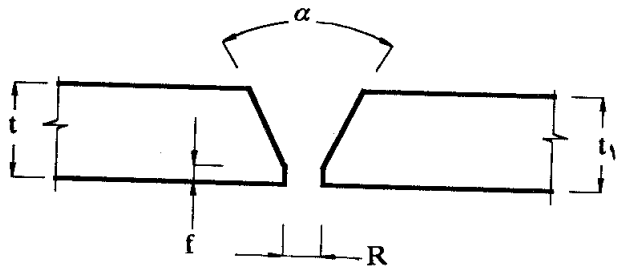
---

۱۶ ـ Joint root opening

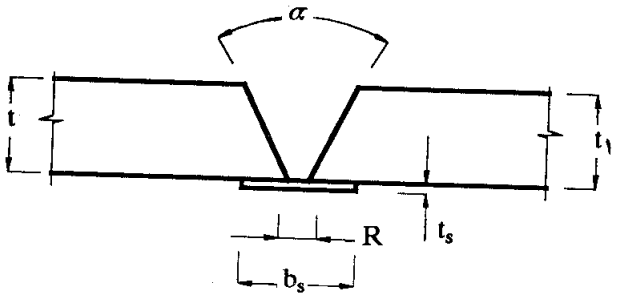
عدول نمود. انجام آزمایش برای تأیید مشخصات الکترود، که یکی از اهداف آزمایشهای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری است، از این قاعده مستثنی است و باید انجام گردد.

علائم قراردادی برای استفاده در جدول ۲ ـ ۴:

در تمام جدول ۲ ـ ۴ از علائم زیر جهت نشان دادن هندسهٔ درز استفاده شده است:

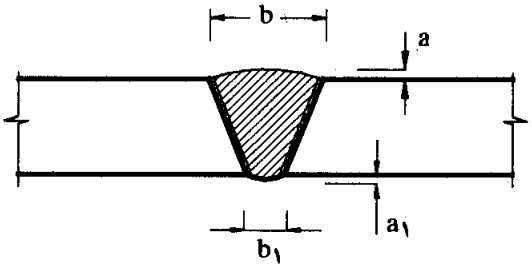


هندسهٔ درز قبل از جوشکاری بدون ورق پشت‌بند

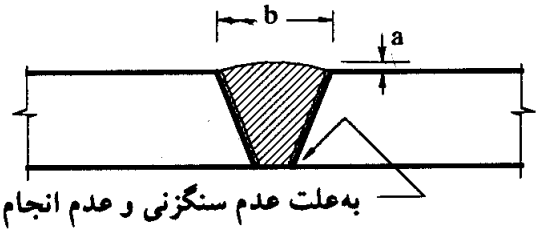


هندسهٔ درز قبل از جوشکاری با ورق پشت‌بند

t = ضخامت قطعهٔ ضخیمتر
t_1 = ضخامت قطعهٔ نازکتر
α = زاویهٔ شیار
R = فاصلهٔ ریشه
f = ضخامت ریشه
t_s = ضخامت ورق پشت‌بند
b_s = عرض ورق پشت‌بند

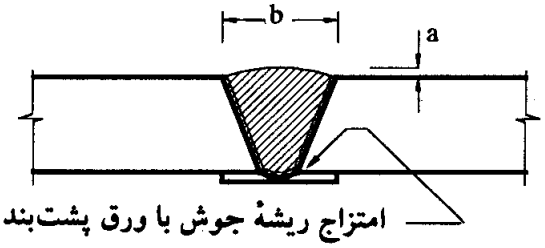


(الف) جوش‌شده از دورو (با سنگزنی و انجام جوش پشت)



به‌علت عدم سنگزنی و عدم انجام جوش پشت، احتمال عدم نفوذ وجود دارد. برای حصول جوش با نفوذ کامل، باید در جوش ریشه دقت ویژه مبذول داشت. در غیر اینصورت جوش با نفوذ نسبی است.

(ب) جوش شده از یکرو بدون تسمهٔ پشت‌بند

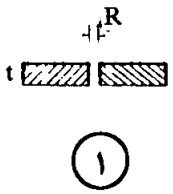
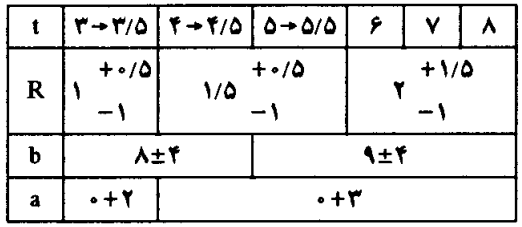
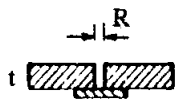
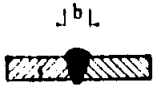
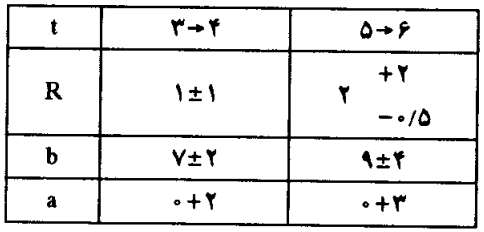
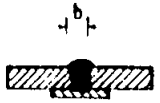


(پ) جوش شده از یکرو با پشت‌بند

a= گردهٔ جوش
b= عرض نوار جوش اصلی
b_1= عرض نوار جوش پشت

هندسهٔ درز بعد از جوشکاری

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	ساده (بدون آمادگی)	شیاری		 ①	جوش‌شده از دو رو	
		شیاری			جوش‌شده از یک رو 	
				②	جوش‌شده از یک رو با پشت‌بند 	

شکل ۲ ـ ۴ ـ جوش درزهای پیش‌پذیرفته برای جوشهای شیاری با نفوذ کامل (بند ۲ ـ ۹ ـ ۱).

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	نیم‌جناغی	شیاری		۳	جوش‌شده از دو رو جوش‌شده از یک رو جوش‌شده از یک رو با پشت‌بند	
	جناغی	شیاری		۴	جوش‌شده از دو رو جوش‌شده از یک رو جوش‌شده از یک رو با پشت‌بند	

t	۳→۷	۸→۱۱	۱۲→۱۷	۱۸→۲۶
R	۲±۲			
R_1	۳±۲			
α	۵۰°±۵°			
f	۱±۱	$^{+1}_{-2}$ ۲		
b	t+۱۲	t+۱۴	t+۱۶	t+۱۹
b_1	۱۰±۴			
a	۰+۳	۰+۴		

t	۳→۸	۹→۱۴	۱۵→۲۱	۲۲→۲۶
R	۲±۲			
R_1	۳±۲			
α	۶۰°±۵°			
f	۱±۱	$^{+1}_{-2}$ ۲		
b	t+۱۱	t+۱۳	t+۱۵	t+۱۶
b_1	۱۰±۴			
a	۰+۳	۰+۴		

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	ذوزنقه‌ای	شیاری		۵	جوش‌شده از یک رو با پشت‌بند	
	لاله‌ای	شیاری		۶	جوش‌شده از دو رو	

t	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۲۰	۲۲	۲۶
R	۵±۱	۶±۱	۸±۱		۱۰±۱	۱۲±۱	
α	۳۰°±۵°						
t_g	۶		۸		۱۰		
a	۱→۳						

t	۲۰→۲۳	۲۴→۲۹	۳۰→۳۳	۳۴→۴۱	۴۲→۴۹	۵۰→۵۵	۵۶→۶۰
R	۲±۲						
α	۱۰°±۳°						
r	۵±۱						
f	۲±۱						
b	t+۹	t+۷	t+۴	t	t−۳	t−۷	t−۱۲
b_1	۱۰±۶						
a	۰+۴		۰+۵				

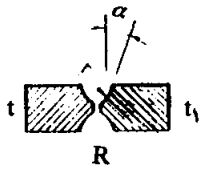
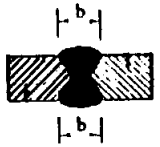
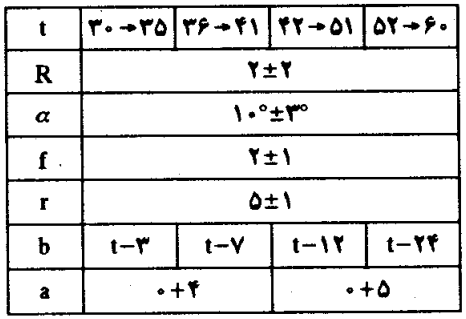
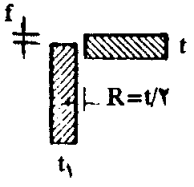
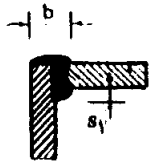
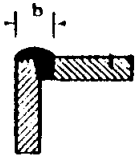
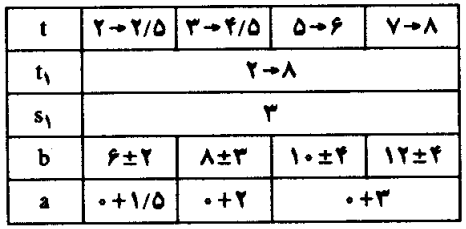
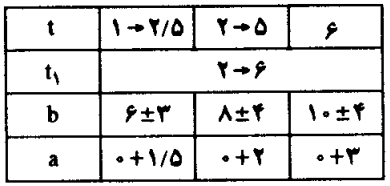
شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف - اتصال لب به لب	نیم لاله‌ای	شیاری		⑦	جوش‌شده از دو رو	t: ۲۰→۲۳ | ۲۴→۲۹ | ۳۰→۳۵ | ۳۶→۴۱ | ۴۲→۴۹ | ۵۰→۵۵ | ۵۶→۶۰ R: ۲±۲ α: ۱۰°±۳° f: ۲±۱ r: ۵±۱ b: t−۱ | t−۴ | t−۹ | t−۱۲ | t−۱۸ | t−۲۴ | t−۲۹ b_1: ۱۰±۴ a: ۰+۴ | ۰+۵
	نیم جناغی دوطرفه	شیاری		⑧	جوش‌شده از دو رو	t: ۱۲→۱۵ | ۱۶→۲۳ | ۲۴→۳۳ | ۳۴→۴۰ R: ۲±۲ α: ۵۰°±۵° f: ۲ (+۱ / −۲) b: t+۴ | t+۲ | t | t−۲ a: ۰+۳ | ۰+۵
	جناغی دوطرفه	شیاری		⑨	جوش‌شده از دو رو	t: ۱۲→۱۷ | ۱۸→۲۹ | ۳۰→۴۱ | ۴۲→۵۰ | ۵۱→۶۰ R: ۲±۲ α: ۶۰°±۵° f: ۲ (+۱ / −۲) b: t+۳ | t+۱ | t−۳ | t−۸ | t−۱۱ a: ۰+۳ | ۰+۴ | ۰+۵

شکل ۲ - ۴ - ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	لالهای دوطرفه	شیاری		 (۱۰)	جوش‌شده از دو رو 	
ب ـ اتصال نبشی	ساده (بدون آمادگی)	شیاری		 (۱۱)	جوش‌شده از دو رو  جوش‌شده از یک‌رو 	 

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

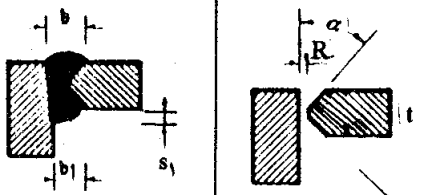
انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

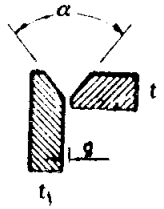
نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
ب ـ اتصال نبشی	ساده (بدون آمادگی)	جوش گوشه		(۱۲)	جوش‌شده از دو رو (۱) جوش‌شده از یک‌رو (۲)	(۱) t: ۸→۳۰ t_1: ۸→۳۰ f: ۰/۵t→t s: ۰/۵t→t s_1: ~۳ (۲) t: ۸→۳۰ t_1: ۸→۳۰ c_1: ۰/۵t→t s: ۰/۵t→t
	نیم‌جناغی	شیاری		(۱۳)	جوش‌شده از دو رو جوش‌شده از یک‌رو	t: ۴→۷ | ۸→۱۱ | ۱۲→۱۷ | ۱۹→۲۶ t_1: ۴±۲۶ R: ۲±۲ α: ۵۰°±۵° f: ۱±۱ | $^{+۱}_{-۲}$۲ s_1: ~۳ b: t+۱۱ | t+۱۳ | t+۱۵ | t+۱۸ a: ۰+۱۳ | ۰+۴ با در نظر گرفتن تورق، استفاده از اتصال (۱۵) ارجح است.

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
ب ـ اتصال نبشی	نیم‌جناغی دوطرفه	شیاری	K	(۱۴)	جوش‌شده از دو رو	(جدول ۱)
	جناغی	شیاری	V / V	(۱۵)	جوش‌شده از دو رو / جوش‌شده از یک‌رو	(جدول ۲)





جدول ۱

t	۱۲→۱۷	۱۸→۲۵	۲۵→۳۵	۳۶→۴۱	۴۲→۶۰
t_1	۱۲→۶۰				
R	۲±۲				
α	۵۰°±۵°				
f	$^{+1}_{-2}$ ۲				
s_1	۳±۳	۴±۳	۵±۳	۶±۳	
b	t+۴	t+۲	t	t−۲	t−۳
b_1	t+۲	t	t−۲	t−۴	t−۵
a	۰+۴		۰+۵		

جدول ۲

t	۱۲→۱۴	۱۵→۲۱	۲۲→۲۵
t_1	۱۲→۲۶		
R	۲±۲		
α	۶۰°±۵°		
f	$^{+1}_{-2}$ ۲		
s_1	۳		
b	t+۱۲	t+۱۴	t+۱۵
a	۰+۴		

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
پ - اتصال سپری	ساده (بدون آمادگی)	جوش گوشه		۱۶	جوش‌شده از دو رو	
	نیم‌جناغی	شیاری		۱۷	جوش شده از دورو جوش‌شده از یک‌رو	
	نیم‌جناغی دوطرفه	شیاری		۱۸	جوش‌شده از دو رو	

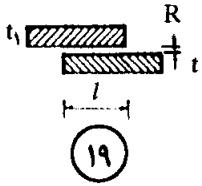
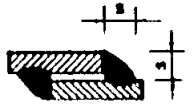
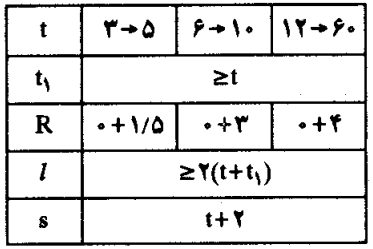
t	۳→۴/۵	۵→۶	۷→۹	۱۰→۳۰
t_1	≥ t			
R	۰+۴			
s	۳	۴	۵	۶→۸

t	۴→۷	۸→۱۱	۱۲→۱۷	۱۸→۲۵
t_1	≥t			
R	۲±۲			
α	۵۰°±۵°			
f	۱±۱	$^{+۱}_{-۲}$ ۲		
s_1	۳			
b	t+۹	t+۱۱	t+۱۳	t+۱۵
a	۳±۳		۴±۳	۵±۳

t	۱۲→۱۷	۱۸→۲۵	۲۶→۳۵	۳۶→۴۷	۴۸→۵۱	۵۲→۶۰
t	≥t					
R	۲±۲					
α	۵۰°±۵°					
f	$^{+۱}_{-۲}$ ۲					
b	t+۲	t	t−۲	t−۳	t−۴	t−۵
a	۳±۳	۵±۳	۶±۳	۹±۳	۱۱±۳	۱۳±۳

شکل ۲ - ۴ - ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری دستی

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
ت ـ اتصال لب رویهم	ساده (بدون آمادگی)	جوش گوشه		 (۱۹)	جوش‌شده از دو رو 	

t	۳→۵	۶→۱۰	۱۲→۶۰
t_1	≥t		
R	۰+۱/۵	۰+۳	۰+۴
l	≥۲(t+t_1)		
s	t+۲		

در صورتی‌که اتصال لب به‌لب برای ورقهای با ضخامت‌های مختلف باشد، آمادگی درزها نظیر حالتی است که ورقها با هم مساوی باشند مشروط بر اینکه شرایط زیر صادق باشد

t_1-t	≤ ۰/۷t	≤ ۰/۶t	≤ ۰/۵t	≤ ۰/۴t	≤ ۷ mm
t^{mm}	≤۳	۴→۸	۹→۱۱	۱۲→۲۵	>۲۵

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	ساده (بدون آمادگی)	شیاری		(۲۰)	جوش‌شده از دو رو	
		شیاری		(۲۱)	جوش‌شده از دو رو روی بستر گرد جوشکاری	
		شیاری		(۲۲)	جوش‌شده از یک‌رو	

t	۳	۴	۵	۶	۸	۹	۱۰→۱۴	۱۶→۲۰
R	۰+۰/۵	۰+۰/۸	۰+۱					
b	۸±۲	۱۰±۲	۱۲±۲	۱۶±۳			۲۰±۳	۲۲±۴
a	۱۵±۱	۲±۱			۲ +۱/۵ −۱		۲/۵±۱/۵	۲/۵ +۲ −۱/۵

t	۴→۵	۶	۸	۱۰	۱۲→۱۴	۱۶→۲۰	۲۲	۳۰	۴۰	۵۰
R	۱±۱	۲±۲						۶±۱	۸±۱	۱۰±۱
b	۱۰±۲		۱۶±۳	۲۰±۲		۲۲±۴		۳۰±۴	۴۰±۴	۴۵±۵
a	۲±۱/۵				۲/۵±۱/۵	۲/۵ +۲ −۱۵	۲/۵ +۲/۵ −۱/۵		۳ +۳ −۳	

t		۳	۴	۵
R		۰+۰/۵	۰+۰/۸	۰+۱
b		۸±۲	۱۰±۲	۱۲±۲
a	۱/۵±۱		۲±۱	

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	ساده (بدون آمادگی)	شیاری		(۲۳)	جوش‌شده از یک‌رو روی بستر گرد جوشکاری	
		شیاری		(۲۴)	جوش‌شده از یک‌رو روی پشت‌بند فولادی	
	نیم‌جناغی	شیاری		(۲۵)	جوش‌شده از دو رو	

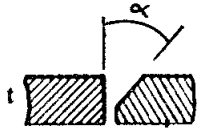
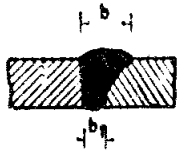
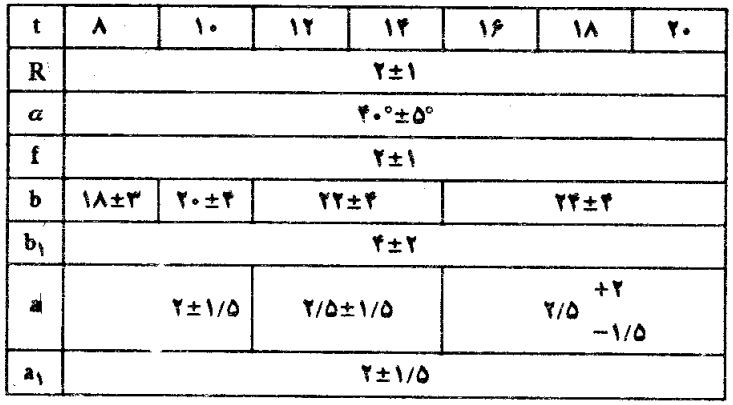
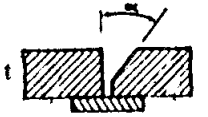
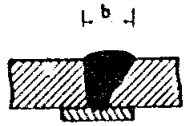
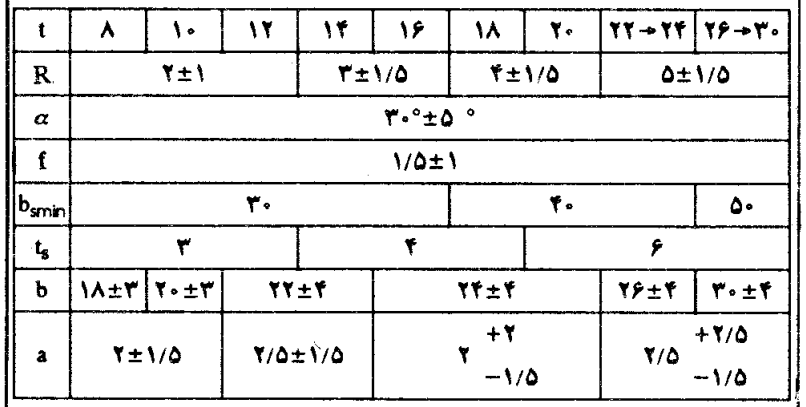
t	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
R	۰+۱	۱±۱		۱/۵±۱		۲±۱/۵			
b	۱۰±۲		۱۴±۲		۱۸±۳		۲۲±۴		
b_1	۴±۲								
a	۱/۵±۱		۲±۱/۵						
s_1	۱±۱		۱/۵±۱			۲±۱			

t	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
R	۱/۵±۱		۲±۱		۳±۱/۵			۴±۱/۵	
bs	۱۵			۲۰		۲۵		۳۰	
t_s	۳→۶								
b	۱۰±۲		۱۴±۳		۱۸±۳		۲۲±۴		
a	۱/۵±۱		۲±۱/۵						

t	۱۴	۱۶	۱۷	۲۰
R	۰+۱			
α	۴۰°±۵°			
f	۶±۱		۷±۱	
b	۱۸±۳		۲۲±۴	
a	۲/۵±۱/۵	۲/۵ +۲ −۱/۵		

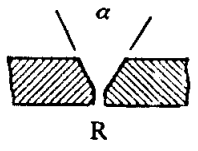
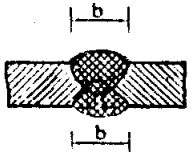
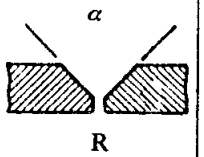
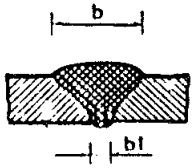
شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	نیم‌جناغی	شیاری		 (۲۶)	جوش‌شده از یک‌رو روی بستر گرد جوشکاری 	
		شیاری		 (۲۷)	جوش‌شده از یک رو روی پشت‌بند فولادی 	

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصالات لب به لب	جناغی	شیاری		 (۲۸)	جوش‌شده از دو رو 	
		شیاری		 (۲۹)	جوش‌شده از یک‌رو روی بستر گرد جوشکاری 	

t	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴
R	۰+۱					
α	۶۰°±۵°					
f	۶±۱		۷±۱		۸±۱	
b	۱۸±۳		۲۲±۴		۲۴±۴	
a	۲±۱/۵	۲/۵ +۲ −۱/۵			۲ +۲/۵ −۱/۵	

t	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴
R	۲±۱								
α	۵۰°±۵°								
f	۳±۱			۴±۱					
b	۱۸±۳	۲۰±۳	۲۲±۴		۲۴±۴				۲۶±۵
b_1	۴±۲								
a	۲±۱/۵		۲/۵±۱/۵		۲/۵ +۲ −۱/۵			۲/۵ +۲/۵ −۱/۵	
a_1	۲±۱/۵								

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف - اتصال لب به لب	جناغی	شیاری		(۳۰)	جوش‌شده از یک‌رو روی پشت‌بند فولادی	
	درزنقه‌ای	شیاری		(۳۱)	جوش‌شده از یک‌رو با پشت‌بند	

t	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲→۲۴	۲۶→۳۰
R	۲±۱			۳±۱/۵		۴±۱/۵		۵±۱/۵	
α	۳۰°±۵°								
f	۱/۵±۱/۵								
b_{smin}	۳۰					۴۰			۵۰
t_{smin}	۳			۴			۶		
b	۱۸±۳	۲۰±۳		۲۲±۴		۲۴±۴		۲۶±۴	۳۰±۴
a	۲±۱/۵								

t	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۲۰	۲۲	۲۶
R	۶±۱		۱۲±۱				
α	۳۰°±۵°		۲۰°±۵°				
t_s	۶		۸		۱۰		
a	۱→۳						

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	لاله‌ای	شیاری		(۳۲)	جوش‌شده از دو رو	
	نیم‌جناغی دوطرفه	شیاری		(۳۳)	جوش‌شده از دو رو	

ابعاد برحسب میلیمتر — (۳۲) جوش‌شده از دو رو

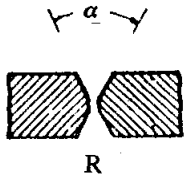
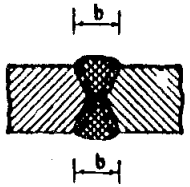
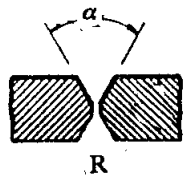
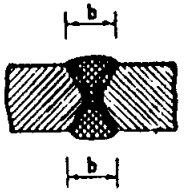
t	۳۰→۳۲	۳۴→۴۰	۴۲→۴۵	۴۸→۵۵	۶۰→۶۵	۷۰→۱۰۰	۱۱۰→۱۳۰
R	۰+۱						
α	۱۳°±۲°					۱۲°±۲°	۱۰°±۲°
c	۵±۱					۸±۱	
w	۲۰	۲۱→۲۴	۲۵	۲۸→۳۱	۳۸→۴۰	۳۹→۵۲	۴۹→۵۶
t	۵±۱				۶±۱		
b	۳۶	۳۷→۴۰	۴۲	۴۴→۴۷	۵۴→۵۶	۵۵→۶۸	۶۵→۷۲
b_1	۱۵+۴	۱۶+۴		۱۸+۴		۲۰+۴	
a	۲/۵ +۲/۵ −۱/۵	۳ +۳ −۲					

ابعاد برحسب میلیمتر — (۳۳) جوش‌شده از دو رو

t	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰
R	۰+۱					
α	۴۰°±۵°					
f	۶±۱					
b	۲۰±۳			۲۴±۴		۲۸±۴
a	۲/۵ +۲/۵ −۱/۵					

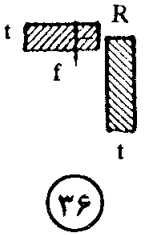
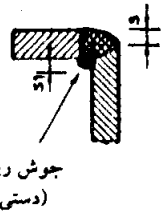
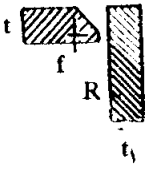
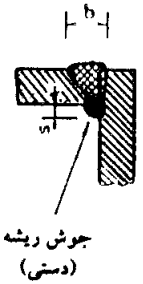
شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
الف ـ اتصال لب به لب	جناغی دوطرفه	شیاری		 (۳۴)	جوش‌شده از دو رو 	t: ۲۰→۲۲ | ۲۴ | ۲۶→۲۸ | ۳۰→۳۶ | ۳۸ | ۴۰→۴۲ | ۴۴→۵۰ | ۵۲→۶۰ R: ۰+۱ α: ۶۰°±۵° | ۵۰°±۵° f: ۶±۱ | ۸±۱ | ۹±۱ b: ۲۰±۳ | ۲۲±۳ | ۲۴±۴ | ۲۶±۴ | ۲۸±۴ | ۳۲±۴ a: ۲/۵ (+۲/۵ −۱/۵) | ۳ (+۳ −۲) در جوشکاری نیمه‌اتوماتیک f=۴±۱
		شیاری		 (۳۵)	جوش‌شده از دو رو روی بستر گرد جوشکاری 	t: ۲۴→۲۸ | ۳۰→۳۸ | ۴۰→۴۸ | ۵۰→۶۰ R: ۰+۴ α: ۶۰°±۵° | ۵۰°±۵° f: ۶±۱ b: ۳۰±۵ | ۳۵±۵ | ۴۰±۵ | ۴۵±۵ a: ۲/۵ (+۲/۵ −۱/۵) | ۳ (+۳ −۲)

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

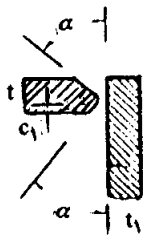
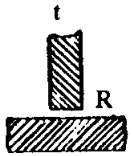
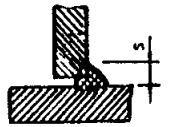
نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
ب ـ اتصال نبشی	ساده (بدون آمادگی)	جوش گوشه		 (۳۶)		
	نیم‌جناغی	شیاری		 (۳۷)		

t	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۲	۱۴
f	۲±۱				۳±۱		
s	≥۳				≥۴		
s_1	۳						
s با توجه به‌ضخامت ورق نازکتر انتخاب می‌شود							

t	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
t_1	≥۱۰ mm					
R	۲±۲					
α	۴۰°±۵°					
f	۲±۱					
s	۵			۶		
b	۱۵±۳		۲۰±۳	۲۵±۴		
a	۲±۱					

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
ب ـ اتصال نبشی	نیم‌جناغی دوطرفه	شیاری		 (۳۸)	جوش دستی	
پ ـ اتصال سپری	ساده (بدون آمادگی)	جوش گوشه		 (۳۹)	جوش‌شده از یک‌رو  جوش‌شده از دو رو	

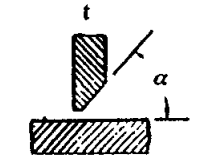
t	۲۰→۲۴	۲۶→۲۸	۳۰→۳۴	۳۶→۴۰
t_1	>۲۰			
R	۲±۲			
α	۵۰°±۵°			
f	۲±۱			
c_1	۷±۱	۸±۱	۱۰±۱	۱۲±۱
b	۲۰±۳	۲۵±۴	۳۰±۴	۴۰±۴
s	۳±۲	۴±۲	۵±۲	
a	۲±۱			

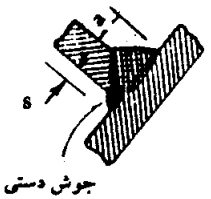
t	۳	۴→۵	۶→۹	۱۰	۱۲→۱۶	۱۸→۴۰
R	۰+۰/۸	۰+۱	۰+۱/۵	۰+۲		
s_{min}	۳		۴	۵		۶

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

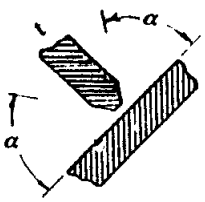
انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

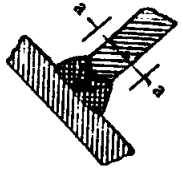
نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
پ ـ اتصال سپری	نیم‌جناغی	شیاری		۴۰	جوش‌شده از دو رو	
	نیم‌جناغی دوطرفه	شیاری		۴۱		





t	۱۰→۱۲	۱۴	۱۶→۱۸	۲۰	۲۲→۲۴
R	۲±۲				
α	۵۰°±۵°				
f	۲±۱				
s	۶	۷	۸	۹	۱۰
a	۵		۶		۷

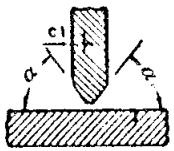
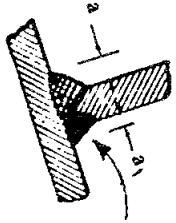
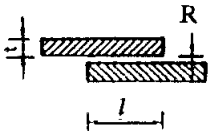
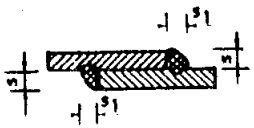




t	۱۶→۱۸	۲۰→۲۲	۲۴→۲۶	۲۸→۳۰	۳۲→۳۶	۳۸→۴۰
R	۰+۱/۵					
α	۵۰°±۵°					
f	۴±۱					
a	۴	۵	۶	۷	۸	۹

شکل ۲ ـ ۴ ـ ادامه

انواع، اندازه‌ها و رواداریهای درزها در جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار

نوع اتصال	نوع درز	نوع جوش	علامت ترسیمی	درز قبل از جوشکاری	درز پس از جوشکاری	ابعاد برحسب میلیمتر
پ - اتصال سپری	نیم‌جناغی دوطرفه	شیاری		 ۴۲	 جوش ریشه (دستی)	
ت - اتصال لب رویهم	ساده (بدون آمادگی)	جوش گوشه		 ۴۳	جوش سراسری از دو رو  جوش سراسری از یک‌رو	

t	۲۰	۲۲→۲۴	۲۶→۲۸	۳۰→۳۴	۳۶→۴۰
R	۱/۵±۱/۵				
α	۵۰°±۵°				
f	۱/۵±۱				
c_1	۷±۱		۸±۱	۱۰±۱	۱۲±۱
a	۶	۷	۸	۱۰	۱۲
a_1	۳		۴	۵	

t	۳→۵	۶→۱۰	۱۲→۲۰
R	۰+۱	۰+۲	۰+۳
l	۲۰→۹۰		
s_1	t+۵		
s با توجه به ضخامت ورق نازکتر انتخاب می‌شود			

شکل ۲ - ۴ - ادامه

۲ ـ ۱۰ جوش شیاری با نفوذ نسبی

۲ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ جوشهای شیاری با نفوذ نسبی راکه با یکی از فرآیندهای؛ جوش قوسی با الکترود روکشدار، جوش قوسی زیرپودری، جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی (به‌استثنای مدار بسته)، جوش قوسی با الکترود توپودری در اتصالات لب‌به‌لب، گونیا و یا سپری داده می‌شوند، در صورتی می‌توان بدون انجام آزمایشهای ارزیابی بخش ۵ ـ ۲ به‌کار برد که منطبق بر جزییات شکل ۲ ـ ۵ و مقررات بخش ۲ ـ ۱۰ ـ ۲ باشند.

۲ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۱ ـ تعریف

به‌غیر از مواردی‌که در شکل ۲ ـ ۴ ذکر شده است، جوشهای شیاری بدون پشت‌بند که فقط از یک طرف جوش می‌شوند، و جوشهای شیاری که از هر دو طرف، لیکن بدون شیارزنی ریشه از پشت[۱۷]، جوش می‌شوند، در ردهٔ جوشهای شیاری با نفوذ نسبی قرار می‌گیرند.

۲ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ تمام جوشهای شیاری با نفوذ نسبی که با استفاده از جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی (مداربسته) و جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود تنگستن انجام می‌شوند، باید تحت آزمایشهای ارزیابی شرح داده شده در بند ۵ ـ ۲ قرار گیرند.

۲ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ ابعاد جوشهای شیاری مقررشده در بند ۲ ـ ۱۰ ـ ۱ می‌توانند در نقشه‌های محاسباتی و یا نقشه‌های جزییات در محدودهٔ رواداریهای تعیین‌شده در ستون «طراحی» شکل ۲ ـ ۵ تغییر نمایند. رواداریهای مونتاژ بخش ۳ ـ ۳ را می‌توان به‌ابعاد نشان داده شده در نقشه‌های جزییات اعمال نمود. شیارهای لاله‌ای و نیم‌لاله‌ای را می‌توان قبل و یا بعد از مونتاژ انجام داد.

۲ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ حداقل بُعد گلوی جوش

حداقل بُعد گلوی جوشهای شیاری با نفوذ نسبی، با درز ساده، نیم‌جناغی، تمام‌جناغی، لاله‌ای، نیم‌لاله‌ای، و لب‌گرد (یکطرفه یا دوطرفه)، مطابق جدول ۲ ـ ۳ می‌باشد، به‌استثنای درزهای B-P1 و BTC-P10.

در نقشه‌های اجرایی باید عمق درز (S)، اندازهٔ جوش (E)، فرآیند جوشکاری، و وضعیت جوشکاری درج گردد.

۲ ـ ۱۰ ـ ۴ ـ درز پیش‌پذیرفته برای جوش قوسی با الکترود روکشدار می‌تواند برای جوش تحت

---

۱۷ ـ Back gouging

حفاظ گاز با الکترود فلزی و جوش قوسی یا الکترود توپودری مورد استفاده قرار گیرد.

۲ـ۱۰ـ۵ـ اتصالات گونیا

در اتصالات گونیا، آماده‌سازی شیاری خارجی می‌تواند در یک و یا دو قطعهٔ اتصال انجام گردد، مشروط بر اینکه هندسهٔ شیار، (شامل زاویه، عمق، فاصلهٔ ریشه) تغییر نکرده و فاصلهٔ کافی از لبه به‌منظور عملیات جوشکاری، بدون ذوب لبه، باقی بماند.

جدول ۲ ـ ۳ ـ حداقل بُعد گلوی جوش برای جوشهای شیاری با نفوذ نسبی

ضخامت فلز پایه (mm)	حداقل بُعد گلوی جوش* (mm)
۳ تا ۴	۲
بزرگتر از ۴ تا ۷	۳
بزرگتر از ۷ تا ۱۲	۵
بزرگتر از ۱۲ تا ۲۰	۶
بزرگتر از ۲۰ تا ۳۸	۸
بزرگتر از ۳۸ تا ۵۸	۱۰
بزرگتر از ۵۸ تا ۱۵۰	۱۳
بزرگتر از ۱۵۰	۱۶

* حداقل اندازهٔ جوش لازم نیست از ضخامت قطعهٔ نازکتر تجاوز کند.

تذکرات مربوط به‌شکل ۲ ـ ۵:

A : برای جوش تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی و یا تنگستن مدار بسته، پیش‌پذیرفته نیست و آزمایشهای ارزیابی لازم است.

B : جوشکاری فقط از یک طرف درز انجام می‌شود.

Br : در بارهای دینامیکی، این درز محدود به‌وضعیت تخت می‌شود (بند ۹ ـ ۱۲ ـ ۵).

C : قبل از جوشکاری طرف دیگر، ریشهٔ جوش تا رسیدن به‌فلز سالم، شیار زده می‌شود.

E : حداقل اندازهٔ جوش طبق جدول ۲ ـ ۳، S طبق مقدار معرفی‌شده در نقشه.

J : اگر در اعضای تحت بار استاتیکی برای تقویت جوشهای شیاری در اتصالات گونیا و سپری از جوش گوشه استفاده شود، اندازهٔ آنها باید $T_1 \leq ۱۰mm$ $\frac{۱}{۴}$ باشد. جوش شیاری در اتصالات گونیا و سپری تحت بار دینامیکی، باید توسط جوش گوشه با اندازهٔ $T_1 \leq ۱۰\ mm$ $\frac{۱}{۴}$ تقویت گردد.

M : جوشهای شیاری دوطرفه، می‌توانند شیارهایی با اعماق متفاوت داشته باشند، لیکن عمق شیار کم عمقتر نباید کمتر از $\frac{۱}{۴}$ ضخامت قطعهٔ نازکتر باشد.

Mp : جوشهای شیاری دوطرفه می‌توانند دارای شیارهایی با عمق نامساوی باشند، مشروط بر اینکه محدودیتهای تذکر E را برآورده نمایند. اندازهٔ جوش E نیز برحسب عمق شیار مربوطه تعیین می‌شود.

N : زاویهٔ دو قطعهٔ اتصال می‌تواند بین ۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه تغییر یابد، به‌شرط اینکه هندسهٔ شیار (شامل زاویهٔ شیار، ضخامت ریشه، و فاصلهٔ ریشه) ثابت باقی مانده و اندازهٔ جوش حفظ شود.

Q : برای اتصالات گونیا و سپری زاویهٔ قطعات می‌تواند تغییر یابد، مشروط بر اینکه هندسهٔ زاویهٔ شیار ثابت باقی بماند.

$Q_۲$: زاویهٔ بین دو عضو می‌تواند تغییر نماید، مشروط بر اینکه هندسهٔ شیار تغییر نکند.

R : زاویهٔ بین دو قطعه در اتصال گونیا می‌تواند بین ۴۵ تا ۱۳۵ درجه و در اتصال سپری بین ۴۵ تا ۹۰ درجه تغییر نماید، مشروط بر اینکه هندسهٔ درز، (شامل زاویه، فاصلهٔ ریشه، ضخامت ریشه) ثابت باقی مانده و اندازهٔ جوش حفظ شود.

V : برای اتصالات گونیا، شیار خارجی می‌تواند در یک و یا هر دو قطعهٔ متصل‌شده باشد، مشروط بر اینکه هندسهٔ درز (شامل زاویه، دهانهٔ ریشه، ضخامت ریشه) ثابت باقی ماند و فاصلهٔ لبه‌ای کافی برای عملیات جوشکاری بدون ذوب لبه باقی بماند.

Z : جوشهای شیاری دوطرفه می‌توانند دارای شیارهایی با عمق نامساوی باشند، مشروط بر اینکه تذکرات بند E ملحوظ گردد. همچنین کاهش در اندازهٔ جوش باید برای هر یک از درزها به‌طور جداگانه اعمال گردد.

نمادهای نوع اتصال

B – لب‌به‌لب (BUTT)
C – گونیا (Corner)
T – سپری (T)
BC – لب‌به‌لب یا گونیا
TC – گونیا، یا سپری
BTC – لب‌به‌لب، سپری، یا گونیا

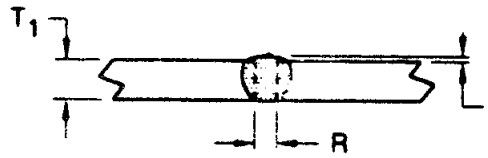
نمادهای روش جوشکاری

SMAW – جوش قوسی با الکترود روکشدار
SAW – جوش قوسی زیرپودری
GMAW – جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی
FCAW – جوش قوسی با الکترود توپودری

وضعیت جوشکاری

F – تخت
V – سربالا (قائم)
H – افقی
OH – سقفی (بالای سر)

درز ساده (۱)
اتصال لب (B)



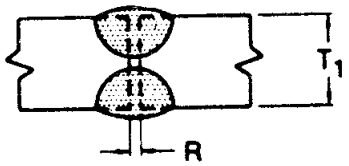
تمام ابعاد برحسب میلیمتر

فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_1	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_2	آماده‌سازی درز: فاصلهٔ ریشه	آماده‌سازی درز: رواداری در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	آماده‌سازی درز: رواداری در مونتاژ بند ۳ـ۳	وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش (E)	تذکر
SMAW	B-P1a	۳/۲ max	–	R= ۰ تا ۱/۶	۰ـ، +۱/۶	±۱/۶	تمام	T_1-1	B
SMAW	B-P1c	۶/۴ max	–	$R=\frac{T_1}{2}$ min	۰ـ، ±۱/۶	±۱/۶	تمام	$\frac{T_1}{2}$	B

درز ساده (۱)
اتصال لب (B)

E_1= گلوی جوش فوقانی
E_2= گلوی جوش تحتانی

E_1+E_2 نباید از $\frac{3T_1}{4}$ بزرگتر شود

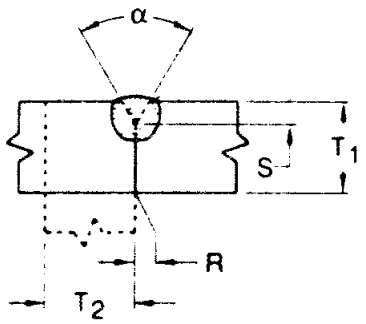


تمام ابعاد برحسب میلیمتر

فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_1	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_2	آماده‌سازی درز: فاصلهٔ ریشه	آماده‌سازی درز: رواداری در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	آماده‌سازی درز: رواداری در مونتاژ بند ۳ـ۳	وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش (E)	تذکر
SMAW	B-P1b	۶/۴ max	–	$R=\frac{T_1}{2}$	۰ـ، ±۱/۶	±۱/۶	تمام	$\frac{3T_1}{4}$	

شکل ۲ ـ ۵ ـ درزهای پیش‌پذیرفته برای جوش شیاری با نفوذ نسبی (بند ۲ ـ ۱۰ ـ ۱).

درز جناغی یکطرفه (۲)
اتصال لب (B)
اتصال گوشه (C)



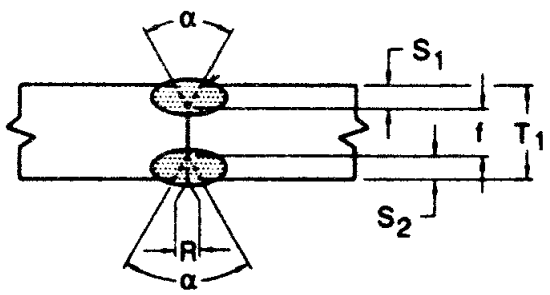
تمام ابعاد برحسب میلیمتر

تذکر	اندازهٔ جوش (E)	وضعیت مجاز جوشکاری	آماده‌سازی درز: رواداری در مونتاژ بند ۳ـ۳	آماده‌سازی درز: رواداری در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	آماده‌سازی درز: فاصلهٔ ریشه / ضخامت ریشه / زاویهٔ شیار	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U): T_2	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U): T_1	علامت درز	فرآیند جوشکاری
B, E, Q2	S	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	۰ ، −۱/۶ +U ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۱ min α=۶۰°	U	۶/۴ min	BC−P2	SMAW
A, B, E, Q2	S	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	۰ ، −۱/۶ +U ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min α=۶۰°	U	۶/۴ min	BC−P2−GF	GMAW FCAW
B, E, Q2	S	F	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	±۰ +U ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۶ min α=۶۰°	U	۱۱/۱ min	BC−P2−S	SAW

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

درز جناغی یکطرفه (۳)
اتصال لب (B)

E_1= گلوی جوش فوقانی
E_2= گلوی جوش تحتانی

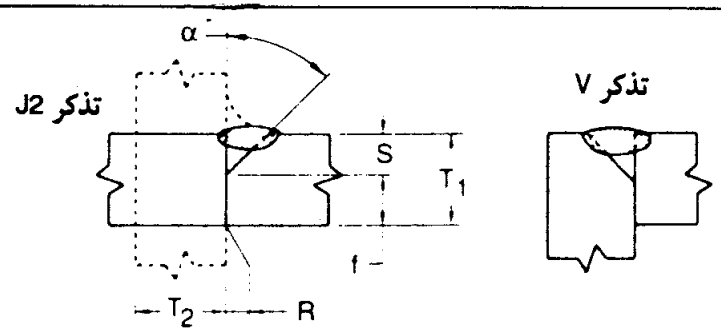


تمام ابعاد برحسب میلیمتر

فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی درز			وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش (E)	تذکر
				فاصلهٔ ریشه ضخامت ریشه زاویهٔ شیار	رواداری در طراحی بند ۲-۱۰-۲	رواداری در مونتاژ بند ۳-۳			
		T_1	T_2						
SMAW	B-P3	۱۲/۷ min	–	R=۰ f=۳ min α=۶۰°	+۱/۶ ، -۰ +U ، -۰ +۱۰° ، -۰°	+۳ ، -۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، -۵	تمام	S_1+S_2	E, Mp, Q2
GMAW FCAW	BC-P3-GF	۱۲/۷ min	–	R=۰ f=۳ min α=۶۰°	+۱/۶ ، -۰ +U ، -۰ +۱۰° ، -۰°	+۳ ، -۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، -۵	تمام	S_1+S_2	A, E, Mp, Q2
SAW	BC-P3-S	۱۹/۰ min	–	R=۰ f=۶ min α=۶۰°	±۰ +U ، -۰ +۱۰° ، -۰°	+۱/۶ ، -۰ ±۱/۶ +۱۰° ، -۵°	F	S_1+S_2	Mp, E, Q2

شکل ۲ - ۵ - (ادامه).

درز نیم‌جناغی یکطرفه (۴)
اتصال لب (B)
اتصال سپری (T)
اتصال گونیا (C)



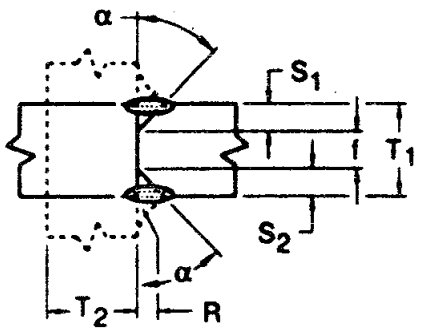
تمام ابعاد برحسب میلیمتر

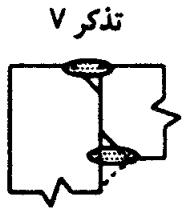
تذکر	اندازهٔ جوش (E)	وضعیت مجاز جوشکاری	آماده‌سازی درز: رواداری در مونتاژ بند ۳-۳	آماده‌سازی درز: رواداری در طراحی بند ۲-۱۰-۲	آماده‌سازی درز: فاصلهٔ ریشه ضخامت ریشه زاویهٔ شیار	فاصلهٔ ریشه پایه (نامحدود = U) T_2	فاصلهٔ ریشه پایه (نامحدود = U) T_1	علامت درز	فرآیند جوشکاری
B, E, Q2, V	S-۳	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ نامحدود +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min α=۴۵°	U	U	BTC-P4	SMAW
A, B, E, J2, Q2, V	S S-۳	F, H V, OH	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ نامحدود* +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min α=۴۵°	U	۶/۴ min	BTC-P4-GF	GMAW FCAW
B, E, Q2, V	S	F	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	±۰ +U ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۶ min α=۶۰°	U	۱۱/۱ min	TC-P4-S	SAW

* برای وضعیتهای تخت و افقی، f=+u و −۰ می‌باشد.

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

درز نیم‌جناغی یکطرفه (۵)
اتصال لب (B)
اتصال سپری (T)
اتصال گونیا (C)





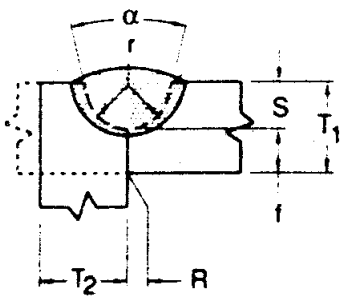
تمام ابعاد برحسب میلیمتر

فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی درز			وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش	تذکر
				فاصلهٔ ریشه ضخامت ریشه زاویهٔ شیار	رواداری				
		T_1	T_2		در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	در مونتاژ بند ۳ـ۳		(E)	
SMAW	BTC-P5	۸/۰min	U	R=۰ f=۳min α=۴۵°	+۱/۶ ، −۰ نامحدود +۱۰° ، −۰°	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	تمام	(S_1+S_2) −۶	E, J2, L, Mp Q2, V
GMAW FCAW	BTC-P5-GF	۱۲/۷min	U	R=۰ f=۳min α=۴۵°	+۱/۶ ، −۰ نامحدود* +۱۰° ، −۰°	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F, H V, OH	(S_1+S_2) (S_1+S_2) −۶	A, E, J2, Mp, Q2, V
SAW	TC-P5-S	۱۹/۰ min	U	R=۰ f=۶min α=۶۰°	±۰ +U ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	(S_1+S_2)	E, J2, L, Mp, Q2, V

* برای وضعیتهای تخت و افقی، f=+u و −۰ می‌باشد.

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

درز لاله‌ای یکطرفه (۶)
اتصال لب (B)
اتصال گونیا (C)

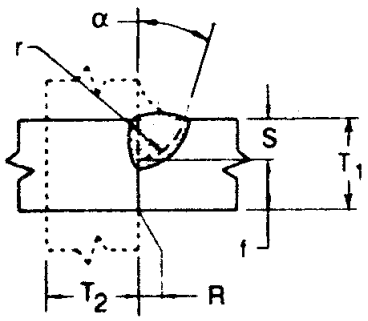


تمام ابعاد برحسب میلیمتر

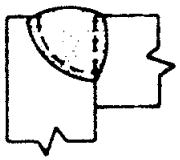
فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی درز			وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش (E)	تذکر
				فاصلهٔ ریشه ضخامت ریشه شعاع شیار زاویهٔ شیار	رواداری در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	رواداری در مونتاژ بند ۳ـ۳			
		T_1	T_2						
SMAW	BC–P6	۶/۴ min	U	R=۰ f=۱ min r=۶ α=۴۵°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	تمام	S	B, E, Q2
GMAW FCAW	BC–P6–GF	۶/۴min	U	R=۰ f=۳min r=۶ α=۲۰°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	تمام	S	A, B, E, Q2
SAW	BC–P6–S	۱۱/۱ min	U	R=۰ f=۶ min r=۶ α=۲۰°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	S	B, E, Q2

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

جوش نیم‌لاله‌ای یکطرفه (۸)
اتصال لب (B)
اتصال سپری (T)
اتصال گونیا (C)



تذکر V



تمام ابعاد برحسب میلیمتر

تذکر	اندازهٔ جوش (E)	وضعیت مجاز جوشکاری	آماده‌سازی درز: رواداری در مونتاژ بند ۳-۳	آماده‌سازی درز: رواداری در طراحی بند ۲-۱۰-۲	آماده‌سازی درز: فاصلهٔ ریشه / ضخامت ریشه / شعاع شیار / زاویهٔ شیار	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U): T_2	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U): T_1	علامت درز	فرآیند جوشکاری
E, J2, Q2, V	S	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min r=۱۰ α=۴۵°	U	۶/۴ min	TC-P8*	SMAW
E, J2, Q2, V	S	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min r=۱۰ α=۳۰°	U	۶/۴min	BC-P8**	SMAW
A, E, J2, Q2 V	S	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min r=۱۰ α=۴۵°	U	۶/۴min	TC-P8-GF*	GMAW GCAW

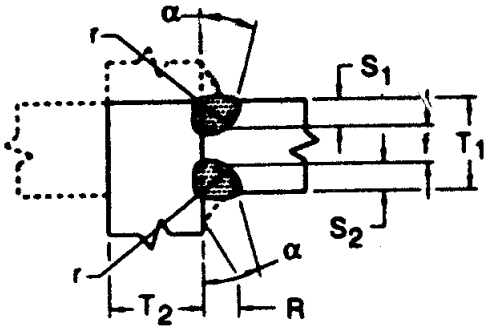
GMAW FCAW	BC-P8-GF**	۶/۴ min	U	R=۰ f=۳ min r=۱۰ α=۳۰°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	تمام	S	A, E, J2, Q2 V
SAW	TC-P8-S*	۱۱/۱ min	U	R=۰ f=۶ min r=۱۳ α=۴۵°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	S	E, J2, Q2, V
SAW	C-P8-S**	۱۱/۱ min	U	R=۰ f=۶ min r=۱۳ α=۲۰°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	S	E, J2, Q2, V

* برای جوش داخلی در اتصال گونیا

** برای جوش خارجی در اتصال گونیا

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

جوش نیم‌لاله‌ای دوطرفه (۹)
اتصال لب (B)
اتصال سپری (T)
اتصال گونیا (C)



تذکر V

تذکر J2

تمام ابعاد برحسب میلیمتر

فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی درز			وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش	تذکر
				دهانهٔ ریشه ضخامت ریشه شعاع شیار زاویهٔ شیار	رواداری در طراحی بند ۲-۱۰-۲	رواداری در مونتاژ بند ۳-۳			
		T_1	T_2					(E)	
SMAW	BTC-P9*	۱۲/۷min	U	R=۰ f=۳min r=۱۰ α=۴۵°	+۱/۶ ، -۰ +U ، -۰ +۶ ، -۰ +۱۰° ، -۰°	+۳ ، -۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، -۵°	تمام	S_1+S_2	E, J2, Mp, Q2, V
GMAW FCAW	BTC-P9-GF**	۶/۴min	U	R=۰ f=۳min r=۱۰ α=۳۰°	+۱/۶ ، -۰ +U ، -۰ +۶ ، -۰ +۱۰° ، -۰°	+۳ ، -۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، -۵°	تمام	S_1+S_2	A, J2, Mp, Q2, V

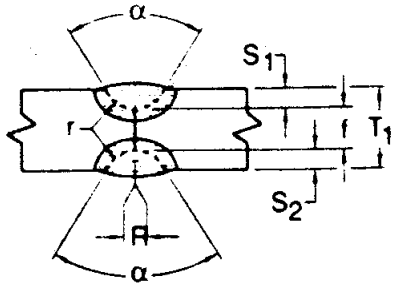
SAW	C–P9–S*	۱۹/۰ min	U	R=۰ f=۶ min r=۱۳ α=۴۵°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	S_1+S_2	E, J2, Mp, Q2, V
SAW	C–P9–S**	۱۹/۰ min	U	R=۰ f=۶ min r=۱۳ α=۲۰°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	S_1+S_2	E, J2, Mp, Q2, V
SAW	T–P9–S	۱۹/۰ min	U	R=۰ f=۶ min r=۱۳ α=۴۵°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	F	S_1+S_2	E, J2, Mp, Q2,

* برای جوش داخلی در اتصال گونیا

** برای جوش خارجی در اتصال گونیا

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

جوش لاله‌ای دوطرفه (۷)
اتصال لب (B)

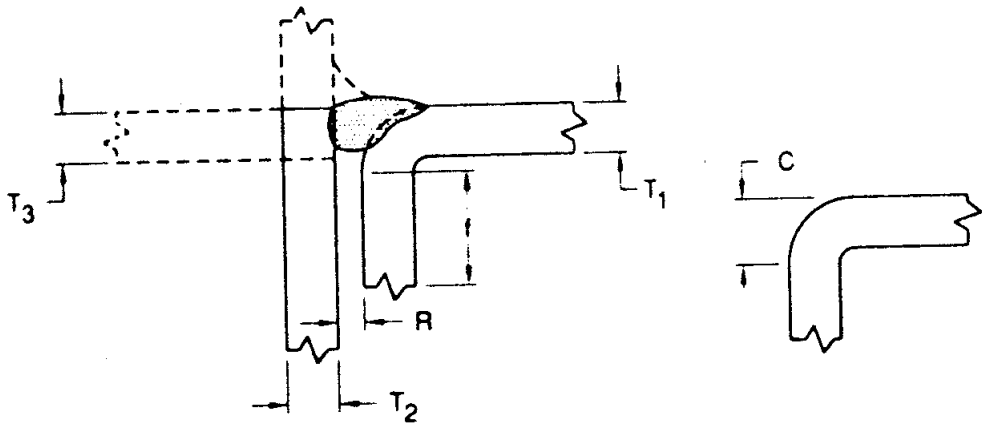


تمام ابعاد برحسب میلیمتر

تذکر	اندازهٔ جوش (E)	وضعیت مجاز جوشکاری	آماده‌سازی درز: رواداری در مونتاژ بند ۳ـ۳	آماده‌سازی درز: رواداری در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	آماده‌سازی درز: فاصلهٔ ریشه / ضخامت ریشه / شعاع شیار / زاویهٔ شیار	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U) T_2	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U) T_1	علامت درز	فرآیند جوشکاری
E, Mp, Q2	S_1+S_2	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min r=۶ α=۴۵°	–	۶/۴ min	B−P7	SMAW
A, E, Mp, Q2	S_1+S_2	تمام	+۳ ، −۱/۶ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۳ min r=۶ α=۲۰°	–	۶/۴min	B−P7−GF	GMAW FCAW
E, Mp, Q2	S_1+S_2	F	+۱/۶ ، −۰ ±۱/۶ ±۱/۶ +۱۰° ، −۵°	±۰ +U ، −۰ +۶ ، −۰ +۱۰° ، −۰°	R=۰ f=۶ min r=۶ α=۲۰°	–	۱۹/۰ min	B−P7−S	SAW

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

جوش شیاری لب‌گرد (۱۰)
اتصال لب (B)
اتصال سپری (T)
اتصال گونیا (C)



تمام ابعاد برحسب میلیمتر

فرآیند جوشکاری	علامت درز	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)			آماده‌سازی درز			وضعیت مجاز جوشکاری	اندازهٔ جوش (E)	تذکر
					فاصلهٔ ریشه ضخامت ریشه و شعاع خم*	رواداری				
						در طراحی بند ۲ـ۱۰ـ۲	در مونتاژ بند ۳ـ۳			
		T_1	T_2	T_3						
SMAW	BTC-P10	۴/۸min	U	T_1 min	R=۰ f=۵min C=$\frac{۳T_1}{۴}$ min	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ −۰ ، نامحدود +	+۳ ، −۱/۶ +U ، ۱/۶ −۰ ، نامحدود +	تمام	$\frac{۵}{۸}T_1$	J2, Q2, Z
GMAW FCAW	BTC-P10-GF	۴/۸min	U	T_1 min	R=۰ f=۵min C=$\frac{۳T_1}{۴}$ min	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۰ −۰ ، نامحدود +	+۳ ، −۱/۶ +U ، ۱/۶ −۰ ، نامحدود +	تمام	$\frac{۵}{۸}T_1$	A, J2, Q2, Z
SAW	T-P10-S	۱۲/۷min	۱۲/۷min	N/A	R=۰ f=۱۳min C=$\frac{۳T_1}{۴}$ min	±۰ +U ، −۰ −۰ ، نامحدود +	+۱/۶ ، −۰ +U ، −۱/۶ −۰ ، نامحدود +	F	$\frac{۵}{۸}T_1$	J2, Q2, Z

* برای مقاطع طولی سرد تا شده (A500)، اندازهٔ C نامحدود است.

شکل ۲ ـ ۵ ـ (ادامه).

۲ ـ ۱۱ اتصالات سپری مایل

۲ ـ ۱۱ ـ ۱ ـ در شکل ۲ ـ ۶ جزییات اتصال سپری مایل که در اتصالات غیرگونیا استفاده می‌شود، نشان داده شده است. برحسب شرایط اجرایی و بهره‌برداری، جزییات ارائه‌شده برای سمت باز و تند، می‌تواند به‌صورت مستقل و یا همزمان مورد استفاده قرار گیرد. طراح باید به‌طور واضح محل، ابعاد و اندازهٔ جوش را در نقشه‌ها مشخص نماید. در طراحی اتصالات سپری مایل، باید طرحی از جزییات درز، هندسه و ابعاد جوش، در نقشه‌ها نشان داده شود.

۲ ـ ۱۱ ـ ۲ ـ در شکل ۲ ـ ۶ جزییات اتصالات سپری مایل پیش‌پذیرفته که از آن می‌توان بدون انجام آزمایشهای ارزیابی بند ۵ ـ ۲ استفاده نمود، نشان داده شده است. این دستورالعمل مشمول محدودیتهای بند ۲ ـ ۱۱ ـ ۳ می‌باشد.

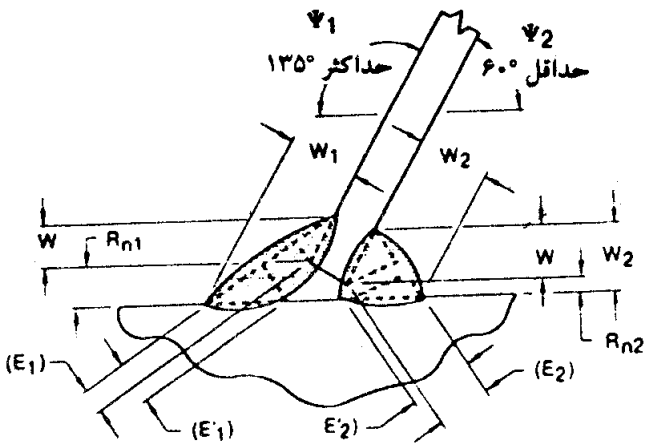
۲ ـ ۱۱ ـ ۳ ـ کلیهٔ اتصالات سپری مایل که با استفاده از روش جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی و مدار بسته ساخته می‌شوند، باید تحت آزمایشهای ارزیابی بند ۵ ـ ۲ قرار گیرند.

۲ ـ ۱۱ ـ ۴ ـ حداقل اندازهٔ جوشهای به‌کار رفته در جزییات الف، ب، و پ از شکل ۲ ـ ۶، در جدول ۲ ـ ۲ نشان داده شده است.

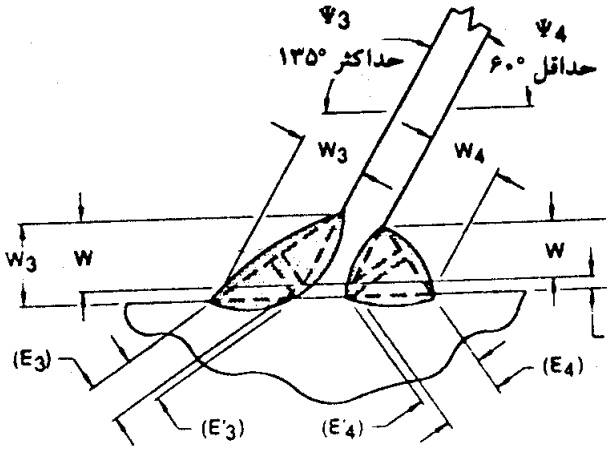
۲ ـ ۱۱ ـ ۵ ـ آماده‌سازی لبه برای جوش سمت باز با زاویهٔ بیش از ۱۳۵ درجه در جزییات پ شکل ۲ ـ ۶ نشان داده شده است. میزان پخی تا حدی لازم است که اندازهٔ جوش W تأمین شود. در صورتیکه میزان پخی بیشتر از مقدار لازم باشد، اندازهٔ جوش باید به‌نسبت افزایش داده شود. اندازهٔ جوش W بستگی به‌میزان آماده‌سازی لبه دارد.

۲ ـ ۱۱ ـ ٦ ـ آماده‌سازی لبه برای جوش سمت تند با زاویهٔ بین ۳۰ تا ۶۰ درجه در جزییات D شکل ۲ ـ ۶ نشان داده شده است. روش اندازه‌کردن جوش، بُعد گلوی مؤثر E یا اندازهٔ ساق W، باید در نقشه‌ها و یا دفترچهٔ مشخصات فنی خصوصی ذکر گردد. کاهش ضخامت Z در جدول ۲ ـ ۴ نشان داده شده است.

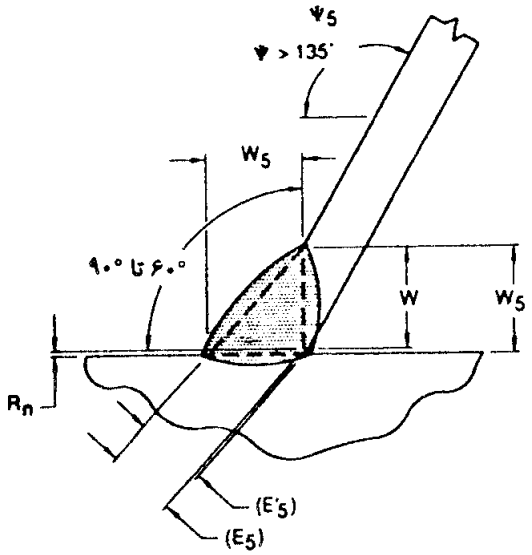
۲ ـ ۱۱ ـ ۷ ـ بُعد گلوی مؤثر جوش در اتصالات سپری مایل بستگی به‌مقدار فاصلهٔ ریشه دارد. به‌بند ۳ ـ ۳ ـ ۱ مراجعه نمایید.



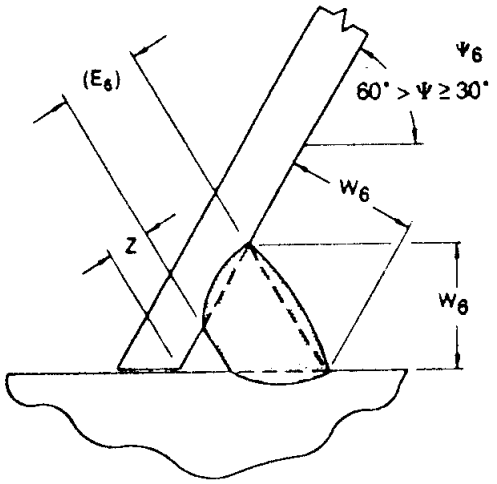
(الف)



(ب)



(پ)



(ت)

تذکر:

۱ ـ E_n و E'_n= گلوی مؤثر که بستگی به‌مقدار دهانهٔ ریشهٔ R_n دارد. به‌بند ۳ ـ ۳ ـ ۱ مراجعه شود.

۲ ـ t= ضخامت ورق نازکتر.

۳ ـ برای جوش قوسی فلزی تحت حفاظ گاز با مدار بسته آزمایش ارزیابی لازم است.

۴ ـ در جزییات ت، کاهش اندازهٔ Z از جدول ۲ ـ ۴ به‌دست می‌آید.

۵ ـ جزییات ت، برای $\Psi < 30°$ پیش‌پذیرفته نیست.

شکل ۲ ـ ۶ ـ جزییات اتصال سپری مایل پیش‌پذیرفته (بند ۲ ـ ۱۱ ـ ۱).

جدول ۲ ـ ۴ ـ کاهش اندازهٔ Z (بند ۲ ـ ۱۱ ـ ۶)

زاویهٔ کجی	وضعیت سربالا یا سقفی		وضعیت تخت یا افقی	
	فرآیند جوشکاری	Z (mm)	فرآیند جوشکاری	Z (mm)
۶۰>Ψ≥۴۵°	SMAW	۳	SMAW	۳
	FCAW-SS	۳	FCAW-SS	۰
	FCAW-G	۳	FCAW-G	۰
	GMAW	قابل اعمال نیست	GMAW	۰
۴۵>Ψ≥۳۰	SMAW	۶	SMAW	۶
	FCAW-SS	۶	FCAW-SS	۳
	FCAW-G	۶	FCAW-G	۶
	GMAW	قابل اعمال نیست	GMAW	۶

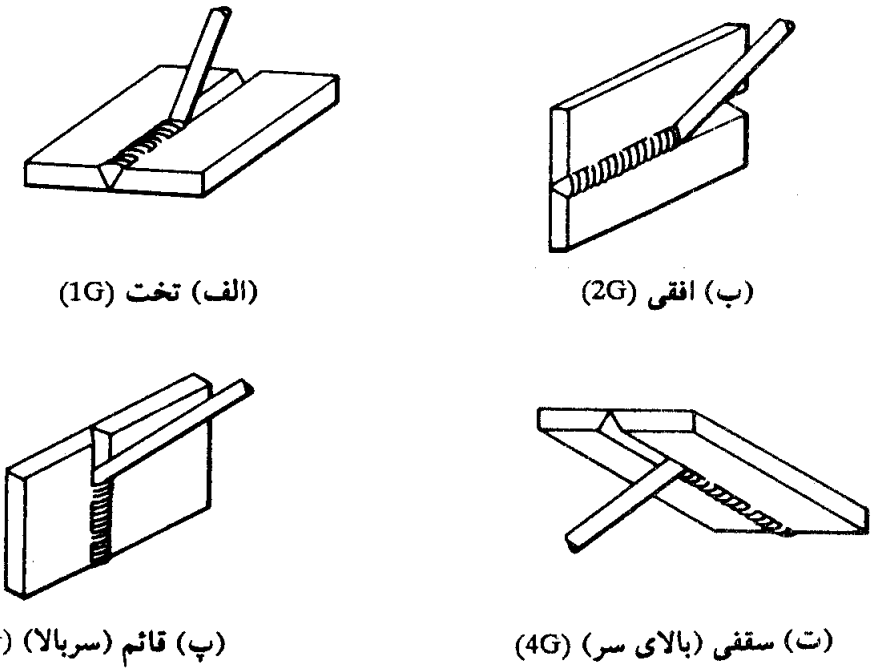
تذکرات:

۱ ـ جوشکاری

FCAW–SS= جوش قوسی با الکترود توپودری ـ بدون حفاظ گاز

FCAW–G= جوش قوسی با الکترود توپودری ـ با حفاظ گاز

پیوست فصل دوم
علائم قراردادی برای نمایش جوش



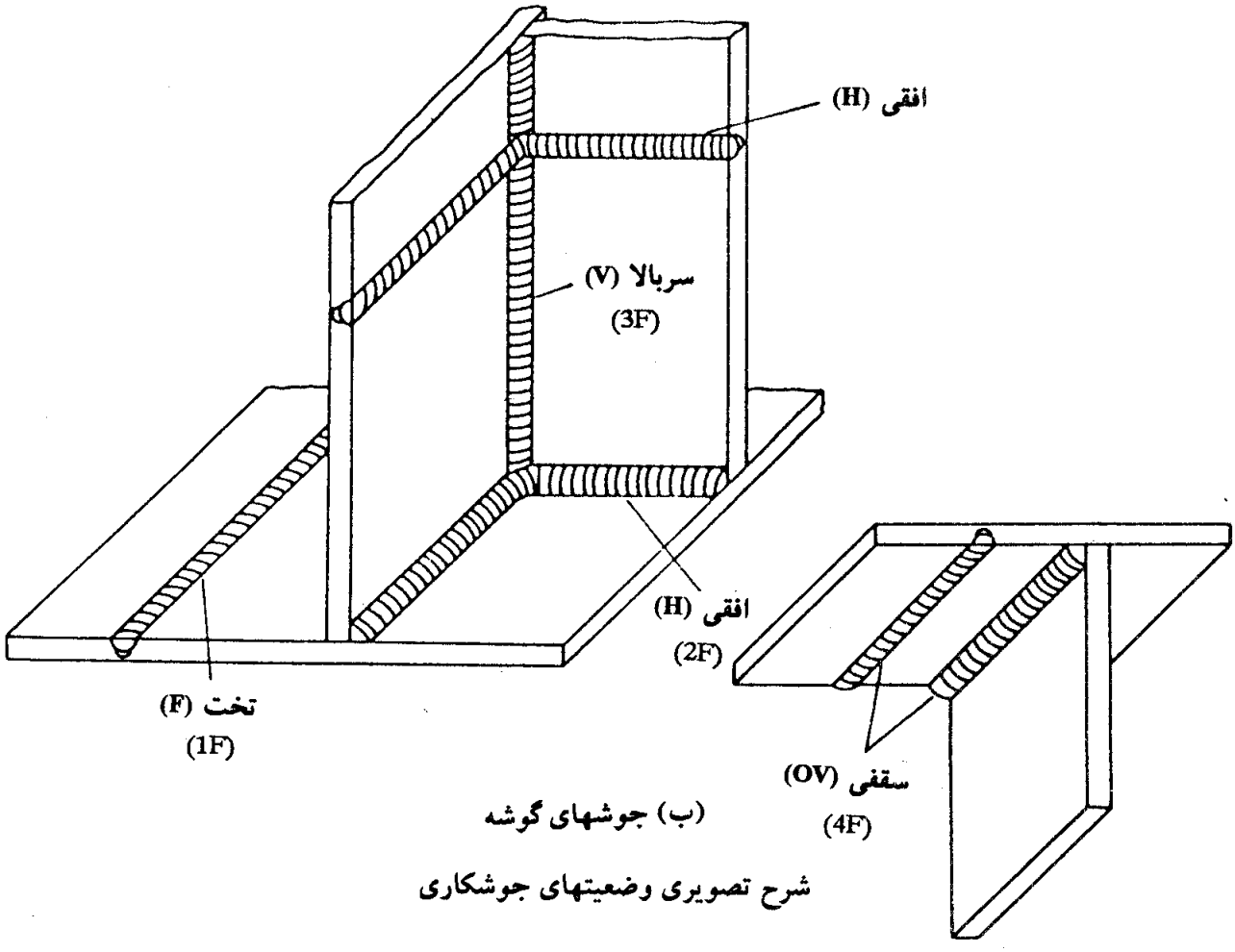
(الف) تخت (1G)

(ب) افقی (2G)

(پ) قائم (سربالا) (3G)

(ت) سقفی (بالای سر) (4G)

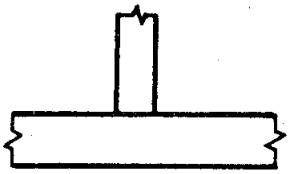
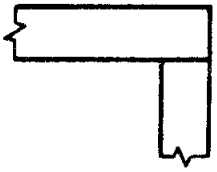
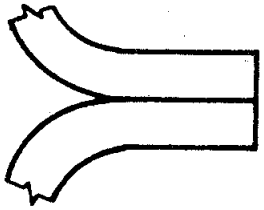
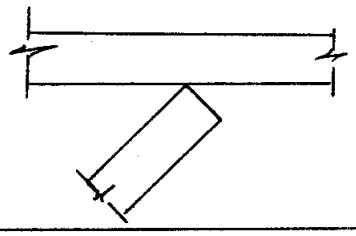
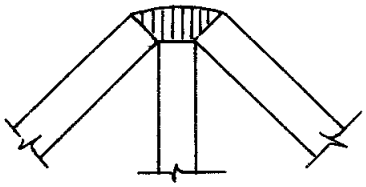
(الف) جوشهای شیاری



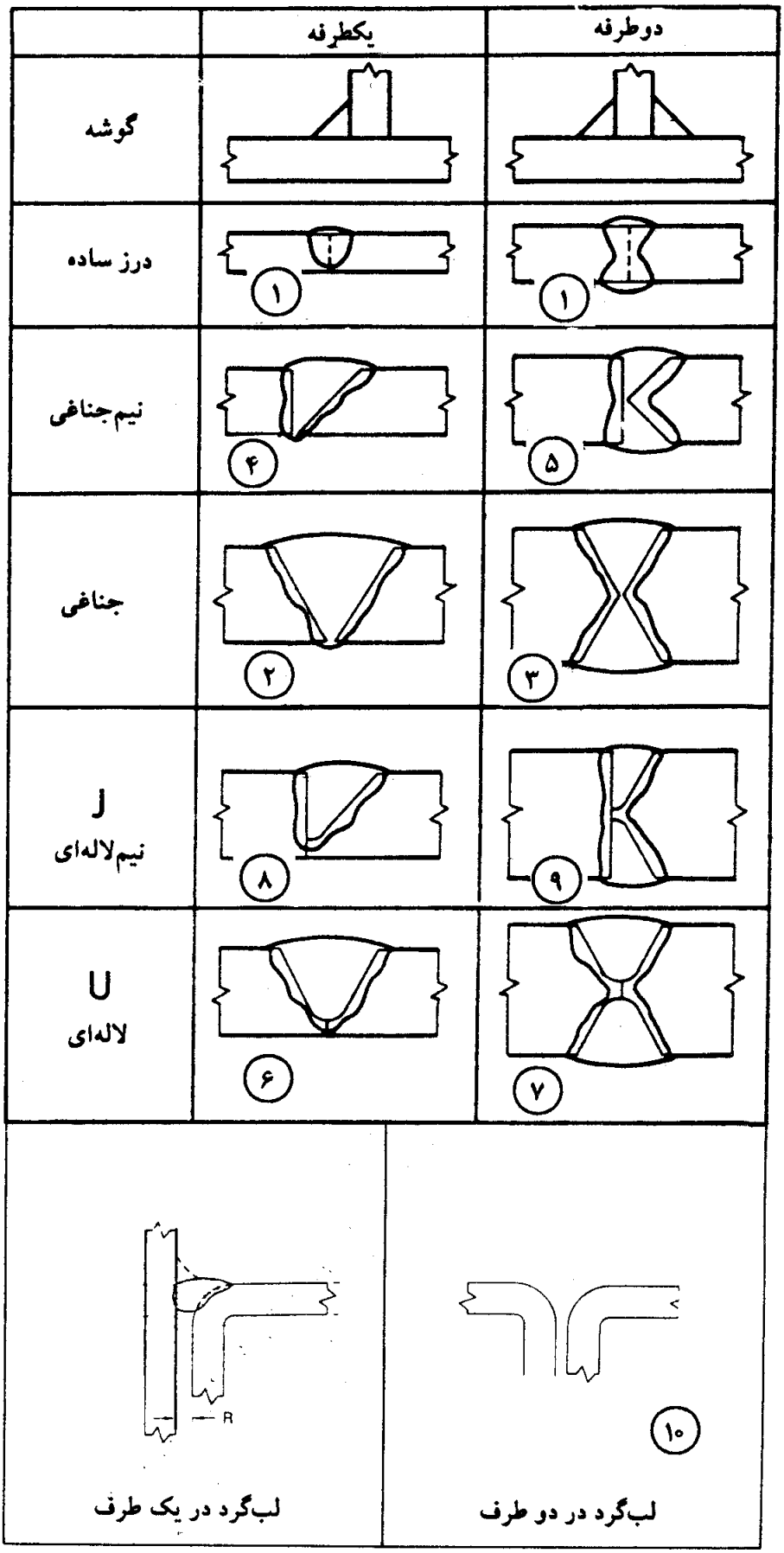
(ب) جوشهای گوشه

شرح تصویری وضعیتهای جوشکاری

شرح تصویری نمادهای نوع اتصال

لب به‌لب B	
سپری T	
نبشی (گونیا) C	
رویهم (پوششی)	
لبه	
سپری مایل	
پیشانی	

شرح تصویری نمادهای نوع درز



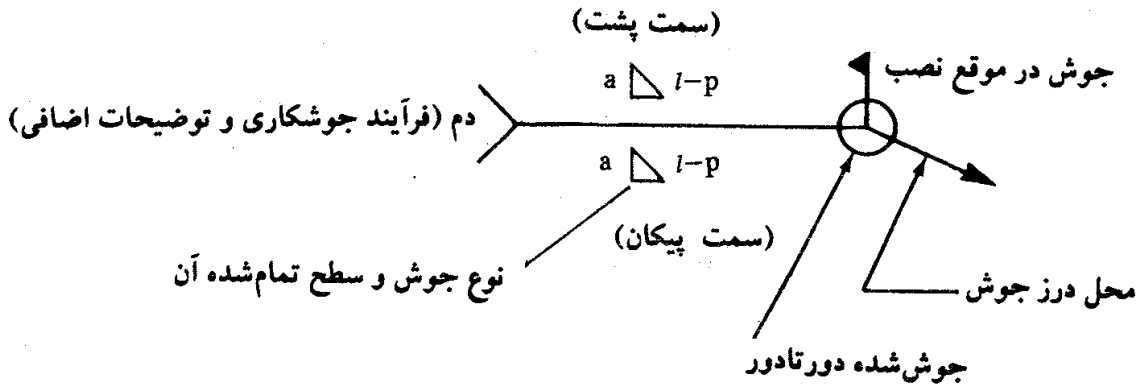
* شماره‌های داخل دایره، شماره‌های اختصاصی آیین‌نامه برای درزهاست.

علائم جوش

شیاری							کام یا انگشتانه	گوشه	جوش پشت پشت‌بند
نیم‌جناغی گرد	جناغی لب‌گرد	نیم‌لاله‌ای	لاله‌ای	نیم‌جناغی	جناغی	ساده			

جوش یکسره که طول آن مشخص نشده

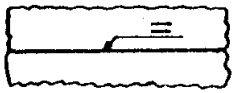
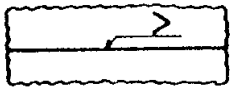
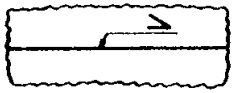
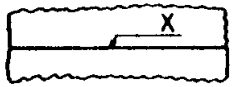
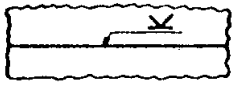
وضعیت سطح جوش	سنگ زده شود		محدب	جوش در موقع نصب
	مقعر		مستوی	جوش دورادور

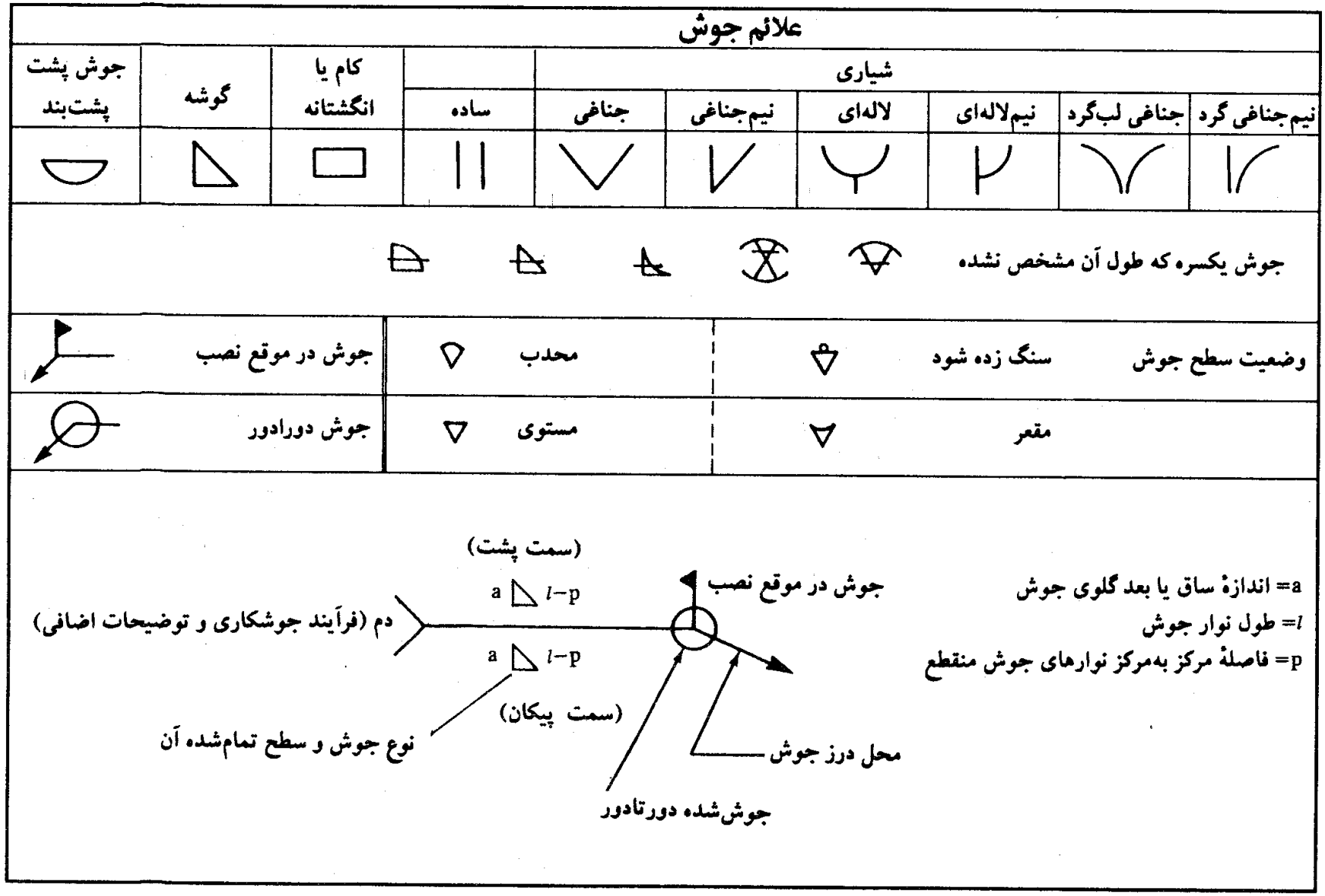


a= اندازهٔ ساق یا بعد گلوی جوش
l= طول نوار جوش
p= فاصلهٔ مرکز به‌مرکز نوارهای جوش منقطع

پیکان جوش

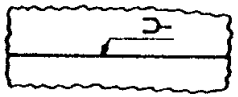
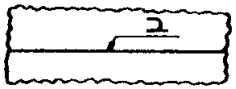
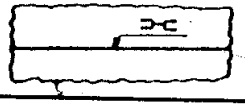
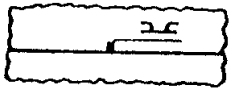
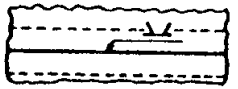
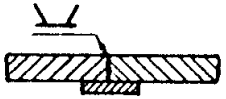
علائم ترسیمی جوشهای قوسی

هندسهٔ جوش درز	علائم ترسیمی جوش			شکل اتصال	نوع جوش	
	تصویر افقی	برش	علامت			
یک لب برگشته					شیاری با نفوذ کامل	اتصال لب به لب (درز لب به لب)
دو لب برگشته					شیاری با نفوذ کامل	
ساده					شیاری با نفوذ کامل	
جناغی					شیاری با نفوذ کامل	
نیم‌جناغی					شیاری با نفوذ کامل	
جناغی دوطرفه					شیاری با نفوذ کامل	
نیم‌جناغی دوطرفه					شیاری با نفوذ کامل	


علائم جوش
شیاری
نیم‌جناغی گرد
جناغی لب‌گرد
نیم‌لاله‌ای
لاله‌ای
نیم‌جناغی
جناغی
ساده
کام یا انگشتانه
گوشه
جوش پشت پشت‌بند
جوش یکسره که طول آن مشخص نشده
وضعیت سطح جوش
سنگ زده شود
مقعر
محدب
مستوی
جوش در موقع نصب
جوش دورادور
a= اندازهٔ ساق یا بعد گلوی جوش
l= طول نوار جوش
p= فاصلهٔ مرکز به‌مرکز نوارهای جوش منقطع
(سمت پشت)
a l–p
دم (فرآیند جوشکاری و توضیحات اضافی)
a l–p
(سمت پیکان)
نوع جوش و سطح تمام‌شده آن
جوش در موقع نصب
محل درز جوش
جوش‌شده دورتادور

پیکان جوش

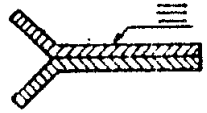
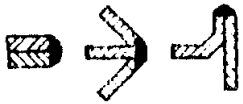
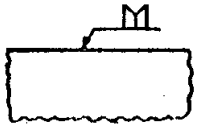
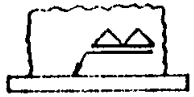
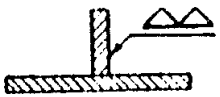
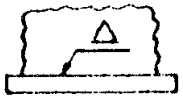
علائم ترسیمی جوشهای قوسی

هندسهٔ جوش درز	علائم ترسیمی جوش			شکل اتصال	نوع جوش	
	تصویر افقی	برش	علامت			
لاله‌ای					شیاری با نفوذ نسبی	اتصال لب به لب (درز لب به لب)
نیم‌لاله‌ای					شیاری با نفوذ نسبی	
لاله‌ای دوطرفه					شیاری با نفوذ نسبی	
نیم‌لاله‌ای دوطرفه					شیاری با نفوذ نسبی	
ذوذنقه‌ای					شیاری با نفوذ کامل	
به‌شکل Y (جناغی لب‌کند)					شیاری با نفوذ نسبی	

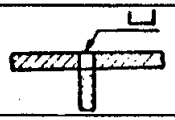
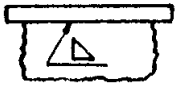
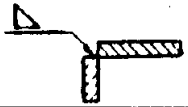
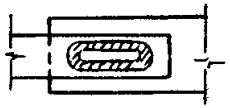
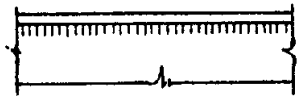
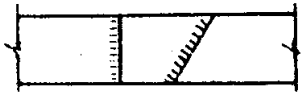
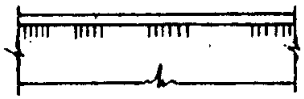
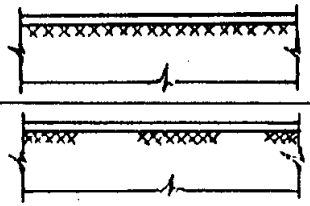
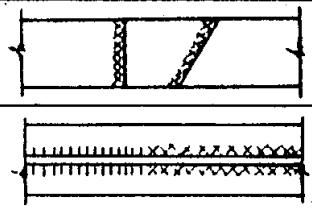
علائم ترسیمی جوشهای قوسی

هندسهٔ جوش درز	علائم ترسیمی جوش			شکل اتصال	نوع جوش	
	تصویر افقی	برش	علامت			
Y ـ دوبل (جناغی لب‌کند دوطرفه)					شیاری‌با نفوذنسبی	اتصال لب به‌لب (درز لب به‌لب)
به‌شکل HY (نیم‌جناغی لب‌کند یا لب‌پخ)					شیاری‌با نفوذنسبی	
HY ـ دوبل (نیم‌جناغی لب‌کند دوطرفه یا دولب پخ)					شیاری‌با نفوذنسبی	
V لبه برگشته					شیاری‌با نفوذنسبی	

علائم ترسیمی جوشهای قوسی

شکل جوش درز	علائم ترسیمی جوش			شکل اتصال	نوع جوش	
	تصویر افقی	برش	علامت			
گوشه					جوش گوشه	اتصال لب رویهم
گوشه یا لبه‌ای					پیشانی ساده	اتصال موازی یا پیشانی
درز پیشانی جناغی					V شکل (جناغی)	
گوشه					گوشه	اتصال سپری
گوشه					گوشه	
نیم‌جناغی دوطرفه					شیاری	
پخ‌دار یا نیم‌جناغی					شیاری	

علائم ترسیمی جوشهای قوسی

شکل جوش درز	علائم ترسیمی جوش			شکل اتصال	نوع جوش	
	تصویر افقی	برش	علامت			
قابلمه‌ای					شیاری	اتصال سه‌تکه
درز گوشه					گوشه	اتصال گونیا
جوش در شکاف (پر نشده)					اتصال رویهم	
جوش انگشتانه و جوش کام (پرشده)					اتصال رویهم	
نمایش ساده جوش					جوش در کارخانه	
						
					جوش در موقع نصب	

فصل ۳

ضوابط اجرایی

۳ـ۱ کلیات

۳ـ۱ـ۱ـ کلیهٔ مفاد این بخش باید در ساخت قطعات و سازه‌های جوشی که با استفاده از روشهای جوشکاری مورد قبول این آیین‌نامه تولید می‌شوند، مورد توجه قرار گیرد.

۳ـ۱ـ۲ـ کلیهٔ تجهیزات جوشکاری و برشکاری گرمایی[۱] باید طوری طراحی و ساخته شده و در چنان شرایطی باشند که بتوان از آنها طبق روشهای شرح داده شده در این فصل و یا فصول دیگر این آیین‌نامه، استفاده نمود.

۳ـ۱ـ۳ـ روشهای برشکاری گرمایی طبق این آیین‌نامه، محدود به‌روش برشکاری قوسی[۲] (پلاسما)، شیارزنی، و برش هواگاز[۳] می‌باشد.

۳ـ۱ـ۴ـ جوشکاری در شرایط زیر مجاز نیست:

۱ـ وقتیکه درجه حرارت محیط کار کمتر از ۱۸- درجهٔ سانتیگراد است (به‌بند ۴ ـ ۲ ـ ۱ مراجعه شود).

۱ـ Heat cutting

۲ـ Arc cutting

۳ـ Oxyfuel gas

۲ ـ وقتیکه درجه حرارت فلز پایه کمتر از مقادیر ذکرشده در جدول ۴ ـ ۳ است (به‌بند ۴ ـ ۲ ـ ۱ مراجعه شود).
۳ ـ وقتیکه سطح کار مرطوب یا در معرض بارش باران و برف است.
۴ ـ وقتیکه کار در معرض وزش باد با سرعت زیاد است.
۵ ـ وقتیکه که پرسنل جوشکاری تحت شرایط غیرمتعادل[۴] و سخت هستند.

۳ ـ ۱ ـ ۵ ـ اندازه و طول جوش نباید کمتر از مقادیر تصریح‌شده در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی باشد، به‌استثنای شرایط اجازه داده شده در بندهای ۸ ـ ۱۵ ـ ۱ ـ ۷ و ۹ ـ ۲۵ ـ ۱ ـ ۷. تغییر محل جوش بدون تأیید مهندس طراح، مجاز نیست.

۳ ـ ۲ آماده‌سازی فلز پایه

۳ ـ ۲ ـ ۱ ـ سطحی که فلز جوش روی آن رسوب می‌کند، باید صاف، یکنواخت و عاری از هرگونه پارگی، ترک، زائده و هرگونه ناپیوستگی که اثر سوء بر کیفیت و یا مقاومت جوش می‌گذارد، باشد. سطوحی که باید جوش شوند و سطوح مجاور نوار جوش، باید عاری از هرگونه فلس ضخیم یا شل، گِل جوشکاری، زنگ، رطوبت، گریس، و سایر مواد متفرقه که از اجرای صحیح و کامل جوش جلوگیری کرده و باعث بخارات مضر می‌گردد، باشند. فلسی که با برس کشیدن نیز زدوده نمی‌شود، پوشش نازک ضدزنگ[۵]، و مواد ضدپاشیدگی جوش، می‌توانند در جای خود باقی بمانند، به‌استثنای تیرهای سازه‌هایی که تحت بار دینامیکی قرار دارند. در این حالت، فلس موجود در ناحیهٔ نوار جوش اتصال‌دهندهٔ بال به‌جان که با جوش قوسی زیرپودری یا جوش قوسی با الکترود روکشدار کم‌هیدروژن[۶] انجام می‌شود، باید برداشته شود.

۳ ـ ۲ ـ ۲ ـ در برشکاری گرمایی، وسایل و تجهیزات باید طوری تنظیم گردند که برش در سمت داخل خط برش نظری رخ ندهد. زبری سطح برش‌خورده نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

برای مصالح تا ضخامت ۱۰۰ میلیمتر، ۲۵ میکرون
برای مصالح با ضخامت بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر، ۵۰ میکرون

---

۴ ـ Inclement

۵ ـ Rust−inhibitive coating

۶ ـ هیدروژن آزادشده به‌علت ذوب روکش در حین جوشکاری، توسط نوار جوش مذاب و ناحیهٔ تفتیده جذب می‌شود. در هنگام سرد شدن هیدروژن محبوس‌شده تمایل به‌خروج از ناحیهٔ کریستالیزه‌شده دارد. این فشار خروجی، باعث ایجاد ترک در جوش و فلز ناحیهٔ تفتیده می‌شود.

در انتهای بدون تنش اعضا، زبری سطح تا ۵۰ میکرون مجاز است.

۳ـ۲ـ۲ـ۱ـ در صورتیکه زبری سطح برش‌خورده از مقادیر فوق بزرگتر باشد، و یا سطح برش‌خورده دارای زخمهایی با عمق کمتر از ۵ میلیمتر باشد، باید آنها را با ماشینکاری و یا سنگ زدن حذف نمود. زخمهایی با عمق بیش از ۵ میلیمتر را می‌توان با سنگ زدن حذف نمود، مشروط بر اینکه سطح مقطع اسمی عضو بیش از ۲ درصد کاهش نیابد. سطوح سنگ‌خورده و یا ماشینکاری‌شده باید با شیبی که از ۱ تا ۱۰ تجاوز نمی‌کند، به‌سطوح اصلی اتصال یابند.

سطوح برش‌خورده و لبه‌های مجاور آنها باید عاری از هرگونه گل جوشکاری باشند.

زخمها و گودافتادگیهای اتفاقی و پراکنده را می‌توان با اجازهٔ مهندس‌مشاور، با جوش تعمیر نمود.

۳ـ۲ـ۲ـ۲ـ مراحل تعمیر باید به‌شرح زیر باشد:

۱ ـ آماده‌سازی منطقهٔ تعمیر به‌طور مناسب.

۲ ـ جوشکاری با استفاده از الکترود کم‌هیدروژن و اعمال مقررات این فصل.

۳ ـ سنگ زدن محل تعمیر به‌طوریکه سطح آن صاف شده و همتراز با سطوح مجاور گردد.

۳ـ۲ـ۳ـ ترکهای ناشی از تورق

در جدول ۳ ـ ۱، حدود پذیرش یا تعمیر ترکهای تورقی ناشی از عمل نورد ارائه شده است. در تعمیر این ترکها در سطوح برش‌خورده (شکل ۳ ـ ۱)، مقدار فلز برداشته‌شده باید در حداقل لازم حفظ گردد. در صورت نیاز به‌تعمیر جوشی، باید مقدار فلز برداشته‌شده برای ایجاد دسترسی جوش به‌داخل ترک کافی باشد. سطوح برش می‌توانند دارای امتداد دلخواهی نسبت به‌امتداد نورد باشند. جوشکاریهای تعمیری باید منطبق بر مفاد این آیین‌نامه انجام پذیرند.

۳ـ۲ـ۳ـ۱ـ حدود پذیرش و یا تعمیر ترکهای تورقی در سطوح برش‌خورده مطابق جدول ۳ ـ ۱ می‌باشد که در آن طول ترک یا ناپیوستگی مساوی طول ظاهری تورق در سطح برش‌خورده و عمق آن مساوی عمق نفوذ تورق در داخل مصالح می‌باشد. تمام جوشکاریهای انجام یافته برای تعمیر تورق، باید منطبق بر مفاد این آیین‌نامه باشند. حذف ترک می‌تواند از هر دو سطح فلز پایه انجام شود. طول جوش لازم برای تعمیر ترک نباید بزرگتر از ۲۰ درصد طول سطح ورقی باشد که تعمیر می‌شود. استفاده از طولهای بزرگتر با تأیید مهندس مشاور مجاز است.

۳ـ۲ـ۳ـ۲ـ برای ناپیوستگیها با طول و عمق بیش از ۲۵ میلیمتر، رویهٔ زیر باید مورد بررسی قرار گیرد:

(۱) وقتیکه قبل از تکمیل درز، ناپیوستگیهایی نظیر w، x، و y در شکل ۳ ـ ۱ مورد مشاهده قرار گیرند، اندازه و شکل ناپیوستگی باید با استفاده از آزمایش فراصوت (UT) تعیین شود. مساحت ناپیوستگی باید با استفاده از اتلاف کل انعکاس تعیین گردد.

(۲) برای پذیرش ناپیوستگیهای W، X و یا Y، مساحت ناپیوستگی (و یا بزرگترین مساحت در حالت ناپیوستگیهای متعدد)، نباید از ۴ درصد مساحت سطح برش‌خورده تجاوز نماید (حاصل‌ضرب طول در عرض) مگر در حالت زیر:

اگر طول ناپیوستگی یا عرض تجمعی[۷] ناپیوستگیها در هر مقطع عرضی، که در امتداد عمود بر طول بریده‌شده اندازه‌گیری می‌شود، از ۲۰ درصد عرض برش‌خورده تجاوز نماید، معیار ۴ درصد سطح برش‌خوردهٔ مصالح باید به‌نسبت عرضهای بیش از ۲۰ درصد کاهش یابد (برای مثال اگر ناپیوستگی ۳۰ درصد عرض برش‌خوردهٔ مصالح باشد، مساحت ناپیوستگی نمی‌تواند از ۳/۶ درصد مساحت برش‌خورده تجاوز نماید). ناپیوستگی در سطح برش‌خورده باید به‌عمق ۲۵ میلیمتر فراتر از تقاطع آن با سطح برش‌خورده، به‌وسیلهٔ سنگ‌زدن یا شیارزنی[۸] برداشته شده و با الکترود کم‌هیدروژن با لایه‌هایی با ضخامت کمتر از ۳ میلیمتر با جوش پُر شود.

جدول ۳ ـ ۱ ـ محدودهٔ پذیرش و یا تعمیر ناپیوستگیهای تورقی ناشی از نورد در سطوح برش‌خورده (بند ۳ـ۲ـ۳)

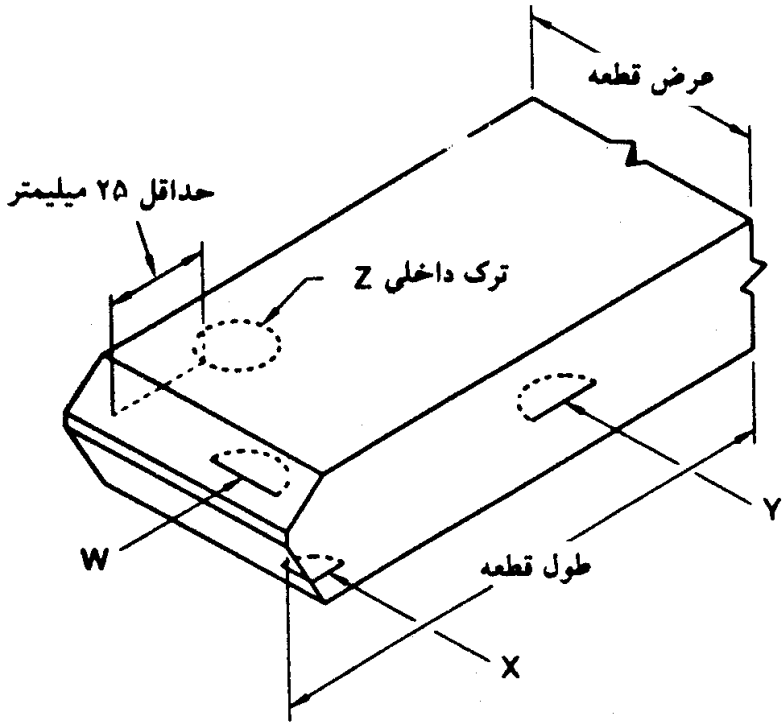
شرح ناپیوستگی	تعمیر لازم
هر نوع ناپیوستگی با طول مساوی ۲۵ میلیمتر یا کمتر	لازم نیست
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتراز ۲۵ میلیمتر و عمق کمتراز ۳ میلیمتر*	لازم نیست ولی عمق باید مورد بررسی قرار گیرد
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق ۳ تا ۶ میلیمتر	باید کاملاً برداشته شود ولی جوش لازم نیست
هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق ۶ تا ۲۵ میلیمتر	باید کاملاً برداشته شده و با جوش پُر شود
هرنوع ناپیوستگی با طول‌بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق بزرگتر از ۲۵ میلیمتر	به بند ۳ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ مراجعه شود

* باید ۱۰ درصد ناپیوستگیها برای تعیین عمق با استفاده از سنگ‌زدن، مورد بازرسی قرار گیرند. هرگاه عمق یکی از آنها از ۳ میلیمتر بزرگتر شود، باید تمام ناپیوستگیها مورد تعیین عمق قرار گیرند. اگر عمق هیچکدام از ۱۰ درصدی که مورد بازرسی قرار گرفته از ۳ میلیمتر تجاوز ننماید، در اینصورت نیازی به‌تعیین عمق سایر ناپیوستگیها نمی‌باشد.

---

۷ ـ Aggregate width

۸ ـ Gouging



شکل ۳ ـ ۱ ـ ترکهای تورقی در قطعهٔ بریده‌شده (به‌بند ۳ ـ ۲ ـ ۳ مراجعه شود).

(۳) اگر یک ناپیوستگی نظیر ناپیوستگی Z در شکل ۳ ـ ۱، با مساحتی کوچکتر از مساحت مجاز بند ۳ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ (۲) بعد از تکمیل درز، مورد شناسایی قرار گیرد، و فاصلهٔ آن از لبهٔ جوش مساوی یا بزرگتر از ۲۵ میلیمتر باشد، نیاز به‌تعمیر ناپیوستگی نمی‌باشد. اگر فاصلهٔ ناپیوستگی Z کمتر از ۲۵ میلیمتر از لبهٔ جوش باشد، باید تا فاصلهٔ ۲۵ میلیمتر از عمق ناحیه امتزاج برداشته شده و با استفاده از الکترود کم‌هیدروژن با لایه‌های کوچکتر از ۳ میلیمتر، با جوش پُر شود.

(۴) اگر مساحت ناپیوستگیهای W، X، Y یا Z از مقادیر مجاز ۳ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ (۲) تجاوز نماید، مصالح بریده‌شده یا اجزای آنها باید مردود و جایگزین‌شده و یا طبق نظر مهندس مشاور تعمیر گردد.

۳ ـ ۲ ـ ۴ ـ گوشهٔ مقعر[۹] قطعات باید با شعاع حداقل ۲۵ میلیمتر، گرد شوند تا یک انتقال تدریجی برای توزیع تنش به‌دست آید. لبه‌ها و سطوح در تماس باید مماس بر هم بوده و دارای بیرون‌زدگی یا فاصله نباشند. گوشه‌های مقعر را می‌توان با حرارت برش داد و برای برآورده نمودن شرایط سطحی

---

۹ ـ Reentrant corners

لازم طبق بند ۳ ـ ۲ ـ ۲، آنها را سنگ زد.

۳ ـ ۲ ـ ۵ ـ سوراخهای دسترسی[۱۰] و شکافهای عبور شیار جوش[۱۱]

شعاع سوراخهای دسترسی برای جوشکاری و شکافهای جان برای عبور شیار جوش بال (شکل ۳ ـ ۲)، باید طوری انتخاب شود که انتقال یکنواخت به‌وجود آورده و در نقاط تماس بین سطوح مجاور، هیچگونه زخم[۱۲] و بریدگی وجود نداشته باشد.

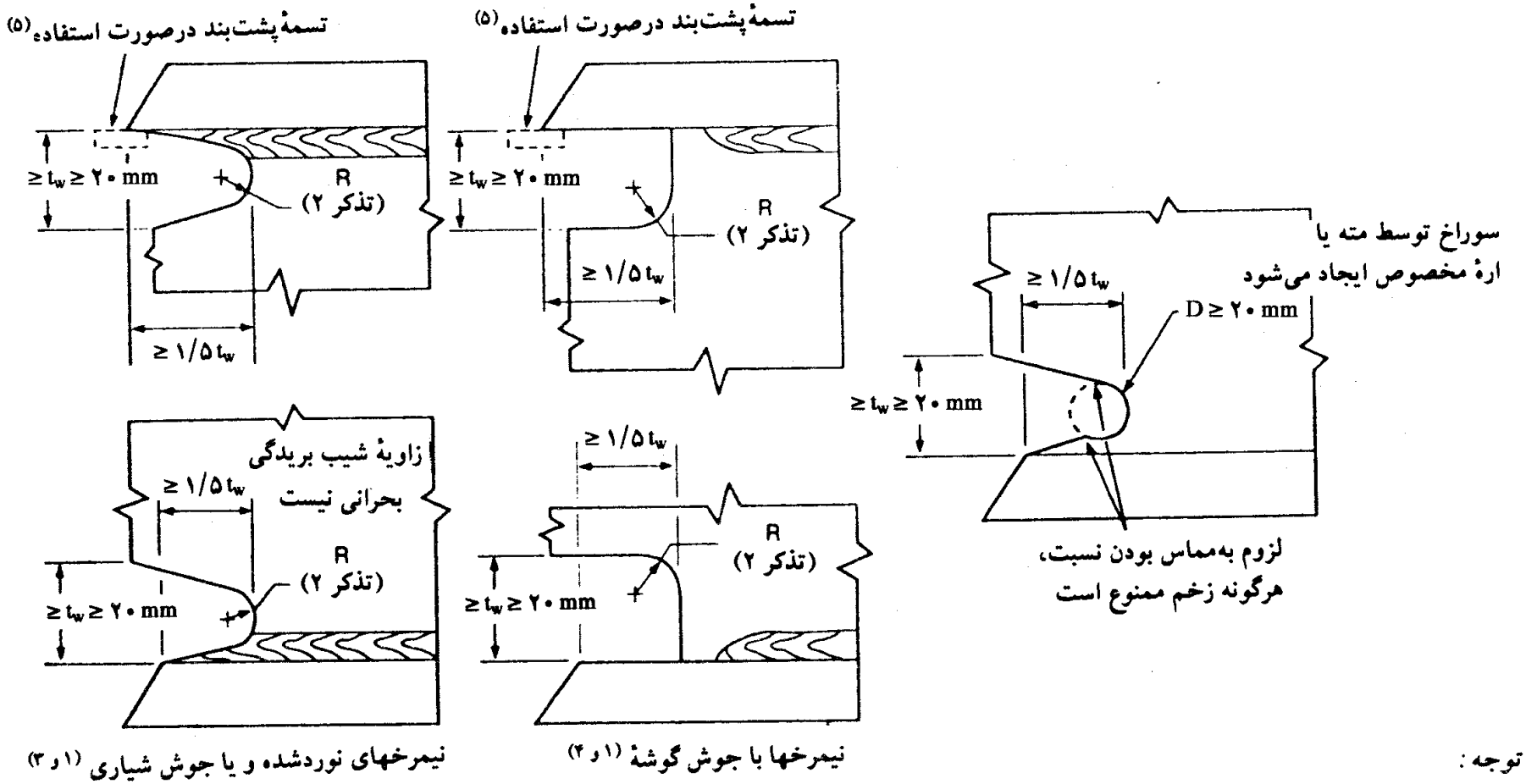
۳ ـ ۲ ـ ۵ ـ ۱ ـ تمام سوراخهای دسترسی لازم برای فراهم آوردن امکان عملیات جوشکاری، باید دارای فاصلهٔ حداقلی مساوی ۱/۵ برابر ضخامت ورقی که در آن ایجاد شده‌اند، از ریشهٔ لبهٔ آماده‌سازی‌شده برای جوشکاری باشند. ارتفاع سوراخ دسترسی باید برای رسوب سالم فلز جوش کافی بوده و در ضمن از ضخامت ورقی که در آن ایجاد شده کمتر نباشد. در نیمرخهای نورده‌شده و یا ساخته‌شده از ورق، سوراخهای دسترسی و شکافهای عبور شیار جوش باید عاری از زخم و هرگونه گوشهٔ مقعر تیز باشند. شکاف عبور شیار جوش در تیرهای ساخته‌شده از ورق که برای اتصال بال به‌جان آنها از جوش گوشه استفاده می‌شود، می‌تواند به‌صورت عمود بر بال باشد. جوش گوشهٔ بال به‌جان را نباید دور سوراخ چرخانید. به‌شکل ۳ ـ ۲ مراجعه نمایید.

۳ ـ ۲ ـ ۵ ـ ۲ ـ در صورتیکه سوراخ دسترسی و شکاف عبور شیار جوش در ورقی با ضخامت بزرگتر از ۴۰ میلیمتر ایجاد گردد، سطح برش داده شده با حرارت، باید به‌نحوی سنگ زده شود تا به‌صورت نقره‌ای در آمده و تحت آزمایش رنگ نافذ (PT) یا مغناطیسی (MT) قرارگیرد. در صورتیکه قسمتهایی از شکاف یا سوراخ دسترسی به‌کمک مته یا اره شکل داده شوند، نیاز به‌سنگ‌زنی آن قسمتها نیست.

۳ ـ ۲ ـ ۶ ـ برای آماده‌سازی لبهٔ درز، یا گرفتن پلیسه‌های ورق و یا حذف زوائد ناخواسته می‌توان از تراشکاری[۱۳]، برش حرارتی[۱۴]، شیارزنی[۱۵]، لبه‌زنی[۱۶]، و یا سنگ‌زنی[۱۷] استفاده نمود. استفاده از شیارزنی با اکسیژن در فولادهای پُرمقاومت با اصلاح سرد و گرم مجاز نیست.

---

۱۰ ـ Access hole
۱۱ ـ Web copes
۱۲ ـ Notch
۱۳ ـ Machining
۱۴ ـ Thermal cutting
۱۵ ـ Gouging
۱۶ ـ Chipping
۱۷ ـ Grinding



توجه :

۱ - در صورتیکه ضخامت جان بزرگتر از ۳۸ میلیمتر باشد، قبل از برش گرمایی یا سنگ زدن، پیش‌گرمایش به‌مقدار ۶۵ درجهٔ سانتیگراد لازم است و لبه‌های برش‌خورده باید توسط آزمایشهای غیرمخرب، برای عدم وقوع ترک مورد بازرسی قرار گیرند.

۲ - حداقل شعاع ۱۰ میلیمتر است. استفاده از حداقل ۱۵ میلیمتر قابل توصیه است.

۳ - شکاف بعد از جوش بال به‌جان صورت می‌گیرد.

۴ - شکاف قبل از جوش بال به‌جان ایجاد می‌شود. لازم نیست جوش در لبهٔ شکاف قلاب شود.

۵ - استفاده از تسمهٔ پشت‌بند، در حالتی مورد نیاز است که جوش فقط از یک طرف انجام می‌شود.

شکل ۳ - ۲ - هندسهٔ سوراخهای دسترسی و شکاف برای‌عبور شیار جوش (بخشهای ۳ - ۲ - ۲، ۳ - ۲ - ۲ - ۱، ۳ - ۲ - ۵ و ۳ - ۲ - ۵ - ۱).

۳ـ۲ـ۷ـ در ساخت تیر ورقها و یا تیرهای ساخته‌شده، به‌منظور حذف تغییرشکلهای ناشی از جمع‌شدگی جوش و برش، لبه‌های ورق باید براساس پیش‌خیزهای پیش‌بینی‌شده برش داده شوند. لیکن انحرافهای متعارف از هندسهٔ پیش‌بینی‌شده را می‌توان به‌کمک عملیات حرارتی حذف نمود.

۳ـ۲ـ۸ـ هرگونه عملیات حرارتی برای حذف تغییرشکلهای ناخواسته در فولادهای پُرمقاومت با اصلاح سرد و گرم باید به‌تأیید مهندس مشاور برسد.

۳ـ۳ مونتاژ[۱۸]* (جمع کردن و خال زدن قطعات)

۳ـ۳ـ۱ـ قطعاتی که باید به‌وسیلهٔ جوش گوشه به‌یکدیگر جوش شوند، باید تا حد امکان در تماس نزدیک با یکدیگر قرار گیرند. فاصلهٔ ریشه[۱۹] (بازشدگی درز) نباید از ۵ میلیمتر بزرگتر گردد، مگر اینکه ضخامت قطعات از ۷۵ میلیمتر بزرگتر شوند. در حالت اخیر حداکثر فاصلهٔ ریشه تا ۸ میلیمتر قابل پذیرش است به‌شرط اینکه پشت‌بند[۲۰] مناسب برای درز جوش تعبیه گردد. اگر فاصلهٔ ریشه از ۲ میلیمتر بزرگتر شود، اندازهٔ ساق جوش مندرج در نقشه، باید به‌اندازهٔ آن افزایش یابد و یا سازنده به‌طریقی اثبات نماید که ضخامت مؤثر گلوی مورد نظر حاصل شده است.

بازشدگی بین سطوح در تماس جوشهای انگشتانه و کام و همچنین فاصلهٔ بین تسمهٔ پشت‌بند با ورق در درزهای لب‌به‌لب نباید از ۲ میلیمتر بزرگتر گردد. استفاده از ورق پُرکننده مجاز نیست مگر اینکه استفاده از آن در نقشه‌ها تصریح شده باشد و یا به‌تأیید مهندس طراح برسد و منطبق بر مفاد بند ۲ ـ ۴ باشد.

۳ـ۳ـ۲ـ قطعاتی که توسط جوش شیاری با نفوذ نسبی در امتداد طولی به‌یکدیگر متصل می‌شوند، باید تا حد امکان در تماس با یکدیگر قرار گیرند. فاصلهٔ ریشه بین دو قطعه نباید از ۵ میلیمتر بزرگتر گردد، مگر اینکه ضخامت قطعه از ۷۵ میلیمتر بزرگتر شود. در حالت اخیر حداکثر فاصلهٔ ریشه تا ۸ میلیمتر قابل پذیرش است، مشروط بر اینکه پشت‌بند مناسب برای درز جوش تعبیه گردد و جوش حاصل ضوابط مربوط به‌اندازهٔ جوش را برآورده نماید.

---

۱۸ ـ Assembling

* عملیات جمع کردن، جفت‌ور کردن، و سوار کردن قطعات و خال زدن آنها را در عمل مونتاژ گویند. مونتاژ لغت فارسی نیست ولی به‌علت کثرت استعمال در کارهای آهنگری مورد استفاده قرار گرفته است. آهنگر مونتاژکار آهنگری است که تخصص او در کار مونتاژ است.

۱۹ ـ Root opening

۲۰ ـ Backing

رواداریهای مربوط به‌درزهای اتکایی[۲۱] باید منطبق بر مشخصات فنی خصوصی پیمان باشد.

۳-۳-۳- قطعاتی که با جوش شیاری به‌صورت لب‌به‌لب به‌یکدیگر متصل می‌شوند، باید با دقت با یکدیگر همباد[۲۲] و تراز شوند. حداکثر ناهمترازی بین دو قطعه، مساوی ۱۰ درصد ضخامت قطعهٔ نازکتر با حداکثر ۳ میلیمتر می‌باشد. برای اصلاح ناهمترازی نباید شیبی بزرگتر از ۱۲ میلیمتر در ۳۰۰ میلیمتر به‌وجود آورد. اندازه‌گیری ناهمترازی باید بر مبنای میانتار قطعات انجام شود، مگر اینکه در نقشه‌ها به‌نحو دیگری مشخص شود.

۳-۳-۴- رواداریهای مربوط به‌فاصلهٔ ریشه[۲۳] و ضخامت ریشه[۲۴] در شکل ۳-۳ نشان داده شده است*. در صورتیکه ابعاد و اندازهٔ مقطع جوش اختلافی بیش از مقادیر ارائه‌شده در شکل (یا در ادامه) با اندازهٔ نشان داده شده در نقشه‌ها داشته باشد، درز با شرایط زیر قابل پذیرش است.

۳-۳-۴-۱- در صورتیکه اختلاف فاصلهٔ ریشه با مقدار نقشه بزرگتر از رواداری مجاز مذکور در ۳-۳-۴ (و شکل ۳-۳) باشد ولی از دو برابر ضخامت ورق نازکتر و یا ۲۰ میلیمتر (هر کدام که کوچکتر باشند) بزرگتر نباشد، با استفاده از جوشکاری (قبل از جوشکاری درز اتصال) قابل اصلاح است.

۳-۳-۴-۲- فاصله‌های ریشهٔ بزرگتر از بند ۳-۳-۴-۱ فقط با اجازهٔ مهندس مشاور به‌وسیلهٔ جوش قابل تعمیر هستند.

۳-۳-۵- مقطع شیارهایی که به‌وسیلهٔ شیارزنی[۲۵] ایجاد می‌شوند، باید در انطباق اساسی با مقطع شیارهای استاندارد طبق اشکال ۲-۴، و ۲-۵ و دستورات بند ۲-۹-۲ باشند. همچنین باید دسترسی مناسب به‌ریشهٔ جوش وجود داشته باشد.

۳-۳-۶- قطعاتی که به‌یکدیگر جوش می‌شوند، باید همباد[۲۶] یکدیگر قرار گرفته و به‌وسیلهٔ پیچ، گیره، گوه، قید و یا خال‌جوش در وضعیت خود تا اتمام جوشکاری تثبیت شوند. در صورت امکان استفاده‌از قید و قالب[۲۷]، توصیه‌می‌شود آزادیهای‌مناسب برای جمع‌شدگی و تابیدگی وجود داشته باشد.

---

۲۱ - Bearing joints

۲۲ - Aligned

۲۳ - Root opening

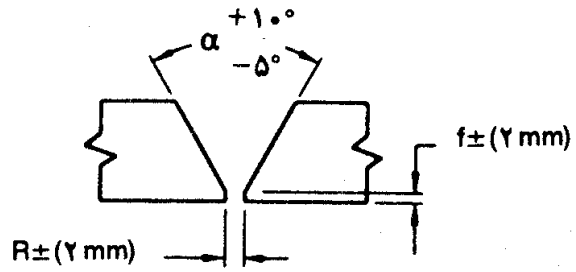
۲۴ - Root face

* جوشکاری به‌روش گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی مشمول رواداریهای این بند نیستند.

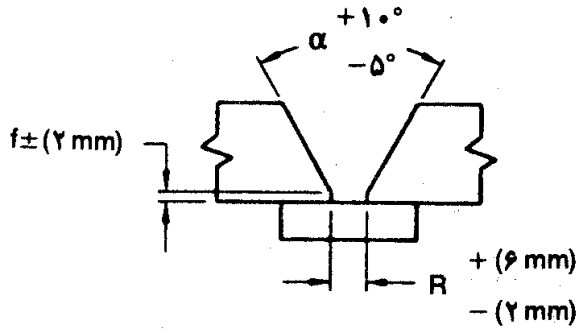
۲۵ - Gouging

۲۶ - Alignment

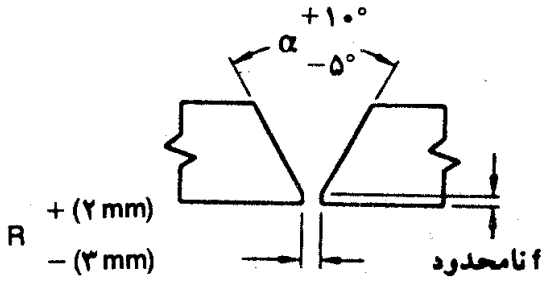
۲۷ - Jigs and fixtures



(الف) جوش شیاری بدون پشت‌بند ـ بدون جوش پشت



(ب) جوش شیاری با تسمهٔ پشت‌بند ـ بدون جوش پشت

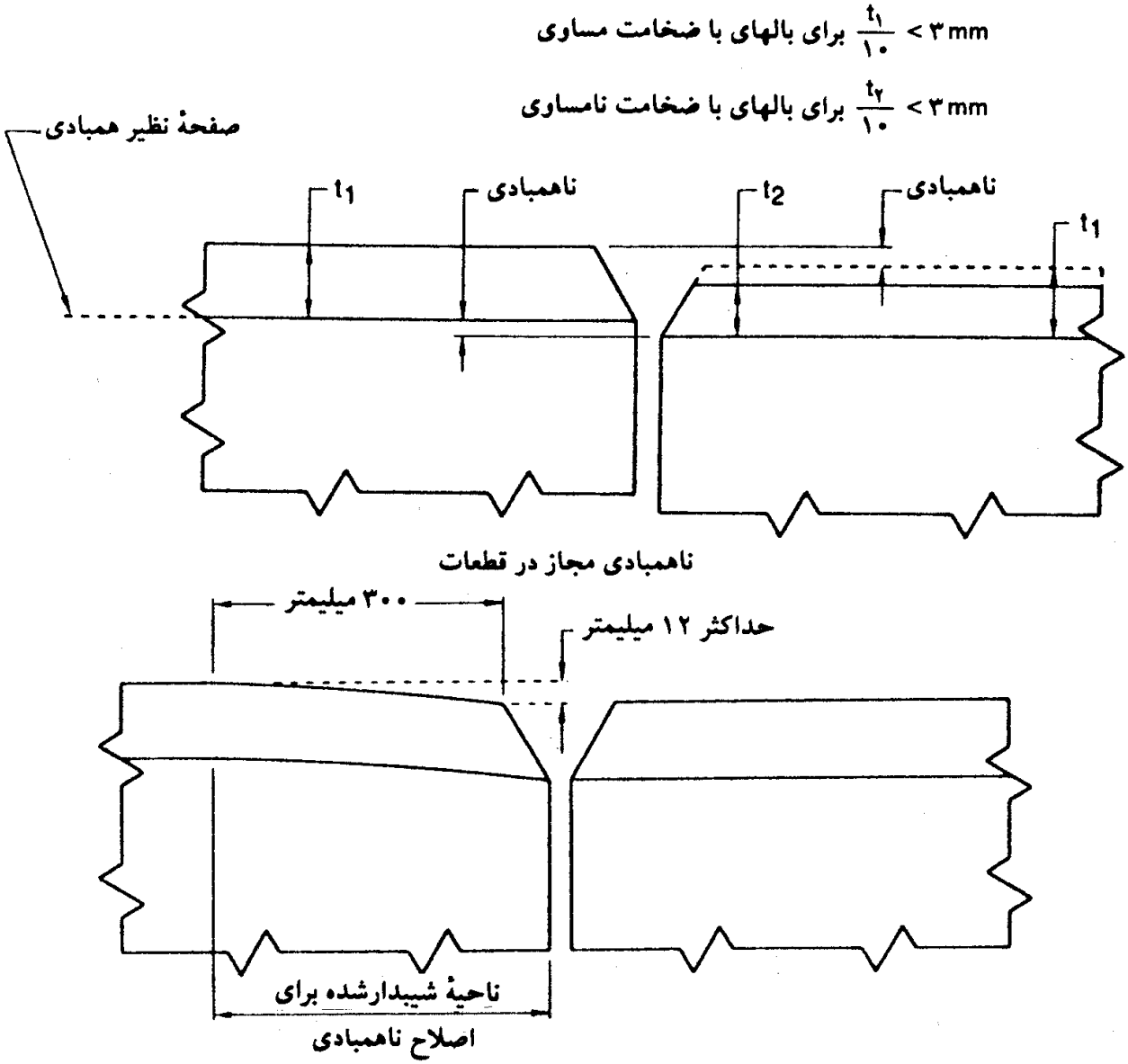


(پ) جوش شیاری بدون پشت‌بند ـ با جوش پشت

	جوش پشت	بدون جوش پشت
۱ ـ ضخامت ریشه	نامحدود	۲ mm
۲ ـ الف ـ فاصلهٔ ریشه بدون پشت‌بند	۲ ۳	۲ mm
۲ ـ ب ـ فاصلهٔ ریشه با پشت‌بند	کاربرد ندارد	۶ mm ۲ mm
۳ ـ زاویهٔ شیار	+۱۰° −۵°	+۱۰° −۵°

توجه : کلیهٔ اندازه‌ها برحسب میلیمتر.

شکل ۳ ـ ۳ ـ رواداریهای مونتاژ در درزها با جوش شیاری.



اصلاح ناهمبادی و ناهم‌محوری

۳ـ۳ـ۷ـ خال جوشها

۳ـ۳ـ۷ـ۱ـ به‌استثنای موارد ذکرشده در زیر، خال جوشها باید با همان ضوابط کیفیتی جوش اصلی اجرا شوند.

(۱) برای خال جوشهایی که در نوار جوش اصلی ذوب می‌شوند، پیش‌گرمایش اجباری نیست.

(۲) ناپیوستگیها، نظیر؛ بریدگی لبهٔ جوش[۲۸]، چالهٔ انتهای جوش[۲۹]، تخلخل[۳۰]، لازم نیست قبل از

۲۸ـ Undercut
۲۹ـ Craters
۳۰ـ Porosity

نوار جوش نهایی، تعمیر گردند.

۳ـ۳ـ۷ـ۲ـ خال‌جوشهایی که جزیی از جوش اصلی هستند، باید با الکترودی که شرایط جوش اصلی را تأمین می‌نماید، جوش گردند. خال‌جوشهای چندعبوره باید دارای انتهای پله‌ای[۳۱] باشند.

۳ـ۳ـ۷ـ۳ـ به‌استثنای سازه‌های تحت بار استاتیکی، خال‌جوشهایی که جزیی از جوش اصلی نیستند، باید برداشته شوند. در سازه‌ها تحت بار استاتیکی نیازی به‌حذف خال‌جوشها نیست مگر اینکه مهندس مشاور این کار را ایجاب نماید.

۳ـ۴ کنترل اعوجاج و جمع‌شدگی

۳ـ۴ـ۱ـ در مونتاژ و انجام جوش درزهای اعضای ساخته‌شده از ورق یا نیمرخ و همچنین تقویت نیمرخها، دستورالعمل[۳۲] و توالی[۳۳] جوشکاری باید طوری انتخاب شود که مقادیر اعوجاج و جمع‌شدگی حداقل گردد.

۳ـ۴ـ۲ـ تا حد امکان، توالی جوشها باید طوری انتخاب شود که حرارت جوشکاری در حین پیشرفت جوشکاری، متعادل گردد.

۳ـ۴ـ۳ـ سازنده باید روش مونتاژ، دستورالعمل جوشکاری، و توالی جوشکاری را طوری انتخاب نماید که قطعهٔ به‌دست آمده منطبق بر ضوابط کنترل کیفی قطعه باشد. قبل از شروع جوشکاری، توالی جوشکاری و برنامهٔ کنترل اعوجاج باید جهت اطلاع و اظهار نظر[۳۴] به‌مهندس مشاور تسلیم گردد.

۳ـ۴ـ۴ـ مسیر پیشرفت جوشکاری یک عضو، باید از نقطه با گیرداری بیشتر به‌سمت نقطه با آزادی بیشتر باشد.

۳ـ۴ـ۵ـ در هنگام مونتاژ، درزهایی که در آنها انتظار انقباض بزرگتری می‌رود باید قبل از

---

۳۱ ـ Cascaded end

۳۲ ـ Procedure

۳۳ ـ Sequence

۳۴ ـ Comment

درزهایی جوش شوند که انتظار انقباض کمتری از آنها داریم. جوشکاری این درزها باید تا حد امکان با گیرداری کمی انجام شود.

۳ـ۴ـ۶ـ در ساخت اعضای ورقی و اعضای ساخته‌شده از ورق و نیمرخ، قطعه‌سازی باید قبل از مونتاژ انجام گردد. یعنی ابتدا باید ورقها طبق طول و عرض نقشه‌ها سرهم گردند و سپس مونتاژ و جوش عضو انجام شود. اعضا با طول بلند را می‌توان به‌چند قطعه تقسیم نمود. ساخت هر قطعه باید طبق مقررات بند ۳ ـ ۴ ـ ۶ باشد. در هنگام وصله کردن قطعات فوق در کارگاه[۳۵] یا کارخانه[۳۶]، جوش بالها و جان باید نسبت به‌محورهای حداقل و حداکثر مقطع، متعادل باشد.

۳ـ۴ـ۷ـ در جوشکاری تحت شرایط گیرداری خارجی سخت[۳۷] در مقابل جمع‌شدگی، جوشکاری باید به‌طور پیوسته تا اتمام کامل یا نقطه‌ای که دارای آزادی در مقابل ترک‌خوردگی است، انجام یابد. در حین جوشکاری نباید اجازه داده شود درجهٔ حرارت درز کمتر از درجهٔ حرارت مقرر برای پیش‌گرمایش[۳۸] یا درجهٔ حرارت بین‌پاسی[۳۹] گردد.

۳ـ۵ رواداریهای ابعادی

۳ـ۵ـ۱ـ رواداریهای ابعادی اعضای جوش‌شده

رواداری ابعادی اعضای جوش‌شده، باید منطبق باشد بر:

(۱) مشخصات فنی خصوصی حاکم بر کل سازه.

(۲) رواداریهای مقرر در بندهای ۳ ـ ۵ ـ ۱ ـ ۱ تا ۳ ـ ۵ ـ ۳ ـ ۳.

۳ـ۵ـ۱ـ۱ـ برای ستونها و اعضای اصلی خرپا که با استفاده از جوش ساخته می‌شوند، بدون توجه به‌سطح مقطع، میزان انحراف مجاز در هم‌راستایی عضو (انحراف محور عضو از خط راست) برابر است با:

ـ برای اعضای با طول کمتر از ۹ متر:

$$۳\text{mm} \times \frac{\text{طول عضو برحسب متر}}{۳}$$

---

۳۵ ـ Field

۳۶ ـ Shop

۳۷ ـ Sever external shrinkage restraint

۳۸ ـ Preheat

۳۹ ـ Interpass

- برای اعضای با طول ۹ تا ۱۴ متر مساوی ۱۰ میلیمتر
- برای اعضای با طول بزرگتر از ۱۴ متر:

$$۱۰۰\text{mm} + ۳\text{mm} \times \frac{\text{۱۴ – طول عضو برحسب متر}}{۳}$$

۳ـ۵ـ۱ـ۲ـ برای تیرها و شاه‌تیرهای جوش‌شده، بدون توجه به‌مقطع، که در آنها هیچ انحنای خاص (نظیر پیش‌خیز[۴۰]) وجود ندارد، میزان انحراف مجاز از هم‌راستایی (ریسمانی بودن) برابر است با:

$$۳\text{mm} \times \frac{\text{طول عضو برحسب متر}}{۳}$$

۳ـ۵ـ۱ـ۳ـ برای تیرها و شاه‌تیرها، به‌استثنای تیرهای مختلط که بال فوقانی آنها بدون ماهیچه بتنی در داخل بتن مدفون است، بدون توجه به‌سطح مقطع، میزان انحراف مجاز از انحنای پیش‌خیر[۴۰] عضو در پیش‌مونتاژ[۴۱] قطعات عضو در کارخانه، برابر است با:

در وسط دهانه :

طول دهانهٔ کوچکتر از ۲۰ متر:

طول دهانه	انحراف مجاز
$< ۲۰\,\text{m}$	-۰ تا $+ ۲۰\,\text{mm}$
$\geq ۲۰\,\text{m}$ و $\leq ۳۰\,\text{m}$	-۰ تا $+ ۳۰\,\text{mm}$
$\geq ۳۰\,\text{m}$	-۰ تا $+ ۴۰\,\text{mm}$

در تکیه گاه :

- ۰ برای تکیه‌گاههای انتهایی
- $\pm ۳\text{mm}$ برای تکیه‌گاههای داخلی

برای نقاط میانی :

$$-۰ \text{ و } + \frac{۴a(۱-a/s)}{s} \text{ (b)}$$

که در آن:

a = فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر تا نزدیکترین تکیه‌گاه (متر)

s = طول دهانه (متر)

---

۴۰ ـ Camber

۴۱ ـ Shop assembly

b = ۲۰ میلیمتر برای دهانه‌های کوچکتر از ۲۰ متر

b = ۳۰ میلیمتر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگتر از ۲۰ متر و کوچکتر از ۳۰ متر

b = ۴۰ میلیمتر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگتر از ۳۰ متر

به‌جای استفاده از رابطه، می‌توان از جدول ۳ ـ ۲ استفاده نمود.

جدول ۳ ـ ۲ ـ رواداریهای انحنای پیش‌خیز تیرها برای تیرهای غیرمختلط

دهانه	a/s				
	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵
≥۳۰m	۱۴	۲۵	۳۲	۳۶	۴۰
<۳۰ و ≥۲۰m	۱۰	۱۴	۲۴	۲۷	۳۰
<۲۰m	۶	۱۳	۱۶	۱۸	۲۰

برای اعضایی که بال فوقانی آنها در بتن مدفون است (بدون ماهیچهٔ بتنی) میزان انحراف مجاز از انحنای پیش‌خیز عضو در پیش‌مونتاژ قطعات در کارخانه، برابر است با:

وسط دهانه :

طول دهانه کوچکتر از ۲۰ متر: ±۱۰mm

طول دهانه مساوی یا بزرگتر از ۲۰ متر و کوچکتر از ۳۰ متر: ±۱۵mm

طول دهانه بزرگتر یا مساوی ۳۰ متر: ±۲۰mm

در تکیه گاه :

۰ برای تکیه‌گاههای انتهایی

±۳mm برای تکیه‌گاههای داخلی

برای نقاط میانی :

$$\pm \frac{۴a(۱-a/s)}{s} b$$

که در آن a و s همان تعاریف قبلی را دارا می‌باشند و:

b = ۱۰ میلیمتر برای دهانه‌های کوچکتر از ۲۰ متر

b = ۱۵ میلیمتر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگتر از ۲۰ متر و کوچکتر از ۳۰ متر

b = ۲۰ میلیمتر برای دهانه‌های بزرگتر یا مساوی از ۳۰ متر

در جدول ۳ ـ ۳ مقادیر عددی ارائه شده است.

جدول ۳ - ۳ - رواداریهای انحنای پیش‌خیز تیرها برای تیرهای مختلط

دهانه	a/s				
	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵
≥۳۰m	۶	۱۳	۱۶	۱۸	۲۰
۳۰> و ≥۲۰m	۵	۱۰	۱۲	۱۴	۱۵
<۲۰m	۳	۶	۸	۱۰	۱۰

بدون توجه به‌چگونگی نمایش پیش‌خیز در نقشه‌ها، علامت (+) نشان‌دهندهٔ بالای منحنی و علامت (-) نشان‌دهندهٔ پایین منحنی می‌باشد.

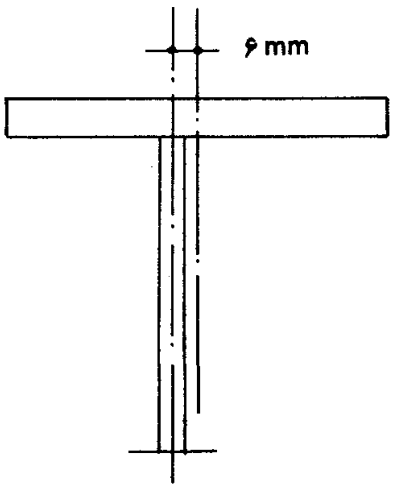
رواداریهای ارائه شده در فوق برای تیرهایی که به‌صورت یکپارچه ساخته می‌شوند نیز اعمال می‌گردد. اندازه‌گیریهای پیش‌خیز باید در حالت بدون بار انجام شود.

۳-۵-۱-۴- برای تیرها با انحنای افقی، انحراف مجاز از منحنی در وسط دهانه برابر است با:

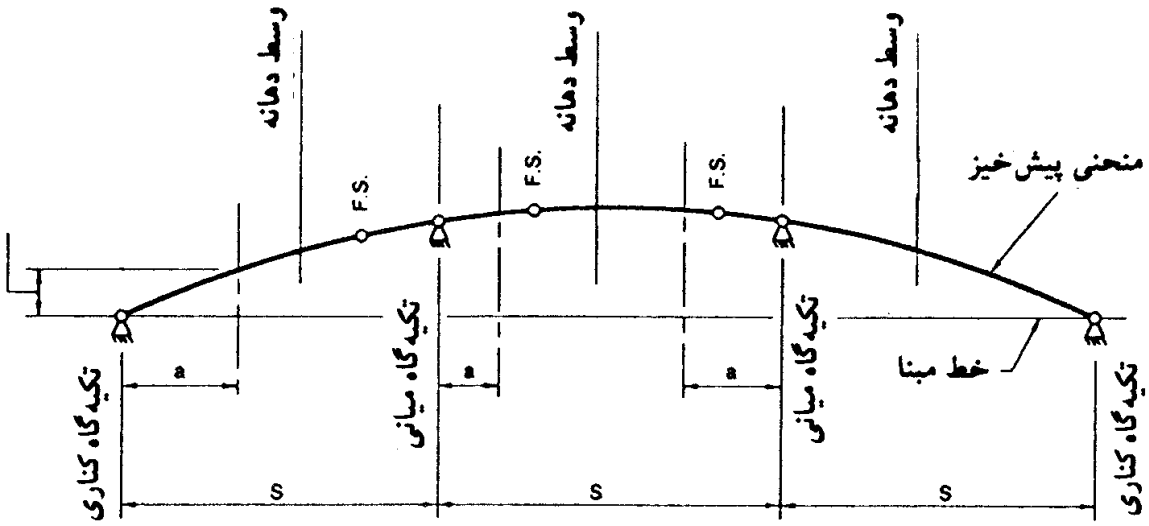
$$\pm ۳\,mm \times \frac{\text{طول دهانه برحسب متر}}{۳}$$

مشروط بر اینکه عضو دارای انعطاف‌پذیری کافی برای اتصال بادبندهای عرضی و قابهای عرضی بدون آسیب رساندن به‌اعضای سازه‌ای باشد.

۳-۵-۱-۵- برای اعضای ورقی H و I، حداکثر اختلاف بین محور مرکزی جان و محور مرکزی بال در محلهای تماس، مساوی ۶ میلیمتر می‌باشد.

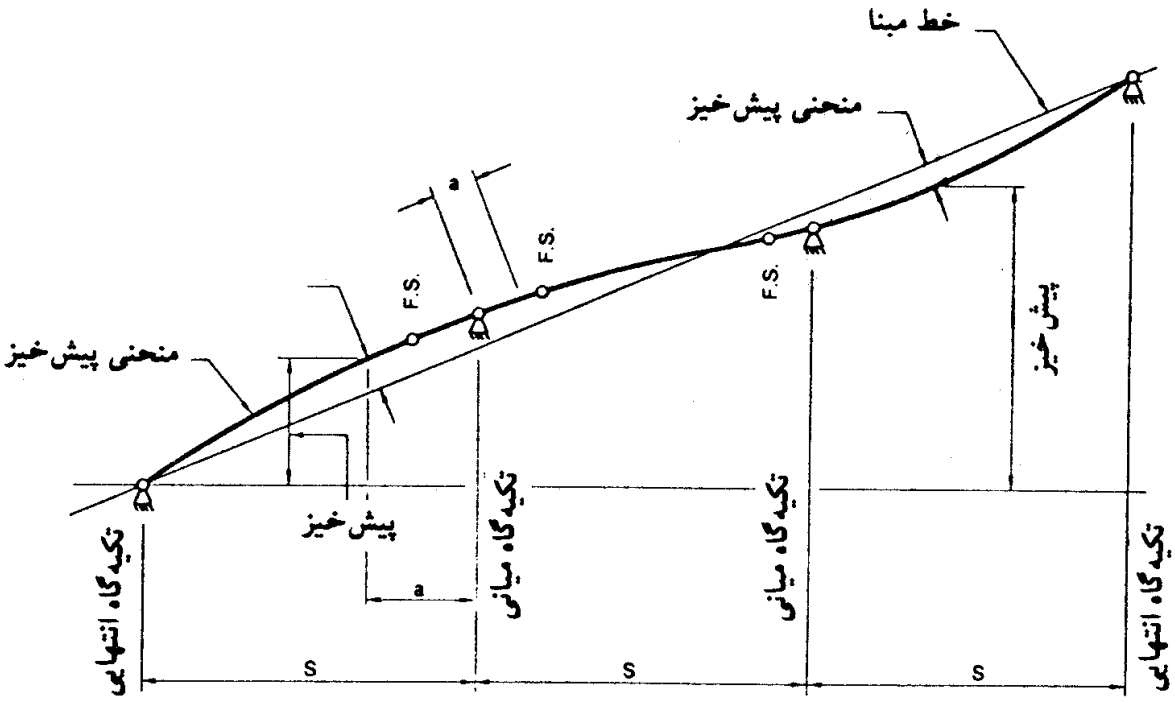


۳-۵-۱-۶- برای تیرها تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی، انحراف مجاز از صفحه‌ای‌بودن جان تیر در بندهای ۸ - ۱۳ و ۹ - ۲۳ ارائه شده است.



F.S.=وصلهٔ کارگاهی

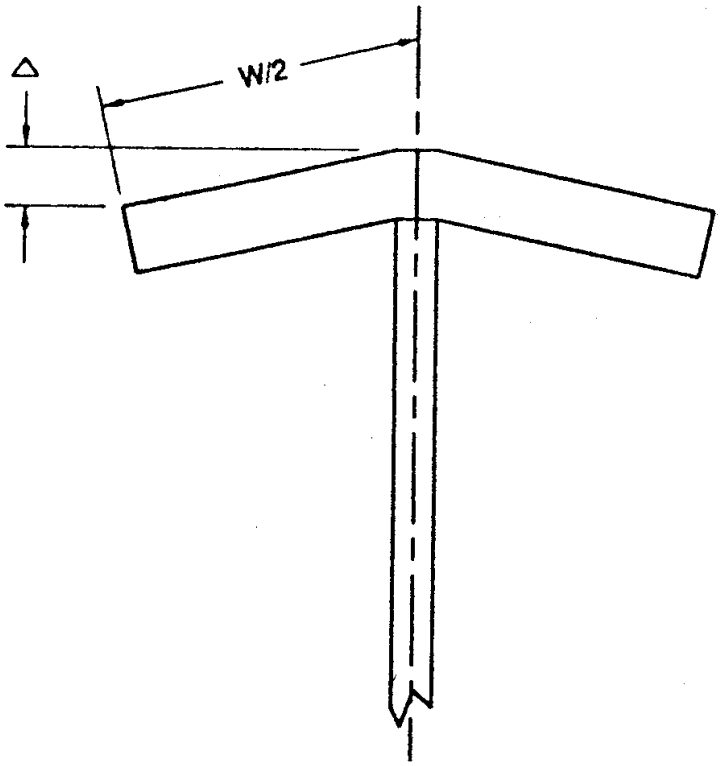
نمای جانبی پیش‌مونتاژ تیر



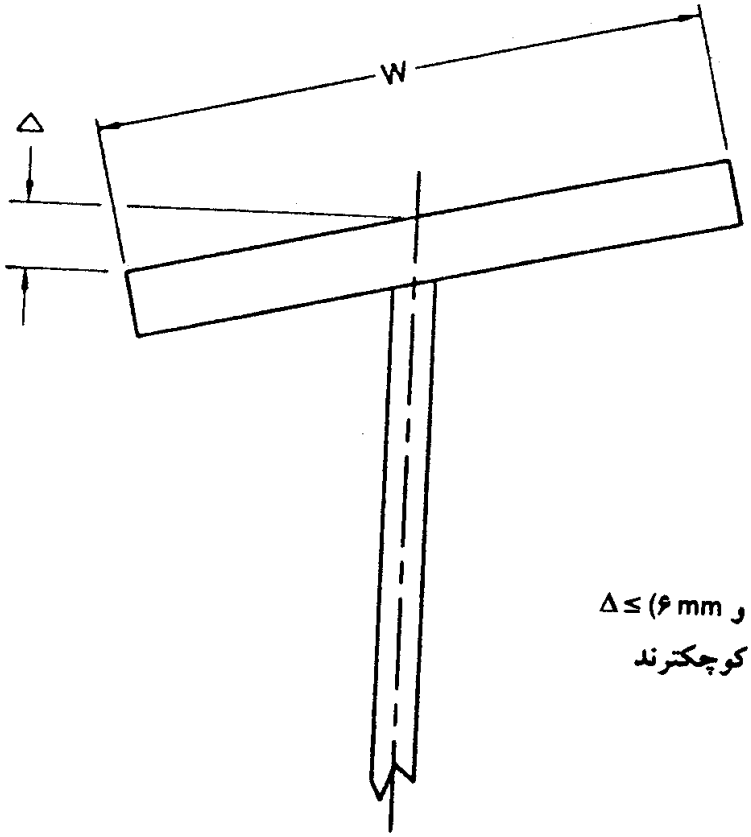
نمای جانبی پیش‌مونتاژ تیر

روش اندازه‌گیری منحنی پیش‌خیز تیرها

۳ـ۵ـ۱ـ۷ـ میزان رواداری چرخشی و انحنای بال در تیر ورقهای جوشی مطابق شکل زیر می‌باشد:



چرخش بال



$\Delta \leq$ (۶ mm و ۰/۰۱۱W)
هر کدام که کوچکترند

انحنای بال

۳ـ۵ـ۱ـ۸ـ برای تیر ورقهای جوشی، میزان رواداری مجاز در ارتفاع کل تیر که در صفحهٔ مرکزی جان اندازه‌گیری می‌شود، برابر است با:

ارتفاع تیر (میلیمتر)	رواداری مجاز
≤۹۰۰	±۳
۹۰۰<h≤۱۸۰۰	±۵
>۱۸۰۰	+۸ و −۵

۳ـ۵ـ۲ـ سخت‌کنندهٔ اتکایی در محل بارهای متمرکز

انتهای سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی باید نسبت به‌جان گونیا و در تماس کامل با بال باشد. حداقل باید ۷۵ درصد مساحت کل سخت‌کننده در تماس با بال باشد. سطح خارجی بال که بر صفحهٔ نشیمن فولادی تکیه می‌کند، در ۷۵ درصد سطح تصویر جان و سخت‌کننده‌ها باید در تماس با صفحهٔ نشیمن با حداکثر ۰/۲۵ میلیمتر بادخور باشد. در ۲۵ درصد باقیمانده، حداکثر بادخور ۱ میلیمتر است. در صورتیکه سخت‌کنندهٔ انتهایی موجود نباشد، حداکثر بادخور در ۷۵ درصد سطح تصویر جان، ۰/۲۵ میلیمتر و مساوی ۱ میلیمتر در ۲۵ درصد سطح باقیمانده می‌باشد. در این حالت زاویهٔ بین بال تحتانی و جان ۹۰ درجه است.

۳ـ۵ـ۳ـ رواداری سخت‌کننده‌ها

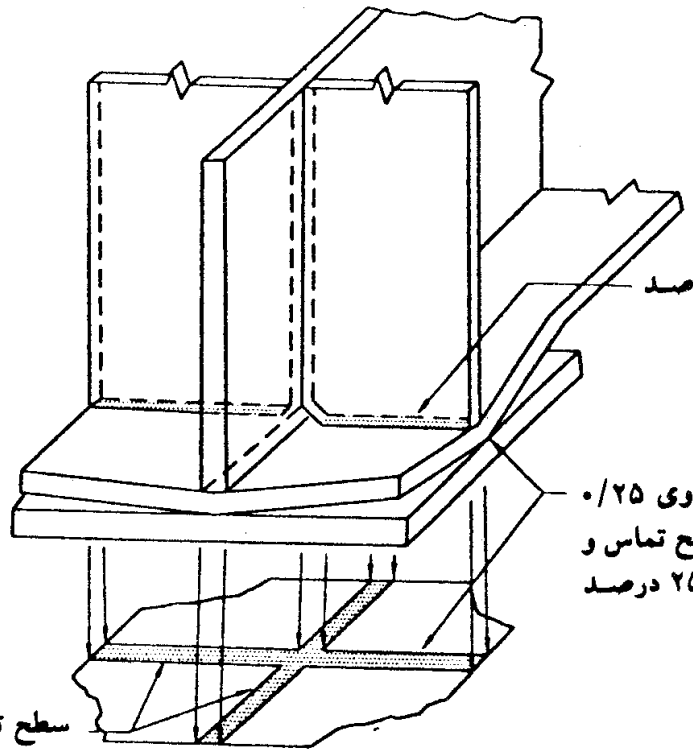
۳ـ۵ـ۳ـ۱ـ *جفت‌شدن*[۴۲] *سخت‌کننده‌ها* . در جفت شدن کامل سخت‌کنندهٔ میانی در حدفاصل دو بال، بادخوری در حد ۲ میلیمتر پذیرفتنی است.

۳ـ۵ـ۳ـ۲ـ *هم‌راستا (صاف) بودن سخت‌کننده‌های میانی* . میزان حداکثر رواداری در ناراستایی سخت‌کنندهٔ میانی به‌شرح زیر است:

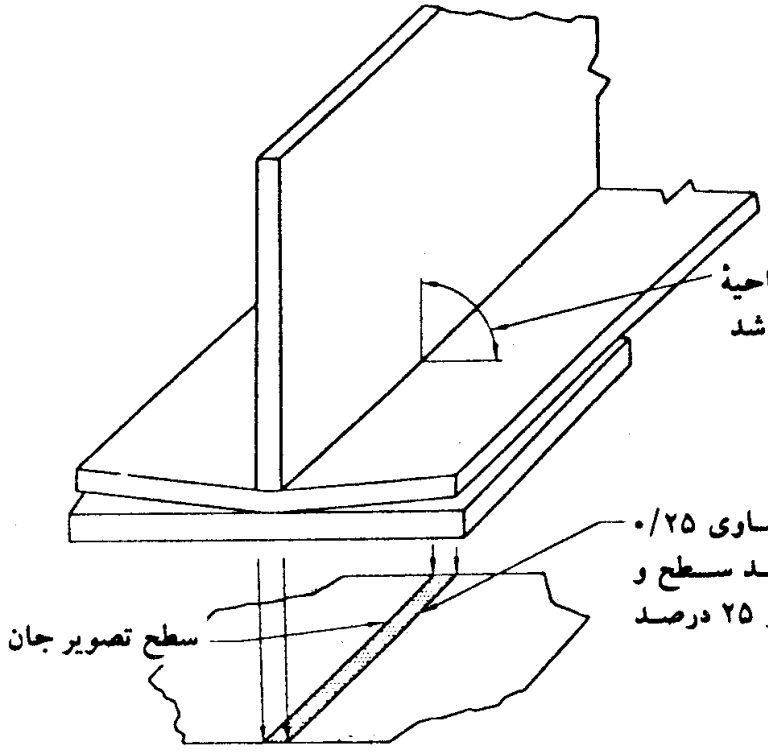
رواداری (میلیمتر)	ارتفاع تیر ورق (میلیمتر)
۱۳	≤۱۸۰۰
۲۰	>۱۸۰۰

---

۴۲ ـ Fit



تیرها با سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی



تیر بدون سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی

میزان رواداری در محل تماس تیر با تکیه‌گاه

۳ـ۵ـ۳ـ۳ـ *هم‌راستا (صاف) بودن و جانمایی سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی*. میزان حداکثر رواداری در ناراستایی سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی به‌شرح زیر است:

رواداری (میلیمتر)	ارتفاع تیر ورق (میلیمتر)
۶	≤۱۸۰۰
۱۳	>۱۸۰۰

حداکثر رواداری محور مرکزی واقعی سخت‌کننده از محور مرکزی تئوریک (نظری) مساوی $\pm t/2$ می‌باشد که در آن t ضخامت سخت‌کننده است.

۳ـ۵ـ۴ـ سایر رواداریهای ابعادی

میزان پیچیدگی مقاطع قوطی و سایر رواداریهای ابعادی که در بخش ۳ ـ ۵ معرفی نشده‌اند، باید به‌طور مناسبی تعریف شده و در مشخصات فنی خصوصی گنجانده شوند.

۳ـ۶ مقطع جوش

۳ـ۶ـ۱ـ در اشکال ۳ ـ۴ ـالف و ب، مقاطع قابل پذیرش و در شکل ۳ ـ۴ ـپ، غیرقابل پذیرش جوشهای گوشه نشان داده شده است. همانطور که اشکال الف و ب، نشان می‌دهد، سطح جوش گوشه تا مقدار محدودی می‌تواند محدب[۴۳] یا مقعر[۴۴] باشد.

۳ـ۶ـ۱ـ۱ـ به‌استثنای جوش خارجی در اتصال گونیا، مقدار تحدب سطحی جوش گوشه (C) نباید از مقادیر مندرج در شکل ۳ ـ ۴ تجاوز نماید.

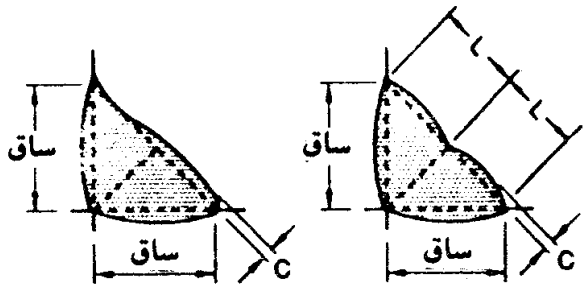
۳ـ۶ـ۱ـ۲ـ به‌استثنای عیوب مربوط به‌بریدگی[۴۵] پای جوش، وجود سایر عیوب در دو انتهای جوشهای منقطع، خارجی از طول مؤثر جوش، مهم نمی‌باشد.

۳ـ۶ـ۲ـ جوش‌های شیاری ترجیحاً باید با حداقل تحدب[۴۶] (R) اجرا شوند. در درزهای لب‌به‌لب یا اتصالات گونیا، حداکثر گردهٔ R مساوی ۳ میلیمتر می‌باشد و باید دارای انتقال تدریجی یا سطح فلز پایه باشد (شکل ۳ ـ ۴ ـ ت). کلیهٔ جوشهای شیاری نشان داده شده در شکل ۳ ـ ۴ ـ ث،

---

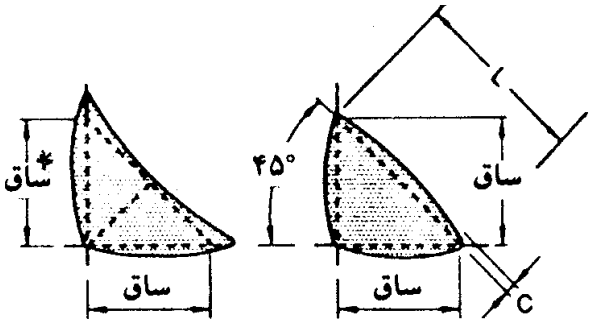
۴۳ ـ Convex
۴۴ ـ Concave
۴۵ ـ Undercut
۴۶ ـ Face Rein forcment

ساق‌جوش را پای جوش نیز گویند.



(ب) مقاطع قابل پذیرش جوش گوشه

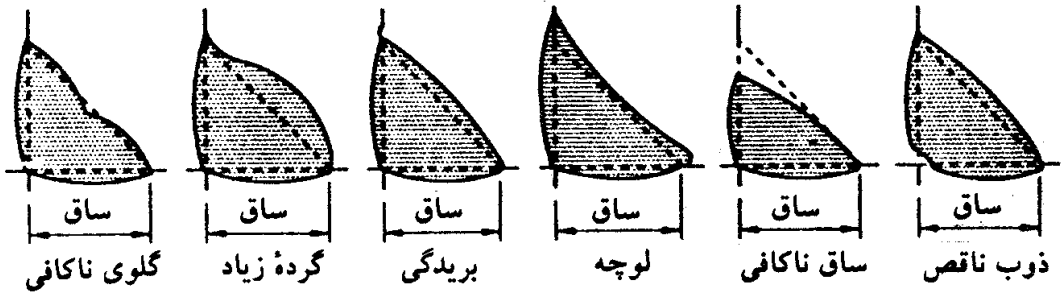
* اندازهٔ جوش همان اندازهٔ ساق می‌باشد.



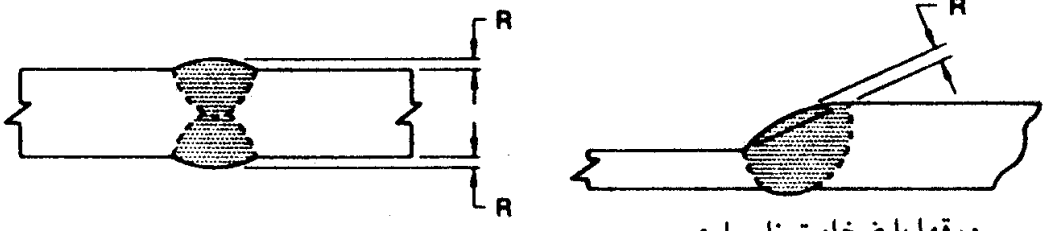
(الف) تعریف مقطع جوش گوشه

گردهٔ جوش نباید از مقادیر جدول زیر تجاوز نماید:

اندازهٔ ساق یا طول L	حداکثر گرده
L ≤ ۸mm	(۱/۶mm)
۸ < L < ۲۵	(۳mm)
L ≥ ۲۵mm	(۵mm)



(پ) مقاطع غیرقابل پذیرش جوش گوشه

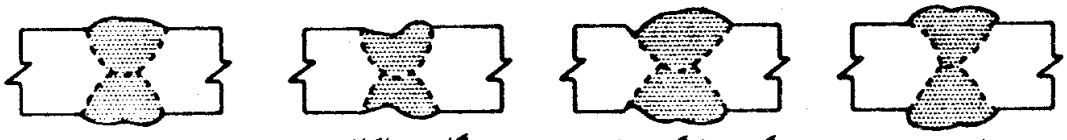


ورقها با ضخامت مساوی

ورقها با ضخامت نامساوی

حداکثر گردهٔ R مساوی ۳ میلیمتر است (بند ۳ ـ ۶ ـ ۲)

(ت) مقاطع قابل پذیرش جوش شیاری



لوچه	گودافتادگی زیاد	گلوی ناکافی	تحدب زیاد
بند ۳ ـ ۶ ـ ۴	بندهای ۸ ـ ۱۵ ـ ۱ ـ ۵ و ۹ ـ ۲۵ ـ ۱ ـ ۵ و ۱۰ ـ ۱۷ ـ ۱ ـ ۵	بند ۳ ـ ۶ ـ ۳	بند ۳ ـ ۶ ـ ۲

(ث) مقاطع غیرقابل پذیرش جوش گوشه

شکل ۳ ـ ۴ ـ مقاطع قابل پذیرش و غیرقابل پذیرش جوش (بند ۳ ـ ۶).

به‌علت داشتن ناپیوستگی سطحی غیرقابل پذیرش می‌باشند.

۳-۶-۳- در درزهای لب‌به‌لب در صورتیکه سطح همتراز[۴۷] برای جوش مورد نظر باشد، ضخامت جوش حاصل نباید از ۱ میلیمتر یا ۵ درصد ضخامت (هر کدام که کمتر باشد)، از ضخامت ورق نازکتر یا جوش، کمتر گردد. تحدب بیش از ۱ میلیمتر نیز باید برداشته شود. در صورتیکه جوش در فصل مشترک (سطح تماس) دو ورق قرار گیرد، تمام تحدب جوش باید برداشته شود. هرگونه تحدب باید دارای انتقال تدریجی به‌سطوح ورق باشد. برای حذف تحدب می‌توان از لبه‌زنی[۴۸] یا شیارزنی[۴۹] استفاده نمود، مشروط بر اینکه بعد از آن سنگ‌زنی[۵۰] انجام شوند. در صورت نیاز به‌پرداخت سطح جوش، میزان زبری سطح نباید از ۶ میکرومیلیمتر تجاوز نماید. سطوحی که با زبری ۳ تا ۶ میکرومیلیمتر پرداخت می‌شوند، جهت پرداخت باید در امتداد تنش‌های اولیه باشد. سطوحی که با زبری کمتری از ۳ میکرومیلیمتر پرداخت می‌شوند، می‌توانند در هر امتداد پرداخت شوند.

۳-۷ تعمیر

۳-۷-۱- برای برداشتن مصالح اضافی جوش یا قسمتی از مصالح پایه، می‌توان از تراشکاری[۵۱]، سنگ‌زنی[۵۲]، لبه‌زنی[۵۳]، و یا شیارزنی[۵۴] استفاده نمود. اعمال مذکور نباید باعث کاهش ضخامت در فلز یا جوش مجاور شوند. در فولادهای اصلاح‌شده[۵۵] شیارزنی توسط برش هواگاز[۵۶] مجاز نیست. در هنگام برداشتن جوشهای مردود (غیرقابل پذیرش)، مقادیر برداشته شده از فلز پایه باید در حداقل حفظ گردد. قبل از جوشکاری محل تعمیری، باید سطح شیار ایجادشده کاملاً پاک شود. در جوشکاری تعمیری، کلیه کاهش ضخامتهای ایجاد شده در محل سنگ زده‌شده، باید کاملاً پُر شوند.

۳-۷-۲- سازنده مخیّر است جوش مردود را تعمیر نماید و یا تمام آن را برداشته و مجدداً به‌طور کامل جوش دهد، مگر اینکه در بند ۳ - ۷ - ۴ به‌نحو دیگری مشخص شده باشد. معیار پذیرش جوش تعمیرشده، مطابق جوشهای اصلی بوده و با همان روش باید مورد آزمایش قرار گیرد. اگر سازنده تصمیم به‌تعمیر جوش بگیرد، روش کار به‌شرح زیر است:

---

۴۷ - Flush
۴۸ - Chipping
۴۹ - Gouoing
۵۰ - Grinding
۵۱ - Machining
۵۲ - Grinding
۵۳ - Chipping
۵۴ - Gouging
۵۵ - Quenched and tempered steel
۵۶ - Oxyfuel gas gouging

۳ـ۷ـ۲ـ۱ـ *لوچه (بیرون‌زدگی)*[۵۷]، *تحدب بیش از حد*.
مصالح جوش اضافی باید به‌روش مناسبی برداشته شود.

۳ـ۷ـ۲ـ۲ـ *تقعر بیش از حد*[۵۸]، *حوضچه انتهایی*[۵۹]، *کمبود در اندازهٔ جوش*[۶۰]، *بریدگی پای جوش*[۶۱].
سطح جوش باید آماده‌سازی شده (بند ۳ ـ ۱۱) و سپس با انجام عبورهای متوالی، کمبود ضخامتها جبران شود.

۳ـ۷ـ۲ـ۳ـ *امتزاج ناقص*[۶۲]، *تخلخل بیش از حد*[۶۳]، *نفوذ گِل*[۶۴]
مناطق مشکوک باید برداشته شده (به‌بند ۳ ـ ۷ ـ ۱ مراجعه شود) و مجدداً جوش گردد.

۳ـ۷ـ۲ـ۴ـ *ترک در جوش یا فلز پایه*. در این حالت عمق نفوذ ترک باید به‌کمک آزمایشهای مناسب (حک اسید[۶۵]، ذرات مغناطیسی[۶۶]، رنگ نافذ[۶۷] و سایر روشهای مؤثر) تعیین شده و تا ۵۰ میلیمتر فراتر از ریشهٔ ترک، مصالح باید کاملاً برداشته شده و مجدداً با جوش پُر شود.

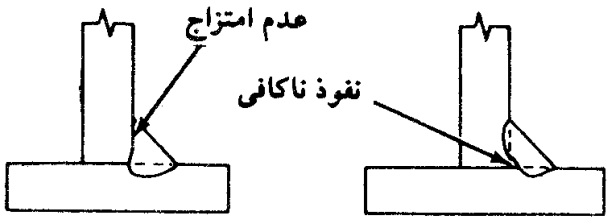
۳ـ۷ـ۳ـ اعوجاجهای ناشی از عمل جوشکاری باید به‌کمک وسایل مکانیکی و یا حرارتهای موضعی محدود رفع گردند و عضو به‌حالت مستقیم در آید. درجهٔ حرارت، که باید به‌کمک روشهای مطمئن اندازه‌گیری شود، برای فولادهای اصلاح‌شده نباید از ۶۰۰ درجهٔ سانتیگراد و برای سایر فولادها نباید از ۶۵۰ درجهٔ سانتیگراد تجاوز نماید. قسمتی که برای صاف کردن تحت حرارت قرار می‌گیرد، باید اساساً عاری از تنش و نیروهای خارجی باشد، مگر آن دسته تنشهای ناشی از روشهای مکانیکی که همراه با حرارت برای راست کردن عضو به‌کار گرفته می‌شود.

۳ـ۷ـ۴ـ برای تعمیر فلز پایه (غیر از آنهایی که طبق بند ۳ ـ ۲ لازم شده‌اند)، تعمیر ترکهای بزرگ[۶۸]، تعمیر جوشهای گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی که دارای معایب داخلی هستند، و دستور کارهای جدید برای تعمیر و جبران نقایص، تأیید قبلی مهندس مشاور لازم است.

۳ـ۷ـ۵ـ هرگونه حذف و بریدن قطعاتی که به‌طور نامناسب نصب و جوش شده‌اند، باید

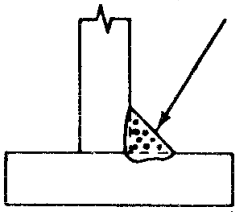
---

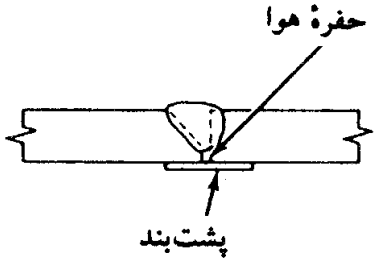
۵۷ ـ Over lap
۵۸ ـ Excessive Concavity
۵۹ ـ Crater
۶۰ ـ Under size weld
۶۱ ـ Undercutting
۶۲ ـ Incomplete fusion
۶۳ ـ Excessive weld prosity
۶۴ ـ Slag inclusion
۶۵ ـ Acid etching
۶۶ ـ Magnetic particle inspection
۶۷ ـ Dye penetration inspection
۶۸ ـ Mayor or delayed crack



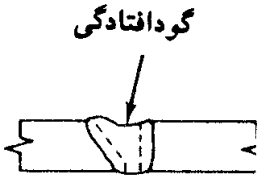
(الف) امتزاج ناقص

(ب) عدم نفوذ

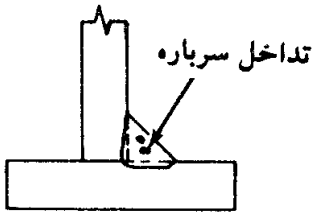




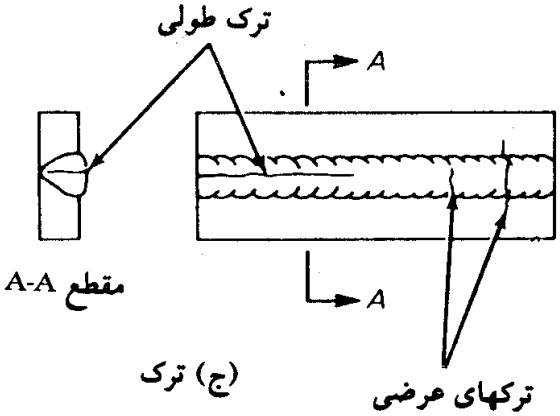
(پ) تخلخل



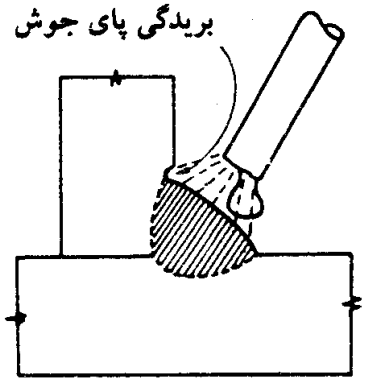
(ت) گودافتادگی



(ث) تداخل سرباره

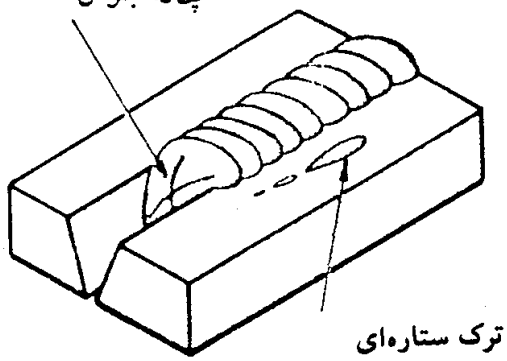


(ج) ترک



(چ) بریدگی پای جوش

ترک ستاره‌ای در
چالهٔ جوش



معایب جوش

(ح) ترک ستاره‌ای

به‌اطلاع مهندس مشاور برسد.

۳ـ۷ـ۶ـ اگر انجام کارهای تکمیلی باعث گردد یک جوش مردود (غیرقابل پذیرش) غیرقابل دسترس شده و با شرایط جدیدی پدید آورد که تعمیر جوش مردود، سلامت قطعه را به‌مخاطره اندازد، باید با حذف جوشها یا اعضای اضافی شرایطی را به‌وجود آورد که امکان دسترسی به‌جوش فراهم شده و جوش تعمیر گردد. اگر این عمل انجام نشود، باید با طرح جدیدی که به‌تأیید مهندس طراح رسیده، کمبود مقاومت ناشی از جوش معیوب را جبران نمود.

۳ـ۷ـ۷ـ پُر کردن سوراخهای اضافی با جوش

برحسب مورد و طبق‌نظر مهندس طراح، سوراخهای اشتباه ایجادشده توسط منگنه کردن[۶۹]، و مته را می‌توان به‌صورت باز رها نمود و یا آنها را توسط پیچ یا جوش پُر کرد. در صورت تصمیم به‌پُر کردن سوراخهای اشتباه با جوش، باید موارد زیر مراعات گردد:

(۱) در صورتیکه فلز پایه تحت تنشهای کششی دینامیکی قرار نداشته باشد، آنها را می‌توان با جوش پُر نمود، مشروط بر اینکه سازنده برای اجرای جوش از مشخصات فنی مربوط به‌تعمیرات جوش تبعیت نماید. سلامت جوش باید به‌کمک یکی از روشهای غیرمخرب، به‌تأیید برسد. ردهٔ پذیرش چنین جوشی در حد جوشهای شیاری است.

(۲) در صورتیکه فلز پایه تحت تنشهای کششی دینامیکی قرار داشته باشد، می‌توان سوراخ را توسط جوش پُر نمود، مشروط بر اینکه:

(الف) مهندس مشاور تعمیر با جوش و دستورالعمل جوشکاری را تأیید کرده باشد.

(ب) سلامت جوش با استفاده از روشهای غیرمخرب و در ردهٔ پذیرش جوشهای شیاری کششی به‌تأیید برسد.

(۳) در صورتیکه فلز پایه فولاد اصلاح‌شده[۷۰] باشد، علاوه بر ضوابط بندهای ۱ و ۲، رعایت شرایط زیر نیز الزامی است.

(الف) فلز الکترود (فلز پُرکننده) سازگار بوده و حرارت ورودی مناسب باشد و بعد از اتمام جوشکاری، اصلاح حرارتی صورت پذیرد.

(ب) قبل از انجام جوشهای اصلی، جوشهای آزمایشی انجام شده و به‌تأیید برسد.

---

۶۹ ـ Punch

۷۰ ـ Quench and temperd

(پ) سلامت جوش توسط آزمایش پرتونگاری[۷۱] (RT) به‌تأیید برسد.
(ت) مشخصات مکانیکی ناحیهٔ جوش‌شده با انجام آزمایشهای (I) آزمایش کششی مقطع کاهش یافته[۷۲]، (II) آزمایش خم[۷۳]، (II) آزمایش شارپی[۷۴] به‌تأیید رسیده باشد.

(۴) سطح جوش باید مطابق بند ۳ ـ ۶ ـ ۳ پرداخت شود.

۳ـ۸ تقه‌کاری[۷۵]

۳ـ۸ـ۱ ـ تقه‌کاری، کار مکانیکی روی فلز جوش توسط ضربات چکش به‌منظور کاهش تنشهای پسماند و کاهش تنشهای انقباضی است و بعد از ذوب و قبل از سرد شدن انجام می‌شود. از تقه‌کاری می‌توان در لایه‌های میانی جوش برای کنترل تنشهای انقباضی[۷۶] در جوشهای ضخیم به‌منظور جلوگیری از ترک یا انقباض و یا هر دو استفاده نمود. بر روی جوش ریشه و همچنین لایه سطحی جوش نباید هیچگونه تقه‌کاری انجام شود. همچنین انجام تقه‌کاری در روی فلز پایه در مجاورت لبهٔ جوش مجاز نیست. در هنگام تقه‌کاری باید دقت شود که فلز جوش روی فلز پایه پخش نشده و ترک در جوش ایجاد نشود.

۳ـ۸ـ۲ ـ استفاده از چکش گل‌گیری دستی، برقی و یا هوای فشرده مجاز بوده و تقه‌کاری محسوب نمی‌شود.

۳ـ۹ درزگیری[۷۷]

درزگیری و درزبندی جوش با چکش‌کاری در حالت سرد، درزگیری گویند. هرگونه درزگیری جوش ممنوع است.

۳ـ۱۰ لکهٔ قوس[۷۸]

از ایجاد لکهٔ قوس در خارج از ناحیهٔ جوشهای دائمی باید اجتناب کرد. ترکها یا لکه‌های[۷۹] ناشی از لکهٔ قوس باید سنگ زده‌شده و سلامت فلز پایه کنترل گردد.

---

۷۱ ـ Radiographic Text
۷۲ ـ Reduced section tension test
۷۳ ـ Bend test
۷۴ ـ CHARPY notch Test
۷۵ ـ Peening (کوبش)
۷۶ ـ Shrinkage stress
۷۷ ـ Caulking
۷۸ ـ Arc strike
۷۹ ـ Blemishes

۳ـ۱۱ تمیزکاری جوش[۸۰]

۳ـ۱۱ـ۱ـ تمیزکاری قبل از اجرای جوش

قبل از انجام هر عبور، باید هرگونه گل (سرباره) عبورهای قبلی برداشته شده و سطح جوش و لبه‌های فلز پایه با برس سیمی، تمیز گردد. این عمل نه تنها بین لایه‌های متوالی، بلکه در انتهای جوش و در هنگام تعویض الکترود و یا هر مقطع جوشکاری نیز باید انجام شود. این دستورالعمل نباید محدودیتی در اجرای جوشهای انگشتانه و کام طبق بندهای ۴ ـ ۲۱ و ۴ ـ ۲۲ به‌وجود آورد.

۳ـ۱۱ـ۲ـ تمیزکاری جوش تکمیل‌شده

بعد از اتمام جوش، باید سرباره (گِل) جوشکاری برداشته شده و سطح جوش و فلز اطراف آن، برس سیمی زده شود. وجود پاشیدگی[۸۱] در اطراف نوار جوش مانعی ندارد، مگر اینکه وجود آن مزاحمتی برای انجام آزمایشهای غیرمخرب باشد. قبل‌از پذیرش جوش، رنگ‌آمیزی سطح جوش ممنوع است.

۳ـ۱۲ خاتمهٔ جوش

۳ـ۱۲ـ۱ـ در انتهای شیار، جوش باید به‌نحوی خاتمه یابد که از سلامت جوش اطمینان حاصل گردد. در صورت لزوم باید با تعبیهٔ ناودان[۸۲] جوش مقداری از انتهای شیار اصلی ادامه یابد تا اندازهٔ کامل در انتها حاصل گردد.

۳ـ۱۲ـ۲ـ در قطعات تحت بارهای استاتیکی، حذف ناودان انتهایی لازم نیست مگر طبق دستور دستگاه نظارت.

۳ـ۱۲ـ۳ـ در قطعات تحت بارهای دینامیکی، بعد از سرد شدن جوش، ناودان باید برداشته شده و لبهٔ قطعه سنگ خورده و با فلز پایه هم‌سطح گردد.

۳ـ۱۲ـ۴ـ در درزهای لب به‌لب تسمه‌ها و ورقها، در صورتیکه نیاز به‌هم‌سطح کردن (سنگ زدن) دو انتهای جوش در دو لبهٔ تسمه یا ورق باشد، سنگ زدن باید به‌نحوی انجام شود که میزان کاهش عرض تسمه از ۳ میلیمتر تجاوز نکند.

---

۸۰ ـ Weld cleaning

۸۱ ـ Spatter

۸۲ ـ Tabs

برداشتن تحدب جوش بزرگتر از ۳ میلیمتر در دو لبهٔ تسمه لازم نیست. این تحدب باید به‌صورت تدریجی با شیب حداکثر ۱ به ۱۰ به‌عرض واقعی تسمه تبدیل شود.

۳ـ۱۳ پشت‌بند جوشهای شیاری

۳ـ۱۳ـ۱ـ در صورتیکه برای جوش شیاری از تسمهٔ پشت‌بند فولادی استفاده گردد، عبور ریشه باید کاملاً با آن ممزوج گردد.

۳ـ۱۳ـ۲ـ تسمهٔ پشت فولادی باید در سرتاسر طول جوش پیوسته باشد. برای سرهم کردن تسمه‌های پشت‌بند به‌یکدیگر باید از جوش لب به‌لب شیاری با نفوذ کامل، منطبق بر ضوابط فصل سوم این آیین‌نامه، استفاده نمود.

۳ـ۱۳ـ۳ـ حداقل ضخامت تسمهٔ پشت‌بند به‌منظور جلوگیری از سوختن آن در هنگام جوشکاری، مطابق جدول زیر پیشنهاد می‌گردد.

روش جوشکاری	حداقل ضخامت (میلیمتر)
جوش دستی با الکترود روکشدار	۵
جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی	۶
جوش قوسی با الکترود توپودری	۶
جوش قوسی با الکترود توپودری	۱۰
جوش قوسی زیرپودری	۱۰

* استفاده از تسمه‌های فولادی موجود در بازار برای پشت‌بند جوش شیاری لوله‌ها، قابل قبول است، مشروط بر اینکه شواهدی از سوختن آنها در هنگام جوشکاری مشاهده نگردد.

۳ـ۱۳ـ۴ـ در اعضا تحت بارهای دینامیکی، تسمه‌های پشت‌بند عمود بر امتداد تنش باید برداشته شده و پشت جوش کاملاً سنگ زده‌شده و هم‌سطح گردد. لزومی به‌برداشتن تسمه‌های موازی امتداد تنش نیست، مگر طبق دستور مهندس مشاور.

۳ـ۱۳ـ۵ـ در اعضا تحت بارهای دینامیکی، در صورتیکه بخواهیم تسمهٔ پشت‌بند را با جوش خارجی به‌عضو متصل کنیم، این جوش باید در تمام طول تسمه پیوسته باشد.

۳ـ۱۳ـ۶ـ لزومی به‌جوش پیوسته و یا حذف تسمه‌های پشت‌بند در اعضا تحت بارهای استاتیکی نمی‌باشد، مگر طبق خواست مهندس مشاور.

فصل ۴

فرآیندهای جوشکاری[۱]

این فصل مشتمل بر هفت قسمت با عناوین زیر است:

قسمت الف: ضوابط کلی
قسمت ب: جوشکاری قوسی با الکترود روکشدار
قسمت پ: جوشکاری قوسی زیرپودری
قسمت ت: جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز
قسمت ث: جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی
قسمت ج: جوش انگشتانه و کام
قسمت چ: جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن تحت حفاظ گاز

قسمت الف: ضوابط کلی

۴ـ۱ ضوابط فلز الکترود[۲] (فلز پُرکننده)

۴ـ۱ـ۱ـ وقتیکه طبق جداول ۸ـ۱ و ۹ـ۱ و یا موارد مشابه استفاده از جوش سازگار[۳] الزام شده

۱ـ Welding process ۲ـ Filler metal requirment ۳ـ Malching weld

باشد، مشخصات فلز الکترود و مشخصات ترکیبات روکش (پودر[۴]) الکترود باید مطابق جدول ۴-۱ باشد.

۴ - ۱ - ۲ - تراز مقاومتی لازم برای فلز الکترود در جوشهای شیاری با نفوذکامل و نفوذ نسبی، و یا جوش گوشه باید منطبق بر مشخصات مقرر در جداول ۸ - ۱ و ۹ - ۱ باشد.

۴ - ۱ - ۳ - بعد از اینکه الکترودها از بسته‌بندی اولیه خارج شدند، باید طوری محافظت یا انبار شوند که مشخصات و خواص جوشکاری آنها تغییر نکند.

۴ - ۱ - ۴ - در فولادهای ضدزنگ* در حالت نمایان و بدون رنگ‌آمیزی، لازم است فلز الکترود از نوع ضدزنگ، طبق مشخصات فلز پایه، باشد. مشخصات این الکترودها و روکش (پودر) آنها باید مطابق جدول ۴ - ۲ باشد. در صورتیکه جوش چندعبوره[۵] باشد، برای عبورهای داخلی می‌توان از الکترودهای معمولی (طبق جدول ۴ - ۱) استفاده نمود، لیکن حداقل دو لایهٔ فوقانی و لبه‌ها، الکترودها باید از نوع ضدزنگ باشند.

۴ - ۱ - ۵ - در صورت استفاده از جوشکاری گاز الکتریکی[۶] و جوشکاری سربارهٔ الکتریکی[۷] برای فولادهای ضدزنگ‌نما و بدون رنگ، ترکیب شیمیایی پودر جوشکاری باید مطابق بند ۴ - ۱۶ و مشخصات الکترود طبق جدول ۴ - ۲ باشد.

۴ - ۲ پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی[۸]

توجه: به‌منظور جلوگیری از وقوع ترک، مقدار پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی باید کافی باشد. تجربه نشان می‌دهد که حداقل حرارتهای ذکرشده در جدول ۴ - ۳ در اکثر حالات برای جلوگیری از وقوع ترک کافی می‌باشند. لیکن در وضعیتهایی شامل گیرداری زیاد، هیدروژن زیاد، حرارت القایی جوشکاری[۹] کم، و قرارگرفتن ترکیبات فولاد در شرایط حدی (لب مرزی) مشخصات فنی، لازم است دمای پیش‌گرمایش افزایش یابد، و بالعکس در شرایط معکوس حالات فوق،

---

۴ - Flux

* مثل A242 و A588 طبق استاندارد ASTM.

۵ - Multiple pass

۶ - Electrogas

۷ - Electroslag

۸ - Preheat and interpass temprature

۹ - Welding heat input

جدول ۴ ـ ۱ ـ الکترود سازگار و مشخصات هندسی

مشخصات الکترود سازگار				
مقاومت نهایی N/mm^2	تنش تسلیم N/mm^2	روش جوشکاری و علامت الکترود	مشخصات فلز پایه	گروه
		جوش قوسی دستی با الکترود روکشدار (SMAW)	فولادهای نرمه در حد ST37 F_y=۲۰۰ تا ۳۰۰N/mm² F_u=۳۴۰ تا ۴۲۰N/mm²	
۴۲۰	۳۴۵	E60XX		
۴۹۰	۴۱۵	E70XX		
۴۹۰	۳۹۰	E70XX-X		
		جوش‌قوسی زیرپودری (SAW)		
۴۲۰ ـ ۵۵۰	۳۳۰	F6XX-EXXX		
۴۹۰ ـ ۶۶۰	۴۰۰	F7XX-EXXX F7XX-EXX-XX		
		جوش قوسی با الکترود فلزی و تنگستن تحت حفاظ گاز (GMAW, GTAW)		
۴۹۰	۴۱۵	ER70S-X		
		جوش‌قوسی با الکترود توپودری (FCAW)		
۴۲۰	۳۴۵	E6XT-X		
۴۹۰	۴۱۵	E7XT-X		
		جوش قوسی دستی با الکترود روکشدار (SMAW)	فولادهای پُرمقاومت آلیاژدار در حد ST52 F_y=۳۰۰ تا ۳۸۰ N/mm² F_u=۴۲۰ تا ۴۹۰ N/mm²	۲
۴۹۰	۴۱۵	F7015, E7016 E7018, E7028		
۴۹۰	۳۹۰	E7015-X, E7016-X E7018-X		
		جوش‌قوسی زیرپودری (SAW)		
۴۹۰ ـ ۶۶۰	۴۰۰	با F7XX-EXXX F7XX-EXX-XX		
		جوش قوسی با الکترود فلزی و تنگستن تحت حفاظ گاز (GMAW, GTAW)		
۴۹۰	۴۱۵	ER70S-X		
		جوش قوسی با الکترود مغزه‌دار (FCAW)		
۴۹۰	۴۱۵	E7XT-X		

جدول ۴ ـ ۱ ـ ادامه

مشخصات الکترود سازگار				
مقاومت نهایی N/mm^2	تنش تسلیم N/mm^2	روش جوشکاری و علامت الکترود	مشخصات فلز پایه	گروه
۵۶۰	۴۶۰	جوش قوسی دستی با الکترود روکشدار (SMAW) E8015-X, E8016-X E8015-X	فولادهای پُرمقاومت F_y=۳۸۰ تا ۴۵۰N/mm^2 F_u=۴۹۰ تا ۵۶۰N/mm^2	۳
۵۶۰-۶۹۰	۴۷۰	جوش‌قوسی زیرپودری (SAW) F8XX-EXX-XX		
۵۶۰	۴۷۰	جوش قوسی با الکترود فلزی و تنگستن تحت حفاظ گاز (GMAW, GTAW) ER80S-X		
۵۶۰-۶۹۰	۴۷۰	جوش قوسی با الکترود مغزه‌دار (FCAW) E8XTX-X		
۶۹۰	۶۰۰	جوش قوسی دستی با الکترود روکشدار (SMAW) E10015-X,E10016-X E10018-X	فولادهای پُرمقاومت متوسط F_y=۴۵۰ تا ۵۵۰N/mm^2 F_u=۵۶۰ تا ۷۰۰N/mm^2	۴
۶۹۰ ـ ۸۳۰	۶۱۰	جوش‌قوسی زیرپودری (SAW) F10XX-EXX-XX		
۶۹۰	۶۱۰ ـ ۷۰۰	جوش قوسی با الکترود فلزی و تنگستن تحت حفاظ گاز (GMAW, GTAW) ER100S-X		
۶۹۰ ـ ۸۳۰	۶۰۰	جوش قوسی با الکترود مغزه‌دار (FCAW) E10XTX-X		

جدول ۴ ـ ۱ ـ ادامه

مشخصات الکترود سازگار				
مقاومت نهایی N/mm^2	تنش تسلیم N/mm^2	روش جوشکاری و علامت الکترود	مشخصات فلز پایه	گروه
۷۶۰	۶۷۰	جوش قوسی دستی با الکترود روکشدار (SMAW) E11015-X,E11016-X E11018-X	فولادهای خیلی پُرمقاومت $F_y>۵۵۰N/mm^2$ $F_u>۷۰۰N/mm^2$	۵
۷۶۰ ـ ۹۰۰	۶۸۰	جوش‌قوسی زیرپودری (SAW) F11XX-EXX-XX		
۷۶۰	۶۶۰ـ۷۴۰	جوش قوسی با الکترود فلزی و تنگستن تحت حفاظ گاز (GMAW, GTAW) ER110S-X		
۷۶۰ ـ ۹۰۰	۶۷۵	جوش قوسی با الکترود مغزه‌دار (FCAW) E11XTX-X		

جدول ۴ ـ ۲ ـ مشخصات الکترود برای فولادهای ضدزنگ*

روش جوشکاری			
الکترود مغزه‌دار	تحت حفاظ گاز	جوش زیرپودری	جوش دستی با الکترود روکشدار
		F7AX-EXXX-W	E7018-W
E8XT1-W			E8018-W
E8XTX-Ni1	ER80S-Ni1	F7AX-EXXX-Ni1	E8016-C3 یا E8018-C3
		F7AX-EXXX-Ni4	E8016-C1 یا E8018-C1
			E8016-C2 یا E8018-C2
E8XTX-Ni2	ER80S-Ni2	F7AX-EXXX-Ni2	E7016-C1L یا E7018-C1L
E80T5-Ni3	ER80S-Ni3	F7AX-EXXX-Ni3	E7016-C2L یا E7018-C2L
E80T5-B2L	ER80S-B2L		E8018B2L
	ER80S-G		
E71T8-Ni1			
E71T8-Ni2			
E7XTX-K2			

* در حد فولادهای A588 و ASTM A-242.

می‌توان دمای پیش‌گرمایش را کاهش داد.

۴ ـ ۲ ـ ۱ ـ به‌استثنای جوشکاری گلمیخها[۱۰] (فصل هفتم) و جوشکاری گاز الکتریکی[۱۱] و جوشکاری سربارهٔ الکتریکی[۱۲] (بند ۴ ـ ۲۰ ـ ۵)، حداقل پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی، برحسب نوع فولاد و روش جوشکاری، باید مطابق جدول ۴ ـ ۳ و مندرجات بند ۴ ـ ۲ ـ ۲ باشد. در صورتیکه دمای اطراف قطعهٔ مورد جوشکاری از ۱۸ − درجهٔ سانتیگراد کمتر باشد، انجام جوشکاری به‌کلی ممنوع است. در محیط با دمای ۰ تا ۱۸ − درجهٔ سانتیگراد با ایجاد چادر و سرپوش، و گرم کردن درون آن، می‌توان دمای محیطی مناسب (حدود ۵ درجه) برای جوشکار و جوشکاری فراهم نمود.

برحسب نوع و ضخامت فولاد و روش جوشکاری، اگر درجه حرارت فلز پایه کمتر از مقادیر مندرج در جدول ۴ ـ ۳ باشد، فلز پایه باید پیش‌گرم شود. پیش‌گرمایش باید به‌نحوی باشد که دمای اطراف نوک الکترود در دایره‌ای به‌شعاع ضخامت قطعه یا ۷۵ میلیمتر (هر کدام که بزرگتر باشد)، بزرگتر از حداقل درجه مذکور در جدول ۴ ـ ۳ باشد. در درزهایی که چند نوع فولاد وجود دارد، انتخاب درجه حرارت پیش‌گرمایش باید بر مبنای فولاد با مقاومت بزرگتر باشد.

۴ ـ ۲ ـ ۲ ـ به‌روش دیگر، حداقل پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی را می‌توان بر پایهٔ ترکیبات فولاد[۱۳] قرار داد. در این روشها، در شرایط آزمایشگاهی و مدل‌سازی از وضعیت واقعی، شرایط وقوع ترک برحسب گیرداری، مقدار هیدروژن، ترکیبات فولاد، و پیش‌گرمایش مورد مطالعه قرار گرفته و دمای مناسب پیش‌گرمایش تعیین می‌گردد. برحسب شرایط کار، این دما ممکن است از مقادیر جدول ۴ ـ ۳ کمتر و یا حتی بزرگتر باشد. روش کار باید به‌تأیید مهندس مشاور برسد. در صورتیکه با اتخاذ چنین روشی، دمای پیش‌گرمایش کوچکتر از مقادیر جدول ۴ ـ ۳ به‌دست آید، ارزیابی باید مطابق بند ۵ ـ ۲ انجام شود.

۴ ـ ۳ کنترل حرارت القایی جوشکاری در فولادهای اصلاح‌شده[۱۴]

در جوشکاری فولادهای اصلاح‌شده، متناسب با دمای پیش‌گرمایش و درجه حرارت عبورهای میانی، مقدار درجهٔ حرارت القایی باید کنترل گردد. این کنترل باید بر مبنای توصیه‌های کارخانهٔ

---

۱۰ ـ Stud welding

۱۱ ـ Electrogas

۱۲ ـ Electroslag

۱۳ ـ Steel composition

۱۴ ـ Quenched and tempered steel

جدول ۴ ـ ۳ ـ حداقل پیش‌گرمایش و درجهٔ حرارت عبورهای میانی

مشخصات ورق		روش جوشکاری	نوع فولاد	طبقه
حداقل درجهٔ حرارت ورق (سانتیگراد)	ضخامت ورق (mm)			
۲۰	≤۲۰	جوش دستی با الکترود روکشدار (غیر از الکترودهای کم‌هیدروژن)	ST37 ST52	A
۶۵	۲۰<t≤۴۰			
۱۱۰	۴۰<t≤۶۵			
۱۵۰	t>۶۵			
۱۰	≤۲۰	جوش دستی با الکترود روکشدار کم‌هیدروژن	ST37 ST52	B
۲۰	۲۰<t≤۴۰	جوش زیرپودری		
۶۵	۴۰<t≤۶۵	جوش تحت حفاظ گاز (الکترود فلزی یا تنگستن)		
۱۱۰	t>۶۵	جوش با الکترود توپودری		
۱۰	≤۲۰	جوش دستی با الکترود روکشدار کم‌هیدروژن	$F_y \geq 400 N/mm^2$	C
۶۵	۲۰<t≤۴۰	جوش زیرپودری		
۱۱۰	۴۰<t≤۶۵	جوش تحت حفاظ گاز (الکترود فلزی یا تنگستن)		
۱۵۰	t>۶۵	جوش با الکترود توپودری		

۱ ـ در جوشکاری ورقها با ضخامت بزرگتر از ۲۵ میلیمتر که تحت بارهای دینامیکی قرار دارند، فقط باید از الکترودهای کم‌هیدروژن استفاده نمود.

۲ ـ هر قدر گیرداری قطعهٔ مورد جوش بیشتر باشد، دمای پیش‌گرمایش باید افزایش یابد.

۳ ـ دمای پیش‌گرمایش لازم نیست از ۲۳۰ درجهٔ سانتیگراد بزرگتر باشد.

تولیدکنندهٔ فولاد باشد. استفاده از نوار جوش رگه‌ای[۱۵] برای اجتناب از فراگرمایش[۱۶]، به‌صراحت توصیه می‌شود. شیارزنی فولادهای اصلاح‌شده با استفاده از روشهای برش هواگاز مجاز نمی‌باشد.

(توجه: در این نوع فولادها، حرارت بیش از حد می‌تواند باعث کاهش مشخصات مکانیکی فولاد گردد).

---

۱۵ ـ Stringer beads*

* جوشی که بدون پس و پیش رفتن الکترود انجام گرفته است.

۱۶ ـ Over heating

۴ ـ ۴ تنش‌زدایی به‌کمک حرارت[۱۷]

۴ ـ ۴ ـ ۱ ـ در صورتیکه در نقشه‌های ساخت و یا مشخصات فنی مقرر شده باشد، قطعات جوش‌شده باید به‌کمک حرارت، تنش‌زدایی گردند. هرگونه پرداخت و ماشین‌کاری بهتر است بعد از اصلاح حرارتی انجام گردد.

تنش‌زدایی قطعات جوش‌شده از فولادهای پُرمقاومت با اصلاح سرد و گرم[۱۸] معمولاً توصیه نمی‌شود.

۴ ـ ۴ ـ ۲ ـ تنش‌زدایی حرارتی باید منطبق بر ضوابط زیر باشد:

(۱) دمای کوره هنگامیکه قطعهٔ جوشکاری‌شده در آن قرار داده می‌شود، نباید از ۳۱۵ درجهٔ سانتیگراد بیشتر باشد.

(۲) در بیش از ۳۱۵ درجهٔ سانتیگراد، سرعت افزایش دما در داخل کوره نباید از $5600/t\ C^\circ$ بر ساعت بیشتر باشد که در آن t ضخامت ضخیمترین ورق قطعه برحسب میلیمتر است. افزایش دما در هیچ حالت نباید از ۲۲۰ درجهٔ سانتیگراد بر ساعت، بیشتر باشد. در حین افزایش دما، تغییرات دما در طول قطعه نباید بیش از ۱۴۰ درجهٔ سانتیگراد در هر ۴/۵ متر طول باشد.

(۳) بعد از اینکه دما به ۵۹۰ درجهٔ سانتیگراد در فولادهای اصلاح‌شده و ۵۹۰ تا ۶۵۰ درجهٔ سانتیگراد در سایر فولادها رسید، قطعه به‌مدت مشخص‌شده در جدول ۴ ـ ۴ براساس ضخامت جوش، در دمای ثابت نگه داشته می‌شود. وقتیکه هدف پایداری ابعادی قطعه است، حداقل زمان توقف طبق جدول ۴ ـ ۴، لیکن براساس ضخامت قطعهٔ ضخیمتر است. طی مدت توقف، اختلاف بین حداکثر و حداقل دمای نقاط مختلف قطعه نباید بیشتر از ۸۵ درجهٔ سانتیگراد باشد.

(۴) در درجهٔ حرارتهای بیش از ۳۱۵ درجهٔ سانتیگراد، خنک کردن قطعه باید در یک کوره یا محفظهٔ خنک‌ساز بسته با سرعتی کمتر از $7000/t\ C^\circ$ بر ساعت انجام شود که t ضخامت حداکثر قطعه برحسب میلیمتر است. این سرعت نباید در هیچ حالت بزرگتر از ۲۶۰ درجهٔ سانتیگراد بر ساعت باشد. در دمای کمتر از ۳۱۵، قطعه می‌تواند در هوای ساکن خنک گردد.

۴ ـ ۴ ـ ۳ ـ در صورتیکه نتوان قطعه را در دماهای ذکرشده در بند ۴ ـ ۴ ـ ۲ تنش‌زدایی نمود،

---

۱۷ ـ Stress relief heat treatment

۱۸ ـ Quenched and tempered

می‌توان از دمای کمتر، لیکن زمان طولانی مطابق جدول ۴ ـ ۵ استفاده کرد.

جدول ۴ ـ ۴ ـ حداقل زمان توقف برای تنش‌زدایی (بند ۴ ـ ۴ ـ ۲)

ضخامت	≤۶mm	۶< و ≤۵۰mm	>۵۰mm
زمان توقف	۱۵ دقیقه	۲۴ دقیقه برای هر ۱۰ میلیمتر ضخامت	۲ ساعت به‌علاوهٔ ۵ دقیقه به‌ازای هر ۱۰ میلیمتر ضخامت بزرگتر از ۵۰ میلیمتر

جدول ۴ ـ ۵ ـ تنش‌زدایی در دمای کمتر (بند ۴ ـ ۴ ـ ۳)

کاهش درجهٔ حرارت نسبت به‌حداقل درجه‌حرارت مقرر	حداقل زمان توقف در درجهٔ حرارت کاهش یافته برحسب ساعت به‌ازای ۱۰ میلیمتر ضخامت قطعه
۲۸	۰/۸
۵۶	۱/۶
۸۴	۴
۱۱۲	۸

قسمت ب: جوشکاری قوسی دستی با الکترود روکشدار[۱۹] (SMAW)

۴ ـ ۵ الکترود برای جوشکاری قوسی با الکترود روکشدار

۴ ـ ۵ ـ ۱ ـ مشخصات الکترودهای روکشدار باید منطبق بر استانداردهای ملی و یا معتبر بین‌المللی باشد*.

---

۱۹ ـ Sheilded Metal Arc Welding

* در نبود استانداردهای ملی، می‌توان دو استاندارد زیر را ملاک عمل قرار داد:

1- ANSI/ AWSA5.1: Specification for Mild Steel Covered Arc Welding Electrods.

2- ANSI/AWS A5.5: Specification for Low Alloy Steel Covered Arc Welding Electrods.

۴ـ۵ـ۲ـ شرایط انبارکردن الکترودهای کم‌هیدروژن

الکترودها با روکش کم‌هیدروژن باید در بسته‌بندیهای ضدرطوبت مهرشده خریداری و نگهداری شوند و یا قبل از مصرف به‌مدت ۲ ساعت در دمای بین ۳۰۰ تا ۴۳۰ درجهٔ سانتیگراد در دستگاه خشک‌کن خشک شوند. در صورتیکه بسته‌بندی الکترود معیوب شده باشد، قبل از مصرف باید خشک شوند. بلافاصله بعد از باز کردن بسته‌بندی الکترود و یا درآوردن الکترودها از دستگاه خشک‌کن، الکترودها باید در دستگاه خشک‌کن ذخیره با درجه حرارت ۱۲۰ درجهٔ سانتیگراد نگهداری شوند.

بعد از بازکردن بسته‌های مهرشده یا بیرون آوردن الکترود از دستگاه خشک‌کن، تماس الکترود با هوای آزاد باید منطبق بر ضوابط ۴ـ۵ـ۲ـ۱ و ۴ـ۵ـ۲ـ۲ باشد.

۴ـ۵ـ۲ـ۱ـ *زمان تماس الکترود با هوای آزاد* . بعد از بازکردن بسته‌بندی الکترود و یا در آوردن آن از دستگاه خشک‌کن یا خشک‌کن ذخیره، زمان تماس الکترود با فضای آزاد نباید بیش از مقادیر ذکرشده در ستون الف از جدول ۴ـ۶ باشد.

۴ـ۵ـ۲ـ۲ـ در صورتیکه به‌کمک آزمایش بتوان نشان داد که میزان رطوبت جذب‌شده از ۰/۴ درصد وزنی تجاوز نمی‌کند، می‌توان الکترود را به‌مقدار نشان داده‌شده در ستون ب، از جدول ۴ـ۶ در معرض هوای آزاد قرار داد.

جدول ۴ـ۶ـ مقادیر مجاز تماس الکترودهای کم‌هیدروژن با هوای آزاد

نوع الکترود	ستون (الف)	ستون (ب)
الکترود فولاد نرمه		
E70XX	۴ ساعت	
E70XXR	۹ ساعت	بین ۴ تا ۱۰ ساعت
E70XXHZR	۹ ساعت	
E7018M	۹ ساعت	
الکترود فولاد پُرمقاومت		
E70XX-X	۴ ساعت	۴ تا ۱۰ ساعت
E80XX-X	۲ ساعت	۲ تا ۱۰ ساعت
E90XX-X	۱ ساعت	۱ تا ۵ ساعت
E100XX-X	۰/۵ ساعت	۰/۵ تا ۴ ساعت
E100XX-X	۰/۵ ساعت	۰/۵ تا ۴ ساعت

۴ـ۵ـ۲ـ۳ـ در صورتیکه الکترود به‌میزان بیشتر از مقادیر جدول ۴ ـ ۶ در تماس با هوای آزاد باشد، آنها را می‌توان دوباره به‌دستگاه خشک‌کن ذخیره با درجهٔ حرارت ۱۲۰ درجهٔ سانتیگراد برگرداند. بعد از حداقل ۴ ساعت نگهداری در این درجه حرارت، می‌توان الکترودها را دوباره در فضای آزاد قرار داد.

۴ـ۵ـ۳ـ الکترود برای فولادهای پُرمقاومت اصلاح‌شده[۲۰]

در صورت استفاده‌از الکترودهای پایینتر از گروه E100XX-X برای جوشکاری‌این فولادها، به‌استثنای الکترود E7018M یا E70XXH4R ، بدون توجه به‌وضعیت قبلی این الکترودها، باید حداقل به‌مدت یک ساعت در دمای بین ۳۷۰ تا ۴۳۰ درجهٔ سانتیگراد در دستگاه خشک‌کن، خشک شوند.

۴ـ۵ـ۴ـ خشک کردن مجدد الکترودها

الکترودهای منطبق بر بند ۴ ـ ۵ ـ ۲، مجاز نیست بیش از یک بار به‌طور مجدد خشک شوند. الکترودهایی که مرطوب شده‌اند، نباید مورد استفاده قرار گیرند.

۴ـ۵ـ۵ـ برگ تأیید کیفیت کارخانه

در صورت درخواست مهندس مشاور، پیمانکار باید برگ تأیید کیفیت و شناسایی کارخانه را به‌منظور انطباق مشخصات الکترود ارائه نماید.

۴ـ۶ دستورالعمل جوشکاری[۲۱] قوسی با الکترود روکشدار

۴ـ۶ـ۱ـ تا حد امکان جوشکاری باید در وضعیت تخت انجام شود.

۴ـ۶ـ۲ـ رده و قطر الکترود، طول قوس، اختلاف پتانسیل (ولتاژ)، شدت جریان (آمپر)، باید برای ضخامت مصالح، نوع شیار، وضعیت جوشکاری، و سایر شرایط محیطی، مناسب باشد. شدت جریان (آمپر) باید در محدودهٔ توصیه‌شده توسط کارخانهٔ سازندهٔ الکترود باشد.

۴ـ۶ـ۳ـ حداکثر قطر الکترود به‌شرح زیر است:

(۱) ۸ میلیمتر برای تمام جوشهایی که در وضعیت تخت انجام می‌شوند، به‌استثنای عبور ریشه.

---

۲۰ ـ Quenched and tempered alloy steel (F_y=۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰kg/m^2) (طبق ASTM A517 یا A514)

۲۱ ـ Procedures for shielded metal arc welding

(۲) ۶ میلیمتر برای جوشهای گوشه در وضعیت افقی.
(۳) ۶ میلیمتر برای جوش ریشهٔ جوش گوشه در وضعیت تخت و جوش شیاری در وضعیت تخت با پشت‌بند[۲۲] و با فاصلهٔ ریشهٔ[۲۳] ۶ میلیمتر و بزرگتر.
(۴) ۴ میلیمتر برای جوشکاری با الکترود EXX14 و الکترودهای کم‌هیدروژن در وضعیت قائم (سربالا)، و سقفی.
(۵) ۵ میلیمتر برای عبور ریشهٔ جوشهای ریشه و تمام حالاتی که در بندهای ۱ تا ۴ ذکر نشده‌اند.

۴-۶-۴- اندازهٔ حداقل جوش ریشه باید برای جلوگیری از ترک کافی باشد.

۴-۶-۵- حداکثر ضخامت در عبور ریشه[۲۴] در جوشهای شیاری نباید از ۶ میلیمتر بزرگتر باشد.

۴-۶-۶- حداکثر اندازهٔ ساق جوشهای گوشهٔ یک عبوره و عبور ریشهٔ جوشهای گوشهٔ چندعبوره به‌قرار زیر است:
۱- ۱۰ میلیمتر در وضعیت تخت.
۲- ۸ میلیمتر در وضعیت افقی و سقفی.
۳- ۱۳ میلیمتر در وضعیت قائم (سربالا).

۴-۶-۷- حداکثر ضخامت لایه‌های بعد از عبور ریشه جوشهای شیاری و گوشه به‌قرار زیر است:
۱- ۳ میلیمتر برای جوشکاری در وضعیت تخت.
۲- ۵ میلیمتر برای جوشکاری در وضعیت قائم، افقی و سقفی.

۴-۶-۸- پیشرفت جوشکاری در وضعیت قائم باید به‌طرف بالا باشد، به‌استثنای جوش تعمیری بریدگی پای جوش[۲۵] که با تأمین پیش‌گرمایش طبق جدول ۴-۳، (و نه کمتر از ۲۰ درجهٔ سانتیگراد) می‌تواند به‌صورت سرپایین انجام شود. جوشکاری لوله‌ها می‌تواند به‌صورت سربالا و یا سرپایین انجام شود.

۴-۶-۹- جوشهای شیاری با نفوذ کامل که بدون استفاده از پشت‌بند جوشکاری می‌شوند، باید

۲۲- Back bar
۲۳- Root opening
۲۴- Root pass
۲۵- Under cut

قبل از انجام جوش پشت، از پشت درز تا رسیدن به‌فلز سالم، شیارزنی شوند.

۴ـ۶ـ۱۰ـ در صورت نیاز، آزمایش ضربه باید در برنامهٔ ارزیابی قرار گیرد. روش انجام آزمایش ضربه منطبق با استانداردهای مربوطه باشد.

قسمت پ: جوشکاری قوسی زیرپودری[۲۶] (SAW)

۴ـ۷ ضوابط کلی

۴ـ۷ـ۱ـ جوشکاری زیرپودری می‌تواند به‌وسیلهٔ یک یا چند تک‌الکترود و یا یک یا چندالکترود موازی و یا ترکیبی از الکترودهای تک و موازی انجام پذیرد. فاصلهٔ بین الکترودها باید طوری باشد که قبل از رسیدن قوس دوم، سرباره یا گل جوشکاری قوس اول به‌طور کامل خنک نشده باشد، به‌نحوی که از رسوب کامل و صحیح الکترود دوم جلوگیری نماید. جوشهای زیرپودری چندالکترودی، می‌توانند برای هر جوش شیاری و یا گوشهٔ مورد استفاده قرار گیرند.

۴ـ۷ـ۲ـ بندهای ۴ـ۷ـ۳ تا ۴ـ۷ـ۸ که به‌دنبال می‌آیند، برای تمام فولادها به‌استثنای فولادهای پُرمقاومت اصلاح‌شده[۲۷] حاکم هستند. در فولادهای پُرمقاومت اصلاح‌شده میزان پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی باید منطبق بر شرایط کارخانهٔ سازنده باشد.

۴ـ۷ـ۳ـ قطر الکترود نباید بیش از ۶ میلیمتر باشد.

۴ـ۷ـ۴ـ مطابق بند ۳ـ۲ـ۱، سطوحی که جوش زیرپودری در روی آنها رسوب می‌کند، و سطوح در تماس با هم[۲۸] باید تمیز و عاری از رطوبت باشند.

۲۶ـ Submerged Arc Welding

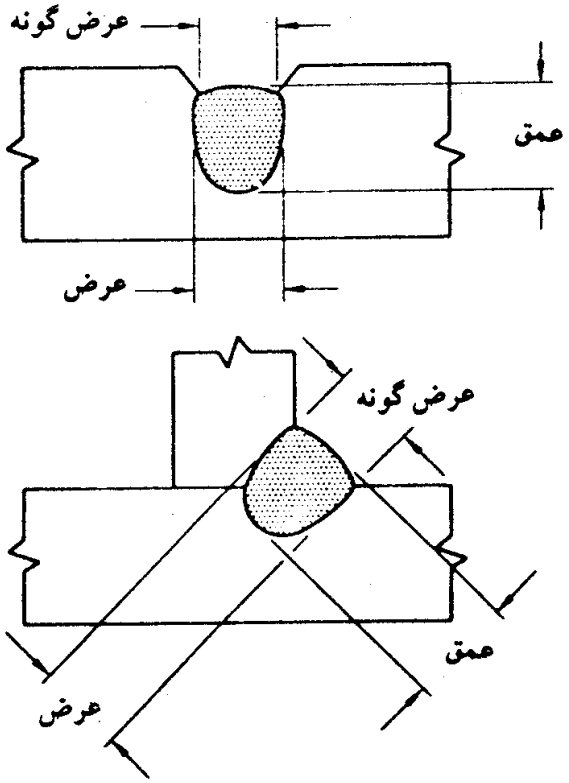
۲۷ـ Quenched and tempered

۲۸ـ Faying surfaces

۴-۷-۵- در صورتیکه نفوذ کامل ریشهٔ مورد نظر باشد و امکان شیارزنی و جوش پشت نباشد، سازنده باید طبق روش پیشنهادی خود نمونهٔ آزمایشی تهیه کرده و سپس با مقطع زدن نشان دهد که روش پیشنهادی وی نفوذ کامل را به‌وجود می‌آورد. در صورت عدم امکان تهیهٔ مقطع، با تأیید مهندس مشاور می‌توان از آزمایش پرتونگاری (رادیوگرافی) استفاده نمود. در هر حال، تأیید کیفیت به‌عهدهٔ مهندس مشاور خواهد بود.

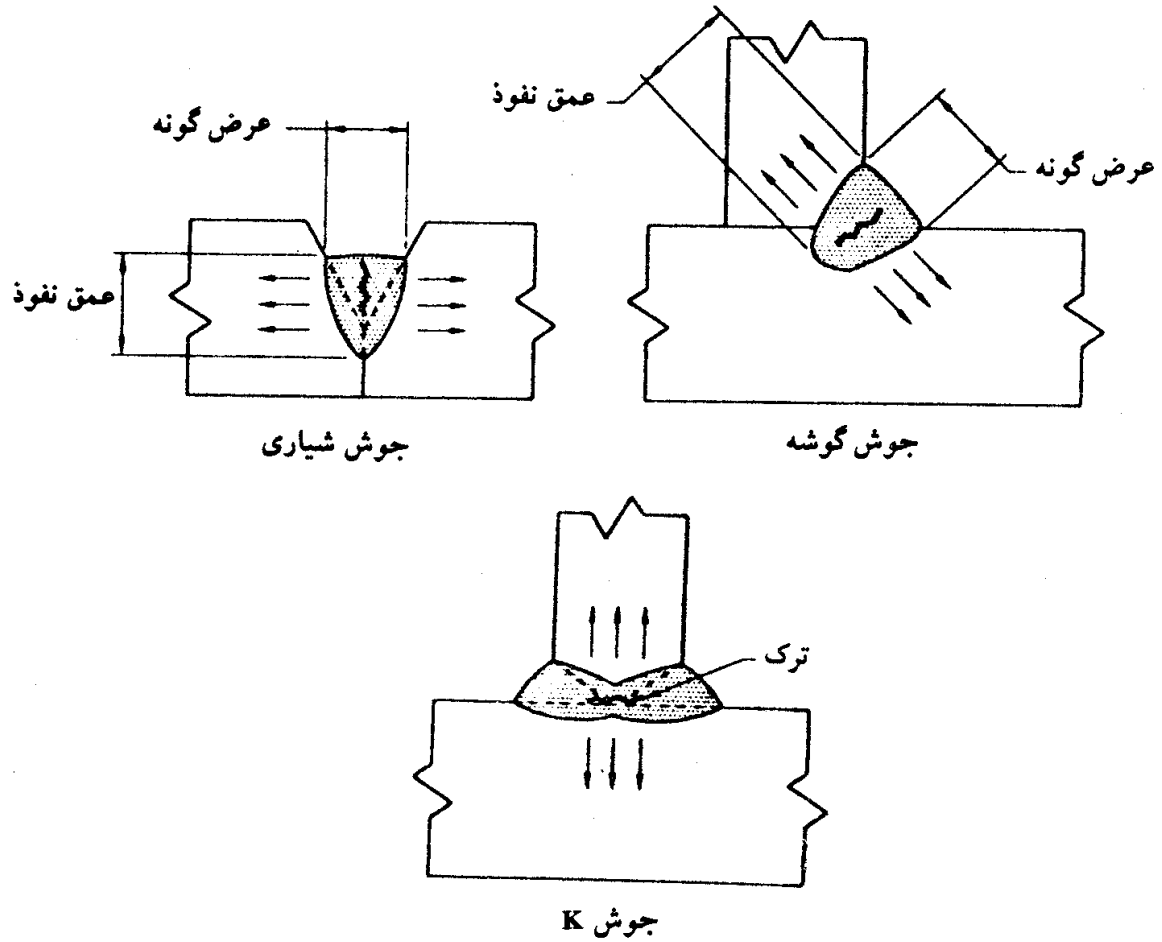
۴-۷-۶- به‌منظور حصول ریشهٔ سالم، ریشهٔ جوشهای شیاری یا گوشه را می‌توان با استفاده از پشت‌بند نوار مسی، پودر آهنی، پودر جوشکاری، و یا نوار شیشه‌ای[۲۹]، مهر نمود. مهر کردن ریشه می‌تواند با استفاده از پاس ریشه با الکترود کم‌هیدروژن نیز انجام پذیرد.

۴-۷-۷- عمق و حداکثر عرض مقطع هر عبور جوش، نباید از عرض گونه در سطح جوش بزرگتر باشد (شکل ۴ - ۱). این شرط را وقتی می‌توان نقض نمود که به‌کمک آزمایش بتوان نشان داد که جوش مورد نظر عاری از هرگونه ترک است.



شکل ۴ - ۱ - عمق و عرض هر عبور جوش نباید از عرض گونه بزرگتر باشد (بند ۴ - ۷ - ۷).

۲۹ - Glass tape



شکل ۴ ـ ۱ ـ (ادامه) نمونه‌هایی از ترک مرکزی در نوارهای عمیق.

۴ـ۷ـ۸ـ خال‌جوشها (به‌شکل جوش گوشه با اندازهٔ ساقی مساوی و یا کوچکتر از ۱۰ میلیمتر یا در ریشهٔ جوشهایی که نیاز به‌نفوذ خاص در ریشه دارند) نباید تغییر قابل توجهی در ظاهر سطح جوش به‌وجود آورند و یا باعث کاهش نفوذ جوش شوند. اگر خال‌جوش نتواند این شرایط را به‌وجود آورد، قبل از جوش اصلی باید برداشته شده و یا اندازه‌اش کاهش داده شود. خال‌جوشهای موجود در ریشهٔ درزهایی با پشت‌بند فولادی با ضخامت کمتر از ۸ میلیمتر باید برداشته شده و یا به‌کمک جوش قوسی دستی با الکترود روکشدار کم‌هیدروژن، در تمام طول به‌صورت پیوسته در آیند.

۴ـ۷ـ۹ـ در صورتیکه مشخصات فنی خصوصی یا مدارک قرارداد ایجاب نمایند، آزمایش ضربه باید در برنامهٔ ارزیابی قرار گیرد. آزمایش ضربه مطابق روشهای استاندارد صورت می‌گیرد.

۴-۸ الکترود و پودر جوشکاری برای جوش قوسی زیرپودری

۴-۸-۱- الکترود لخت و پودر جوشکاری مورد مصرف در جوشکاری فولادها باید منطبق بر استانداردهای ملی و یا معتبر بین‌المللی باشد.*

۴-۸-۲- در صورت درخواست مهندس مشاور، پیمانکار موظف است برگ تأیید کیفیت و شناسایی کارخانه را برای الکترود و پودر به‌منظور انطباق آن با مشخصات فنی، ارائه نماید.

۴-۸-۳- پودر مورد استفاده برای جوش زیرپودری، باید خشک و عاری از هرگونه آلودگی، فلس یا سایر مصالح بیگانه باشد. پودرها باید در بسته‌بندیهایی که بتوان آنها را در شرایط عادی به‌مدت ۶ ماه بدون هرگونه فسادی که تأثیر سوء بر جوشکاری داشته باشد، انبار نمود، خرید و فروش شوند. در صورت صدمه دیدن بسته‌بندی، پودر باید به‌مدت یک ساعت در درجه حرارت ۲۶۰ درجهٔ سانتیگراد خشک گردد. بلافاصله بعد از باز کردن بستهٔ پودر، آن را باید در قیف توزیع دستگاه ریخت. در صورت استفاده از بستهٔ سرباز، باید از لایهٔ سطحی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر صرفنظر شده و دور ریخته شود. پودرهای مرطوب نباید مورد استفاده قرار گیرند.

۴-۸-۴- بازیابی پودر

پودرهایی را که در حین جوشکاری ذوب نشده‌اند، می‌توان به‌کمک جارو یا مکش جمع‌آوری نمود و مورد استفادهٔ مجدد قرار داد.

پیمانکار باید دارای سیستمی برای جمع‌آوری پودرهای ذوب‌نشده و افزودن پودرهای جدید به‌آن باشد به‌طوریکه دانه‌بندی پودر حاصل به‌طور نسبی ثابت باشد.

۴-۸-۵- استفاده از گِل جوشکاری

گِل جوشکاری را می‌توان به‌صورت پودر در آورده و به‌طور مجدد مورد استفاده قرار داد، مشروط بر اینکه توسط دستگاه ذیصلاح انجام بگیرد و پودر حاصل مورد آزمایش ارزیابی قرار گیرد[۳۰].

---

* در نبود استانداردهای ملی، می‌توان دو استاندارد زیر را ملاک عمل قرار داد:

1- ANSI/AWS/A5.17=Specification for bare mild steel electrode and fluxes fos submerged arc welding.

2- ANSI/AWS/A5.23=Specification for low alloy electrods and fluxes for submerged arc welding.

۳۰- ANSI/AWS A5.01= Filer metal procument Guide line.

۴ ـ ۹ دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترود تک[۳۱]

۴ ـ ۹ ـ ۱ ـ الکترود تک یعنی فقط یک الکترود که به‌یک مولد متصل است.

۴ ـ ۹ ـ ۲ ـ تمام جوشهای قوسی زیرپودری، به‌استثنای جوش گوشه، باید در وضعیت تخت اجرا گردند. جوش گوشه را می‌توان در وضعیت تخت و افقی اجرا نمود، با این محدودیت که حداکثر اندازهٔ ساق یک عبور جوش در وضعیت افقی ۸ میلیمتر است.

۴ ـ ۹ ـ ۳ ـ ضخامت هر لایه از جوش، به‌استثنای لایهٔ ریشه و لایهٔ سطحی، نباید از ۶ میلیمتر بزرگتر باشد. وقتیکه دهانهٔ ریشه ۱۳ میلیمتر و یا بیشتر است، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف[۳۲] استفاده نمود. تکنیک لایهٔ مضاعف در مواقعی نیز که عرض لایه از ۱۶ میلیمتر تجاوز می‌کند، باید مورد استفاده قرار گیرد.

۴ ـ ۹ ـ ۴ ـ شدت جریان (آمپر)، اختلاف پتانسیل (ولتاژ) و سرعت حرکت الکترود باید طوری انتخاب شود که هر عبور امتزاج کامل با فلزپایه و جوش اطراف داشته باشد و هیچگونه بیرون‌زدگی[۳۳] (لوچه) یا بریدگی[۳۴] پای جوش به‌وجود نیاید. شدت جریان (آمپر) حداکثر برای عبور جوشی که از دو وجه دارای امتزاج می‌باشد، ۶۰۰ آمپر است. لایهٔ سطحی را می‌توان با شدت جریان بیشتری انجام داد. حداکثر شدت جریان برای انجام جوش گوشه در وضعیت تخت، ۱۰۰۰ آمپر است.

۴ ـ ۱۰ دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترود موازی[۳۵]

۴ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ الکترود موازی به‌معنای دو الکترود می‌باشد که به‌طور موازی به‌یک مولد متصل شده‌اند. هر دو الکترود معمولاً به‌وسیلهٔ یک دستگاه تغذیه الکترود، تغذیه می‌شوند. در این حالت، شدت جریان، مجموع شدت جریان دو الکترود می‌باشد.

۴ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ به‌استثنای جوشهای گوشه، جوشهای زیرپودری انجام‌شده به‌وسیلهٔ الکترودهای موازی، باید در وضعیت تخت انجام شوند. جوشهای گوشه را می‌توان در وضعیت تخت و یا افقی

---

۳۱ ـ Single electrods
۳۲ ـ Split-Layer
۳۳ ـ Over lap
۳۴ ـ Under cut
۳۵ ـ Parallel electrodes

انجام داد، با این شرط که اندازهٔ ساق گوشهٔ یک‌عبورهٔ انجام‌شده با الکترودهای موازی در وضعیت افقی نباید از ۸ میلیمتر تجاوز نماید.

۴ـ۱۰ـ۳ـ ضخامت لایهٔ جوش محدود نشده است. در عبور ریشهٔ جوش شیاری، می‌توان از الکترود تک یا موازی استفاده نمود. ضخامت پشت‌بند یا ضخامت ریشه (ضخامت پیشانی) باید برای جلوگیری از ذوب و سوختن، کافی باشد.

در صورتیکه عرض لایهٔ سطحی جوش شیاری از ۱۳ میلیمتر تجاوز نماید، الکترودهای موازی باید به‌طور جانبی حرکت داده شوند و یا از تکنیک لایهٔ مضاعف استفاده شود تا از ذوب کامل لبه‌ها اطمینان حاصل گردد. وقتیکه عرض لایهٔ قبلی از ۱۶ میلیمتر تجاوز کند، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف با الکترود مضاعف[۳۶] استفاده نمود.

۴ـ۱۰ـ۴ـ شدت جریان جوشکاری، اختلاف پتانسیل (ولتاژ) قوس، سرعت حرکت و محل نسبی الکترودها باید طوری باشد که هر عبور امتزاج خوبی با فلز پایهٔ مجاور عبورهای قبلی داشته و هیچگونه گودافتادگی[۳۷] در نوار جوش یا بریدگی پای جوش[۳۸] به‌وجود نیاید. به‌منظور جلوگیری از بروز ترک در ریشهٔ درز، باید مراقب بود که عبورهای اولیه تقعر بیش از اندازه نداشته باشند.

۴ـ۱۰ـ۴ـ۱ـ حداکثر شدت جریان در جوش شیاری برابر است با:

(۱) ۷۰۰ آمپر برای الکترودهای موازی در انجام عبور ریشه در شیاری با فاصلهٔ ریشهٔ صفر به‌طوریکه عبور شیار را به‌طور کامل پُر نکند.

(۲) ۹۰۰ آمپر برای الکترودهای موازی در انجام عبور ریشه در شیاری که دارای تسمهٔ پشت‌بند[۳۹] یا تسمهٔ فاصله‌دهنده[۴۰] باشد.

(۳) ۱۲۰۰ آمپر برای الکترودهای موازی برای تمام عبورها به‌استثنای عبور ریشه و عبور لایهٔ نهایی.

(۴) در عبور لایهٔ نهایی هیچگونه محدودیتی برای شدت جریان نیست.

۴ـ۱۰ـ۴ـ۲ـ حداکثر شدت جریان برای انجام گوشه با الکترودهای موازی، ۱۲۰۰ آمپر می‌باشد.

۳۶ـ Tandem

۳۷ـ Depressions

۳۸ـ Under cutting

۳۹ـ Steel backing

۴۰ـ Spacer bar

۴ـ۱۰ـ۵ـ در جوشهای شیاری یا گوشه، در صورتیکه عبور ریشه[۴۱] با جوش قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز انجام شود، می‌توان عبورهای بعدی را با جوش زیرپودری با الکترود موازی ادامه داد، مشروط بر اینکه جوش تحت حفاظ گاز منطبق بر ضوابط قسمت ت از این فصل انجام شود و فاصلهٔ بین قوس تحت حفاظ گاز و قوس جوش زیرپودری از ۳۸۰ میلیمتر تجاوز نکند.

۴ـ۱۰ـ۶ـ پیش‌گرمایش و درجه حرارت عبورهای میانی برای جوش زیرپودری با الکترودهای موازی باید مطابق جدول ۴ ـ ۳ انتخاب گردد.

برای جوشهای گوشه با اندازهٔ ساق کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر، هیچگونه کاهشی در اعداد جدول ۴ ـ ۳ مجاز نیست.

۴ـ۱۱ دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترودهای چندگانه[۴۲]

۴ـ۱۱ـ۱ـ منظور از الکترود چندگانه، ترکیبی از ۲ یا چند الکترود تک یا موازی می‌باشد. هر یک از مؤلفه‌های سیستم دارای مولد نیروی مستقل و تغذیه‌کنندهٔ الکترود مربوط به‌خود می‌باشد.

۴ـ۱۱ـ۲ـ به‌استثنای جوشهای گوشه، جوشکاری زیرپودری با الکترودهای چندگانه باید در وضعیت تخت انجام شود. جوشهای گوشه را می‌توان در وضعیت تخت یا افقی انجام داد، مشروط بر اینکه اندازهٔ جوش گوشه‌ای که در وضعیت تخت انجام می‌شود از ۱۳ میلیمتر تجاوز نکند.

۴ـ۱۱ـ۳ـ ضخامت لایهٔ جوش محدود نشده است. در عبور ریشهٔ جوشهای شیاری، می‌توان از الکترود تک یا چندگانه استفاده نمود. ضخامت پشت‌بند[۴۳] یا ضخامت ریشه[۴۴] (پیشانی) باید برای جلوگیری از سوختن کافی باشد. در صورتیکه عرض لایهٔ سطحی بزرگتر از ۱۳ میلیمتر باشد، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف[۴۵] استفاده نمود. وقتیکه عرض لایهٔ قبلی از ۲۵ میلیمتر تجاوز نماید، و فقط از دو الکترود استفاده گردد، باید از لایهٔ مضاعف با الکترود مضاعف[۴۶] استفاده شود.

۴ـ۱۱ـ۴ـ شدت جریان جوشکاری، اختلاف پتانسیل (ولتاژ) قوس، سرعت حرکت و محل

۴۱ـ Root pass

۴۲ـ Procedures for submerged arc welding with multiple electrodes

۴۳ـ Backing

۴۴ـ Root face

۴۵ـ Split layer

۴۶ـ Electrode in tandem

نسبی الکترودها باید طوری باشد که هر عبور امتزاج خوبی با فلز پایه و عبورهای قبلی داشته و هیچگونه گودافتادگی[۴۷] یا بریدگی پای جوش به‌وجود نیاید. به‌منظور جلوگیری از بروز ترک در ریشهٔ درز، باید مراقب بود که عبورهای اولیه تقعر بیش از حد نداشته باشند.

۴-۱۱-۴-۱- حداکثر شدت جریان در جوشهای شیاری باید به‌صورت زیر باشد:

(۱) ۷۰۰ آمپر برای الکترود تک[۴۸] یا برای الکترودهای موازی[۴۹] در انجام عبور ریشه در شیاری که فاصلهٔ ریشهٔ آن صفر است و عبور به‌طور کامل شیار را پر نمی‌کند.

(۲) ۷۵۰ آمپر برای الکترود تک در انجام عبور ریشه یا ۹۰۰ آمپر برای الکترودهای موازی در انجام عبور ریشه در شیاری که دارای تسمهٔ پشت‌بند یا تسمهٔ فاصله‌دهنده باشد.

(۳) ۱۰۰۰ آمپر برای الکترود تک یا ۱۲۰۰ آمپر برای الکترودهای موازی برای تمام عبورها به‌استثنای پاس نهایی.

(۴) برای لایهٔ نهایی هیچگونه محدودیتی برای شدت جریان وجود ندارد.

۴-۱۱-۴-۲- حداکثر شدت جریان برای انجام جوش گوشه مساوی ۱۰۰۰ آمپر برای الکترود تک و ۱۲۰۰ آمپر برای الکترودهای موازی است.

۴-۱۱-۵- در جوش شیاری یا گوشه می‌توان جوش ریشه‌ای را که با جوش قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز داده می‌شود، با عبورهای جوش زیرپودری با الکترود چندگانه ادامه داد، مشروط بر اینکه جوش تحت حفاظ گاز منطبق بر ضوابط قسمت ت، از این فصل انجام شده و فاصلهٔ بین قوس جوش تحت حفاظ گاز و قوس جوش زیرپودری از ۳۸۰ میلیمتر تجاوز نکند.

۴-۱۱-۶- پیش‌گرمایش و درجه حرارت پاسهای میانی برای جوش زیرپودری با الکترودهای چندگانه باید مطابق جدول ۴-۳ انتخاب گردد.

برای جوشهای گوشه با اندازهٔ کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر، هیچگونه کاهشی در اعداد جدول ۴-۳ مجاز نیست.

۴۷- Depression

۴۸- Single electrode

۴۹- Paralle electrod

قسمت ت: جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز (GMAW) جوشکاری قوسی با الکترود توپودری (FCAW)

۴ـ۱۲ الکترودها

۴ـ۱۲ـ۱ـ مشخصات الکترود، و پودر مغزه برای جوشکاری با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز و یا جوشکاری قوسی با الکترود توپودری، باید منطبق بر ضوابط استانداردهای ملی و در نبود آن منطبق بر ضوابط استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد.*

۴ـ۱۲ـ۲ـ در صورت درخواست مهندس مشاور، سازنده موظف به‌ارائه برگ تأیید کیفیت کارخانه جهت انطباق مشخصات الکترود با مشخصات بند ۴ـ۱۲ـ۱ است.

۴ـ۱۳ گاز محافظ

گاز یا مخلوطی از گازها که برای محافظت جوشکاری تحت حفاظ گاز یا الکترود توپودری به‌کار می‌رود، باید دارای نقطهٔ شبنم ۴۰- درجهٔ سانتیگراد یا کوچکتر باشد. در صورت درخواست مهندس مشاور، سازنده موظف به‌ارائه برگ تأیید کیفیت و شناسایی کارخانهٔ تولیدکننده گاز که نشان‌دهندهٔ مناسب بودن گاز برای جوشکاری است، می‌باشد.

۴ـ۱۴ دستورالعمل[۵۰] جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز و جوشکاری قوسی با الکترود توپودری با الکترود تک[۵۱]

۴ـ۱۴ـ۱ـ ضوابط لازم برای دستورالعمل‌های استاندارد که از آزمایش تأیید کیفیت معاف

---

* در نبود استانداردهای ملی، می‌توان استانداردهای زیر را ملاک عمل قرار داد:

1- ANSI/AWS A5.18: Specification for carbon steel filler metal for gas shielded arc welding.

2- ANSI/AWS A5.20: Specification for carbon steel electrodes for flux cored arc welding.

3- ANSI/AWS A5.28: Specification for low alloy steel filler metals for gas shielded arc welding.

4- ANSI/AWS A5.29: Specification for low alloy steel electrodes for flux cored arc welding.

۵۰ ـ Procedure

۵۱ ـ Procedures for Gas Metal arc and flux corde arc welding with single electrode

هستند، به‌قرار زیر است:

۴ـ۱۴ـ۱ـ۱ـ الکترودها باید خشک و در شرایط مناسب برای استفاده باشند.

۴ـ۱۴ـ۱ـ۲ـ حداکثر قطر الکترودهای جوشکاری، ۴ میلیمتر برای وضعیت تخت، ۲/۵ میلیمتر برای وضعیت قائم (سربالا)، و ۲ میلیمتر برای وضعیت سقفی است.

۴ـ۱۴ـ۱ـ۳ـ حداکثر اندازهٔ ساق جوش گوشه در یک عبور، مساوی ۱۳ میلیمتر برای وضعیت تخت و قائم (سربالا)، ۱۰ میلیمتر برای وضعیت افقی و ۸ میلیمتر برای‌وضعیت سقفی است.

۴ـ۱۴ـ۱ـ۴ـ ***جوشکاری با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز***. ضخامت لایهٔ جوش در جوش شیاری، به‌استثنای عبور ریشه و سطحی، نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید. وقتیکه فاصلهٔ ریشه ۱۳ میلیمتر و یا بزرگتر باشد، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف[۵۲] استفاده نمود. همچنین در هر عبوری که عرض لایهٔ جوش بیش ۱۶ میلیمتر باشد، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف استفاده شود.

۴ـ۱۴ـ۱ـ۵ـ ***جوشکاری قوسی با الکترود توپودری***. ضخامت لایهٔ جوش در جوش شیاری، به‌استثنای عبور ریشه و عبور رویه، نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید. وقتیکه فاصلهٔ ریشه ۱۳ میلیمتر و یا بزرگتر باشد، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف استفاده شود. وقتیکه عرض لایه‌ای از جوش شیاری در وضعیت جوشکاری تخت، افقی، و یا سقفی ۱۶ میلیمتر یا بزرگتر باشد، باید از تکنیک لایهٔ مضاعف چندعبوره[۵۳] استفاده شود. در جوشکاری قائم (سربالا)، تکنیک لایهٔ مضاعف وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عرض لایه بیش از ۲۵ میلیمتر باشد. در جوشکاری درزهای لوله در وضعیت 5G یا 6G و پیشرفت جوش در جهت سربالا، تکنیک لایهٔ مضاعف وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عرض لایه بیش از ۲۵ میلیمتر باشد.

۴ـ۱۴ـ۱ـ۶ـ شدت جریان (آمپراژ)، اختلاف پتانسیل (ولتاژ)، جریان گاز، سرعت تغذیهٔ الکترود، و سرعت حرکت باید طوری باشد که هر عبور امتزاج کامل با فلز پایهٔ اطراف داشته باشد و هیچگونه بیرون‌زدگی (لوچه[۵۴])، تخلخل[۵۵]، و بریدگی[۵۶] وجود نداشته باشد.

۴ـ۱۴ـ۱ـ۷ـ پیشرفت جوشکاری در وضعیت جوشکاری قائم (سربالا)، باید به‌سمت بالا باشد، به‌استثنای تعمیرات مربوط به‌بریدگی[۵۶] جوش که در صورت وجود پیش‌گرمایش

---

۵۲ ـ Splite–Layer

۵۳ ـ Multiple–pass split–layer

۵۴ ـ Over lap

۵۵ ـ Porosity

۵۶ ـ Under cut

به‌مقدار جدول ۴ ـ ۳، می‌تواند به‌صورت سرپایین انجام شود. جوشکاری درزهای لوله‌ها برحسب مهارت جوشکار، می‌تواند به‌صورت سربالا و یا سرپایین باشد.

۴ ـ ۱۴ ـ ۲ ـ در جوشهای شیاری با نفوذ کامل در صورت عدم استفاده از پشت‌بند، قبل از انجام هرگونه جوش پشت، ریشهٔ جوش باید شیارزنی شود.

۴ ـ ۱۴ ـ ۳ ـ انجام جوشهای تحت حفاظ گاز در صورت وزش باد مجاز نیست، مگر اینکه عملیات جوشکاری توسط چادر محافظت گردد. حداکثر سرعت مجاز وزش‌باد در مجاورت جوش، ۸ کیلومتر بر ساعت است.

۴ ـ ۱۴ ـ ۴ ـ در جوشهای شیاری، برای جلوگیری از سوختن ریشه، می‌توان از پشت‌بندهای مسی، پودری، نوار شیشه، پودر آهن و یا مصالح مشابه استفاده نمود. همچنین می‌توان با استفاده از یک عبور با جوش دستی، با الکترود روکشدار کم‌هیدروژن، ریشهٔ جوش را مهر نمود.

۴ ـ ۱۴ ـ ۵ ـ در صورت درج در اسناد مناقصه یا مشخصات فنی خصوصی، آزمایش ضربه[۵۷] باید در برنامهٔ تأیید کیفیت جوش قرار گیرد. روش انجام آزمایش ضربه، باید منطبق بر روشهای استاندارد باشد.

قسمت ث: جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی[۵۸]

۴ ـ ۱۵ ارزیابی روش، دستورالعمل جوشکاری و جزییات درز[۵۹]

۴ ـ ۱۵ ـ ۱ ـ قبل از شروع عملیات جوشکاری، سازنده باید دستورالعمل جوشکاری[۶۰] را تهیه و طبق مفاد فصل پنجم، روشهای جوشکاری را به‌تأیید برساند. دستورالعمل جوشکاری باید شامل

---

۵۷ ـ Inpact test

۵۸ ـ Electrogas and electroslag welding

۵۹ ـ Qualification of process, procedure and joint deatail

۶۰ ـ Welding procedure specification

جزییات و هندسهٔ درز، قطر و نوع الکترود، آمپر، ولتاژ (نوع و قطبیت)، سرعت حرکت طولی، نوسان عرضی، نوع محافظت (نقطهٔ شبنم گاز و یا نوع پودر جوشکاری)، درجه حرارت پیش‌گرمایش، و سایر اطلاعات لازم باشد.

۴ـ۱۵ـ۲ـ در اعضایی که تحت بارهای دینامیکی کششی یا تنشهای معکوس[۶۱] قرار دارند و همچنین در فولادهای پُرمقاومت با اصلاح سرد و گرم[۶۲]، استفاده از جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی مجاز نیست.

۴ـ۱۵ـ۳ـ در صورت ایجاب اسناد مناقصه یا مشخصات فنی خصوصی، آزمایش ضربه باید در برنامهٔ تأیید کیفیت‌جوش قرار گیرد. روش انجام آزمایش‌ضربه، باید منطبق بر روشهای استاندارد باشد.

۴ـ۱۵ـ۴ـ تمام اسناد مربوط به‌ارزیابی‌های قبلی پیمانکار، می‌توانند در برنامهٔ ارزیابی جدید مورد استناد قرار گیرند.

۴ـ۱۶ مقررات آزمایشی کششی فلز جوش

قبل از شروع عملیات جوشکاری، با استفاده از روشهای مندرج در قسمت ب فصل پنجم، سازنده باید نشان دهد که مشخصات مکانیکی فلز جوش تولیدشده توسط الکترود و روکش مورد استفاده در پروژه، منطبق بر مشخصات مکانیکی مذکور در استانداردهای ملی و یا معتبر بین‌المللی است.*

۴ـ۱۷ شرایط الکترودها و لوله‌های هادی[۶۳]

الکترودها و لوله‌های هادی باید خشک، تمیز، و در شرایط مناسب برای کار باشند.

۴ـ۱۸ گاز محافظ

گاز یا مخلوط گازی برای محافظت جوش گاز الکتریکی، باید برای جوشکاری مناسب بوده و نقطهٔ

۶۱ـ Reversal of stress

۶۲ـ Quenched and tempered

* در غیاب استانداردهای ملی، استفاده از دو استاندارد زیر قابل توصیه است:

1- ANSI/AWS A5.25=Specification for consumable used fot electroslag welding of carbon and high strength low alloy steel.

2- ANSI/AWS A5.26= Specification for consumable used for electrogas welding of carbon and high strength low alloy steel.

۶۳ـ Guide tube

شبنم آن کوچکتر یا مساوی ۴۰- درجهٔ سانتیگراد باشد. در صورت درخواست مهندس مشاور، سازنده باید برگ شناسایی کارخانهٔ تولیدکنندهٔ گاز را به‌منظور انطباق مشخصات آن با مشخصات لازم ارائه دهد.

۴-۱۹ شرایط پودر

پودر مصرفی برای جوش سربارهٔ الکتریکی باید خشک و عاری از هرگونه کثافات، فلس، و یا سایر مصالح بیگانه باشد. پودر باید در بسته‌بندیهایی مناسب که بتوان آنها را در شرایط عادی به‌مدت شش ماه، بدون هرگونه تغییر مشخصات، انبار نمود، خریداری شود. در صورت آسیب رسیدن به‌بسته‌بندی، قبل از مصرف پودر باید به‌مدت یک ساعت در دمای ۱۲۰ درجهٔ سانتیگراد خشک شود. پودرهای مرطوب را نباید مورد استفاده قرار داد.

۴-۲۰ دستورالعمل جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی

۴-۲۰-۱- گاز محافظ باید برای جوشکاری مناسب بوده و منطبق بر مشخصات دستورالعمل جوشکاری باشد. در کارگاه جوشکاری باید وسایل مناسب برای اختلاط گازها با نسبت مشخص وجود داشته باشد. درصد گازها باید منطبق بر مشخصات دستورالعمل جوشکاری باشد.

۴-۲۰-۲- جوشکاری گاز الکتریکی نباید در محلی که سرعت وزش باد بیش از ۸ کیلومتر بر ساعت باشد، انجام شود، مگر اینکه توسط چادر مناسب محافظت گردد. هندسه و جنس این چادر باید برای کاهش سرعت باد به‌کمتر از ۸ کیلومتر بر ساعت، مناسب باشد.

۴-۲۰-۳- قطر و جنس الکترود مصرفی باید منطبق بر مشخصات دستورالعمل جوشکاری باشد.

۴-۲۰-۴- جوشکاری باید طوری شروع شود که فرصت تولید گرمای کافی برای امتزاج فلز جوش با وجوه شیار باشد. اگر در حین جوشکاری درز، توقفی در کار ایجاد شود، به‌طوریکه حوضچهٔ جوش و سرباره به‌حالت انجماد در آید، ادامهٔ جوشکاری امکان‌پذیر است، مشروط بر اینکه سلامت جوشکاری به‌فاصلهٔ ۱۵۰ میلیمتر از هر طرف نقطهٔ توقف، توسط آزمون فراصوت[۶۴] (UT) یا پرتونگاری[۶۵] (RT) کنترل شود. مهندس مشاور باید نقاط توقف را ثبت کرده و گزارش نماید.

۶۴- Ultra sonic

۶۵- Radiographic test

۴ـ۲۰ـ۵ـ به‌علت حرارت القایی زیاد این فرآیند جوشکاری، در شرایط عادی نیاز به‌پیش‌گرمایش نیست. با این وجود، وقتیکه دمای فلز پایه زیر صفر درجهٔ سانتیگراد باشد، مجاز به‌شروع جوشکاری نیستیم.

۴ـ۲۰ـ۶ـ طبق ضوابط بندهای ۸ـ۱۵ یا ۹ـ۲۵، جوشهای معیوب باید منطبق بر مندرجات بند ۳ـ۷ با استفاده از دستورالعمل جوشکاری مورد تأیید، تعمیر گردند و یا کل جوش برداشته شده و به‌طور مجدد جوشکاری شود.

قسمت ج: جوش انگشتانه و کام[۶۶]

۴ـ۲۱ جوش انگشتانه

روش مورد استفاده برای انجام جوش انگشتانه، وقتی از جوش دستی با الکترود روکشدار، جوش قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز، و یا جوش قوسی با الکترود توپودری استفاده می‌شود، باید به‌صورت زیر باشد:

۴ـ۲۱ـ۱ـ برای جوشهایی که در وضعیت تخت انجام می‌شوند، در لایهٔ اول، ابتدا ریشهٔ جوش در امتداد لبهٔ سوراخ جوش داده می‌شود و سپس الکترود به‌صورت مارپیچ به‌مرکز سوراخ ادامه مسیر می‌یابد. در این حالت یک لایه جوش در ریشه و ته سوراخ رسوب کرده است. سپس الکترود مجدد به‌لبهٔ سوراخ هدایت شده و مطابق قبل تا مرکز هدایت می‌شود. لایه‌های مختلف به‌همین ترتیب تکرار می‌شوند، تا سوراخ پر شود. در حین جوشکاری سربارهٔ جوش[۶۷] باید به‌حالت مذاب حفظ گردد. در صورت توقف جوش به‌طوریکه منجر به‌سرد شدن سرباره گردد، باید قبل از شروع مجدد تمام سرباره برداشته شود.

۴ـ۲۱ـ۲ـ برای جوشهایی که در وضعیت قائم (سربالا) انجام می‌شوند، قوس از ریشهٔ تحتانی سوراخ آغاز شده و در یک نیمهٔ سوراخ به‌سمت بالا ادامه یافته و در حین پیشرفت، با سطح فلز

---

۶۶ ـ Plug and slot weld

۶۷ ـ Slag (گِل جوشکاری)

داخلی و لبه‌های سوراخ امتزاج می‌یابد. قوس در قسمت فوقانی سوراخ متوقف شده و سربارهٔ جوشکاری به‌طور کامل برداشته می‌شود و سپس همین فرآیند و در نیمهٔ دیگر سوراخ تکرار می‌شود. بعد از برداشتن سربارهٔ جوشکاری از سطح جوش، لایه‌های دیگر به‌روش مشابه روی لایهٔ اول رسوب داده می‌شوند تا جوش به‌ضخامت مورد نظر برسد.

۴-۲۱-۳- برای جوشهایی که در وضعیت سقفی انجام می‌شوند، روش جوشکاری مشابه وضعیت تخت است با این تفاوت که در انتهای هر لایه اجازه داده می‌شود که سربارهٔ جوشکاری سرد شده و به‌طور کامل برداشته شود. لایه‌های مختلف بدین‌ترتیب تکرار می‌شوند، تا ضخامت لازم حاصل گردد.

۴-۲۲ جوشهای کام

روش جوشکاری در کام مشابه جوش انگشتانه است، با این تفاوت که اگر طول شکاف بزرگتر از سه برابر قطر بوده و یا شکاف تا لبه‌های کار ادامه داشته باشد، باید پس از هر لایه اجازه داده شود که سربارهٔ جوشکاری سرد شده و قبل از شروع لایهٔ بعدی، برداشته شود.

قسمت چ: جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن تحت حفاظ گاز[۶۸] (GTAW)

۴-۲۳ ارزیابی روش، دستورالعمل، و جزییات درز[۶۹]

۴-۲۳-۱- قبل از شروع جوشکاری، سازندهٔ موظف به‌تهیهٔ دستورالعمل جوشکاری[۷۰] و ارزیابی آن طبق ضوابط فصل پنجم است.

۶۸- Gas Tungsten Arc Welding

۶۹- Qualification of process, procedures, and joint details

۷۰- Welding rocedures

۴ـ۲۳ـ۲ـ در جوشهای سربالا، جهت پیشرفت جوشکاری باید در دستورالعمل جوشکاری ذکر شود. در این حالت جوش می‌تواند به‌صورت سربالا و یا سرپایین انجام شود و جهت انتخابی بر مبنای مهارت جوشکار و جهت درج‌شده در دستورالعمل جوشکاری است.

۴ـ۲۳ـ۳ـ جوشهای شیاری را می‌توان با و یا بدون استفاده از پشت‌بند (مثل گاز پشت‌بند، تسمهٔ پشت‌بند، و یا پُرکننده‌های مصرف شدنی) انجام داد. قبل از انجام جوش پشت، لازم است ریشهٔ جوش شیارزنی شود تا فلز سالم ظاهر شود.

۴ـ۲۳ـ۴ـ جوش قوسی با الکترود تنگستن تحت حفاظ گاز، نباید در محیطی انجام شود که در آن سرعت وزش باد بیش از ۸ کیلومتر در ساعت باشد، مگر اینکه از چادر محافظ استفاده شود. چادر محافظ باید دارای کارآیی کافی برای کاهش سرعت باد به کمتر از ۸ کیلومتر بر ساعت باشد.

۴ـ۲۳ـ۵ـ در صورت درخواست مهندس مشاور یا مشخصات فنی، آزمایش ضربه باید در برنامهٔ کار ارزیابی دستورالعمل جوشکاری قرار گیرد. آزمایش ضربه باید طبق استاندارد مربوطه انجام شود.

۴ـ۲۴ الکترودهای تنگستن

شدت جریان جوشکاری باید متناسب با قطر و نوع الکترود باشد. الکترودهای تنگستن باید منطبق بر ضوابط AWS A5.12 باشند.

۴ـ۲۵ گاز محافظ

گاز یا مخلوط گازی مورد استفاده در جوش قوس تنگستن، باید برای جوشکاری مناسب بوده و نقطهٔ شبنم آن کوچکتر یا مساوی ۴۰- درجهٔ سانتیگراد باشد. در صورت درخواست مهندس مشاور، سازنده باید برگ شناسایی کارخانهٔ تولیدکنندهٔ گاز را به‌منظور انطباق مشخصات آن با مشخصات لازم ارائه دهد.

۴ـ۲۶ فلز پُرکننده (الکترود قربانی)

۴ـ۲۶ـ۱ـ فلز پُرکننده (الکترود قربانی) باید منطبق بر ضوابط استانداردهای ملی و یا معتبر

بین‌المللی باشد.*

۴-۲۶-۲- در صورت درخواست مهندس مشاور، سازنده موظف به‌ارائه برگ شناسایی کارخانهٔ تولیدکنندهٔ فلز پُرکننده، به‌منظور انطباق مشخصات آن با مشخصات لازم است.

* در نبود استانداردهای ملی، استفاده از دو استاندارد زیر قابل توصیه است:

1- ANSI/AWS A5.18: Specification for carbon steel electrodes and rods for gas shielded arc welding.

2- ANSI/AWS A5.28: Specification for low alloy steel filler metals for gas shielded arc welding.

3- ANSI/AWS A5.30: Specification for consumable insert.

فصل ۵

ارزیابی

فصل پنجم تحت عنوان ارزیابی، به‌چهار قسمت با عناوین زیر تقسیم می‌شود:

قسمت الف: ضوابط کلی

قسمت ب: ارزیابی دستورالعمل جوشکاری[۱]

قسمت پ: ارزیابی جوشکاران[۲]

قسمت ت: ارزیابی اپراتورهای جوشکاری[۳]

قسمت ث: ارزیابی خال جوشکاران[۴]

به‌کمک آزمایشهای ارزیابی ارائه شده در این فصل، صلاحیت فنی دستورالعمل جوشکاری، جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری، و خال‌جوشکاران مورد بررسی قرار می‌گیرد.

قسمت الف: ضوابط کلی

۵ـ۱ دستورالعمل جوشکاری ارزیابی‌شده[۵]

۵ـ۱ـ۱ـ تمام دستورالعملهای جوشکاری که از همه لحاظ منطبق بر تمام ضوابط فصول ۲، ۳،

۱ـ W.P.S. qualification

۲ـ Welder qualification

۳ـ Operator qualification

۴ـ Tack welder qualification

۵ـ Approved procedures

۴، ۷ و ۸ از این آیین‌نامه باشند، می‌توانند به‌عنوان پیش‌ارزیابی‌شده[۶] فرض شوند. این جوشها را می‌توان از آزمایشهای ارزیابی[۷] معاف کرد، مگر اینکه تنش تسلیم فلز پایه و فلز جوش بیش از ۶۰۰ N/mm^2 باشد که در این موارد ارزیابی جوش طبق مفاد بخش ۵ ـ ۲ از این فصل لازم است.

در هر حالت مهندس مشاور به‌منظور حصول اطمینان از سلامت تجهیزات جوشکاری و کیفیت الکترود، می‌تواند آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری را الزام نماید.

۵ ـ ۱ ـ ۲ ـ متغیرهای پایه در دستورالعمل جوشکاری پیش‌ارزیابی‌شده

دستورالعمل جوشکاری پیش‌ارزیابی شده، باید توسط پیمانکار به‌صورت کتبی تهیه شده و برای مراجعه در دسترس باشند. دستورالعملهای جوشکاری پیش‌ارزیابی‌شده می‌تواند طبق فرمت دلخواه تهیه گردد، لیکن درج اطلاعات زیر در آن الزامی است.

۱ ـ شدت جریان (آمپراژ)

۲ ـ اختلاف پتانسیل (ولتاژ)

۳ ـ سرعت حرکت الکترود[۸]

۴ ـ دبی گاز محافظ

تغییر در هریک از پارامترهای فوق باید با تأیید مهندس مشاور بوده و در صورت تغییر نیاز به‌تدوین دستورالعمل جوشکاری جدید است.

۵ ـ ۱ ـ ۳ ـ می‌توان از ترکیبی از دستورالعملهای پیش‌ارزیابی‌شده و نشده استفاده نمود، مشروط بر اینکه محدودیتهای اساسی هر دو دستورالعمل مورد توجه قرارگیرد.

۵ ـ ۲ سایر دستورالعملهای جوشکاری

به‌استثنای دستورالعملهای جوشکاری معاف‌شده در بند ۵ ـ ۱، سایر دستورالعملهای جوشکاری قبل از اجرا باید مطابق قسمت ب از این فصل مورد ارزیابی قرار گرفته و به‌تأیید مهندس مشاور برسد. با صلاحدید مهندس مشاور، ارزیابیهای قبلی می‌تواند ملاک عمل تأیید قرارگیرد.

۵ ـ ۳ جوشکاران[۹]، اپراتورهای جوشکاری[۱۰]، و خال‌جوشکاران[۱۱]

۵ ـ ۳ ـ ۱ ـ استخدام و بکارگیری جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و خال‌جوشکاران برای

---

۶ ـ Prequalified (پیش‌پذیرفته)

۷ ـ Qualification

۸ ـ Ttavel speed

۹ ـ Welders

۱۰ ـ Welding operators

۱۱ ـ Tack welders

جوشکاری دستی، زیرپودری، تحت حفاظ گاز (الکترود فلزی یا تنگستن)، الکترود توپودری، سربارهٔ الکتریکی، و گاز الکتریکی وقتی مجاز است که طبق قسمتهای پ، ت و یا ث، این فصل مورد ارزیابی قرار گرفته باشند.

۵ـ۳ـ۲ـ در ارزیابی جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری، به‌استثنای درزهای جوش‌شده با جوش قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز (با انتقال مدار بسته[۱۲])، در غیاب آزمایش خمش هدایت‌شده[۱۳] طبق قسمتهای پ، ت و ث، می‌توان ورق یا لولهٔ آزمایشی جوش‌شده توسط جوشکار را توسط آزمون پرتونگاری[۱۴]، مورد ارزیابی قرار داد.

۵ـ۴ مسئولیت ارزیابی

۵ـ۴ـ۱ـ برای دستورالعمل جوشکاری، سازنده باید آزمایشات خواسته‌شده توسط این آیین‌نامه را انجام دهد.

۵ـ۴ـ۲ـ بدون توجه به‌این موضوع که ارزیابی توسط چه سازمانی (سازنده یا سازمان ثالث) انجام می‌شود، مسئولیت ایجاد تسهیلات و انجام آزمایشهای ارزیابی جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و خال‌جوشکاران برعهدهٔ سازنده است.

۵ـ۴ـ۳ـ با صلاحدید مهندس مشاور، ارزیابیهای قبلی جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری، و یا خال‌جوشکاران می‌تواند به‌عنوان ملاک تأیید صلاحیت آنها مورد استفاده قرار گیرد.

۵ـ۴ـ۴ـ برای انجام آزمایشهای ارزیابی جوشکاران، باید همواره از مقررات آخرین چاپ این آیین‌نامه استفاده نمود.

۱۲ـ Short circuiting transfer

۱۳ـ Guided-bent test

۱۴ـ Radiographic

قسمت ب: ارزیابی دستورالعمل جوشکاری

۵ـ۵ ضوابط عمومی در ارزیابی دستورالعمل جوشکاری

۵ـ۵ـ۱ـ دستورالعمل جوشکاری مورد ارزیابی، باید طبق فرم استاندارد (پیوست شمارهٔ ۳ این فصل) ثبت گردد. ارزیابی دستورالعمل طبق ضوابط زیر صورت می‌گیرد.

۵ـ۵ـ۱ـ۱ـ ارزیابی دستورالعمل جوشکاری برای فولادی از گروه ۱ جدول ۴ ـ ۱، باید سایر فولادهای این گروه و یا ترکیبی از آنها را اقناع نماید.

۵ـ۵ـ۱ـ۲ـ ارزیابی دستورالعمل جوشکاری برای فولادی از گروه ۲ جدول ۴ ـ ۱، باید سایر فولادهای این گروه و فولادهای گروه ۱ و یا ترکیبی از آنها را اقناع نماید.

۵ـ۵ـ۱ـ۳ـ ارزیابی دستورالعمل جوشکاری برای فولادی از گروههای ۳، ۴ و ۵ جدول ۴ ـ ۱، فقط لازم است فولاد مربوطه را اقناع نماید.

۵ـ۵ـ۱ـ۴ـ ارزیابی دستورالعمل جوشکاری برای جوش فولادی از گروههای ۳، ۴، و ۵ جدول ۴ ـ ۱، به‌فولاد دیگری از گروههای ۱ و ۲، باید تمام فولادهایی راکه تنش تسلیم آنها مساوی و یا کوچکتر از فولاد کم‌مقاومتر مورد جوشکاری است، اقناع نماید.

۵ـ۵ـ۱ـ۵ـ در آماده‌سازی آزمایش ارزیابی، سازنده باید دستورالعمل جوشکاری را مطابق شکل استاندارد (پیوست سوم این فصل) تهیه نموده و در آن متغیرهای اساسی مقررشده در بند ۵ ـ ۵ را درج نماید.

۵ـ۵ـ۲ـ متغیرهای پیش‌بینی‌شده در بندهای ۵ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱ تا ۵ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۵ به‌عنوان متغیرهای اساسی در دستورالعمل جوشکاری[۱۵] مورد توجه قرار گرفته و هرگونه تغییری در آنها نیاز به‌یک ارزیابی جدید دارد. وقتیکه از روشهای جوشکاری[۱۶] ترکیبی استفاده می‌شود، متغیرهای مربوط به‌تمام روشها باید مورد توجه قرار گیرد.

---

۱۵ ـ Welding procedure

۱۶ ـ Welding processes

۵-۵-۲-۱- جوش قوسی با الکترود روکشدار

متغیرهای اساسی در این روش جوشکاری به‌قرار زیر می‌باشد:

(۱) افزایش در تراز مقاومت فلز الکترود (برای مثال تغییر از E70XX به E80XX-X ولی نه برعکس).

(۲) تغییر از الکترود کم‌هیدروژن به‌الکترود غیرکم‌هیدروژن (ولی نه برعکس).

(۳) تغییر در قطر الکترود به‌مقدار ۱ میلیمتر یا بیشتر.

(۴) تغییر در شدت جریان و اختلاف پتانسیل (آمپراژ و ولتاژ) خارج از محدودهٔ توصیه‌شده توسط کارخانهٔ سازنده الکترود.

(۵) تغییر به‌مقدار بیش از ۲۵± درصد در تعداد عبورها. در صورتیکه سطح مقطع شیار افزایش یابد، می‌توان تعداد عبورها را به‌نسبت سطح مقطع تغییر داد.

(۶) تغییر در وضعیت جوشکاری مطابق قسمت ۵-۸.

(۷) تغییر در نوع شیار (برای مثال تغییر از شیار جناغی V به‌شیار لاله‌ای U).

(۸) تغییر به‌مقدار بیش از رواداریهای بندهای ۲-۹ و ۲-۱۰ در هندسهٔ هریک از انواع درز، شامل:

(الف) کاهش در زاویهٔ شیار

(ب) کاهش در فاصلهٔ ریشهٔ شیار[۱۷]

(پ) افزایش در ضخامت ریشهٔ شیار[۱۸]

(ت) حذف پشت‌بند (نه اضافه شدن پشت‌بند)

(۹) کاهش به‌مقدار بیش‌از ۱۵ درجهٔ سانتیگراد در دمای پیش‌گرمایش یا درجه حرارت عبورهای میانی.

(۱۰) در جوشکاری قائم (سربالا)، تغییر جهت جوشکاری از رو به‌بالا به‌رو به‌پایین.

(۱۱) حذف شیارزنی و جوش پشت[۱۹] (نه اضافه‌کردن آن).

(۱۲) حذف و یا اضافه نمودن اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری.

۵-۵-۲-۲- جوش زیرپودری

متغیرهای اساسی این روش جوشکاری به‌شرح زیر می‌باشد:

(۱) تغییر در تراز مقاومت فلز الکترود.

(۲) تغییر در استاندارد الکترود.

۱۷- Root opening

۱۸- Face

۱۹- Back weld

(۳) تغییر در قطر الکترود.

(۴) تغییر در تعداد الکترودهای مورد استفاده.

(۵) در جوشکاری فولادهای با اصلاح سرد و گرم با مقاومت زیاد، تغییر در نوع جریان (یک‌سو یا متناوب) و تغییر در قطبیت جریان.

(۶) تغییر در شدت جریان یا سرعت تغذیهٔ الکترود به‌مقدار ۱۰± درصد برای هر قطر الکترود.

(۷) تغییر در ولتاژ به‌مقدار ۷± درصد برای هر قطر الکترود.

(۸) تغییر در سرعت حرکت[۲۰] به‌مقدار ۱۵± درصد سرعت مقرر.

(۹) تغییری بیش از ۱۰ درصد یا ۳ میلیمتر (هر کدام که بزرگتر باشد) در فواصل طولی قوسها.

(۱۰) تغییری بیش از ۱۰ درصد یا ۲ میلیمتر (هر کدام که بزرگتر باشد)، در فواصل جانبی قوسها.

(۱۱) تغییری به‌مقدار بیش از ۱۰± درجه در وضعیت زاویه‌ای هر الکترود.

(۱۲) تغییر در زاویهٔ الکترودها در ماشین جوش اتوماتیک به‌مقدار بیش از:

(الف) ۳± درجه در امتداد حرکت

(ب) ۵± درجه در امتداد عمود بر حرکت

(۱۳) برای یک شیار مشخص، تغییری بزرگتر از ۲۵± درصد در تعداد عبورها. در صورتیکه مقطع شیار تغییر نماید، می‌توان تعداد عبورها را به‌نسبت مساحتها تغییر داد.

(۱۴) تغییر در وضعیت جوشکاری (بند ۵ ـ ۸).

(۱۵) تغییر در نوع شیار (برای مثال تغییر از شیارجناغی V به‌شیار لاله‌ای U).

(۱۶) تغییر به‌مقدار بیش از رواداریهای قسمتهای ۲ ـ ۹ و ۲ ـ ۱۰ و ۳ ـ ۳ ـ ۴ در هندسهٔ هر یک از انواع درز، شامل:

(الف) کاهش در زاویهٔ شیار

(ب) کاهش در فاصلهٔ ریشهٔ شیار

(پ) افزایش در ضخامت ریشهٔ شیار

(ت) حذف پشت‌بند (نه اضافه شدن پشت‌بند)

(۱۷) کاهش به‌مقدار بیش از ۱۵ درجهٔ سانتیگراد در دمای پیش‌گرمایش و یا درجه حرارت عبورهای میانی.

(۱۸) افزایش در قطر الکترود.

(۱۹) افزودن یا حذف پودر جوشکاری مکمل یا فلز پُرکنندهٔ دانه‌ای.

(۲۰) افزایش در مقدار پودر جوشکاری مکمل یا فلز پُرکنندهٔ دانه‌ای.

---

۲۰ ـ Travel speed

(۲۱) اگر میزان آلیاژ فلز جوش به‌مقدار زیادی بستگی به‌ترکیب فلز پُرکنندهٔ پودر تکمیلی داشته باشد، هر تغییری در هر قسمت از دستورالعمل جوشکاری که باعث تغییر مهم در اجزای آلیاژی فلز جوشکاری شود.

(۲۲) حذف شیارزنی و جوش پشت (نه اضافه کردن آن).

(۲۳) حذف و یا اضافه نمودن اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری.

۵-۵-۲-۳- *جوشکاری با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز*

متغیرهای اساسی این روش جوشکاری به‌شرح زیر می‌باشند:

(۱) تغییر در نوع الکترود و روش محافظت.

(۲) افزایش در تراز مقاومت الکترود (برای مثال از E70S به E80S ولی نه برعکس).

(۳) تغییر در قطر الکترود.

(۴) تغییر در تعداد الکترودهای مورد استفاده.

(۵) تغییر در گاز محافظ به‌هر نحو.

(۶) تغییر در شدت جریان یا سرعت تغذیهٔ الکترود به‌مقدار ۱۰± درصد برای هر قطر الکترود.

(۷) تغییر در ولتاژ به‌مقدار ۷± درصد برای هر قطر الکترود.

(۸) تغییر به‌مقدار ۲۵± درصد در سرعت متوسط حرکت، مگر اینکه دمای ورودی کنترل گردد. دامنهٔ سرعت حرکت جوش گوشه را می‌توان با آزمایش ارزیابی بزرگترین اندازهٔ جوش گوشهٔ یک عبوره و کوچکترین جوش چندعبوره تعیین نمود.

(۹) افزایشی بزرگتر از ۲۵ درصد، و یا کاهشی بزرگتر از ۱۰ درصد در دبی گاز محافظ.

(۱۰) برای یک شیار مشخص، تغییری بیش از ۲۵± درصد در تعداد پاسها. اگر مقطع شیار تغییر نماید، می‌تواند تعداد پاسها را به‌تناسب سطح مقطع شیار تغییر داد.

(۱۱) تغییر در وضعیت جوشکاری طبق تعریف قسمت ۵-۸.

(۱۲) تغییر در نوع شیار (برای مثال از شیار V به‌شیار U).

(۱۳) تغییر در هندسهٔ شیار به‌مقدار بیش از رواداریهای قسمتهای ۲-۹ و ۲-۱۰ و ۳-۳-۴ شامل:

(الف) کاهش در زاویهٔ شیار

(ب) کاهش در فاصلهٔ ریشه

(پ) افزایش در ضخامت پیشانی ریشه

(ت) حذف پشت‌بند (ولی نه اضافه کردن آن)

(۱۴) کاهش به‌مقدار بیش از ۱۵ درجهٔ سانتیگراد در دمای پیش‌گرمایش یا عبورهای میانی.

(۱۵) در جوشکاری قائم، تغییر جهت پیشروی از بالا به‌پایین یا از پایین به‌بالا.

(۱۶) تغییر در نوع جریان (متناوب یا یک‌سو)، قطبیت، شکل انتقال فلز در عرض قوس[۲۱].

(۱۷) حذف شیارزنی و جوش پشت (نه اضافه کردن آن).

(۱۸) اضافه یا حذف اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری.

(۱۹) افزایشی به‌مقدار بیش از ۱۰ درصد در دمای ورودی (با تغییر در مقدار سرعت، شدت جریان، و ولتاژ و یا ترکیبی از آنها).

۵ـ۵ـ۲ـ۴ـ جوش قوسی با الکترود توپودری[۲۲]

متغیرهای اصلی در این روش جوشکاری به‌شرح زیر می‌باشند:

(۱) تغییر در نوع الکترود و گاز محافظ.

(۲) افزایش در تراز مقاومت مفتول الکترود (به‌طور مثال از E70T به E80T ولی نه بالعکس).

(۳) افزایش قطر الکترود.

(۴) تغییر در تعداد الکترود مورد استفاده.

(۵) تغییر در نوع گاز محافظ.

(۶) تغییر به‌مقدار بیش از ۱۰± درصد در شدت جریان (آمپراژ) یا به‌مقدار بیش از ۱۰± درصد در سرعت تغذیهٔ مفتول.

(۷) تغییر به‌مقدار بیش از ۷± درصد در اختلاف پتانسیل (ولتاژ).

(۸) تغییر به‌مقدار بیش از ۲۵± درصد در سرعت جوشکاری، مگر اینکه حرارت ورودی کنترل گردد. دامنهٔ سرعت حرکت جوش گوشه را می‌توان با تعیین سرعت بزرگترین جوش گوشهٔ ممکن در حالت یک‌عبوره و سرعت کوچکترین جوش گوشه در حالت چندعبوره تعیین نمود.

(۹) افزایشی به‌میزان بیش از ۲۵ درصد و کاهشی به‌میزانی بیش از ۱۰ درصد دبی گاز محافظ.

(۱۰) برای یک شیار خاص، تغییری بیش از ۲۵± درصد در تعداد عبورها. اگر سطح مقطع شیار تغییر نماید، تعداد عبورها را می‌توان به‌نسبت مقطع شیار تغییر داد.

(۱۱) تغییر در وضعیت جوشکاری طبق تعریف ۵ـ۸.

(۱۲) تغییر در نوع شیار (برای مثال تغییر از شیار تمام‌جناغی V به‌تمام‌لاله‌ای U).

(۱۳) تغییر به‌مقدار بیش از رواداریهای قسمتهای ۲ـ۹، ۲ـ۱۰، یا ۱۰ـ۱۳ و ۳ـ۳ـ۴، و یا ۱۰ـ۱۴ـ۳ در هندسهٔ هر نوع شیار شامل:

۲۱ـ Mode of metal transfer across the arc ۲۲ـ Flux cored arc welding

(الف) کاهش زاویهٔ شیار

(ب) کاهش فاصلهٔ ریشه

(پ) افزایش ضخامت ریشه

(ت) حذف پشت‌بند (ولی نه اضافه کردن آن)

(۱۴) کاهشی به‌مقدار بیش از ۱۵ درجهٔ سانتیگراد در دمای پیش‌گرمایش یا عبورهای میانی.

(۱۵) در جوشکاری قائم، تغییر جهت پیشروی از روبه‌بالا به‌رو به‌پایین و بالعکس.

(۱۶) تغییر در نوع جریان (یک‌سو یا متناوب) یا قطبیت.

(۱۷) حذف شیارزنی و جوش پشت (ولی نه اضافه کردن آن).

(۱۸) اضافه و یا حذف اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری.

(۱۹) افزایشی به‌مقدار بیش از ۱۰ درصد در دمای ورودی (با تغییر سرعت، شدت جریان، ولتاژ و یا ترکیبی از آنها).

۵-۵-۲-۵- *جوشکاری سربارهٔ الکتریکی، جوشکاری گاز الکتریکی*[۲۳]

متغیرهای اساسی در این روش جوشکاری به‌شرح زیر می‌باشند:

(۱) تغییر اساسی در ترکیبات فلز پُرکننده و فلز هادی سوخت[۲۴].

(۲) تغییر در سطح مقطع فلز هادی سوخت به‌مقدار بیش از ۳۰ درصد.

(۳) تغییر در سیستم پودر[۲۵] جوشکاری (پودر مغزی، الکترود مغناطیسی، پودر خارجی و غیره).

(۴) تغییر در ترکیب پودر جوشکاری شامل پوشش هادی سوخت.

(۵) تغییر در ترکیب گاز محافظ به‌مقدار ۵ درصد بیش از دبی کل.

(۶) تغییر به‌مقدار بیش از ۲۰ درصد در جریان جوشکاری و بیش از ۴۰ درصد در سرعت تغذیه.

(۷) تغییر در نوع شیار، به‌استثنای شیار ساده[۲۶] (شیار گونیا) و افزایش سطح مقطع شیار.

(۸) تغییر در ضخامت درز (T) خارج از محدودهٔ ۰/۵ T تا ۱/۱ T که در آن T ضخامت مورد استفاده برای ارزیابی می‌باشد.

(۹) تغییر در تعداد الکترودها.

(۱۰) تغییر از جوش یک‌عبوره به‌جوش چندعبوره و یا بالعکس.

---

۲۳ - Electroslag and electrogas welding

۲۴ - Consumable guide metal

۲۵ - Flux

۲۶ - Square groove

(۱۱) تغییر در ترکیب با هر روش جوشکاری دیگر.
(۱۲) تغییر در اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری.
(۱۳) تغییر در طراحی کفشک قالب (ثابت یا متحرک) از حالت جامد غیرقابل ذوب به‌نوع خنک‌شونده توسط آب[۲۷] یا بالعکس.

۵-۵-۲-۶- *جوشکاری با الکترود تنگستن تحت حفاظ گاز*

متغیرهای پایه برای این روش جوشکاری به‌شرح زیر می‌باشد:
(۱) تغییر در نوع الکترود تنگستن.
(۲) تغییر در طبقه‌بندی فلز پُرکننده.
(۳) تغییر به‌مقدار بیش از ۱/۵ میلیمتر در اندازهٔ مفتول پُرکننده.
(۴) اضافه یا حذف کردن فلز پُرکننده.
(۵) تغییر از گاز تک‌ماده به‌گاز ترکیبی و یا بالعکس و یا تغییر در درصد ترکیبات گاز.
(۶) حذف پشت‌بند (نه اضافه کردن آن).
(۷) در جوشکاری قائم، تغییر از وضعیت سربالا به‌سرپایین و یا بالعکس.
(۸) تغییر وضعیت جوشکاری.
(۹) حذف شیارزنی و جوش پشت (نه اضافه کردن آن).
(۱۰) اضافه یا حذف اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری.
(۱۱) تغییر به‌مقدار ۲۵± در شدت جریان (آمپراژ) یا اختلاف پتانسیل (ولتاژ).
(۱۲) تغییر به‌مقدار ۵۰± درصد در سرعت متوسط حرکت.
(۱۳) افزایش به‌مقدار بیش از ۵۰ درصد یا کاهش به‌مقدار بیش از ۲۰ درصد در دبی گاز محافظ.
(۱۴) تغییر در نوع شیار (برای مثال تغییر از شیار تمام‌جناغی V به‌شیار تمام‌لاله‌ای U).
(۱۵) تغییر به‌مقدار بیش از رواداریهای قسمتهای ۲-۹ و ۲-۱۰، ۳-۳-۴ و یا در هندسهٔ هر نوع شیار شامل:
(الف) کاهش زاویهٔ شیار
(ب) کاهش ریشه[۲۸]
(پ) افزایش ضخامت ریشه
(۱۶) کاهش به‌مقدار بیش از ۵۵ درجهٔ سانتیگراد در حداقل درجه حرارت پیش‌گرمایش یا

۲۷- Water cooled
۲۸- Root opening

حرارت عبورهای میانی.

(۱۷) وقتیکه ضوابط آزمایش شارپی باید اقناع شود، افزایشی بیش از ۵۵ درجهٔ سانتیگراد در حداکثر حرارت عبورهای میانی، یا افزایش در حداکثر حرارت ورودی.

(۱۸) تغییر از تغذیهٔ مفتول گرم به‌تغذیهٔ مفتول سرد.

۵-۵-۳- تغییرات زیر در جوشکاری به‌روش سربارهٔ الکتریکی یا گاز الکتریکی نیاز به‌انجام ارزیابی مجدد با استفاده از روش پرتونگاری یا فراصوت (منطبق بر قسمتهای ب و پ از فصل ششم) دارد.

(۱) تغییری به‌مقدار بیش از ۰/۸ میلیمتر در قطر مفتول پُرکننده[۲۹].

(۲) تغییر به‌مقدار بیش از ۴ میلیمتر بر ثانیه در سرعت نوسانی عرضی مفتول پُرکننده.

(۳) تغییری به‌مقدار بیش از ۲ ثانیه در زمان توقف نوسان عرضی مفتول پُرکننده.

(۴) تغییری به‌مقدار بیش از ۳ میلیمتر در طول حرکت عرضی فلز پُرکننده.

(۵) تغییری به‌مقدار بیش از ۳۰ درصد در دبی پودر مغزی.

(۶) تغییری به‌مقدار بیش از ۲۵ درصد در دبی گاز محافظ.

(۷) تغییر در طراحی کفشک قالب[۳۰] (ثابت یا متحرک) به‌صورت زیر:

(الف) فلزی به‌غیرفلزی و بالعکس

(ب) غیرذوبی به‌ذوبی[۳۱] و بالعکس

(پ) کاهشی به‌مقدار بیش از ۲۵ درصد در قطر یا مقطع کفشک غیرذوبی جامد[۳۲]

(۸) تغییر در وضعیت جوشکاری به‌مقدار بیش از ده درجه از امتداد قائم.

(۹) تغییر از جریان یک‌سو به‌متناوب و بالعکس و تغییر در قطبیت در جریان یک‌سو.

(۱۰) تغییر در مشخصات ولت ـ آمپری مولد از ولتاژ ثابت به‌شدت جریان ثابت و بالعکس.

(۱۱) تغییری به‌مقدار بیش از ده درصد در ولتاژ.

(۱۲) تغییری به‌مقدار بیش از ۶ میلیمتر در فاصلهٔ ریشهٔ شیار ساده.

(۱۳) تغییر در نوع شیار، به‌استثنای شیار ساده، و کاهش در مقطع شیار.

(۱۴) تغییری به‌مقدار بیش از ۲۰ درصد در سرعت حرکت قائم الکترود، مگر اینکه این تغییر سرعت به‌منظور جبران تغییرات فاصلهٔ ریشه باشد.

۵-۶ انواع آزمایشها

انواع آزمایشهای مربوط به‌تعیین مشخصات مکانیکی و سلامت جوش دستورالعمل جوشکاری

---

۲۹ ـ Filler metal

۳۰ ـ Molding shoe

۳۱ ـ Nonfusing to fusing

۳۲ ـ Solid nonfusing shoe

به‌قرار زیر است:

۵-۶-۱- برای جوشهای شیاری

انواع آزمایشهای لازم برای ارزیابی جوشهای شیاری به‌قرار زیر است:[۳۳]

(۱) آزمایش کششی مقطع کاهش‌یافته (برای مقاومت کششی).

(۲) آزمایش خمش ریشه (برای سلامت جوش).

(۳) آزمایش خمش رویه (برای سلامت جوش).

(۴) آزمایش خمش جانبی (برای سلامت جوش).

(۵) آزمایش‌های خمش طولی - ریشه و رویه (برای سلامت جوش).

(۶) آزمایش فلزتمام‌جوش (برای خواص مکانیکی جوشهای سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی).

(۷) آزمایش ضربه برای تعیین طاقت (در صورتیکه مدارک فنی پروژه آن را ایجاب نماید).

(۸) آزمایش حک (اسیدشویی) برای تعیین سلامت و اندازه جوش در جوش شیاری با نفوذ نسبی و جوش گوشه.

(۹) آزمایشهای پرتونگاری و فراصوت (برای سلامت جوش).

۵-۶-۲- برای جوشهای گوشه

انواع آزمایشهای لازم برای ارزیابی جوشی گوشه به‌قرار زیر می‌باشد:[۳۴]

(۱) آزمایش حک اسید برای سلامت و امتزاج.

(۲) آزمایش خمش جانبی (برای سلامت).

۳۳- (1) Reduced-section tension test (fot tensile strength)

(2) Root-bend test (for soundness)

(3) Face-bend test (for soundness)

(4) Side-bend test (for soundness)

(5) Longitudinal face, root-bend tests (for soundness)

(6) All-weld-metal test (for mechanical properties electroslag and electrogas)

(7) Impact tests for toughness-when required by contract documents or specifications, see Appendix III

(8) Macroetch test for soundness and weld size in partial joint penetration groove welds

(9) Radiographic or ultrasonic testing (for soundness)

۳۴- (1) Macroetch test for soundness and fusion

(2) Side-bend test (for soundness)

(3) All-weld-metal test (for mechanical properties)

(۳) آزمایش فلز تمام‌جوش (برای مشخصات مکانیکی).

توجه : موارد ۲ و ۳، برای تأیید مواد مصرف‌شدنی[۳۵] می‌باشند.

۵ـ۷ فلز پایه و آماده‌سازی آن

فلز پایه و آماده‌سازی آن برای جوشکاری باید منطبق بر دستورالعمل جوشکاری باشد. طول جوش و ابعاد فلز پایه باید برای انجام آزمایشهای مربوطه، کافی باشد.

۵ـ۸ وضعیت[۳۶] جوشهای آزمایشی

مطابق تعاریف اشکال ۵ ـ ۱ و ۵ ـ ۲، وضعیتهای جوشکاری که در عمل به‌آنها برخورد می‌شود، عبارتند از:

(الف) وضعیت تخت (Flat)

(ب) وضعیت افقی (Horizontal)

(پ) وضعیت قائم (Vertical)

(ت) وضعیت سقفی (Over head)

هر دستورالعمل جوشکاری باید به‌روش شرح داده‌شده در زیر برای وضعیت مورد نظر، تحت آزمایش ارزیابی قرار گیرد. در جدول ۵ ـ ۴ محدودیتهای وضعیت جوشکاری برای انجام آزمایش ارزیابی ارائه شده است.

۵ـ۸ـ۱ ـ جوشکاری ورق آزمایشی[۳۷] برای جوش شیاری ورقها (شکل ۵ ـ ۳)

برای انجام آزمایش ارزیابی جوشهای شیاری، ورقهای آزمایشی باید در وضعیتهای زیر جوشکاری شوند:

(۱) وضعیت 1G (تخت). مطابق شکل ۵ـ۳ـالف، ورق آزمایشی باید به‌طور تقریبی به‌صورت افقی قرارگرفته و ترسیب جوش از بالا به‌پایین باشد.

(۲) وضعیت 2G (افقی). مطابق شکل ۵ ـ ۳ ـ ب، ورق آزمایشی باید به‌طور تقریبی به‌صورت قائم و شیار (درز) به‌طور تقریبی به‌صورت افقی قرارگیرد.

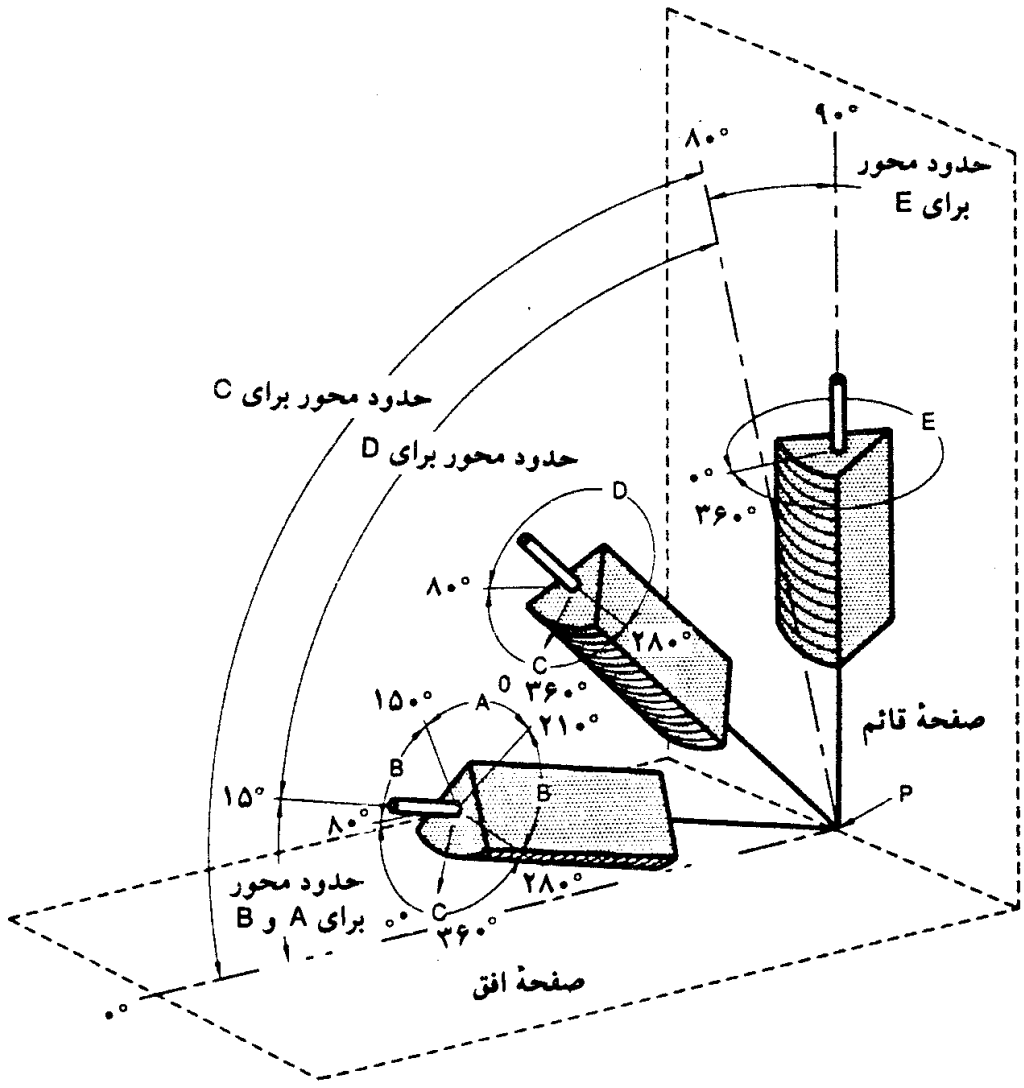
---

۳۵ ـ Consumable verification

۳۶ ـ Position

۳۷ ـ Test plate

جدول وضعیت جوش شیاری			
وضعیت	نمودار مرجع	تمایل محور	دوران رویه
تخت	A	۰° تا ۱۵°	۱۵۰° تا ۲۱۰°
افقی	B	۰° تا ۱۵°	۸۰° تا ۱۵۰° ۲۱۰° تا ۲۸۰°
سقفی	C	۰° تا ۸۰°	۰° تا ۸۰° ۲۸۰° تا ۳۶۰°
قائم (سربالا)	D E	۱۵° تا ۸۰° ۸۰° تا ۹۰°	۸۰° تا ۲۸۰° ۰° تا ۳۶۰°



توجه:

۱ ـ صفحهٔ مرجع افقی همواره در زیر جوش مورد توجه در نظر گرفته می‌شود.

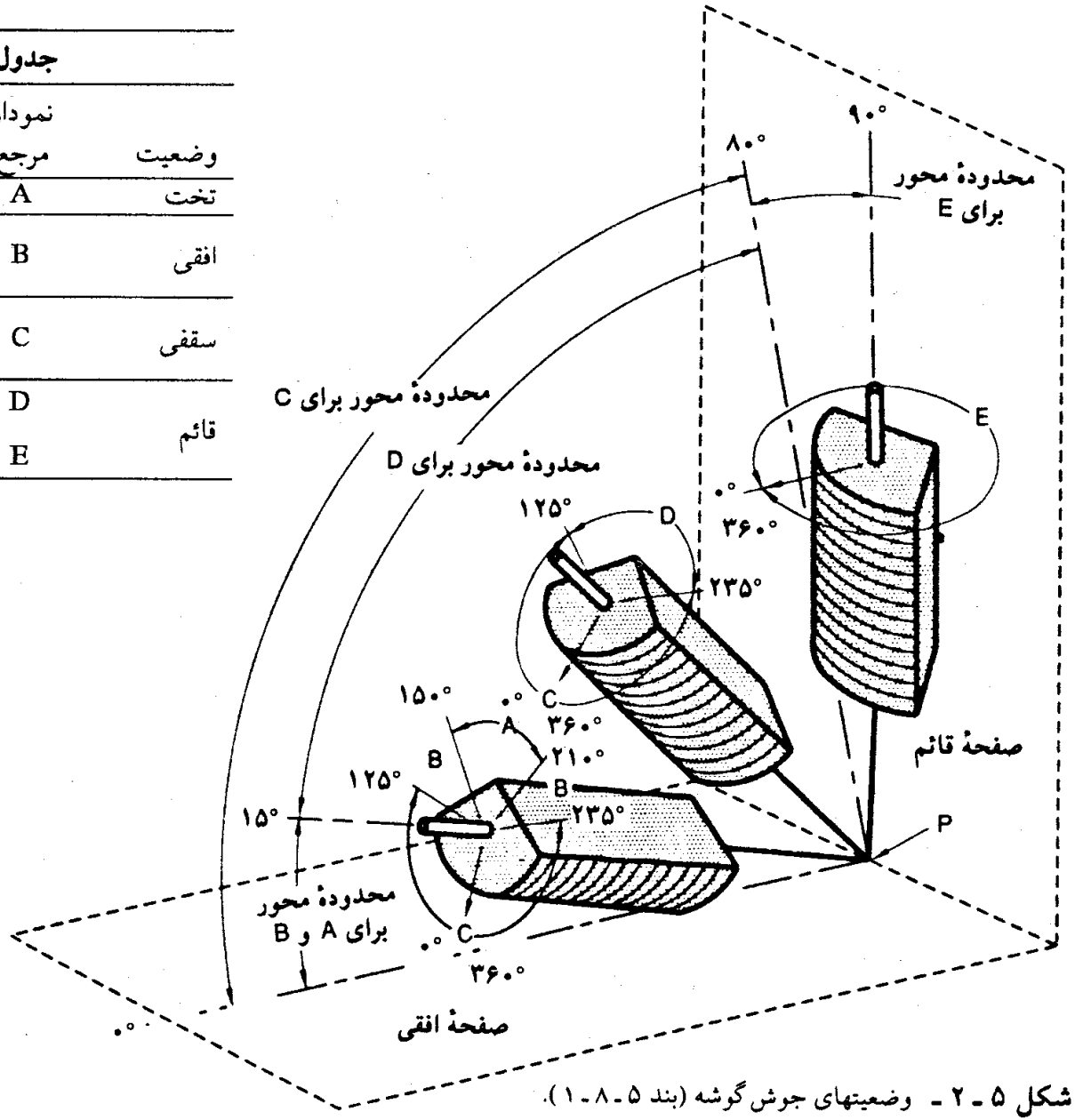
۲ ـ زاویهٔ تمایل محور همواره از صفحهٔ افق به‌سمت صفحهٔ قائم در نظر گرفته می‌شود.

۳ ـ زاویهٔ دوران رویهٔ جوش، همیشه از خطی عمود بر رویهٔ تئوریک جوش که از محور جوش عبور می‌کند، اندازه‌گیری می‌شود. وضعیت مرجع O دوران وجه همواره در سمت مخالف افزایش زاویهٔ تمایل محور می‌باشد. وقتیکه به‌نقطهٔ P نگاه می‌کنیم، زاویهٔ دوران رویهٔ جوش در جهت عقربه‌های ساعت از نقطهٔ مرجع O اندازه‌گیری می‌شود.

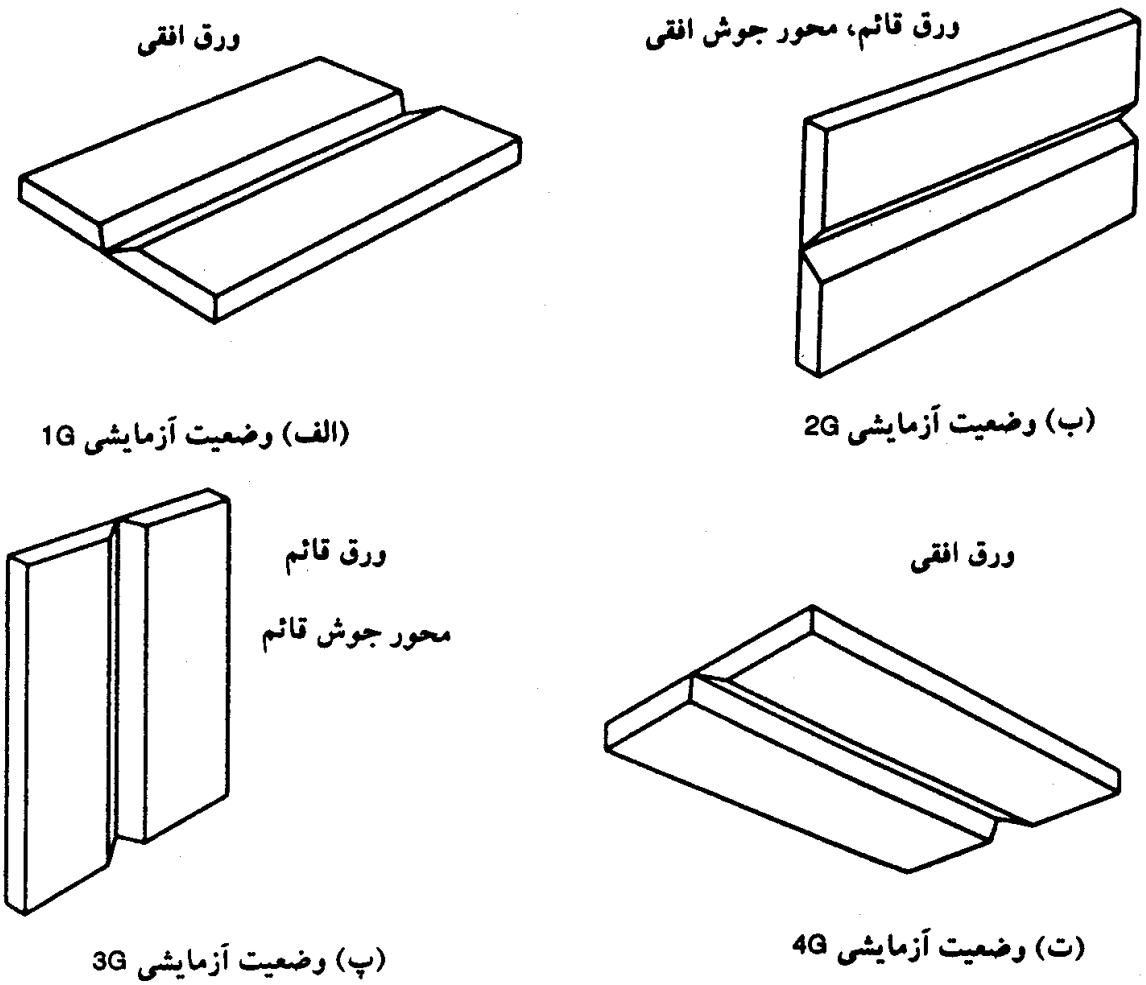
شکل ۵ ـ ۱ ـ وضعیتهای جوش شیاری (بند ۵ ـ ۸ ـ ۱).

جدول وضعیت جوش گوشه

وضعیت	نمودار مرجع	تمایل محور	دوران رویه
تخت	A	۰° تا ۱۵°	۱۵۰° تا ۲۱۰°
افقی	B	۰° تا ۱۵°	۱۲۵° تا ۱۵۰° ۲۱۰° تا ۲۳۵°
سقفی	C	۰° تا ۸۰°	۰° تا ۱۲۵° ۲۳۵° تا ۳۶۰°
قائم	D	۱۵° تا ۸۰°	۱۲۵° تا ۲۳۵°
	E	۸۰° تا ۹۰°	۰° تا ۳۶۰°



شکل ۵ ـ ۲ ـ وضعیتهای جوش گوشه (بند ۵ ـ ۸ ـ ۱).



شکل ۵ ـ ۳ ـ وضعیت ورق آزمایشی برای جوش شیاری (به‌بند ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۱ مراجعه شود).

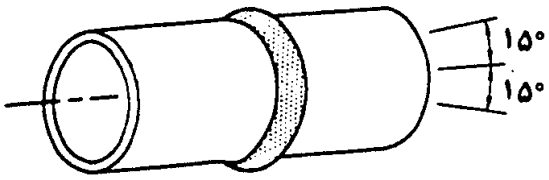
(۳) وضعیت 3G (قائم). مطابق شکل ۵ ـ ۳ ـ پ، ورق آزمایشی باید به‌طور تقریبی به‌صورت قائم و شیار درز به‌طور تقریبی به‌صورت قائم قرار گیرد.

(۴) وضعیت 4G (سقفی یا بالای سر) ـ مطابق شکل ۵ ـ ۳ ـ ت، ورق آزمایشی باید به‌طور تقریبی به‌صورت افقی قرارگرفته و ترسیب جوش از پایین به‌بالا باشد.

۵ ـ ۸ ـ ۲ ـ جوشکاری قطعهٔ آزمایشی برای جوش شیاری لوله‌ها و قوطیها (شکل ۵ ـ ۴)

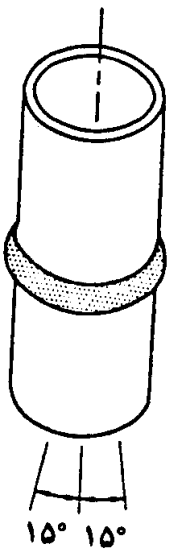
برای انجام آزمایش ارزیابی جوشهای شیاری، لوله‌های آزمایشی باید در وضعیتهای زیر جوشکاری شوند:

(۱) وضعیت 1G (لولهٔ افقی با قابلیت دوران) ـ مطابق شکل ۵ ـ ۴ ـ الف، محور لوله به‌طور تقریبی، افقی و شیار جوش به‌طور تقریبی، قائم قرار می‌گیرد. در حین جوشکاری لوله دوران کرده و ترسیب جوشکاری همواره از بالا به‌پایین خواهد بود.

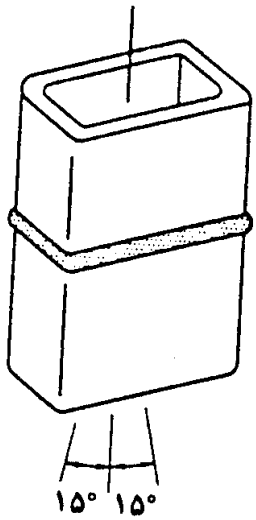


لولهٔ افقی و دوران می‌کند (°۱۵±) جوشکاری به‌صورت تخت و ترسیب جوش در بالای لوله

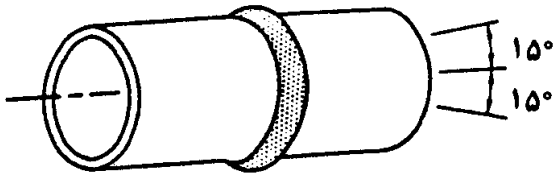
(الف) وضعیت آزمایشی 1G دورانی

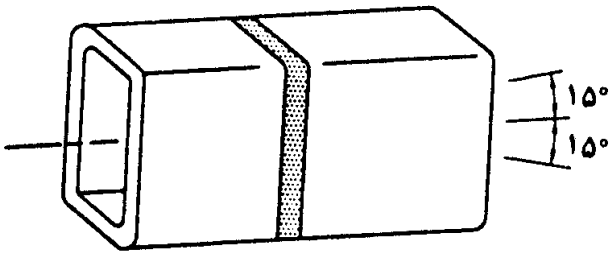


لوله و قوطی به‌صورت قائم و در حین جوشکاری دوران نمی‌کنند. جوش به‌صورت افقی است (°۱۵±)



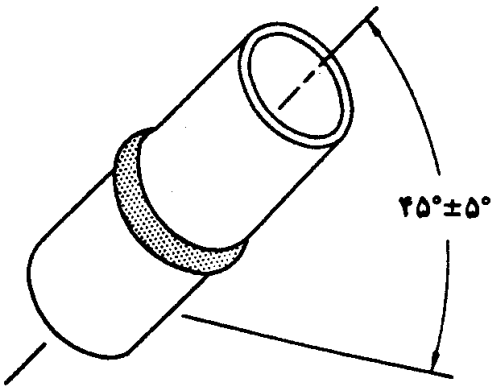
(ب) وضعیت آزمایشی 2G



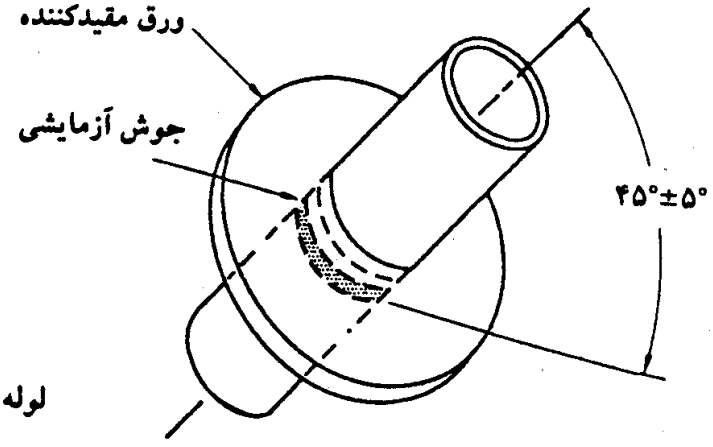


محور لوله یا قوطی افقی (°۱۵±) و در حین جوشکاری دوران نمی‌کند. جوشکاری در وضعیت تخت، قائم و سقفی

(پ) وضعیت آزمایشی 5G



لوله ثابت و با زاویهٔ تمایل (°۵±۴۵)



(ت) وضعیت آزمایشی 6G

(ث) وضعیت آزمایشی 6GR (اتصال T، Y، و K)

شکل ۵ ـ ۴ ـ وضعیت لوله و قوطی برای جوش شیاری (بند ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۲).

(۲) وضعیت 2G (لولهٔ قائم) مطابق شکل ۵-۴-ب، محور لوله به‌طور تقریبی به‌صورت قائم قرار گرفته و شیار درزجوش به‌طور تقریبی افقی قرارمی‌گیرد. لوله‌در حین جوشکاری نباید دوران نماید.

(۳) وضعیت 5G (لولهٔ افقی ثابت). مطابق شکل ۵ - ۴ - پ، محور لولهٔ آزمایشی به‌طور تقریبی به‌صورت افقی قرار گرفته و شیار به‌طور تقریبی به‌صورت قائم قرار می‌گیرد. در حین جوشکاری لوله دوران نمی‌کند.

(۴) وضعیت 6G (لولهٔ شیبدار و ثابت). مطابق شکل ۵ - ۴ - ت، محور لوله به‌صورت شیبدار تحت زاویهٔ ۴۵ درجه نسبت با افق قرار می‌گیرد و در حین جوشکاری لوله دوران نمی‌کند.

(۵) وضعیت 6GR (جوشکاری تمام نفوذی اتصالات T و Y و K). مطابق شکل ۵ - ۴ - ث، محور لوله تحت زاویهٔ ۴۵ درجه نسبت به‌افق قرار گرفته و در حین جوشکاری لوله دوران نمی‌کند.

۵-۸-۳- جوشکاری قطعهٔ آزمایشی برای جوش گوشه در ورقها (شکل ۵ - ۵)

در انجام آزمایشهای ارزیابی جوشهای گوشه، ورقهای آزمایشی باید در وضعیتهای شرح داده شده در زیر، جوشکاری شوند.

(۱) وضعیت 1F (تخت). مطابق شکل ۵ - ۵ - الف، ورقهای آزمایشی باید طوری قرار گیرند که محور جوش گوشه تقریباً به‌صورت افقی و گلوی جوش تقریباً در حالت قائم قرار گیرد.

(۲) وضعیت 2F (افقی). مطابق شکل ۵ - ۵ - ب، ورقهای آزمایشی باید طوری قرار گیرند که محور جوش تقریباً افقی و گلوگاه با زاویهٔ ۴۵ درجه نسبت به‌افق قرار گیرد و ترسیب جوش در بالای یک سطح افقی و در مقابل یک سطح قائم انجام شود.

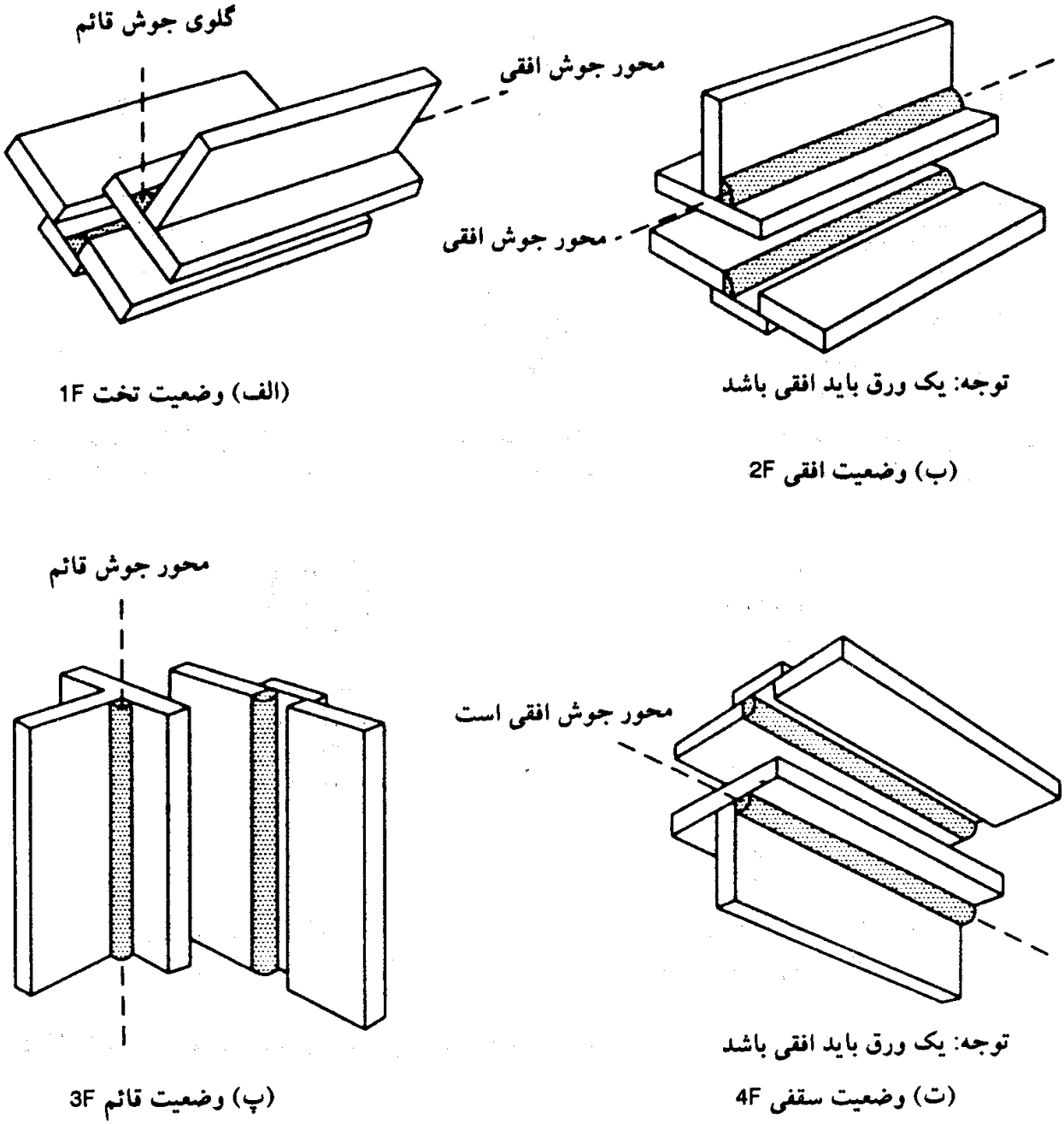
(۳) وضعیت 3F (قائم). مطابق شکل ۵ - ۵ - پ، ورقها و محور جوش باید به‌صورت تقریباً قائم قرار گرفته و جوش گوشه در کنج دو سطح قائم ترسیب گردد.

(۴) وضعیت 4F (سقفی). مطابق شکل ۵ - ۵ - ت، ورقها طوری قرار می‌گیرند که جوش گوشه در زیر یک سطح افقی و در مقابل یک سطح قائم انجام شود.

۵-۸-۴- جوشکاری قطعهٔ آزمایشی برای جوش گوشه در لوله‌ها و قوطیها (شکل ۵ - ۶)

(۱) وضعیت تخت 1F. مطابق شکل ۵ - ۶ - الف، محور لوله با زاویهٔ ۴۵ درجه نسبت به‌افق قرار گرفته و در حین جوشکاری دوران می‌نماید. ترسیب جوش از بالا صورت می‌گیرد و گلوگاه جوش تقریباً به‌صورت قائم است.

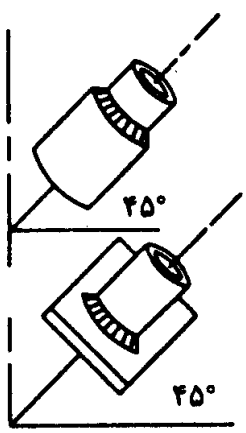
(۲) وضعیت افقی 2F و 2F دورانی.



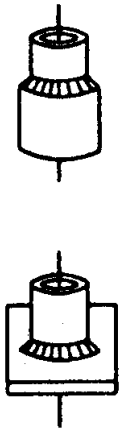
شکل ۵ ـ ۵ ـ وضعیت ورق آزمایشی برای جوش گوشه (بند ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۳).

(الف) مطابق شکل ۵ ـ ۶ ـ ب، در وضعیت 2F، محور لوله به‌صورت قائم قرار گرفته و ترسیب جوش از بالای یک سطح افقی و در مقابل یک سطح قائم انجام می‌شود. محور جوش افقی است و در حین جوشکاری لوله دوران نمی‌کند.

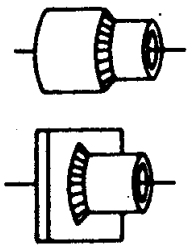
(ب) مطابق شکل ۵ ـ ۶ ـ پ، محور لوله به‌صورت افقی قرار گرفته و لوله در حین جوشکاری دوران می‌نماید. ترسیب جوش روی صفحهٔ افقی و در مجاورت سطح قائم صورت می‌گیرد.



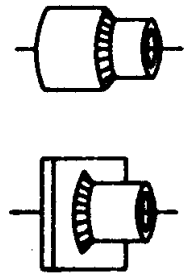
(الف) وضعیت آزمایشی 1F برای وضعیت تخت (لوله دوران می‌کند)



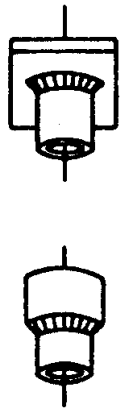
(ب) وضعیت آزمایشی 2F برای وضعیت افقی (ثابت)



(پ) وضعیت آزمایشی 2F برای وضعیت افقی (لوله دوران می‌کند)



(ث) وضعیت آزمایشی 5F برای وضعیت چندمنظوره (لوله ثابت)



(ت) وضعیت آزمایشی 4F برای وضعیت سقفی (لوله ثابت)

شکل ۵ ـ ۶ ـ وضعیت لوله آزمایشی برای جوش گوشه (بند ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۴).

(۳) وضعیت سقفی 4F. مطابق شکل ۵ ـ ۶ ـ ت، محور لوله به‌صورت قائم قرار گرفته و جوشکاری به‌صورت سقفی در زیر یک سطح افقی و در مجاورت یک سطح قائم انجام می‌شود. در حین جوشکاری، لوله دوران نمی‌کند.

(۴) وضعیت چندگانه 5F. مطابق شکل ۵ ـ ۶ ـ ث، محور لوله به‌صورت افقی قرار گرفته و ترسیب جوش بر روی سطح خارجی لوله و در مجاورت یک سطح قائم انجام می‌شود. لوله در حین جوشکاری دوران نمی‌کند.

۵ـ۹ دستورالعمل جوشکاری درز

۵ـ۹ـ۱ـ جوشکاری ورق یا قطعهٔ آزمایشی باید انطباق کامل با دستورالعمل جوشکاری داشته باشد.

۵ـ۹ـ۲ـ تمیزکاری جوش[۳۸] باید در همان وضعیتی انجام گردد که جوش مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۵ـ۱۰ آزمونه‌های* جوش[۳۹]: تعداد، نوع، و آماده‌سازی

۵ـ۱۰ـ۱ـ جوش شیاری با نفوذ کامل

۵ـ۱۰ـ۱ـ۱ـ در جدول ۵ـ۱، نوع و تعداد نمونه‌ها و آزمونه‌هایی که برای ارزیابی یک دستورالعمل جوشکاری لازم است، به‌همراه دامنهٔ ضخامت ورقها، ارائه شده است. این دامنه بر پایهٔ ضخامت ورق و یا لوله آزمایشی قرار دارد.

جدول ۵ـ۱ـ تعداد و نوع آزمونه‌ها برحسب ضخامت به‌منظور ارزیابی دستورالعمل جوش شیاری با نفوذ کامل

۱ـ آزمایش ورق

ضخامتی که ارزیابی می‌شود[۲] (mm)	تعداد آزمونه‌های لازم					تعداد ورق آزمایشی برای هر وضعیت جوشکاری	ضخامت ورق مورد آزمایش (T) (mm)
	خمش جانبی (شکل ۵ـ۱۴)	خمش رویه (شکل ۵ـ۱۵)	خمش ریشه (شکل ۵ـ۱۵)	کشش مقطع کاهش یافته (شکل ۵ـ۱۲)	NDT (بند ۵ـ۱۰ـ۱ـ۳) تذکر		
۲T تا ۳	ـ	۲	۲	۲	بله	۱	۳≤T<۱۰
۲۰ تا ۳	ـ	۲	۲	۲	بله	۱	۱۰
۲T تا ۳	۴	ـ	ـ	۲	بله	۱	۱۰<T<۲۵
نامحدود تا ۳[۱]	۴	ـ	ـ	۲	بله	۱	>۲۵

تذکر:

۱ـ تمام قطعات و ورقهای آزمایشی باید مورد بازرسی عینی قرار گیرند (به بند ۵ـ۱۲ـ۷ مراجعه شود).

۲ـ برای جوش شیاری با لبهٔ ساده، حداکثر ضخامت مورد تأیید، به‌ضخامت ورق مورد آزمایش محدود می‌شود.

۳۸ـ Weld cleaning

* آزمونه ورقهایی با عرض کمتر می‌باشند که از ورق آزمایشی یا قطعهٔ لولهٔ آزمایشی بریده می‌شوند (اشکال ۵ـ۹ و ۵ـ۱۰).

۳۹ـ Test specimens

جدول ۵ ـ ۱ (ادامه)

۲ ـ آزمایش لوله و قوطی

ضخامتی که ارزیابی می‌شود		قطر یا اندازه‌ای که ارزیابی می‌شود	تعداد آزمونه‌های لازم: خمش جانبی (شکل ۵ـ۱۴)	خمش رویه (شکل ۵ـ۱۵)	خمش ریشه (شکل ۵ـ۱۵)	کشش مقطع کاهش یافته (شکل ۵ـ۱۲)	NDT[۳،۴]	تعداد قطعهٔ آزمایشی	اندازهٔ لوله: ضخامت جدار T,mm	اندازهٔ لوله: قطر یا اندازهٔ اسمی mm
حداقل	حداکثر									
۱۷	۳	۲۰ تا ۱۰۰	ـ	۲	۲	۲	بله	۲	۵/۵ یا ۵/۵	۵۰ یا ۷۵
نامحدود	۵	۱۰۰ و بزرگتر	۴	ـ	ـ	۲	بله	۱	۱۴ یا ۱۲	۱۵۰ یا ۲۰۰

ضخامتی که ارزیابی می‌شود		قطر یا اندازهٔ اسمی	ضخامت جدار	تعداد قطعهٔ آزمایشی	NDT[۳،۴]	کشش مقطع کاهش یافته (شکل ۵ـ۱۲)	خمش ریشه (شکل ۵ـ۱۵)	خمش رویه (شکل ۵ـ۱۵)	خمش جانبی (شکل ۵ـ۱۴)	قطر یا اندازهٔ اسمی	ضخامت جدار
۲T	۳		۳≤T≤۱۰	۱	بله	۲	۲	۲	ـ	قطرقطعهٔ آزمایشی وبزرگتر	
۲T	T/۲	<610	۱۰<T<۲۰	۱	بله	۲	ـ	ـ	۴	قطرقطعهٔ آزمایشی وبزرگتر	
نامحدود	۱۰		T≥۲۰	۱	بله	۲	ـ	ـ	۴	قطرقطعهٔ آزمایشی وبزرگتر	
۲T	۳		۳≤T≤۱۰	۱	بله	۲	۲	۲	ـ	قطرقطعهٔ آزمایشی وبزرگتر	
۲T	T/۲	≥۶۱۰	۱۰<T<۲۰	۱	بله	۲	ـ	ـ	۴	۶۱۰ و بیشتر	
نامحدود	۱۰		T≥۲۰	۱	بله	۲	ـ	ـ	۴	۶۱۰ و بیشتر	

۳ ـ جوشکاری سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی

ضخامت ارزیابی شده	آزمایش ضربه* (بند ۴ـ۱۵ـ۳)	تعداد آزمونه‌های لازم: خمش جانبی (شکل ۵ـ۱۴)	کشش تمام مصالح (شکل ۵ـ۱۳)	کشش مقطع کاهش یافته (شکل ۵ـ۱۲)	NDT[۱،۵]	تعداد قطعهٔ آزمایشی	ضخامت ورق
۰/۵T ـ ۱/۱T	۸	۴	۱	۲	بله	۱	T**

تذکر:

۱ و ۳ـ تمام قطعات آزمایشی باید مورد بازرسی عینی قرار گیرند (بند ۵ ـ ۱۲ ـ ۷ و ۵ ـ ۱۲ ـ ۶).

۴ ـ برای لوله و قوطی، قبل از انجام آزمایشات مکانیکی، کل محیط باید تحت آزمایش RT یا UT قرار می‌گیرد (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۳).

۵ ـ قبل از انجام آزمایشهای مکانیکی، طول حداقلی مساوی ۱۵۰ میلیمتر تحت آزمایش RT یا UT قرار می‌گیرد (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۳).

۶ ـ به‌بند ۵ ـ ۶ ـ ۱ ـ ۷ و پیوست ۳ مراجعه شود.

* در صورتی‌که مقرر شده باشد.

** T ضخامت ورق آزمایشی می‌باشد.

NDT= آزمایش‌های غیرمخرب RT= آزمایش پرتونگاری UT= آزمایش فراصوت

۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ برای جوشهای شیاری در اتصالات گونیا و سپری (T)، از یک ورق آزمایشی لب‌به‌لب استفاده می‌شود که هندسهٔ شیار آن مطابق هندسهٔ شیار اتصال گونیا و سپری می‌باشد، لیکن لازم نیست عمق شیار بیش از ۲۵ میلیمتر باشد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۳ ـ *آزمایشهای غیرمخرب*. قبل از تهیهٔ نمونه‌های آزمایشهای مکانیکی، ورقها و لوله‌های تهیه‌شده برای آزمون ارزیابی، باید برای آگاهی از سلامت، به‌شرح زیر تحت آزمایشهای غیرمخرب قرار گیرند:

(۱) یکی از دو آزمایش پرتونگاری یا فراصوت باید مورد استفاده قرار گیرد. در نمونهٔ ورقی، تمام طول جوش، به‌استثنای دو انتهای واریز آن، و برای لوله‌ها و قوطی، کل محیط جوش باید مورد آزمایش قرار گیرد.

(۲) به‌عنوان یک ارزیابی قابل پذیرش، جوشی که طبق آزمایشات غیرمخرب مورد تأیید قرار گرفته است، باید ضوابط بند ۵ ـ ۱۲ ـ ۵ را نیز برآورده سازد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴ ـ *آزمایشهای مکانیکی*. مطابق اشکال ۵ ـ ۷ تا ۵ ـ ۱۱، از قطعات آزمایشی تأییدشده در آزمون غیرمخرب بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۳، به‌وسیلهٔ برش آزمونه[۴۰] تهیه می‌شود. آزمونه‌ها باید طبق اشکال ۵ ـ ۱۲ تا ۵ ـ ۱۵ برای انجام آزمایش، آماده‌سازی شوند.

۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۵ ـ در صورتیکه مشخصات مصالح به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد (تفاوت دو فلز پایه و یا تفاوت فلز پایه با جوش)، آزمایش خمش طولی (رویه و ریشه)[۴۱] می‌تواند به‌جای آزمایش خمش عرضی (رویه و ریشه) مورد استفاده قرار گیرد. از ورقها یا قطعات آزمایشی تأییدشده در بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۳، به‌وسیلهٔ برش آزمونه‌هایی مطابق اشکال ۵ ـ ۱۰ و ۵ ـ ۱۱، هرکدام که قابل استفاده باشد، تهیه می‌شود. آزمونه‌ها برای آزمایش خم طولی مطابق شکل ۵ ـ ۱۵ تهیه می‌شود.

۵ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ جوش شیاری با نفوذ نسبی

در جدول ۵ ـ ۲، نوع و تعداد نمونه‌ها و آزمونه‌هایی که باید برای ارزیابی مورد آزمایش قرار گیرند، ارائه شده است. شیار مورد استفاده برای نمونهٔ آزمایشی باید منطبق بر شیار مورد استفاده در عمل باشد، اما لازم نیست از ۲۵ میلیمتر بزرگتر گردد.

برای تعیین عمق نفوذ به‌وسیلهٔ آزمایش حک اسید[۴۲] هر نوع فولاد از گروههای ۱ و ۲ و ۳ از

---

۴۰ ـ Specimen

۴۱ ـ Longitudinal bend test (face and root)

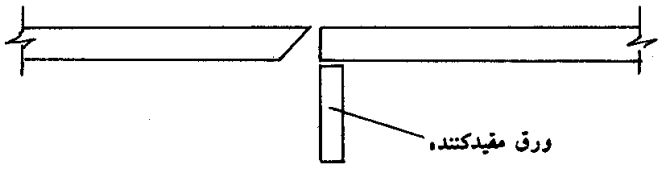
۴۲ ـ Macroetch

جدول ۵ ـ ۲ ـ تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی برحسب ضخامت به‌منظور ارزیابی جوش شیاری با نفوذ نسبی (به‌بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۲ مراجعه شود)

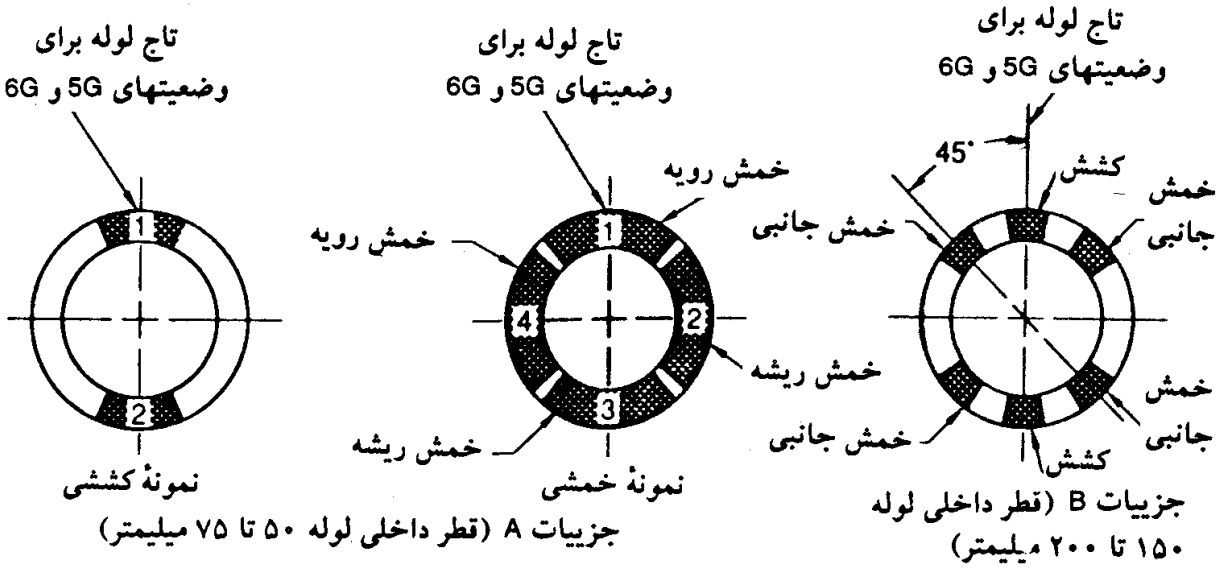
ضخامت ورق ارزیابی شده mm	تعداد آزمونه‌های لازم					تعداد قطعهٔ آزمایشی	عمق شیار	نوع شیار
	خمش جانبی (شکل ۵ـ۱۴)	خمش رویه (شکل ۵ـ۱۵)	خمش ریشه (شکل ۵ـ۱۵)	کشش مقطع کاهش‌یافته (شکل ۵ـ۱۲)	آزمایش حک (E) (۵ـ۱۰ـ۲ـ۱) (۵ـ۱۰ـ۲ـ۲) (۵ـ۱۰ـ۲ـ۳)			
۲T تا ۳	ـ	۲	۲	۲	۳	۱	۳≤T≤۱۰	مانند ساخت*
نامحدود تا ۳	۴	ـ	ـ	۲	۳	۱	۱۰<T≤۲۵	مانند ساخت*

توجه: تمام ورق‌های جوش‌شده باید تحت بازرسی عینی قرار گیرند.

* **اگر جوش شیاری با نفوذ نسبی نیم‌جناغی و نیم‌لاله‌ای برای اتصال سپری (T) و یا نوع دوطرفهٔ همین شیارها برای اتصال گونیا مورد استفاده قرار گیرد، برای شبیه‌سازی اتصال T و گونیا، اتصال لب‌به‌لب باید دارای یک ورق مقیدکنندهٔ موقت در صفحهٔ لبهٔ ساده باشد.**

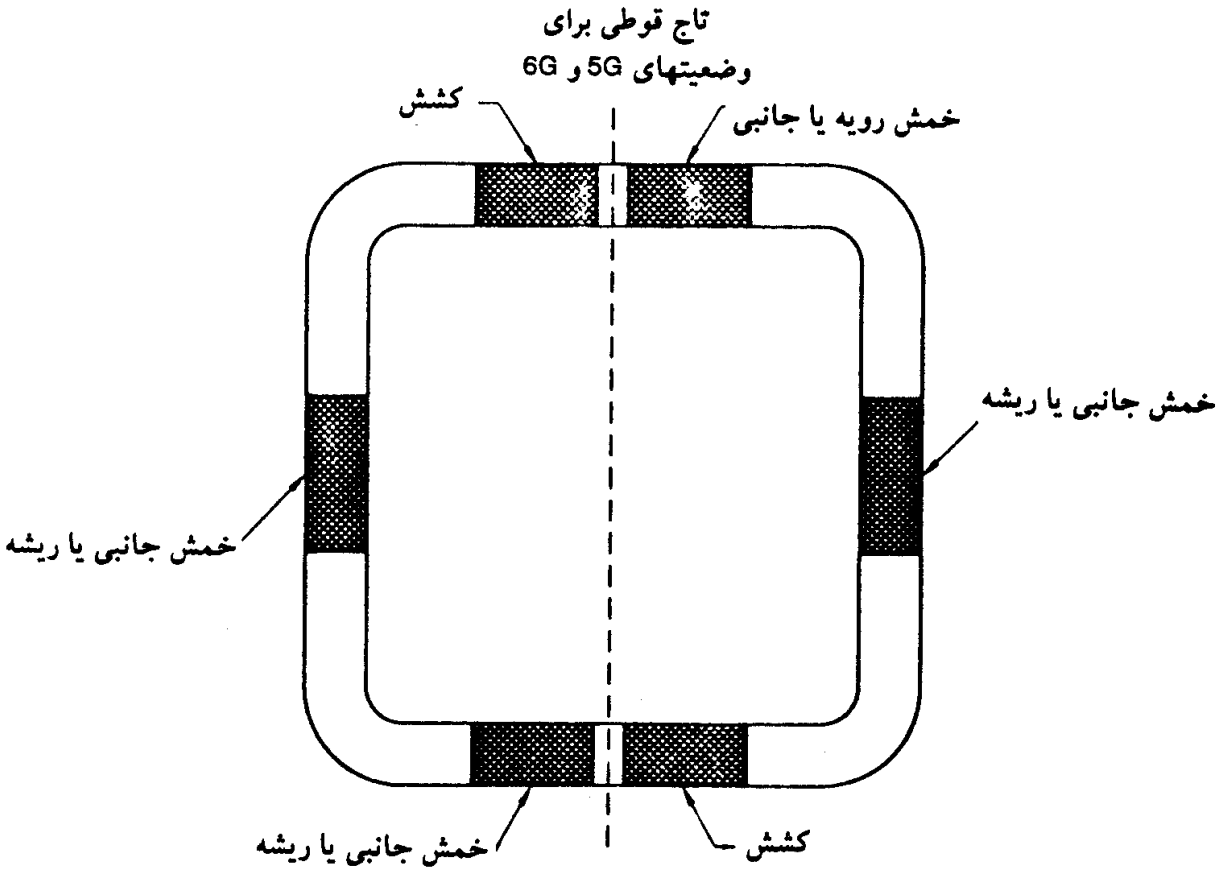


جدول ۴ ـ ۱ می‌تواند برای ارزیابی اندازهٔ جوش به‌صورت تنها و یا ترکیبی مورد استفاده قرار گیرد. اگر جوش شیاری با نفوذ نسبی برای اتصال گونیا یا سپری (T) مورد استفاده قرار گیرد، می‌توان از همان نمونهٔ آزمایشی لب‌به‌لب استفاده نمود و برای مدل کردن شکل گونیا یا T، یک ورق موقت به‌یکی از ورقهای دو طرف جوش داد.



توجه: در صورت نیاز به‌آزمایش ضربه، باید از لوله با قطر بزرگتر و یا قطعهٔ آزمایشی اضافی استفاده نمود.

شکل ۵ ـ ۷ ـ محل آزمونه‌ها در قطعات آزمایشی لوله‌ها (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).

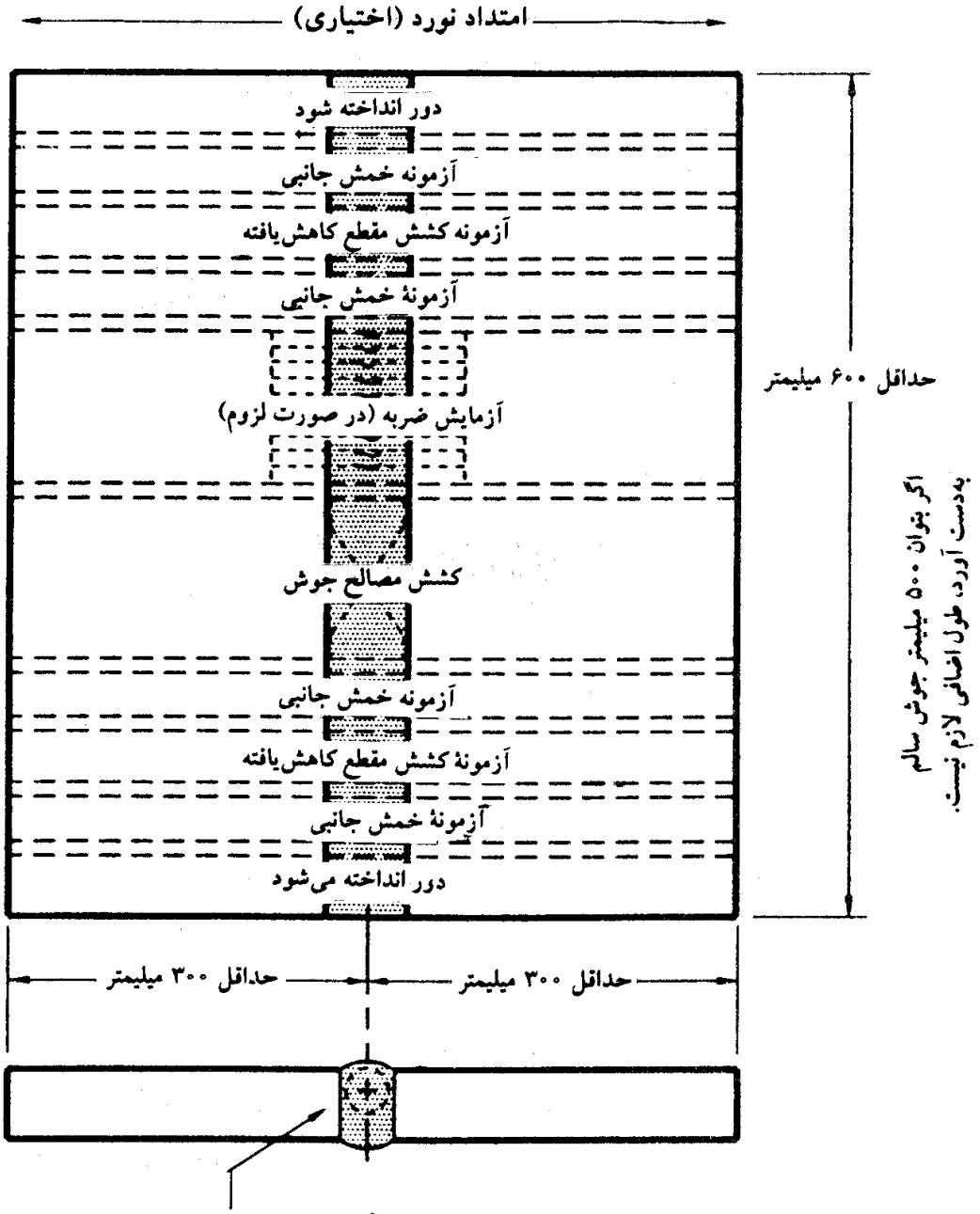


شکل ۵ ـ ۸ ـ محل آزمونه‌ها در قطعهٔ آزمایشی قوطیها (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴)

۵ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ ۱ ـ برای تعیین ضخامت گلوی مؤثر، باید سه مقطع آزمایشی تهیه و مورد آزمایش حک اسید قرار گیرد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ ۲ ـ در صورتیکه دستورالعمل جوشکاری برای جوش شیاری با نفوذ کامل مورد ارزیابی قرار گرفته باشد و از آن بخواهیم برای جوش شیاری با نفوذ نسبی استفاده نماییم، باید از سه آزمایش حک بر روی مقطع جوش استفاده شود.

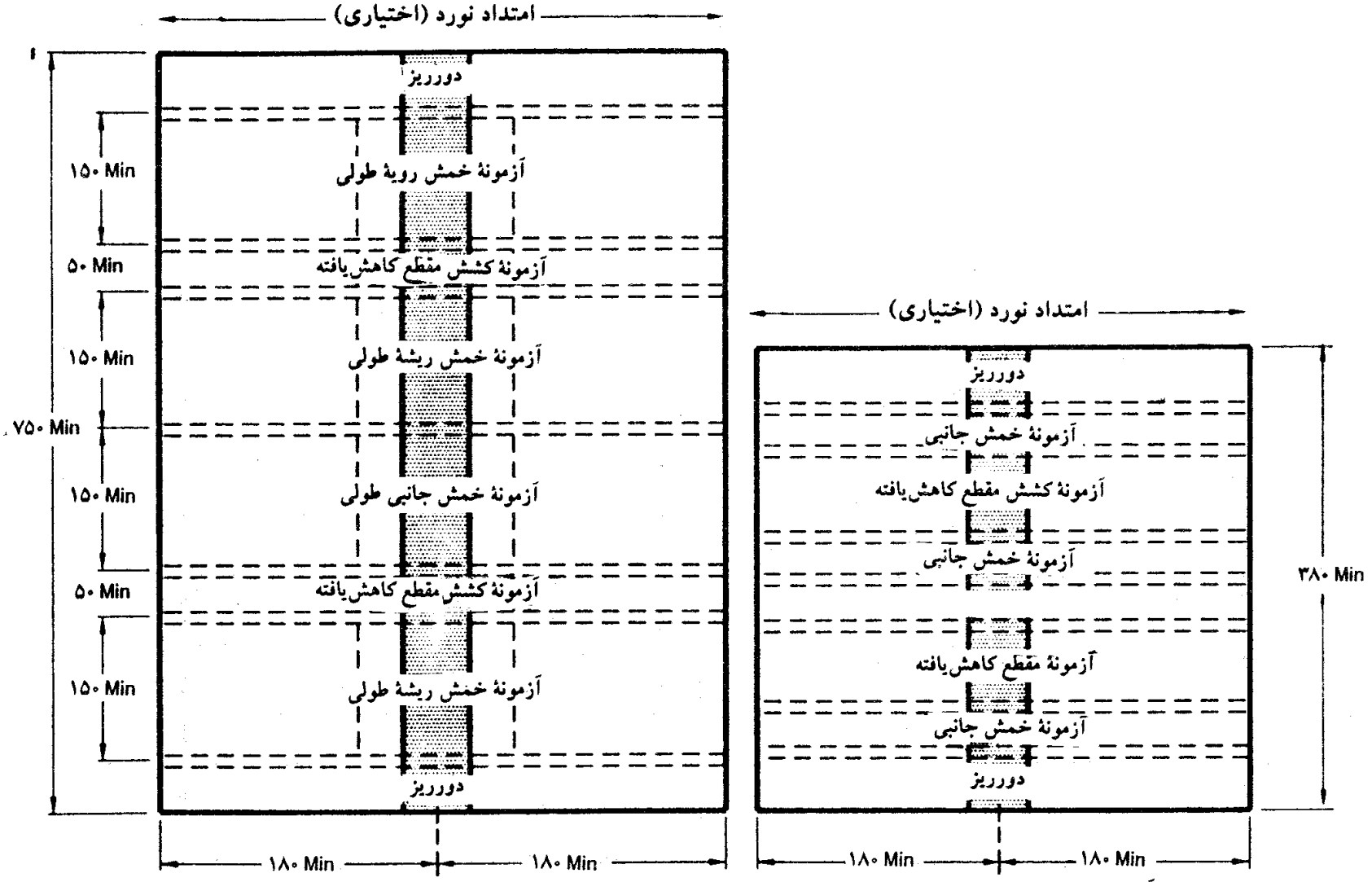
۵ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ ۳ ـ اگر دستورالعمل جوشکاری تحت ضوابط بندهای ۵ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ ۱ و ۵ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ ۲ قرار نگیرد، یا اگر شرایط جوشکاری منطبق بر درزهای استاندارد نباشد، باید یک قطعهٔ آزمایشی برای جوش شیاری با نفوذ نسبی تهیه‌شده و ابتدا توسط آزمایش حک، اندازهٔ جوش تعیین گردد. سپس مصالح اضافه از پشت جوش ماشین می‌شود تا ریشهٔ جوش نمایان گردد. از قطعهٔ حاصل آزمونه‌های کشش و خم تهیه‌شده و مشابه آزمونه‌های جوش شیاری با نفوذ کامل (بند ۵ـ۱۰ـ۱) مورد آزمایش قرار می‌گیرد.



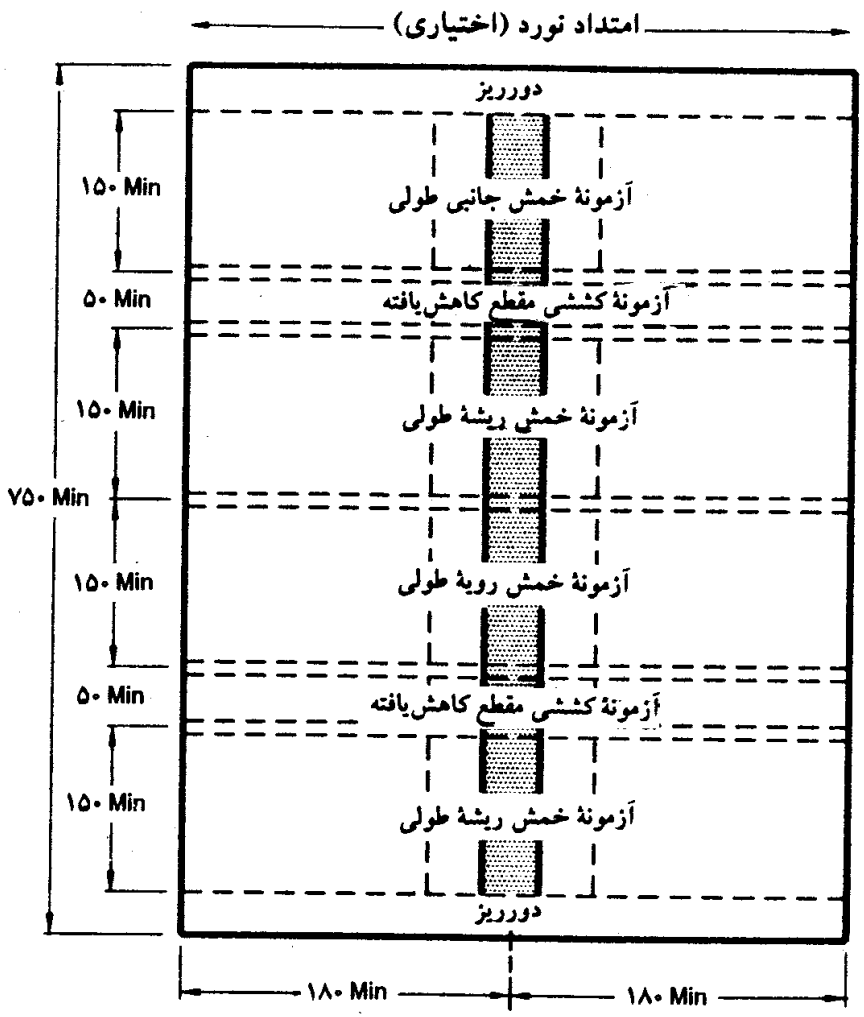
شکل شیار فقط به‌منظور نمایش است. شکل شیار باید منطبق بر ساخت باشد.

توجه: در صورت لزوم به‌آزمایش ضربه، به‌پیوست ۷ مراجعه شود.

شکل ۵ ـ ۹ ـ محل آزمونه‌ها از ورق آزمایشی در جوشکاری سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی (به بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴ مراجعه شود).

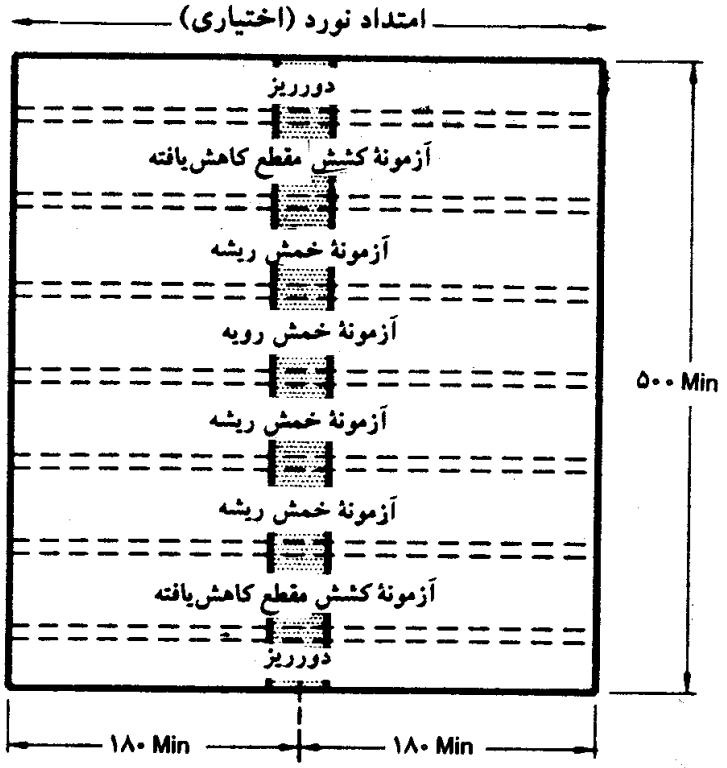


شکل ۵ ـ ۱۰ ـ محل آزمونه‌ها در قطعهٔ آزمایشی‌ورق با ضخامت بیش‌از ۱۰ میلیمتر به‌منظور ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).



(۱) نمونه‌های خمش طولی

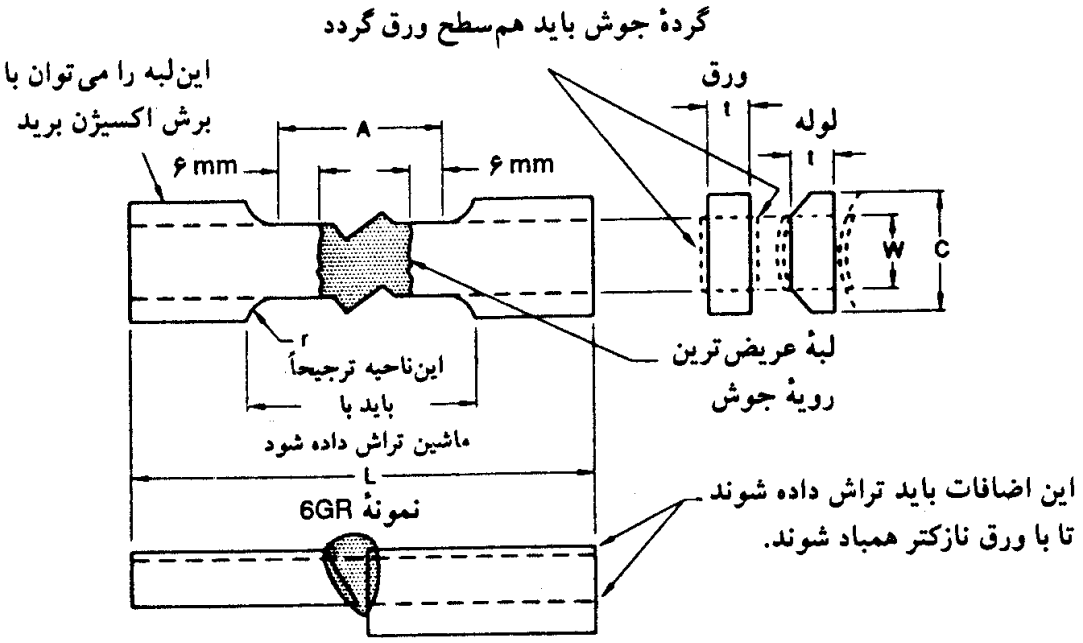
شکل شیار فقط به‌منظور نمایش است.
هندسهٔ واقعی منطبق بر جوش مورد ارزیابی است.



در صورتیکه آزمایش ضربه لازم باشد، آزمونه‌ها باید از محلی برداشته شوند که در پیوست ۷، نشان داده شده‌اند. در این‌صورت به‌طول جوش بزرگتری نیاز است.

(۲) نمونه‌های خمش عرضی

شکل ۵ ـ ۱۱ ـ محل آزمونه‌ها در قطعهٔ آزمایشی با ضخامت کمتر از ۱۰ میلیمتر برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).



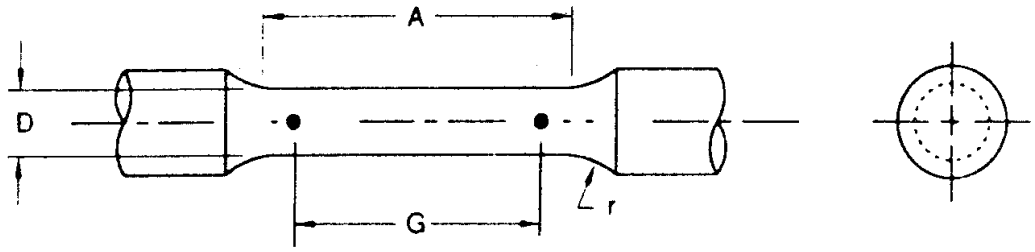
ابعاد به‌میلیمتر					
لولهٔ آزمایشی		ورق آزمایشی			
قطر ۱۵۰ و ۲۰۰ میلیمتر و بزرگتر	قطر ۷۵mm و ۵۰mm	Tp≥۳۸mm	۲۵<Tp<۳۸mm	Tp<۲۵mm		
عریض‌ترین رویهٔ جوش (حداقل ۶۰mm) ۱۳mm		(حداقل ۶۰mm) ۱۳mm + عریض‌ترین رویهٔ جوش			طول مقطع کاهش‌یافته	A–
طبق نیاز دستگاه آزمایش		طبق نیاز دستگاه آزمایش			طول کل	L–
(حداقل) ۱۹mm	۱۳±۲۵mm	(حداقل) ۱۹mm	(حداقل) ۱۹mm	(حداقل) ۱۹mm	عرض مقطع کاهش‌یافته	W–
(حداقل) W+۱۳mm	(حداقل) W+۱۳mm	(حداقل) W+۱۳mm	(حداقل) W+۱۳mm	(حداقل) W+۱۳mm	طول گیر	C–
حداکثر در صورتیکه بتوان دو صفحهٔ موازی با طول A حاصل کرد		Tp/n*	Tp	Tp	ضخامت نمونه	t–
۲۵	۲۵	۱۳	۱۳	۱۳	شعاع گردی حداقل (mm)	r–

تذکر:

Tp= ضخامت اسمی ورق.

* ضخامت کل به‌تسمه‌هایی با ضخامت ۲۰ میلیمتر تبدیل می‌شود.

شکل ۵ ـ ۱۲ ـ آزمونهٔ کشش مقطع کاهش‌یافته (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).



ابعاد (میلیمتر)			
	نمونهٔ استاندارد	نمونه‌های کوچکتر	
قطر اسمی	قطر ۱۲/۵ میلیمتر	قطر ۹ میلیمتر	قطر ۶ میلیمتر
G– طول مقیاس	۵۰±۰/۱۵	۳۵±۰/۱۵	۲۵±۱۰/۵
D– قطر	۱۲/۵±۰/۲۵	۹±۰/۱۵	۶±۰/۱۵
r– شعاع گردی	۱۰	۶	۴/۷۵
A– طول مقطع کاهش‌یافته	۶۰mm	۴۵mm	۳۰mm

شکل ۵ ـ ۱۳ ـ آزمونهٔ مصالح تمام جوش (شکل ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).

۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ جوشهای گوشه

در جدول ۵ ـ ۳ نوع و تعداد آزمونه‌های لازم برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری جوش گوشه ارائه شده است.

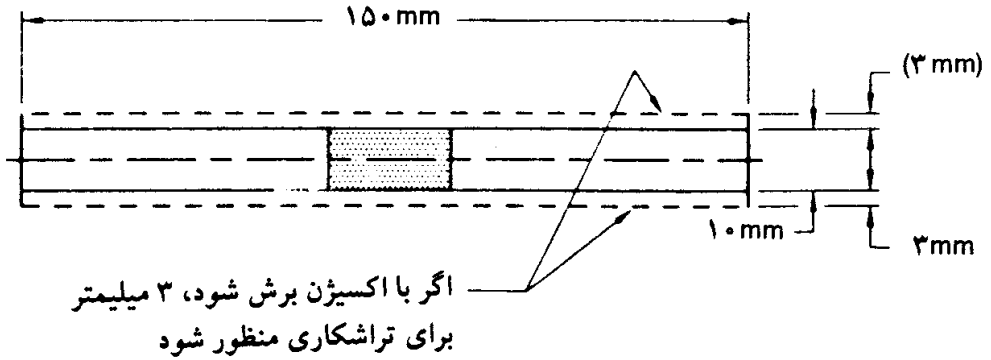
۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۱ ـ *جوشهای گوشه*

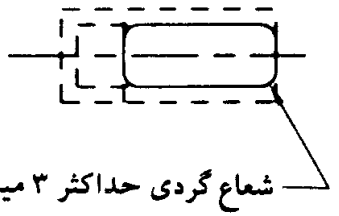
برای انجام آزمون ارزیابی جوشهای گوشه در ورقها، قطعهٔ آزمایشی T شکلی مطابق شکل ۵ ـ ۱۶ و برای ارزیابی جوشهای گوشه در لوله‌ها، قطعه‌ای مطابق جزییات الف و ب در شکل ۵ ـ ۱۷ ساخته می‌شود. یک قطعه باید با استفاده از حداکثر جوش یک‌عبورهٔ ممکن و یک قطعه باید با استفاده از جوش چندعبوره با حداقل اندازهٔ جوش ساخته شود. این دو نمونه را می‌توان در یک قطعهٔ آزمایشی تنها نیز ترکیب نمود. قطعهٔ جوش‌شده در محلهای نشان داده‌شده در اشکال ۵ ـ ۱۶ و ۵ ـ ۱۷ بریده می‌شود، تا آزمونه‌ها به‌دست آید. در هر یک از آزمونه‌ها، باید آزمایش حک اسید صورت بگیرد تا اندازهٔ جوش تعیین گردد.

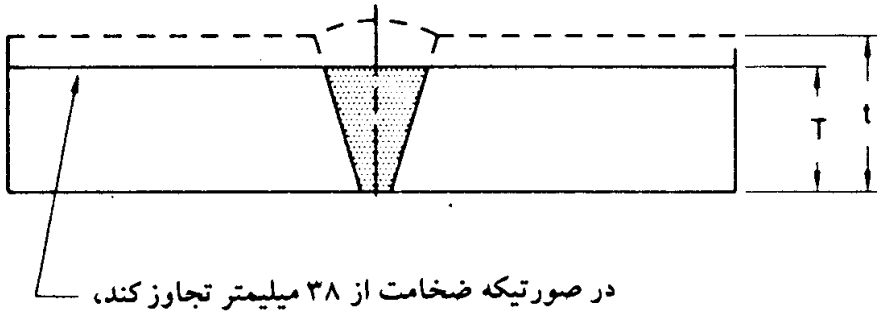
۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۲ ـ *آزمایش ارزیابی مواد مصرف شدنی جوش*[۴۳] *(مصالح جوش)*

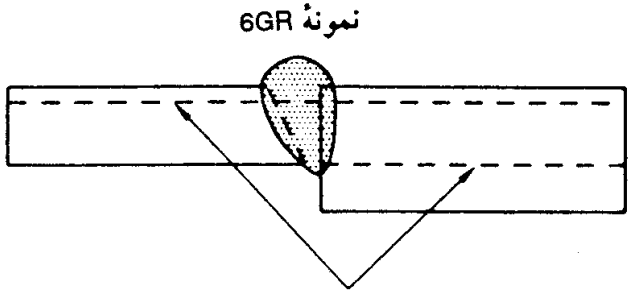
اگر مصالح مصرف شدنی جوش (مفتول و پوشش الکترود) و دستورالعمل جوشکاری برای ورق و

۴۳ ـ Consumable verification test









t_{mm}	T_{mm}
۳۸ تا ۱۰	t
>۳۸	تذکر ۲

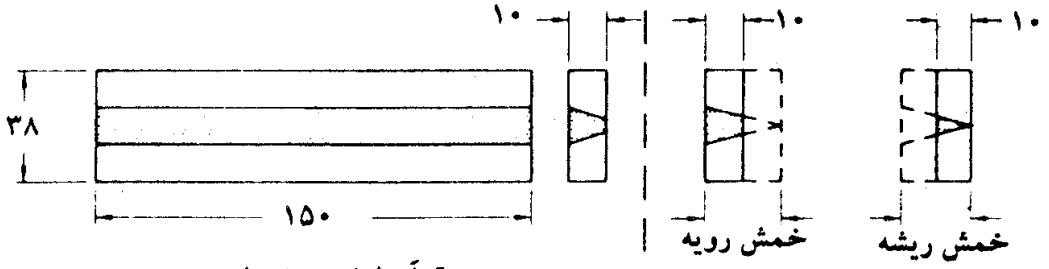
تذکر:

۱ ـ در صورت استفاده از فلکه به‌طول بزرگتری نیاز است.

۲ ـ در ورق با ضخامت بزرگتر از ۳۸ میلیمتر، نمونه به‌ضخامتهایی بین ۲۰ تا ۳۸ میلیمتر بریده می‌شود.

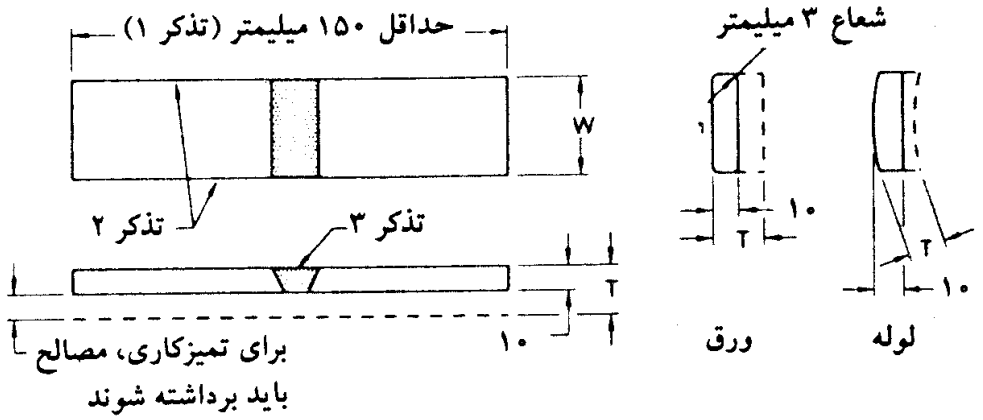
۳ ـ t ضخامت ورق یا لوله.

شکل ۵ ـ ۱۴ ـ آزمونهٔ خمش جانبی (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).

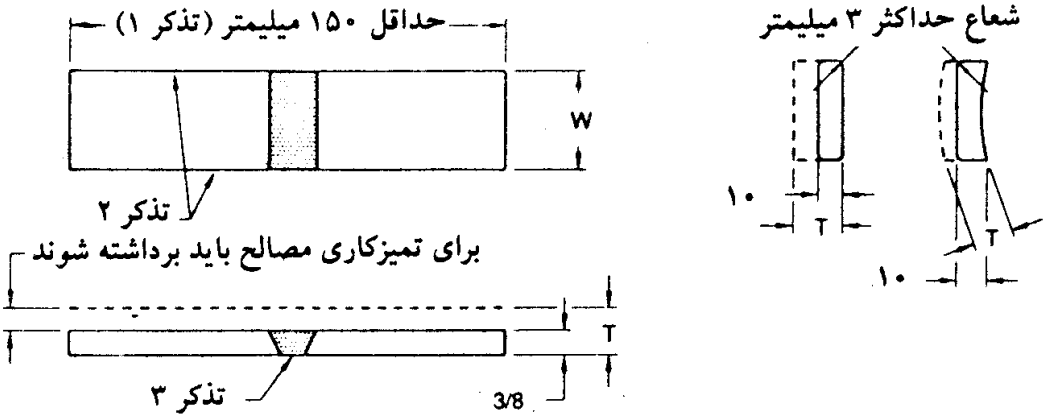


ورق آزمایشی ۱۰ میلیمتر

(۱) آزمونهٔ خمش طولی



آزمونهٔ خمش رویه



آزمونهٔ خمش ریشه

(۲) آزمونهٔ خمش عرضی

ابعاد	
قطعه	عرض آزمونه
ورق	۳۸ میلیمتر
لوله یا قوطی با قطر یا بُعد کوچکتر و مساوی ۱۰۰ میلیمتر	۲۵ میلیمتر
لوله یا قوطی با قطر یا بُعد بزرگتر از ۱۰۰ میلیمتر	۳۸ میلیمتر

(ادامه در صفحهٔ بعد)

شکل ۵ ـ ۱۵

یا لولهٔ آزمایشی (طبق بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۱)، پیش‌ارزیابی‌شده[۲۴] نباشند و یا طبق بند ۵ ـ ۲ لازم است مورد ارزیابی قرار گیرند، یعنی:

۱ ـ مصالح مصرف‌شدنی جوش منطبق بر مقررات پیش‌ارزیابی بند ۵ ـ ۱ ـ ۱ نباشند و همچنین؛
۲ ـ ارزیابی دستورالعمل جوشکاری طبق بندهای ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ و ۵ ـ ۱۰ ـ ۲ انجام نشده باشد؛
باید یک ورق آزمایشی با جوش شیاری تمام نفوذی جوش شود تا مورد آزمایش ارزیابی قرار گیرد. در واقع آزمایش ارزیابی جوش گوشه نمی‌تواند تضمین‌کنندهٔ کیفیت مصالح جوش باشد.

ورق آزمایشی باید به‌صورت زیر جوش شود:

(۱) هندسهٔ شیار ورق آزمایشی باید مطابق شکل ۵ ـ ۱۹ (یا شکل ۵ ـ ۳۴ برای جوش اتوماتیک زیرپودری)، همراه با تسمهٔ پشت‌بند باشد.

(۲) ورق باید در وضعیت 1G (تخت) جوش شود.

(۳) طول ورق آزمایشی باید مطابق شکل ۵ ـ ۱۸ باشد تا بتوان از آن آزمونه‌ای از مصالح جوش به‌دست آورد.

(۴) شدت جریان، ولتاژ، سرعت حرکت انبر، دبی گاز محافظ باید تا حد امکان نزدیک به‌مقادیر ارائه‌شده در دستورالعمل جوشکاری باشد.

ورق آزمایشی باید به‌صورت زیر آزمایش گردد:

(۱) دو آزمونه برای آزمایش خم جانبی (شکل ۵ ـ ۱۴) و یک آزمونه برای آزمایش مصالح جوش (شکل ۵ ـ ۱۳) باید مطابق شکل ۵ ـ ۱۸ از قطعهٔ آزمایشی جدا گردد.

(۲) آزمونهٔ خم باید مطابق بند ۵ ـ ۱۱ ـ ۳ آزمایش شده و نتایج آزمایش باید منطبق بر ضوابط

(پانویس شکل ۵ ـ ۱۵)
تذکر:
۱ ـ در صورت استفاده از خم فلکه و یا در مواقعی که $F_y \geq 6200 kg/cm^2$ است، طول نمونه باید بزرگتر انتخاب شود.
۲ ـ این لبه را می‌توان با برش اکسیژن برید و می‌تواند پرداخت شده و یا نشود.
۳ ـ رویه و ریشهٔ جوش باید تراش داده شده و هم‌سطح گردند.
۴ ـ t= ضخامت ورق یا لوله.
۵ ـ وقتیکه ضخامت ورق آزمایشی کمتر از ۱۰ میلیمتر است، برای خمش رویه و ریشه از ضخامت اسمی استفاده نمایید.

شکل ۵ ـ ۱۵ ـ آزمونه‌های خمش رویه و خمش ریشه (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ ـ ۴).

---

۲۴ ـ Prequalified (پیش‌پذیرفته)

بند ۵ ـ ۱۲ ـ ۲ باشند.

(۳) آزمونهٔ مصالح جوش باید مطابق بند ۵ ـ ۱۱ ـ ۴ تحت آزمایش کشش قرار گیرد.

نتیجهٔ آزمایش تراز مقاومتی مصالح جوش را به‌دست می‌دهد که باید مطابق بند ۴ـ۱ـ۲ باشد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۳ ـ *ارزیابی نمونهٔ لولهٔ جوش‌شده*

طبق جدول ۵ ـ ۴، برای ارزیابی جوش گوشه ورق یا لوله، لازم است ارزیابی جوش شیاری لوله مطابق بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ در برنامهٔ کار قرار گیرد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۴ ـ کهولت[۴۵]

در صورت لازم، نمونهٔ آزمایشی مصالح جوش قبل از آزمایش باید به‌مدت ۲±۴۸ ساعت تحت دمای ۹۵ تا ۱۰۵ درجهٔ سانتیگراد قرار گیرد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ ارزیابی وضعیت جوش

ارزیابی جوش لوله، مؤید ارزیابی جوش ورق است، لیکن عکس آن صادق نیست با این استثناء که ارزیابی جوش ورق می‌تواند مؤید ارزیابی جوش لوله با قطر بیش از ۶۰۰ میلیمتر باشد. در جدول ۵ ـ ۴ محدودیتهای وضعیت جوشکاری برای ارزیابی ارائه شده است.

۵ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ ۱ ـ ارزیابی جوش لوله در وضعیت 5G (لولهٔ افقی ثابت)، مؤید ارزیابی جوش لوله و ورق در وضعیتهای تخت، قائم و سقفی جوش شیاری و گوشه می‌باشد.

۵ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ ۲ ـ ارزیابی جوش لوله در وضعیت 6G (مورب ثابت)، می‌تواند مؤید ارزیابی تمام وضعیتهای جوش شیاری و گوشهٔ ورق و لوله باشد، لیکن جوش شیاری تمام نفوذی اتصالات T، Y و K لوله را ارزیابی نمی‌کند.

۵ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ ۳ ـ ارزیابی جوش لوله در وضعیت 6GR، همانطور که در جدول ۵ ـ ۴ نشان داده شده، مؤید ارزیابی جوش شیاری و گوشه اتصالات T، Y و K با محدودیتهای بند ۱۰ ـ ۱۲ ـ ۲، و مؤید ارزیابی جوش شیاری و گوشه در تمام وضعیتها برای ورق و لوله می‌باشد، لیکن مؤید ارزیابی درز شیاری سادهٔ یک‌عبوره بدون تسمهٔ پشت‌بند نمی‌باشد و ارزیابی محدود به‌زاویهٔ شیار ۳۰ درجه و بزرگتر می‌باشد.

---

۴۵ ـ Aging

جدول ۵ ـ ۳ ـ تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و آزمونه‌ها برحسب ضخامت به‌منظور ارزیابی دستورالعمل جوشکاری جوش شیاری

نمونهٔ آزمایشی	اندازهٔ جوش‌گوشه	تعداد جوشها برای هر دستورالعمل	تعداد آزمونه‌های لازم			اندازهٔ تأییدشده	
			حک ۵ـ۱۰ـ۳ ۵ـ۱۱ـ۲	آزمایش کشش تمام مصالح	خمش جانبی (شکل ۵ـ۱۴)	ضخامت لوله یا ورق	اندازهٔ ساق
ورق آزمایش T (شکل ۵ـ۱۶)	یک‌عبوره، با حداکثر اندازه‌ای که در ساخت مورد استفاده قرارمی‌گیرد	یک عدد برای هر وضعیت	۳ مقطع	-	-	نامحدود	حداکثر اندازهٔ یک‌عبوره و کوچکتر
	چندعبوره، با حداقل اندازه‌ای که در ساخت مورد استفاده قرارمی‌گیرد	یک عدد برای هر وضعیت	۳ مقطع	-	-	نامحدود	حداقل اندازهٔ یک‌عبوره و کوچکتر
لوله آزمایش ^{2}T (شکل ۵ـ۱۷)	یک‌عبوره، با حداکثر اندازه‌ای که در ساخت مورد استفاده قرارمی‌گیرد	یک عدد برای هر وضعیت (جدول ۵ـ۴)	۳ مقطع (برای 4F و 5F، ۴ مقطع مورد نیاز است)	-	-	نامحدود	حداکثر اندازهٔ یک‌عبوره و کوچکتر
	چندعبوره، با حداقل اندازه‌ای که در ساخت مورد استفاده قرارمی‌گیرد	یک عدد برای هر وضعیت (جدول ۵ـ۴)	۳ مقطع (برای 4F و 5F، ۴ مقطع مورد نیاز است)	-	-	نامحدود	حداقل اندازهٔ چندعبوره و کوچکتر
آزمایش شیار[3] (شکل ۵ـ۱۸)	-	یک عدد برای وضعیت 1G	-	۱	۲	جنس مصالح مصرف‌شدنی (فلز جوش و روکش آن) برای آزمایشهای T مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.	

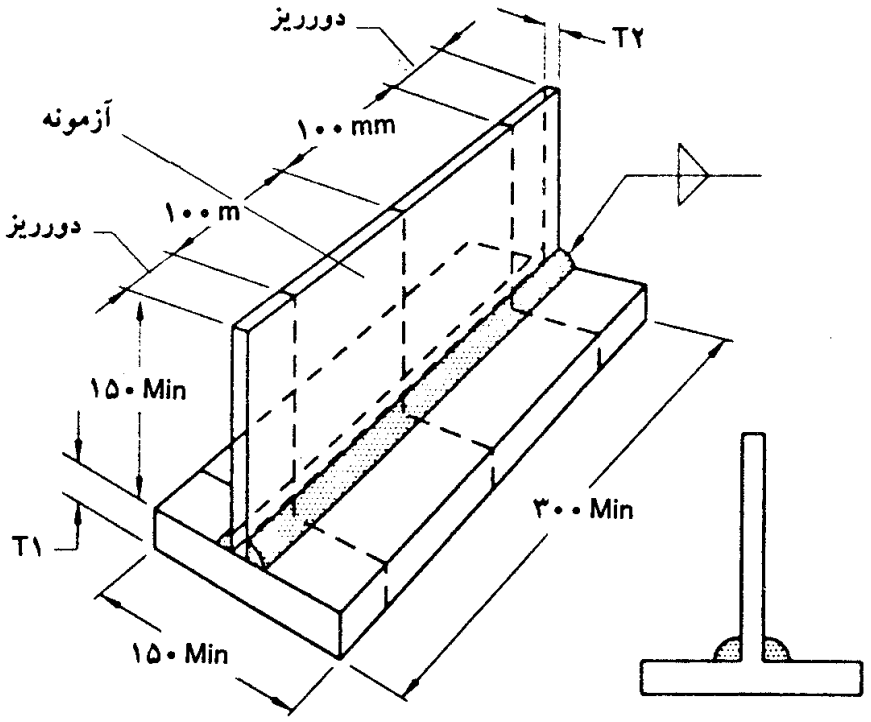
تذکر:

۱ ـ حداقل ضخامت ارزیابی‌شده، ۳ میلیمتر می‌باشد.

۲ ـ تمام نمونه‌های جوش‌شده باید مورد بازرسی عینی قرار گیرند.

۳ ـ برای قطر لوله‌ها به‌جدول ۵ ـ ۱ ـ ۲ مراجعه شود.

۴ ـ وقتیکه مصالح مصرف شدنی منطبق بر ۵ ـ ۱ ـ ۱ نباشند، و از این مصالح یک آزمایش دستورالعمل جوشکاری ارزیابی نشده باشد، باید یک آزمایش جوش شیاری با نفوذ کامل مطابق ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ انجام شود.



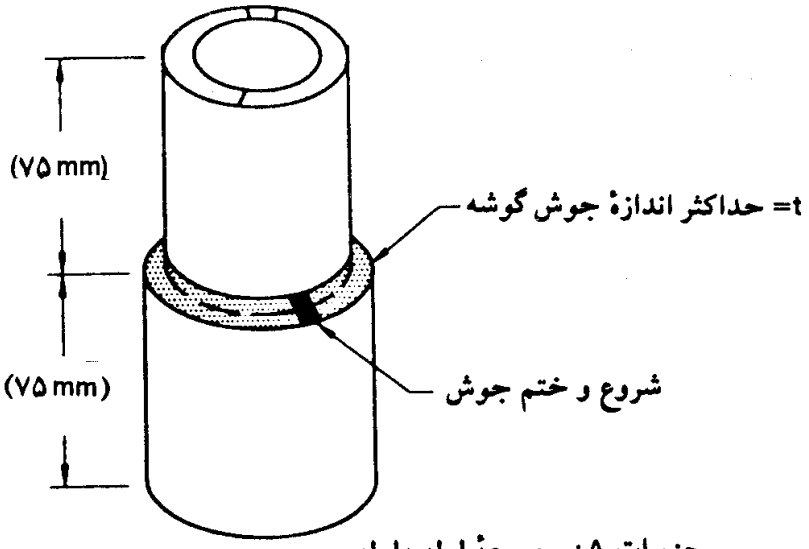
یک قطعهٔ آزمایشی

آزمونهٔ حک

ابعاد برحسب میلیمتر		
اندازهٔ جوش	T۱ min*	T۲ min*
۵	۱۲	۵
۶	۲۰	۶
۸	۲۵	۸
۱۰	۲۵	۱۰
۱۳	۲۵	۱۲
۱۶	۲۵	۱۶
۱۹	۲۵	۲۰
>۱۹	۲۵	۲۵

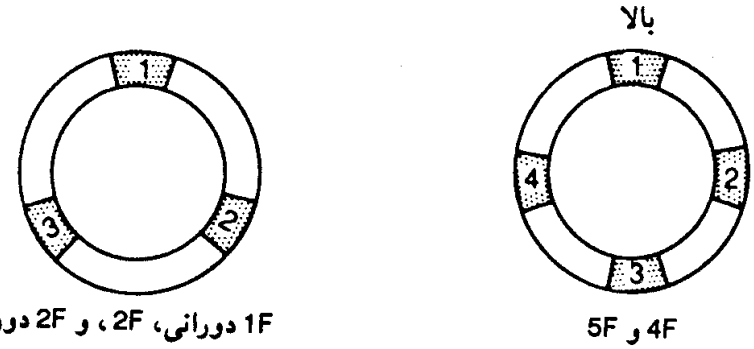
تذکر:
وقتیکه حداکثر ضخامت ورق مصرفی کمتر از مقادیر نشان داده شده در جدول باشد، حداکثر ضخامت موجود باید جانشین T۱ و T۲ گردد.

شکل ۵ ـ ۱۶ ـ آزمایش سلامت جوش‌گوشه برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۱).



آزمونهٔ حک

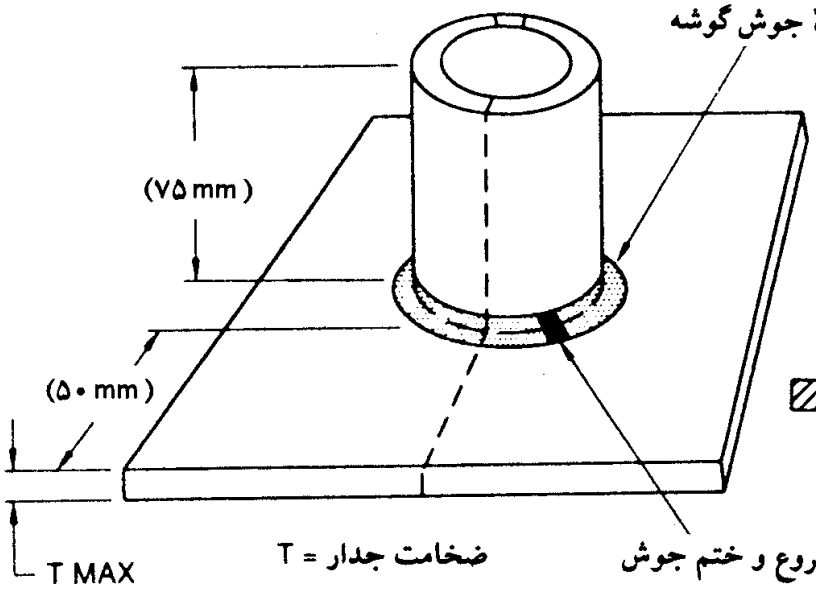
جزییات A: مجموعهٔ لوله‌به‌لوله
برای وضعیت جوشکاری به‌جدول ۵ ـ ۴ مراجعه شود.
تذکر: لوله باید دارای ضخامت کافی باشد تا از ذوب (سوختن) لبهٔ جوش جلوگیری شود.

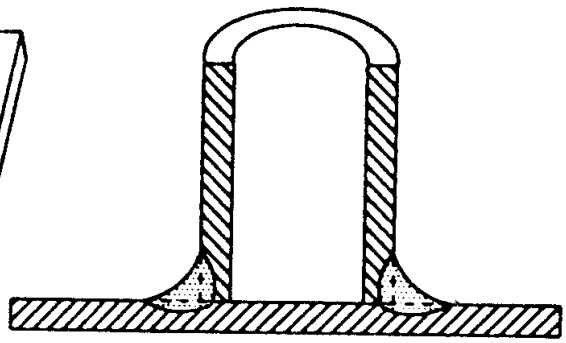


1F دورانی، 2F ، و 2F دورانی

4F و 5F

محل آزمونه‌ها در لولهٔ جوش‌شده برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری





آزمایش حک

جزییات B: مجموعهٔ ورق و لوله
برای وضعیت جوشکاری به‌جدول ۵ ـ ۴ مراجعه شود.
تذکر: لوله باید دارای ضخامت کافی باشد تا از ذوب (سوختن) لبهٔ جوش جلوگیری شود.

شکل ۵ ـ ۱۷ ـ آزمایش سلامت جوش گوشه برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۱).

جدول ۵ ـ ۴ ـ محدودیتهای وضعیت جوشکاری برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری

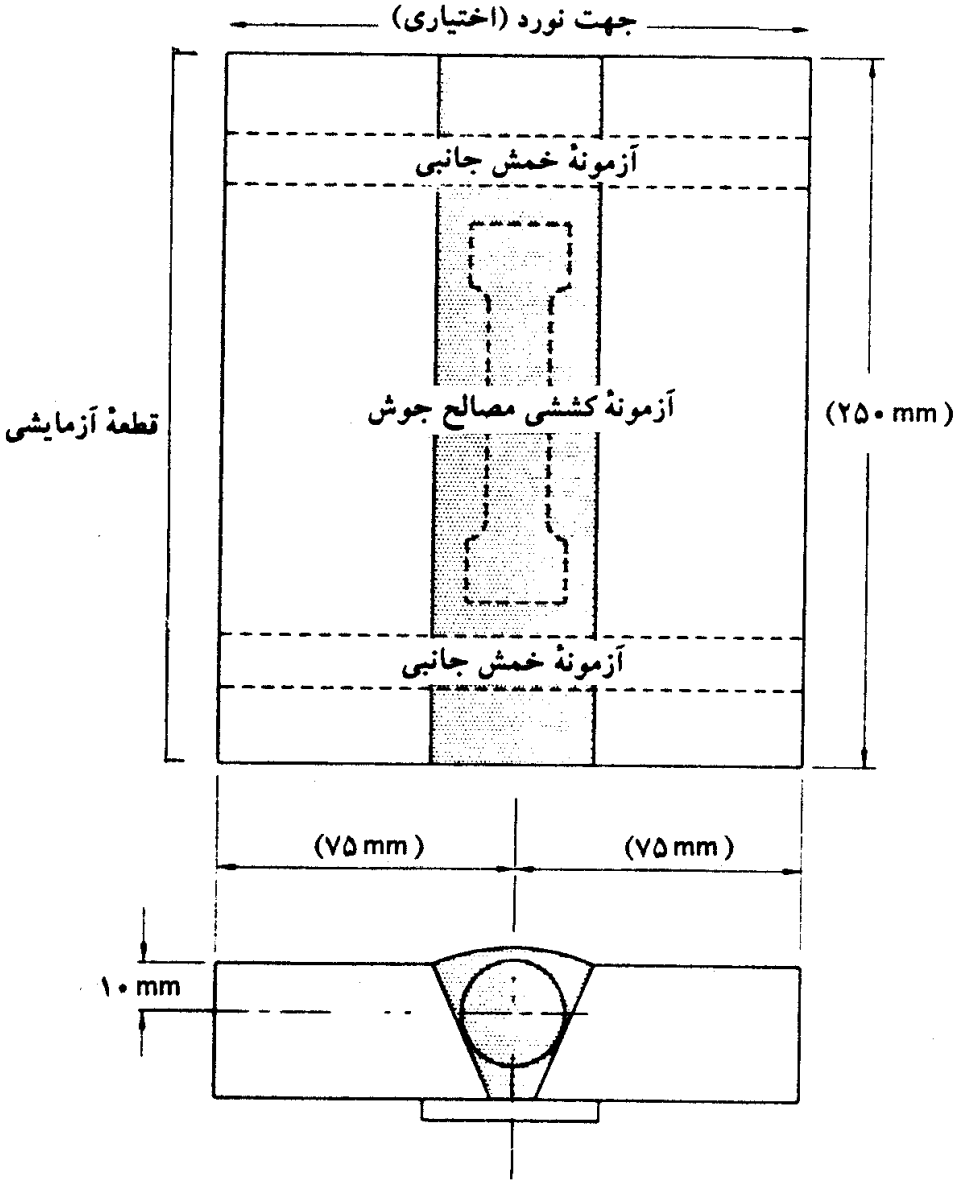
نوع و وضعیت جوشکاری مورد ارزیابی*					
آزمایش ارزیابی		ورق[۲]		لوله[۱]	
جوش	وضعیت لوله و ورق**	شیاری	گوشه	شیاری	گوشه
ورق ـ جوش شیاری با نفوذ کامل	1G	F	F	F	F
	2G	H	F ، H	F ، H	F ، H
	3G	V	V		
	4G	OH	OH		
ورق ـ جوش شیاری با نفوذ نسبی	1G	F	F	F	F
	2G	H	F ، H	F ، H	F ، H
	3G	V	V		
	4G	OH	OH		
ورق ـ جوش گوشه	1F		F		F
	2F		F ، H		F ، H
	3F		V		V
	4F		OH		OH
لوله ـ جوش شیاری با نفوذ کامل	دورانی 1G	F	F	F	F
	2G	F ، H	F ، H	F ، H	F ، H
	5G	F ،V ، OH	F ،V ، OH	F ،V ، OH	F ، V ، OH
	6G	F،H،V،OH (تذکر ۲)	F،H،V،OH	F،H،V،OH (تذکر ۲)	F،H،V،OH (تذکر ۲)
	فقط 6GR	تمام[۴و۵]	تمام	تمام[۴و۵]	
	6GR	تمام[۴و۵]	تمام	تمام[۴و۵]	تمام
لوله ـ جوش گوشه	دورانی 1F		F		F
	2F		F ، H		F ، H
	دورانی 2F		F ، H		(تذکر ۶) F ، H
	4F		F ، H ، OH		F ، H ، OH
	5F		تمام		تمام

تذکر:

۱ ـ برای ورقها، نیمرخها و لوله‌ها با قطر بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر، جوش آزمایشی مستقیم می‌باشد. در لوله‌ها با قطر کمتر و اتصالات T ، Y و K ، جوشکاری باید در محیط لوله انجام شود.

۲ ـ ارزیابی برای تمام جوشهای گوشه و شیاری در تمام وضعیتها، به‌استثنای جوشهای شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T ، Y و K.

(ادامه در صفحهٔ بعد) ←



شکل ۵ ـ ۱۸ ـ محل آزمونه‌ها در ورق آزمایشی با ضخامت ۲۵ میلیمتر برای تأیید مصالح مصرف شدنی (مصالح الکترود) در ارزیابی دستورالعمل جوشکاری جوش گرفته (بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۲).

(ادامهٔ پانویس شکل ۵ ـ ۱۷)

۳ ـ فقط برای درزهای پیش‌پذیرفته (به‌بند ۲ ـ ۹ ـ ۱ و شکل ۲ ـ ۴ و بند ۲ ـ ۱۰ ـ ۱ و شکل ۲ ـ ۵ مراجعه نمایید)أ

۴ ـ اتصالات T، Y و K و تمام درزهای پیش‌پذیرفته را ارزیابی می‌کند. (به‌بند ۲ ـ ۹ ـ ۱ و شکل ۲ ـ ۴ و بند ۲ ـ ۱۰ ـ ۱ و شکل ۲ ـ ۵ مراجعه نمایید).

۵ ـ ارزیابی برای شیار با زاویهٔ بزرگتر از ۳۰ درجه. جوش لب‌به‌لب با جوش از یک طرف و بدون ورق پشت‌بند را ارزیابی نمی‌کند. (به‌بندهای ۱۰ ـ ۱۲ ـ ۳ ـ ۱ و ۲ ـ ۱۰ ـ ۱ و شکل ۲ ـ ۵ مراجعه شود).

۶ ـ فقط برای ارزیابی جوش گوشه افقی در روی لوله دورانی.

* F= تخت ، H= افقی ، V= قائم ، OH= سقفی.

** به‌اشکال ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۱ و ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۲ و ۵ ـ ۸ ـ ۱ ـ ۳ مراجعه شود.

۵ـ۱۰ـ۵ـ۴ـ ارزیابی ورق می‌تواند برای ارزیابی جوش نیمرخهای قوطی مورد استفاده قرار گیرد مگر برای جوشهای شیاری تمام نفوذی اتصالات T، Y و K.

۵ـ۱۱ روش آزمایش آزمونه‌ها

۵ـ۱۱ـ۱ـ آزمایش کششی با مقطع کاهش‌یافته

قبل از آزمایش عرض حداقل و ضخامت نظیر مقطع کاهش‌یافته اندازه‌گیری می‌شود. آزمونهٔ تحت بار کششی باید گسیخته شده و حداکثر بار ثبت گردد.

مساحت مقطع کاهش‌یافته از حاصل‌ضرب عرض در ضخامت به‌دست می‌آید. با تقسیم بار نظیر گسیختگی بر سطح مقطع کاهش‌یافته، مقاومت کششی (تنش کششی نهایی) مصالح تعیین می‌شود.

۵ـ۱۱ـ۲ـ آزمایش حک[۴۶]

باید آزمونه‌ای با مقطع پرداخت‌شده برای آزمایش حک تهیه شود. یک اسید حلال مناسب باید برای حک مقطع مورد استفاده قرار گیرد تا مصالح جوش با مصالح پایه به‌طور واضح تمیز داده شوند. پرداخت مقطع، با استفاده از سمبادهٔ نمره ۱۰۰۰ انجام می‌شود.

۵ـ۱۱ـ۳ـ آزمونه‌های خمش ریشه، رویه، و جانبی[۴۷]

آزمونه باید در گیرهٔ خم که منطبق بر ضوابط اشکال ۵ ـ ۳۱، ۵ ـ ۳۲، و یا ۵ ـ ۳۳ می‌باشد، تحت آزمایش خم قرار گیرد.

آزمونه طوری در روی پایه[۴۸] قرار می‌گیرد که شیار جوش درست در وسط آن قرار گیرد. سپس با اعمال فشار سنبه، آزمونه تحت خمش قرار می‌گیرد.

در آزمایش خمش رویه، آزمونه طوری قرار داده می‌شود که رویهٔ جوش به‌سمت شکاف باشد.

در آزمایش خمش ریشه، و آزمایش سلامت جوش گوشه، آزمونه طوری قرار داده می‌شود که ریشهٔ جوش به‌سمت شکاف باشد.

در آزمایش خمش جانبی، نمونه طوری قرار داده می‌شود که سطح جانبی به‌سمت شیار باشد. سنبه آنقدر بر روی آزمونه فشرده می‌شود تا نمونه به‌شکل U درآید. جوش و ناحیهٔ تحت تأثیر

---

۴۶ ـ Macroetch

۴۷ ـ Root, Face, and side bend speciments

۴۸ ـ Die

حرارت جوش، باید در مرکز خم قرار گرفته و کاملاً در ناحیهٔ خم‌شدهٔ نمونه قرار گیرند.

اگر برای آزمایش خم از فلکه[۴۹] استفاده شود (شکل ۵ ـ ۳۲)، در این‌صورت یک انتهای آزمونه باید کاملاً در فکین گیره محکم شود. آزمونه وقتی از فلکه خارج می‌شود که بازوی آزاد آن نسبت به‌وضعیت اولیه به‌اندازهٔ ۱۸۰ درجه دوران کرده باشد.

۵ ـ ۱۱ ـ ۴ ـ آزمایش کشش از مصالح جوش

آزمونهٔ تراش داده شده از مصالح خالص جوش که مطابق شکل ۵ ـ ۱۸ از شیار جوش به‌دست می‌آید، تحت آزمایش کشش قرار می‌گیرد*.

۵ ـ ۱۱ ـ ۵ ـ آزمایش غیرمخرب[۵۰]

آزمایشهای غیرمخرب پرتونگاری[۵۱] و فراصوت[۵۲]، باید مطابق قسمتهای ب و پ، از فصل ششم انجام شود.

۵ ـ ۱۲ پذیرش نتایج آزمایش

شرایط پذیرش نتایج آزمایشها به‌قرار زیر است:

۵ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ آزمایش کششی مقطع کاهش‌یافته

مقاومت کششی نباید از حداقل مقاومت کششی مقرر فلز پایه کمتر شود.

۵ ـ ۱۲ ـ ۲ ـ آزمایشهای خم ریشه، رویه و جانبی

سطح محدب خم نمونهٔ آزمایشی، باید برای ظهور هر نوع ترک مورد بازرسی عینی قرار گیرد. برای پذیرش طول و تعداد ترکها نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

(۱) ۳ میلیمتر در هر امتداد در سطح.

(۲) ۱۰ میلیمتر برای مجموع ترکهایی که طول آنها بین ۱ تا ۳ میلیمتر است.

---

۴۹ ـ Wraparound jig

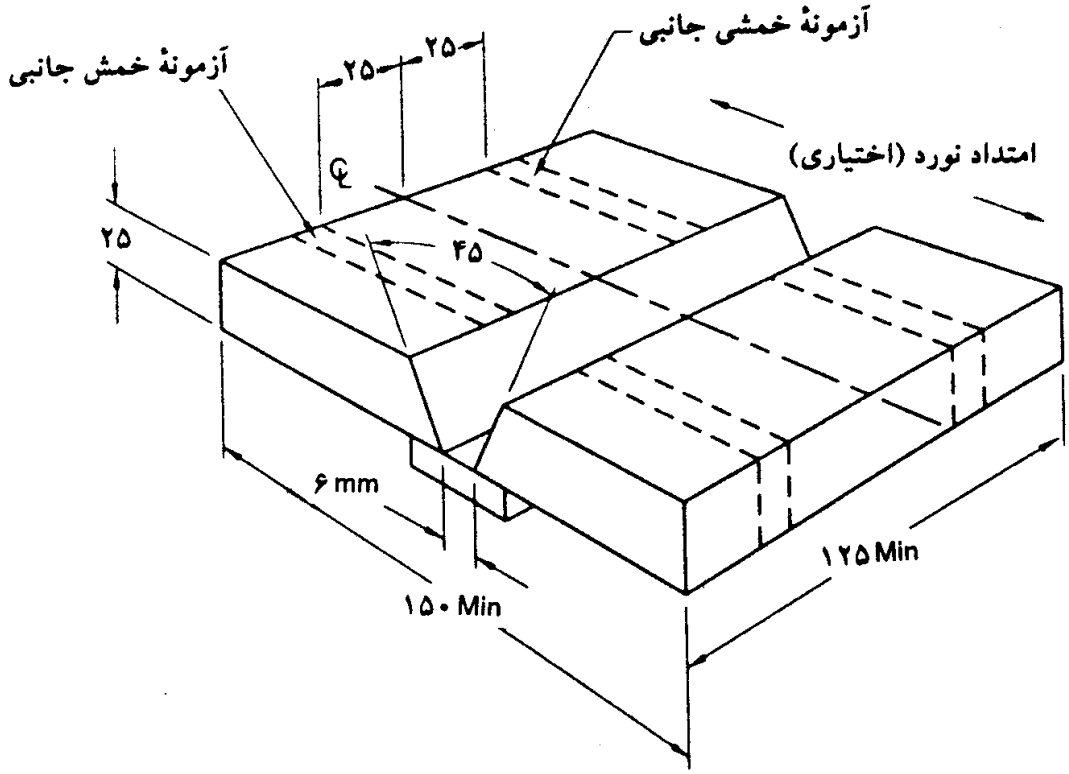
* آزمایش کشش باید طبق ضوابط یک استاندارد ملی انجام شود. درغیاب جنس استانداردی، می‌توان از استاندارد در زیر استفاده نمود:

ASTM 370– "Mechanical Testing of Steel Products"

۵۰ ـ Nondestructive Test (N.D.T)

۵۱ ـ Radiographic

۵۲ ـ Ultrasonic



تذکر:

۱ ـ وقتیکه از آزمایش پرتونگاری استفاده می‌شود، در منطقهٔ جوش نباید خال جوش وجود داشته باشد.

۲ ـ ضخامت تسمه پشت‌بند بین حداقل ۶ و حداکثر ۱۰ میلیمتر می‌باشد. اگر در هنگام آزمایش پرتونگاری نخواهیم آن را برداریم، عرض آن حداقل باید ۷۵ میلیمتر باشد. در غیراین‌صورت عرض حداقل آن ۲۵ میلیمتر است.

شکل ۵ ـ ۱۹ ـ ورق آزمایشی برای ضخامت نامحدود به‌منظور ارزیابی جوشکار (به‌بند ۵ ـ ۱۸ مراجعه شود).

(۳) ۶ میلیمتر برای ترکهای گوشه. اگر ترک گوشه به‌علت نفوذ گِل جوشکاری باشد، حداکثر ۳ میلیمتر ملاک عمل خواهد بود.

۵ ـ ۱۲ ـ ۳ ـ آزمایش حک

آزمایش عینی مقطع حک‌شده توسط اسید وقتی قابل پذیرش است که ضوابط زیر را برآورده نماید:

(۱) اندازهٔ نفوذ جوش شیاری باید به‌اندازهٔ پیش‌بینی‌شده باشد.

(۲) جوش گوشه باید تا ریشهٔ درز نفوذ کرده باشد، لیکن لازم نیست فراتر از آن نفوذ نماید.

(۳) حداقل اندازهٔ ساق جوش گوشه باید مساوی مقدار پیش‌بینی‌شده باشد.

(۴) جوشهای شیاری با نفوذ نسبی و جوش گوشه باید دارای شرایط زیر باشد:

(الف) بدون ترک

(ب) امتزاج بین فلزجوش و فلزپایه در فصل مشترک و امتزاج بین لایه‌های جوش

(پ) انطباق هندسهٔ جوش واقعی با هندسه جوش طرح با رواداریهای بند ۳ ـ ۶
(ت) عدم وجود بریدگی با عمق بیش از ۱ میلیمتر

۵ـ۱۲ـ۴ـ آزمایش کششی مصالح جوش (جوشکاری گازالکتریکی و سربارهٔ الکتریکی)

مشخصات مکانیکی نباید کمتر از مقادیر مندرج در بند ۴ ـ ۱۶ باشد.

۵ـ۱۲ـ۵ـ آزمایشهای غیرمخرب

برای پذیرش، نتایج آزمایشهای پرتونگاری و فراصوت باید منطبق بر ضوابط بندهای ۸ ـ ۱۵ و ۹ ـ ۲۵، برحسب مورد، باشند.

۵ـ۱۲ـ۶ـ بازرسیهای عینی ـ لوله‌ها و قوطیها

برای پذیرش، بازرسی عینی جوش لوله یا قوطی آزمایشی باید منطبق بر ضوابط زیر باشد:

(۱) جوش باید عاری از ترک باشد.

(۲) چالهٔ[۵۳] انتهایی جوش باید طبق مقطع کامل، با جوش پُر شوند.

(۳) سطح جوش باید همسطح فلز مبنا بوده و میزان گرده[۵۴] (تحدب جوش) نباید بزرگتر از ۳ میلیمتر و میزان بریدگی پای جوش[۵۵] نباید بزرگتر از ۱ میلیمتر باشد.

(۴) ریشهٔ جوش باید بازرسی‌شده و نباید آثاری از ترک، ذوب ناقص، یا نفوذ ناقص باشد. قدری تقعر[۵۶] در ریشهٔ جوش طبق محدودیتهای ارائه‌شده در زیر مجاز است، مشروط بر اینکه ضخامت جوش از فلز پایه بزرگتر باشد.

(۵) حداکثر تقعر سطح ریشه ۱/۵ میلیمتر و حداکثر ذوب عمقی[۵۷] ۳ میلیمتر می‌باشد. برای اتصالات T، Y، و K هرگونه ذوب عمقی مجاز بوده و دلیلی بر عدم پذیرش نمی‌باشد.

۵ـ۱۲ـ۷ـ بازرسی عینی ـ ورق

برای پذیرش قطعهٔ آزمایشی ساخته‌شده از ورق، باید ضوابط بند ۹ ـ ۲۵ ـ ۱ برآورده شود، با این استثناء که بریدگی پای جوش نباید از ۱ میلیمتر تجاوز نماید.

---

۵۳ ـ Crater
۵۴ ـ Weld reinforcement
۵۵ ـ Undercut
۵۶ ـ Concave
۵۷ ـ Melt–through

۵ـ۱۳ ثبت نتایج و گزارش

نتایج آزمایشها باید توسط سازنده به‌صورت گزارش در آمده و برای مراجعه در دسترس باشد.

۵ـ۱۴ آزمایش مجدد

اگر هر یک از آزمونه‌ها نتواند ضوابط ازمایش را برآورد نماید، دو آزمونهٔ جدید برای آزمایش مورد نظر از قطعهٔ آزمایشی تهیه شده و مورد آزمایش مجدد قرار می‌گیرد. برای پذیرش، نتایج هر دو آزمایش باید منطبق بر ضوابط آزمایش باشد. برای مصالح با ضخامت بیشتر از ۳۸ میلیمتر، در صورت شکست یک آزمونه، باید دو آزمونهٔ جدید از دو نقطهٔ مختلف قطعهٔ آزمایشی مورد آزمایش مجدد قرار گیرد.

قسمت پ: ارزیابی جوشکاران[۵۸]

۵ـ۱۵ کلیات[۵۹]

هدف آزمایشهای ارزیابی ارائه‌شده در این قسمت، تعیین توانایی جوشکاران برای تولید جوش سالم است. آزمایشهای ارزیابی به‌عنوان راهنمایی برای انجام عملیات جوشکاری در حین اجرای واقعی تهیه نشده‌اند. جوشکاری عملی باید طبق دستورالعمل جوشکاری انجام پذیرد.

۵ـ۱۶ ضوابط عمومی در ارزیابی جوشکاران

برای ارزیابی جوشکاران، قوانین زیر باید اعمال شوند:

۵ـ۱۶ـ۱ـ ارزیابی جوشکار براساس یک نوع فولاد مورد تأیید این آیین‌نامه، مؤید ارزیابی جوشکاران و خال‌جوشکاران برای سایر انواع فولاد مورد تأیید نیز می‌باشد.

۵ـ۱۶ـ۲ـ ارزیابی برای هر روش جوشکاری، باید به‌صورت مجزا انجام پذیرد.

۵ـ۱۶ـ۳ـ در صورتیکه جوشکار برای یکی از الکترودهای هر یک از گروههای F1 تا F4 مورد

---

۵۸ ـ Welder qualification

۵۹ ـ Approved procedures

ارزیابی قرار گیرد، مؤید ارزیابی برای سایر الکترودهای آن گروه و همچنین الکترودهای کم‌مقاومت‌تر از آن خواهد بود.

گروه	طبقهٔ الکترود طبق AWS
F4	EXX15 ، EXX16 ، EXX18 ، EXX15-X EXX16-X ، EXX18-X
F3	EXX10 ، EXX11 ، EXX10-X ، EXX11-X
F2	EXX12 ، EXX13 ، EXX14 ، EXX13-X
F1	EXX20 ، EXX24 ، EXX27 ، EXX28 EXX20-X ، EXX27-X

نماد XX مبین تراز مقاومتی ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ کیلوپوند بر اینچ‌مربع می‌باشد.

۵-۱۶-۴- ارزیابی جوشکار توسط یک الکترود استاندارد (تأییدشده) با روکشی با ترکیب متوسط، مؤید ارزیابی برای هر الکترود استاندارد دیگر با روکشی با ترکیبات متوسط می‌باشد، به‌استثنای GMAW-S.

۵-۱۶-۵- تغییر وضعیت جوشکاری به‌وضعیتی که جوشکار برای آن ارزیابی نشده است، نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

۵-۱۶-۶- تغییر در گروه ضخامتی لوله‌ها (طبق جدول ۵ ـ ۶) نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

۵-۱۶-۷- وقتیکه ورق در وضعیت قائم قرار دارد، یا لوله و قوطی در وضعیتهای 5G و 6G قرار دارند، تغییر در جهت جوشکاری[۶۰] نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

۵-۱۶-۸- حذف پشت‌بند در جوش شیاری با نفوذ کامل، نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

۵-۱۶-۹- تغییر در ضخامت فلز پایه (طبق گروه‌بندی جدول ۵ ـ ۶)، نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

---

۶۰ ـ Direction of welding

۵ـ۱۶ـ۱۰ـ در ارزیابی جوشکار با جوش قوسی با الکترود تنگستن تحت حفاظ گاز، هرگونه حذف و یا اضافه کردن مواد مصرف شدنی[۶۱]، نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

۵ـ۱۷ آزمایشهای ارزیابی جوشکاران

۵ـ۱۷ـ۱ـ ورق و نیمرخهای نوردشده

۵ـ۱۷ـ۱ـ۱ـ آزمایشهای ارزیابی جوشکاران برای جوشکاری دستی[۶۲] و جوشکاری نیمه‌اتوماتیک به‌شرح زیر می‌باشد:

(۱) آزمایش ارزیابی جوش شیاری برای ورق با ضخامت نامحدود طبق بند ۵ـ۱۸.

(۲) آزمایش ارزیابی جوش شیاری برای ورق با ضخامت محدود طبق بند ۵ـ۱۹.

(۳) آزمایش ارزیابی جوش گوشه (فقط برای جوش گوشه) طبق بند ۵ـ۲۲ـ۱ـ۱.

(۴) آزمایش ارزیابی جوش انگشتانه (فقط برای جوش انگشتانه) طبق بند ۵ـ۲۲ـ۲.

۵ـ۱۷ـ۱ـ۲ـ ***ارزیابی جوشکار به‌وسیلهٔ آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری برای ورق و نیمرخهای ساختمانی***

جوشکار را می‌توان با جوشکاری قطعهٔ آزمایشی برای ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (طبق بند ۵ـ۱۰ـ۱) با شرط برآورده نمودن ضوابط بند ۵ـ۱۲، مورد ارزیابی قرار داد. به‌موجب آن، جوشکار برای جوش ورق (یا قوطی طبق محدودیتهای جدول ۵ـ۵) با روش و وضعیت مندرج در دستورالعمل جوشکاری، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ضخامت ارزیابی‌شده طبق گروه‌بندی جدول ۵ـ۶ـ۱ می‌باشد.

۵ـ۱۷ـ۲ـ لوله یا قوطی

۵ـ۱۷ـ۲ـ۱ـ آزمایش ارزیابی جوشکار برای جوشکاری دستی و یا نیمه‌اتوماتیک باید به‌صورت زیر باشد:

(۱) آزمایش ارزیابی جوش شیاری برای درز لب‌به‌لب لوله و قوطی طبق بند ۵ـ۲۰.

(۲) آزمایش ارزیابی جوش شیاری برای اتصال T، Y و K در لوله‌ها و قوطیها طبق بند ۵ـ۲۱ـ۱.

(۳) آزمایش ارزیابی جوش شیاری برای درز لب‌به‌لب در اتصال قوطی بر روی ورق طبق بند ۵ـ۱۸ و ۵ـ۱۹.

۶۱ـ Consumable insert

۶۲ـ Manual

(۴) آزمایش ارزیابی جوش گوشه برای جوشهای گوشه طبق بند ۵ ـ ۲۲ ـ ۱ ـ ۲.

۵ ـ ۱۷ ـ ۲ ـ ۲ ـ *ارزیابی جوشکار به‌وسیلهٔ آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (لوله‌ها)*

جوشکار را می‌توان با جوشکاری قابل پذیرش یک قطعهٔ لولهٔ آزمایشی (بدون پشت‌بند) طبق بند ۵ ـ ۱۰ ـ ۱ با شرط برآورده نمودن ضوابط بند ۵ ـ ۱۲، مورد ارزیابی قرار داد. به‌موجب آن، جوشکار برای جوش لوله یا قوطی با روش و وضعیت مندرج در دستورالعمل جوشکاری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین جوشکار برای جوش کام طبق روش و وضعیت مورد آزمایش، ارزیابی می‌شود. قطر و ضخامت ارزیابی‌شده، طبق گروه‌بندی جدول ۵ ـ ۶ ـ ۲ می‌باشد.

۵ ـ ۱۸ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در ورق با ضخامت نامحدود

جزییات درز باید به‌شرح زیر باشد (شکل ۵ ـ ۱۹).

- ضخامت ورق ۲۵ میلیمتر
- جوش شیاری تمام جناغی یک‌طرفه (V) با زاویهٔ شیار ۴۵ درجه
- فاصلهٔ ریشه ۶ میلیمتر با پشت‌بند

برای ارزیابی در وضعیت افقی، جزییات درز، به‌انتخاب سازنده، می‌تواند به‌صورت زیر نیز باشد:

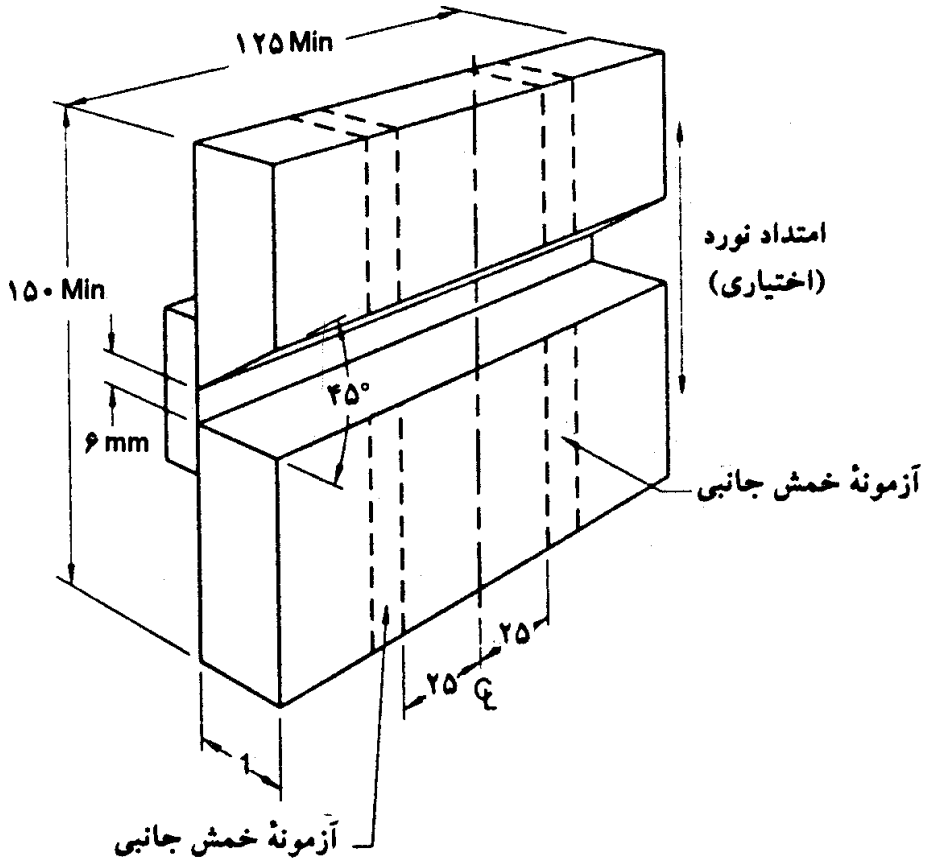
- جوش شیاری نیم‌جناغی یک‌طرفه (V) با زاویهٔ شیار ۴۵ درجه.
- فاصلهٔ ریشه ۶ میلیمتر با پشت‌بند (شکل ۵ ـ ۲۰).
- در صورتیکه از آزمایش پرتونگاری بدون حذف پشت‌بند استفاده شود، مقطع پشت‌بند باید با ضخامت ۶ تا ۱۰ میلیمتر با عرض ۷۵ میلیمتر باشد.
- برای آزمایش مکانیکی و یا آزمایش پرتونگاری بعد از حذف تسمهٔ پشت‌بند، مقطع تسمهٔ پشت‌بند باید با ضخامت ۶ تا ۱۰ میلیمتر و عرض حداقل ۲۵ میلیمتر باشد.

حداقل طول جوش شیاری ۱۳۰ میلیمتر است.

۵ ـ ۱۹ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در ورق با ضخامت محدود

جزییات درز باید به‌شرح زیر باشد (شکل ۵ ـ ۲۱):

- ضخامت ورق ۱۰ میلیمتر.
- جوش شیاری تمام‌جناغی یکطرفه (V) با زاویهٔ شیار ۴۵ درجه.
- فاصلهٔ ریشه ۶ میلیمتر با پشت‌بند.



تذکر:

۱ ـ وقتیکه از آزمایش پرتونگاری استفاده می‌شود، در منطقهٔ آزمایش نباید خال‌جوش وجود داشته باشد.

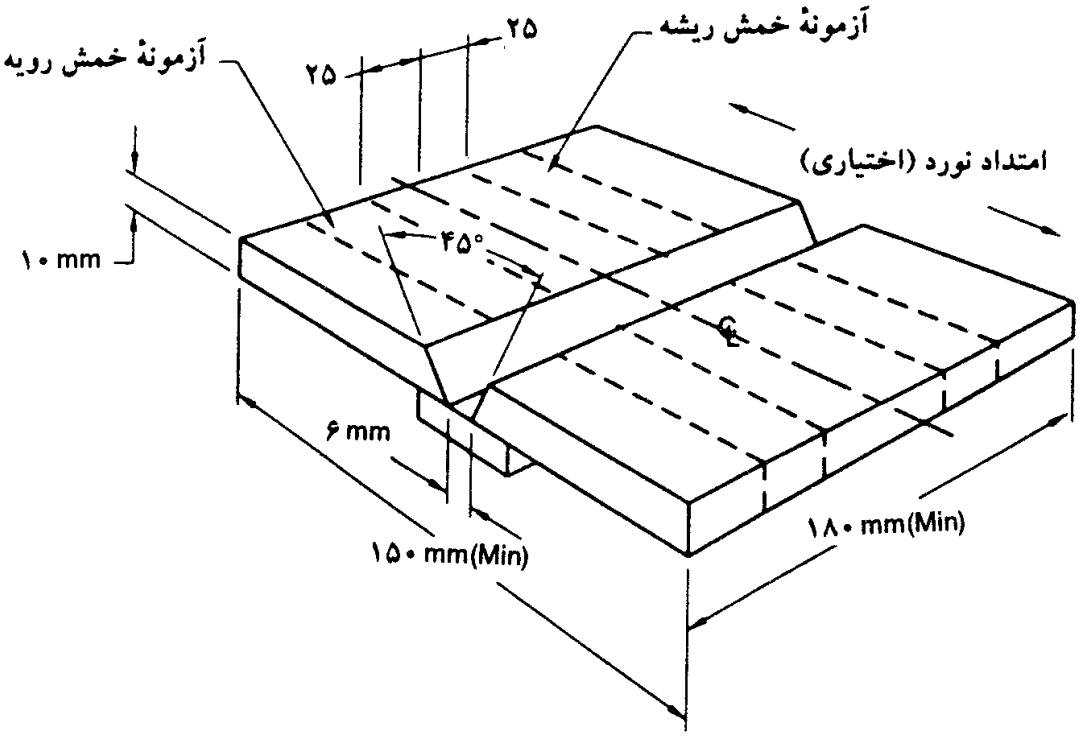
۲ ـ حداقل ضخامت پشت‌بند مساوی ۶ و حداکثر آن ۱۰ میلیمتر است. اگر برای آزمایش پرتونگاری، پشت‌بند برداشته نشود، حداقل عرض آن ۷۵ و اگر برداشته شود، حداقل عرض آن ۲۵ میلیمتر می‌باشد.

شکل ۵ ـ ۲۰ ـ ورق آزمایشی برای ضخامت نامحدود به‌منظور ارزیابی جوشکاران در وضعیت افقی (بند ۵ ـ ۱۸).

برای ارزیابی در وضعیت افقی، جزییات درز، به‌انتخاب سازنده، می‌تواند به‌صورت زیر باشد.

- جوش شیاری نیم‌جناغی V با زاویهٔ شیار ۴۵ درجه.
- فاصلهٔ ریشه ۶ میلیمتر با پشت‌بند (شکل ۵ ـ ۲۲).
- در صورتیکه از آزمایش پرتونگاری بدون حذف تسمهٔ پشت‌بند استفاده شود، مقطع پشت‌بند باید با ضخامت ۶ تا ۱۰ میلیمتر و عرض ۷۵ میلیمتر باشد.
- برای آزمایش مکانیکی و یا آزمایش پرتونگاری بعد از حذف پشت‌بند، مقطع پشت‌بند باید با ضخامت ۶ تا ۱۰ میلیمتر و عرض ۲۵ میلیمتر باشد.

حداقل طول جوش شیاری ۱۳۰ میلیمتر می‌باشد.



تذکر:

۱ ـ وقتیکه از آزمایش پرتونگاری استفاده می‌شود، در منطقهٔ آزمایش نباید خال‌جوش وجود داشته باشد.

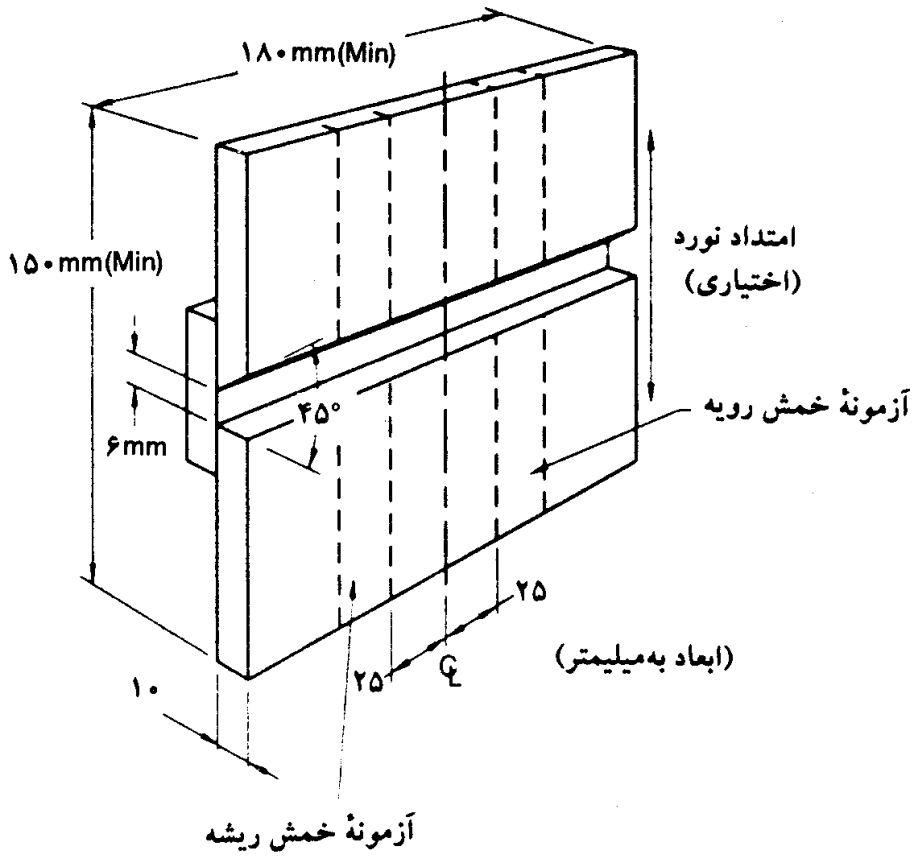
۲ ـ حداقل ضخامت پشت‌بند مساوی ۶ و حداکثر آن ۱۰ میلیمتر است. اگر برای آزمایش پرتونگاری، پشت‌بند برداشته نشود، حداقل عرض آن ۷۵ و اگر برداشته شود، حداقل عرض آن ۲۵ میلیمتر می‌باشد.

شکل ۵ ـ ۲۱ ـ ورق آزمایشی با ضخامت محدود به‌منظور ارزیابی جوشکاران در وضعیت تخت (بند ۵ ـ ۱۹).

۵ ـ ۲۰ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در اتصالات لب به‌لب در لوله‌ها و قوطیها

مطابق اشکال ۵ ـ ۲۳ و ۵ ـ ۲۴ جزییات درز باید به‌صورت جزییات نشان داده شده در آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری و یا به‌صورت زیر باشد:

- قطر و ضخامت لوله طبق نیاز
- جوش شیاری تمام جناغی یکطرفه (V) با زاویهٔ شیار ۶۰ درجه
- فاصله و ضخامت ریشه مساوی ۳ میلیمتر بدون پشت‌بند (شکل ۵ ـ ۲۳)
- یا دهانهٔ ریشهٔ مناسب با پشت‌بند (شکل ۵ ـ ۲۴)

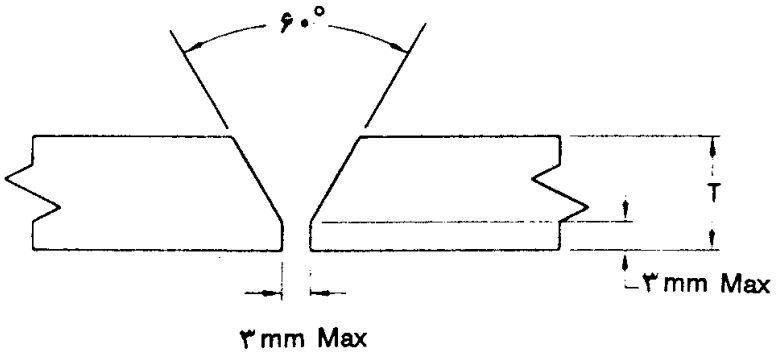


تذکر:

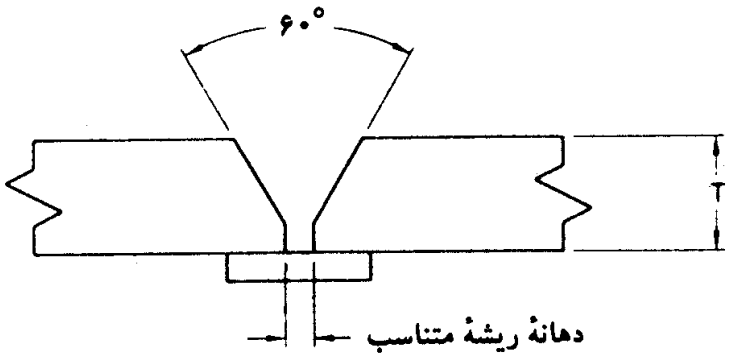
۱ ـ وقتیکه از آزمایش پرتونگاری استفاده می‌شود، در منطقهٔ آزمایش نباید خال‌جوش وجود داشته باشد.

۲ ـ حداقل ضخامت پشت‌بند مساوی ۶ و حداکثر آن ۱۰ میلیمتر است. اگر برای آزمایش پرتونگاری، تسمهٔ پشت‌بند برداشته نشود، حداقل عرض آن ۷۵ و اگر برداشته شود، حداقل عرض آن ۲۵ میلیمتر است.

شکل ۵ ـ ۲۲ ـ ورق آزمایشی با ضخامت محدود به‌منظور ارزیابی جوشکاران در وضعیت افقی (بند ۵ ـ ۱۹).



شکل ۵ ـ ۲۳ ـ جوش لب‌به‌لب لوله بدون پشت‌بند به‌منظور ارزیابی جوشکاران (بند ۵ ـ ۲۰).



شکل ۵ ـ ۲۴ ـ جوش لب‌به‌لب لوله با تسمهٔ پشت‌بند به‌منظور ارزیابی جوشکاران (بند ۵ ـ ۲۰).

۵ ـ ۲۱ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش شیاری در اتصالات T، Y و K در لوله‌ها و قوطیها

۵ ـ ۲۱ ـ ۱ ـ جزییات درز باید به‌صورت زیر باشد (شکل ۵ ـ ۲۵):

- برای لوله‌ها با ضخامت جدار حداقل ۱۳ میلیمتر، جوش شیاری نیم‌جناغی با زاویهٔ شیار ۳۷/۵ درجه. ضخامت لوله با انتهای ساده، حداقل باید ۵ میلیمتر بزرگتر از ضخامت لولهٔ پخ زده شده باشد.
- حداکثر ضخامت ریشه ۱/۵ میلیمتر و فاصلهٔ ریشه ۳ میلیمتر.

در لوله با ضخامت بزرگتر، باید حلقه مقیدکننده[۶۳]، به‌فاصلهٔ حداکثر ۱۳ میلیمتر در لبهٔ درز قرار داده شود. پهنای حلقه، حداقل باید ۱۵۰ میلیمتر باشد (شکل ۵ ـ ۲۵).

نمونهٔ آزمایشی برای خمش جانبی باید به‌صورت شکل ۵ ـ ۳۰ گرفته و ماشین‌کاری شود تا به‌شکل استاندارد درآید.

۵ ـ ۲۱ ـ ۲ ـ آزمایش حک جوش گوشه برای قوطیها

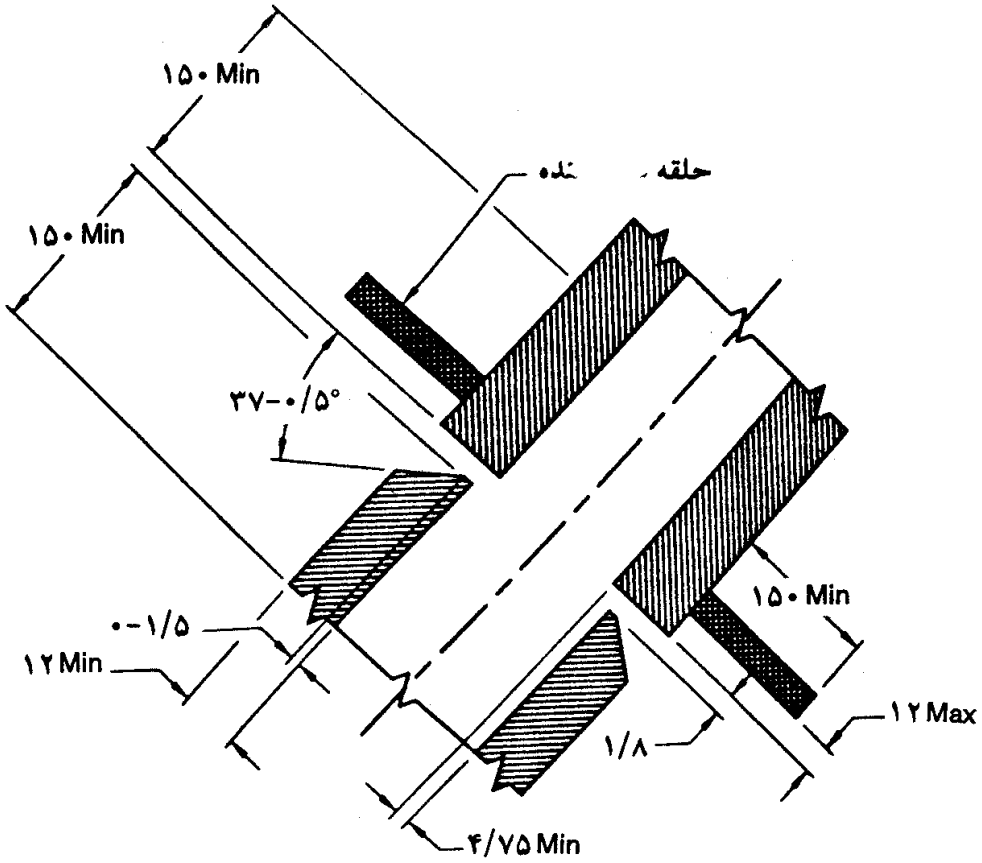
مطابق اشکال ۵ ـ ۲۶ جزییات درز باید به‌صورت زیر باشد:

- برای لوله‌ها با ضخامت جدارحداقل ۱۰ میلیمتر، جوش شیاری نیم‌جناغی بازاویهٔ‌شیار۳۷/۵درجه.
- حداکثر ضخامت ریشه ۱/۵ میلیمتر و فاصلهٔ ریشه ۳ میلیمتر.
- این لوله باید به‌ورقی با ضخامت حداقل ۱۳ میلیمتر که به‌اندازهٔ ۱۵۰ میلیمتر بزرگتر از قطر لوله می‌باشد، جوش شود.

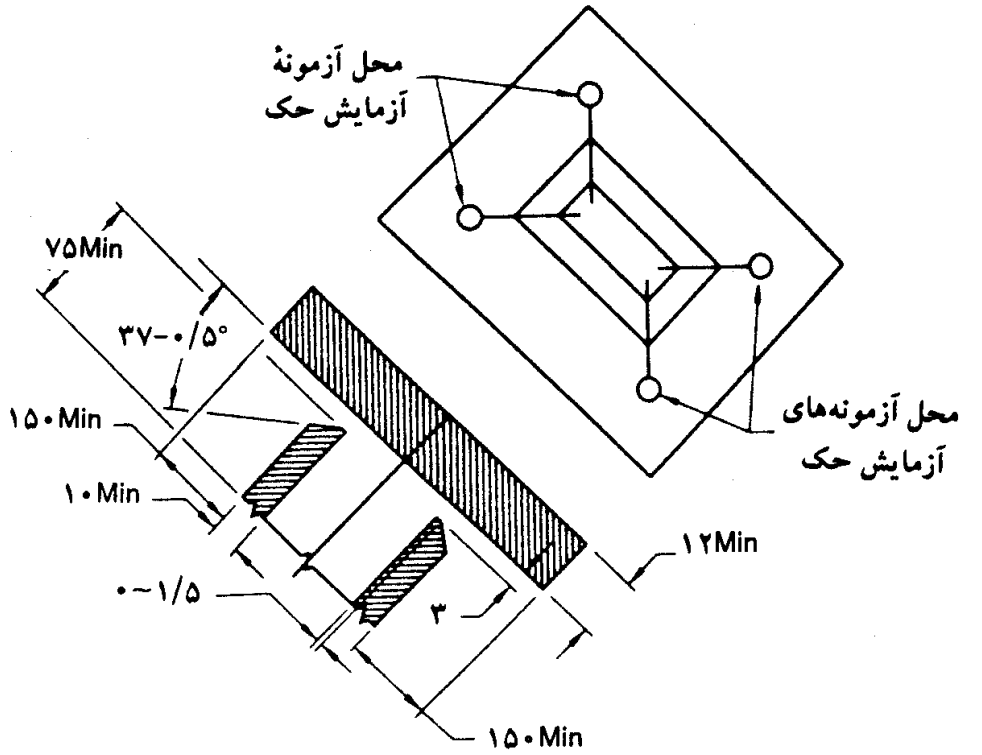
مطابق شکل ۵ ـ ۲۶، از چهار گوشهٔ این جوش، چهار مقطع برای آزمایش حک انتخاب می‌شود.

---

۶۳ ـ Restriction ring



شکل ۵ ـ ۲۵ ـ درز آزمایشی برای اتصالات T، Y و K برای لوله‌ها یا قوطیها به‌منظور ارزیابی جوشکاران یا دستورالعمل جوشکاری.



شکل ۵ ـ ۲۶ ـ آزمونه‌های آزمایش حک جوش گوشه برای اتصالات T، Y و K در قوطیها برای جوش شیاری با نفوذ کامل به‌منظور ارزیابی جوشکار یا دستورالعمل جوشکاری.

۵ـ۲۲ آزمایش ارزیابی برای انجام جوش گوشه و جوش انگشتانه

۵ـ۲۲ـ۱ـ آزمایش ارزیابی جوش گوشه

۵ـ۲۲ـ۱ـ۱ـ *ورق و نیمرخهای ساختمانی*

دستورات زیر فقط اختصاص به‌آزمایشهای ارزیابی جوشکار برای انجام جوش گوشه دارند:

(۱) برای جوشهای گوشه که بین دو سطح با زاویهٔ ψ کمتر از ۶۰ درجه داده می‌شوند، جوشکار باید اقدام به‌جوشکاری شیاری بین ورقهای آزمایشی طبق بندهای ۵ـ۱۸ و ۵ـ۱۹ نماید. این ارزیابی برای ورقها با زاویه ψ مساوی یا بزرگتر از ۶۰ درجه نیز معتبر است.

(۲) برای ورقها با زاویهٔ ψ مساوی یا بزرگتر از ۶۰ درجه، ولی نه بزرگتر از ۱۳۵ درجه، جوشکار باید یک ورق آزمایشی مطابق یکی از انتخابهای زیر (به‌اختیار سازنده) انجام دهد:

(الف) انتخاب ۱. جوشکاری قطعهٔ آزمایشی T مطابق شکل ۵ـ۲۷.

(ب) انتخاب ۲. جوشکاری ورق آزمایش سلامت مطابق شکل ۵ـ۲۸.

۵ـ۲۲ـ۱ـ۲ـ *لوله‌ها و قوطیها*

دستورات زیر فقط اختصاص به‌آزمایشهای ارزیابی جوشکار برای انجام جوش گوشه دارند:

(۱) برای جوش گوشه در اتصالات T، Y و یا K که زاویهٔ بین اعضای کوچکتر از ۶۰ درجه است، آزمایشهای ارزیابی طبق بند ۵ـ۲۰ برای وضعیتهای 6G یا 2G+5G لازم است. برای اتصالات قوطی، آزمون باید مطابق بند ۵ـ۲۰ برای وضعیت‌های 6G یا 2G+5G (با استفاده از لوله یا قوطی) یا مطابق بند ۵ـ۱۸ یا ۵ـ۱۹ برای وضعیتهای 3G+4G باشد. این ارزیابی برای اتصالاتی با زاویهٔ صفحه‌ای ψ مساوی ۶۰ درجه و بزرگتر نیز صادق می‌باشد.

(۲) برای اتصالات T، Y و K با زاویهٔ ψ مساوی یا بزرگتر از ۶۰ درجه، جوشکار باید ورقهای آزمایشی را در وضعیتهای 3F و 4F طبق انتخاب ۱ یا ۲، (بسته به‌اختیار پیمانکار)، مطابق زیر جوش دهد:

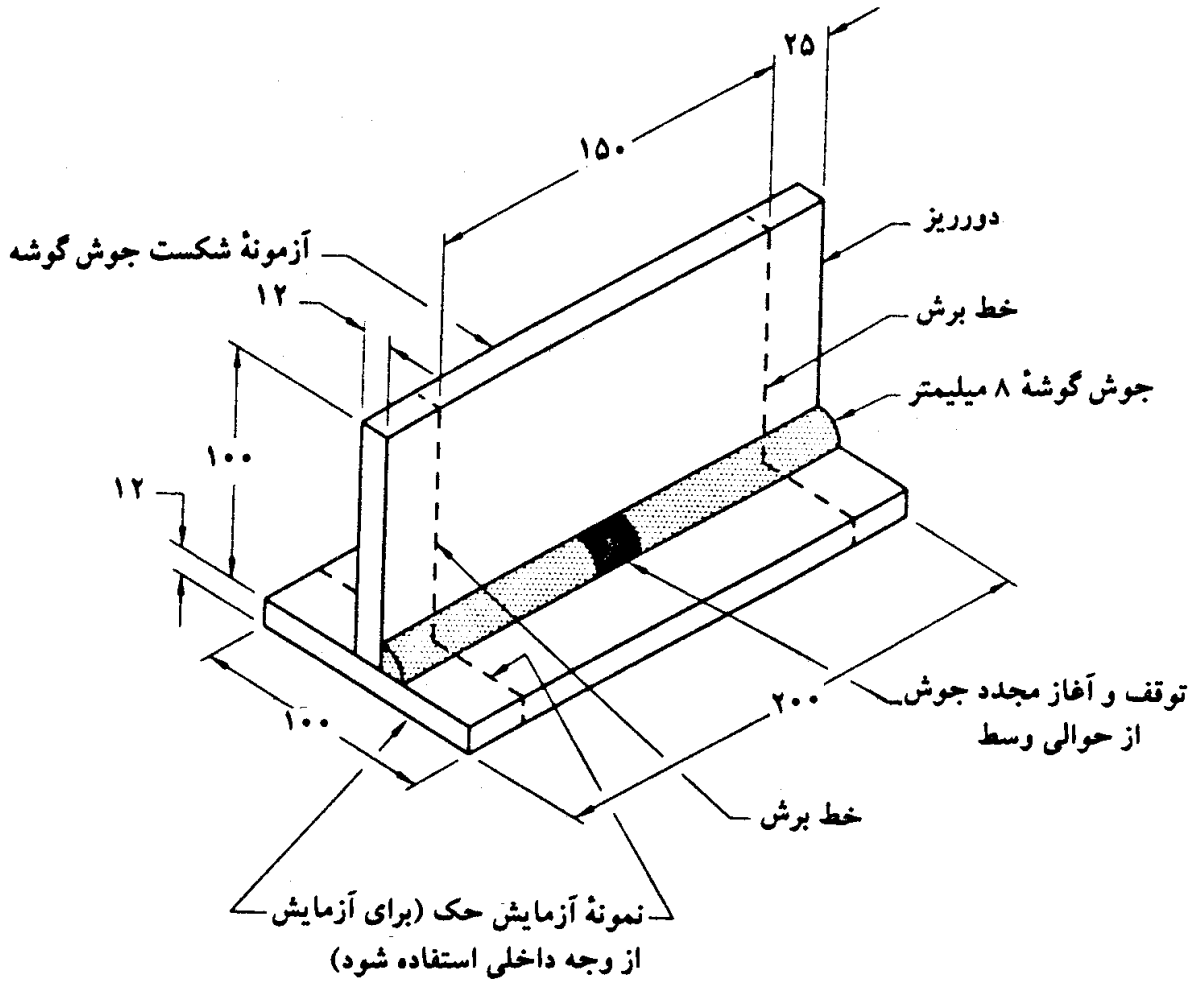
(الف) انتخاب ۱. جوشکاری قطعهٔ آزمایشی T طبق شکل ۵ـ۲۷.

(ب) انتخاب ۲. جوشکاری ورق آزمایشی سلامت مطابق شکل ۵ـ۲۸.

(۳) برای جوش گوشه در اتصالاتی غیر از T، Y و K، آزمون ارزیابی باید مطابق شکل ۵ـ۱۷، جزییات A یا B باشد.

۵ـ۲۲ـ۲ـ آزمایش ارزیابی جوش انگشتانه

مطابق شکل ۵ـ۲۹، اتصال متشکل از سوراخی به‌قطر ۲۰ میلیمتر در ورقی به‌ضخامت ۱۰ میلیمتر با ورق پشت‌بندی با ضخامت حداقل ۱۰ میلیمتر می‌باشد.



تذکر:

۱ ـ ضخامت ورق و ابعاد، حداقل می‌باشد.

۲ ـ از یکی از دو انتها می‌توان برای آزمایش حک استفاده نمود. انتهای دیگر دور ریخته می‌شود.

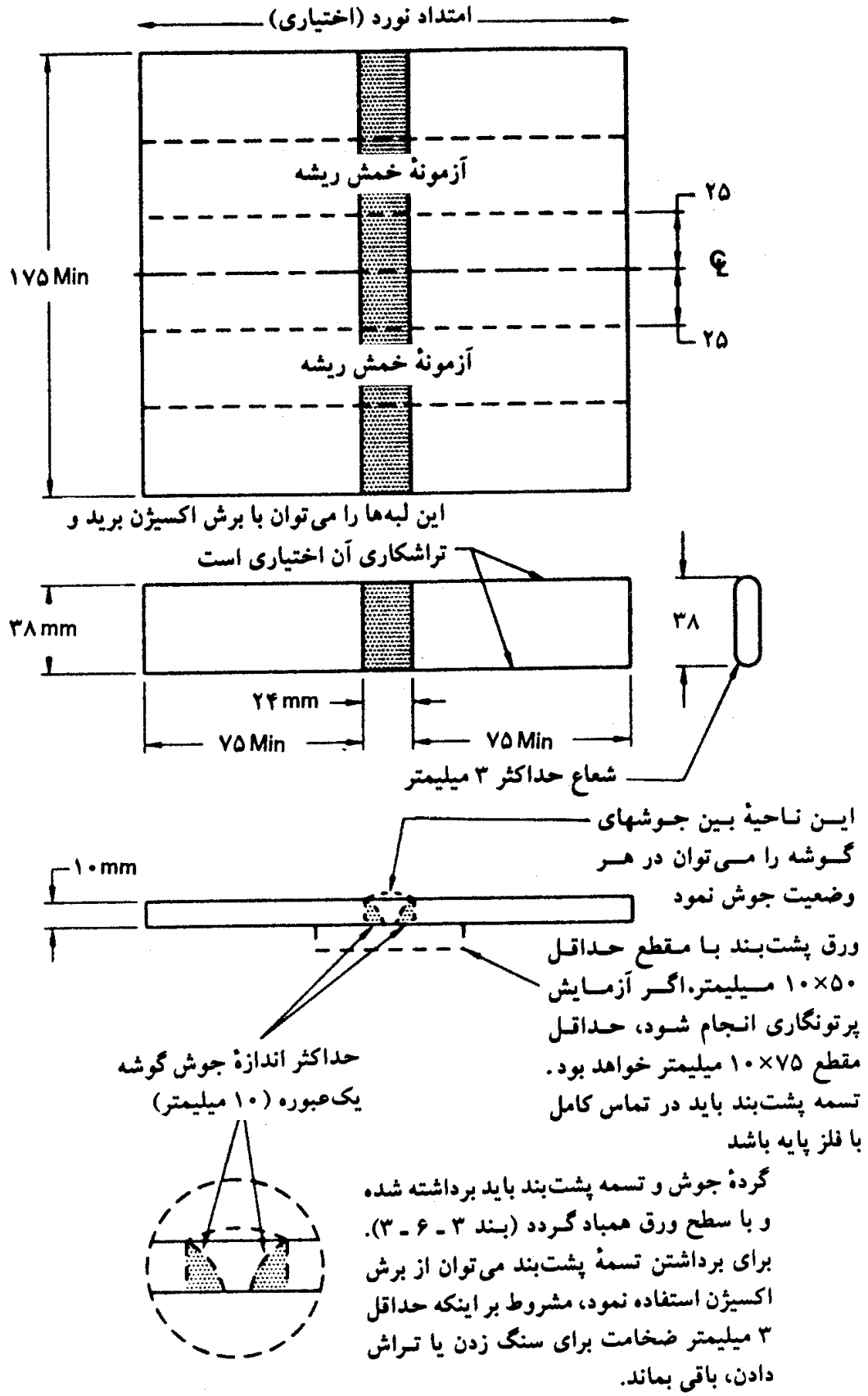
شکل ۵ ـ ۲۷ ـ آزمایش شکست جوش‌گوشه و آزمایش حک به‌منظور ارزیابی جوشکار انتخاب اول (بند ۵ ـ ۲۲ ـ ۱ ـ ۱).

۵ ـ ۲۳ وضعیت جوشهای آزمایشی

در جدول ۵ ـ ۵، برحسب نوع درز و وضعیت جوشکاری مورد استفاده در عمل نوع آزمایش، نوع جوش، و وضعیت جوشکاری برای ارزیابی جوشکار ارائه شده است.

۵ ـ ۲۴ فلز پایه

فلز پایه باید منطبق بر بند ۱۰ ـ ۲ یا مشخصات ارائه‌شده در دستورالعمل جوشکاری باشد.



شکل ۵ ـ ۲۸ ـ ورق آزمایشی برای خمش ریشهٔ جوش گوشه به‌منظور ارزیابی جوشکاران انتخاب ۲ (بند ۵ ـ ۲۲ ـ ۱ ـ ۱).

جدول ۵ ـ ۵ ـ وضعیتهای جوشکاری برای ارزیابی جوشکاران برای جوشکاری ورق، لوله، و قوطی (بند ۵ ـ ۲۳)

	آزمایش ارزیابی		ورق			لوله					قوطی				
			شیاری	شیاری	گوشه	شیاری لب به‌لب		شیاری T-, Y-, K-		گوشه	شیاری لب به‌لب		شیاری T-, Y-, K-		گوشه
	نوع جوش	وضعیت[۲]	CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP	
ورق	شیاری[۳]	1G 2G 3G 4G 3G+4G	F F, H F, H, V F, OH تمام	F F, H F, H, V F, OH تمام	F, H F, H F, H, V F, H, OH تمام تذکر ۹	F F, H F, H, V F, OH تمام تذکر ۴	F F, H F, H, V F, OH تمام تذکر ۴		F F, H F, H, V F, OH تمام تذکر ۴ و ۶	F, H F, H F, H, V F, H, OH تمام تذکر ۹	F F, H F, H, V F, OH تمام تذکر ۵	F F, H F, H, V F, OH تمام		F F, H F, H, V F, OH تمام تذکر ۶	F, H F, H F, H, V F, H, OH تمام تذکر ۹
	گوشه	1F 2F 3F 4F 3F+4F			F F, H F, H, V F, H, OH تمام تذکر ۹					F F, H F, H, V F, H, OH تمام تذکر ۹					F F, H F, H, V F, H, OH تمام تذکر ۹
	انگشتانه	جوش انگشتانه فقط برای وضعیت آزمایشی ارزیابی می‌شود (۵ ـ ۲۲ ـ ۲)													
قوطی یا لوله	شیاری[۳] (قوطی یا لوله)	دورانی 1F 2G 5G 6G 2G+5G تذکر ۱۰	F F, H F, V, OH تمام تمام	F F, H F, V, OH تمام تمام	F, H F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۹	F F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۷	F F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۷		F F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۶ و ۷	F, H F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۹	F F, H F, V, OH تمام تمام	F F, H F, V, OH تمام تمام		F F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۶	F, H F, H F, V, OH تمام تمام تذکر ۹
		6GR شکل ۵ـ۲۵	تمام	تمام	تمام تذکر ۹	تمام تذکر ۵ و ۷	تمام تذکر ۷	تمام تذکر ۶ و ۷	تمام تذکر ۶ و ۷	تمام تذکر ۹	تمام تذکر ۵	تمام		تمام تذکر ۶	تمام تذکر ۹
		6GR شکل ۵ـ۲۵ و ۵ ـ ۲۶	تمام	تمام	تمام تذکر ۹	تمام تذکر ۵ و ۷	تمام تذکر ۷	تمام تذکر ۶ و ۷	تمام تذکر ۶ و ۷	تمام تذکر ۹	تمام تذکر ۵	تمام	تمام تذکر ۶ و ۸	تمام تذکر ۶	تمام تذکر ۹
	گوشه (لوله)	دورانی 1F دورانی 2F 2F 4F 5F			F F, H F, H F, H, OH تمام تذکر ۹					F F, H F, H F, H, OH تمام تذکر ۹					F F, H F, H F, H, OH تمام تذکر ۹

CJP= جوش شیاری با نفوذ کامل

PJP= جوش شیاری با نفوذ ناقص

توجه: تذکرات نوشته شده در گوشهٔ ستون، برای تمام آن ستون استفاده می‌شوند.

۱ - برای ارزیابی اپراتورهای جوشکاری به‌کار نمی‌رود.

۲ - به‌اشکال ۵ - ۳، ۵ - ۴، ۵ - ۵، و ۵ - ۶ مراجعه شود.

۳ - ارزیابی جوش شیاری مؤید ارزیابی جوش کام برای وضعیت مربوطه می‌باشد.

۴ - فقط برای ارزیابی لوله‌ها با قطر بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر با تسمهٔ پشت‌بند با شیارزنی از پشت.

۵ - برای جوشهای یکطرفه بدون تسمهٔ پشت‌بند و دوطرفهٔ بدون شیارزنی ریشه، قابل ارزیابی نیست.

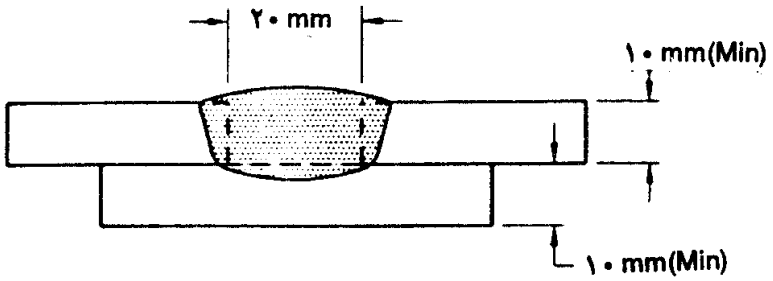
۶ - برای جوشها با زاویهٔ کوچکتر از ۳۰ درجه ارزیابی انجام نمی‌شود (بند ۱۰ - ۱۲ - ۳۲).

۷ - ارزیابی مقطع قوطی، (شکل ۵ - ۲۵)، جوشکاری لوله‌ها با قطر بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر را ارزیابی می‌کند.

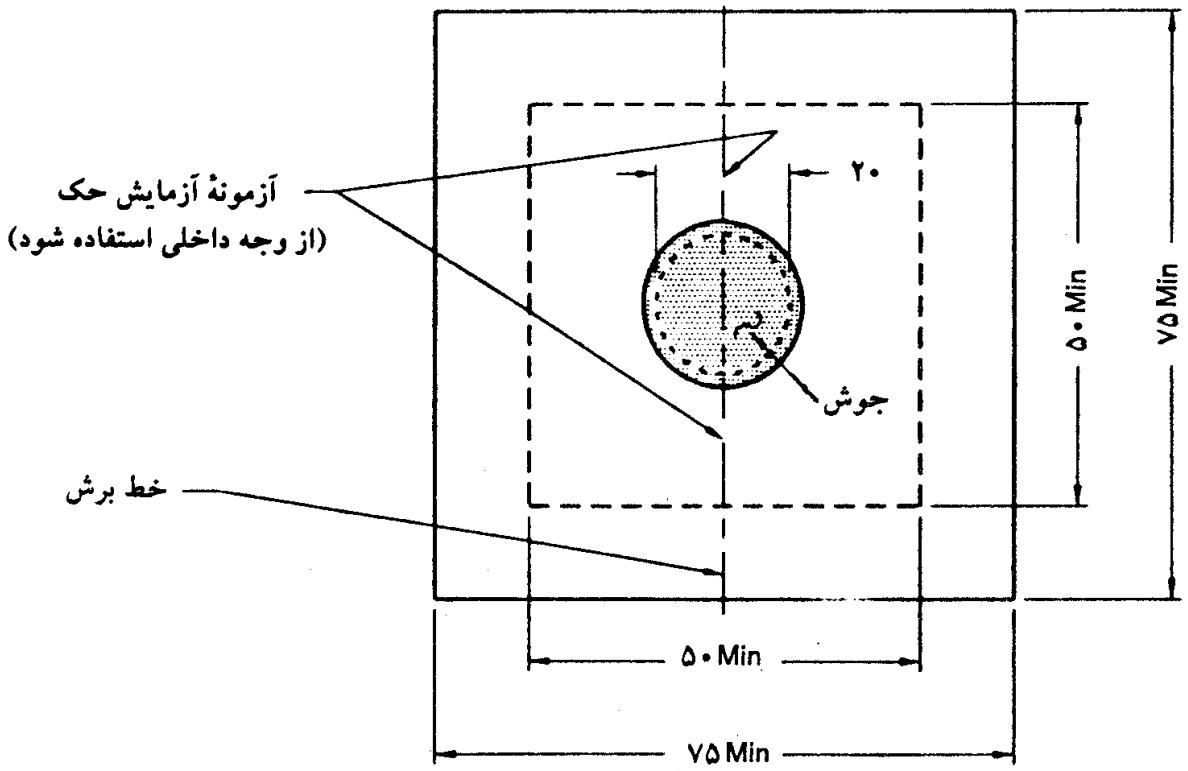
۸ - برای ارزیابی وضعیت 6GR، نمونهٔ قوطی یا لوله لازم است (شکل ۵ - ۲۵). اگر مقطع قوطی استفاده شود، آزمایش حک گوشه طبق شکل ۵ - ۲۶ لازم است.

۹ - برای محدودیت زاویهٔ بین اعضا به‌بند ۵ - ۲۲ - ۱ مراجعه شود.

۱۰ - برای ارزیابی جوشهای بدون تسمهٔ پشت‌بند و یا شیارزنی ریشه،جزییات شکل ۵ - ۲۳ لازم است. برای ارزیابی جوشهای با تسمه و شیارزنی، هریک از اشکال ۵ - ۲۳ و ۵ - ۲۴ قابل استفاده است.



آزمونهٔ آزمایش حک



ورق آزمایشی جوش انگشتانه
(آزمایش حک در وجوه داخلی)

شکل ۵ ـ ۲۹ ـ ورق آزمایشی جوش انگشتانه برای آزمایش حک به‌منظور ارزیابی جوشکاران (بند ۵ ـ ۲۲ ـ ۲).

۵ ـ ۲۵ دستورالعمل جوشکاری درز

۵ ـ ۲۵ ـ ۱ ـ جوشکار باید بتواند ضوابط مربوط به‌دستورالعمل جوشکاری یک درز پیش‌ارزیابی‌شده یا ارزیابی‌شده را با استفاده از جزییات ۵ ـ ۱۸، ۵ ـ ۱۹، ۵ ـ ۲۰، ۵ ـ ۲۱ یا ۵ ـ ۲۲ (برحسب مورد) برآورده نماید.

۵ ـ ۲۵ ـ ۲ ـ عملیات تمیزکاری جوش آزمایشی باید با همان وضعیت ارزیابی‌شدهٔ جوش انجام شود.

۵-۲۶ ورق آزمایشی و آزمونه‌ها: تعداد، نوع، و آماده‌سازی

۵-۲۶-۱- در جدول ۵-۶ نوع و تعداد ورقهای آزمایشی و آزمونه‌ها که برای ارزیابی جوشکار با استفاده از آزمونهای مکانیکی لازم است، ارائه شده است. در این جدول ضخامت ورقها، قوطیها و لوله‌های آزمایشی نیز ارائه شده است. در غیاب وسایل آزمایش مکانیکی، برحسب انتخاب پیمانکار، آزمایش پرتونگاری نیز امکان‌پذیر است.

۵-۲۶-۲- آزمونه‌های آزمایش خم هدایت‌شده[۶۴] از برش قطعات آزمایشی ورق یا لوله یا قوطی مطابق شکلهای ۵-۱۹، ۵-۲۰، ۵-۲۱، ۵-۲۲، ۵-۲۸ و ۵-۳۰ (برحسب مورد) به‌دست می‌آیند و مقطع آنها تقریباً به‌شکل مربع - مستطیل است. سپس آزمونه مطابق اشکال ۵-۱۲ تا ۵-۱۵ (برحسب مورد) آماده‌سازی می‌شود.

جدول ۵-۶- تعداد و نوع نمونه‌ها و آزمونه‌ها برحسب ضخامت برای ارزیابی جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری (بند ۵-۲۶-۱).

(۱) ورق

ضخامت ارزیابی شده	تعداد آزمونه‌ها					بازرسی عینی	ضخامت ورق آزمایشی (T)	نوع جوش
	حک	شکست T	آزمایش خمش* جانبی	ریشه	رویه			
۲۰ max[3] تا ۳	-	-	-	۱	۱	بله	۱۰	شیاری
۲T max[3] تا ۳	-	-	۲	-	-	بله	۱۰≤T<۲۵	شیاری
نامحدود[3] تا ۳	-	-	۲	-	-	بله	>۲۵	شیاری
نا محدود تا ۳	۱	۱	-	-	-	بله	۱۲	گوشه (انتخاب ۱)[1]
نامحدود تا ۳	-	-	-	۲	-	بله	۱۰	گوشه (انتخاب ۲)[2]
نامحدود تا ۳	۲	-	-	-	-	بله	۱۰	انگشتانه

تذکرات:

۱ - به‌اشکال ۵-۲۷ یا ۵-۳۶ (برحسب مورد) مراجعه شود.

۲ - به‌اشکال ۵-۲۸ یا ۵-۳۷ (برحسب مورد) مراجعه شود.

۳ - برای ارزیابی جوش گوشه با مصالح با ضخامت نامحدود به‌کار می‌رود.

* در غیاب آزمایش خمش، می‌توان از آزمایش پرتونگاری استفاده نمود.

۶۴ - Guided-bend test specimen

جدول ۵ ـ ۶ ـ (ادامه)

(۲) لوله‌ها و قوطیها

ضخامتی که ارزیابی می‌شود		تعداد آزمونه ها: قطر یا اندازه‌ای که ارزیابی می‌شود	وضعیتهای 5G، 6G، 6GR: خمش جانبی	خمش ریشه	خمش رویه	تمام وضعیتها به‌استثنای 5G، 6G و 6GR: خمش جانبی	خمش ریشه	خمش رویه	بازرسی عینی	اندازهٔ لوله: ضخامت اسمی mm		قطر یا بعدلوله یا قوطی mm		جوش
حداکثر	حداقل	mm												
۱۷/۱	۳/۲	۱۰۰ یا کوچکتر	-	۲	۲	-	۱	۱	بله	۵/۵	یا	۵۰		شیاری
										۵/۵		۷۵		
نامحدود	۴/۸	۱۰۰ یا بزرگتر	۴	-	-	۲	-	-	بله	۱۴/۳	یا	۱۵۰		شیاری
										۱۲/۷		۲۰۰		
نامحدود	۴/۸ با شاخهٔ اتصالی ≥۱۰۰mm	اتصالات Y، T و K	۴	-	-	-	-	-	بله	≥۱۲/۷		شکل ۲۵ـ۵ ≥۱۵۰		شیاری
۱۷/۱	۳/۲	۱۰۰ تا ۱۹	-	۲	۲	-	۱	۱	بله	دلخواه		≤۱۰۰		شیاری
۱۷/۱	۳/۲	$\frac{1}{4}$ قطر لوله یا ^{3}۱۰۰mm	-	۲	۲	-	۱	۱	بله	<۹/۵		>۱۰۰		شیاری
نامحدود	۴/۸	$\frac{1}{4}$ قطر لوله یا ^{3}۱۰۰mm	۴	-	-	۲	-	-	بله	≥۹/۵		>۱۰۰		شیاری

ضخامتی که ارزیابی می‌شود		قطر یا اندازه‌ای که ارزیابی می‌شود	آزمایش حک	آزمایش شکست جوش گوشه	بازرسی عینی	ضخامت اسمی mm		قطر یا اندازهٔ اسمی mm		نوع جوش
نامحدود		گوشه‌های اتصالات K، Y و T	۴	-	بله	برای شکل ۵ ـ ۲۶ ^{5}				شیاری
نامحدود		هر اندازه به‌استثنای اتصالات T، Y و K	۱	^{4}۱	بله	۵/۵	یا	۵۰		گوشه
						۳/۹	یا	۵۰		
						اندازهٔ واقعی لوله				

تذکر:

۱ ـ در غیاب آزمایش خمش، می‌توان از آزمایش پرتونگاری استفاده کرد (بند ۵ ـ ۳ ـ ۲).

۲ ـ همچنین جوشکاری جوش گوشه را برای ضخامت نامحدود ارزیابی می‌کند.

۳ ـ حداقل قطر لولهٔ آزمایشی نباید از ۱۰۰ میلیمتر و یا ۰/۵d کمتر باشد که d قطر لولهٔ آزمایشی است.

۴ ـ از $\frac{1}{4}$ قطعه می‌توان برای آزمایش شکست جوش گوشه استفاده کرد، مشروط براینکه شامل یک شروع و آغاز مجدد جوشکاری باشد.

۵ ـ همراه با شکل ۵ ـ ۲۵ استفاده کنید. اگر برای آزمایش جوش شیاری شکل ۵ ـ ۲۵، از قوطی استفاده شود، ۴ آزمایش حک را می‌توان از گوشه‌ها حاصل نمود و آزمایش اضافی برای شکل ۵ ـ ۲۶ لازم نیست.

جدول ۵ ـ ۶ ـ (ادامه)

(۳) جوشن سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی

ضخامت ورقی که ارزیابی می‌شود	تعداد آزمونه ها: خمش جانبی (شکل ۵ ـ ۱۴)	بازرسی عینی	تعداد قطعه	ضخامت ورق mm
نامحدود برای ۳۸ میلیمتر. برای کوچکتر از ۳۸ میلیمتر، ضخامت ورق آزمایشی	۲	بله	۱	حداکثر ۳۸ میلیمتر

تذکر:

در غیاب آزمایش خمش می‌توان از پرتونگاری استفاده نمود.

۵ ـ ۲۶ ـ ۳ ـ مقطع جوش گوشه برای انجام آزمایش حک، مطابق شکل ۵ ـ ۲۷ از برش قطعهٔ آزمایشی به‌دست می‌آید. برای انجام آزمایش حک اسید، سطح برش‌خورده باید صاف و پرداخت‌شده باشد.

۵ ـ ۲۶ ـ ۴ ـ مقطع جوش انگشتانه برای انجام آزمایش حک، مطابق شکل ۵ ـ ۲۹ از برش قطعهٔ آزمایشی به‌دست می‌آید. برای انجام آزمایش حک اسید، سطح برش‌خورده باید صاف و پرداخت‌شده باشد.

۵ ـ ۲۶ ـ ۵ ـ اگر در نبود آزمایش مکانیکی، از آزمایش پرتونگاری استفاده شود، لازم نیست گردهٔ جوش تراش داده شود، مگر اینکه سطح ناصاف جوش باعث اختلال در عمل پرتونگاری شود. اگر برای انجام آزمایش پرتونگاری پشت‌بند حذف گردد، ریشهٔ جوش باید تراش داده شود تا همسطح با ورق گردد.

۵ ـ ۲۶ ـ ۶ ـ آزمایش حک برای درزهای اتصالات T، Y، و K در قوطی، بر روی چهار نمونه که مطابق شکل ۵ ـ ۲۶ از گوشه‌های اتصال به‌دست می‌آیند، انجام می‌شود. برای انجام عمل حک، یک وجه از هر نمونه باید صاف و پرداخت گردد. اگر جوشکار برای جوشکاری قوطی، مطابق شکل ۵ ـ ۲۵ مورد آزمایش قرار گرفته باشد، نمونه‌های آزمایش حک اسید را می‌توان از وضعیتی مطابق شکل ۵ ـ ۲۶ تأمین نمود.

۵ـ۲۶ـ۷ـ کهولت

در صورت لازم، آزمونهٔ مصالح تمام جوش باید در دمای ۱۳۵ درجه سانتیگراد تحت آزمایش کهولت قرار گیرد.

۵ـ۲۷ روش آزمایش آزمونه‌ها

۵ـ۲۷ـ۱ـ آزمونه‌های خمش ریشه، رویه و جانبی[۶۵]

هر آزمونه باید در گیره و قالبی که ضوابط اشکال ۵ـ۳۱، ۵ـ۳۲ و ۵ـ۳۳ را برآورده می‌نماید، و یا منطبق بر اشکال مذکور است، تحت آزمایش خمش قرار گیرد. شعاع خم نباید از مقادیر مندرج در شکل تجاوز نماید. رانش سنبه به‌داخل قالب می‌تواند با هر وسیلهٔ مناسب انجام پذیرد.

آزمونه باید طوری در روی قالب پایه قرار داده شود که جوش در وسط دهانه قرار گیرد. در آزمایش خم رویه، آزمونه طوری قرار می‌گیرد که رویهٔ جوش به‌سمت شکاف باشد. در آزمایش خم ریشه، ریشهٔ جوش به‌سمت شکاف قرار می‌گیرد. در آزمایش خمش جانبی، آن وجهی از دو سطح جانبی جوش به‌سمت شکاف قرار می‌گیرد که دارای ناپیوستگی بیشتری باشد.

سنبه آنقدر به‌درون شکاف رانده می‌شود که نمونه به‌شکل U در آید. جوش و ناحیهٔ تحت تأثیر حرارت (ناحیهٔ تفتیده)، باید در منطقهٔ خم واقع گردند.

اگر برای آزمایش خم، از فلکه استفاده شود (شکل ۵ـ۲۳)، در این صورت یک انتهای آزمونه باید کاملاً در فکین گیره محکم شود تا در حین آزمایش حرکت نکند. آزمونه باید طوری در فلکه قرار گیرد تا بعد از خمش، ناحیهٔ جوش‌شده و ناحیهٔ تحت تأثیر حرارت، در منطقه خم قرار گیرند. نمونه وقتی از فلکه خارج می‌شود که بازوی آزاد آن نسبت به‌وضعیت اولیه به‌اندازهٔ ۱۸۰ درجه دوران کرده باشد.

۵ـ۲۷ـ۲ـ آزمایش شکست جوش گوشه[۶۶]

تمام طول جوش باید مورد بازرسی عینی قرار گیرد، و سپس آزمونه‌ای به‌طول ۱۵۰ میلیمتر برای نمونهٔ ورق و یا $\frac{۱}{۴}$ مقطع لوله باید طوری بارگذاری گردد تا ریشهٔ آن تحت کشش قرار گیرد. حداقل یک نقطهٔ شروع و یک نقطهٔ ختم جوشکاری باید در نمونه باشد. بار به‌آرامی افزایش می‌یابد تا آزمونه گسیخته و یا تخت گردد.

۶۵ـ Root, Face, Side, bend specimen

۶۶ـ Fillet weld break test

۵-۲۷-۳- آزمایش حک

باید یک مقطع از جوش به‌طور مناسب برای آزمایش حک آماده شود. در آزمایش حک، باید فلز جوش و پایه کاملاً از یکدیگر تمیز داده شوند.

۵-۲۷-۴- آزمایش پرتونگاری

آزمایش پرتونگاری باید مطابق قسمت ب از فصل ششم انجام شود. در ورق آزمایشی، دو طول ۳۰ میلیمتر از دو انتهای جوش از آزمایش معاف است. در لوله‌ها و یا قوطیها با قطر بزرگتر از ۱۰۰ میلیمتر، حداقل باید نصف پیرامون جوش که شامل نمونه‌ای از وضعیت همه‌جانبه[۶۷] باشد، مورد آزمایش قرار گیرد. برای مثال یک لوله یا قوطی آزمایشی که در وضعیتهای 5G، 6G یا 6GR جوش شده است، باید از محور مرکزی در بالا تا محور مرکزی در پایین در طرفین محور تقارن مورد آزمایش قرار گیرد. لوله‌ها و یا قوطیها با بُعد کمتر از ۱۰۰ میلیمتر، باید صد درصد مورد آزمایش رادیوگرافی قرار گیرند.

۵-۲۸ پذیرش

۵-۲۸-۱- آزمایشهای خم ریشه، رویه و جانبی

سطح محدب آزمونهٔ خم‌شده باید برای وجود هر نوع ترک یا ناپیوستگی مورد بازرسی عینی قرار گیرد. برای پذیرش، طول و تعداد ترکها نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

(۱) ۳ میلیمتر در هر امتداد دلخواه در روی سطح.

(۲) ۱۰ میلیمتر برای مجموع ترکهایی که طول آنها بین ۱ تا ۳ میلیمتر است.

(۳) ۶ میلیمتر برای ترکهای گوشه. اگر ترک گوشه به‌علت تداخل گِل جوشکاری باشد، حداکثر ۳ میلیمتر ملاک عمل خواهد بود.

۵-۲۸-۲- آزمایش شکست جوش گوشه

۵-۲۸-۲-۱- برای پذیرش بازرسی عینی، جوش گوشه باید دارای ظاهر یکنواخت و عاری از لوچه (بیرون‌زدگی)[۶۸]، ترک[۶۹] و بریدگی[۷۰] بیش از حد پای جوش باشد. در سطح جوش نباید هیچگونه تخلخل قابل مشاهده باشد.

۶۷- All positions welded

۶۸- Over-lap

۶۹- Crack

۷۰- Undercut

۵ـ۲۸ـ۲ـ۲ـ آزمونه باید از عهدهٔ آزمایش شکست کنج برآید. در این حالت قطعهٔ آزمایشی تحت نیروی خارجی، به‌صورت تخت در می‌آید. اگر در این آزمایش جوش بشکند، سطح شکست باید امتزاج کامل در ریشهٔ درز را نشان دهد و هیچگونه تداخل[۷۱] (آخال) یا حفرهٔ[۷۲] بزرگتر از ۲ میلیمتر در آن نباشد. در یک آزمونه به‌طول ۱۵۰ میلیمتر، مجموع بزرگترین اندازه‌های تداخل و یا حفره نباید بزرگتر از ۱۰ میلیمتر باشد.

۵ـ۲۸ـ۳ـ آزمایش حک

آزمایش عینی مقطع حک‌شده توسط اسید وقتی قابل پذیرش است که ضوابط زیر را برآورده نماید:

(۱) جوشهای گوشه باید کاملاً به‌ریشهٔ درز نفوذ داشته باشند، لیکن لازم نیست فراتر از آن نفوذ نماید.

(۲) حداقل اندازهٔ ساق باید مساوی مقدار پیش‌بینی‌شده باشد.

(۳) جوشهای گوشه و آزمایش حک در گوشه برای اتصالات T، Y و K با استفاده از لوله و قوطی (شکل ۵ ـ ۲۶) باید دارای شرایط زیر باشند:

(الف) بدون ترک.

(ب) امتزاج کامل بین لایه‌های مجاور فلز جوش و بین فلز جوش و فلز پایه.

(پ) انطباق هندسهٔ جوش واقعی با هندسهٔ جوش طرح با رواداریهای بند ۳ ـ ۶.

(ت) عدم وجود بریدگی پای جوش با عمق بیش از یک میلیمتر.

(ث) مجموع طول حفرات با اندازهٔ یک میلیمتر و بزرگتر، نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید.

(ج) مجموع طول بزرگترین اندازه‌های تداخل گِل جوشکاری (آخالها) نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید.

(۴) جوشهای انگشتانه باید دارای شرایط زیر باشند:

(الف) بدون ترک.

(ب) امتزاج کامل با بدنه و ته انگشتانه.

(پ) مجموع طول تداخل گل جوشکاری (آخالها)، نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید.

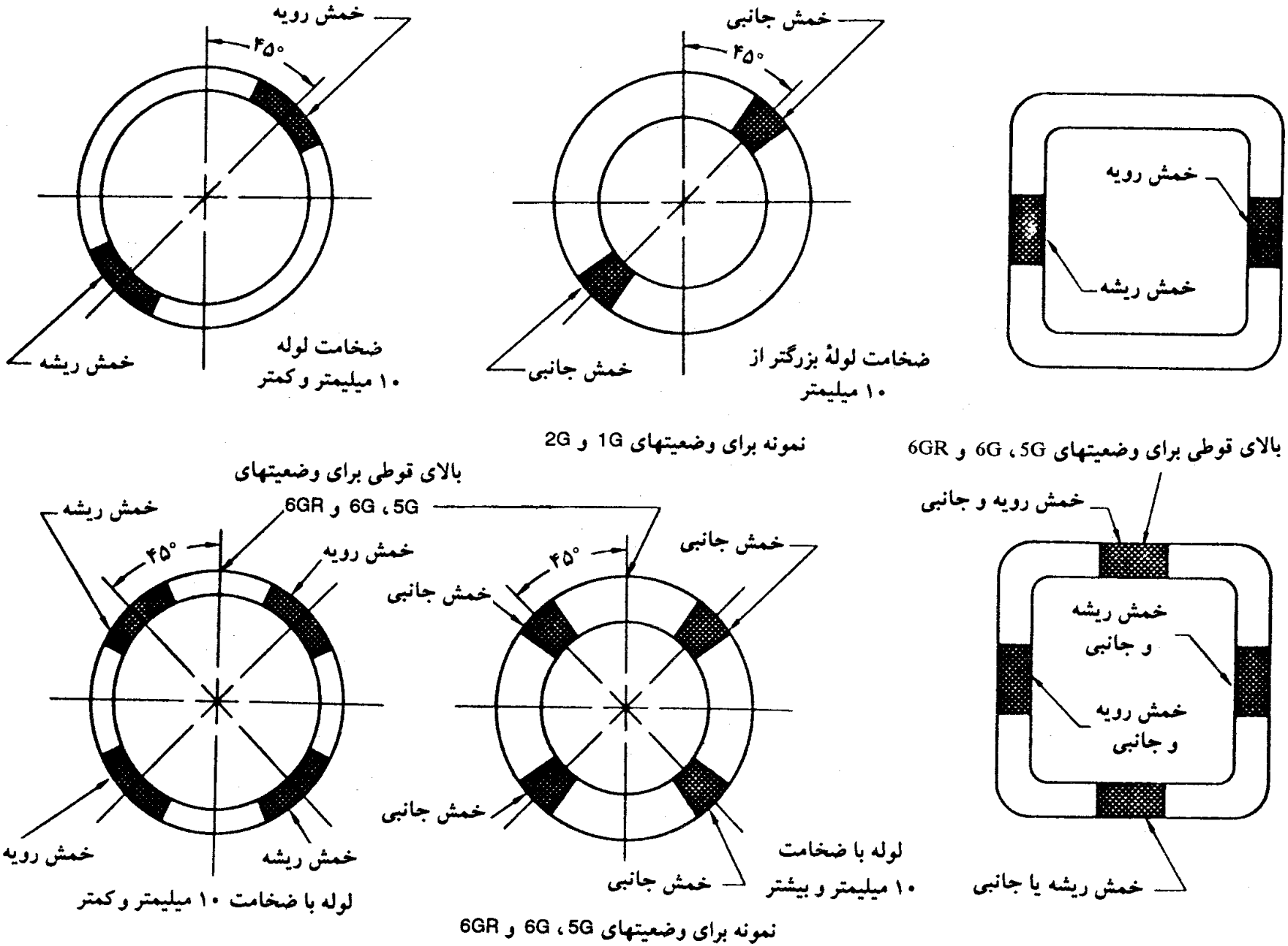
۵ـ۲۸ـ۴ـ آزمایش پرتونگاری

برای پذیرش در آزمایش پرتونگاری، جوش باید منطبق بر ضوابط بند ۹ ـ ۲۵ ـ ۲ باشد. بند ۹ ـ ۲۵ ـ ۲ ـ ۲ را می‌توان مستثنی نمود.

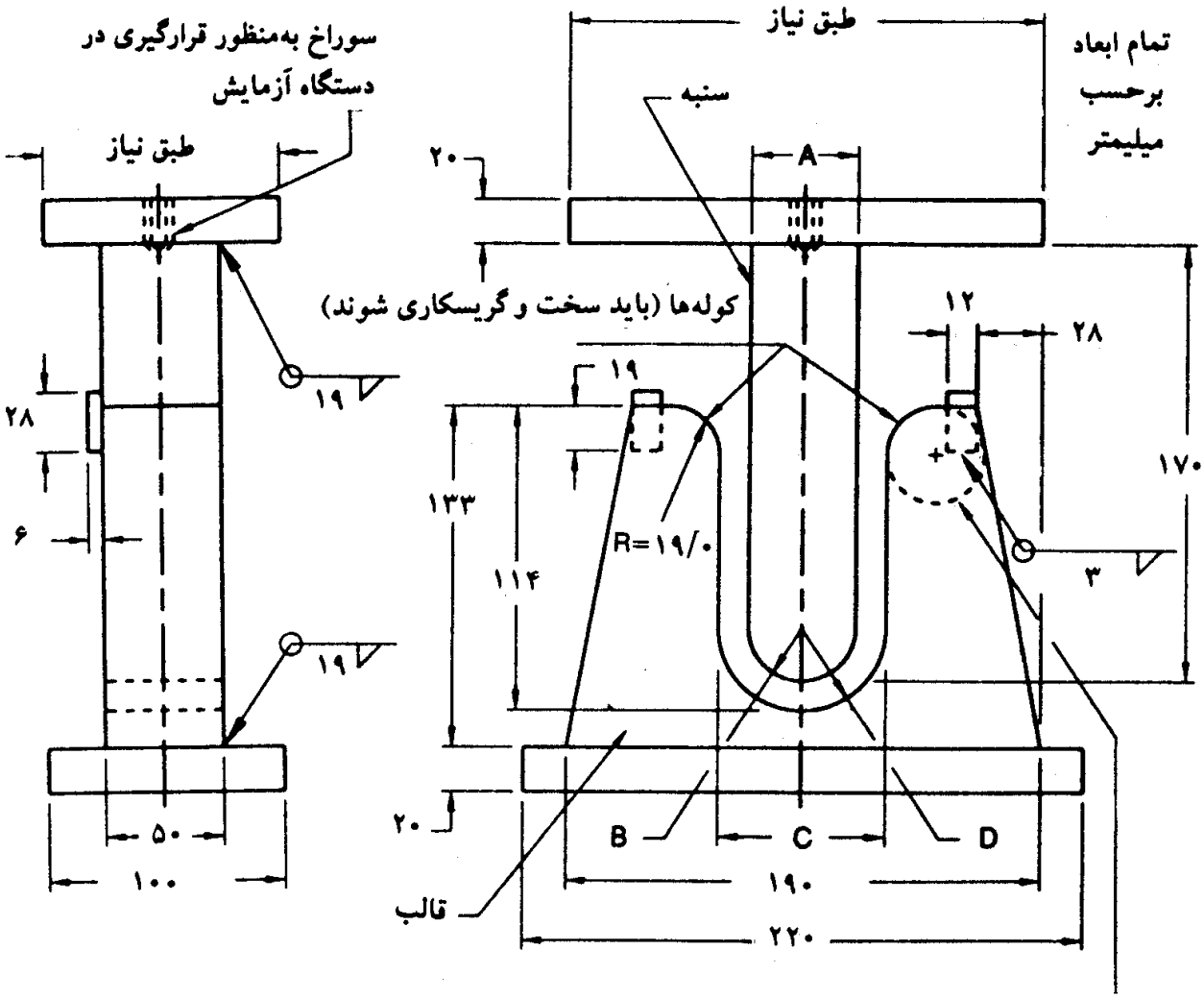
---

۷۱ ـ Inclusion

۷۲ ـ Porosity



شکل ۵ ـ ۳۰ ـ محل آزمونه‌ها بر روی قطعات آزمایشی لوله و قوطی برای ارزیابی جوشکاران (بند ۵ ـ ۲۶ ـ ۲).

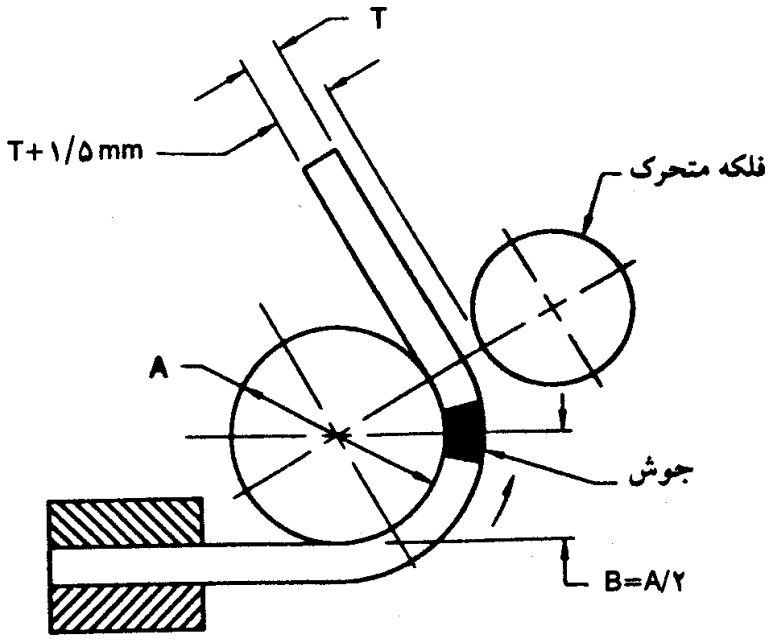


تنش تسلیم فلز پایه (N/mm^2)	A mm	B mm	C mm	D mm
≤۳۵۰	۳۸	۱۹	۶۰	۳۰
۳۵۰< و <۳۶۰	۵۰	۲۵	۷۳	۳۶/۵
≥۶۳۰	۶۵	۳۲	۸۶	۴۳

تذکر:

سطوح سنبه و قالب باید کاملاً پرداخت شود.

شکل ۵ ـ ۳۱ ـ دستگاه سنبه و قالب برای آزمایش خمش.



تنش تسلیم فلز پایه (N/mm^2)	A mm	B mm
≤۳۵۰N/mm²	۴۰	۲۰
۳۵۰< و <۳۶۰	۵۰	۲۵
≥۶۳۰	۶۵	۳۲

شکل ۵ ـ ۳۲ ـ آزمایش خم توسط فلکه (به‌بخش ۵ ـ ۲۷ ـ ۱ مراجعه شود).

۵ ـ ۲۸ ـ ۵ ـ بازرسی عینی

برای لوله‌ها و قوطیها به‌بند ۵ ـ ۱۲ ـ ۶ مراجعه شود.

۵ ـ ۲۸ ـ ۶ ـ بازرسی عینی

برای ورقها به‌بند ۵ ـ ۱۷ ـ ۷ مراجعه شود.

۵ ـ ۲۹ آزمایش مجدد[۷۳]

در صورتیکه جوشکار در یک یا چند مورد از عهدهٔ آزمایش ارزیابی برنیاید، می‌توان اجازه داد که آزمایش مجدد تحت شرایط زیر به‌عمل آید:

---

۷۳ ـ Retest

۵ـ۲۹ـ۱ـ *آزمایش مجدد فوری*

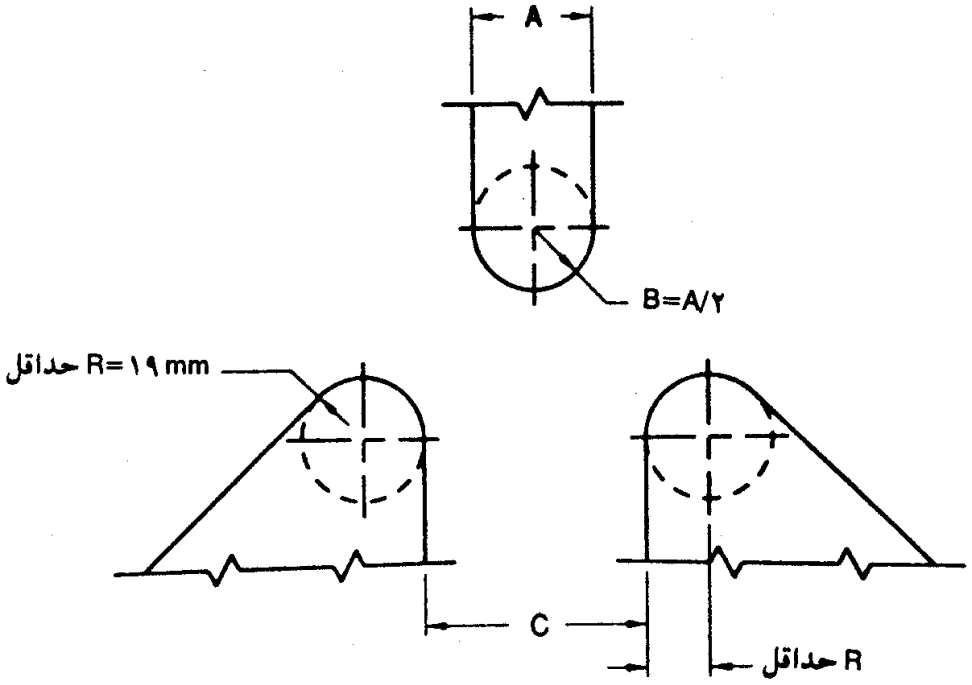
آزمایش فوری شامل انجام دو جوش برای هر مورد مردود شده است که تحت همان شرایط، و وضعیت انجام می‌شود. تمام آزمایشهای مجدد باید منطبق بر مشخصات مقرر باشند.

۵ـ۲۹ـ۲ـ *آزمایش مجدد بعد از آموزش و تمرین*

اگر شواهدی دال بر آموزش و تمرین جوشکار باشد، می‌توان آزمایش مجدد انجام داد. در این حالت یک آزمایش مجدد کامل از جوش مردودشده به‌عمل می‌آید.

۵ـ۳۰ مدت زمان اعتبار

مدت اعتبار آزمون ارزیابی و تأیید صلاحیت انجام‌شده منطبق بر مفاد این آیین‌نامه، نامحدود است



تنش تسلیم فلز پایه $T(N/mm^2)$	A mm	B mm	C mm
≤۳۵۰	۳۸	۱۹	۶۰
۳۵۰< و <۶۳۰	۵۰	۲۵	۷۳
≥۶۳۰	۶۵	۳۲	۸۶

شکل ۵ـ۳۳ـ جزییات جایگزین برای قالب تحتانی (بند ۵ـ۲۷ـ۱).

مگر اینکه:

(۱) جوشکار به‌مدت بیش از ۶ ماه در زمینهٔ ارزیابی‌شده فعالیت نداشته باشد.

(۲) شواهدی دال بر از دست رفتن توانایی جوشکار باشد.

در صورت وجود حالت ۱، آزمایش ارزیابی مجدد کافی است روی ضخامت ۱۰ میلیمتر انجام شود. در صورت مردود شدن جوشکار در آزمایش ارزیابی مجدد، مقررات بند ۵ ـ ۲۹ اعمال نمی‌شود.

۵ ـ ۳۱ ثبت نتایج

نتایج آزمونهای ارزیابی باید توسط سازنده ثبت و بایگانی شود و در صورت لزوم قابل دسترس باشند.

قسمت ت: ارزیابی اپراتورهای جوشکاری

۵ ـ ۳۲ کلیات

آزمایشهای ارزیابی ارائه‌شده در قسمت ت، آزمایشهای خاص برای تعیین میزان توانایی اپراتورهای جوشکاری برای انجام جوش سالم است. آزمایشهای ارزیابی به‌منظور استفاده به‌عنوان راهنما در حین عملیات ساخت نمی‌باشند. انجام جوشکاری واقعی باید طبق مشخصات دستورالعمل جوشکاری[۷۲] انجام پذیرد.

۵ ـ ۳۳ ضوابط عمومی در ارزیابی اپراتورهای جوشکاری

برای ارزیابی جوشکاران، قوانین زیر حاکم می‌باشد:

۵ ـ ۳۳ ـ ۱ ـ ارزیابی انجام‌شده بر مبنای هر یک از فولادهای مورد تأیید این آیین‌نامه، برای هر یک از انواع دیگر فولاد معتبر است.

۵ ـ ۳۳ ـ ۲ ـ ارزیابی انجام‌شده بر مبنای یک الکترود مورد تأیید با پوششی از ترکیبات متوسط،

---

۷۴ ـ W.P.S=Welding Procedure Specification

برای انواع دیگر الکترود با پوششهایی با ترکیبات متوسط برای روش مورد استفاده در آزمایش ارزیابی، معتبر است.

۵ ـ ۳۳ ـ ۳ ـ به‌استثنای جوشکاری سربارهٔ الکتریکی[۷۵] و گاز الکتریکی[۷۶]، ارزیابی اپراتور جوشکاری توسط الکترود چندگانه[۷۷]، برای الکترود تکی نیز معتبر است (ولی نه برعکس).

۵ ـ ۳۳ ـ ۴ ـ در جوشکاری با روش سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی نیز مفاد بند ۵ ـ ۳۳ ـ ۲ معتبر است.

۵ ـ ۳۳ ـ ۵ ـ تغییر در وضعیت جوشکاری به‌حالتیکه اپراتور جوشکاری قبلاً برای آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد (به‌بند ۵ ـ ۳۴ ـ ۲ ـ ۳ مراجعه شود).

۵ ـ ۳۳ ـ ۶ ـ صلاحیت اپراتورهای جوشکاری که برای جوش قوسی نیمه‌اتوماتیک مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، برای ماشینهای جوشکاری تک‌الکترودی با همان فرآیند جوشکاری، با در نظر گرفتن محدودیتهای بند ۵ ـ ۱۶، مورد تأیید می‌باشند، مشروط بر اینکه با انجام تمرین، توانایی خود را برای حصول جوش رضایت‌بخش نشان دهند.

۵ ـ ۳۳ ـ ۷ ـ ارزیابی با جوش شیاری، مؤید ارزیابی جوش کام در همان وضعیت طبق تعریف بند ۵ ـ ۸ و دامنه‌های ضخیمتر طبق جدول ۵ ـ ۶ می‌باشد.

۵ ـ ۳۴ ضوابط آزمایشهای ارزیابی

۵ ـ ۳۴ ـ ۱ ـ برای ورق و نیمرخهای نوردشدهٔ ساختمانی

۵ ـ ۳۴ ـ ۱ ـ ۱ ـ ارزیابی اپراتور جوشکاری برای حالاتی غیر از جوش انگشتانه، سربارهٔ گازی، و سربارهٔ الکتریکی، باید با درزی با مشخصات زیر انجام شود (شکل ۵ ـ ۳۴).

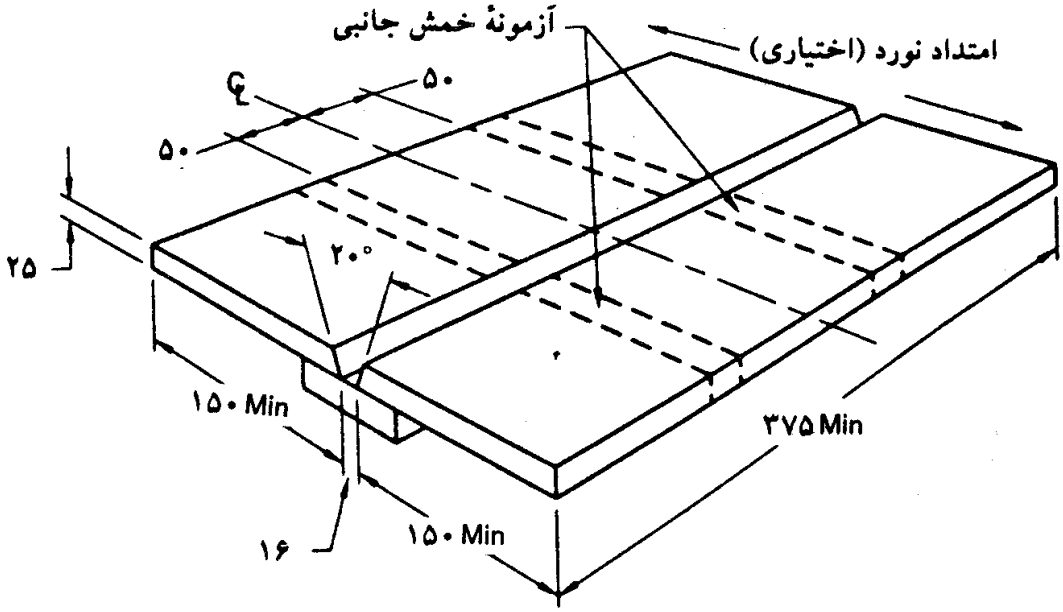
(الف) ضخامت ورق ۲۵ میلیمتر.

---

۷۵ ـ Electroslag

۷۶ ـ Electrogas

۷۷ ـ Multiple electrode



تذکر:

۱ ـ وقتیکه برای آزمایش از پرتونگاری استفاده می‌شود، در ناحیهٔ آزمایش نباید خال‌جوش وجود داشته باشد.

۲ ـ در صورت عدم استفاده از جوش شیاری با جزییات فوق، می‌توان از هندسهٔ یک‌جوش شیاری ارزیابی‌شده استفاده نمود.

۳ ـ ضخامت پشت‌بند حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۲ میلیمتر می‌باشد. اگر تسمه برای آزمایش پرتونگاری برداشته نشود، عرض حداقل آن ۷۵ میلیمتر و اگر برداشته شود، عرض حداقل آن ۳۸ میلیمتر می‌باشد.

شکل ۵ ـ ۳۴ ـ ورق آزمایشی برای ضخامت نامحدود به‌منظور ارزیابی اپراتور جوشکاری (بند ۵ ـ ۳۴ ـ ۱ ـ ۱).

(ب) درز تمام‌جناغی V با زاویهٔ ۲۰ درجه.

(پ) فاصلهٔ ریشه ۱۶ میلیمتر با پشت‌بند.

(ت) اگر آزمایش پرتونگاری بدون حذف تسمهٔ پشت‌بند انجام شود، مقطع تسمهٔ پشت به‌ضخامت ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر و عرض حداقل ۷۵ میلیمتر می‌باشد. اگر آزمایش پرتونگاری با حذف پشت‌بند انجام شود، عرض تسمه، حداقل باید ۳۸ میلیمتر باشد.

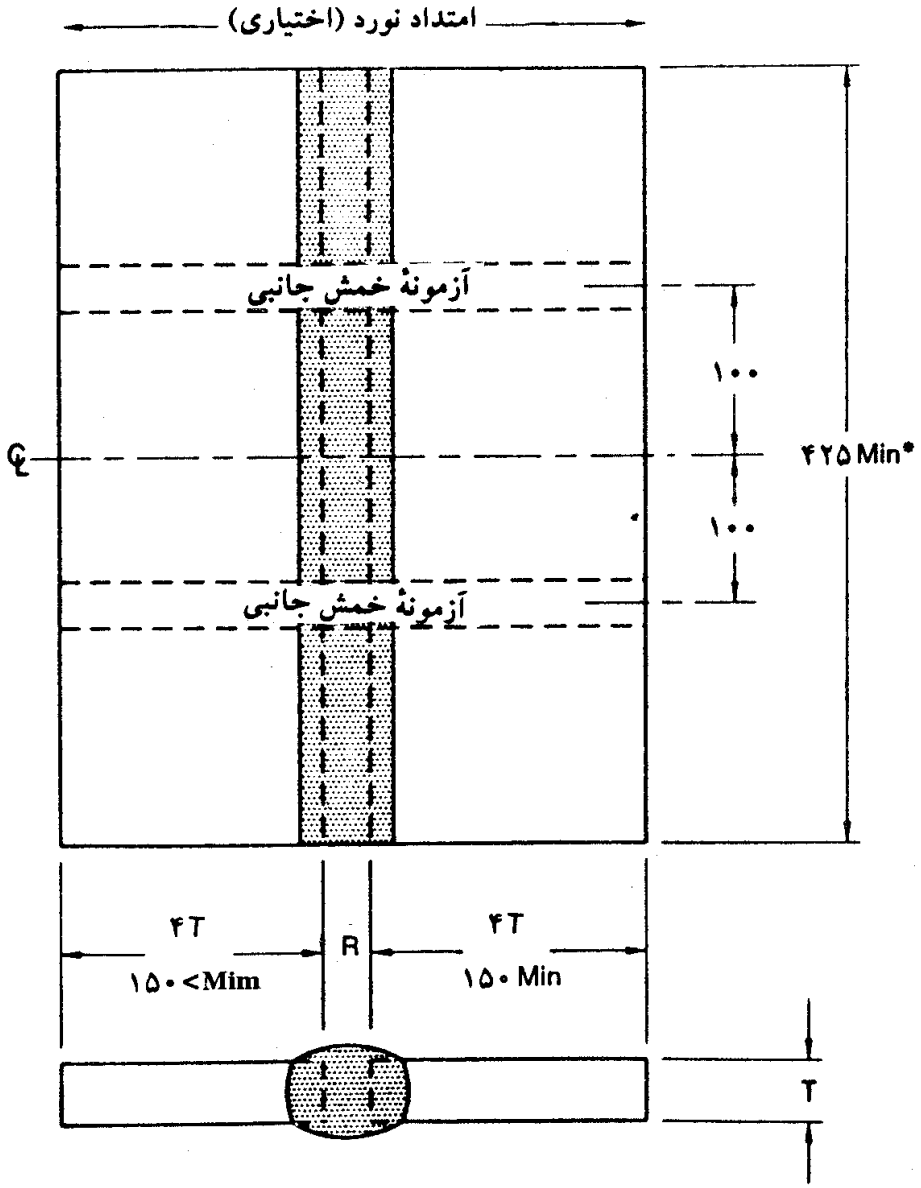
(ث) طول حداقل جوش ۳۸۰ میلیمتر می‌باشد.

آزمون فوق، اپراتور جوشکاری را برای جوش شیاری و جوش گوشه با ضخامت نامحدود برای روش و وضعیت جوشکاری تعریف شده، ارزیابی می‌کند.

به‌روش دیگر، اپراتور جوشکاری را می‌توان به‌وسیلهٔ پرتونگاری ۳۸۰ میلیمتر ابتدایی جوش شیاری ارزیابی نمود. دامنهٔ ضخامت ورقها باید مطابق جدول ۵ ـ ۶ باشد.

۵ ـ ۳۴ ـ ۱ ـ ۲ ـ *جوشکاری سربارهٔ الکتریکی یا گاز الکتریکی*

آزمایش ارزیابی برای اپراتور جوشکاری سربارهٔ الکتریکی و یا گاز الکتریکی شامل جوشکاری



تذکر:

۱ ـ فاصله ریشهٔ R منطبق بر دستورالعمل جوشکاری می‌باشد.

۲ ـ T= حداکثر ضخامتی که در عمل وجود دارد، ولی لازم نیست از ۳۸ میلیمتر بزرگتر در نظر گرفته شود.

* اگر بتوان ۴۲۵ میلیمتر جوش سالم انجام داد، نیاز به‌اضافه طول جوش نیست.

شکل ۵ ـ ۳۵ ـ اتصال لب‌به‌لب برای ارزیابی اپراتور جوشکاری سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی (بند ۵ ـ ۳۴ ـ ۱ ـ ۲).

ورقی با ضخامت حداکثر مصالح مصرفی می‌باشد ولی لازم نیست ضخامت آن از ۳۸ میلیمتر بیشتر باشد. اگر آزمایش بر روی ورق ۳۸ میلیمتر انجام شود، انجام آزمایش برای ضخامت کمتر لازم نیست. این آزمایش اپراتور جوشکاری را جوشهای شیاری و گوشه برای قطعات با ضخامت نامحدود برای روش و وضعیت مورد نظر، ارزیابی می‌کند.

۵ـ۳۴ـ۲ـ آزمایش ارزیابی جوش شیاری

۵ـ۳۴ـ۲ـ۱ـ صلاحیت اپراتوری که آزمایش ارزیابی مربوط به‌دستورالعمل جوشکاری جوش شیاری با نفوذ کامل را مطابق ضوابط با موفقیت انجام دهد، برای روش و وضعیت مربوطه و دامنهٔ ضخامت جدول ۵ ـ ۶ ـ ۱، مورد تأیید است.

۵ـ۳۴ـ۲ـ۲ـ *برای لوله‌ها و قوطیها*

اپراتوری که آزمایش ارزیابی مربوط به‌دستورالعمل جوشکاری جوش شیاری با نفوذ کامل مربوط به‌لوله و قوطی را مطابق ضوابط با موفقیت انجام دهد، برای روش و وضعیت مربوطه، مورد تأیید صلاحت قرار می‌گیرد. دامنهٔ ضخامت و قطر ارزیابی‌شده مطابق جدول ۵ ـ ۶ ـ ۲ می‌باشد. همانطور که در جدول ۵ ـ ۶ ـ ۲ نشان داده شده، این آزمایش اپراتور را برای جوش شیاری و گوشه ورقها و لوله‌ها مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

۵ـ۳۴ـ۲ـ۳ـ *استفاده از ارزیابی ورق برای ارزیابی لوله‌ها و قوطیها*

ارزیابی اپراتور جوشکاری بر روی ورق در وضعیت 1G (تخت)، 2G (افقی)، اپراتور را برای جوشکاری لوله یا قوطی با قطر مساوی و بیش از ۶۰۰ میلیمتر، در وضعیتهای ذکرشده مورد ارزیابی قرار می‌دهد، با این استثناء که ارزیابی در وضعیت 1G، جوش گوشه را در وضعیتهای 1F و 2F، و ارزیابی در وضعیت 2G ، جوش شیاری را در وضعیت 1G و جوش گوشه را در وضعیتهای 1F و 2F مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

۵ـ۳۴ـ۳ـ آزمایش ارزیابی فقط برای جوش گوشه

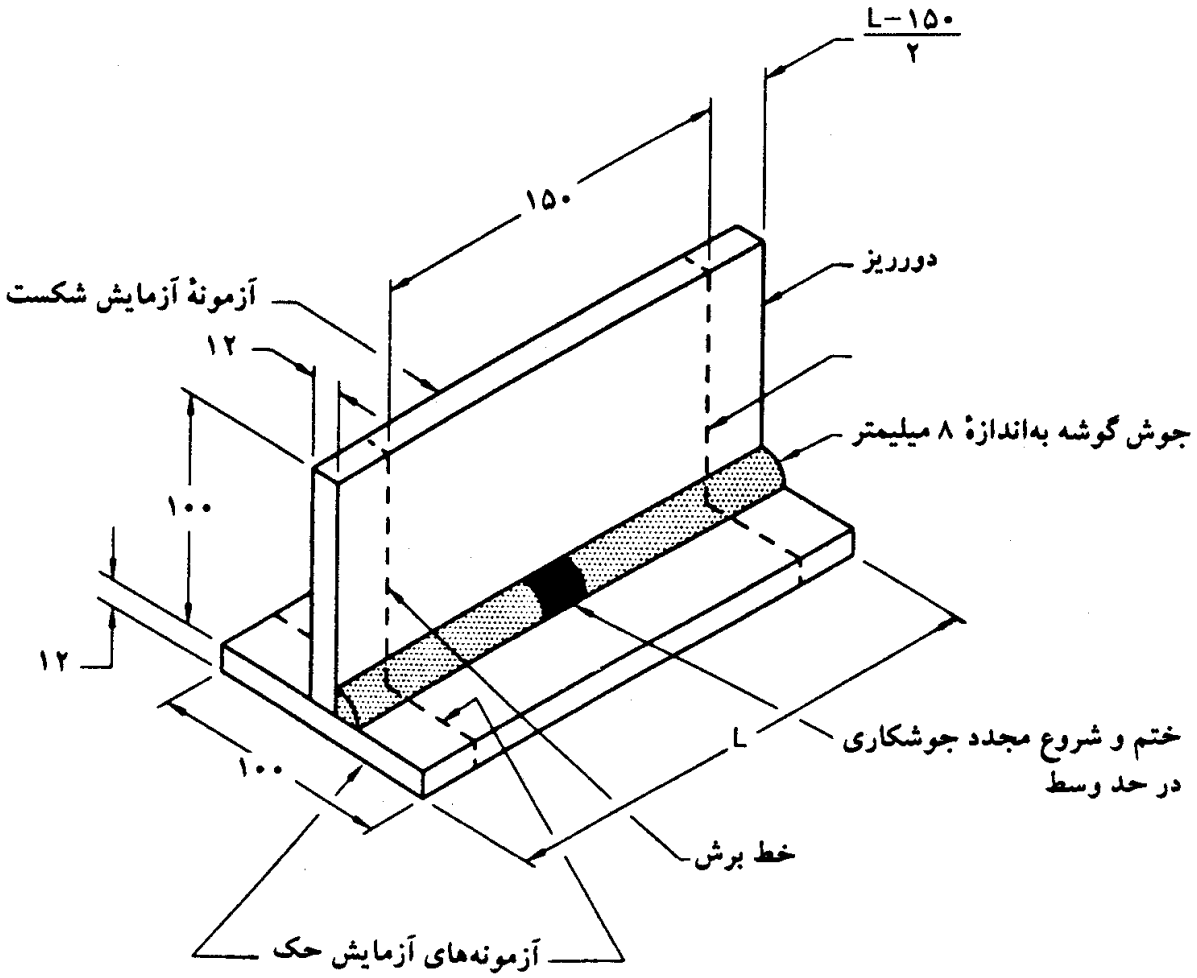
قوانین زیر مربوط به‌ارزیابی جوش گوشه می‌باشند:

(۱) برای جوشهای گوشه بین قطعاتی با زاویهٔ ψ مساوی ۶۰ درجه و کمتر، اپراتور جوشکاری باید یک جوش شیاری مطابق ۵ ـ ۳۴ ـ ۱ انجام دهد. این ارزیابی برای زاویهٔ ψ مساوی ۶۰ درجه و بزرگتر نیز معتبر می‌باشد.

(۲) برای اعضایی که زاویهٔ ψ بین آنها بزرگتر از ۶۰ درجه و کوچکتر از ۱۳۵ درجه است، اپراتور جوشکاری باید ورقی مطابق انتخاب ۱ و یا ۲، (بسته به‌انتخاب پیمانکار)، به‌صورت زیر جوش دهد:

۵ـ۳۴ـ۳ـ۱ـ انتخاب ۱ . جوشکاری ورق T مطابق شکل ۵ ـ ۳۶ .

۵ـ۳۴ـ۳ـ۲ـ انتخاب ۲ . جوشکاری ورق آزمایش سلامت مطابق شکل ۵ ـ ۳۷ .



تذکر:

۱ ـ حداقل طول L مساوی ۳۸۰ میلیمتر می‌باشد.

۲ ـ ضخامت ورق و ابعاد نشان داده‌شده، حداقل هستند.

۳ ـ هر یک از دو انتها می‌تواند برای آزمایش حک مورد استفاده قرار گیرد. انتهای دیگر دور انداخته می‌شود.

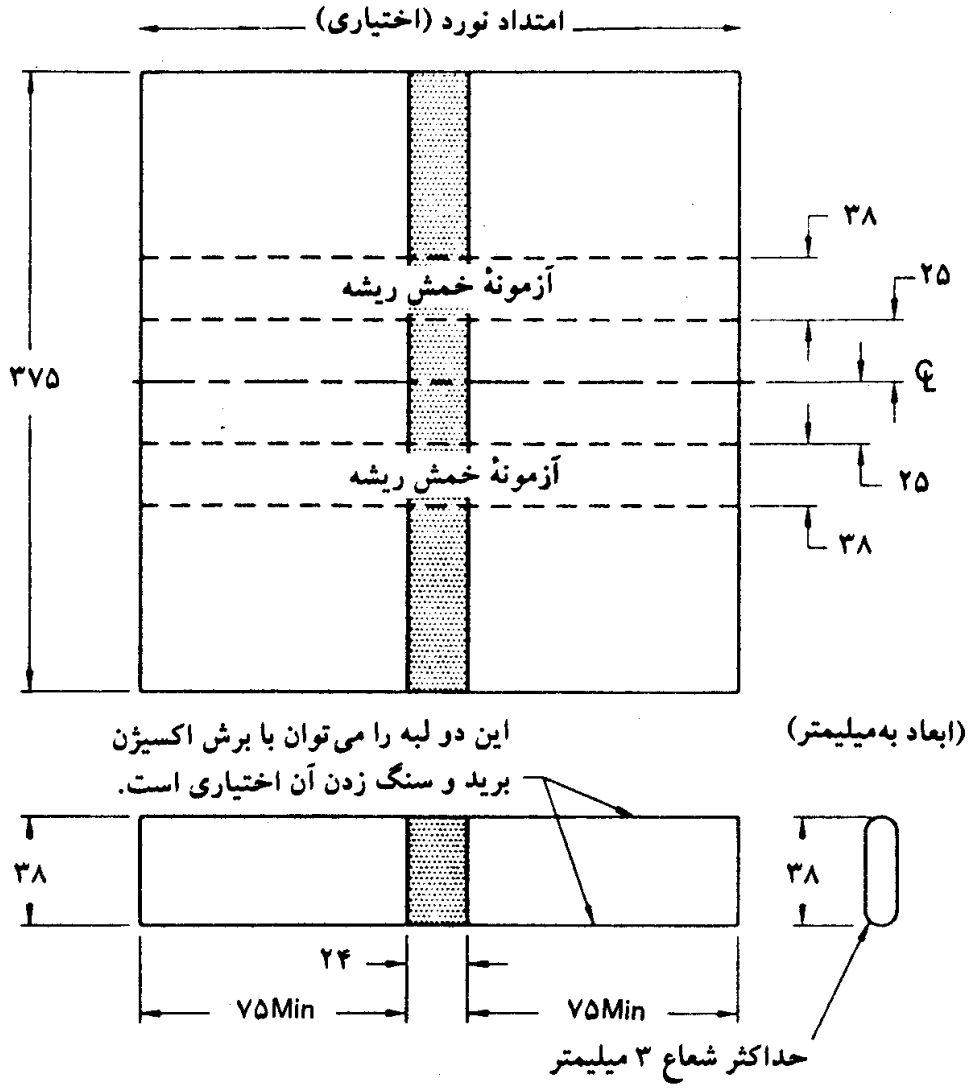
شکل ۵ ـ ۳۶ ـ قطعهٔ آزمایش شکست جوش‌گوشه و آزمایش حک به‌منظور ارزیابی اپراتور جوشکاری ـ انتخاب ۱ (بند ۵ ـ ۳۴ ـ ۳ ـ ۱).

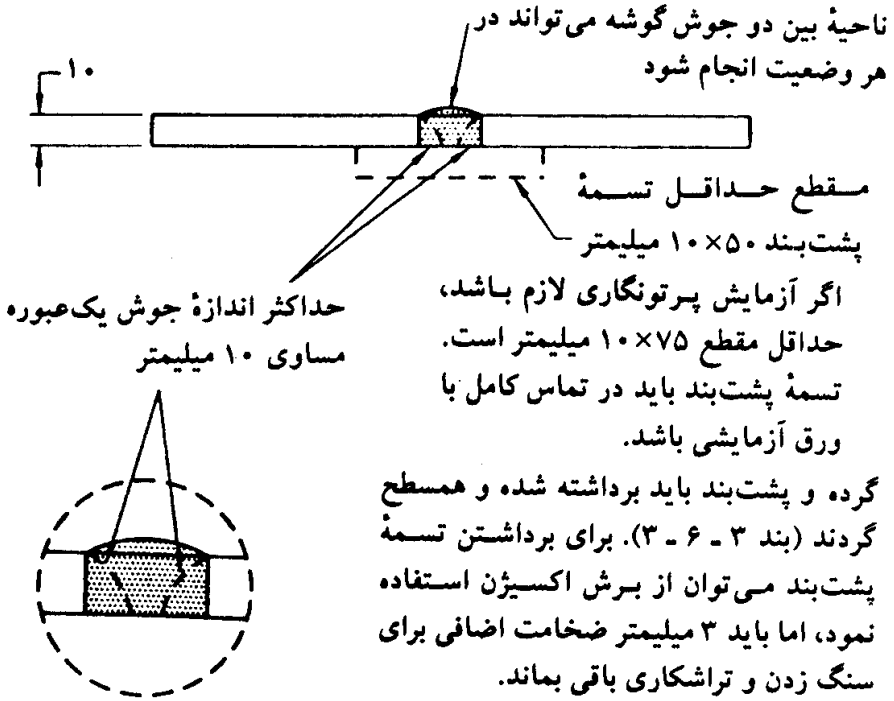
۵ ـ ۳۴ ـ ۴ ـ آزمایش ارزیابی جوش انگشتانه

مطابق شکل ۵ ـ ۳۸ ارزیابی شامل جوش سوراخی به‌قطر ۲۰ میلیمتر در ورقی به‌ضخامت ۱۰ میلیمتر با ورق پشت‌بند به‌ضخامت ۱۰ میلیمتر می‌باشد.

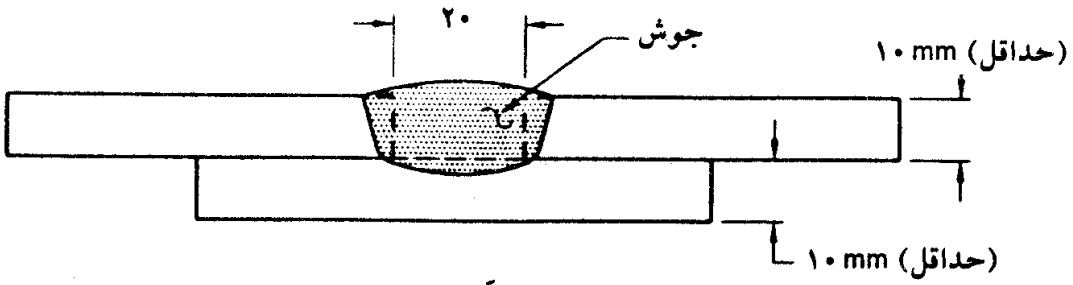
۵ ـ ۳۵ فلز پایه

ورق پایهٔ مصرفی باید مطابق بند ۱۰ ـ ۲ یا مشخصات دستورالعمل جوشکاری باشد.

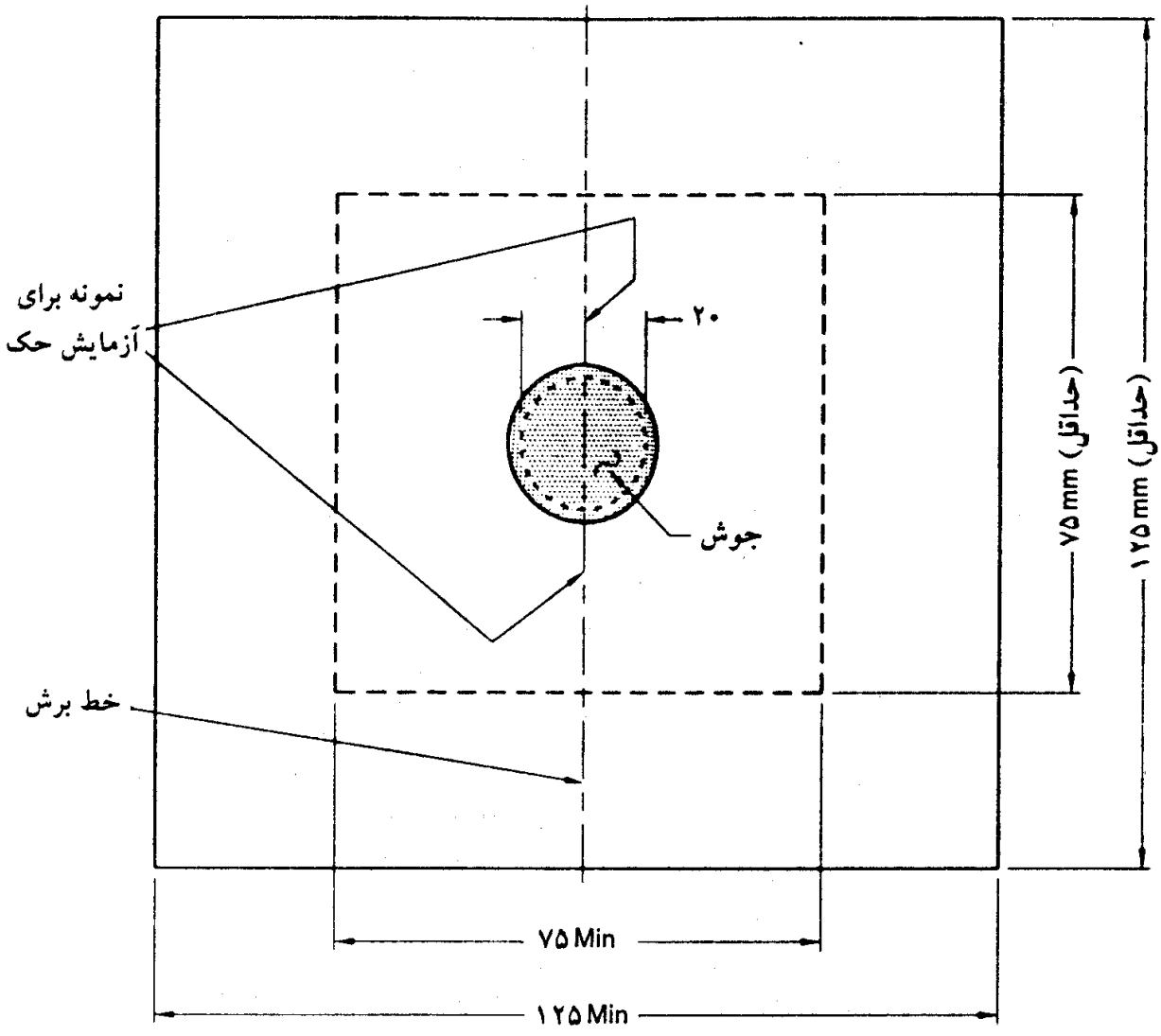




شکل ۵ ـ ۳۷ ـ ورق آزمایشی برای آزمایش خمش ریشهٔ جوش گوشه به‌منظور ارزیابی اپراتورهای جوشکاری ـ انتخاب ۲ (به‌بند ۵ ـ ۳۴ ـ ۳ ـ ۲ مراجعه شود).



نمونه برای آزمایش حک



ورق آزمایشی جوش انگشتانه

شکل ۵ ـ ۳۸ ـ ورق آزمایشی برای آزمایش حک در جوش انگشتانه برای ارزیابی اپراتور جوشکاری (بند ۵ ـ ۳۴ ـ ۴).

۵ـ۳۶ دستورالعمل جوشکاری درز

۵ـ۳۶ـ۱ـ اپراتور جوشکاری باید از مشخصات ذکرشده در دستورالعمل جوشکاری تبعیت نماید.

۵ـ۳۶ـ۲ـ تمیزکاری جوشهای آزمایشی باید در وضعیتی که جوش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، انجام شود.

۵ـ۳۷ آزمونه‌ها: تعداد، نوع و آماده‌سازی

۵ـ۳۷ـ۱ـ برای آزمایش مکانیکی، تهیه آزمونهٔ خم هدایت‌شده با برش ورق آزمایشی مطابق اشکال ۵ ـ ۳۴ یا ۵ ـ ۳۷ (هر کدام که قابل استفاده باشد)، انجام می‌شود. مقطع آزمونه تقریباً به‌صورت مربع‌مستطیل است. آزمونه‌ها باید مطابق اشکال ۵ ـ ۱۴ و ۵ ـ ۱۵ برای آزمایش آماده‌سازی شوند.

۵ـ۳۷ـ۲ـ آزمایش پرتونگاری

۵ـ۳۷ـ۲ـ۱ـ در غیاب انجام آزمایش خمش هدایت‌شده، به‌اختیار سازنده می‌توان از آزمایش پرتونگاری استفاده نمود.

۵ـ۳۷ـ۲ـ۲ـ در صورت استفاده از آزمایش پرتونگاری لازم نیست گردهٔ جوش سنگ زده شود، مگر اینکه ناهمواریهای جوش تأثیر منفی در پرتونگاری داشته باشند. اگر پشت‌بند برای انجام آزمایش پرتونگاری برداشته شده باشد، ریشهٔ جوش باید سنگ زده شود تا همتراز فلز پایه گردد (به‌بند ۳ ـ ۶ ـ ۳ نیز مراجعه شود).

۵ـ۳۷ـ۳ـ آزمونهٔ آزمایش شکست جوش گوشه[۷۸] باید مطابق شکل ۵ ـ ۳۶ از قطعهٔ آزمایشی بریده شود.

۵ـ۳۷ـ۴ـ آزمونهٔ آزمایش حک برای جوش انگشتانه باید مطابق شکل ۵ ـ ۳۸ از قطعهٔ آزمایشی بریده شود. سطح جانبی نمونه باید برای آزمایش حک پرداخت شود.

---

۷۸ ـ Fillet weld break

۵-۳۷-۵- کهولت[۷۹]

در صورت لازم، نمونهٔ مصالح تمام جوش باید در دمای ۱۳۵ درجه سانتیگراد تحت آزمایش کهولت قرار گیرد.

۵-۳۸ روش آزمایش آزمونه‌ها

۵-۳۸-۱- آزمونه‌های خمش ریشه و جانبی

هر آزمونه باید در گیره و قالبی که ضوابط اشکال ۵-۳۱، ۵-۳۲ یا ۵-۳۳ را برآورده می‌نماید و یا منطبق بر اشکال مزبور است، تحت آزمایش خمش قرار گیرد. شعاع خم نباید از مقادیر مندرج در شکل تجاوز نماید. رانش سنبه به‌داخل قالب می‌تواند با هر وسیلهٔ مناسب انجام شود. آزمونه باید طوری در روی قالب پایه قرار داده شود که جوش در وسط دهانه قرار گیرد. در آزمایش خمش جانبی، آن وجهی از دو سطح جانبی جوش به‌سمت شکاف پایه قرار می‌گیرد که دارای ناپیوستگی بیشتری باشد. در آزمایش خمش ریشه، ریشهٔ جوش به‌سمت شکاف قرار می‌گیرد.

۵-۳۸-۲- آزمایش پرتونگاری باید مطابق قسمت ب از فصل ششم انجام شود. دو طول ۷۵ میلیمتر از دو انتهای جوش از آزمایش معاف است.

۵-۳۸-۳- آزمایش شکست جوش گوشه[۸۰]

تمام طول جوش باید مورد بازرسی عینی قرار گیرد، و سپس آزمونه‌ای به‌طول ۱۵۰ میلیمتر باید طوری بارگذاری گردد تا ریشهٔ آن تحت کشش قرار گیرد. بار باید به‌آرامی افزایش یابد تا اینکه نمونه گسیخته و یا تخت گردد.

۵-۳۸-۴- آزمایش حک

باید یک مقطع از جوش به‌طور مناسب برای آزمایش حک آماده شود. در آزمایش حک، باید فلز جوش و پایه کاملاً از یکدیگر تمیز داده شوند.

۵-۳۹ پذیرش

۵-۳۹-۱- آزمایشهای خمش ریشه و جانبی

سطح محدب نمونهٔ خم‌شده باید برای وجود هر نوع ترک یا ناپیوستگی مورد بازرسی عینی قرار

---

۷۹ - Aging

۸۰ - Fillet weld break test

گیرد. برای پذیرش، طول و تعداد ترکها نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

(۱) ۳ میلیمتر در هر امتداد دلخواه در روی سطح.
(۲) ۱۰ میلیمتر برای مجموع ترکهایی که طول آنها بین ۱ تا ۳ میلیمتر است.
(۳) ۶ میلیمتر برای ترکهای گوشه. اگر ترک به‌علت تداخل گِل جوشکاری باشد، حداکثر ۳ میلیمتر ملاک عمل خواهد بود.

نمونه‌هایی که طول ترکهای گوشهٔ آن از ۶ میلیمتر تجاوز می‌کند و هیچ آثاری از تداخل گِل جوشکاری و یا سایر ناپیوستگی‌های ناشی از امتزاج وجود ندارد، مردود شناخته شده و نمونهٔ آزمایشی دیگر باید مورد آزمایش قرار گیرد.

۵ـ۳۹ـ۲ـ آزمایش پرتونگاری

برای پذیرش، نتایج آزمایش پرتونگاری باید ضوابط بند ۹ـ۲۵ـ۲ را برآورده سازد. بند ۹ـ۲۵ـ۲ـ۲ را می‌توان مستثنی نمود.

۵ـ۳۹ـ۳ـ آزمایش شکست جوش گوشه

۵ـ۳۹ـ۳ـ۱ـ برای پذیرش بازرسی عینی، جوش گوشه باید دارای ظاهر یکنواخت و عاری از لوچه (بیرون‌زدگی)[۸۱]، ترک[۸۲] و بریدگی[۸۳] بیش از حد پای جوش باشد. در سطح جوش نباید هیچگونه تخلخلی قابل مشاهده باشد.

۵ـ۳۹ـ۳ـ۲ـ آزمونه باید از عهدهٔ آزمایش خم برآید. در این حالت آزمونه تحت نیروی خارجی، به‌صورت تخت در می‌آید. اگر در این آزمایش جوش بشکند، سطح شکست باید امتزاج کامل در ریشهٔ درز را نشان دهد و هیچگونه تداخل (آخال)[۸۴] یا حفرهٔ[۸۵] بزرگتر از ۲ میلیمتر در آن نباشد. در یک آزمونه به‌طول ۱۵۰ میلیمتر، مجموع بزرگترین اندازه‌های تداخل و یا حفره نباید بزرگتر از ۱۰ میلیمتر باشد.

---

۸۱ ـ Over lap
۸۲ ـ Crack
۸۳ ـ Undercut
۸۴ ـ Inclusion
۸۵ ـ Porosity

۵ـ۳۹ـ۴ـ آزمایش حک

به‌بند ۵ ـ ۳۸ ـ ۳ مراجعه شود.

۵ـ۳۹ـ۵ـ بازرسی عینی

برای لوله و قوطی به‌بند ۵ ـ ۱۲ ـ ۶ و برای ورقها به‌بند ۵ ـ ۱۲ ـ ۷ مراجعه شود.

۵ـ۴۰ آزمایش مجدد[۸۶]

اگر اپراتور جوشکاری در یک یا چند مورد از عهدهٔ آزمایش برنیاید، می‌توان اجازه داد که آزمایش مجدد تحت شرایط زیر به‌عمل آید:

۵ـ۴۰ـ۱ـ آزمایش مجدد فوری

آزمایش فوری شامل انجام دو جوش برای هر مورد مردود شده است که تحت همان شرایط و وضعیت انجام می‌شود. تمام آزمایشهای مجدد باید منطبق بر مشخصات مقرر باشند.

۵ـ۴۰ـ۲ـ آزمایش مجدد بعد از آموزش و تمرین

اگر شواهدی دال بر آموزش و تمرین اپراتور جوشکاری باشد، می‌توان آزمایش مجدد انجام داد. در این حالت یک آزمایش مجدد کامل از جوش مردودشده به‌عمل می‌آید.

۵ـ۴۱ مدت زمان اعتبار

مدت اعتبار آزمون ارزیابی و تأیید صلاحیت انجام‌شده منطبق بر مفاد این آیین‌نامه، نامحدود است مگر اینکه:

(۱) اپراتور جوشکاری به‌مدت بیش از ۶ ماه در زمینهٔ ارزیابی‌شده فعالیت نداشته باشد.

(۲) شواهدی دال بر از دست رفتن توانایی جوشکار باشد.

۵ـ۴۲ ثبت نتایج

نتایج آزمونهای ارزیابی باید توسط پیمانکار ثبت و بایگانی شود و در صورت لزوم قابل دستیابی باشد.

---

۸۶ ـ Retest

قسمت ث: ارزیابی خال‌جوشکاران[۸۷]

۵ـ۴۳ کلیات

آزمایشهای ارزیابی شرح داده‌شده در این قسمت، آزمایشهای خاص برای تعیین میزان توانایی خال‌جوشکاران برای انجام جوش سالم است. آزمایشهای ارزیابی به‌منظور استفاده به‌عنوان راهنما در حین ساخت واقعی نمی‌باشند. انجام جوشکاری واقعی باید طبق مشخصات دستورالعمل جوشکاری (WPS) انجام پذیرد.

۵ـ۴۴ ضوابط عمومی ارزیابی خال‌جوشکاران

برای ارزیابی خال‌جوشکاران، قوانین زیر باید اعمال شوند:

۵ـ۴۴ـ۱ـ ارزیابی براساس یک نوع فولاد مورد تأیید این آیین‌نامه، مؤید ارزیابی خال‌جوشکاران برای سایر انواع فولاد نیز می‌باشد.

۵ـ۴۴ـ۲ـ در صورتیکه خال جوشکار، برای یکی از الکترودهای هر یک از گروههای F1 تا F4 جدول ۵ ـ ۷ مورد ارزیابی قرار گیرد، مؤید ارزیابی برای سایر الکترودهای آن گروه و همچنین الکترودهای کم‌مقاومت‌تر از آن خواهد بود.

جدول ۵ ـ ۷ ـ طبقه‌بندی الکترودها برای ارزیابی خال‌جوشکاران

گروه	طبقهٔ الکترود طبق AWS
F4	EXX15 ، EXX16 ، EXX18 ، EXX15-X EXX16-X ، EXX18-X
F3	EXX10 ، EXX11 ، EXX10-X ، EXX11-X
F2	EXX12 ، EXX13 ، EXX14 ، EXX13-X
F1	EXX20 ، EXX24 ، EXX27 ، EXX28 EXX20-X ، EXX27-X

نماد XX مبین تراز مقاومتی ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ کیلوپوند بر اینچ‌مربع می‌باشد.

---

۸۷ ـ Welding Procedure Specification

۵ـ۴۴ـ۳ـ ارزیابی خال‌جوشکار توسط الکترود استاندارد (تأیید شده) با روکشی با ترکیب متوسط، مؤید ارزیابی برای هر الکترود استاندارد دیگر با روکشی با ترکیبات متوسط، می‌باشد.

۵ـ۴۴ـ۴ـ ارزیابی براساس روش جوشکاری مورد استفاده انجام می‌شود.

۵ـ۴۴ـ۵ـ تغییر وضعیت جوشکاری به‌وضعیتی که خال‌جوشکار برای آن ارزیابی نشده است، نیاز به‌ارزیابی مجدد دارد.

۵ـ۴۵ آزمایشهای ارزیابی لازم

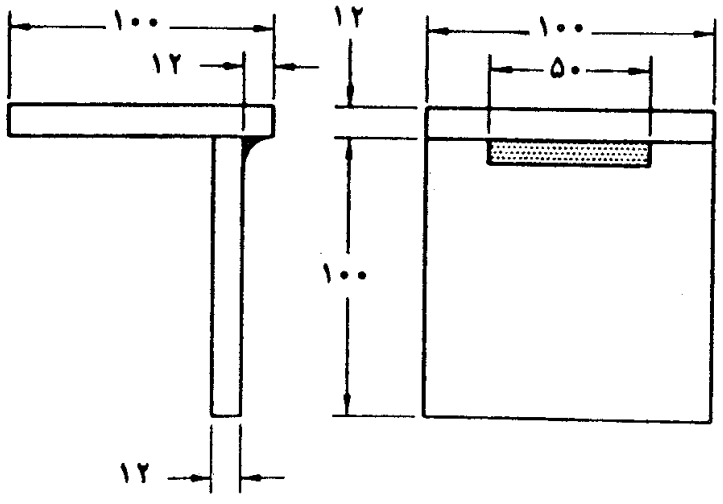
خال‌جوشکار توسط جوشکاری یک ورق آزمایشی در وضعیتی که قرار است جوشکاری انجام شود، مورد آزمایش قرار می‌گیرد. مطابق شکل ۵ ـ ۳۹ خال‌جوشکاری جوشی با اندازهٔ حداکثر ۶ میلیمتر و طول ۵۰ میلیمتر بر روی نمونهٔ آزمایش شکست جوش گوشه[۸۸] انجام می‌دهد.

۵ـ۴۶ فلز پایه

فلز پایه باید منطبق بر مشخصات ارائه‌شده در دستورالعمل جوشکاری باشد.

۵ـ۴۷ آزمونه‌ها: تعداد، نوع، و آماده‌سازی

باید یک آزمونه مطابق شکل ۵ ـ ۳۹ جوش داده شود.



شکل ۵ ـ ۳۹ ـ نمونهٔ شکست جوش گوشه به‌منظور ارزیابی خال‌جوشکاران (بند ۵ ـ ۴۷).

---

۸۸ ـ Fillet–weld–break

۵ـ۴۸ روش آزمایش

آزمونه مطابق شکل ۵ ـ ۴۰ قرار داده شده و نیرو بر آن اعمال می‌شود. نیرو را با هر وسیلهٔ مناسب می‌توان اعمال نمود. رویهٔ جوش و سطح شکست جوش بعد از انجام آزمایش باید برای وجود هر نوع نقص مورد بازرسی عینی قرار گیرند.

۵ـ۴۹ شرایط پذیرش

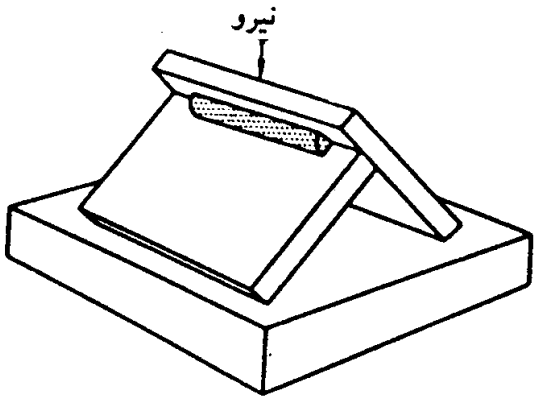
۵ـ۴۹ـ۱ـ خال‌جوش باید دارای ظاهر یکنواخت و عاری از لوچه (بیرون‌زدگی) ترک و بریدگی بیش از ۱ میلیمتر باشد. در سطح جوش نباید هیچگونه تخلخلی قابل مشاهده باشد.

۵ـ۴۹ـ۲ـ سطح شکست خال‌جوش باید مبین امتزاج کامل ریشه، نه لزوماً فراتر از آن، و امتزاج کامل با فلز پایه بوده و تخلخل و تداخل گِل بیش از ۲ میلیمتر در آن مشاهده نشود.

۵ـ۴۹ـ۳ـ خال جوشکاری که در آزمایش شکست جوش گوشه موفق شده است، مجاز به‌انجام هر نوع خال جوشی می‌باشد، به‌استثنای، جوش شیاری با نفوذ کامل که بدون استفاده از ورق پشت‌بند، از یک‌طرف جوشکاری می‌شود مانند اتصالات لب‌به‌لب، T ، Y و K . خال جوشکاری این اتصالات باید توسط یک جوشکار ارزیابی شده برای انجام جوشکاری کامل این نوع اتصالات صورت پذیرد.

۵ـ۵۰ آزمایش مجدد

در صورت عدم موفقیت، جوشکار بدون انجام هر نوع تمرین، اجازه دارد یک آزمایش مجدد انجام دهد.



شکل ۵ ـ ۴۰ ـ آزمونهٔ شکست جوش گوشه به‌منظور ارزیابی خال‌جوشکاران.

۵-۵۱ مدت زمان اعتبار

مدت اعتبار آزمون ارزیابی و تأیید صلاحیت انجام شده، نامحدود است مگر اینکه دلایل خاصی برای زیر سؤال رفتن توانایی جوشکار باشد.

۵-۵۲ ثبت نتایج

نتایج آزمونهای ارزیابی باید توسط سازنده ثبت و بایگانی شود و در صورت لزوم قابل دستیابی باشد.

پیوست اول

جوشکاریهای پیش‌ارزیابی‌شده نیاز به‌نوشتن دستورالعمل جوشکاری دارند که منطبق بر ضوابط بندهای زیر از این آیین‌نامه باشد.

۱ـ۳ـ۱ و ۱ـ۳ـ۳ روشهای مجاز
۲ـ۳ـ۱ـ۴ درزهای استاندارد
۲ـ۷ـ۱ـ۱ و ۲ـ۷ـ۱ـ۲ جوشهای گوشه
۲ـ۸ـ۱، ۲ـ۸ـ۲، ۲ـ۸ـ۴، ۲ـ۸ـ۶، ۲ـ۸ـ۸، جوشهای انگشتانه و کام
۲ـ۹ جوش شیاری با نفوذ کامل
۲ـ۱۰ جوش شیاری با نفوذ نسبی
۲ـ۱۱ اتصالات T مورب
۳ـ۱ـ۳ درجه حرارت
۳ـ۲ـ۱، ۳ـ۲ـ۲ آماده‌سازی مصالح پایه
۳ـ۳ مونتاژ
۳ـ۸ کوبه
۳ـ۱۱ـ۱ تمیزکاری
۳ـ۱۳ـ۱، ۳ـ۱۳ـ۲، ۳ـ۱۳ـ۳ پشت‌بند جوش شیاری
۴ـ۱ـ۱ مصالح پایهٔ سازگار
۴ـ۱ـ۲ محدودیتهای فلز پرکننده
۴ـ۱ـ۴
۴ـ۱ـ۵
۴ـ۲ پیش‌گرمایش
۴ـ۳ حرارت ورودی
۴ـ۵ـ۱ الکترود
۴ـ۶، به‌استثنای ۴ـ۶ـ۱ و ۴ـ۶ـ۱۰
۴ـ۷ـ۱، ۴ـ۷ـ۳، ۴ـ۷ـ۴، ۴ـ۷ـ۶
۴ـ۸ـ۱
۴ـ۹ـ۲، ۴ـ۹ـ۳، ۴ـ۹ـ۴
۴ـ۱۰ـ۲، ۴ـ۱۰ـ۳، ۴ـ۱۰ـ۴، ۴ـ۱۰ـ۵، ۴ـ۱۰ـ۶ (به‌استثنای ۴ـ۱۰ـ۶ـ۱)
۴ـ۱۱ـ۲، ۴ـ۱۱ـ۳، ۴ـ۱۱ـ۴، ۴ـ۱۱ـ۵، ۴ـ۱۱ـ۶ (به‌استثنای ۴ـ۱۱ـ۶ـ۱)
۴ـ۱۲ـ۱، ۴ـ۱۲ـ۲ و GMAW و FCAW

۴-۱۳

۴-۱۴-۱ و ۴-۱۲-۲ و ۴-۱۴-۴

۴-۲۱

۴-۲۲

۵-۱-۲

۷-۵-۵

۷-۷-۵

۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ و ۸-۲-۳-۲ و ۸-۲-۳-۳ و ۸-۲-۴ و ۸-۲-۵

۹-۲-۱ و ۹-۲-۲ و ۹-۲-۳ و ۹-۲-۴-۲ و ۹-۲-۵ و ۹-۲-۶

۱۰-۲-۱، ۱۰-۲-۲، ۱۰-۲-۴ و ۱۰-۲-۵

پیوست دوم

گزارش آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری (مخرب)

آزمایش کششی

شماره‌نمونه	عرض	ضخامت	سطح	بار کششی‌نهایی (kg)	تنش حد نهایی kg/cm^2	نوع و موقعیت شکست

آزمایش خمش هدایت شده

شماره نمونه	نوع خمش	نتیجه	توضیحات

بازرسی چشمی

ظاهر جوش _____

بریدگی کناره _____

تخلخل حفره‌ای _____

تقعر _____

تاریخ آزمایش _____

گواهی‌کننده _____

آزمایش پرتونگاری ـ فراصوتی

شماره گزارش RT: _____ نتیجه _____

شماره گزارش UT: _____ نتیجه _____

نتایج آزمایش جوش گوشه

حداقل بعد چندعبوره زخم‌دار	حداکثر بعد تک‌عبوره زخم‌دار
۱. ____ ۳. ____	۱. ____ ۳. ____
۲. ____	۲. ____

آزمایش‌های دیگر

آزمایش کشش فلزجوش

مقاومت کششی (kg/cm^2) _____

مقاومت تسلیم (kg/cm^2) _____

افزایش طول در ۵۰ میلی‌متر، % _____

شماره آزمایش _____

نام جوشکار _____ شماره تأیید _____

تأیید آزمایش توسط _____ آزمایشگاه _____

شماره آزمایش _____

هر _____

ما، امضاءکنندگان، صحت نتایج مندرج در این برگه و تطبیق آماده‌سازی، جوشکاری و آزمایش قطعات نمونه را مطابق دستورالعمل آیین‌نامه، تأیید می‌نماییم.

سازنده یا پیمانکار _____

امضاء

معرفی به‌وسیلهٔ _____

عنوان _____

تاریخ _____

پیوست سوم

دستورالعمل جوشکاری
(W.P.S)

شناسایی # _____

اصلاح _____ تاریخ _____ توسط _____

تأییدکننده _____ تاریخ _____

نوع ـــ دستی ☐ نیمه‌اتوماتیک ☐

ماشینی ☐ اتوماتیک ☐

نام شرکت _____

روش جوشکاری _____

شماره گزارش ارزیابی _____

نوع درز

نوع: یک‌رو ☐ دورو ☐

پشت‌بند: بله ☐ خیر ☐

مصالح پشت‌بند _____

بازشدگی ریشه _____ ضخامت ریشه _____

زاویهٔ شیار _____ شعاع (J-U) _____

شیارزنی پشت: بله ☐ خیر ☐ روش _____

فلز پایه

مشخصات فنی _____

نوع یا رده _____

ضخامت: شیاری _____ گوشه _____

قطر (لوله) _____

موقعیت

موقعیت جوش شیاری _____ گوشه _____

جوشکاری قائم: سربالا ☐ سرپایین ☐

خواص الکتریکی

نوع انتقال (GMAW):

مدار کوتاه ☐ قطره‌ای ☐ پاشیدنی ☐

جریان: AC ☐ DCEP ☐ DCEN ☐ ضربه‌ای ☐

غیره _____

الکترود تنگستن (GTAW):

اندازه _____

نوع _____

مصالح پرکننده

مشخصات فنی AWS _____

رده طبق AWS _____

_____

پوشش

نوع پودر _____ گاز _____

ترکیب _____

نوع روکش الکترود _____

تکنیک جوشکاری

زنجیری یا زیگ‌زاگ _____

یک عبوره یا چندعبوره _____

تعداد الکترود _____

فواصل الکترود: طولی _____

عرضی _____

زاویه _____

فاصلهٔ تماس لوله با قطعه‌کار _____

کوبش _____

تمیزی میان پاس _____

پیش‌گرمایش

دمای پیش‌گرمایش، حداقل _____

دمای میان پاس، حداقل _____ حداکثر _____

عملیات پس‌گرمایش

درجه حرارت _____

زمان _____

دستورالعمل جوشکاری

هندسهٔ درز		سرعت حرکت	ولتاژ	جریان		مصالح پرکننده		روش جوشکاری	عبور یا لایهٔ جوش‌ها
				آمپراژ یا سرعت تغذیهٔ سیم	نوع و قطبیت	قطر	رده		

پیوست چهارم
گزارش آزمایش پرتونگاری

پروژه _____
ضوابط ارزیابی ـ شماره مقطع _____
گزارش به _____

محل و هندسهٔ جوش

تکنیک عکاسی _____
چشمه _____
فاصلهٔ چشمه تا فیلم _____
زمان تابش _____
صفحات _____
نوع فیلم _____

(شرح طول، عرض و ضخامت کلیهٔ درزهای پرتونگاری شده)

تاریخ	مشخصهٔ جوش	سطح	گزارش		اصلاح شده		توضیحات
			تأیید	مردود	تأیید	مردود	

ما، امضاءکنندگان، صحت نتایج مندرج در این برگه و تطبیق آماده‌سازی، جوشکاری و آزمایش قطعات نمونه را مطابق دستورالعمل آیین‌نامه، تأیید می‌نماییم.

پرتونگار _____ پیمانکار یا سازنده _____
گزارش _____ معرفی به‌وسیلهٔ _____
تاریخ آزمایش _____ تاریخ _____

پیوست پنجم
گزارش آزمایش ذرات مغناطیسی

پروژه _____
ضوابط ارزیابی ـ شماره مقطع _____
گزارش به _____

محل جوش و معرفی طرح جوش

مقدار: _____ کل جوش تأییدی _____ کل جوش مردودی: _____

تاریخ	مشخصهٔ جوش	سطح آزمایش		گزارش		اصلاح		توضیحات
		کامل	ویژه	تأیید	مردود	تأیید	مردود	

مقدمات آزمایش

آماده‌سازی سطحی: _____

تجهیزات

از صنایع: _____ مدل: _____ شماره مسلسل: _____

روش بازرسی

☐ خشک ☐ مرطوب ☐ مرئی ☐ فلورسنت

وضعیت محیط _____

☐ مانده ☐ پیوسته ☐ پیوسته کامل

☐ AC ☐ DC ☐ نیم‌موج

☐ سیخ ☐ یوغ ☐ کابل عایق‌دار ☐ سایر _____

جهت میدان: ☐ حلقوی ☐ طولی

مقاومت میدان: _____

آمپراژ، چگالی میدان، نیروی مغناطیسی، تعداد و تناوب نیروهای اعمالی

مؤخرات آزمایش

تکنیک تخریب (در صورت لزوم): _____

تمیز کردن: _____ روش علامت‌گذاری: _____

ما، امضاءکنندگان، صحت نتایج مندرج در این برگه و تطبیق آماده‌سازی، جوشکاری و آزمایش قطعات نمونه را مطابق دستورالعمل آیین‌نامه، تأیید می‌نماییم.

پرتونگار _____ پیمانکار یا سازنده _____

گزارش _____ معرفی به‌وسیلهٔ _____

تاریخ آزمایش _____ تاریخ _____

پیوست ششم

گزارش آزمایش ارزیابی جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و خال جوشکاران

نوع جوشکار _____

نام _____ شماره شناسنامه _____

شماره دستورالعمل جوشکاری _____ اصلاح _____ تاریخ _____

متغیرها	محدودهٔ ارزیابی	ثبت مقادیر واقعی مورد استفاده در ارزیابی
نوع / روش		
الکترود (تک یا چندگانه)		
جریان / قطبیت		
موقعیت		
موقعیت جوشکاری		
پشت‌بند (بله، خیر)		
نوع مصالح		
مصالح پایه		
ضخامت (ورق)		
شیاری		
گوشه		
ضخامت (لوله)		
شیاری		
گوشه		
قطر (لوله)		
شیاری		
گوشه		
مصالح پرکننده		
شماره مشخصه		
رده		
نوع گداز آور / گاز		
سایر موارد		

بازرسی عینی

بلی یا خیر، مورد تأیید

نتایج آزمایش خمش هدایت‌شده

نوع	نتیجه	نوع	نتیجه

نتایج آزمایش جوش گوشه

اندازهٔ جوش _____ ظاهر جوش _____

زخم _____ آزمایش شکست نفوذ ریشه _____

شرح مکان، نوع و اندازهٔ هرگونه ترک ایجاد شده در نمونهٔ آزمایشی

شمارهٔ آزمایش _____ بازرسی به‌وسیلهٔ _____

تاریخ _____ مؤسسه _____

نتایج آزمایش پرتونگاری

شمارهٔ فیلم	نتیجه	علامت	شمارهٔ فیلم	نتیجه	علامت

شماره آزمایش _____ تأییدکننده _____

تاریخ _____ مؤسسه _____

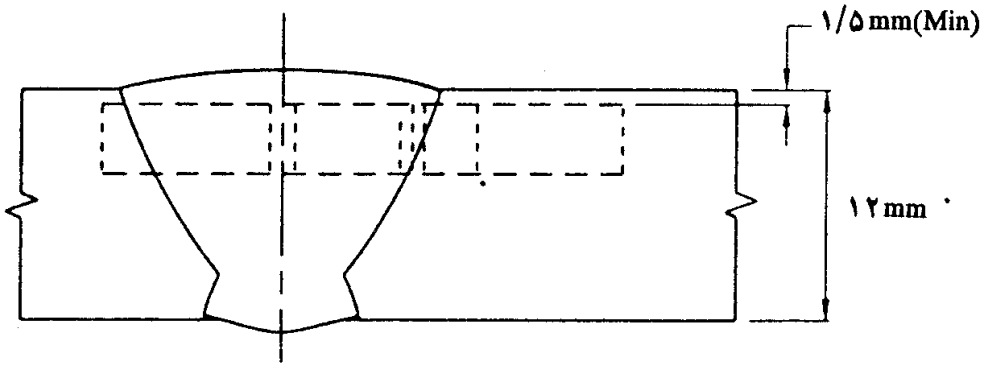
ما، امضاءکنندگان، صحت نتایج مندرج در این برگه و تطبیق آماده‌سازی، جوشکاری و آزمایش قطعات نمونه را مطابق دستورالعمل آیین‌نامه، تأیید می‌نماییم.

سازنده یا پیمانکار _____

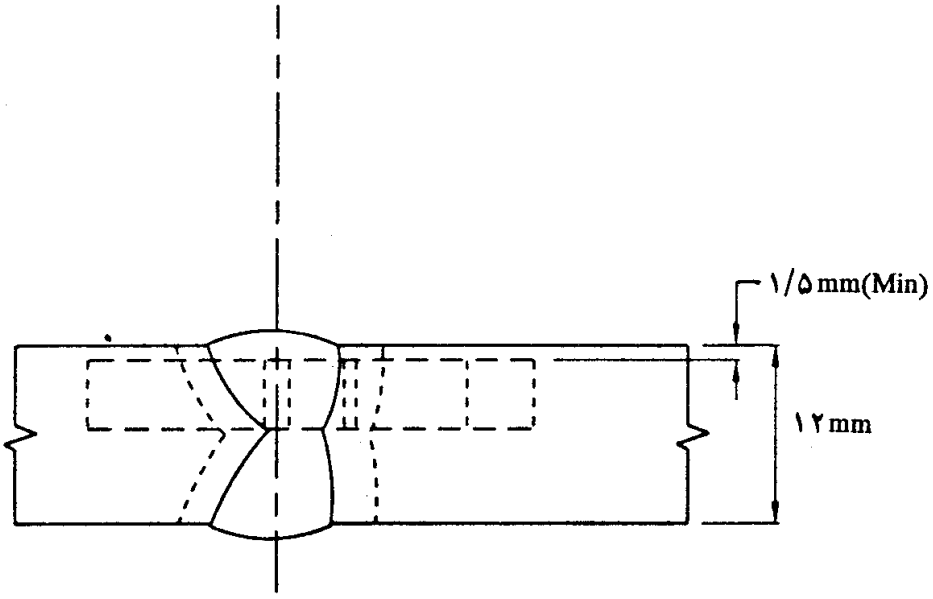
معرفی به‌وسیلهٔ _____

تاریخ _____

پیوست هفتم



(الف) برای جوش از یکرو



(ب) برای جوش از دورو

محل نمونه‌برداری برای آزمایش شارپی

فصل ۶

بازرسی

این فصل شامل چهار قسمت زیر است:

قسمت الف: ضوابط عمومی
قسمت ب: آزمایش پرتونگاری جوشهای شیاری در اتصالات لب به‌لب
قسمت پ: آزمایش فراصوت جوش شیاری
قسمت ت: سایر روشهای آزمایشی

قسمت الف: ضوابط عمومی

۶ـ۱ کلیات

۶ـ۱ـ۱ـ از دیدگاه این آیین‌نامه، بازرسی و آزمایشهای ساخت / نصب[۱]، و بازرسی و آزمایشهای تأیید[۲]، وظایف جداگانه‌ای هستند. بازرسی و آزمایش در حین ساخت / نصب در واقع عملیات بازرسی لازم در حین تهیهٔ مصالح، برشکاری، مونتاژ، جوشکاری و بعد از جوشکاری هستند که

۱ـ Fabrication/Erection inspection and testing ۲ـ Verification inspection and testing

انطباق مصالح و روشهای اجرایی را با شرایط مندرج در مشخصات فنی، تضمین می‌کند*. بازرسی و آزمایش تأیید، مجموعهٔ عملیات برای تأییدکار انجام‌شده می‌باشد**. انجام بازرسیها و آزمایشهای تأیید و تسلیم گزارشهای مربوطه به‌پیمانکار و کارفرما، باید با چنان نظم زمانی صورت پذیرند که وقفه‌ای در کار به‌وجود نیاورند.

بازرسی و آزمایشهای ساخت / نصب از مسئولیتهای سازنده بوده، مگر اینکه در مدارک پیمان به‌نحو دیگری مقرر شده باشد. بازرسیها و آزمایشهای تأیید، از حقوق کارفرماست که آن را می‌تواند برعهدهٔ یک سازمان ثالث و یا خود سازنده تفویض نماید.

۶ - ۱ - ۲ - بازرس تأیید[۳] شخصی است که برای کارفرما کار می‌کند و از طرف کارفرما یا مهندس مشاور مسئول کلیهٔ مفاد نظارتی و کیفیتی اجرا می‌باشد. بازرس ساخت / نصب شخصی است که برای سازنده کار می‌کند و از طرف او مسئول کلیه مفاد نظارتی و کیفیتی اجرا است. در هر جای متن اگر لغت بازرس به‌تنهایی ذکر شود، برحسب حدود وظایف بند ۶ - ۱ - ۱، شامل هر دو بازرس ساخت و نصب، و بازرس تأیید می‌شود.

۶ - ۱ - ۳ - ارزیابی بازرسین

۶ - ۱ - ۳ - ۱ - بازرسینی که مسئول تأیید یا رد مصالح و اجرا هستند، باید مورد ارزیابی و تشخیص صلاحیت قرارگیرند. مبانی ارزیابی بازرسین باید مستند گردد. اگر مسئولیت تدوین مبانی ارزیابی بازرسین، برعهده مهندس مشاور باشد، موضوع باید در مشخصات فنی ذکر گردد.

ارزیابی بازرسین باید بر مبنای «آیین‌نامهٔ ملی ارزیابی بازرسین» انجام گردد. در غیاب آیین‌نامهٔ ملی، می‌توان از آیین‌نامه‌های بین‌المللی یا معتبر استفاده نمود*.

---

* این آزمایشها در ردهٔ آزمایشهای تضمین کیفیت یا Q.A. قرار می‌گیرند.

Q.A.= Quality Assurance

** این آزمایشها در ردهٔ آزمایشهای کنترل کیفیت یا Q.C. قرار می‌گیرند.

Q.C.= Quality Control

۳ - Verification inspector

* مبانی ارزیابی قابل قبول به‌شرح زیر می‌باشند:

۱ - مقررات ارزیابی AWS تحت عنوان:

AWS QC1 : Standard and Guide for Qualification an Certification of Welding Inspectors.

یا:

۲ - مقررات ارزیابی دفتر جوشکاری کانادا[۱] (CWB) تحت عنوان:

Standard W178.2 : Certification of Welding Inspectors-Canadian Standard Association.

۱ - Canadian Welding Bureau (C.W.B)

مهندس یا تکنسینی که به‌واسطهٔ تمرین یا تجربه و یا ترکیبی از آن دو، در زمینهٔ بازرسی ساخت، و انجام و تفسیر آزمایشهای ارزیابی، دارای صلاحیت، لیاقت و اشتهار باشد، می‌تواند به‌عنوان بازرس جوش انجام وظیفه نماید.

۶-۱-۳-۲- گواهینامهٔ ارزیابی بازرس جوش مادامی که در امر بازرسی فعال باشد، معتبر است، مگر اینکه دلایل مشخصی برای عدم توانایی بازرس وجود داشته باشد.

۶-۱-۳-۳- بازرس جوش می‌تواند چند کمک داشته باشد که تحت نظارت وی در امر بازرسی عمل می‌نمایند. کمک بازرسین باید با تمرین و تجربه در اموری که به‌آنها محول می‌شود، صلاحیت کسب نمایند. عملکرد کمک بازرسین باید توسط بازرس به‌طور منظم مورد ارزیابی قرار گیرد.

۶-۱-۳-۴- بازرس و کمک‌بازرس باید تحت معاینهٔ چشم قرارگیرند، به‌طوریکه با و یا بدون استفاده از عینک، قدرت دید زیر را دارا باشند:

۱ ـ قدرت دید نزدیک در فاصلهٔ ۳۰۰ میلیمتر.

۲ ـ قدرت دید دور در حد ۲۰/۴۰ .

معاینهٔ چشم باید در هر سه سال (و یا کمتر در صورت نیاز) تکرار گردد.

۶-۱-۳-۵- مهندس مشاور باید دارای اعتبار کافی برای تأیید ارزیابی بازرسین جوش باشد.

۶-۱-۴- بازرس باید مشخص نماید که مونتاژ و نصب قطعات به‌وسیلهٔ جوشکاری، مطابق با ضوابط مدارک طراحی انجام شده است.

۶-۱-۵- بازرس جوش باید نقشه‌های جزییات جوشکاری راکه نشان‌دهندهٔ اندازه، نوع، و محل جوشها است، تهیه نماید. تهیهٔ بخشی از اسناد مناقصه که مربوط به‌مشخصات مکانیکی فولاد و الکترود می‌شود برعهدهٔ بازرس جوش است.

۶-۱-۶- شروع و ختم کلیهٔ عملیات اجرایی که نیاز به‌بازرسی دارد، باید به‌اطلاع بازرس جوش برسد.

٦ـ ۲ بازرسی مصالح

بازرس باید مطمئن گردد که فقط مصالح منطبق بر مفاد این آیین‌نامه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

٦ـ ۳ بازرسی دستورالعملهای جوشکاری و تجهیزات

٦ـ۳ـ۱ـ بازرس باید کلیهٔ دستورالعملهای جوشکاری را مورد بازبینی قرار داده و مطمئن گردد که این دستورالعملها منطبق بر مفاد این آیین‌نامه هستند.

٦ـ۳ـ۲ـ بازرس باید کلیهٔ تجهیزات جوشکاری را مورد بازرسی قرار داده و مطمئن گردد که منطبق بر ضوابط بند ۳ ـ ۱ ـ ۲ می‌باشند.

٦ـ ۴ بازرسی جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری، و خال‌جوشکاران

٦ـ۴ـ۱ـ بازرس باید اجازه کار به‌جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و خال‌جوشکارانی را بدهد که طبق بندهای ۵ ـ ۳ و ۵ ـ ۴ این آیین‌نامه تحت ارزیابی قرارگرفته و صلاحیت آنها تأیید شده است و یا صلاحت آنها قبلاً توسط مرجع ذیصلاحی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

٦ـ۴ـ۲ـ اگر به‌نظر برسد که توانایی یا صلاحیت جوشکار، اپراتور جوشکاری و یا خال‌جوشکار ارزیابی شده پایین‌تر از ضوابط این آیین‌نامه است، بازرس می‌تواند به‌کمک آزمایشهای ساده، نظیر آزمایش شکست جوش گوشه، و یا حتی آزمایشهای کامل بند ۵ ـ ۳، جوشکار را مورد ارزیابی مجدد قرار دهد.

٦ـ۴ـ۳ـ در صورتیکه جوشکار، اپراتور جوشکاری و یا خال‌جوشکار به‌مدت بیش از ۶ ماه فعالیتی در روی موضوع مورد نظر نداشته باشد، بازرس باید دستور انجام ارزیابی مجدد آنها را بدهد.

٦ـ ۵ بازرسی کار و گزارشها

٦ـ۵ـ۱ـ بازرس باید مطمئن گردد که اندازه، طول، و محل جوشها منطبق بر ضوابط این آیین‌نامه و طبق نقشه است و هیچ جوش اضافی بدون تأیید مهندس ناظر انجام نشده است.

٦ـ۵ـ۲ـ بازرس باید مطمئن گردد که فقط دستورالعملهای جوشکاری منطبق بر مفاد بند ۵ ـ ۱ و

یا تأییدشده طبق بندهای ۵ ـ ۲ و ۵ ـ ۵ مورد استفاده قرار گرفته است.

۶ ـ ۵ ـ ۳ بازرس باید مطمئن گردد که جوشکاری با شدت جریان، قطبیت، وضعیت، و وضعیت الکترود مقرر انجام شده است.

۶ ـ ۵ ـ ۴ ـ بازرس باید در فواصل مناسب، نحوهٔ آماده‌سازی لبه‌ها، روشهای مونتاژ، تکنیکهای جوشکاری، و نحوهٔ کار جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری، و خال‌جوشکاران را بازرسی نموده و انطباق آنها را با مفاد این آیین‌نامه کنترل نماید.

۶ ـ ۵ ـ ۵ ـ بازرس باید از انطباق کیفیت اجرای کار بر ضوابط فصل سوم از این آیین‌نامه اطمینان حاصل نماید. استفاده از مفاد سایر آیین‌نامه‌ها در صورت تأیید مهندس مشاور، بلامانع است. اندازه جوشها باید توسط دستگاه مناسب، اندازه‌گیری شود. بازرسی عینی (VI)[۴] جوشها برای پیدا کردن عیوبی از قبیل ترک در فلز جوش و فلز پایه، و سایر ناپیوستگیها باید به‌کمک ذره‌بین چراغدار و یا سایر وسایل مشابه انجام پذیرد.

۶ ـ ۵ ـ ۶ ـ بازرس باید به‌کمک رنگ مناسب، کلیه جوشهایی را که مورد بازرسی قرار داده است، علامت‌گذاری نماید. استفاده از حک کردن ضربه‌ای در اعضایی که تحت تأثیر بارهای دینامیکی هستند، فقط طبق تأیید مهندس مشاور مجاز است.

۶ ـ ۵ ـ ۷ ـ بازرس باید پرونده‌ای از ارزیابی صلاحیت جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و خال‌جوشکاران و ارزیابی دستورالعملهای جوشکاری و یا سایر آزمایشهای انجام‌شده تهیه نماید.

۶ ـ ۶ وظایف سازنده

۶ ـ ۶ ـ ۱ ـ سازنده موظف به‌بازرسی عینی و اصلاح تمام عیوب در مصالح، روشها، و ضوابط اجرایی طبق مفاد فصل سوم از این آیین‌نامه می‌باشد.

۶ ـ ۶ ـ ۲ ـ سازنده باید با بازرسین جوش جهت رفع عیوب و روشهای اجرایی همکاری نماید.

---

۴ ـ Visual Inspection

۶-۶-۳- در صورتیکه اصلاح جوشکاری معیوب، باعث صدمه رسیدن به‌فلز پایه باشد، پیمانکار موظف است با حفظ شرایط مفاد قرارداد، آن قسمت از فلز پایه را طبق نظر مهندس ناظر برداشته و با مصالح سالم جایگزین نماید.

۶-۶-۴- در صورتیکه علاوه بر بازرسیهای عینی، سایر آزمایشهای غیرمخرب در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی خصوصی خواسته شده باشد، پیمانکار مسئول انطباق کیفیت جوش با ضوابط بندهای ۸-۱۵ و ۹-۲۵ است.

۶-۶-۵- اگر آزمایشهای غیرمخرب، به‌غیر از بازرسیهای عینی، در مدارک اولیه قرارداد نباشد، ولی کارفرما بعدها انجام این آزمایشها را درخواست نماید، سازنده موظف به‌فراهم نمودن تمهیدات لازم برای انجام این آزمایشها توسط خود و یا گروه دیگر طبق مفاد بند ۶-۷ است. در این صورت هزینهٔ کلیه آزمایشها برعهدهٔ کارفرما خواهد بود، ولی هزینهٔ تعمیرات جوشهای مردود به‌عهدهٔ سازنده است.

۶-۷ آزمایشهای غیرمخرب

آزمایشهای غیرمخرب توصیه‌شده سالهای متمادی است که مورد استفاده قرار می‌گیرند و شواهد حاکی از نتایج اطمینان‌بخش از این آزمایشها است، لیکن به‌نظر می‌رسد بعضی از استفاده‌کنندگان این آیین‌نامه این تصور غلط را دارند که هر یک از آزمایشها می‌تواند به‌تنهایی تمام عیوب جوش را تعیین نماید. توجه استفاده‌کنندگان به‌این نکته جلب می‌شود که هر روش دارای محدودیتهایی است و قادر به‌شناسایی تعداد محدودی از عیبها است و مفسّر آزمایشها باید دارای دانش و تجربهٔ کافی در این مورد باشد.

۶-۷-۱- وقتی آزمایشهای غیرمخرب، علاوه بر آزمایشهای عینی، مورد نیاز باشد، باید اطلاعاتی از قبیل نوع جوشهایی که باید آزمایش شوند، درصدی از جوشها که باید تحت آزمایش قرار گیرند، و روشهای آزمایش در مشخصات فنی ذکر شوند.

۶-۷-۲- جوشهایی که بعد از بازرسی توسط آزمایشهای غیرمخرب منطبق بر ضوابط این آیین‌نامه تشخیص داده نشوند، باید طبق مفاد بند ۳-۷ مورد تعمیر قرار گیرند.

۶-۷-۳- در صورت استفاده از آزمایش پرتونگاری (RT)، روش و تکنیک آزمایش باید مطابق

قسمت ب، از این فصل باشد.

۶-۷-۴- در صورت استفاده از سیستمهای تصویرسازی پرتویی[5]، روش و تکنیک باید منطبق بر ضوابط قسمت ت، از این فصل باشد.

۶-۷-۵- در صورت استفاده از آزمایش فراصوت، روش و تکنیک کار باید منطبق بر ضوابط قسمت پ، از این فصل باشد.

۶-۷-۶- در صورت استفاده از روش ذرات مغناطیسی، روش و تکنیک باید منطبق بر ASTM-E709 و شرایط پذیرش بر حسب مورد باید منطبق بر ضوابط بندهای ۸-۱۵، ۹-۲۵ از این آیین‌نامه باشد.

۶-۷-۷- برای ردیابی ناپیوستگیها و ترکهایی که دارای نمود سطحی هستند، می‌توان از آزمایش رنگ نافذ استفاده نمود. روش و تکنیک کار باید منطبق بر ASTM E165 و شرایط پذیرش برحسب مورد باید منطبق بر ضوابط بندهای ۸-۱۵، و ۹-۲۵ از این آیین‌نامه باشد.

۶-۷-۸- ارزیابی و تعیین صلاحیت پرسنل

۶-۷-۸-۱- ارزیابی پرسنل مسئول انجام آزمایشهای غیرمخرب، به‌غیر از آزمایشهای عینی، باید منطبق بر مفاد آیین نامهٔ ملی باشد. در غیاب آیین‌نامه‌های ملی، می‌توان از آیین‌نامه‌های بین‌المللی و یا معتبر استفاده نمود*.

اشخاصی مجاز به‌انجام آزمایشهای غیرمخرب هستند که در پایهٔ ۲، ارزیابی شده باشند. اشخاصی که در پایهٔ ۱ ارزیابی شده باشند، فقط می‌توانند زیر نظر یک نفر پایه ۲ به‌آزمایش ارزیابی بپردازند.

۶-۷-۸-۲- ارزیابی افراد در پایه ۱ و ۲ توسط فردی از پایه ۳ انجام می‌شود. افراد پایه ۳ باید تحت نظر انجمن آزمایشهای غیرمخرب ارزیابی شوند و یا دارای تحصیلات عالیه در این زمینه باشند.

۵- Radiation imaging system

* به‌عنوان نمونه می‌توان از آیین‌نامهٔ زیر استفاده نمود:

American Society for Nondestructive Testing (A.S.N.T) Recommended Practice No.SNT-TC-1A.

٦ـ٨ دامنهٔ آزمایشهای غیرمخرب

دامنهٔ آزمایشهای غیرمخرب جوشها (شامل نوع، محل، و درصد) باید به‌طور وضوح در مشخصات فنی ذکر گردد.

٦ـ٨ـ١ـ درزهایی که آزمایش آنها در مشخصات فنی قید شده است، باید در طول کامل مورد آزمایش قرار گیرند، مگر اینکه انجام آزمایش جزیی[۶] و یا خال آزمایش[۷] در مشخصات فنی مقرر شده باشد.

٦ـ٨ـ٢ـ در صورتیکه برای درزی آزمایش جزیی مقرر شده باشد، باید طول یا درصد، و محل قطعات مورد نظر برای آزمایش به‌طور واضح مشخص گردد.

٦ـ٨ـ٣ـ در صورتیکه در مشخصات فنی، خال آزمایش مشخص شده باشد، طول و فواصل آنها باید به‌طور کامل مشخص گردد. طول حداقل هر خال آزمایش ۱۰۰ میلیمتر و فاصلهٔ حداکثر بین دو خال آزمایش، ۴ متر است. در صورتیکه خال مبین عیب و تعمیر باشد، در حد فاصل دو خال قبلی، باید دو خال جدید مورد آزمایش قرار گیرند. اگر این دو خال جدید نیز مبین عیب و تعمیر باشند، باید طول کامل جوش مورد آزمایش قرار گیرد.

٦ـ٨ـ٤ـ پرسنل آزمایش غیرمخرب قبل از آزمایش باید اطلاعات کاملی از هندسهٔ درز، ضخامت مصالح، روش جوشکاری و دستورالعمل جوشکاری داشته باشند. همچنین هرگونه تعمیر قبلی به‌اطلاع آنها برسد.

۶ـ Partial testing

۷ـ Spot testing (آزمایش رندم)

قسمت ب: آزمایش پرتونگاری[۸] جوشهای شیاری در درزهای لب به‌لب

۶-۹ کلیات

۶-۹-۱- در صورتیکه در مشخصات فنی انجام آزمایشهای پرتونگاری مقرر شده باشد، قوانین و روشهای آزمایش باید منطبق بر مفاد ارائه‌شده در این بخش باشد. مقررات ارائه‌شده در این فصل، بیشتر مربوط به‌آزمایش جوش شیاری در درز لب‌به‌لب ورقها، نیمرخها و یا میله‌ها به‌کمک پرتوی X یا گاما می‌باشد. روش آزمایش باید منطبق بر استانداردهای ملی و یا بین‌المللی باشد*.

۶-۹-۲- با توافق کارفرما می‌توان در روشهای آزمایش، تجهیزات، و شرایط پذیرش، تغییراتی نسبت به‌ضوابط آیین‌نامه انجام داد.

۶-۱۰ روشهای پرتونگاری

۶-۱۰-۱- پرتونگاری می‌تواند با استفاده از چشمهٔ[۹] پرتوی X یا گاما صورت گیرد. کیفیت پرتونگاری می‌تواند به‌کمک روزنه‌ها و یا رشته‌های شاخص کیفیت تصویر (IQI)[۱۰] مورد قضاوت قرار گیرد. کیفیت پرتونگاری باید ضوابط مندرج در بند ۶-۱۰-۷، جداول ۶-۱ و ۶-۲، و اشکال ۶-۵ و ۶-۶ را برآورده نماید. اعداد و حروف شناسایی باید به‌طور واضح در فیلم آشکار گردند.

۶-۱۰-۲- پرتونگاری باید با حفظ تمام تدابیر ایمنی انجام پذیرد**.

۶-۱۰-۳- وقتیکه در مدارک قرارداد حذف گردهٔ (تحدب) جوش الزام شده باشد، باید مطابق

۸- Radiography test (R.T)

* در غیاب استاندارد ملی، می‌توان از استانداردهای زیر استفاده نمود:
ASTM E747, ASTM E142, ASTM E94. و یا ASTM E1032

۹- Source

۱۰- IQI= Image Quality Indicator

** در این مورد اپراتور پرتونگاری باید دارای مدرک فیزیک بهداشت و یا حفاظت مقدماتی در مقابل اشعه از سازمان انرژی اتمی ایران باشد.

بند ۳ ـ ۶ ـ ۳ جوش را به‌وسیلهٔ سنگ زدن برای پرتونگاری آماده نماییم. سایر انواع سطوح جوش لازم نیست به‌منظور آزمایش پرتونگاری سنگ زده شوند، مگر اینکه سطح جوش و یا فصل مشترک جوش با فلز پایه دارای چنان نامنظمیهای تیزی باشند که در عکس به‌صورت ترک و یا سایر انواع ناپیوستگی به‌نظر آیند.

۶ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۱ ـ قبل از انجام آزمایش پرتونگاری، ناودان[۱۱] انتهایی جوش باید برداشته شود.

۶ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۲ ـ وقتیکه طبق بند ۳ ـ ۱۳ یا مشخصات فنی الزام شده باشد، قبل از انجام پرتونگاری، تسمهٔ پشت‌بند[۱۲] باید برداشته شده و سطح جوش به‌وسیلهٔ سنگ زدن همسطح گردد. سنگ زدن باید مطابق بند ۳ ـ ۶ ـ ۳ باشد.

۶ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ ۳ ـ وقتیکه گرده و یا تسمهٔ پشت‌بند برداشته نشود، باید در زیر رشته‌ها و یا روزنه‌های شاخص کیفیت تصویر (IQI)، پرکننده‌های (فیلرهای) فولادی قرار داده شود به‌طوریکه ضخامت موجود بین رشته‌ها و روزنه‌ها تا سطح فیلم مساوی ضخامت متوسط جوش در حد فاصل گرده و تسمه گردند.

۶ ـ ۱۰ ـ ۴ ـ فیلم‌های پرتونگاری باید منطبق بر استانداردهای ملی باشد*. استفاده از تشدیدکننده‌های فلورسان مجاز نیست.

۶ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ پرتونگاری باید با یک چشمهٔ پرتوزا که تا حد امکان در مرکز طول و عرض جوش مورد آزمایش قرار دارد، انجام شود.

۶ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ ۱ ـ چشمهٔ پرتوی گاما، بدون توجه به‌اندازه، باید توانایی ایجاد وضوح هندسی[۱۳] منطبق بر استاندارد باشد**.

۶ ـ ۱۰ ـ ۵ ـ ۲ ـ فاصلهٔ چشمه تا موضوع نباید کمتر از طول فیلم باشد. این محدودیت در مورد عکسبرداری پانوراما که تحت مقررات بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۸ ـ ۲ انجام می‌شود، صادق نیست.

---

۱۱ ـ Weld tab

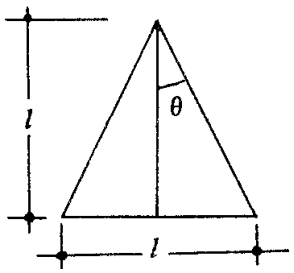
۱۲ ـ Steel backing

* در غیاب استاندارد ملی می‌توان از ASTM E94 استفاده نمود.

۱۳ ـ U.G. Unsharpness Geometric

** در غیاب استاندارد ملی، فصل پنجم از استاندارد زیر قابل توصیه است.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code.



$\theta = ۲۶/۵۶°$

$۲\theta = ۵۳/۱۳°$

۶ـ۱۰ـ۵ـ۳ـ فاصلهٔ چشمه تا موضوع نباید کمتر از ۷ برابر ضخامت جوش به‌علاوهٔ گرده و تسمهٔ پشت‌بند (در صورت وجود) باشد. به‌علاوه زاویهٔ توزیع پرتو در دورترین نقاط جوش نسبت به‌محور مرکزی نباید بیشتر از ۲۶/۵ درجه باشد.

۶ـ۱۰ـ۶ـ چشمهٔ پرتوی X با قدرت حداکثر ۶۰۰kvp و ایریدیوم ۱۹۲ می‌توانند به‌عنوان چشمهٔ قابل قبول برای تمام بازرسیهای پرتونگاری مورد استفاده باشند، مشروط بر اینکه قدرت نفوذ آنها کافی باشد. در صورتیکه ضخامت قطعهٔ مورد پرتونگاری از ۶۴ میلیمتر تجاوز نماید، باید از کوبالت ۶۰ استفاده نمود. سایر انواع چشمه باید به‌تأیید مهندس مشاور برسد.

۶ـ۱۰ـ۷ـ انتخاب و استقرار شاخصهای کیفیت تصویر (IQI)

انتخاب، و محل استقرارها شاخصهای IQI طبق جدول زیر است. (اشکال ۶ـ۱ تا ۶ـ۴):

جدول تعداد و محل شاخصهای کیفیت تصویر

	T مساوی و طول درز بزرگتر یا مساوی ۲۵۰ میلیمتر		T مساوی و طول درز کوچکتر از ۲۵۰ میلیمتر		T نامساوی و طول درز بزرگتر از ۲۵۰ میلیمتر		T نامساوی و طول درز کوچکتر از ۲۵۰ میلیمتر	
نوع IQI	روزنه	رشته	روزنه	رشته	روزنه	رشته	روزنه	رشته
تعداد								
ورق	۲	۲	۱	۱	۳	۲	۲	۱
لوله[۳]	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
استاندارد ASTM	E1025	E767	E1025	E747	E1025	E747	E1025	E747
جدول	۱ـ۶	۲ـ۶	۲ـ۶	۲ـ۶	۱ـ۶	۲ـ۶	۱ـ۶	۲ـ۶
شکل	۱ـ۶		۲ـ۶		۳ـ۶		۴ـ۶	

T= ضخامت اسمی فلز پایه ($T_۱$ و $T_۲$ در اشکال) (به‌تذکرات ۱ و۲ زیر توجه شود).

L= طول درز در محدودهٔ مورد نظر برای پرتونگاری.

تذکرات:

۱ـ در انتخاب IQI، تسمهٔ پشت‌بند نباید جزیی از جوش و یا گردهٔ جوش در نظر گرفته شود.

۲ـ در صورت استفاده از پرکننده در زیر شاخص، T را می‌توان به‌اندازهٔ ضخامت گرده افزایش داد.

۳ـ در صورتیکه بخواهیم از درز لوله فقط با یک تابش (در مرکز لوله) عکسبرداری نماییم، حداقل باید سه شاخص کیفیت روزنه‌ای در فواصل مساوی مورد استفاده قرار گیرد.

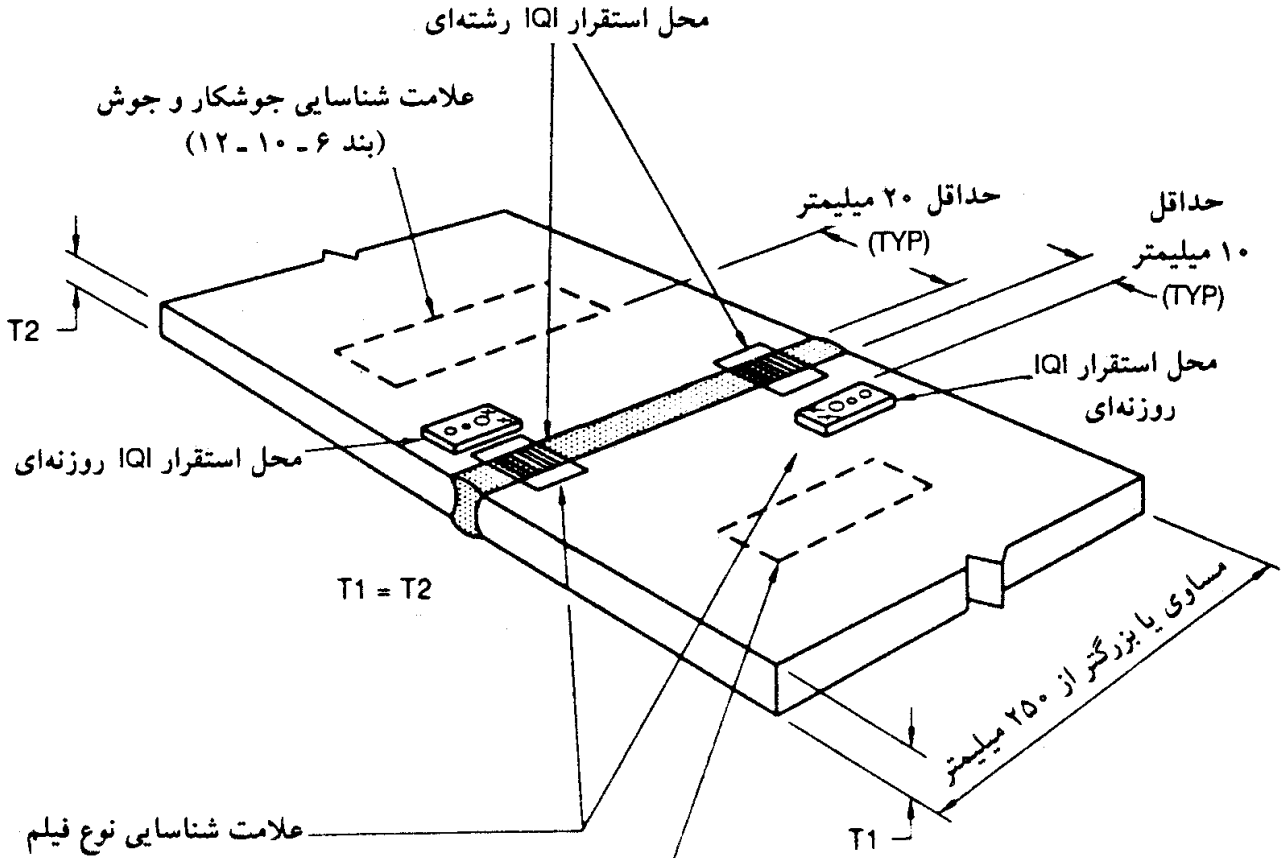
جدول ۶ ـ ۱ ـ مشخصات شاخصهای کیفیت تصویر (IQI) روزنه‌ای (بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۱)

ضخامت ورق (میلیمتر)	سمت چشمه		سمت فیلم	
	نمره	قطر سوراخها	نمره	قطر سوراخها
تا ۶	۱۰	۴T	۷	۴T
۶ تا ۱۰	۱۲	۴T	۱۰	۴T
۱۰ تا ۱۲	۱۵	۴T	۱۲	۴T
۱۲ تا ۱۶	۱۵	۴T	۱۲	۴T
۱۶ تا ۲۰	۱۷	۴T	۱۵	۴T
۲۰ تا ۲۲	۲۰	۴T	۱۷	۴T
۲۲ تا ۲۵	۲۰	۴T	۱۷	۴T
۲۵ تا ۳۲	۲۵	۴T	۲۰	۴T
۳۲ تا ۳۸	۳۰	۲T	۲۵	۲T
۳۸ تا ۵۰	۳۵	۲T	۳۰	۲T
۵۰ تا ۶۴	۴۰	۲T	۳۵	۲T
۶۴ تا ۷۶	۴۵	۲T	۴۰	۲T
۷۶ تا ۱۰۰	۵۰	۲T	۴۵	۲T
۱۰۰ تا ۱۵۰	۶۰	۲T	۵۰	۲T
۱۵۰ تا ۲۰۰	۸۰	۲T	۶۰	۲T

T= ضخامت شاخص

جدول ۶ ـ ۲ ـ مشخصات شاخص کیفیت تصویر (IQI) رشته‌ای (بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۱)

ضخامت ورق (میلیمتر)	سمت چشمه		سمت فیلم	
	قطر in.	رشته mm	قطر in.	رشته mm
تا ۶	۰/۰۱۰	۰/۲۵	۰/۰۰۸	۰/۲۰
۶ تا ۱۰	۰/۰۱۳	۰/۳۳	۰/۰۱۰	۰/۲۵
۱۰ تا ۱۶	۰/۰۱۶	۰/۴۱	۰/۰۱۳	۰/۳۳
۱۶ تا ۲۰	۰/۰۲۰	۰/۵۱	۰/۰۱۶	۰/۴۱
۲۰ تا ۴۰	۰/۰۲۵	۰/۶۳	۰/۰۲۰	۰/۵۱
۴۰ تا ۵۰	۰/۰۳۲	۰/۸۱	۰/۰۲۵	۰/۶۳
۵۰ تا ۶۴	۰/۰۴۰	۱/۰۲	۰/۰۳۲	۰/۸۱
۶۴ تا ۱۰۰	۰/۰۵۰	۱/۲۷	۰/۰۴۰	۱/۰۲
۱۰۰ تا ۱۵۰	۰/۰۶۳	۱/۶۰	۰/۰۵۰	۱/۲۷
بزرگتر از ۱۵۰	۰/۱۰۰	۲/۵۴	۰/۰۶۳	۱/۶۰



شکل ۶ ـ ۱ ـ محل شاخصهای کیفیت تصویر (IQI) از نوع روزنه‌ای یا رشته‌ای در درزها با ضخامتهای مساوی با طول ۲۵۰ میلیمتر و بزرگتر (بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۷).

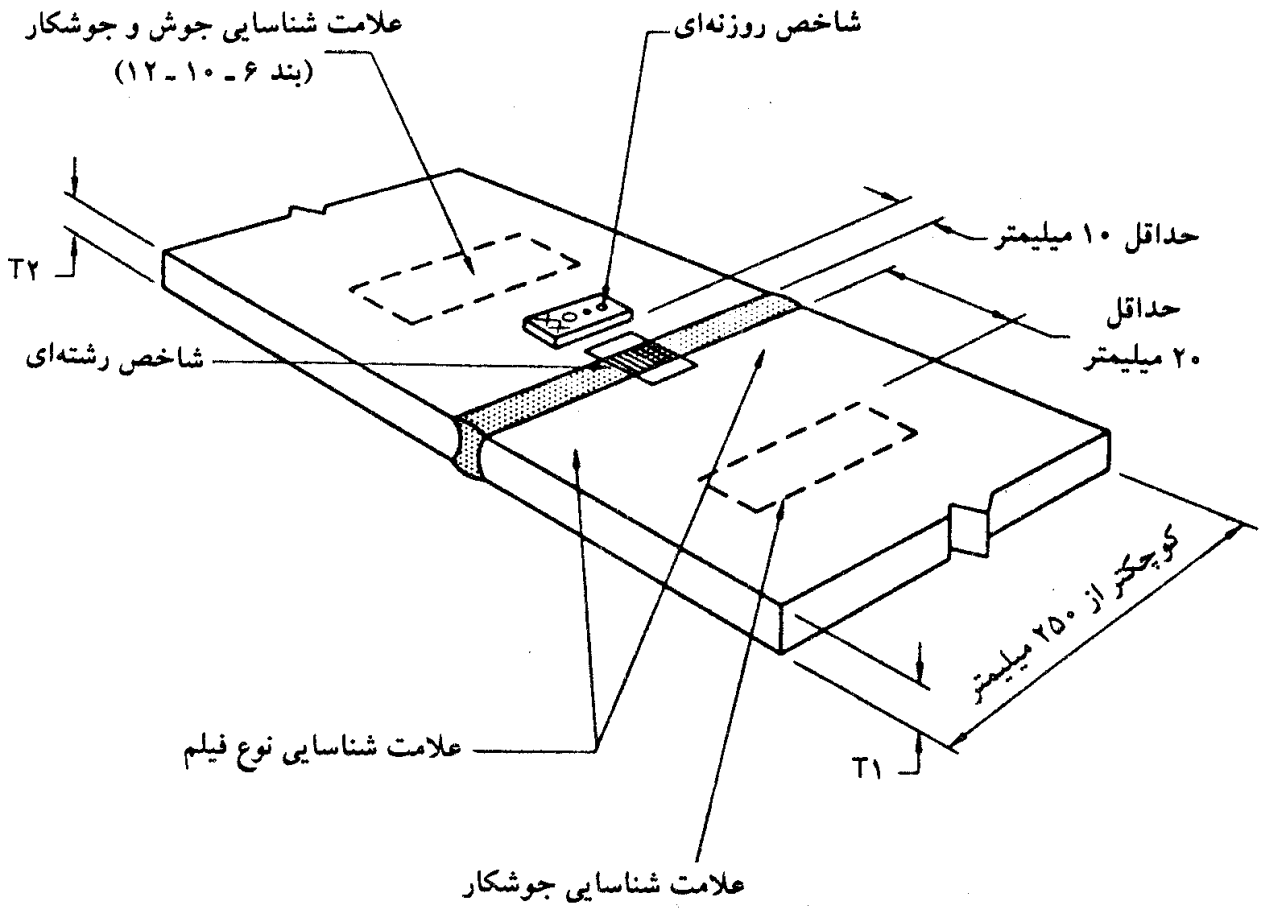
۶ ـ ۱۰ ـ ۸ ـ در پرتونگاری جوش درزها، فیلمها باید به‌ترتیبی شماره‌گذاری شوند که امکان بازرسی کامل و پیوستهٔ جوش برقرار گردد. ابتدا و انتهای درز باید به‌طور واضح مشخص گردد. هرگونه بازتابش و پراکنش پرتو به‌علت پرده* و یا بریدگی پای جوش که باعث لکه‌های سیاه در فیلم گردد، نتیجهٔ عکاسی را غیرقابل پذیرش خواهد نمود.

۶ ـ ۱۰ ـ ۸ ـ ۱ ـ فیلم باید دارای طول کافی باشد، به‌طوریکه حداقل ۱۲ میلیمتر از لبهٔ آزاد بیرون زده و تحت تشعشع مستقیم قرار گیرد.

۶ ـ ۱۰ ـ ۸ ـ ۲ ـ برای عکسبرداری از جوش درزهای طویلتر از ۳۵۰ میلیمتر، دو کار می‌توان

---

* پرده ورقی سربی است که در جلو و پشت فیلم قرار می‌دهند.



شکل ۶ ـ ۲ ـ محل شاخصهای کیفیت تصویر (IQI) از نوع روزنه‌ای یا رشته‌ای در درزها با ضخامتهای تقریباً مساوی و با طول کمتر از ۲۵۰ میلیمتر.

انجام داد. در روش اول، فیلمها را با مقداری همپوشانی به‌طور پیوسته قرار داده و یک تابش[۱۴] پرتو انجام می‌دهیم. در روش دوم فیلمها به‌طور جداگانه قرار داده شده و برای هر فیلم یک تابش انجام دهیم.

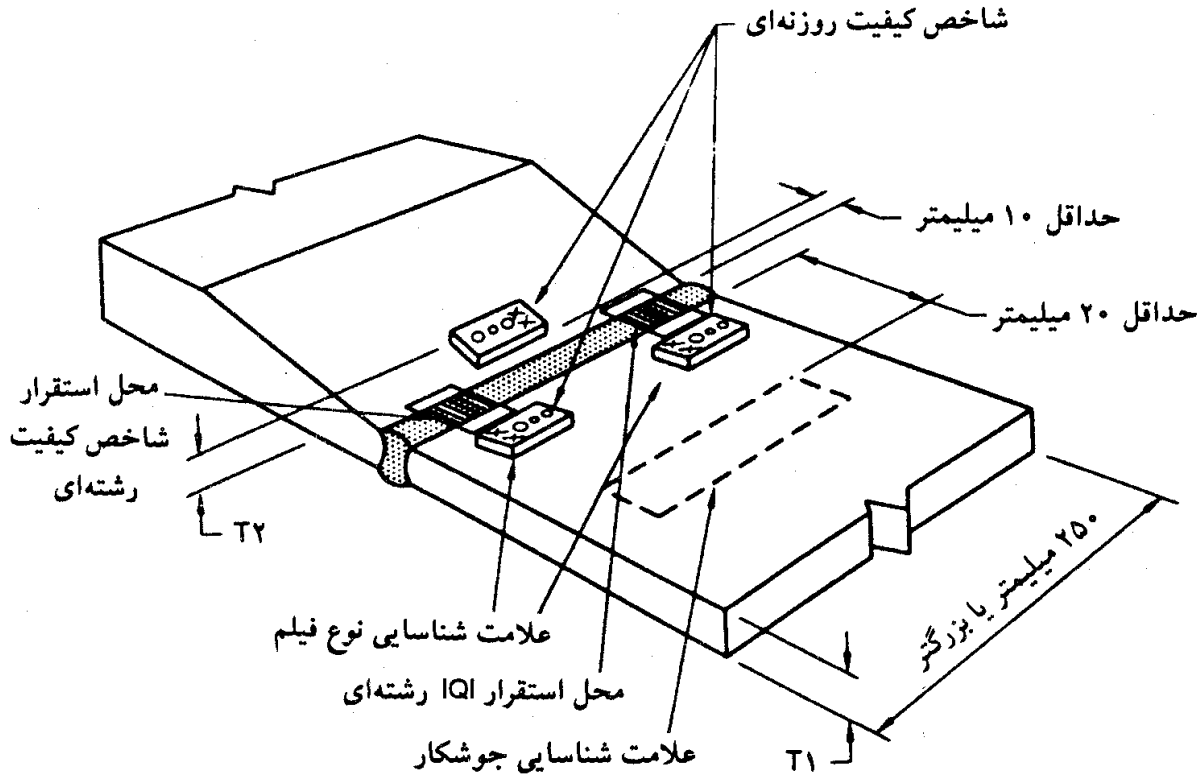
۶ ـ ۱۰ ـ ۸ ـ ۳ ـ برای کنترل اینکه آیا در پرتودهی بازتابش[۱۵] رخ داده یا نه، یک حرف B به‌ارتفاع ۱۲ میلیمتر و ضخامت ۱/۵ میلیمتر به‌پشت کاست فیلم چسبانده می‌شود. اگر تصویر حرف B در عکس به‌وضوح ظاهر شود، عمل رادیوگرافی به‌علت بازتابش مردود شناخته می‌شود.

۶ ـ ۱۰ ـ ۹ ـ عرض فیلم باید کافی باشد تا بتواند نواحی تحت تأثیر حرارت (ناحیهٔ تفتیده) را نیز پوشش داده و عرض کافی برای استقرار علائم IQI داشته باشد.

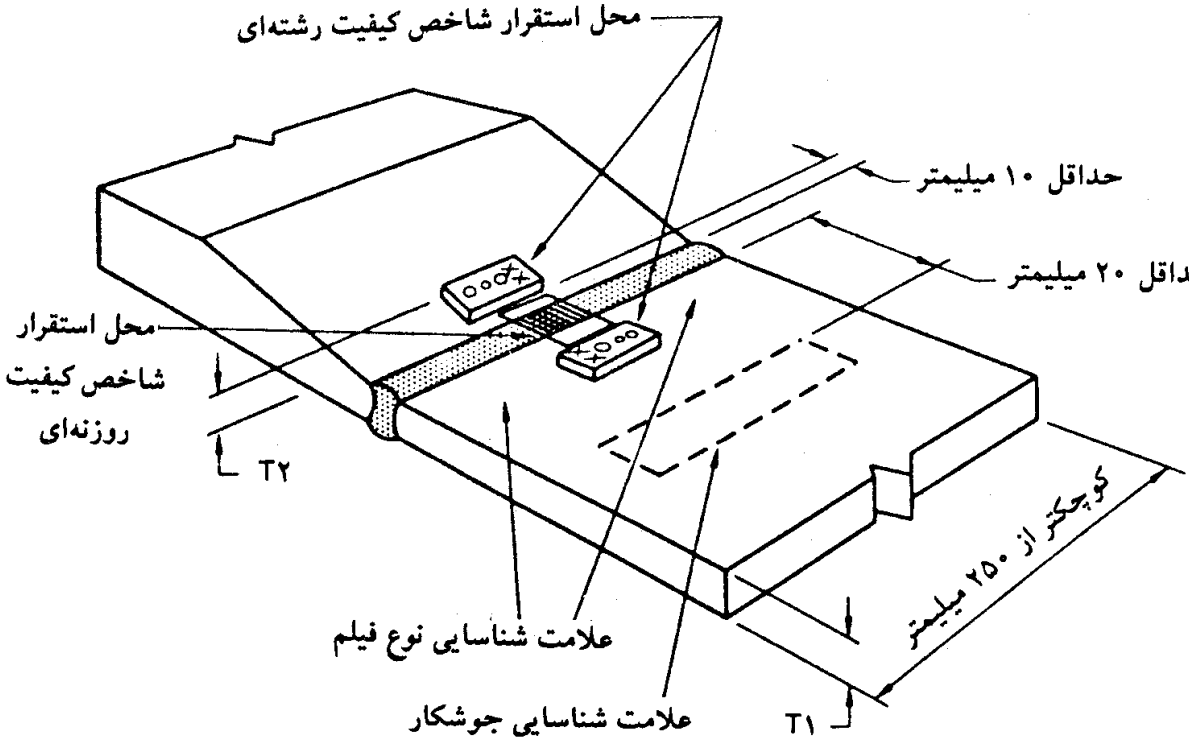
---

۱۴ ـ Exposure

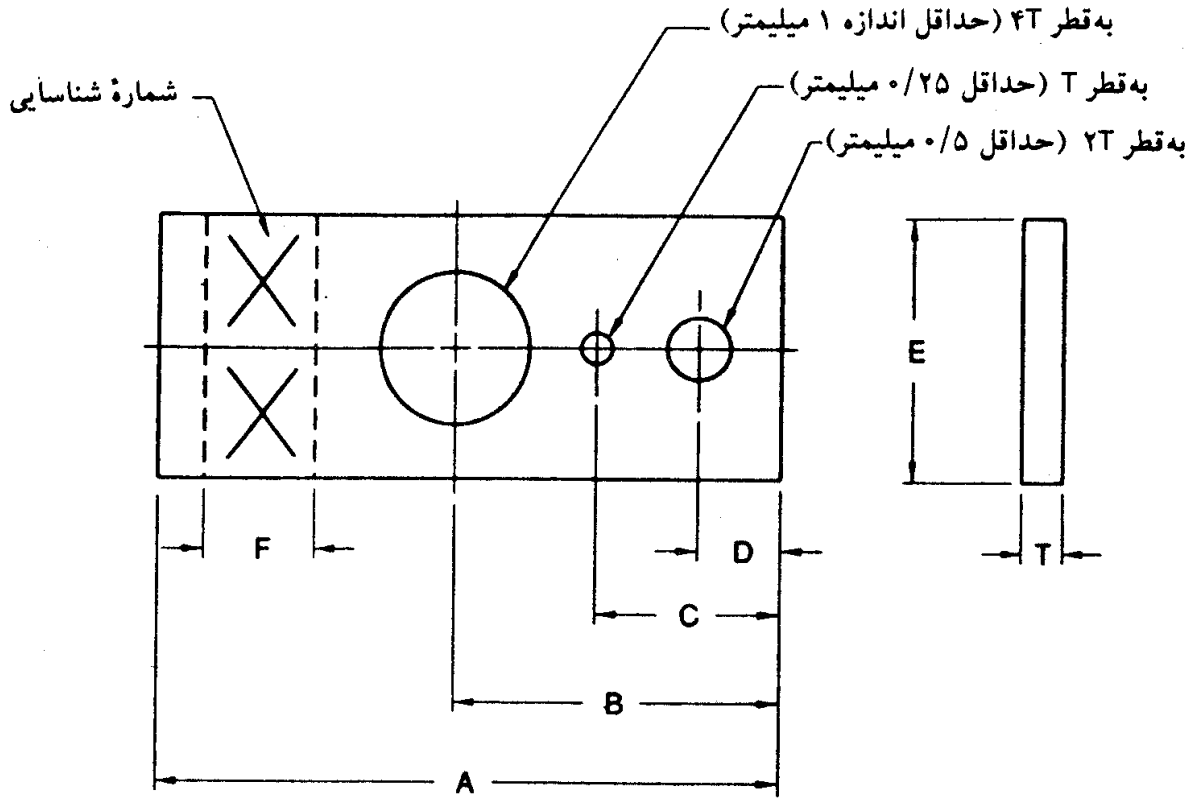
۱۵ ـ Backscatter



شکل ۶ ـ ۳ ـ محل شاخصهای کیفیت تصویر (IQI) از نوع روزنه‌ای یا رشته‌ای در درزها با ضخامت نامساوی با طول مساوی یا بزرگتر از ۲۵۰ میلیمتر.



شکل ۶ ـ ۴ ـ محل شاخصهای کیفیت تصویر (IQI) از نوع روزنه‌ای یا رشته‌ای در درزها با ضخامت نامساوی با طول کوچکتر از ۲۵۰ میلیمتر.



جدول ابعاد IQI (برحسب میلیمتر)

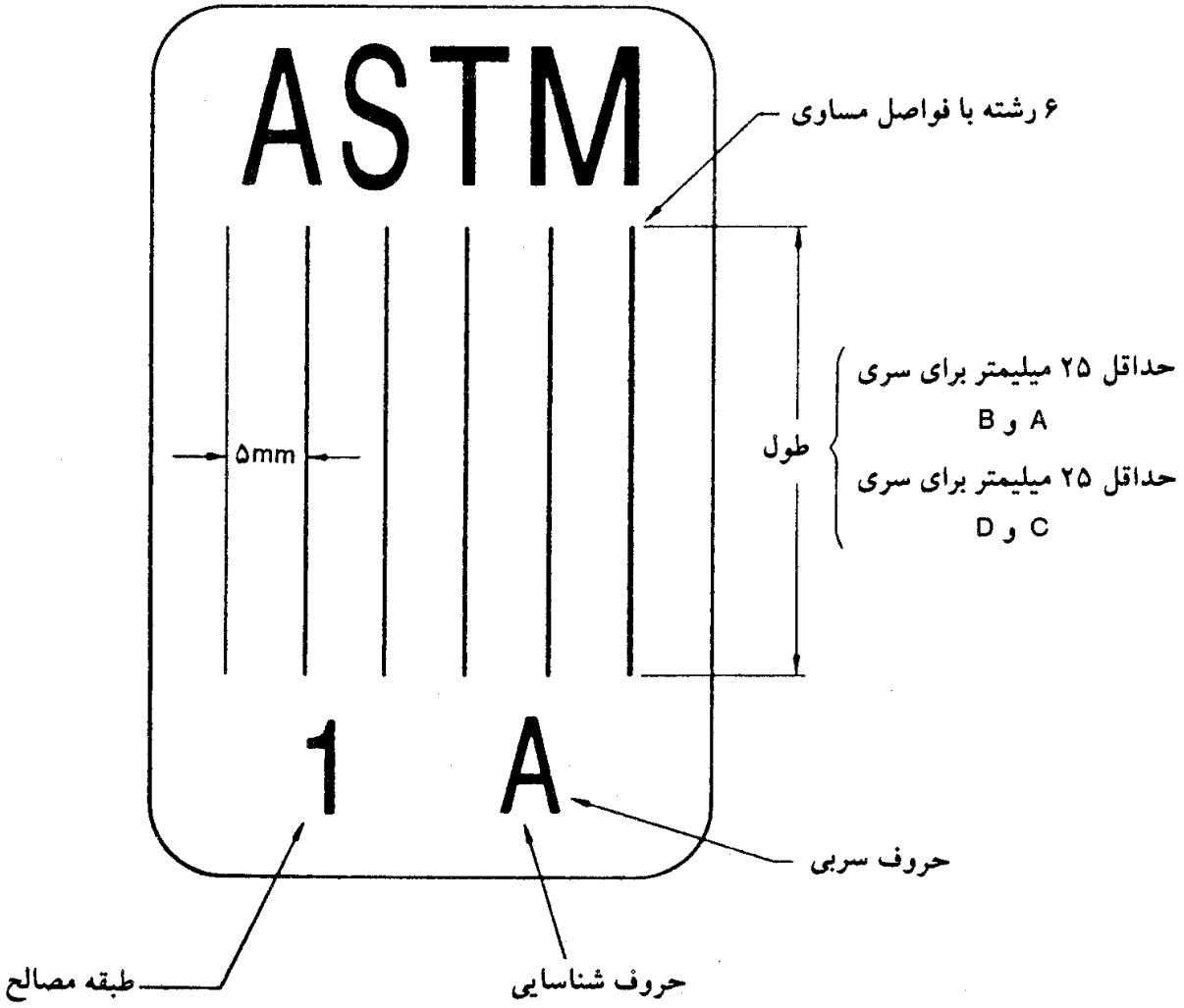
شماره	A	B	C	D	E	F	رواداری
۲۰ - ۵	۳۸/۱۰۰ ±۰/۳۸۱	۱۹/۰۵۰ ±۰/۳۸۱	۱۱/۱۲۵ ±۰/۳۸۱	۶/۳۵۰ ±۰/۳۸۱	۱۲/۷۰۰ ±۰/۳۸۱	۶/۳۵ ±۰/۷۶۲	±۰/۰۱۲۷
۵۹ - ۲۱	۳۸/۱۰۰ ±۰/۳۸۱	۱۹/۰۵۰ ±۰/۳۸۱	۱۱/۱۲۵ ±۰/۳۸۱	۶/۳۵۰ ±۰/۳۸۱	۱۲/۷۰۰ ±۰/۳۸۱	۶/۳۵ ±۰/۷۶۲	±۰/۰۶۳۵
۱۷۹ - ۶۰	۵۷/۱۵۰ ±۰/۷۶۲	۳۴/۹۲۵ ±۰/۷۶۲	۱۹/۰۵۰ ±۰/۷۶۲	۹/۵۲۵ ±۰/۷۶۲	۲۵/۴۰۰ ±۰/۷۶۲	۹/۵۲۵ ±۰/۷۶۲	±۰/۱۲۷

تذکر:

۱ ـ قطر سوراخ شماره‌های ۵ تا ۹ مساوی ۱T ، ۲T و ۴T نیستند.

۲ ـ سوراخها باید واقعی و عمود بر IQI باشند.

شکل ۶ ـ ۵ ـ مشخصات شاخص کیفیت تصویر (IQI) روزنه‌ای (بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۷ ـ ۲).



قطر رشته‌ها (میلیمتر)			
سری A	سری B	سری C	سری D
۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۸۱	۲/۵
۰/۱	۰/۳۳	۱/۰۲	۳/۲
۰/۱۳	۰/۴	۱/۲۷	۴/۰۶
۰/۱۶	۰/۵۱	۱/۶	۵/۱
۰/۲	۰/۶۴	۲/۰۳	۶/۴
۰/۲۵	۰/۸۱	۲/۵	۸

شکل ۶ ـ ۶ ـ مشخصات شاخص کیفیت تصویر (IQI) رشته‌ای (بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۷ ـ ۳).

٦ـ ۱۰ـ ۱۰ـ کیفیت عکسها

عکسها باید عاری از هرگونه لکهای مکانیکی و یا شیمیایی که باعث عدم پیوستگی در ناحیهٔ مورد مطالعه می‌شوند، باشند. این لکها شامل موارد زیرند:

(۱) تار شدن[۱۶].

(۲) خط افتادن[۱۷]، علامت آب، لکه‌های شیمیایی.

(۳) خَش، اثر انگشت، چروک، کثافت، له شدن، سیاه شدن و پاره شدن.

(۴) از بین رفتن وضوح به‌علت تماس ناقص پرده به‌فیلم.

(۵) علائم مجازی به‌علت نقص درونی فیلم و یا نقص پرده‌ها.

٦ـ ۱۰ـ ۱۱ـ محدودیتهای دانسیته

دانسیته عددی است که نشان‌دهندهٔ عبور نور از فیلم است. هرچه دانسیته زیادتر باشد، میزان عبور نور کمتر می‌باشد.

دانسیتهٔ حداقل در عکسبرداری با پرتوی X مساوی ۱/۸ و در عکسبرداری با پرتوی گاما مساوی ۲ است. برای مشاهدهٔ ترکیبی با فیلم مضاعف، دانسیتهٔ حداقل مساوی ۲/۶ و دانسیتهٔ حداقل برای هر کدام از فیلمها، ۱/۳ است. حداکثر دانسیته برای تمام حالات مساوی ۴ می‌باشد.

٦ـ ۱۰ـ ۱۱ـ ۱ـ دانسیتهٔ معیار، دانسیتهٔ H&D طبق رابطهٔ زیر است:

$$D=\log(I_{\circ}/I)$$

که در آن:

D= دانسیتهٔ H&D

$I_{\circ}$= شدت نور تابشی

I= شدت پرتوی عبوری از فیلم

٦ـ ۱۰ـ ۱۱ـ ۲ـ وقتیکه نواحی تغییر ضخامت جوش در محدودهٔ مورد عکسبرداری قرار می‌گیرد و نسبت ضخامت مقطع ضخیمتر به‌مقطع نازکتر مساوی یا بزرگتر از ۳ است، میزان پرتودهی در حین عکسبرداری باید طوری باشد که در مقطع نازکتر دانسیته‌ای مساوی ۳ تا ۴ تولید نماید. در این حالت می‌توان از دانسیتهٔ حداقل مقررشده در بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۱۱ عدول نمود.

٦ـ ۱۰ـ ۱۲ـ در هر عکس باید یک علامت شناسایی پرتونگاری و ۲ علامت شناسایی محل عکسبرداری تعبیه نمود. علائم شناسایی را می‌توان با استفاده از علائم و حروف سربی به‌وجود

---

۱۶ ـ Fogging

۱۷ ـ Streak

آورد. علائم مورد نیاز در عکس عبارتند از:

۱ ـ کارفرما

۲ ـ مشاور یا نظارت جوش

۳ ـ سازنده

۴ ـ شماره ساخت

۵ ـ علامت شناسایی پرتونگاری

۶ ـ تاریخ

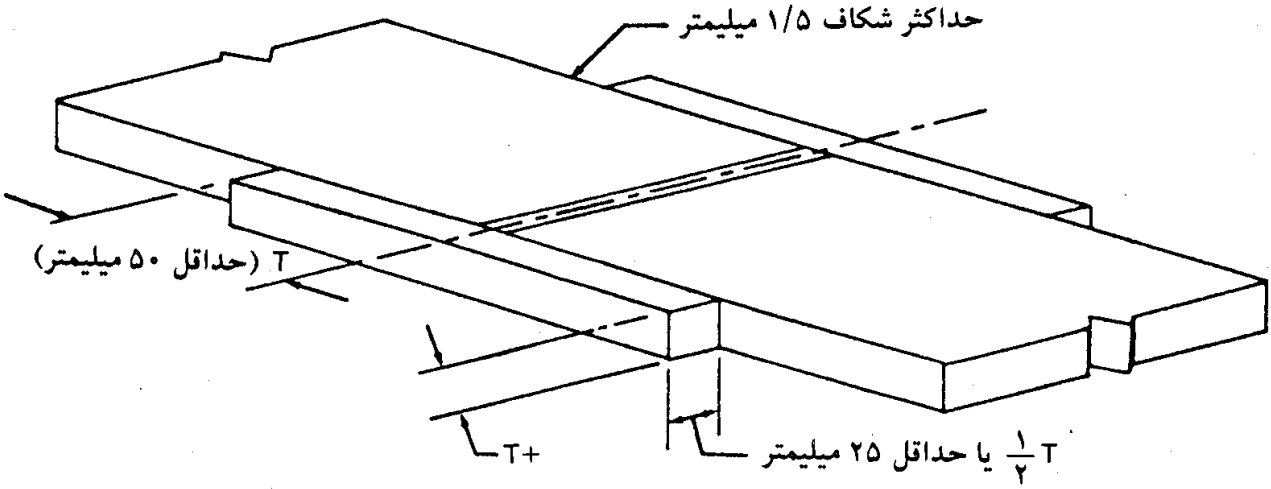
۷ ـ شمارهٔ تعمیر جوش (در صورتیکه تعمیر انجام شده باشد).

۶ ـ ۱۰ ـ ۱۳ ـ قطعهٔ لبه‌ای

از قطعهٔ لبه‌ای برای درزهای لب‌به‌لب با ضخامت بزرگتر از ۱۲ میلیمتر استفاده می‌شود. در شکل ۶ ـ ۷ ابعاد قطعهٔ لبه‌ای نشان داده شده است. قطعهٔ لبه‌ای باید به‌وسیلهٔ گیره به‌لبه‌های کار محکم شود، به‌طوریکه حداکثر بازشدگی درز از ۱/۵ میلیمتر بیشتر نشود. قطعات لبه‌ای باید از فولادی که از نظر پرتونگاری تمیز است (یعنی دارای عیوب داخلی نیست)، ساخته شده و سطح آن بازبری حداکثر ۳μm پرداخت شود.

۶ ـ ۱۱ پذیرش جوش

در صورتیکه نتایج آزمایش پرتونگاری ضوابط مقررشده در بندهای ۸ ـ ۱۵ یا ۹ ـ ۲۵ این آیین‌نامه، و یا هر معیار دیگر مقررشده در مشخصات فنی خصوصی را برآورده نسازد، جوش مردود بوده و باید



شکل ۶ ـ ۷ ـ قطعهٔ لبه‌ای در پرتونگاری (بند ۶ ـ ۱۰ ـ ۱۳).

طبق بند ۳ ـ ۷ تعمیر گردد.

٦ ـ ۱۲ بررسی و گزارش نتایج عکسهای پرتونگاری

٦ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ برای بررسی عکسهای پرتونگاری، سازنده موظف به‌تهیه یک مشاهده‌گر[۱۸] مناسب می‌باشد. مشاهده‌گر باید دارای نور مناسب برای دیدن فیلمی با دانسیتهٔ ۴ باشد. عمل مشاهده باید در محلی با نور مناسب انجام بگیرد.

٦ ـ ۱۲ ـ ۲ ـ برای تأیید جوش، باید کلیه مدارک عکسبرداری، از جمله عکسبرداریهایی که نشان‌دهندهٔ مردود بودن جوش قبل از تعمیر هستند، به‌بازرس جوش تحویل داده شود.

٦ ـ ۱۲ ـ ۳ ـ پیمانکار یا مشاور باید در انتهای کار، کلیه مدارک عکسبرداری را تحویل کارفرما نمایند. مسئولیت حفظ مدارک عکسبرداری تا یک سال بعد از اتمام کامل کار، برعهدهٔ سازنده است. در صورت نیاز، کارفرما باید عکسها را تا قبل از این تاریخ از پیمانکار تحویل بگیرد.

قسمت پ: آزمایش فراصوتی[۱۹] جوشهای شیاری

٦ ـ ۱۳ کلیات

٦ ـ ۱۳ ـ ۱ ـ روشها و استانداردهای ارائه‌شده در این قسمت، حاکم بر آزمایش فراصوتی جوشهای شیاری و ناحیهٔ تفتیدهٔ[۲۰] مربوطه، بین ضخامتهای ۸ تا ۲۰۰ میلیمتر است. روشها و استانداردهای معرفی‌شده برای اتصالات لوله به‌لوله در وضعیتهای T، Y و K قابل استفاده نیستند.

٦ ـ ۱۳ ـ ۲ ـ با موافقت مهندس مشاور می‌توان تغییراتی در روشها، تجهیزات و ضوابط پذیرش

---

۱۸ ـ Weiver (illuminator)

۱۹ ـ UT= Ultrasounic Test

۲۰ ـ Heat affected zone (ناحیهٔ متأثر از حرارت جوش)

مذکور در این قسمت اعمال نمود. این تغییرات می‌توانند در زمینه‌های زیر باشند:

- محدودهٔ ضخامت
- هندسهٔ جوش
- اندازهٔ پروب[۲۱]
- فرکانس
- روغن واسطه[۲۲]
- سطح رنگ‌شده[۲۳]
- تکنیک آزمایش

تغییرات فوق باید در مشخصات فنی ثبت گردند.

۶-۱۳-۳- در جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی، برای ردیابی حفرات، استفاده از پرتونگاری به‌عنوان مکملی برای آزمایش فراصوت توصیه می‌شود.

۶-۱۳-۴- هدف از آزمایشهای توصیه‌شده در این قسمت، جست و جوی معایب موجود در تولید ورق نیستند، لیکن ترکهایی که در فلز پایه در مجاورت جوش به‌وجود می‌آیند (مثل ترک در ناحیهٔ تفتیده، تورق و موارد مشابه)، باید گزارش شوند.

۶-۱۴ اپراتورهای آزمایش فراصوت

۶-۱۴-۱- اپراتورهای آزمایش فراصوت به‌منظور ارزیابی باید تحت امتحانات خاص و عملی قرار گیرند تا توانایی آنها برای اعمال مقررات این آیین‌نامه مشخص گردد.

۶-۱۴-۲- قبل از انجام آزمایشها، اپراتور باید از هندسهٔ درز، ضخامت مصالح، روش جوشکاری و انجام هرگونه تعمیر آگاه گردد.

---

۲۱ - Transducer

۲۲ - Couplant*

* مواد روغنی که روی سطح ناحیهٔ مورد آزمایش مالیده می‌شود تا بین پروب و موضوع مورد مطالعه، واسطهٔ هوا وجود نداشته باشد.

۲۳ - Painted surface

۶-۱۵ تجهیزات آزمایش فراصوت

۶-۱۵-۱- دستگاه فراصوت باید از نوع ضربانی[۲۴] با مبدلی[۲۵] با دامنهٔ ارتعاشی ۱ تا ۶ مگاهرتز و صفحهٔ نمایش[۲۶] از نوع A[۲۷] باشد.

۶-۱۵-۲- خطی بودن محور افقی[۲۸] دستگاه در طول کل مسیر باید مطابق بند ۶-۲۲-۱ مورد آزمایش قرار گیرد.

۶-۱۵-۳- دستگاه باید دارای پایدارکننده‌های داخلی باشد، به‌طوریکه با تغییر ولتاژی حدود ۱۵ درصد ولتاژ اسمی، تغییراتی بیش از ±۱dB در بازتاب دستگاه به‌وجود نیاید. در مورد دستگاههایی که با باطری کار می‌کنند، تغییرات بازتاب فوق نباید در طول شارژ باطری به‌وجود آید. این دستگاهها باید دارای هشداردهنده‌های خالی بودن باطری باشد، به‌طوریکه قبل از خالی شدن کامل باطری، دستگاه خاموش گردد.

۶-۱۵-۴- دستگاه باید دارای دگمهٔ تنظیم دسی‌بل[۲۹] با گام ۱ یا ۲ دسی‌بل در دامنه‌ای مساوی ۶۰ دسی‌بل باشد. دقت تنظیم باید مساوی ±۱ دسی‌بل باشد. روش ارزیابی در بندهای ۶-۱۷-۲ و ۶-۲۲-۲ ارائه شده است.

۶-۱۵-۵- صفحهٔ نمایش دستگاه باید قادر به‌نمایش تغییراتی مساوی ۱ دسی‌بل در دامنه باشد.

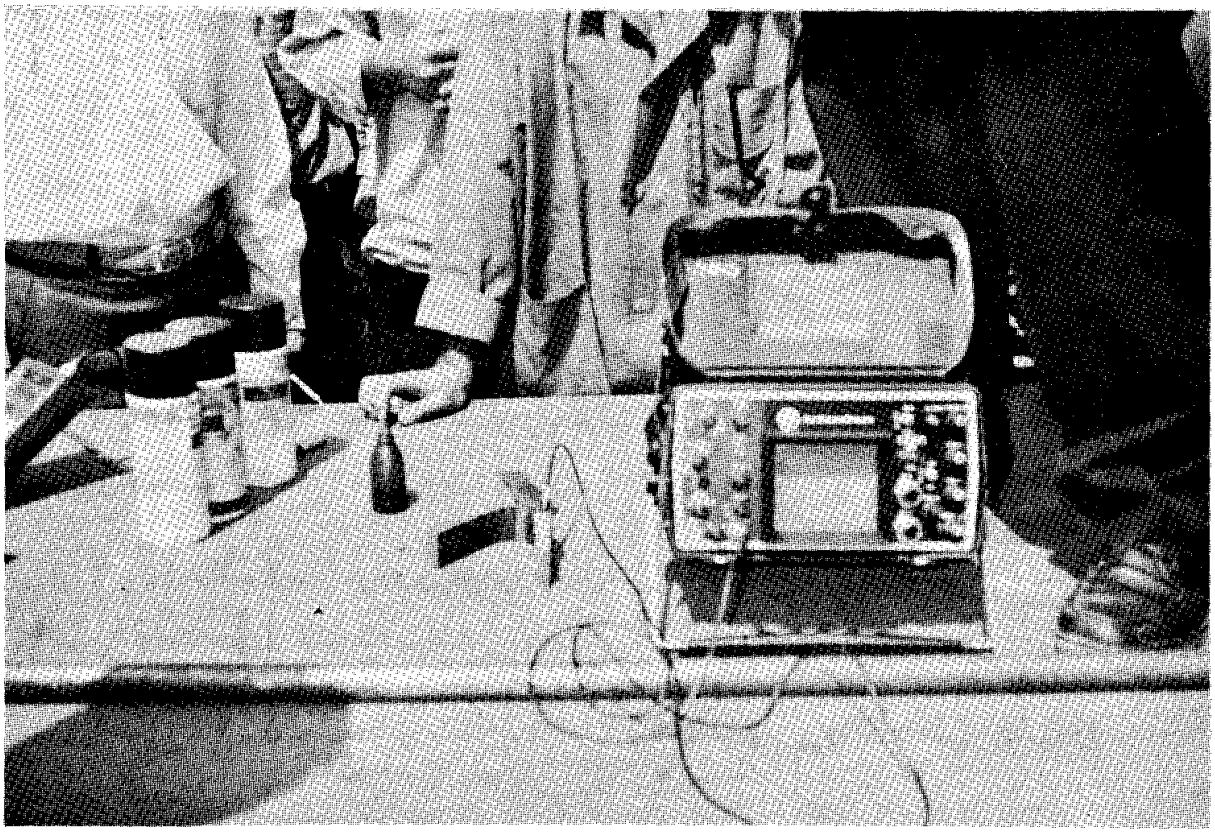
۶-۱۵-۶- سطح فعال پروبهای عمودی[۳۰] باید مساوی یا بزرگتر از ۳۲۰mm^2 و کمتر از ۶۴۰ mm^2 باشند. مبدل[۳۱] باید دایره یا مربع بوده و توانایی تفکیک سه پژواک را طبق بند ۶-۲۱-۱-۳ داشته باشد.

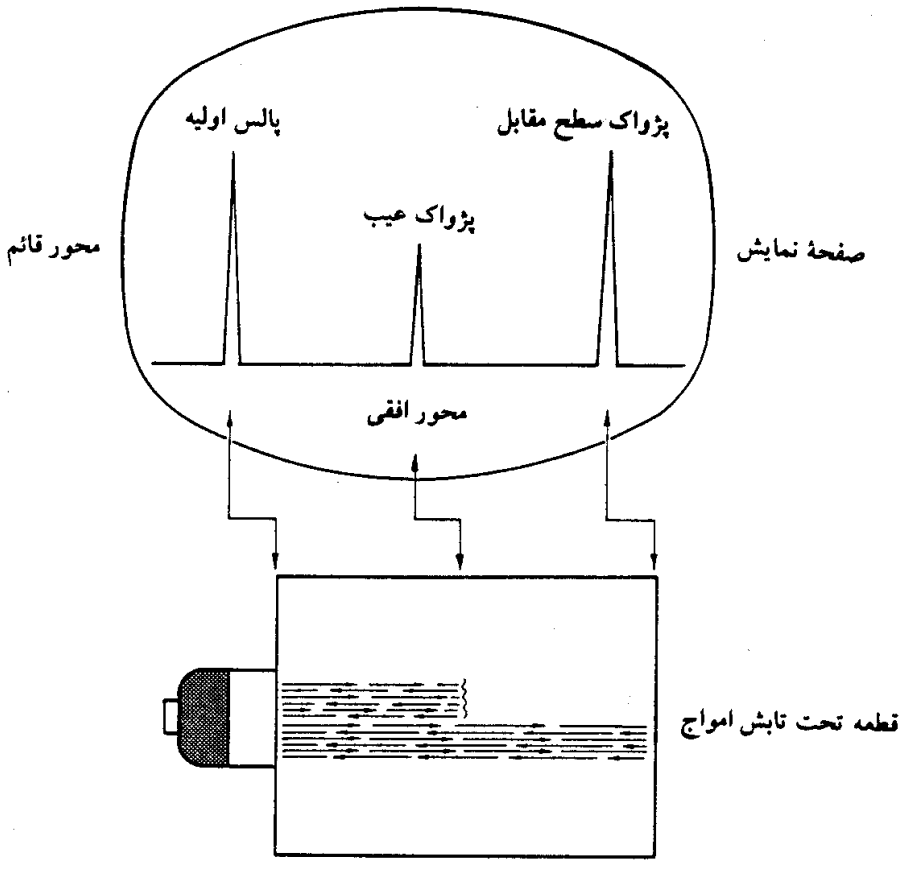
۶-۱۵-۷- پروبهای زاویه‌ای باید متشکل از یک مبدل و یک گوهٔ زاویه‌ای باشند. این پروب

---

۲۴ - Pulse echo
۲۵ - Transducer
۲۶ - Display
۲۷ - A scan rectified video trace
۲۸ - Horizontal linearity
۲۹ - Attenutor
۳۰ - Straight beam search unit
۳۱ - Transducer*

* مبدل بلور کوارتز موجود در داخل پروب است.





دستگاه فراصوت

می‌تواند متشکل از دو واحد جداگانه و یا یک واحد یکپارچه باشد.

۶-۱۵-۷-۱- فرکانس مبدل باید بین ۲ تا ۲/۵ مگاهرتز باشد.

۶-۱۵-۷-۲- بلور مبدل می‌تواند به‌صورت مربع یا مربع‌مستطیل با عرضی بین ۱۶ تا ۲۵ و ارتفاعی بین ۱۶ تا ۲۱ میلیمتر باشد. حداکثر نسبت عرض به‌ارتفاع مساوی ۱/۲ تا ۱ و حداقل نسبت عرض به‌ارتفاع ۱ است.

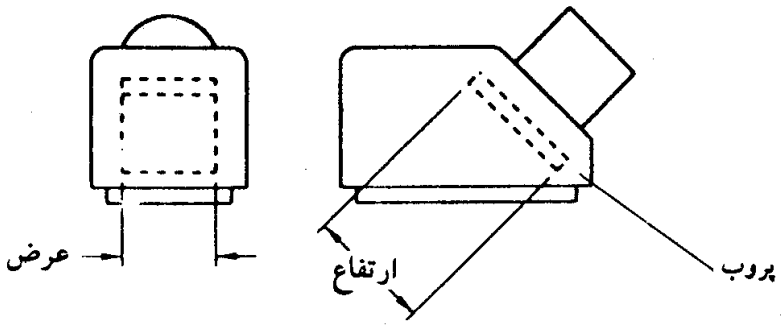
۶-۱۵-۷-۳- پروب باید قادر به‌تولید موج صوتی در داخل مصالح مورد آزمایش به‌زوایای صحیح °۴۵، °۶۰ و یا °۷۰ با رواداری ۲± درجه باشد.

۶-۱۵-۷-۴- در روی هر پروب باید فرکانس مبدل، زاویهٔ اسمی انکسار[۳۲] و نقطهٔ شاخص[۳۳]، مشخص و ثبت شده باشد.

۶-۱۵-۷-۵- مطابق بند ۶-۱۵-۷-۴، حداکثر پژواک داخلی مجاز پروب باید مشخص گردد.

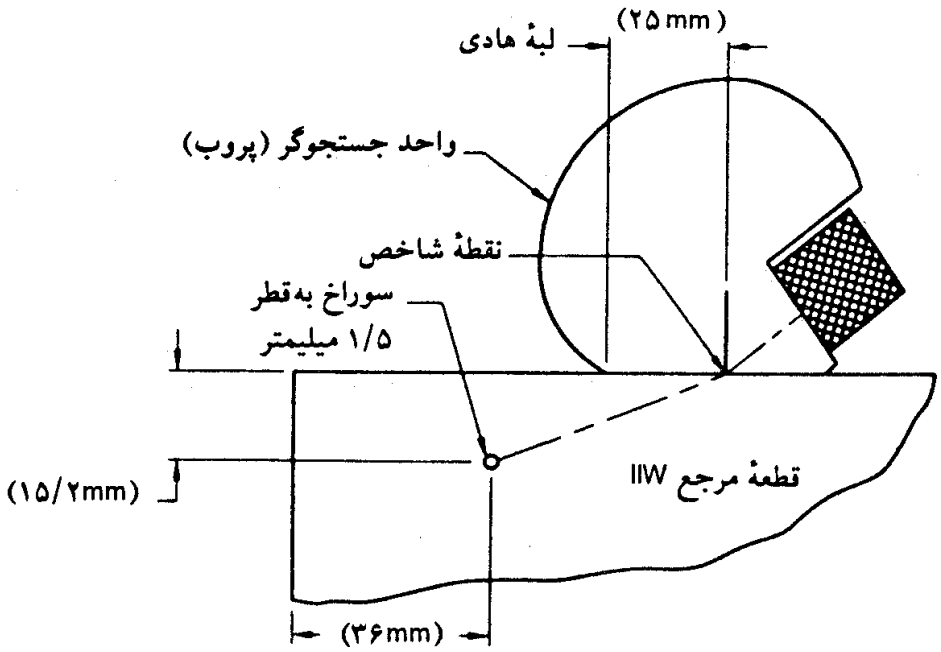
۶-۱۵-۷-۶- ابعاد پروب باید طوری باشد که فاصلهٔ بین لبهٔ هادی[۳۴] پروب تا نقطهٔ شاخص از ۲۵ میلیمتر بیشتر نشود.

۶-۱۵-۷-۷- در صورت ارزیابی و تنظیم دستگاه با استفاده از قطعهٔ مرجع IIW[۳۵]، روش کار باید مطابق بند ۶-۲۱-۲-۶ و شکل ۶-۹ باشد.



شکل ۶-۸- بلور مبدل (بند ۶-۱۵-۷-۲).

۳۲- Refraction
۳۳- Index point
۳۴- Leading edge
۳۵- IIW reference block



شکل ۶ ـ ۹ ـ روش ارزیابی و تأیید کیفیت پروب به‌کمک قطعهٔ مرجع IIW (بند ۶ ـ ۱۵ ـ ۷ ـ ۷).

۶ـ۱۶ قطعات استاندارد مرجع

۶ـ۱۶ـ۱ـ برای واسنجی[۳۶] (کالیبره کردن) حساسیت و مقیاس افقی باید از قطعهٔ مرجع مؤسسهٔ بین‌المللی جوشکاری[۳۷] (IIW ـ شکل ۶ ـ ۱۰) و یا در صورت تأیید مهندس ناظر از سایر قطعات استفاده نمود.

۶ـ۱۶ـ۲ـ استفاده از انعکاس‌گر گوشه[۳۸] ممنوع می‌باشد.

۶ـ۱۶ـ۳ـ ترکیب پروب و دستگاه باید قادر به‌تفکیک سه روزنه در قطعهٔ مرجع تمایزگر[۳۹] RC نشان داده‌شده در شکل ۶ ـ ۱۱ باشد. وضعیت پروب در بند ۶ ـ ۲۱ ـ ۲ ـ ۵ ارائه شده است.

۶ـ۱۷ ارزیابی تجهیزات

۶ـ۱۷ـ۱ـ محور (مقیاس) افقی صفحهٔ نمایش دستگاه فراصوت باید بعد از هر ۴۰ ساعت کار مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد. روش ارزیابی مطابق بند ۶ ـ ۲۲ ـ ۱ است.

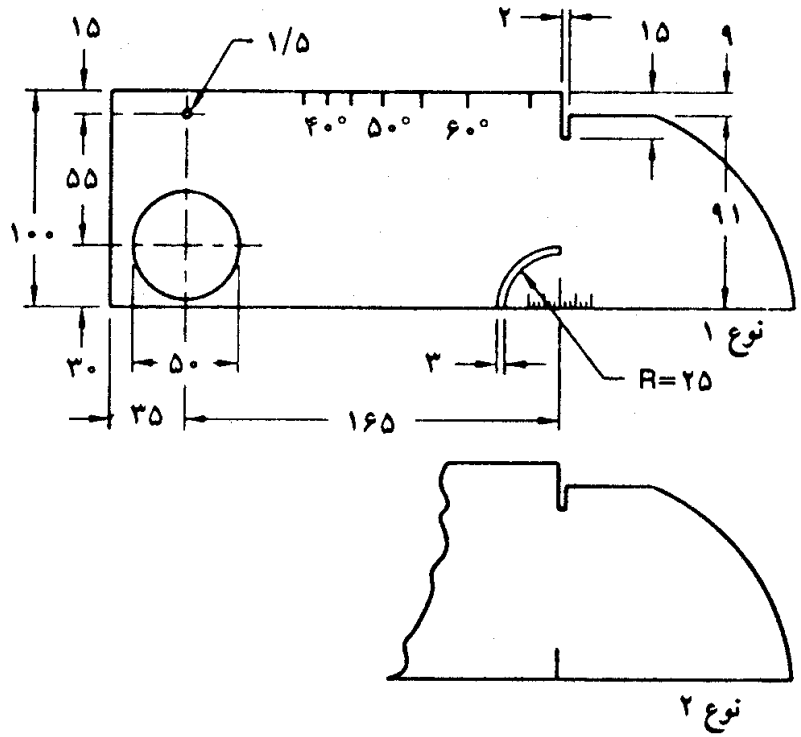
---

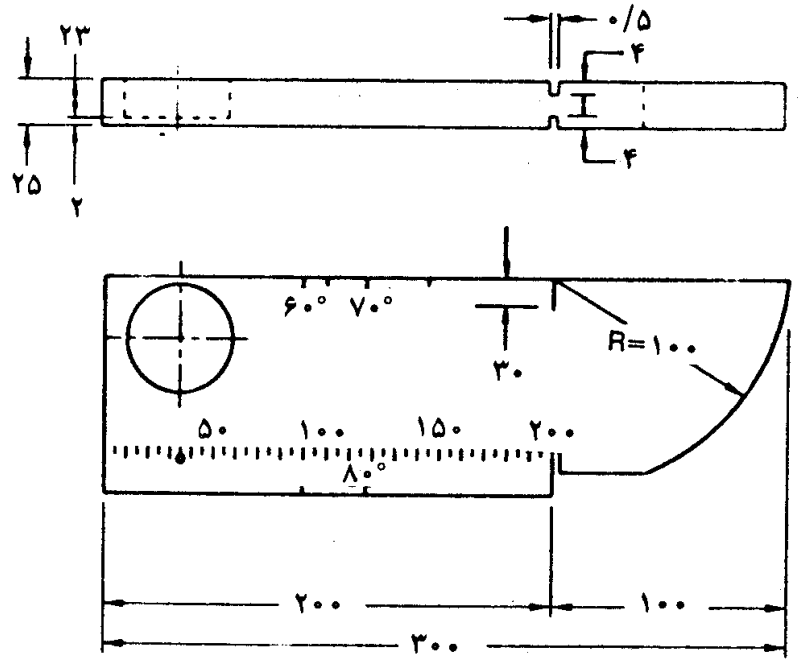
۳۶ ـ Calibration

۳۷ ـ International Institude of Welding

۳۸ ـ Corner reflector

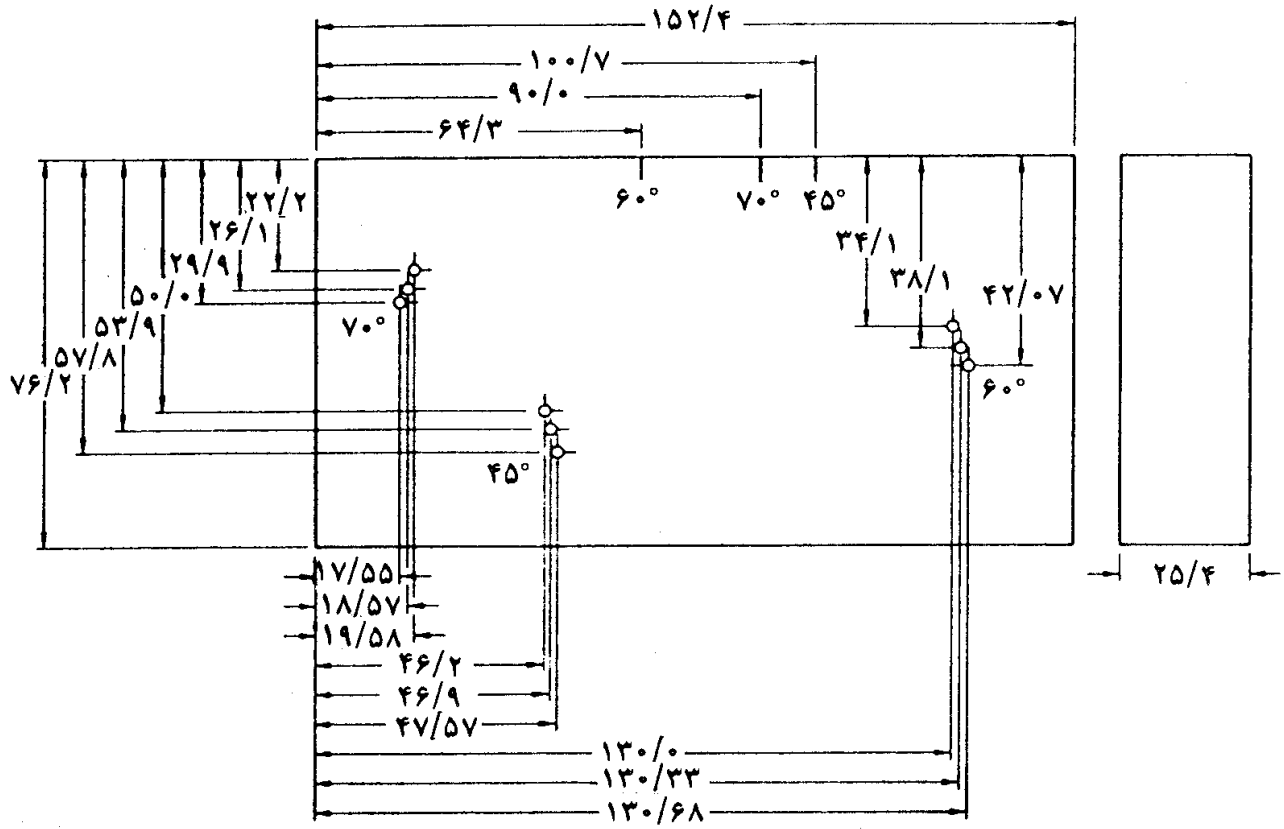
۳۹ ـ RC resolution reference test block





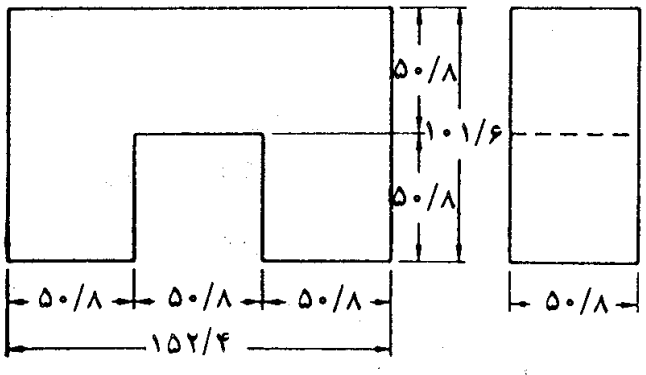
(ابعاد برحسب میلیمتر)

شکل ۶ ـ ۱۰ ـ قطعهٔ مرجع استاندارد IIW



قطر تمام سوراخها ۱/۶ میلیمتر است

قطعهٔ مرجع RC برای ارزیابی تفکیک



قطعه مرجع نوع DS برای ارزیابی فاصله و حساسیت

شکل ۶ ـ ۱۱ ـ قطعات ارزیابی (ابعاد به‌میلیمتر) (بند ۶ ـ ۱۶ ـ ۳).

۶-۱۷-۲- دگمهٔ تنظیم دسی‌بل[۴۰] (گین کنترل) باید ضوابط بند ۶-۱۵-۴ را برآورده نموده و در فواصل ۲ ماه واسنجی شود.

۶-۱۷-۳- بعد از هر ۴۰ ساعت کار، حداکثر پژواک داخلی پروب باید مطابق بند ۶-۲۲-۳ مورد ارزیابی قرار گیرد.

۶-۱۷-۴- با استفاده از یک قطعهٔ تنظیم[۴۱] استاندارد، بعد از هر ۸ ساعت کار، پروب زاویه‌ای باید مورد ارزیابی قرار گیرد تا مشخص گردد که سطح تماس تخت است، و نقطهٔ دخول امواج صوتی صحیح می‌باشد و زاویهٔ انتشار با رواداری ۲± درجه در محدودهٔ مجاز است. روش کار در بندهای ۶-۲۱-۲-۱ و ۶-۲۲-۲-۲ ارائه شده است. در صورتیکه پروب این ضوابط را برآورده ننماید، باید تعویض گردد.

۶-۱۸ تنظیم برای آزمایش

۶-۱۸-۱- عملیات تنظیم و آزمایشها باید در حالت ریجکت کنترل[۴۲] خاموش انجام شود.

۶-۱۸-۲- تنظیم حساسیت محور (مقیاس) افقی[۴۳] دستگاه باید قبل از هر آزمایش جوش، در محل آزمایش، انجام گردد.

۶-۱۸-۳- در صورت تغییر در هر یک از موارد زیر باید دستگاه دوباره تنظیم گردد:

۱- تعویض اپراتور

۲- در صورتیکه زمان توقف کار بیش از ۳۰ دقیقه گردد

۳- ایجاد تغییر در مدار الکتریکی در موارد زیر:

(الف) تعویض مبدل

(ب) تعویض باطری

(پ) تغییر خروجی الکتریکی

(ت) تعویض کابل

(ت) قطع جریان برق

۴۰- Attenuator (instrument gain control)

۴۱- Calibration

۴۲- Reject control

۴۳- Horizontal sweep (distance)

۶-۱۸-۴- تنظیم[۴۴] پروب عمودی به‌صورت زیر انجام می‌شود:

۶-۱۸-۴-۱- تنظیم مقیاس افقی برای دو ضخامت مختلف.

۶-۱۸-۴-۲- تنظیم دسی‌بل دستگاه به‌طوریکه ارتفاع پژواک سطح مقابل، مساوی ۵۰ تا ۷۵ درصد ارتفاع صفحهٔ نمایش گردد.

۶-۱۸-۵- تنظیم پروب زاویه‌ای به‌صورت زیر انجام می‌شود:

۶-۱۸-۵-۱- تنظیم مقیاس افقی با استفاده از قطعهٔ تنظیم IIW (بند ۶-۱۶-۱).

۶-۱۸-۵-۲- تنظیم حساسیت مطابق بند ۶-۲۱-۲-۴.

۶-۱۹ روش آزمایش

۶-۱۹-۱- محور درز X در امتداد طولی به‌صورت اشکال نشان داده‌شده در جدول ۶-۳، در روی جوش درز مشخص و علامت زده می‌شود.

۶-۱۹-۲- حرف Y با پسوندی که شمارهٔ شناسایی درز است، در رویهٔ فلز پایه حک می‌شود. حک این علامت به‌دلایل زیر است:

(۱) شناسایی جوش درز

(۲) مشخص کردن سطح رویه (سطح A در اشکال جدول ۶-۳)

(۳) اندازه‌گیری فاصله و جهت (+ یا −) از محور X

(۴) اندازه‌گیری فاصله از دو انتهای جوش یا لبه‌ها

۶-۱۹-۳- سطحی که قرار است پروب روی آن بلغزد باید عاری از هرگونه پاشش جوش، کثافت، گیریس، روغن (مگر روغن واسطه)، رنگ، و فلسهای شل باشد و باید تماس خوبی با پروب برقرار نماید.

۶-۱۹-۴- قبل از قرار دادن پروب، باید در روی قطعه روغن واسطه[۴۵] (به‌طور مثال گلیسرین) مالیده شود.

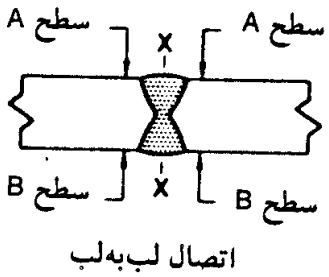
---

۴۴ - Calibration

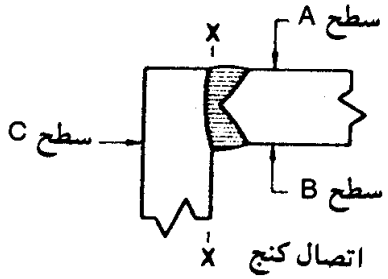
۴۵ - Couplant

جدول ۶ ـ ۳ ـ زاویهٔ آزمایش (بند ۶ ـ ۱۹ ـ ۵ ـ ۲)

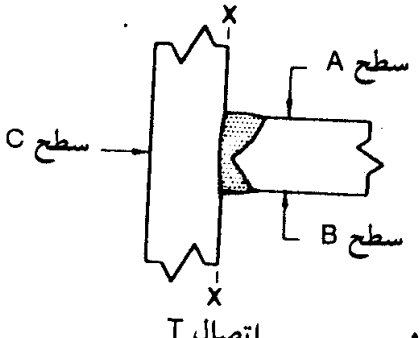
نوع جوش	ضخامت مصالح (میلیمتر)								
	۸ تا ۳۸	>۳۸ تا ۴۵	>۴۵ تا ۶۵	>۶۵ تا ۹۰	>۹۰ تا ۱۱۵	>۱۱۵ تا ۱۳۰	>۱۳۰ تا ۱۶۵	>۱۶۵ تا ۱۷۸	>۱۷۸ تا ۲۰۰
	*	*	*	*	*	*	*	*	*
لب‌به‌لب	۱ O	۱ F	1G یا F ۴	1G یا F ۵	۶ یا F ۷	۸ یا F ۱۰	۹ یا F ۱۱	۱۲ یا F ۱۳	۱۲ F
T (سپری)	۱ O	۱ F یا XF	۴ F یا XF	۵ F یا XF	۷ F یا XF	۱۰ F یا XF	۱۱ F یا XF	۱۳ F یا XF	- -
کنج	۱ O	۱ F یا XF	1G F یا ۴ یا XF	1G F یا ۵ یا XF	۶ F یا ۷ یا XF	۸ F یا ۱۰ یا XF	۹ F یا ۱۱ یا XF	۱۳ F یا ۱۴ یا XF	- -
گاز الکتریکی سربارهٔ الکتریکی	۱ O	۱ O	1G ۱** یا ۴	1G P۱ یا P۳ ۳	۶ P۳ یا ۷	۱۱ P۳ یا ۱۵	۱۱ P۳ یا ۱۵	۱۱ P۳ یا ۱۵	۱۱ P۳ یا ۱۵**



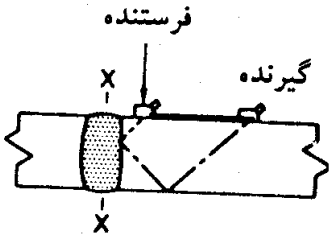
اتصال لب‌به‌لب



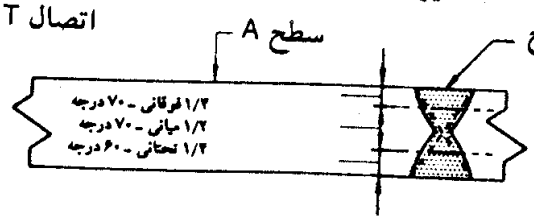
اتصال کنج



اتصال T



فرستنده ـ گیرنده



تذکر:

۱ ـ در صورت امکان، تمام آزمونها باید در سطح A و ساق ۱ انجام شود.

جدول ۶ ـ ۳ ـ ادامه

راهنما :

X = آزمون از سطح C .

G = سطح جوش همسطح شده است.

O = لازم نیست.

سطح A = سطحی که اولین رویش از آن انجام می‌شود.

سطح B = سطح مقابل A .

سطح C = سطح مقابل جوش در اتصالات T و کنجی.

* = در صورتی لازم است که در صفحهٔ نمایش محل ترک را در فصل مشترک فلز جوش و فلز پایه نشان دهد.

** = از تنظیم فاصلهٔ صفحهٔ نمایش ۳۸۰ میلیمتر یا ۵۱۰ میلیمتر استفاده شود.

P = برای تعیین محل دقیق ترک باید از روش فرستنده ـ گیرنده استفاده شود.

F = فصل مشترک فلز جوش و فلز پایه باید به‌وسیلهٔ پروب ۴۵، ۶۰ و ۷۰ مورد ارزیابی قرار گیرد.

روش کار			
	محدودهٔ ضخامت		
شماره	۱/۴ فوقانی	نیمهٔ میانی	۱/۴ تحتانی
۱	۷۰°	۷۰°	۷۰°
۲	۶۰°	۶۰°	۶۰°
۳	۴۵°	۴۵°	۴۵°
۴	۶۰°	۷۰°	۷۰°
۵	۴۵°	۷۰°	۷۰°
۶	۷۰°G A	۷۰°	۶۰°
۷	۶۰° B	۷۰°	۶۰°
۸	۷۰°G A	۶۰°	۶۰°

روش کار			
	محدودهٔ ضخامت		
شماره	۱/۴ فوقانی	نیمهٔ میانی	۱/۴ تحتانی
۹	۷۰°G A	۶۰°	۴۵°
۱۰	۶۰° B	۶۰°	۶۰°
۱۱	۴۵° B	۷۰°**	۴۵°
۱۲	۷۰°G A	۴۵°	۷۰°G B
۱۳	۴۵° B	۴۵°	۴۵°
۱۴	۷۰°G A	۴۵°	۴۵°
۱۵	۷۰°G A	۷۰°A B	۷۰°G B

۶ ـ ۱۹ ـ ۵ ـ قبل از انجام آزمایش فراصوتی جوش، باید اطمینان حاصل شود که فلز پایه برای وقوع هر نوع تورق کنترل شده است. حین آزمایش فراصوتی جوش، در صورت برخورد به‌هر نوع ترک داخلی و تورق در فلز پایه، مراتب باید گزارش شود.

۶ ـ ۱۹ ـ ۵ ـ ۱ ـ روش محاسبهٔ اندازهٔ انکسار مطابق بند ۶ ـ ۲۳ ـ ۱ است.

۶ ـ ۱۹ ـ ۵ ـ ۲ ـ اگر به‌علت تورق قسمتی از جوش غیرقابل دسترس برای انجام آزمایش

مطابق جدول ۶ ـ ۳ باشد، آزمایش باید با یکی از روشهای جایگزین زیر انجام شود:
(۱) سطح جوش مطابق بند ۳ ـ ۶ ـ ۳ به‌طور کامل همسطح سنگ زده شود.
(۲) از هر دو سطح A و B برای آزمایش استفاده شود.
(۳) از پروب با زاویهٔ دیگر استفاده شود.

۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ جوشها باید توسط پروب زاویه‌ای منطبق بر بند ۶ ـ ۱۵ ـ ۷ که طبق بند ۶ ـ ۱۸ ـ ۵ واسنجی شده، با زوایای ذکرشده در جدول ۶ ـ ۳ مورد آزمایش قرار گیرند. بعد از واسنجی در حین آزمایشها، تنها تنظیم مجاز، تنظیم حساسیت است. کلید کنترل ریجکت[۴۶] باید خاموش باشد. افزایش حساسیت دستگاه برحسب مورد مطابق جداول ۸ ـ ۲ و ۹ ـ ۳ است.

۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۱ ـ زاویه و روش جست‌وجو (روبش)[۴۷] مطابق جدول ۶ ـ ۳ است.

۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۲ ـ تمام درزهای لب به‌لب باید از هر دو سمت محور X جوش آزمایش شوند. در درزهای کنج و سپری، آزمایش از یک طرف کافی است. برای جست‌وجو از یکی از روشهای شکل ۶ ـ ۱۳ استفاده می‌شود. به‌عنوان یک روش حداقل، یک بار عبور به‌طوریکه تمام حجم جوش تحت تابش امواج صوتی قرار گیرد و یا دو بار عبور متقاطع به‌طوریکه هر عبور نصف حجم جوش را تحت تابش امواج صوتی قرار دهد، کافی است.

۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۳ ـ در صورت مشاهده علائم ناپیوستگی در صفحهٔ نمایش، باید با تنظیم حساسیت (دسی‌بل) دستگاه، حداکثر علائم قابل حصول از ناپیوستگی تعیین گردد. این تنظیم توسط دگمه‌های تنظیم دسی‌بل انجام می‌شود. مقدار تنظیم برحسب دسی‌بل تراز تشخیص[۴۸] a نامیده می‌شود و از آن می‌توان برای محاسبهٔ درجهٔ عیب[۴۹] 'd' استفاده نمود.

۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۴ ـ ضریب کاهندگی[۵۰] 'c' در گزارش آزمایشگاه از تفریق ۲۵ میلیمتر از طول مسیر صوت[۵۱] و ضرب نتیجهٔ حاصل در ۲ به‌دست می‌آید. این ضریب باید به‌نزدیکترین مقدار دسی‌بل[۵۲] گرد گردد. در صورتیکه قسمت کسری کوچکتر از ۰/۵ دسی‌بل باشد، عدد به‌تراز پایین‌تر و اگر بزرگتر از ۰/۵ دسی‌بل گردد به‌تراز بالاتر گرد می‌شود.

---

۴۶ ـ Reject (clipping or suppession)
۴۷ ـ Scan
۴۸ ـ Indication level
۴۹ ـ Indication rating 'd'
۵۰ ـ Attenuation factor
۵۱ ـ Sound path distance
۵۲ ـ dB value

۶-۱۹-۶-۵- درجهٔ عیب[۵۳] 'd' در گزارش UT[۵۴]، نشان‌دهندهٔ اختلاف جبری برحسب دسی‌بل بین تراز تشخیص 'a' و تراز مرجع[۵۵] b با اصلاح کاهندگی است. داریم:

دستگاهها با کنترل بهره:

$$d=a-b-c$$

دستگاهها با کاهندگی:

$$d=b-a-c$$

b= دسی‌بل دستگاه در حین واسنجی کردن که تراز مرجع نامیده می‌شود.

a= تراز تشخیص یا آن قرائت دسی‌بل که در آن عیب آشکار شده است.

c= ضریب کاهندگی.

d= درجهٔ عیب که پارامتر اصلی در پذیرش یا مردود نمودن عیب است.

۶-۱۹-۷- طول ترک باید مطابق بند ۶-۲۳-۲ اندازه‌گیری شود.

۶-۱۹-۸- هر ناپیوستگی برحسب درجهٔ عیب[۵۶] و طول طبق جدول ۸-۲ برای بارهای استاتیکی و یا جدول ۹-۳ برای بارهای دینامیکی، قبول و یا مردود می‌شود. فقط ناپیوستگیهای مردود در گزارش آزمایش ذکر می‌شوند.

۶-۱۹-۹- محل و عمق ناپیوستگیهای مردود باید در روی جوش علامت زده شود.

۶-۱۹-۱۰- جوشهایی که مطابق آزمایش فراصوت غیرقابل پذیرش شناخته می‌شوند، باید مطابق روشهای مجاز در بند ۳-۷ تعمیر گردند. جوشهای تعمیری باید مجدداً تحت آزمایش فراصوت قرار گیرند.

۶-۱۹-۱۱- گزارش جوشهای تعمیری با اضافه کردن سطری در گزارش اولیه، ارائه می‌شوند.

۵۳- Indicating rating

۵۴- Ultrasounic Test

۵۵- Reference level

۵۶- Indication rating

٦ـ ۲۰ گزارشهای آزمایش

٦ـ ۲۰ـ ۱ـ در حین آزمایش، گزارش واضحی از محل و وضعیت جوش باید توسط بازرس آزمایش فراصوت تهیه گردد. در مورد جوشهای مورد پذیرش فقط ذکر اطلاعات شناسایی جوش و امضای بازرس کافی است.

٦ـ ۲۰ـ ۲ـ به‌منظور تأیید، باید کلیهٔ نتایج آزمایشهای جوش شامل گزارشهای تعمیر، تحویل بازرس جوش شود.

٦ـ ۲۰ـ ۳ـ بعد از تأیید، کلیه نتایج آزمایش شامل گزارشهای تعمیر، تحویل کارفرما می‌شود. مسئولیت سازنده در قبال حفظ نتایج، تا زمان تحویل به‌کارفرما و یا یک سال بعد از اتمام کار (با اعلام قبلی) می‌باشد.

٦ـ ۲۱ واسنجی[۵۷] دستگاه فراصوت با قطعهٔ مرجع IIW

(به‌بند ۶ـ ۱۶ و اشکال ۶ـ ۱۰، ۶ـ ۱۱، و ۶ـ ۱۲ مراجعه نمایید).

٦ـ ۲۱ـ ۱ـ مود طولی[۵۸]

٦ـ ۲۱ـ ۱ـ ۱ـ *واسنجی مقیاس افقی*

(۱) پروب (مبدل) در وضعیت G از قطعهٔ مرجع IIW قرار داده می‌شود.

(۲) دستگاه باید طوری تنظیم شود که به‌ترتیب فواصل ۲۵، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ میلیمتر را نشان دهد.

٦ـ ۲۱ـ ۱ـ ۲ـ *واسنجی مقیاس قائم (دامنه)*[۵۹]

(۱) پروب در وضعیت G از قطعهٔ مرجع IIW قرار داده می‌شود.

(۲) دگمه دسی‌بل آنقدر تنظیم می‌شود که ارتفاع پژواک سطح مقابل به ۵۰ و ۷۵ درصد ارتفاع صفحهٔ نمایش برسد.

٦ـ ۲۱ـ ۱ـ ۳ـ تفکیک[۶۰]

(۱) پروب در وضعیت F در قطعهٔ مرجع IIW قرار می‌گیرد.

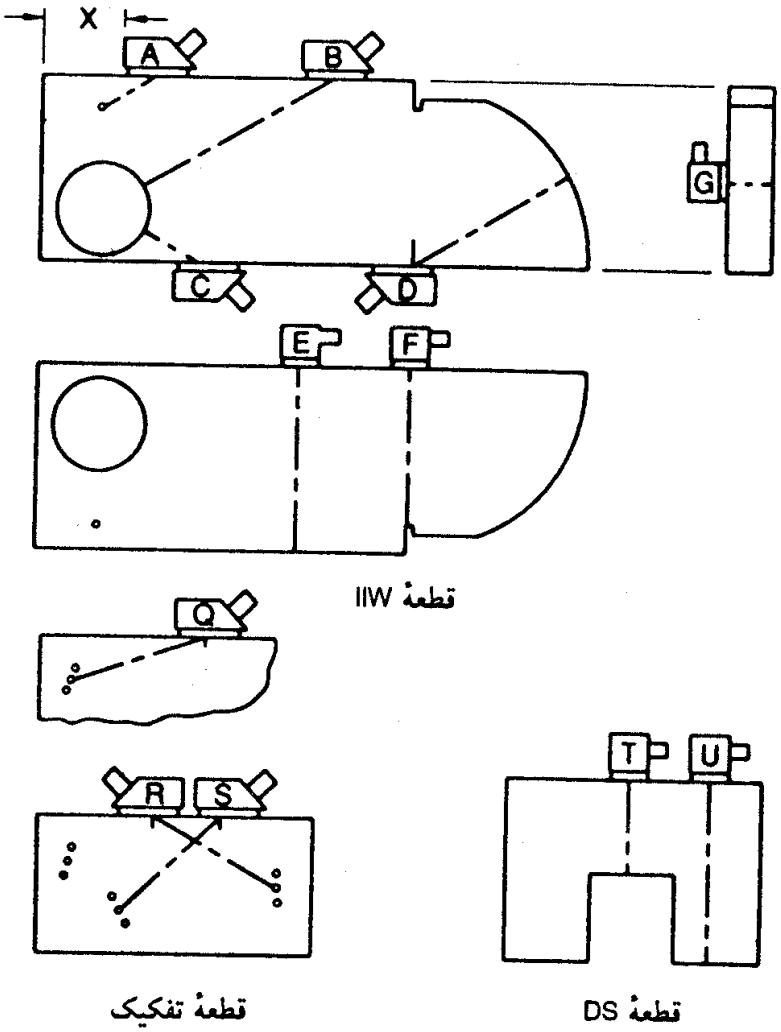
---

۵۷ ـ Calibration

۵۸ ـ Longitudinal mode

۵۹ ـ Amplitude

۶۰ ـ Resolution



شکل ۶ ـ ۱۲ ـ وضعیت پروب برای کالیبره کردن (بند ۶ ـ ۲۱).

(۲) پروب و دستگاه فراصوت باید قادر به‌تمیز دادن هر سه فاصله باشند.

٦ ـ ٢١ ـ ١ ـ ۴ ـ *ارزیابی مقیاس افقی*

به‌بند ۶ ـ ۱۷ ـ ۱ مراجعه نمایید.

٦ ـ ٢١ ـ ١ ـ ۵ ـ *ارزیابی دگمه تنظیم دسی‌بل*[۶۱]

به‌بند ۶ ـ ۱۷ ـ ۲ مراجعه شود.

٦ ـ ٢١ ـ ٢ ـ مود عرضی (موج برشی)[۶۲]

٦ ـ ٢١ ـ ٢ ـ ١ ـ نقطهٔ ورود موج صوتی از پروب (نقطهٔ شاخص)[۶۳] به‌روش زیر کنترل

---

۶۱ ـ Gain control (attenuator)

۶۲ ـ Shear wave mode (عرضی)

۶۳ ـ Index point

می‌شود:

(۱) پروب باید در وضعیت D در روی قطعه IIW قرارگیرد.

(۲) پروب باید حرکت داده شود تا پژواکی با دامنهٔ حداکثر به‌دست آید. نقطه‌ای از پروب که در امتداد خط شعاعی از قطعهٔ تنظیم قرارگیرد، نقطهٔ ورودی صوت یا نقطه شاخص می‌باشد. در واقع پژواک حداکثر وقتی به‌دست می‌آیند نقطه شاخص پروب بر کانون قسمت منحنی قطعه استاندارد منطبق می‌شود.

۶ـ۲۱ـ۲ـ۲ـ زاویهٔ انتشار صوت (زاویهٔ پرتو) پروب باید کنترل شده و یا به‌وسیلهٔ یکی از روشهای زیر تعیین گردد:

(۱) پروب باید در وضعیت B (برای زوایای ۴۰ تا ۶۰) و یا وضعیت C (برای زوایای ۶۰ تا ۷۰ درجه) قرارگیرد و به‌طرف سوراخ ۵۰ میلیمتری هدف‌گیری شود (به‌شکل ۶ ـ ۱۲ مراجعه شود).

(۲) برای زاویهٔ انتخابی، پروب باید آنقدر جلو و عقب شود تا پژواک رسیده از سوراخ حداکثر گردد. نقطهٔ شاخص در روی عددی در قطعهٔ تنظیم قرار دارد که با اختلاف ۲± درجه باید مساوی زاویهٔ انتشار صوت باشد.

۶ـ۲۱ـ۲ـ۳ـ *روش واسنجی مقیاس افقی*[۶۴]

پروب باید در وضعیت D در روی قطعهٔ تنظیم قرارگیرد (هر زاویه). سپس دستگاه طوری واسنجی می‌شود که به‌ترتیب با قرار دادن نقطهٔ شاخص در روی اعداد ۱۰۰ و ۲۰۰ در روی قطعهٔ تنظیم، این اعداد در روی صفحه نشان داده شود.

۶ـ۲۱ـ۲ـ۴ـ *واسنجی مقیاس قائم و حساسیت*[۶۵]

پروب باید در وضعیت A در روی قطعهٔ IIW قرارگیرد و به‌سمت سوراخی با قطر ۱/۵ میلیمتر نشانه رود (شکل ۶ ـ ۱۲). موقعیت پروب تا حدی که حداکثر علائم پژواک دریافت شود، تنظیم می‌گردد. با کمک دگمه تنظیم دسی‌بل، موج پژواک تبدیل به‌خط افقی می‌شود. حداکثر قرائت برحسب دسی‌بل تراز مرجع b می‌باشد (مطابق بند ۶ ـ ۱۶ ـ ۱).

۶ـ۲۱ـ۲ـ۵ـ تفکیک[۶۶]

(۱) پروب باید در روی قطعهٔ تفکیک RC در وضعیت Q (برای زاویهٔ ۷۰ درجه)، وضعیت R (برای زاویهٔ ۶۰ درجه) و یا وضعیت S (برای زاویهٔ ۴۵ درجه) قرارگیرد.

---

۶۴ ـ Distance calibration

۶۵ ـ Amplitude or sensitivity calibration

۶۶ ـ Resolution

(۲) دستگاه باید سه سوراخ را به‌تفکیک نشان دهد.

۶-۲۱-۲-۶- *فاصلهٔ تقرب پروب*[۶۷]

حداقل فاصلهٔ مجاز بین پنجهٔ پروب و لبهٔ قطعهٔ IIW باید به‌صورت زیر باشد:

برای پروب ۷۰ درجه: X=۵۰mm

برای پروب ۶۰ درجه: X=۳۷mm

برای پروب ۴۵ درجه: X=۲۵mm

۶-۲۲ روش ارزیابی تجهیزات

۶-۲۲-۱- ارزیابی صحت اندازه‌گیری فاصله[۶۸] (مقیاس افقی)

(۱) پروب عمودی باید در وضعیتهای G ، T و یا U در روی قطعهٔ IIW یا DS قرار گیرد تا پنج پژواک دریافت نماید.

(۲) اولین و آخرین موج در وضعیت صحیحشان قرار داده می‌شوند.

(۳) به‌کمک دگمه تنظیم دسی‌بل[۶۹]، پژواکها را به‌تراز مرجع تنظیم نمایید.

(۴) موقعیت هر یک از انحراف‌های میانی باید در محدودهٔ ۲ درصد عرض صفحهٔ نمایشگر باشد.

۶-۲۲-۲- دقت دسی‌بل (dB)

۶-۲۲-۲-۱- روش

(۱) یک پروب عمودی باید مطابق شکل ۶ - ۱۲ در وضعیت T از قطعهٔ DS (شکل ۶ - ۱۱) مستقر شود.

(۲) مقیاس افقی باید طوری تنظیم شود که اولین پژواک ۵۰ میلیمتری سطح مقابل، در وسط صفحهٔ نمایش قرار گیرد.

(۳) دگمهٔ تنظیم دسی‌بل باید طوری تنظیم شود که شاخص[۷۰] به‌طور دقیق و یا به‌مقدار کمی بالاتر از ۴۰ درصد صفحهٔ نمایش قرار گیرد.

(۴) پروب باید به‌سمت بالا به‌وضعیت U (شکل ۶ - ۱۲) حرکت داده شود تا دقیقاً در ۴۰ درصد ارتفاع صفحهٔ نمایش قرار گیرد.

(۵) به‌وسیلهٔ دکمه تنظیم دسی‌بل، دامنهٔ صوت به‌اندازهٔ ۶ دسی‌بل افزایش داده می‌شود. به‌صورت

---

۶۷ - Approach distance of search unit

۶۸ - Horizontal linearity

۶۹ - Gain control

۷۰ - Indication

تئوریک، تراز شناسایی باید ۸۰ درصد ارتفاع صفحهٔ نمایش باشد.

(۶) قرائت دسی‌بل باید زیر ستون 'a' و ارتفاع واقعی برحسب درصد (گام ۵) در زیر ستون b در گزارش ارزیابی نوشته شود.

(۷) پروب مقدار بیشتری به‌سمت وضعیت U (شکل ۶ ـ ۱۲) حرکت داده شود تا تراز شناسایی دقیقاً در ۴۰ درصد ارتفاع صفحهٔ نمایش قرار گیرد.

(۸) گام ۵ باید تکرار شود.

(۹) گام ۶ تکرار می‌شود. نتایج در ردیف بعدی گزارش منعکس می‌گردد.

(۱۰) گامهای ۷، ۸، و ۹ باید به‌ترتیب تکرار شوند تا دامنهٔ کامل دگمهٔ تنظیم دسی‌بل حاصل گردد (حداقل ۶۰ دسی‌بل).

(۱۱) اطلاعات نوشته‌شده در زیر ستونهای a و b در رابطهٔ ۶ ـ ۲۲ ـ ۲ ـ ۲ یا نموگراف شرح داده‌شده در بند ۶ ـ ۲۲ ـ ۲ ـ ۳ قرار داده شوند تا دسی‌بل اصلاح شده حاصل گردد.

(۱۲) دسی‌بل اصلاح‌شده از گام ۱۱ در ستون c درج می‌شود.

(۱۳) ستون 'c' باید از ستون 'a' کسر شده و اختلاف در ستون 'd' تحت عنوان خطای dB نوشته شود.

توجه: این مقدار می‌تواند مثبت یا منفی باشد. به‌فرمهای D۸، D۹ و D۱۰ توجه فرمایید.

(۱۴) اطلاعات کسب‌شده باید در فرم ۸ ـ D ثبت گردند (فرمهای پیوست همین فصل).

(۱۵) فرم ۹ ـ D وسیله‌ای ساده برای پردازش اطلاعات ردیف ۱۴ است. روش محاسبات در ردیفهای ۱۶ تا ۱۸ ارائه شده است.

(۱۶) مقدار دسی‌بل از ستون 'e' (فرم ۸ ـ D) مؤلفهٔ X و دسی‌بل قرائت‌شده از ستون 'a' (فرم ۸ ـ D) مؤلفهٔ Y نقاط منحنی دسی‌بل در فرم ۹ ـ D است.

(۱۷) طولانی‌ترین تصویر افقی که در آن ۲ دسی‌بل اختلاف قائم ایجاد می‌شود، نشان‌دهندهٔ دامنهٔ dB است که وسیلهٔ منطبق بر ضوابط آیین‌نامه است. حداقل دامنهٔ مجاز dB ۶۰ می‌باشد.

(۱۸) دستگاههایی که این حداقل را برآورده ننمایند، مشروط بر رفع خطا، قابل استفاده هستند.

۶ ـ ۲۲ ـ ۲ ـ ۲ ـ برای محاسبات دسی‌بلها از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$dB_2 - dB_1 = 20 \times \text{Log} \left(\frac{\%_2}{\%_1}\right)$$

یا

$$dB_2 = 20 \times \text{Log} \left(\frac{\%_2}{\%_1}\right) + dB_1$$

طبق فرمول ۸ ـ D:

dB_1 = ستون a

dB_2 = ستون c

٪۱ = ستون b

٪۲ = در فرم ۸ ـ D تعریف شده است.

۶ ـ ۲۲ ـ ۲ ـ ۳ ـ در هنگام استفاده از نموگرام فرم ۱۰ ـ D به‌تذکرات زیر توجه داشته باشید:

(۱) ستونهای a، b، c و d در فرم ۸ ـ D قرار دارد.

(۲) مقیاسهای A، B و C در نموگرام فرم ۱۰ ـ D قرار دارد.

(۳) نقاط صفر در روی مقیاس C باید با اعدادی مثل ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و غیره برحسب تنظیم دستگاه، جایگزین شوند.

۶ ـ ۲۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ روشهای زیر در هنگام استفاده از نموگرام فرم D۱۰ مورداستفاده قرار می‌گیرد:

(۱) دسی‌بل مربوط به‌ستون a در روی مقیاس c و درصد مربوطه در ستون b روی مقیاس A برده شده و توسط یک خط مستقیم بهم وصل می‌شوند.

(۲) نقطهٔ تقاطع این خط با مقیاس B، نقطهٔ چرخش[۷۱] خط مستقیم دوم است.

(۳) نقطهٔ میانگین ٪ روی محور A برده شده و از این نقطه به‌نقطهٔ چرخش تولید شده در گام ۲ وصل شده و ادامه داده می‌شود تا مقیاس دسی‌بل را روی مقیاس C قطع نماید.

(۴) عدد مربوط به‌این نقطه در مقیاس C، نشان‌دهندهٔ دسی‌بل اصلاح‌شده برای استفاده از ستون C می‌باشد.

۶ ـ ۲۲ ـ ۲ ـ ۵ ـ برای مثالی از استفاده از نموگرام به‌فرم ۱۰ ـ D مراجعه نمایید.

۶ ـ ۲۲ ـ ۳ ـ انعکاس داخلی: روش

(۱) دستگاه طبق بند ۶ ـ ۱۸ ـ ۵ تنظیم می‌شود.

(۲) پروب را بدون اینکه تنظیم دستگاه دستکاری شود، از روی قطعهٔ تنظیم بردارید.

(۳) دگمه تنظیم دسی‌بل را به‌مقدار ۲۰ دسی‌بل نسبت به‌تراز مراجع افزایش دهید.

(۴) صفحه‌نمایش در فراتر از موج ۱۳ میلیمتر و بالای تراز مرجع باید عاری از هرگونه علامت باشد.

---

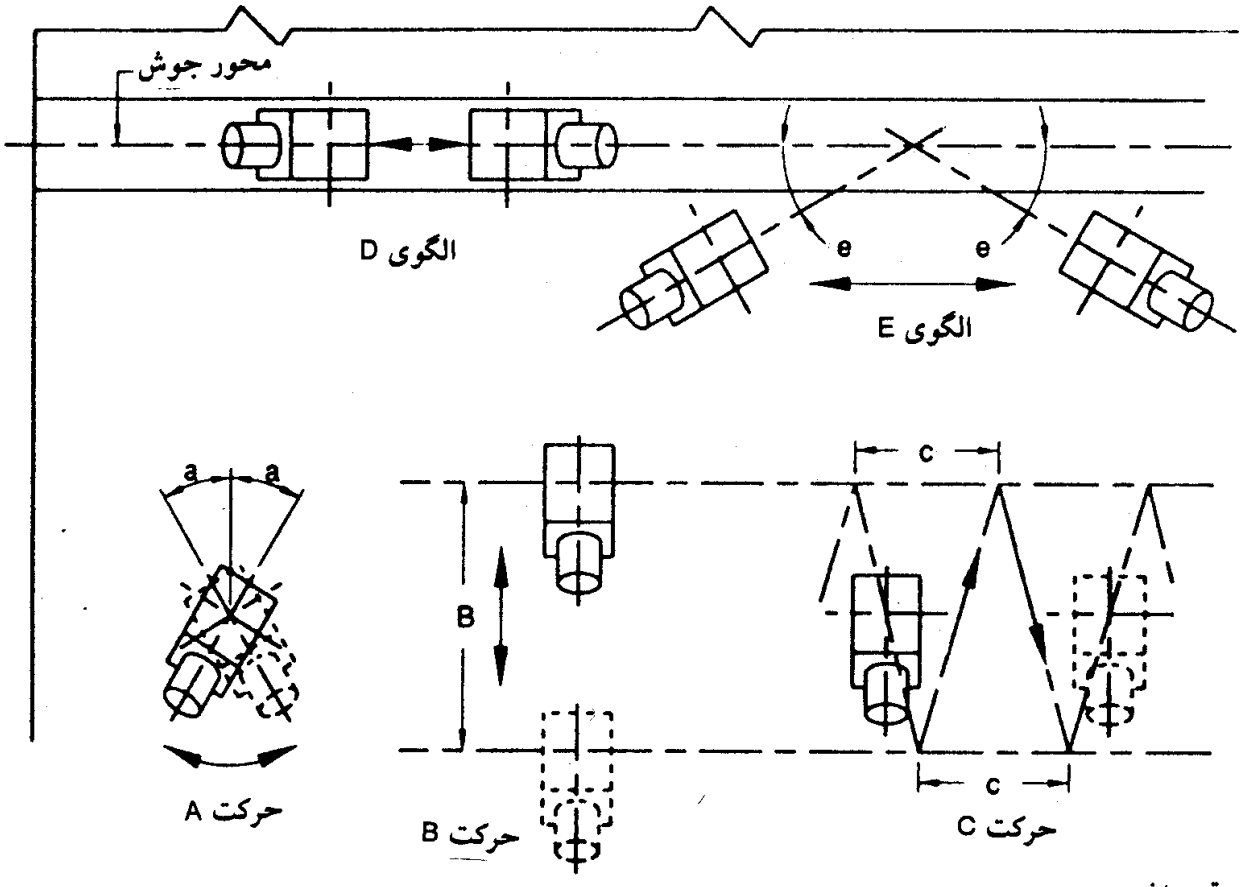
۷۱ ـ Pivot point

۶ـ۲۳ تعیین لبه‌های عیب

ابعاد ترکهای ناشی از تورق همواره به‌آسانی قابل تعیین نیست، مخصوصاً زمانیکه ابعاد آنها کوچکتر از ابعاد مبدل است. وقتیکه ابعاد ترک بزرگتر از ابعاد مبدل است، پژواک پشت[۷۲] (سطح مقابل) به‌طور کامل از بین می‌رود و بعد از پژواک اولیه، یک پژواک به‌علت ترک خواهیم داشت. وجود افتی به‌مقدار ۶ دسی‌بل می‌تواند مبین لبهٔ شروع ترک باشد. برای تعیین لبهٔ عیوب کوچک، پروب به‌آرامی به‌سمت ترک حرکت داده می‌شود. شروع اغتشاشات در لبهٔ ورق، به‌معنای برخورد با لبهٔ عیب است.

۶ـ۲۴ الگوهای روبش[۷۳] (جستجو)

(به‌شکل ۶ـ۱۳ توجه فرمایید).



توجه:

۱ ـ الگوی روبش همواره نسبت به‌محور جوش متقارن است به‌استثنای الگوی D که به‌طور مستقیم در روی محور جوش انجام می‌شود.

۲ ـ در صورت امکان، آزمایش باید از هر دو طرف محور جوش انجام شود.

شکل ۶ ـ ۱۳ ـ پلان الگوهای روبش (بند ۶ ـ ۲۴).

---

۷۲ ـ Back reflection

۷۳ ـ Scaning pattern

۶-۲۴-۱- ترکهای طولی

۶-۲۴-۱-۱- حرکت روبشی *A*

زاویهٔ دوران $a=10^\circ$ است.

۶-۲۴-۱-۲- حرکت روبشی *B*

فاصلهٔ حرکتی B باید چنان باشد تا تمام جوش مورد نظر را پوشش دهد.

۶-۲۴-۱-۳- حرکت روبشی *C*

گام حرکتی c به‌طور تقریب نصف عرض مبدل است.

توجه : حرکتهای A، B و C در یک الگوی روبشی با هم ترکیب می‌شوند.

۶-۲۴-۲- ترکهای عرضی

۶-۲۴-۲-۱- حرکت روبشی D وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که سطح جوش به‌صورت همسطح با ورق سنگ خورده است.

۶-۲۴-۲-۲- حرکتی روبشی E وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که گردهٔ جوش سنگ‌نخورده باشد. زاویه روبش e حداکثر مساوی ۱۵ درجه است.

توجه: الگوی روبش باید طوری باشد که مقطع کامل جوش پوشش داده شود.

۶-۲۴-۳- جوش سربارهٔ الکتریکی و جوش گاز الکتریکی - الگوی روبش E

زاویه دوران e ۴۵ تا ۶۰ درجه است.

توجه : الگوی روبش باید طوری باشد که مقطع کامل جوش روبش شود.

قسمت ت: سایر روشهای آزمایش

٦-۲٦ کلیات

روش تصویرسازی الکترونیکی[۷۴] که تصویر حاصله به‌کمک پردازش امواج انعکاسی از جوش حاصل می‌گردد، از جمله روشهای نوین برای آزمایشهای غیرمخرب جوش می‌باشند که روشهای ارزیابی اپراتور، دستگاه، حساسیت آنها باید به‌تأیید مهندس مشاور برسد.

---

۷۴ ـ Electronic imaging systems

پیوست فصل ششم

فرمهای ارزیابی آزمایش فراصوتی

فرم ارزیابی دستگاه فراصوت

دستگاه فراصوت
مدل _____ سریال _____ تاریخ _____
پروب
ابعاد _____ نوع _____ ارزیاب _____
فرکانس _____ MHz پایهٔ اپراتور ASNT _____

جدول

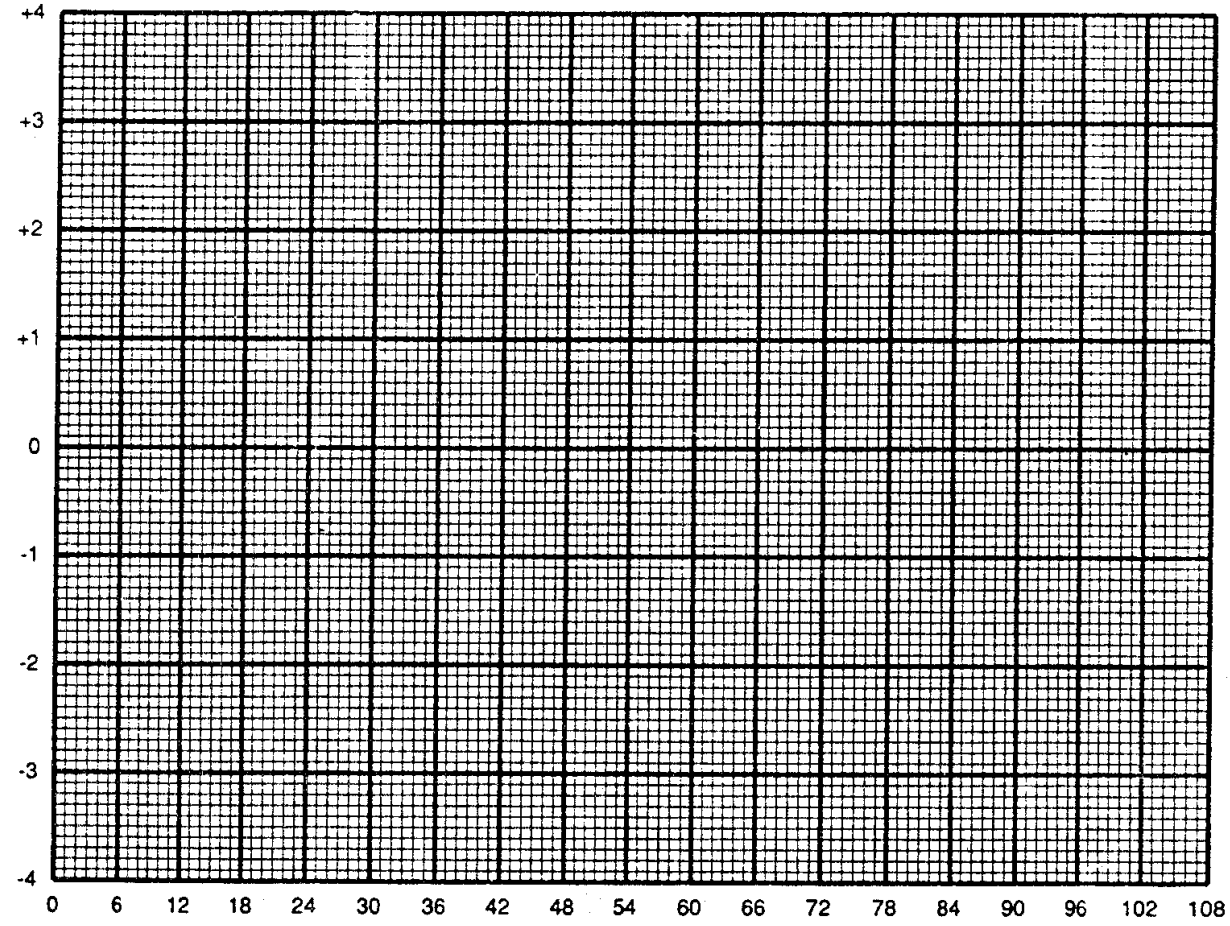
شماره	a قرائت dB	b مقیاس %	c قرائت اصلاح‌شده	d خطای dB	e خطای تجمعی db
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					
۶					
۷					
۸					
۹					
۱۰					
۱۱					
۱۲					
۱۳					
۱۴					
۱۵					
۱۶					
۱۷					
۱۸					
۱۹					
۲۰					
۲۱					
۲۲					
۲۳					
۲۴					
۲۵					
۲۶					

۲٪ (Average) _____ %

دامنهٔ ارزیابی‌شده کل _____ dB تا _____ dB = _____ dB خطای کل _____ dB

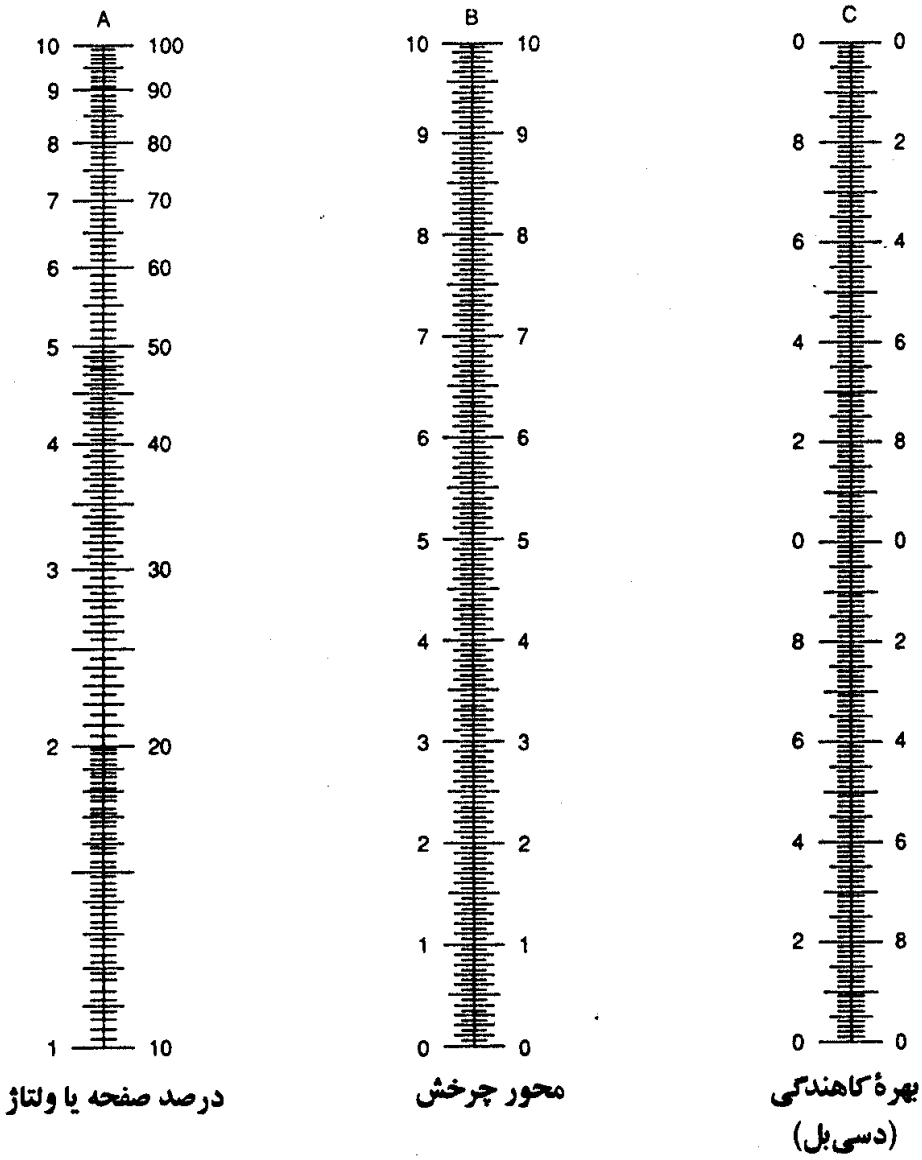
دامنهٔ ارزیابی‌شده کل _____ dB تا _____ dB = _____ dB خطای کل _____ dB

خطای تجمعی دسی‌بل e



قرائت دسی‌بل a

فرم ۹ ـ D ـ ارزیابی دقت دسی‌بل



فرم ۱۰ ـ D ـ نموگرام کاهندگی یا بهره (دسی‌بل)

فرم آزمایش فراصوت

پروژه _____ شماره گزارش _____

شناسایی جوش _____

ضخامت مصالح _____

تیپ درز _____

فرآیند جوشکاری _____

ضابطهٔ پذیرش (بند) _____

توضیحات _____

شماره خط	شماره تشخیص	زاویه پروب	وجه	ساق	دسی‌بل				ناپیوستگی					تخمین ناپیوستگی	توضیحات
					تراز تشخیص a	تراز مرجع b	ضریب کاهندگی c	درجهٔ عیب d	طول	طول مسیر تابش	عمق از سطح A	فاصله از x	فاصله از y		
۱															
۲															
۳															
۴															
۵															
۶															
۷															
۸															
۹															
۱۰															
۱۱															
۱۲															
۱۳															
۱۴															
۱۵															
۱۶															

تاریخ آزمایش _____ سازنده _____

بازرس _____ تأیید _____

تاریخ _____

فصل ۷

جوشکاری گلمیخ[۱]

۷ـ۱ دامنه

این فصل شامل ضوابط عمومی برای جوشکاری گلمیخ فولادی به‌قطعهٔ فولادی است و به‌علاوه دربرگیرندهٔ ضوابط تولید، اتصال، کنترل کیفیت تولید، خواص مکانیکی و کنترل کیفیت اتصال و ارزیابی فرآیند و دستورالعمل جوشکاری و جوشکار می‌باشد.

۷ـ۲ ضوابط عمومی

۷ـ۲ـ۱ـ هندسهٔ گلمیخها باید برای انجام جوش قوس الکتریکی به‌وسیلهٔ تجهیزات اتوماتیک خاص این‌کار مناسب باشد. نوع و اندازهٔ گلمیخ باید در نقشه‌ها، مشخصات فنی خصوصی و یا سایر مدارک طراحی تعریف شود. مشخصات گلمیخهای سرپهن در شکل ۷ ـ ۱ نشان داده شده است.

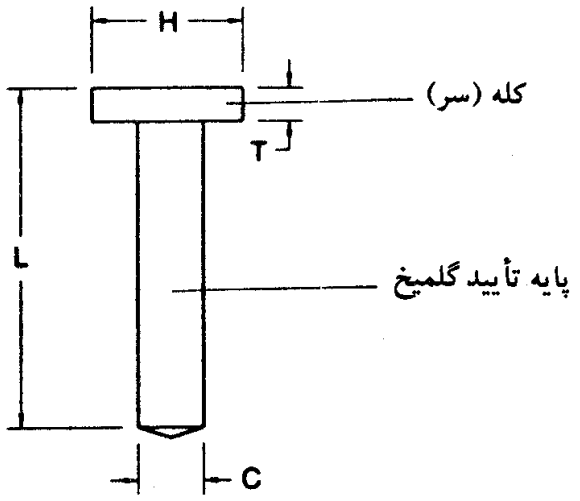
۷ـ۲ـ۲ـ هر گلمیخ باید دارای یک حلقهٔ محافظ حرارت از جنس سرامیک[۲] یا مصالح مناسب دیگر باشد.

۷ـ۲ـ۳ـ گلمیخهای با قطر ۸ میلیمتر و بزرگتر، باید دارای روکش مناسب به‌منظور پایداری قوس و جلوگیری از اکسیداسیون در حین جوشکاری باشند. گلیمخهای با قطر کمتر از ۸ میلیمتر می‌توانند

۱ـ Stud welding ۲ـ Ferrule

ابعاد برحسب میلیمتر				
حداقل ضخامت کله (T)	قطر کله (H)	رواداری طول (L)		قطر تنه (C)
۷/۱	۲۵/۴±۰/۴	±۱/۶	+۰/۰۰ −۰/۲۵	۱۲/۷
۷/۱	۳۱/۷±۰/۴	±۱/۶	+۰/۰۰ −۰/۲۵	۱۵/۹
۹/۵	۳۱/۷±۰/۴	±۱/۶	+۰/۰۰ −۰/۳۸	۱۹/۰
۹/۵	۳۴/۹±۰/۴	±۱/۶	+۰/۰۰ −۰/۳۸	۲۲/۱

توجه:
L= طول گلمیخ قبل از جوشکاری



شکل ۷ ـ ۱ ـ ابعاد و رواداری مجاز اتصالات برشگیر از نوع گلمیخ.

دارای روکش فوق نباشند.

۷ ـ ۲ ـ ۴ ـ تنها باید از گلمیخهای تأییدشده استفاده نمود. حلقه سرامیکی محافظ که در حین جوشکاری به‌کار می‌رود باید از همان نوعی باشد که توسط کارخانهٔ سازنده، جهت استفاده در حین آزمایش ارزیابی کیفی، به‌کار می‌رود. هزینهٔ کنترل کیفیت و ارزیابی گلمیخ طبق مشخصات استاندارد، بر عهدهٔ سازنده است.

۷ ـ ۲ ـ ۵ ـ تولید و پرداخت گلمیخ می‌تواند توسط عملیات حرارتی، نورد، و یا ماشین‌کاری انجام

گیرد. گلمیخ تولیدشده باید دارای خواص و کیفیت یکنواخت بوده و عاری از هرگونه لوچه[۳]، پلیسه[۴]، شکاف، ترک، تابیدگی، خمیدگی و یا ناپیوستگیهای مضر دیگر باشد. ترکهای شعاعی در کله گلمیخ، به‌شرطی که از نصف فاصلهٔ محیط کله تا تنهٔ گلمیخ بزرگتر نباشند، مورد قبول بوده و باعث رد قطعه نخواهد بود. اندازهٔ این ترک به‌صورت عینی اندازه‌گیری می‌شود*.

۷ـ۲ـ۶ـ در موارد خاص، بنا به‌درخواست مهندس ناظر، سازنده باید اطلاعات زیر را آماده کند:

(۱) شرحی از مشخصات گلمیخ و حلقه سرامیکی محافظ.

(۲) برگ تأیید کیفیت[۵] کارخانهٔ سازنده مبنی بر تأیید کیفیت پایه گلمیخ طبق مشخصات مذکور در بند ۷ ـ ۲ ـ ۴.

(۳) اطلاعات آزمایش کنترل کیفی گلمیخ .

۷ـ۳ ضوابط مکانیکی

۷ـ۳ـ۱ـ گلمیخها باید از جنس میله‌های سرد کشیده طبق مشخصات استاندارد مربوطه[۶] باشند.

۷ـ۳ـ۱ـ۱ـ مشخصات مکانیکی، غیر از مواردیکه در قسمتهای بعدی می‌آید، باید توسط مهندس مشاور مشخص گردد.

۷ـ۳ـ۱ـ۲ـ سازنده مخیر است مشخصات مکانیکی گلمیخها را بعد از اتمام عملیات سرد و یا پس از تکمیل ساخت و براساس قطر تمام شدهٔ گلمیخ، تعیین نماید. در هر حالت، گلمیخ باید محدودیتها و ضوابط جدول ۷ ـ ۱ را برآورده نماید.

۷ـ۳ـ۲ـ مشخصات مکانیکی گلمیخ باید طبق استاندارد آزمایشهای مکانیکی تولیدات فولادی تعیین گردد.** یک نمونه از تجهیزات آزمایش کشش در شکل ۷ ـ ۲ نشان داده شده است.

---

۳ - Over lap

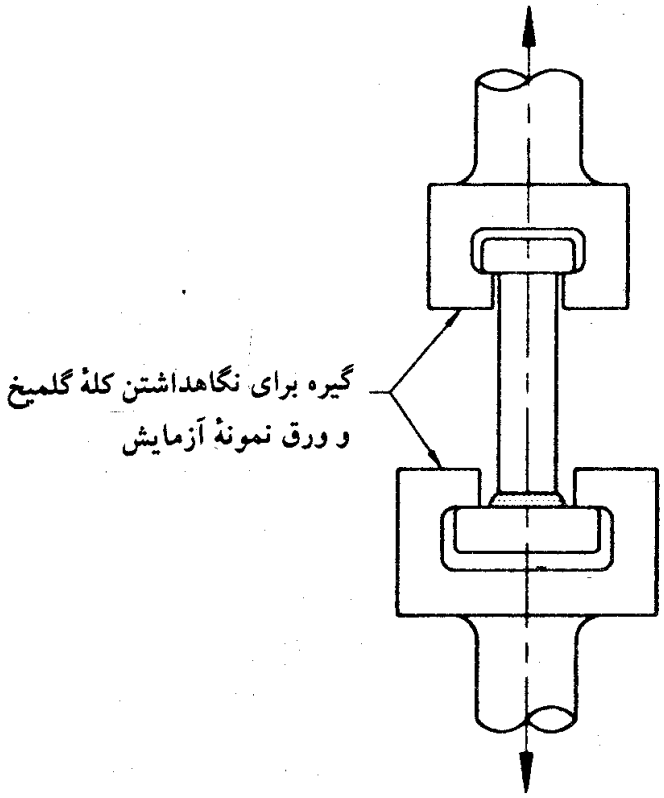
۴ - Fin

* کله یا سر گلمیخها معمولاً در معرض ترک یا شکاف‌خوردگی هستند. ترکها به‌صورت شکاف یا ناپیوستگی عمیق در محیط کله گلمیخ توأم با جدایی شعاعی تعریف می‌شوند. به‌این‌ترتیب بعضی از شکافها اثرات منفی و مضری روی مقاومت سازه‌ای، مقاومت خوردگی یا دیگر پارامترهای مقاومتی کله گلمیخ نخواهند داشت و قابل صرف‌نظر هستند.

۵ - Certification

۶ - ASTM A108: Specification for steel bars, cold finished, standard quality, Grade 1010 through 1020.

** مثلاً استفاده از استاندارد ASTM 370 قابل توصیه است.



شکل ۷ ـ ۲ ـ نمونه از گیرهٔ ثابت آزمایش کشش.

۷ ـ ۳ ـ ۳ ـ در صورت درخواست مهندس مشاور، سازندهٔ اسکلت موظف به‌ارائهٔ مدارک زیر است:

(۱) برگ تأیید کیفیت کارخانه سازنده مبنی بر مطابقت مشخصات گلمیخهای تحویلی با ضوابط بندهای ۷ ـ ۲ و ۷ ـ ۳.

(۲) یک نسخهٔ تأییدشده از گزارش آزمایش کارخانهٔ سازنده، شامل اطلاعاتی از آزمایشهای مکانیکی کنترل کیفیت انجام‌شده در کارخانه طبق ضوابط بند ۷ ـ ۳ برای هر محمولهٔ تحویلی به‌کارگاه از یک اندازه. آزمایشهای کنترل کیفیت باید در هر دورهٔ شش ماهه و قبل از تحویل محصولات، انجام گیرد.

۷ ـ ۳ ـ ۴ ـ هنگامیکه امکان دسترسی به‌نتایج آزمایشهای کنترل کیفیت کارخانه سازنده نیست، سازندهٔ اسکلت موظف به‌تهیه و ارائه گزارشهای آزمایش مکانیکی طبق مفاد بند ۷ ـ ۳ می‌باشد. این آزمایشها باید بر روی محصولات نهایی که توسط سازندهٔ گلمیخها تحویل داده‌شده، صورت گیرد. تعداد آزمایشهای انجام‌شده، توسط مهندس مشاور مشخص می‌گردد.

۷ ـ ۳ ـ ۵ ـ مهندس مشاور می‌تواند برای آزمایشهای کنترل کیفی و مکانیکی، از هر نوع و اندازهٔ

گلمیخ که در قرارداد یا لیست خرید قطعات وجود دارد، انتخاب کند. تهیهٔ این گلمیخها به‌عهدهٔ سازنده و هزینهٔ انجام آزمایش برعهدهٔ کارفرما می‌باشد.

۷ـ۴ ضوابط اجرایی

۷ـ۴ـ۱ـ در حین جوشکاری، گلمیخها باید عاری از هرگونه زنگ، زخم ناشی از زنگ‌زدگی، پوسته، روغن، چربی، رطوبت، و هرگونه مواد مضری باشند که اثرات منفی بر روی عملیات جوشکاری دارند.

۷ـ۴ـ۲ـ رنگ‌آمیزی، گالوانیزه کردن، و اندود کادمیم پایهٔ گلمیخ، قبل از جوشکاری مجاز نیست.

جدول ۷ ـ ۱ ـ خواص مکانیکی گلمیخها (بند ۷ ـ ۳ ـ ۱ ـ ۲)

	نوع A	نوع B	نوع C
مقاومت کششی (F_u)	۳۸۰(N/mm^2)	۴۲۰(N/mm^2)	۵۵۰(N/mm^2)
مقاومت تسلیم (F_y) (کرنش ۰/۲٪) کرنش (۰/۵٪)	- -	۳۴۵(N/mm^2) -	- ۴۸۵(N/mm^2)
افزایش طول نسبی در ۵۰ میلیمتر	حداقل ۱۷٪	حداقل ۲۰٪	-
میزان کاهش سطح	حداقل ۵۰٪	حداقل ۵۰٪	-

توجه:

۱ ـ گلمیخ نوع A در هر نوع و اندازه‌ای برای مصارف عمومی به‌غیر از تأمین عملکرد انتقال برش در مقاطع مختلط مورد استفاده است.

۲ ـ گلمیخ نوع B به‌صورت سرپهن و یا خم‌شده یا به‌شکلهای دیگر و در قطرهای ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۲ میلیمتر در مقاطع مختلط فولاد و بتن و برای تأمین انتقال برش به‌کار می‌رود.

۳ ـ گلمیخ نوع C از جنس میله‌های فولادی است که مطابق ضوابط استاندارد (ASTM A496) به‌صورت نورد سرد شکل داده می‌شود و دارای قطر اسمی معادل قطر استوانه‌ای است که دارای وزن واحد طول یکسان باشد. طبق ضوابط A496، حداکثر قطر این گلمیخها ۱۶ میلیمتر است. در صورت استفاده از میله‌هایی با قطر بزرگتر، باید توجه داشت که خواص فیزیکی آنها پس از تغییرشکل و نورد مشابه ضوابط مذکور در استاندارد (ASTM–A496) باشد.

۴ ـ گلمیخهای نوع C می‌توانند از مصالح مذکور در بند (۳ ـ ۱) نیز ساخته شوند.

۷-۴-۳- سطح قطعه‌ای که گلمیخها به‌آن جوش می‌شوند باید عاری از هرگونه فلس، زنگ، رطوبت و یا هرگونه مواد مضری که مانع از انجام یک جوش مطمئن و خوب می‌شوند، باشد. این سطوح ممکن است با برس سیمی، پوسته کردن رنگ سطوح، سنبه‌زنی یا سنگ زدن تمیز شوند[۷].

۷-۴-۴- حفاظ قوسی یا حلقهٔ سرامیکی حافظ جوشکاری باید به‌طور کامل خشک باشد. اگر حفاظ به‌دلایلی مثل رطوبت موجود در هوا یا اثر باران، مرطوب شده باشد، باید قبل از استفاده به‌مدت ۲ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد قرار گیرد تا به‌طور کامل خشک باشد.

۷-۴-۵- فواصل طولی و عرضی برشگیرهای گلمیخ (نوع B) از یکدیگر و همچنین فاصلهٔ آنها از لبهٔ بال تیر یا شاهتیر نسبت به‌آنچه که در نقشه‌ها نشان داده شده می‌تواند حداکثر ۲۵ میلیمتر مغایرت داشته باشد. حداقل فاصله لبهٔ پایهٔ گلمیخ از لبهٔ بال تیر، مساوی قطر گلمیخ به‌علاوه ۳ میلیمتر است، این فاصله نباید کمتر از ۳۸ میلیمتر باشد.

۷-۴-۶- در مورد گلمیخهایی که در داخل بتن مدفون می‌شوند، حلقهٔ سرامیکی باید شکسته و برداشته‌شود. در مورد سایر گلمیخها شکستن حلقهٔ سرامیکی اجباری‌نیست، لیکن بهتر است انجام شود.

۷-۴-۷- پس از اتمام جوشکاری، گلمیخها باید عاری از هرگونه ناپیوستگی یا مواد مضری باشند، که مانع از عملکرد مورد انتظار آنها خواهد شد. لیکن عدم امتزاج (ذوب) در ناحیهٔ ترشح* و شکافهای کوچک قابل پذیرش هستند.

---

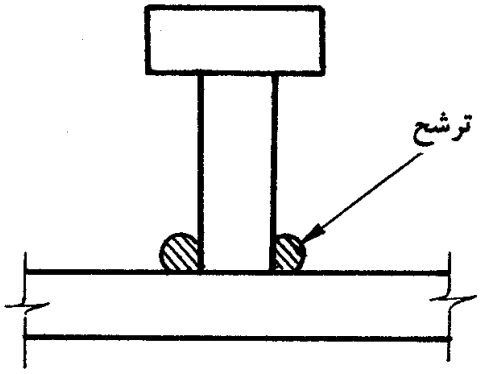
۷ - در مورد جوشکاری گلمیخ (اتصالات برشگیر) به‌عرشهٔ فلزی پلها باید دقت ویژه‌ای مبذول داشت.

* ناحیهٔ ترشح[۱]، فلز مذاب بیرون‌زده از پای گلمیخ در حین جوشکاری جرقه‌ای[۲] است. ترشح را با جوش گوشه در جوشکاری به‌روش قوس الکتریک اشتباه نکنید. ترشح در جوشکاری گلمیخ موجب افزایش مقاومت اتصال شده و برای جوشکاری مضر نبوده و برعکس در یک جوشکاری خوب، تأمین آن لازم و ضروری است. وجود این فلز مذاب اضافی در پیرامون پایهٔ گلمیخ جوش‌شده که حلقهٔ سرامیکی را فرا می‌گیرد، به‌امتزاج کامل جوش پای گلمیخ با فولاد پایه کمک می‌کند. ترشح گلمیخ جوش‌شده فاقد امتزاج کامل در ساق قائم خود و لوچه (رویهم‌آمدگی) در ساق افقی می‌باشد. همچنین ممکن است شامل ترکهای انقباضی و یا دیگر معایب اتفاقی باشد که معمولاً روی این ترشح شکل گرفته و به‌صورت طولی یا شعاعی و یا هر دو حالت نسبت به‌محور گلمیخ هستند. معمولاً عدم ذوب کامل (به‌صورت موضعی) در ساق قائم ترشح و ترکهای انقباضی کوچک در این محدوده قابل پذیرش بوده و نیاز به‌تعمیر ندارد.

توجه شود که جوشکاری گلمیخ از نوع جوشکاری جرقه‌ای است و با جوشکاری قوس الکتریکی توسط الکترود فرق می‌کند.

۱ - Flash

۲ - Flash welding



۷ـ۵ تکنیک جوشکاری گلمیخ

۷ـ۵ـ۱ـ گلمیخها باید با استفاده از تجهیزات خودکار جوشکاری گلمیخ، که به‌یک منبع انرژی جریان یک‌سو با قطبیت مثبت متصل است، جوش داده شوند. ولتاژ جوشکاری، شدت جریان، زمان، و وضعیت تپانچهٔ جوشکاری جهت گذاشتن و برداشت گلمیخها باید براساس تجربیات قبلی و یا توصیه‌های سازندگان گلمیخ و تجهیزات مربوطه و یا هر دو، در وضعیتی بهینه قرار گیرد*.

۷ـ۵ـ۲ـ اگر بیش از ۲ تپانچهٔ جوشکاری گلمیخ با استفاده از یک منبع تغذیهٔ نیرو به‌کار می‌روند، باید به‌گونه‌ای آرایش یابند که در هر لحظه تنها یک وسیله در جریان عملیات باشد، و قبل از آغاز جوشکاری با تپانچهٔ دوم، منبع انرژی باید از نو آماده شود.

۷ـ۵ـ۳ـ در حین جوشکاری، تپانچهٔ مربوطه باید تا زمان سفت شدن فلزات مذاب، در موقعیت اولیهٔ جوشکاری و بدون حرکت نگاه داشته شود.

۷ـ۵ـ۴ـ در حالتیکه دمای فلز پایه کمتر از ۱۸ – درجه سانتیگراد، و یا سطح جوشکاری در اثر نزولات جوی مرطوب است، باید از انجام جوشکاری پرهیز کرد. هنگامی در حین جوشکاری دمای

---

* به‌عنوان راهنمایی برای این کار می‌توان از استاندارد (ANSI/AWS C5.4) تحت عنوان «توصیه‌های عملی برای جوشکاری گلمیخ[1]» استفاده نمود.

۱ـ Recommended Practice for Stud Welding.

فلز پایه پایین صفر (درجه سانتیگراد) است، از هر ۱۰۰ عدد گلمیخ، یکی باید طبق ضوابط مشروح در بندهای ۷ ـ ۱ ـ ۳ و ۷ ـ ۱ ـ ۴ آزمایش شود، با این استثناء که زاویهٔ تقریبی آزمایش باید ۱۵ درجه باشد. این آزمایشها علاوه بر آزمایش دو گلمیخ اول، در هنگام شروع یک دورهٔ جدید جوشکاری یا تغییر در وضعیت سیستم است[۸].

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ بنابر انتخاب سازنده، جوشکاری گلمیخها می‌تواند به‌یکی از روشهای جوشکاری قوسی با الکترود توپودری (FCAW)، جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت‌حفاظ گاز (GMAW) و یا جوشکاری قوسی با الکترود روکشدار (SMAW) با شرط تأمین ضوابط زیر انجام شود:

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ۱ ـ سطوحی که بهم جوش می‌شوند و یا سطوح مجاور، باید عاری از هرگونه فلس شل و یا ضخیم، گِل جوش، زنگ‌زدگی، رطوبت، گریس و چربی و دیگر مواد مضری باشد که مانع از انجام یک جوش صحیح شده و یا منجر به‌تولید بخارات ناخواسته می‌گردند.

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ۲ ـ در انجام جوش گوشه، انتهای گلمیخ باید تمیز باشد.

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ۳ ـ در انجام جوش گوشه، انتهای گلمیخ باید به‌گونه‌ای آماده شود که دقیقاً مقابل فلز پایه قرار گیرد.

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ۴ ـ در هنگام کاربرد جوش گوشه، حداقلهای مذکور در جدول ۷ ـ ۲ یا ۷ ـ ۷ باید رعایت شود.

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ۵ ـ فلز پایه که گلمیخها به‌آن جوش می‌شوند، باید مطابق ضوابط جدول ۴ ـ ۳ پیش‌گرم شود.

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ٦ ـ در جوشکاری گلمیخ به‌روش قوسی با الکترود روکشدار (SMAW)، باید از الکترودهای کم‌هیدروژن با قطر ۴ یا ۵ میلیمتر استفاده نمود. استفاده از الکترودهای کوچکتر، برای گلمیخهای با قطر کمتر از ۱۲ میلیمتر و در وضعیتهای غیرمتعارف امکان‌پذیر است.

۷ ـ ۵ ـ ۵ ـ ۷ ـ گلمیخهای جوش‌شده باید تحت بازرسی عینی قرار گیرند.

---

۸ ـ منظور از آرایش سیستم، تپانچه، منبع انرژی، قطر گلمیخ، نحوه برداشتن و گذاشتن تپانچه، کل طول جوشکاری و تغییراتی بیش از ۵± درصد در میزان آمپراژ جریان و همچنین زمان عملیات است.

جدول ۷ ـ ۲

حداقل بعد جوش گوشه برای گلمیخهای با قطر کوچک	
حداقل بعد جوش گوشه (mm)	قطر گلمیخ (mm)
۵	۶ ـ ۱۱
۶	۱۳
۸	۱۶ ـ ۲۲
۱۰	۲۶

۷ـ۶ ضوابط ارزیابی گلمیخها

۷ـ۶ـ۱ـ هدف

به‌طور معمول گلمیخهایی که در کارخانه و یا در محل در موقعیت تخت و در یک سطح افقی و مسطح جوش می‌شوند، با اتکاء به‌نتایج آزمایش ارزیابی کارخانهٔ سازندهٔ گلمیخ، پیش‌پذیرفته[۹] فرض می‌شوند و آزمایش ارزیابی اضافی در مورد آنها لازم نیست. وضعیت تخت، شامل شیب صفر تا ۱۵± درجه می‌باشد. بعضی از حالاتی‌که نیاز به‌انجام آزمایشهای ارزیابی دارند، به‌شرح زیرند:

(۱) گلمیخهای مورد استفاده در سطوح غیرصفحه‌ای و یا در یک سطح صفحه‌ای ولی در موقعیت قائم یا سقفی.

(۲) گلمیخهای مورد استفاده در ورقهای ذوزنقه‌ای. آزمایش باید با مصالحی باشد که بیانگر شرایط اجرایی باشند.

(۳) گلمیخهایی که به‌فولادهایی غیر از گروههای ۱ و ۲ جدول ۴ ـ ۱ جوش می‌شوند.

۷ـ۶ـ۲ـ مسئول انجام آزمایش

گروه اجرایی، مسئول انجام آزمایشها است. انجام آزمایش ممکن است توسط گروه اجرایی، کارخانهٔ سازنده گلمیخها و یا یک گروه آزمایشی و به‌توافق طرفین قرارداد صورت گیرد.

۷ـ۶ـ۳ـ آماده‌سازی نمونهٔ آزمایشی

۷ـ۶ـ۳ـ۱ـ برای ارزیابی حالاتی‌که مصالح پایه از گروههای ۱ و ۲ از جدول ۴ ـ ۱

---

۹ ـ Prequalified

می‌باشند، نمونهٔ آزمایشی می‌تواند از فولاد ST37 و یا فولادهای ردیفهای ۱ و ۲ جدول ۴ ـ ۱ باشد.

۷ ـ ۶ ـ ۳ ـ ۲ ـ در ارزیابی حالاتی‌که مصالح پایه غیر از گروههای ۱ و ۲ جدول ۴ ـ ۱ می‌باشند، مصالح نمونهٔ آزمایشی از نقطه‌نظر ترکیب شیمیایی و فیزیکی باید به‌طور دقیق مشابه فولاد مصرفی باشد.

۷ ـ ۶ ـ ۳ ـ ۳ ـ موقعیت جوشکاری، طبیعت سطوح مورد جوش، جریان و زمان جوشکاری، باید ثبت گردند.

۷ ـ ۶ ـ ۴ ـ تعداد نمونه‌ها

برای هر قطر، وضعیت و هندسهٔ سطح، باید ۱۰ نمونهٔ آزمایشی به‌طور متوالی براساس دستورالعمل جوشکاری جوش داده شوند.

۷ ـ ۶ ـ ۵ ـ آزمایشهای مورد نیاز

تعداد ۱۰ نمونهٔ آزمایشی باید تحت حداقل یکی از آزمایشهای خمش، پیچش و یا کشش، قرارگیرد.

۷ ـ ۶ ـ ۶ ـ روشهای آزمایش

۷ ـ ۶ ـ ۶ ـ ۱ ـ *آزمایش خمش*

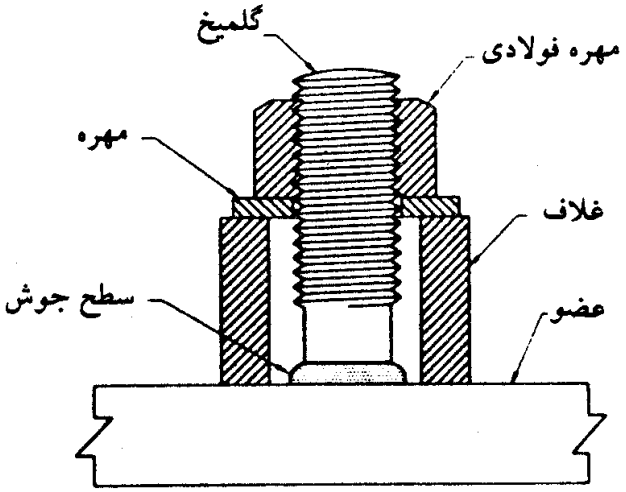
این آزمایش به‌وسیلهٔ خم کردن گلمیخ به‌میزان ۹۰ درجه نسبت به‌محور گلمیخ انجام می‌گیرد. در صورتیکه پس از خم کردن گلمیخ، شکست، در ورق یا در تنهٔ گلمیخ اتفاق بیافتد، و هیچگونه شکستی در جوش به‌وجود نیاید. نتایج قابل پذیرش خواهد بود.

۷ ـ ۶ ـ ۶ ـ ۲ ـ *آزمایش پیچش*

گلمیخ توسط دستگاهی مطابق شکل ۷ ـ ۳ تحت آزمایش پیچش قرار می‌گیرد. در صورتیکه در این آزمایش، قطعه مورد نظر بدون شکست جوشها، در اثر پیچش تخریب شود، نتایج مورد پذیرش خواهد بود.

۷ ـ ۶ ـ ۶ ـ ۳ ـ *آزمایش کشش*

در این آزمایش، گلمیخ با استفاده از دستگاهی که قابلیت اعمال نیروی لازم را داشته باشد، تا مرحله گسیختگی تحت کشش قرار می‌گیرند. در صورتیکه، شکست قطعه آزمایشی از ناحیهٔ جوش نباشد،



پیچش لازم در آزمایش گلمیخهای رزوه‌شده		
پیچش اعمال‌شده (N.m)	تعداد رزوه در هر ۲۵mm	قطر اسمی گلمیخ (mm)
۶/۸	۲۸UNF	۶/۴
۵/۷	۲۰UNC	
۱۲/۹	۲۴UNF	۷/۹
۱۱/۷	۱۸UNC	
۲۳/۰	۲۴UNF	۹/۵
۲۰/۳	۱۶UNC	
۳۶/۶	۲۰UNF	۱۱/۱
۳۲/۵	۱۴UNC	
۵۷/۰	۲۰UNF	۱۲/۷
۵۰/۲	۱۳UNC	
۸۱/۴	۱۸UNF	۱۴/۳
۷۳/۲	۱۲UNC	
۱۱۴/۰	۱۸UNF	۱۵/۹
۱۰۰/۰	۱۱UNC	
۲۰۰/۰	۱۶UNF	۱۹/۰
۱۸۰/۰	۱۰UNC	
۳۲۰/۰	۱۴UNF	۲۲/۲
۲۸۵/۰	۹UNC	
۴۷۰/۰	۱۲UNF	۲۵/۴
۴۳۰/۰	۸UNC	

توجه:
ابعاد باید براساس اندازه‌های گلمیخ به‌صورت تقریبی تعیین شوند. در حین آزمایش باید داخل گام رزوه‌ها عاری از مواد چربی و تراشه‌های بجامانده از عملیات برش و حدیده باشد.

شکل ۷ ـ ۳ ـ نحوهٔ آزمایش پیچش و جدول مقایسهٔ نتایج آزمایش.

نتایج آزمایش قابل پذیرش است.

۷-۶-۷- گزارش آزمایش ارزیابی باید شامل موارد زیر باشد:

(۱) طرحی که نشان‌دهندهٔ شکل، قطر گلمیخ و حلقهٔ سرامیکی محافظ باشد.

(۲) شرح کامل در مورد مصالح پایه و گلمیخ و حلقهٔ سرامیکی محافظ.

(۳) موقعیت جوشکاری و زمان و نوع جریان جوشکاری.

(۴) ثبت نتایج آزمایشها به‌گونه‌ای که هر لحظه قابل دسترسی باشد.

۷-۷ کنترل در حین ساخت

۷-۷-۱- آزمایش پیش‌تولید

۷-۷-۱-۱- قبل از انجام هر جوشکاری با اندازه و نوع خاصی از گلمیخ و همچنین در آغاز هر شیفت کار روزانه، باید اولین جفت گلمیخ جوش‌شده را آزمایش نمود. تکنیک جوشکاری باید بر روی مصالحی مشابه با آنچه که در حین تولید و ساخت (از لحاظ ضخامت و خواص) مورد استفاده است، مورد آزمایش قرار گیرد. اگر در حین آزمایش به‌ضخامت قطعهٔ واقعی دسترسی نیست، تا ۲۵ درصد تغییر نسبت به‌ضخامت اصلی نیز قابل قبول است. وضعیت جوشکاری گلمیخها در حین آزمایش، باید با وضعیت جوشکاری آنها در عمل (تخت، قائم یا سقفی) یکسان باشد.

۷-۷-۱-۲- به‌استثنای حالاتی‌که طبق بند ۷-۷-۱-۵ استفاده از ورق آزمایشی جداگانه الزامی است، گلمیخهای آزمایشی را می‌توان به‌قطعهٔ اصلی جوش نمود.

۷-۷-۱-۳- نمونه‌های گلمیخ جوش‌شده باید تحت بازرسی عینی قرار گیرند. ناحیهٔ ترشح در پای گلمیخ باید در حول محیط ۳۶۰ درجه به‌طور کامل به‌وجود آید.

۷-۷-۱-۴- علاوه بر بازرسی عینی، آزمایش باید شامل خم کردن گلمیخ به‌اندازهٔ تقریبی ۳۰ درجه پس از سرد شدن باشد. آزمایش خم را می‌توان به‌کمک یک اهرم و یا ضربات چکش انجام داد. در دمای کمتر از ۱۰ درجهٔ سانتیگراد، انجام آزمایش خمش (خم کردن گلمیخ) باید با بارگذاری آهسته صورت گیرد تا گلمیخ در اثر تردشکنی از بین نرود. در مورد گلمیخهای رزوه‌شده، آزمایش پیچش مطابق شکل ۷-۳، جایگزین آزمایش خمش می‌شود.

۷-۷-۱-۵- اگر در بازرسی عینی نمونهٔ آزمایش گلمیخ، میزان ترشح در حول ۳۶۰ درجه

مشاهده نشود، و یا در حین آزمایش، گسیختگی در ناحیهٔ جوش اتفاق بیافتد، روش جوشکاری باید اصلاح شده و سپس حداقل دو عدد گلمیخ، به‌مصالح آزمایشی و یا به‌عضو ساخته‌شده جوش شده و سپس مطابق ضوابط بندهای (۷ ـ ۱ ـ ۳ و ۴) مورد آزمایش قرارگیرند. اگر هر یک از دو گلمیخ دوم در حین آزمایش گسیخته شوند، قبل از انجام جوشکاری گلمیخها به‌عضو مورد نظر (به‌طور مثال بال تیر). باید جوشکاری آزمایشی بر روی ورقهای آزمایشی جداگانه انجام شده تا نتیجهٔ آزمایش مورد اطمینان و رضایت باشد.

۷ ـ ۷ ـ ۲ ـ عملیات جوشکاری

با شروع عملیات جوشکاری، در صورت اعمال هرگونه تغییری در وضعیت مدار جوشکاری، لازم است آزمایشهای مشروح در بندهای (۷ ـ ۷ ـ ۳ و ۴) انجام گیرد.

۷ ـ ۷ ـ ۳ ـ اگر در حین تولید، میزان ترشح در پای گلمیخ به‌صورت ۳۶۰ درجهٔ کامل نباشد، می‌توان جوش مورد نظر را در ناحیهٔ بدون ترشح، با استفاده از حداقل جوش گوشه مورد نیاز، طبق بند ۷ ـ ۵، تعمیر نمود. جوش اصلاحی باید حداقل معادل ۱۰ میلیمتر پس از هر ناحیهٔ ناپیوستگی و معیوب، ادامه یابد.

۷ ـ ۷ ـ ۴ ـ ارزیابی جوشکار

قبل از انجام هرگونه عملیات ساخت، در صورتیکه جوشکار دارای سوابق ارزیابی در گذشته نباشد، به‌عنوان ارزیابی یک جفت گلمیخ توسط جوشکار جوش داده شده و طبق ضوابط بندهای ۷ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۳ و ۷ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۴ مورد آزمایش قرار می‌گیرند. قابل پذیرش بودن این نمونه‌ها مؤید صلاحیت جوشکار بوده و جوشکار می‌تواند جوشهای عملی را آغاز نماید.

۷ ـ ۷ ـ ۵ ـ هنگامیکه یک گلمیخ غیرقابل پذیرش از سطح عضو تحت تنش کششی، برداشته می‌شود، سطحی که گلمیخ مورد نظر از آن قسمت حذف شده باید سنگ زده شده و صاف و همسطح گردد. اگر در هنگام برداشتن گلمیخ از روی سطح فلز پایه، حفره‌ای ایجاد گردد، جهت پُر کردن آن باید از جوش قوسی با الکترود روکشدار کم‌هیدروژن استفاده نمود. سطح جوشکاری نیز پس از اتمام عملیات سنگ زده شده و همسطح می‌گردد. در صورتیکه گلمیخ حذف‌شده در ناحیهٔ فشاری عضو باشد و گسیختگی در تنه و یا ناحیهٔ ذوب جوش باشد، می‌توان بدون تعمیر محل گلمیخ معیوب، در نزدیکی ناحیهٔ مورد نظر، یک گلمیخ دیگر جوش کرد (به‌بند ۷ ـ ۴ ـ ۴ مراجعه

شود). اگر در حین کندن گلمیخ معیوب، فلز پایه قلوه‌کن شود، روش اصلاحی مطابق روش مذکور در مورد ناحیهٔ کششی است. در صورتیکه عمق عیب موجود در جوشکاری کمتر از ۳ میلیمتر یا ۷ درصد ضخامت فلز پایه باشد، حفرات و ناپیوستگیهای ناحیهٔ جوشکاری را می‌توان به‌جای پُر کردن با جوش، سنگ زد. در هنگام تعویض گلمیخ معیوب، اصلاح و سنگ زدن فلز پایه باید قبل از نصب گلمیخ جایگزین، صورت گیرد. گلمیخهای جایگزین اگر از نوع بدون رزوه هستند باید تحت آزمایش خمیدگی به‌میزان °۱۵ نسبت به‌محور مرکزی خود قرار گیرند و اگر رزوه‌شده می‌باشند، انجام آزمایش پیچش برای آنها لازم است. به‌طور کلی در مورد سازه‌هایی که در معرض دید هستند، پس از برداشتن گلمیخ معیوب، باید دقت بیشتری را جهت تمیز و صیقلی کردن ناحیهٔ موردنظر مبذول داشت.

۷ـ۸ ضوابط بازرسی در حین تولید

۷ـ۸ـ۱ـ وقتی براساس بازرسیهای عینی، عدم ترشح کامل ۳۶۰ درجه و یا نیاز به‌اصلاح برخی از نواحی جوشکاری در مورد گلمیخها مشخص شود، گلمیخهای اصلاح‌شده باید تحت آزمایش خمش به‌میزان تقریبی °۱۵ نسبت به‌محور عمومی عضو قرار گیرند. در مورد گلمیخهای رزوه‌شده می‌توان از آزمایش پیچش استفاده نمود.

روش خم کردن گلمیخ مطابق بند ۷ـ۷ـ۱ـ۴ می‌باشد و جهت خمش در مورد نمونه‌هایی که جوش دورتادور آنها کمتر از ۳۶۰ درجه است، باید در خلاف سمتی باشد که نقص جوشکاری در آن مشاهده شده است. انجام آزمایش پیچش مطابق شکل ۷ـ۳ صورت می‌گیرد.

۷ـ۸ـ۲ـ در صورتیکه شرایط اجازه دهد، مسئول بازرسی و کنترل کیفی، می‌تواند تعداد بیشتری گلمیخ جهت انجام آزمایشهای مذکور در بند قبل، انتخاب کند.

۷ـ۸ـ۳ـ در صورتیکه هیچگونه شکست و گسیختگی در مورد نمونه‌های خم‌شده از نوع برشگیرهای گلمیخ (نوع B) و یا گلمیخهایی که در بتن مدفون می‌شوند (نوع A) مشاهده نشود، استفاده از آنها در عمل مجاز بوده و می‌توان آنها را به‌صورت خم‌شده باقی گذاشت. کلیهٔ خمکاریها و صاف کردن گلمیخها باید بدون استفاده از حرارت انجام شود، مگر اینکه شرایط دیگری توسط مهندس مشاور مقرر گردد.

۷ـ۸ـ۴ـ اگر در حین عملیات اجرایی، کیفیت گلمیخهای جوش‌شده بنابر قضاوت مهندس ناظر مطابق ضوابط مشروح در قسمت بازرسی و آزمایش نباشد، پیمانکار موظف به‌اعمال عملیات

اصلاحی است. در این حالت با هزینهٔ پیمانکار، روشهای اصلاحی به‌کار گرفته می‌شود تا کیفیت جوش منطبق بر ضوابط آیین‌نامه گردد.

۷-۸-۵- با تقبل هزینه از طرف کارفرما، در هر لحظه از زمان، سازنده موظف به‌ارائهٔ نمونه از گلمیخهای مورد مصرف در پروژه، جهت انجام آزمایشهای ارزیابی است.

فصل ۸

جوش در سازه‌ها تحت بار استاتیکی

این فصل مشتمل بر پنج قسمت زیر است:

قسمت الف: کلیات
قسمت ب: تنشهای مجاز
قسمت پ: جزییات سازه‌ای
قسمت ت: ضوابط اجرایی
قسمت ث: ضوابط پذیرش

قسمت الف: کلیات

۸ـ۱ دامنه

۸ـ۱ـ۱ـ این فصل مکمل فصلهای ۱ تا ۶ می‌باشد و لازم است به‌همراه آیین‌نامهٔ طراحی و اجرای ساختمانهای فولادی مورد استفاده قرارگیرد*.

---

* منظور آیین‌نامه طرح و اجرای ساختمانهای فولادی (مبحث دهم از مقررات ملی ساختمانی ایران) می‌باشد.

۸ـ۱ـ۲ـ در صورتیکه بارگذاری خستگی حاکم بر طراحی باشد، باید به‌بند ۹ ـ ۱ ـ ۲ مراجعه شود.

۸ـ۲ فلز پایه

۸ـ۲ـ۱ـ فلز پایه مورد جوشکاری می‌تواند از انواع فولاد رده‌های ST–37 یا ST–52 که مشخصات آنها منطبق بر استانداردهای ملی و یا معتبر بین‌المللی است، باشد.

۸ـ۲ـ۲ـ جوشکاری فولادهای رده‌های بالاتر باید تحت شرایط بسیار ویژه و با توجه نتایج آزمونهای ارزیابی طبق بند ۵ ـ ۲ انجام شود.

۸ـ۲ـ۳ـ استفاده از فولادهای ناشناس

در صورت استفاده از فولادهای ناشناس در ساختمانهای جوشی، پس از تأیید مشخصات مکانیکی و شیمیایی آنها طبق آیین‌نامهٔ ساختمانهای فولادی، باید جوش‌پذیری آنها مطابق بند ۵ ـ ۲ مورد ارزیابی قرار گیرد.

۸ـ۲ـ۴ـ فولاد مورد استفاده در ناودان انتهایی[۱]، تسمهٔ پشت‌بند[۲]، فاصله‌دهنده‌ها[۳]

فولادهای مورد استفاده در ناودان انتهایی درز جوش، تسمهٔ پشت‌بند، و فاصله‌دهنده‌ها باید سازگار با فولاد پایه باشد.

۸ـ۲ـ۵ـ محدودیتهای فولاد پایه

دستورالعملهای این آیین‌نامه برای استفاده در جوشکاری فولادهایی است که تنش تسلیم آنها کوچکتر از ۶۰۰ نیوتن بر میلیمترمربع است.

۱ـ Weld tab

۲ـ Backing

۳ـ Spacer

قسمت ب: تنشهای مجاز

۸ـ۳ تنشهای مجاز فولاد پایه

تنشهای مجاز فولاد پایه، منطبق بر ضوابط آیین‌نامهٔ طراحی سازه‌های فولادی انتخاب می‌شود*.

۸ـ۴ تنشهای مجاز جوش

۸ـ۴ـ۱ـ تنشهای مجاز جوش مطابق مقادیر مندرج در جدول ۹ ـ ۱ که در ضریب کنترل کیفیت ϕ ضرب شده‌اند، انتخاب می‌شوند. ضریب کنترل‌کیفیت ϕ به‌شرح زیر است:

(۱) در صورت کنترل کیفیت جوش با استفاده از آزمایشهای غیرمخرب مثل پرتونگاری یا فراصوت.

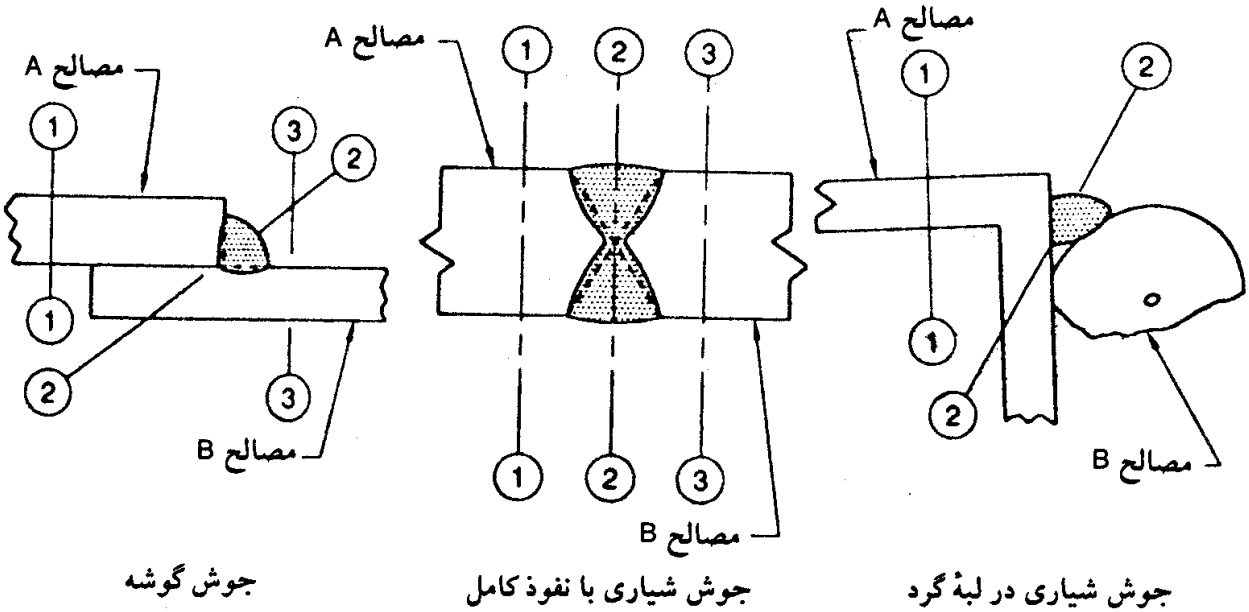
$\phi = ۱$

(۲) در صورت انجام جوش در کارخانه و بازرسی عینی.

$\phi = ۰/۸۵$

(۳) در صورت انجام جوش در کارگاه و بازرسی عینی.

$\phi = ۰/۷۵$



صفحات برش در جوش گوشه و شیاری (بند ۸ ـ ۴ و جدول ۸ ـ ۱)

---

* طرح و اجرای ساختمانهای فولادی (مبحث دهم از مجموعه مقررات ملی ساختمانی ایران).

جدول ۸ ـ ۱ ـ تنشهای مجاز جوش (بند ۸ ـ ۴ ـ ۱)

نوع جوش	نوع تنش[1]		تنش مجاز	تراز مقاومتی مورد نیاز[2]
جوش شیاری با نفوذ کامل	کشش عمود بر سطح مؤثر		متناسب با فلز پایه	از فلز جوش سازگار استفاده شود (جدول ۴ ـ ۱)
	فشار عمود بر سطح مؤثر		متناسب با فلز پایه	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا یک گروه پایین‌تر ($70\ N/mm^2$) از جوش سازگار استفاده شود
	کشش یا فشار موازی محورجوش		متناسب با فلز پایه	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا کمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود
	برش روی سطح مؤثر		۰/۳×مقاومت اسمی کششی فلز جوش، به‌شرط اینکه تنش برشی بر روی فلز پایه از ۰/۴ تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
جوش شیاری با نفوذ نسبی	فشار عمود بر سطح مؤثر	اتصال برای لهیدگی طراحی نشده است	۰/۵×مقاومت اسمی کششی فلز جوش، مشروط بر اینکه تنش درفلز پایه‌از۰/۶تنش تسلیم‌آن بیشترنشود	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یاکمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود
		اتصال برای لهیدگی طراحی شده است	متناسب با فلز پایه	
	کشش یا فشار موازی محورجوش[3]		متناسب با فلز پایه	
	برش موازی محور جوش		۰/۳۰ مقاومت اسمی کششی فلز جوش مشروط بر اینکه تنش برشی در فلز پایه از ۰/۴ تنش تسلیم آن بزرگتر نشود	
	کشش عمود بر سطح مؤثر		۰/۳۰ مقاومت اسمی کششی فلز جوش مشروط بر اینکه تنش‌کششی در فلز پایه از ۰/۶ تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
جوش گوشه	برش بر روی سطح مؤثر		۰/۳مقاومت اسمی‌کششی‌فلزجوش	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا کمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود
	کشش یا فشار موازی محورجوش[3]		متناسب با فلز پایه	
جوش کام و انگشتانه	برش موازی فصل مشترک سطوح متصل شده (بر روی سطح مؤثر)		۰/۳ مقاومت اسمی کششی فلز جوش، مشروط بر اینکه تنش برشی در فلز پایه از ۰/۴ حد جاری شدن فلز پایه بیشتر نشود	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا کمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود

۱ ـ سطح مؤثر در بند ۲ ـ ۳ تعریف شده است.

۲ ـ فلز جوش سازگار در جدول (۴ ـ ۱) مشخص شده است.

۳ ـ جوشهای گوشه و شیاری با نفوذ ناقص که برای اتصال اجزای قطعات مرکب به‌کار می‌روند، مانند اتصال بال به‌جان را می‌توان بدون توجه به‌تنش فشاری یا کششی در اعضاء موازی محور جوش طراحی کرد.

۸ـ۴ـ۲ـ بدون توجه به‌امتداد تنشهای وارده، تنش در گلوی مؤثر جوش گوشه، همواره تنش برشی منظور می‌گردد.

۸ـ۵ افزایش تنشهای مجاز

در صورتیکه در آیین‌نامهٔ طراحی ساختمانهای فولادی، افزایش تنشی برای فولاد پایه منظور گردد، این افزایش در تنش مجاز جوشهای مربوطه نیز قابل اعمال است.

قسمت پ: جزییات سازه‌ای

۸ـ۶ ترکیب جوشها

اگر دو یا چند نوع جوش (شیاری، گوشه، انگشتانه، و کام) در یک اتصال با هم ترکیب شوند، برای تعیین ظرفیت مجاز ترکیبی، ظرفیت مجاز هر یک از جوشها باید نسبت به‌محورهای اصلی گروه جوش محاسبه شده و بر هم افزوده شود. روش فوق برای جوشهای گوشهٔ تقویت‌کنندهٔ جوشهای شیاری قابل اعمال نیست.

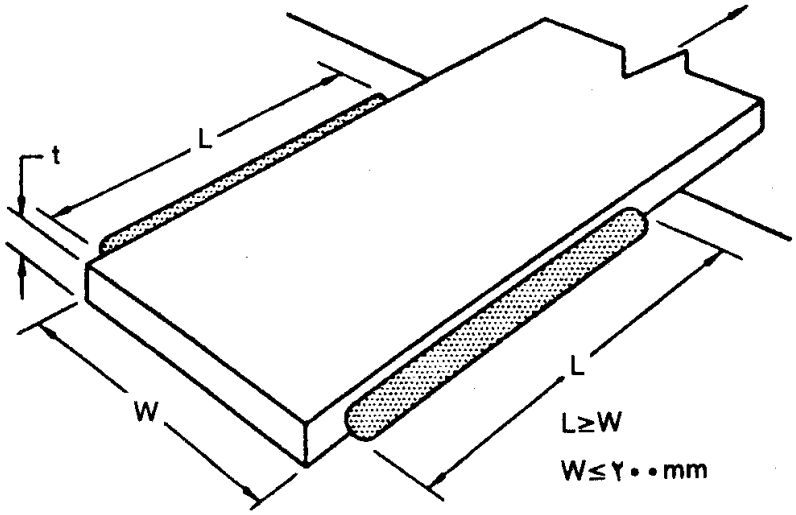
۸ـ۷ جوشها در ترکیب با پرچها و پیچها

مجاز نیست پرچها و پیچهای اتکایی[۴] را در باربری با جوش سهیم نمود. در صورت استفاده، باید فرض نمود که تمام نیروی اتصال توسط جوش حمل می‌شود. استفاده از عضوی با اتصال جوشی در یک انتها و اتصال پرچی یا پیچی در انتهای دیگر مجاز است. پیچهای پُرمقاومتی را که طبق مشخصات پیش‌تنیده شده‌اند، می‌توان در باربری با جوش سهیم نمود.

۸ـ۸ جزییات جوش گوشه

۸ـ۸ـ۱ـ اگر در اتصال انتهایی تسمه‌های کششی، فقط از جوش گوشهٔ طولی استفاده شود، طول هر جوش گوشه نباید کمتر از فاصلهٔ عمودی بین آنها باشد. فاصلهٔ عرضی این جوشها نباید از

۴ـ Bearing type

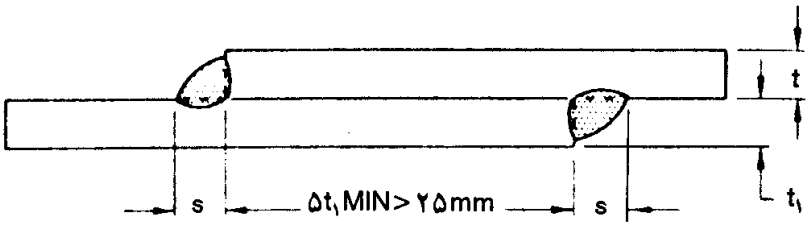


جوش انتهایی تسمه‌های کششی (بند ۸ ـ ۸ ـ ۱)

۲۰۰ میلیمتر تجاوز نماید، مگر اینکه در حدفاصل این دو جوش از جوش انگشتانه یا کام در روی تسمه استفاده شود.

۸ ـ ۸ ـ ۲ ـ برای حمل نیرو می‌توان از جوشهای گوشه منقطع[۵] استفاده نمود.

۸ ـ ۸ ـ ۳ ـ در درزهای رویهم (پوششی)، حداقل طول پوشش مساوی ۵ برابر ضخامت ورق نازکتر است که نباید از ۲۵ میلیمتر کمتر باشد (شکل ۸ ـ ۱).



تذکر:

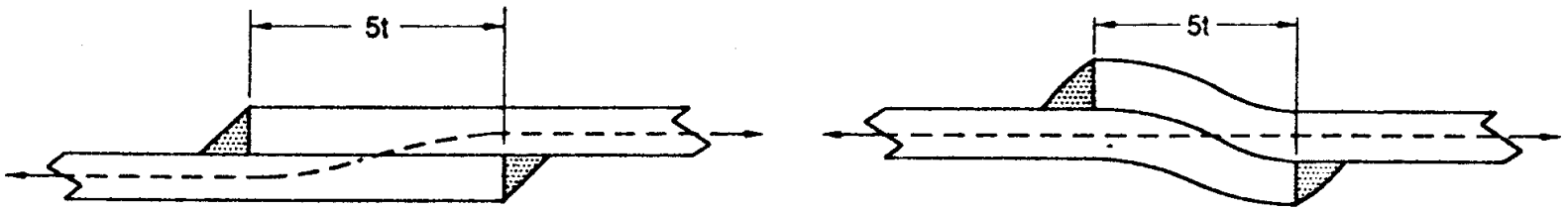
۱ ـ s= طبق محاسبات

۲ ـ $t>t_1$

شکل ۸ ـ ۱ ـ درز رویهم با جوش دوطرفه (شکل ۸ ـ ۸ ـ ۳).

---

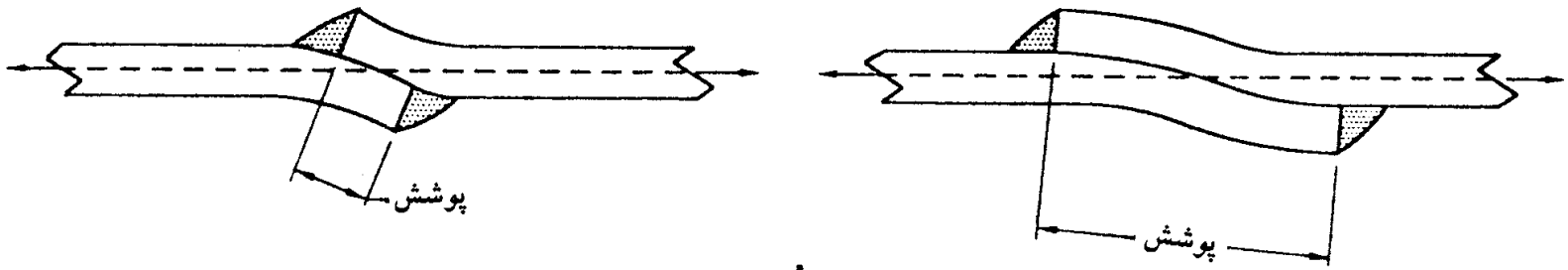
۵ ـ Intermittent fillet welds



(الف) قبل از بارگذاری

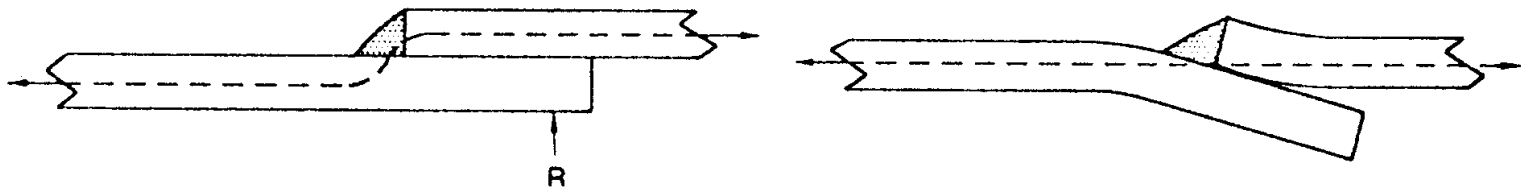
(ب) بعد از بارگذاری

t= ضخامت ورق نازکتر



(پ) تأثیر طول پوشش

مثالهایی از درزهای پوششی با جوش دوطرفه (بند ۸ ـ ۸ ـ ۴)



(الف) درز رویهم توسط نیروی R مقید شده است

(ب) پدیدهٔ جدایی و پاره‌شدگی در درز پوششی با جوش یک‌طرفه و غیرمقید

درز رویهم با جوش یک‌طرفه (بند ۸ ـ ۸ ـ ۴)

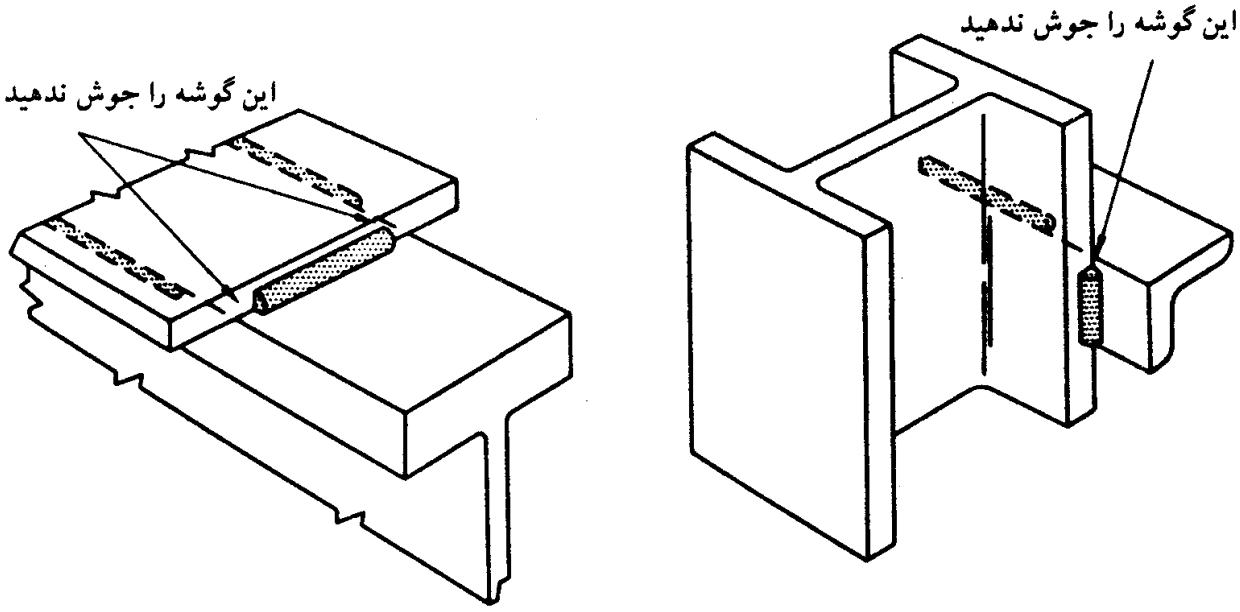
۸-۸-۴- در درزهای رویهم که تنشهای محوری تحمل می‌کنند، باید از جوش دوطرفه استفاده نمود (شکل ۸-۱)، مگراینکه درز به‌قدر کافی مقید شده باشد تا از باز شدن تحت تأثیر بار جلوگیری نماید.

۸-۸-۵- جوشهای گوشه‌ای که در دو طرف صفحهٔ فصل مشترک دو قطعه داده می‌شوند، باید در گوشه متوقف شده و نباید بهم متصل شوند (شکل ۸-۲).

۸-۸-۶- قلاب انتهایی[۶]

۸-۸-۶-۱- جوشهای دو طرف نبشیهای جان[۷]، نبشیهای نشیمن، براکتها و موارد مشابه باید به‌اندازهٔ دو برابر اندازهٔ اسمی جوش، در انتها به‌عنوان قلاب برگشت داده شود، مگر اینکه شرایط بند ۸-۸-۵ برقرار گردد که در این‌صورت قلاب انتهایی مجاز نیست.

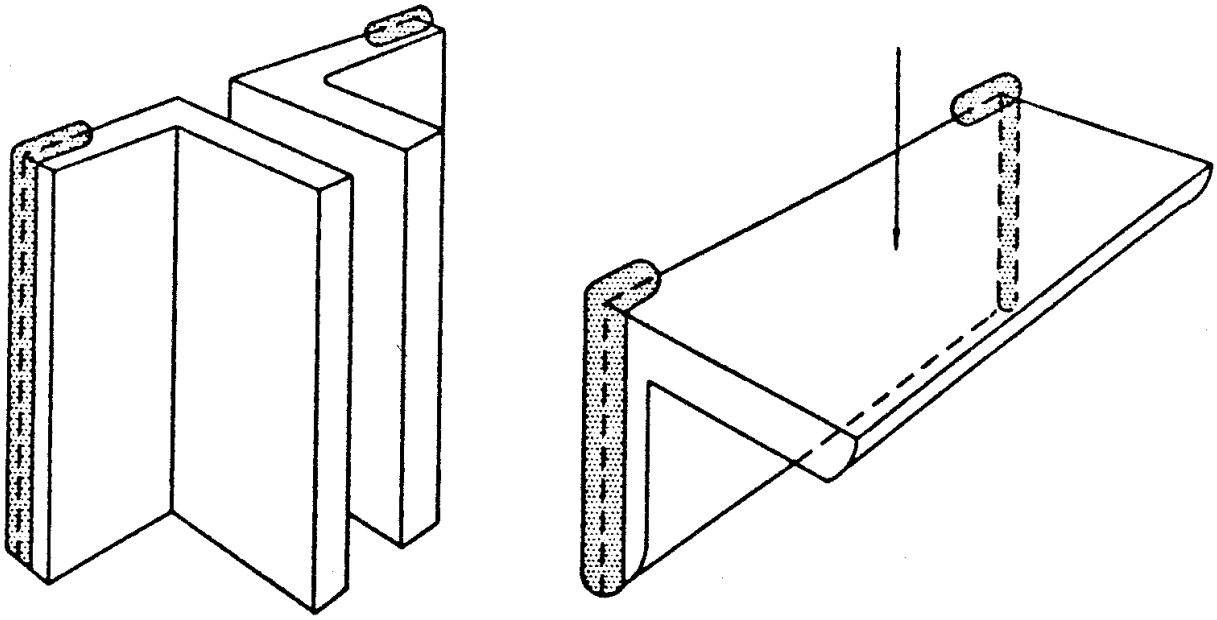
۸-۸-۶-۲- قلابها باید در نقشه‌ها نشان داده شوند.



شکل ۸-۲- جوشهای گوشه در دو طرف صفحهٔ فصل مشترک دو قطعه نباید درگوشه‌ها به‌یکدیگر وصل شوند (بند ۸-۸-۵).

۶- Boxing (end returns)

۷- Header angle



(ب) قلاب در نبشی نشیمن (الف) قلاب در اتصال با نبشی جان

قلاب انتهایی (بند ۸ ـ ۸ ـ ۶)

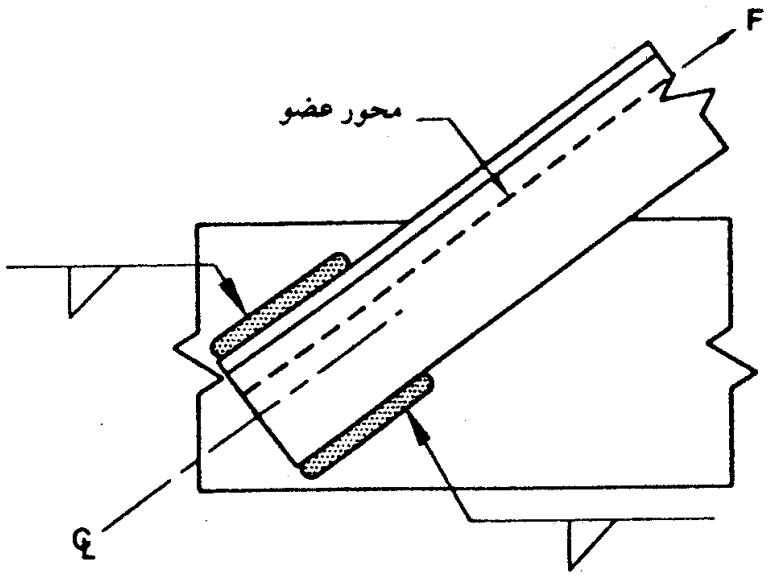
۸ـ۸ـ۷ـ شروع و ختم جوشهای گوشه‌ای که قطعات و زواید اتصالی را به‌اعضای اصلی متصل می‌نمایند، باید حداقل فاصله‌ای مساوی اندازهٔ جوش از انتها داشته باشند. جوشی که سخت‌کننده‌ای را به‌جان یک تیر ورق متصل می‌کند، باید در فاصله‌ای بزرگتر از ۴ برابر و کوچکتر از ۶ برابر ضخامت جان، از وجه داخلی بال قطع گردد.

۸ـ۹ برون‌محوری

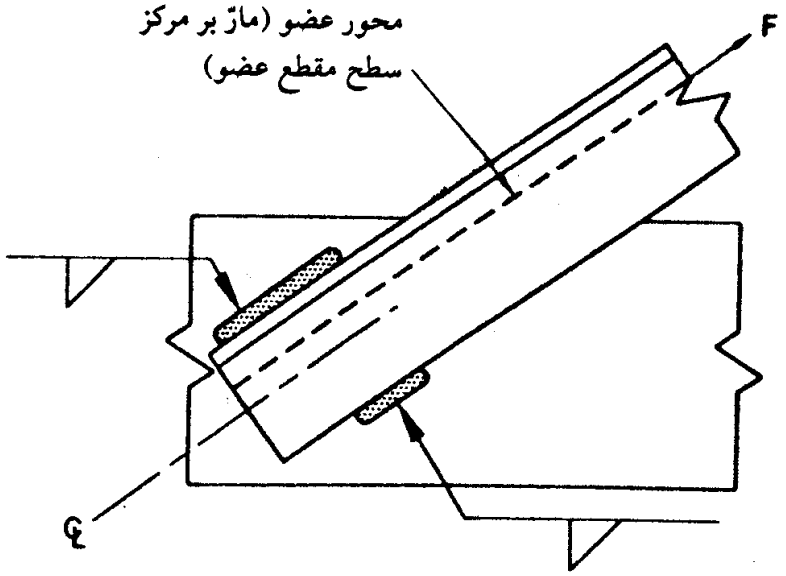
در حالت کلی، باید تمهیدات کافی برای تنشهای خمشی به‌وجود آمده در اعضا به‌علت برون‌محوری اتصال، در نظر گرفته شود. در اتصال انتهایی اعضای تک‌نبشی یا زوج‌نبشی، متعادل کردن جوشها نسبت به‌محور نبشی لازم نیست و می‌توان طول جوش مورد نیاز کل را به‌طور مساوی در انتها و دو لبهٔ نبشی تقسیم نمود. به‌طور مشابه اعضا با مقطع سپری (T) و یا مقاطع مشابه را که به‌بالهای فوقانی و تحتانی خرپا متصل می‌شوند، می‌توان با جوش نامتعادل متصل نمود.

۸ـ۱۰ تبدیل ضخامت یا عرض

در درزهای لب‌به‌لب کششی بین دو عضو هم‌محور با ضخامت، عرض، و یا عرض و ضخامت متفاوت که تنش کششی در آنها بزرگتر از $\frac{1}{3}$ تنش مجاز محاسباتی است، باید عرض یا ضخامت با



جوش نسبت به‌محور عضو متعادل نشده است



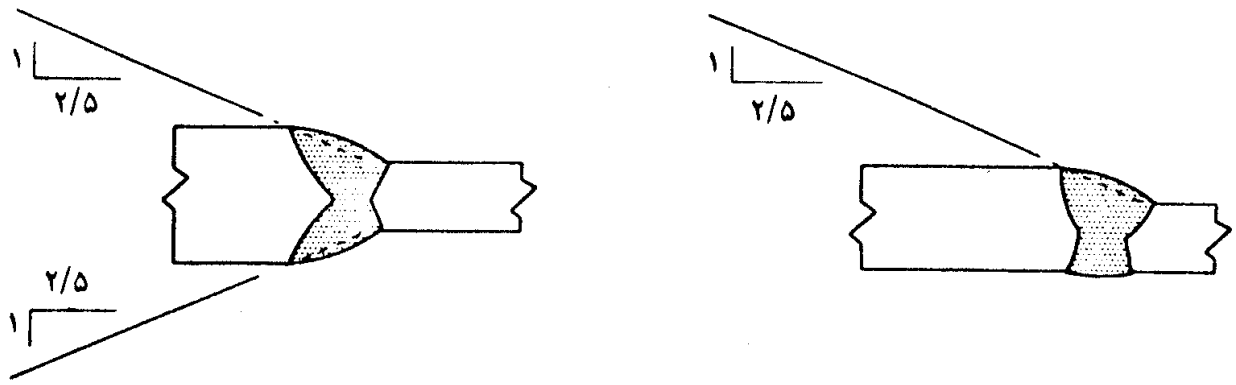
جوش نسبت به‌محور عضو متعادل شده است

جوش انتهایی نبشی (بند ۸ ـ ۹)

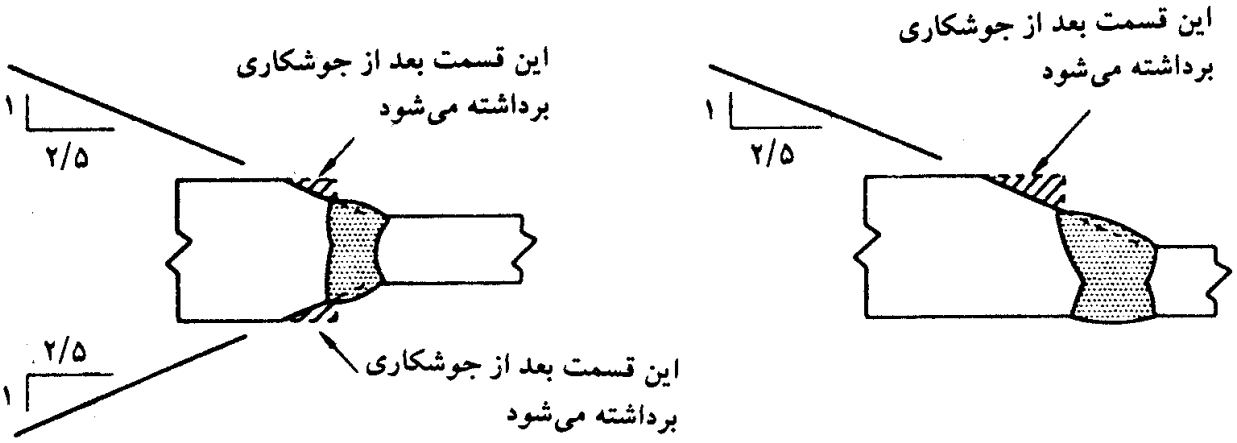
شیبی مساوی و یا ملایم‌تر از ۱ به ۲/۵ به‌یکدیگر تبدیل شوند (اشکال ۸ ـ ۳ و ۸ ـ ۴). شیب لازم برای تبدیل می‌تواند در ضخامت، عرض ورقها و یا ناحیهٔ فلز جوش تأمین گردد.

۸ ـ ۱۱ اتصال انتهایی تیر

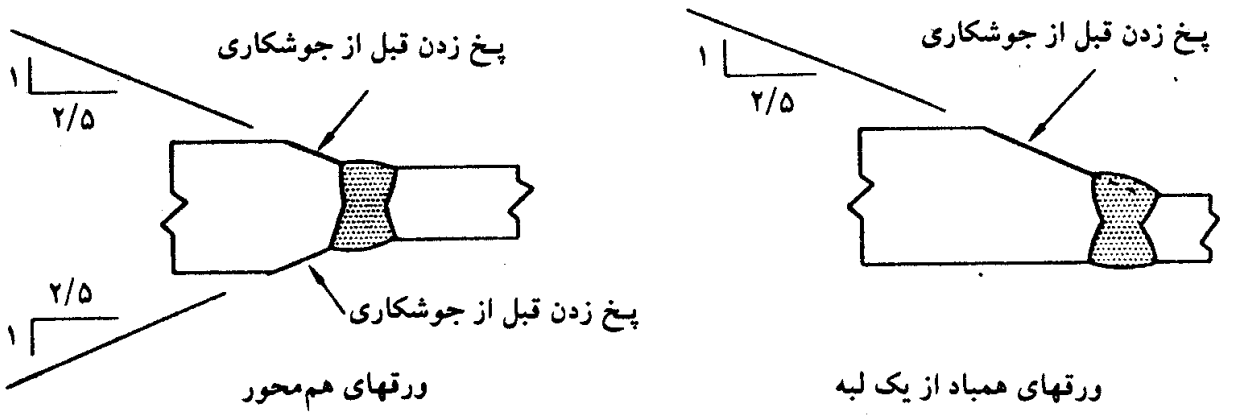
اتصال انتهایی تیر باید با توجه به‌درجهٔ گیرداری ذاتی اتصال، طراحی گردد.



تبدیل با پخ دادن به‌سطح جوش



تبدیل با پخ دادن به‌سطح جوش و پخ زدن به‌لبهٔ قطعه



ورقهای همباد از یک لبه ورقهای هم‌محور

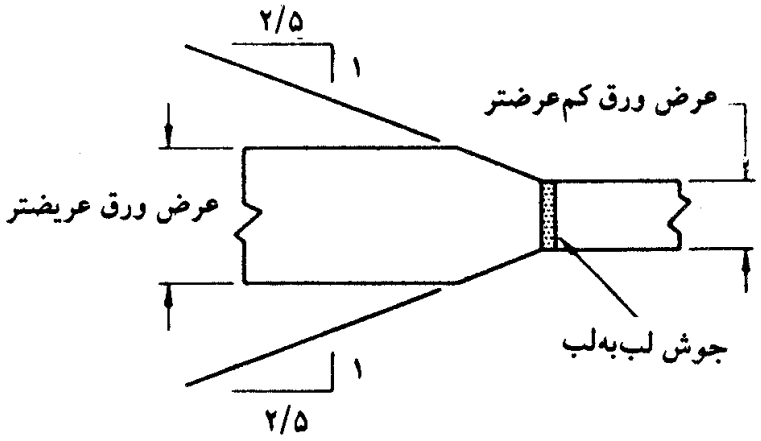
تبدیل با پخ زدن ورق ضخیمتر

توجه:

۱ ـ نوع شیار می‌تواند از هر نوع مجاز باشد.

۲ ـ شیب نشان داده‌شده، حداکثر مجاز می‌باشد.

شکل ۸ ـ ۳ ـ تبدیل ضخامت در درزهای لب‌به‌لب با ضخامت نامساوی.



شکل ۸ ـ ۴ ـ تبدیل عرض (بند ۸ ـ ۱).

۸ ـ ۱۲ اتصالات اجزای اعضای ساخته‌شده از چند نیمرخ[۸]

به‌جز حالاتی‌که برای انتقال تنش نیاز به‌جوش با فواصل نزدیکتر باشد، اجزای اعضای ساخته‌شده از دو یا چندنیمرخ، و یا نیمرخ و ورق باید به‌کمک جوشهای‌بخیهٔ[۹] کافی (از نوع گوشه، انگشتانه و یا کام) طوری به‌یکدیگر متصل شوند که تشکیل یک‌عضو واحد دهند. ضوابط این جوشها به‌شرح زیر است:

۸ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ فاصلهٔ طولی حداکثر جوشهای منقطع که دو نیمرخ در تماس با هم را به‌یکدیگر اتصال می‌دهند، نباید بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد.

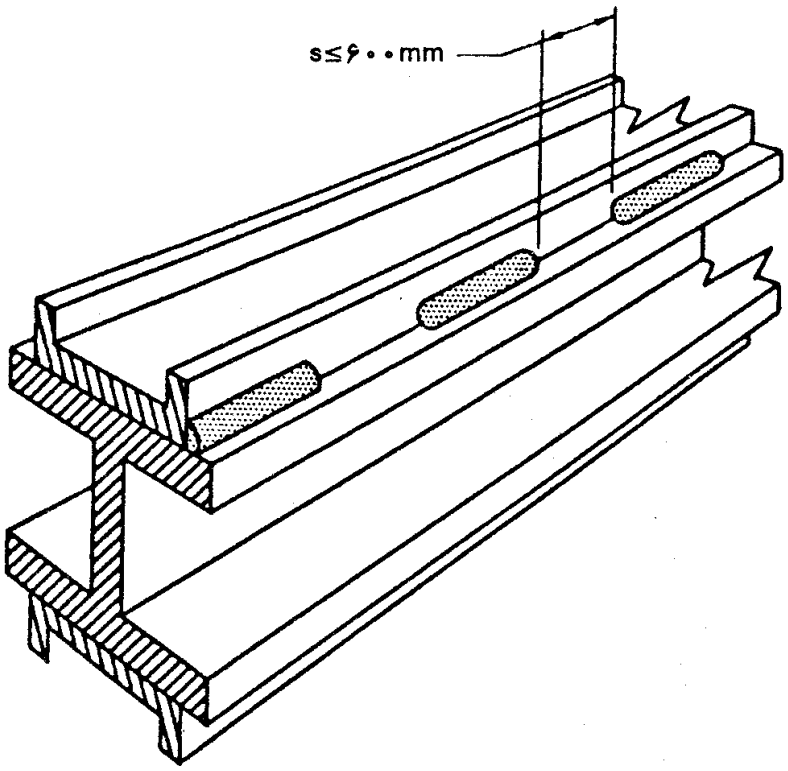
۸ ـ ۱۲ ـ ۲ ـ اعضای فشاری ساخته‌شده از چند نیمرخ

در اعضای فشاری ساخته‌شده از چند نیمرخ، فاصلهٔ آزاد طولی بین جوشهای منقطع که یک ورق را به‌نیمرخ یا ورق دیگر متصل می‌نماید، نباید بزرگتر از $t\,(۳۳۰/\sqrt{F_y})$ یا ۳۰۰ میلیمتر (هر کدام که کوچکتر است) گردد. F_y تنش تسلیم فولاد مصرفی برحسب نیوتن بر میلیمترمربع و t ضخامت فولاد مصرفی است. در اعضای فشاری، نسبت عرض به‌ضخامت جان، ورق تقویتی، ورق پوششی و یا ورقهای دیافراگم بین دو خط جوش، نباید از $(۶۶۰/\sqrt{F_y})$ تجاوز نماید که در آن F_y تنش تسلیم ورق مورد نظر برحسب نیوتن بر میلیمترمربع است.

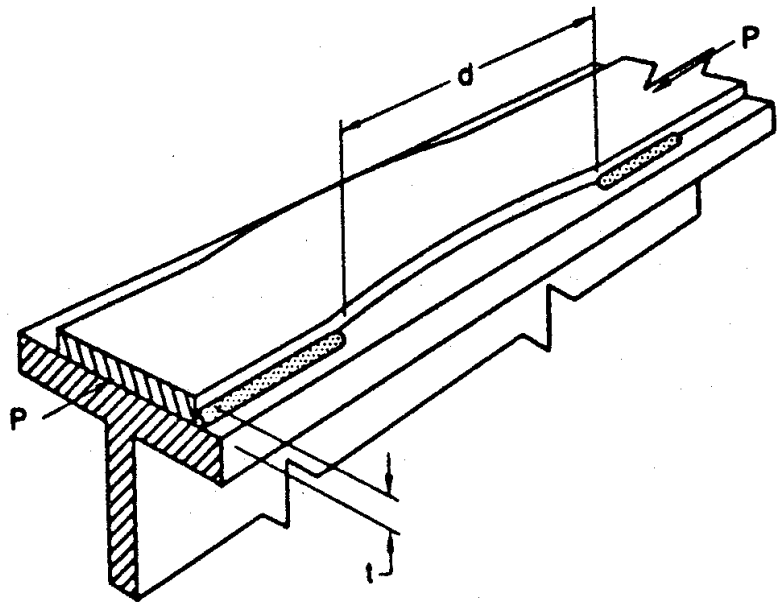
---

۸ ـ Built up members

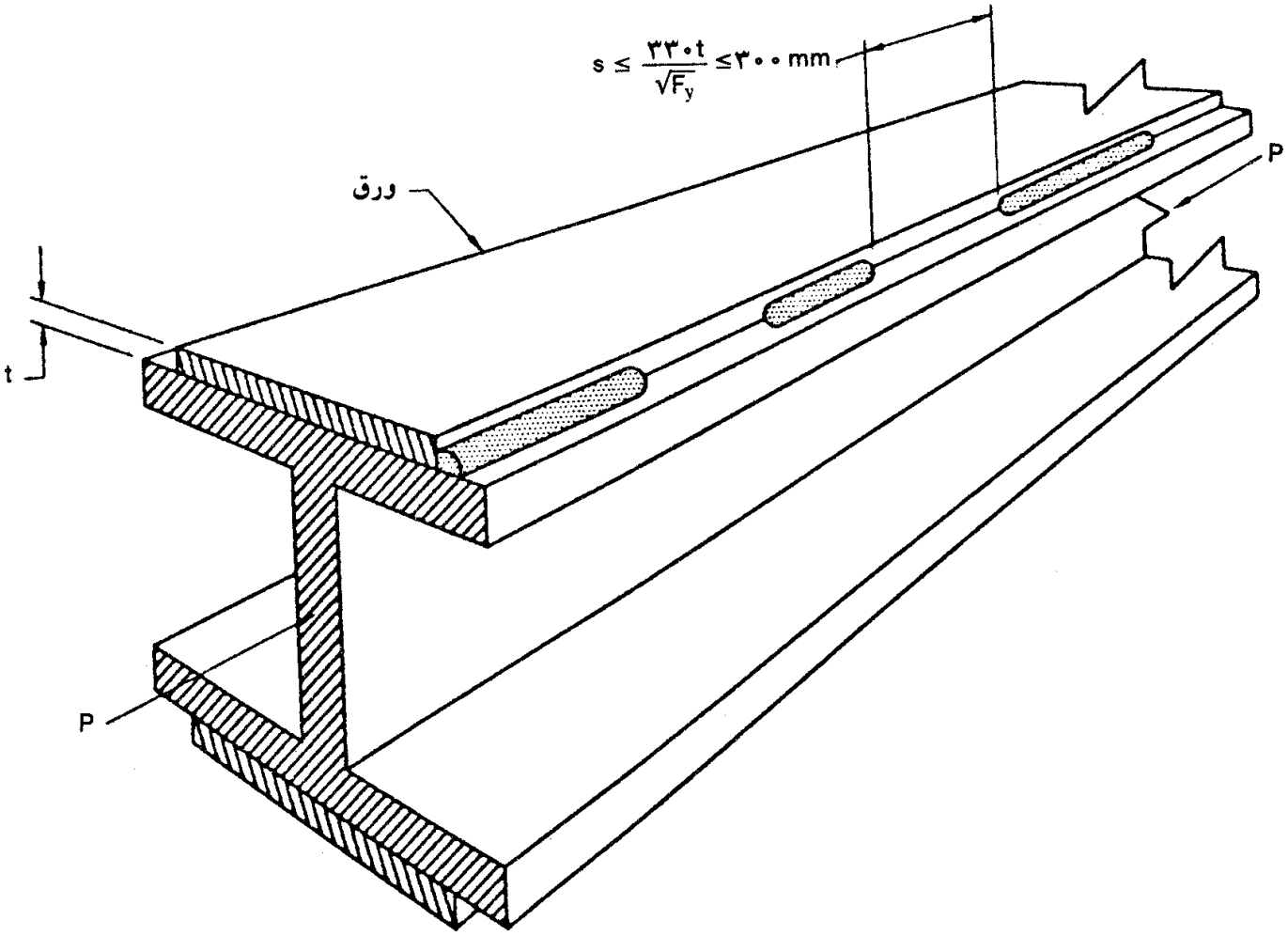
۹ ـ Stitch welding



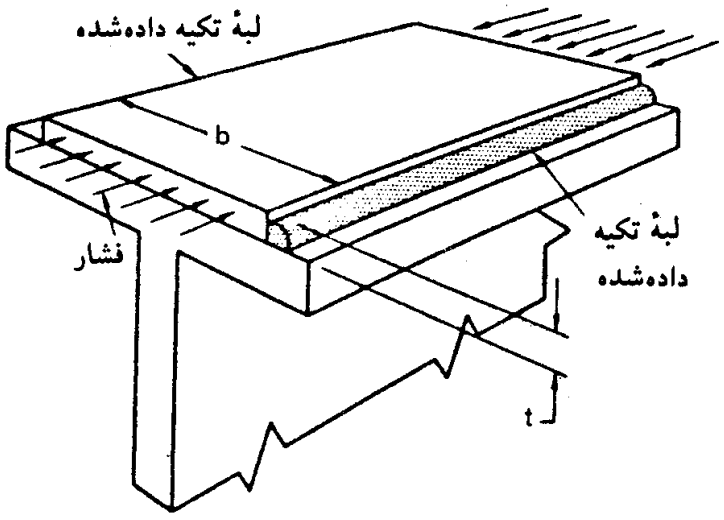
حداکثر فاصلهٔ آزاد در جوش منقطع بین دو جزء نوردشده (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۱)



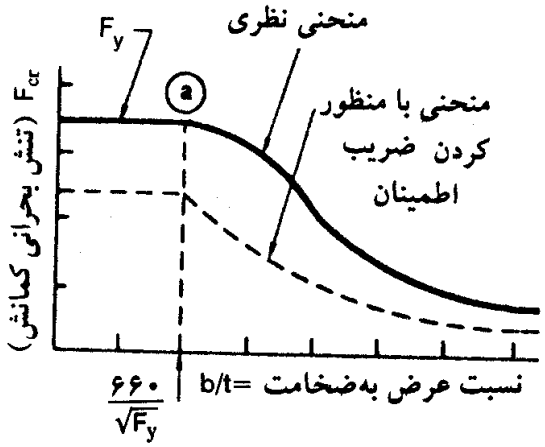
کمانش موضعی تحت فشار (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۲)



فاصلهٔ آزاد بین جوشهای منقطع اتصال ورق به‌اجزای دیگر (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۲)

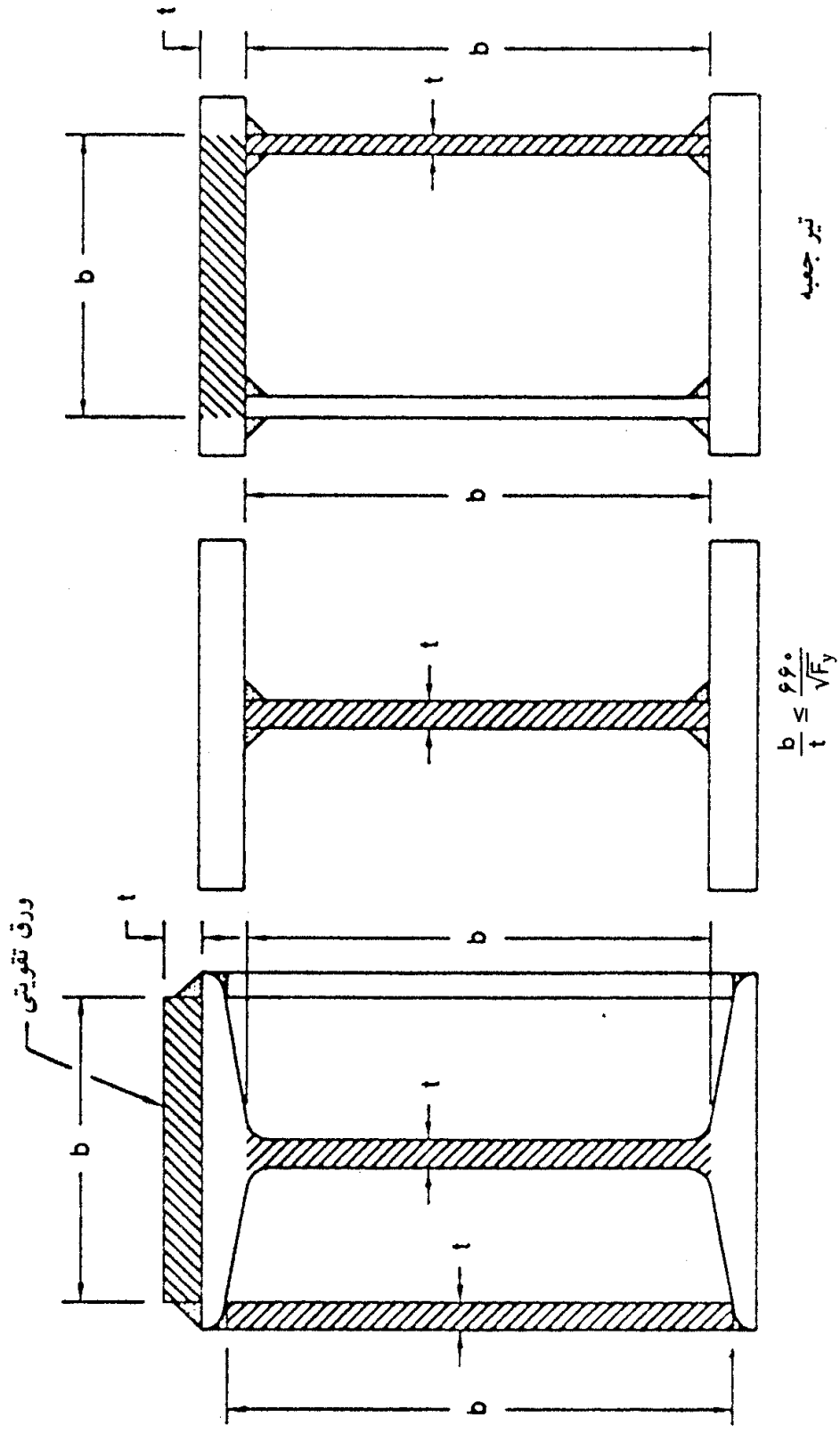


(الف) نمایش کلی



(ب) نمودار تنش کمانش بحرانی F_{cr} در مقابل نسبت b/t

عرض آزاد حداکثر در اجزای ورقی تحت فشار با دو جوش طولی در دو لبه (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۲)

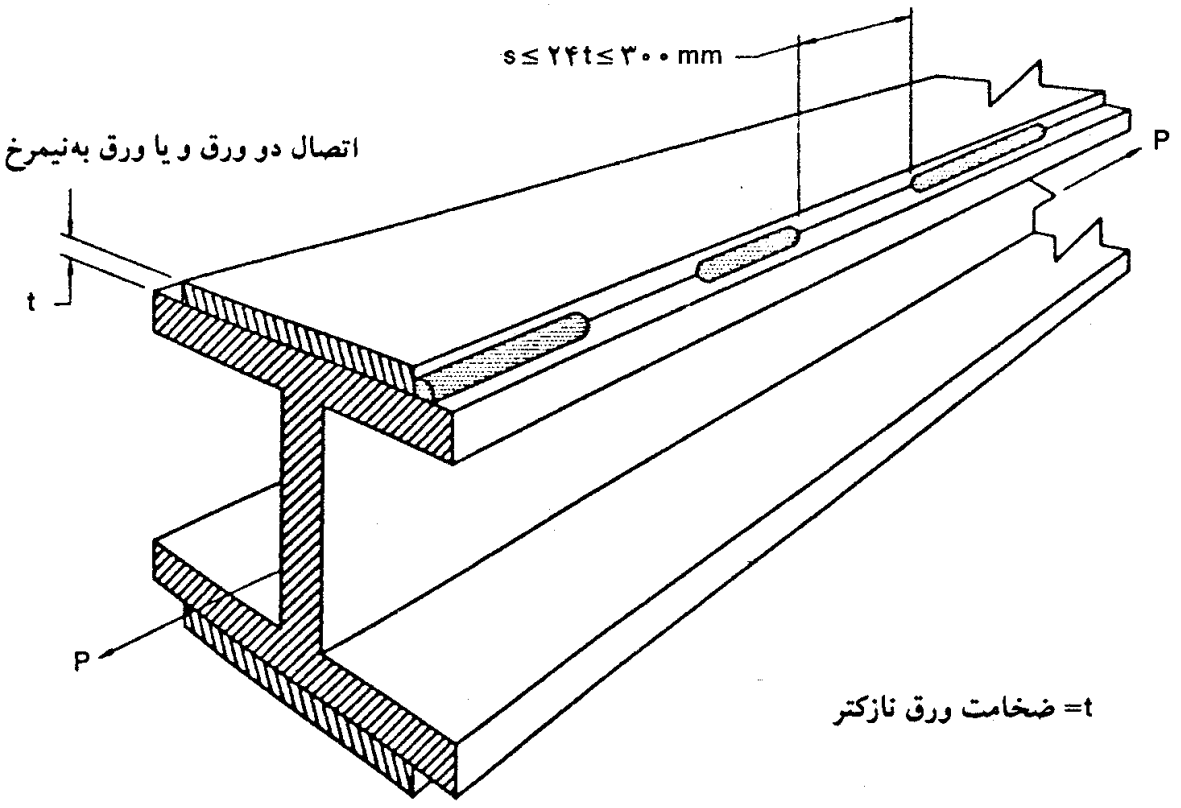


کاربرد نسبت حداکثر عرض آزاد به‌ضخامت در اجزای ورقی تحت فشار با دو لبهٔ متکی (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۲)

۸ ـ ۱۲ ـ ۳ ـ در اعضای کششی ساخته‌شده از چند نیمرخ، فاصلهٔ آزاد طولی بین جوشهای منقطع که یک ورق را به‌نیمرخ یا ورق دیگر متصل می‌نماید، نباید از ۳۰۰ میلیمتر یا ۲۴ برابر ضخامت ورق نازکتر، بیشتر گردد.

۸ ـ ۱۲ ـ ۴ ـ استفاده از جوشهای شیاری منقطع[۱۰] یا با طول ناقص مجاز نیست، مگر طبق شرایط بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۵.

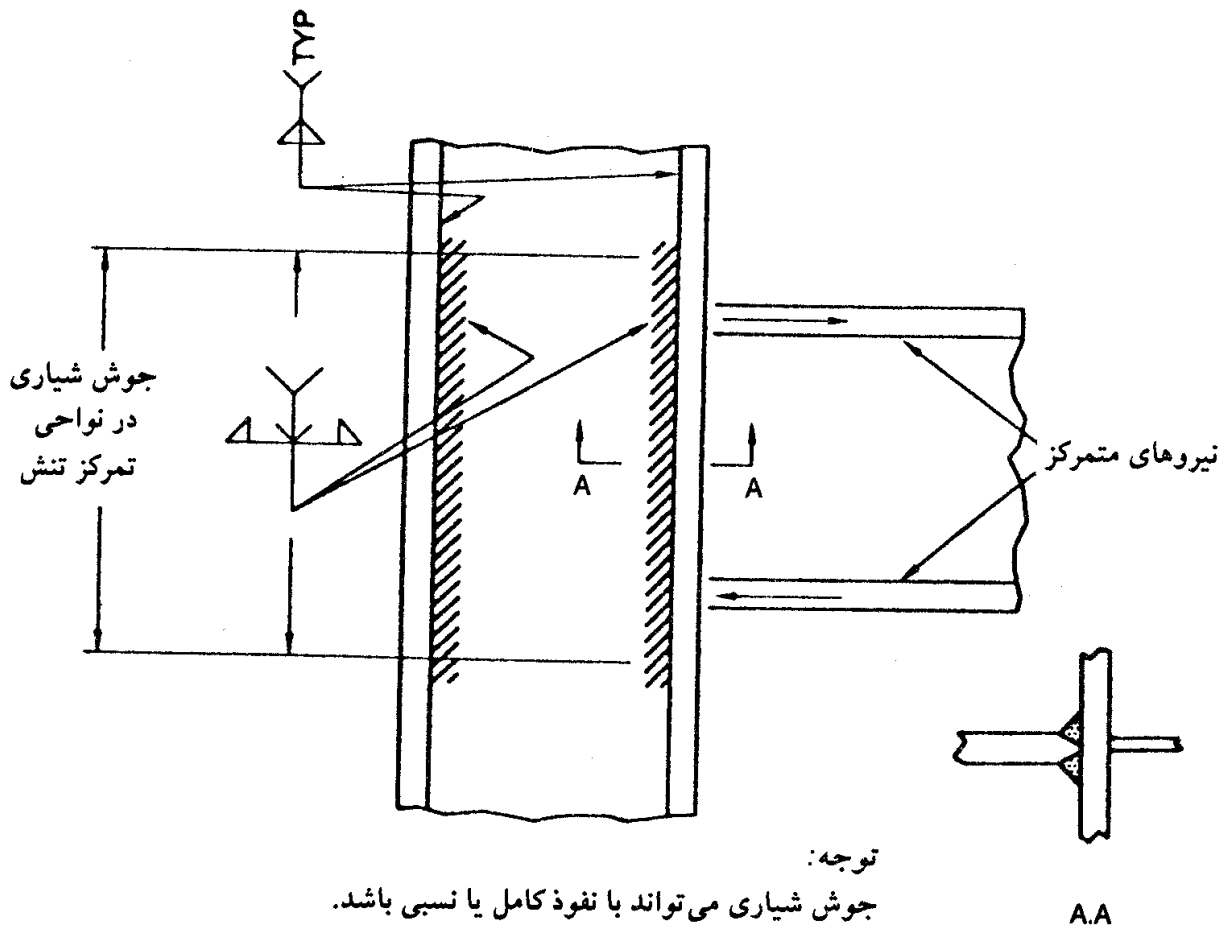
۸ ـ ۱۲ ـ ۵ ـ در اعضای ساخته‌شده از ورق و یا نیمرخ که اجزای آن به‌وسیلهٔ جوش گوشه به‌یکدیگر متصل شده‌اند، می‌توان برای انتقال نیروهای موضعی، (به‌طور مثال ناحیهٔ اتصال تیر به‌ستون)، از جوش شیاری استفاده نمود. در طول انتقال این نیروی متمرکز، جوش شیاری باید با ضخامت ثابت ادامه یابد. بعد از این ناحیه، جوش شیاری باید در طولی مساوی ۴ برابر ضخامت به‌طور ملایم به‌عمق صفر کاهش یابد.



فاصلهٔ آزاد بین جوشهای منقطع در اعضای کششی (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۳)

---

۱۰ ـ Intermittent



توجه:
جوش شیاری می‌تواند با نفوذ کامل یا نسبی باشد.

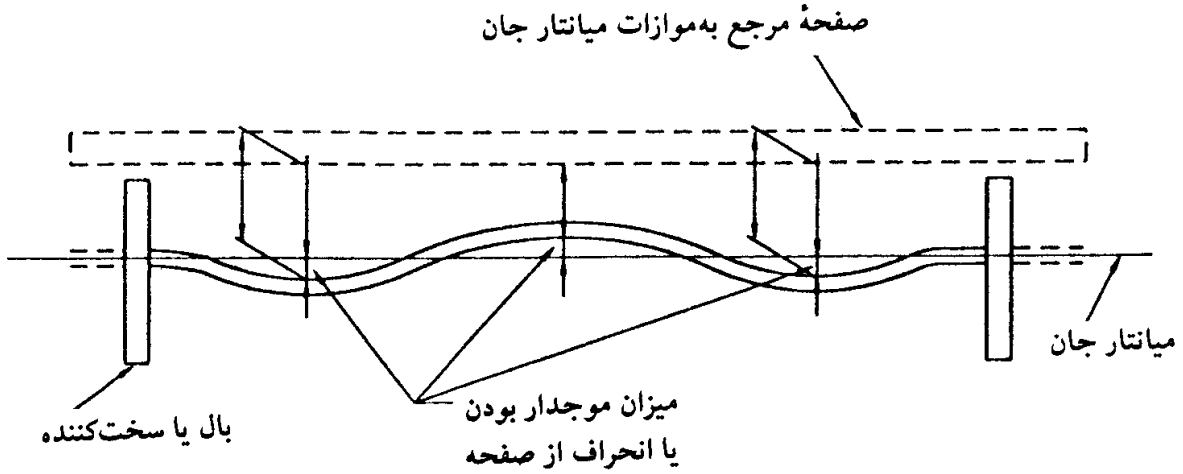
استفاده از جوش شیاری با طول محدود در جوشهای منقطع (بند ۸ ـ ۱۲ ـ ۵)

قسمت ت: ضوابط اجرایی

۸ ـ ۱۳ رواداریهای اجرا

ابعاد اعضای سازه‌ای باید در محدوده رواداریهای بند ۳ـ۵ با محدودیتهای اضافی ارائه‌شده در زیر باشند:

۸ ـ ۱۳ ـ ۱ ـ مطابق شکل زیر، برای تعیین میزان موج (اعوجاج) ورق جان، یک خط‌کش با لبهٔ صاف با طولی بزرگتر از طول چشمه به‌موازات محور اسمی جان قرار داده شده و فاصلهٔ سطح ورق جان از این خط‌کش اندازه‌گیری می‌شود.



روش اندازه‌گیری موج جان تیرها

۸-۱۳-۲- میزان موجدار بودن چشمه‌ای از جان تیر محدود بین دو سخت‌کننده و بال، با ارتفاع D، ضخامت t و طول a، نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

(الف) سخت‌کننده‌های میانی در هر دو طرف جان:

$D/t < ۱۵۰ \rightarrow$ انحراف حداکثر $= d/۱۰۰$

$D/t \geq ۱۵۰ \rightarrow$ انحراف حداکثر $= d/۸۰$

d بعد حداقل چشمه می‌باشد که می‌تواند ارتفاع D یا طول a چشمه باشد.

(ب) سخت‌کننده‌های میانی در یک طرف جان:

$D/t < ۱۰۰ \rightarrow$ انحراف حداکثر $= d/۱۰۰$

$D/t > ۱۰۰ \rightarrow$ انحراف حداکثر $= d/۶۷$

(پ) وقتیکه سخت‌کننده وجود ندارد:

حداکثر انحراف $= D/۱۵۰$

۸-۱۳-۳- در انتهای تیر ورقهایی که قرار است به‌وسیلهٔ وصله‌های پیچی به‌اعضای دیگر متصل شوند، انحرافهایی به‌مقدار دو برابر مقادیر فوق مجاز است، مشروط بر اینکه بعد از نصب ورقهای اتصال جان و سفت کردن پیچها، مقدار انحراف به‌مقادیر فوق محدود گردد.

۸-۱۳-۴- در صورتیکه نیازهای معماری و نما، محدودیتهای سخت‌گیرانه‌تری نسبت به‌مقادیر فوق را ایجاب نماید، رواداریهای حداکثر باید در مشخصات فنی خصوصی درج گردد.

۸ـ۱۴ جوشهای موقت (جوشهای مونتاژ)

در دستورالعمل جوشهای موقت، تمام ضوابط مربوط به‌جوشهای اصلی باید ملحوظ گردد. در صورت خواست مهندس مشاور، این جوشها باید حذف شوند. در صورت حذف، جوش باید طوری سنگ بخورد که سطح آن همسطح با سایر سطوح باشد.

قسمت ث: پذیرش

۸ـ۱۵ کیفیت جوش و شرایط پذیرش

۸ـ۱۵ـ۱ـ بازرسیهای عینی

تمام جوشها باید مورد بازرسی عینی قرار گیرند و در صورتیکه شرایط زیر اقناع گردد، می‌توانند مورد پذیرش قرار گیرند.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۱ـ جوش باید فاقد هرگونه ترک باشد.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۲ـ بین لایه‌های جوش مجاور و بین لایهٔ جوش و فلز پایه، باید امتزاج کامل برقرار باشد.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۳ـ تمام چاله‌های انتهایی نوار جوش باید به‌اندازهٔ سطح مقطع کامل جوش پُر شوند. این چاله‌ها می‌توانند حاوی ترکهای ستاره‌ای باشند.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۴ـ مقطع جوش باید منطبق بند ۳ـ۶ باشد.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۵ـ برای مصالحی با ضخامت ۲۵ میلیمتر و کمتر، میزان بریدگی پای جوش باید کمتر از ۱ میلیمتر باشد، لیکن در طولی معادل ۵۰ میلیمتر در هر ۳۰۰ میلیمتر طول نوار، می‌توان بریدگی تا ۱/۵ میلیمتر را پذیرفت.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۶ـ در جوشهای گوشه مجموع قطر تخلخلهای سوزنی[۱۱] با قطر ۱ میلیمتر و

۱۱ـ Piping porosity

بزرگتر، نباید از ۱۰ میلیمتر در هر ۲۵ میلیمتر طول جوش و از ۲۰ میلیمتر در هر ۳۰۰ میلیمتر طول جوش بیشتر باشد.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۷ـ در مجموع ۱۰ درصد از طول کل نوار جوش می‌تواند دارای اندازه‌ای به‌مقدار ۱/۵ میلیمتر کوچکتر از اندازهٔ نقشه باشد. در جوش گوشهٔ متصل‌کنندهٔ بال به‌جان، در طولی معادل دو برابر عرض بال از انتهای تیر، هیچگونه کمبود اندازه[۱۲] مجاز نیست.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۸ـ در درزهای لب‌به‌لب با جوش شیاری تمام‌نفوذی که امتداد درز عمود بر امتداد تنش کششی است، نباید هیچگونه تخلخل سوزنی قابل ملاحظه باشد. در سایر موارد جوشهای شیاری، مجموع قطر تخلخلهای سوزنی با قطر ۱ میلیمتر و بزرگتر، نباید از ۱۰ میلیمتر در هر ۲۵ میلیمتر طول جوش و ۲۰ میلیمتر در هر ۳۰۰ میلیمتر طول جوش بیشتر باشد.

۸ـ۱۵ـ۱ـ۹ـ بازرسی عینی جوشها می‌تواند به‌محض خنک شدن جوش تا دمای محیط آغاز گردد. در فولادهای خیلی پُرمقاومت با تنش تسلیم بزرگتر از ۶۰۰ نیوتن بر میلیمترمربع، بازرسیهای عینی باید ۴۸ ساعت بعد از تکمیل جوش انجام شود.

۸ـ۱۵ـ۲ـ بازرسیهای غیرمخرب

تمام روشهای آزمایشهای غیرمخرب شامل مشخصات دستگاهها، ارزیابی دستگاه و اپراتور، و روشهای انجام آزمایش باید منطبق بر ضوابط فصل ششم باشد. شرایط پذیرش طبق مفاد بخش حاضر است. جوشهایی تحت آزمایشهای غیرمخرب قرار می‌گیرند که طبق بند ۸ ـ ۱۵ ـ ۱ از نظر بازرسیهای عینی مورد پذیرش قرار گرفته باشند.

۸ـ۱۵ـ۳ـ بازرسی پرتونگاری

در عکسهای پرتونگاری، جوش نباید حاوی ترک باشد. شرایط پذیرش سایر ناپیوستگیهای داخلی (حفرات) بستگی به‌هندسهٔ ناپیوستگی دارد که آیا سوزنی[۱۳] است یا گرد[۱۴]. ناپیوستگی[۱۵] یا حفرهٔ سوزنی آن است که نسبت طول به‌عرض آن بزرگتر از ۳ باشد. در ناپیوستگی یا حفرهٔ گرد، نسبت طول به‌عرض مساوی و یا کوچکتر از ۳ است و از لحاظ شکل می‌تواند به‌صورت گرد یا نامنظم دُمدار باشد.

۸ـ۱۵ـ۳ـ۱ـ در صورتیکه ابعاد حفرات آشکارشده در عکسهای پرتونگاری بزرگتر از

---

۱۲ ـ Under size

۱۳ ـ Elongated

۱۴ ـ Rounded

۱۵ ـ Discontinuity

محدودیتهای زیر باشد، غیرقابل پذیرش خواهند بود (E= اندازهٔ جوش).

(۱) حفرهٔ سوزنی که اندازهٔ آن بزرگتر از اندازهٔ نشان داده‌شده در شکل ۸ ـ ۵ باشد.

(۲) حفراتی که فاصلهٔ آنها کوچکتر از حداقل فاصلهٔ نشان داده‌شده در شکل ۸ ـ ۵ باشد.

(۳) حفرات گرد با اندازهٔ بزرگتر از E/۳ یا ۶ میلیمتر. در صورتیکه ضخامت قطعهٔ بزرگتر از ۵۰ میلیمتر باشد، محدودیت ۶ میلیمتر می‌تواند به ۱۰ میلیمتر افزایش یابد. حداقل فاصلهٔ آزاد حفرهٔ گرد با بُعد بزرگتر از ۲ میلیمتر، تا یک‌حفرهٔ سوزنی و یا گرد قابل‌پذیرش و یا تا لبهٔ جوش تقاطعی، سه برابر بزرگترین بعد حفرهٔ مورد نظر است.

(۴) خوشه حفرات[۱۶] گرد که مجموع بزرگترین بعد آنها، بزرگتر از اندازهٔ مجاز حفرهٔ تک طبق شکل ۸ ـ ۵ است. فاصلهٔ حداقل هر خوشه تا خوشهٔ مجاور، حفرهٔ تک، انتها، و یا لبهٔ جوش متقاطع، مساوی مقدار C در شکل ۸ ـ ۵ می‌باشد.

(۵) مجموع بُعد حفرات تک با بُعد حداکثر ۲ میلیمتر، در هر ۲۵ میلیمتر طول جوش، نباید از ۲E/۳ یا ۱۰ میلیمتر (هرکدام که کوچکتر است)، باشد. این محدودیت مستقل از بندهای ۱ و ۲ و ۳ است.

(۶) حفرات سوزنی وقتیکه مجموع بعد بزرگتر حفرات، در هر ۶E طول نوار جوش، بزرگتر از E باشد. وقتیکه طول کل نوارجوش کوچکتر از ۶E باشد، مقدار مجاز مجموع حفرات، به‌تناسب کاهش می‌یابد.

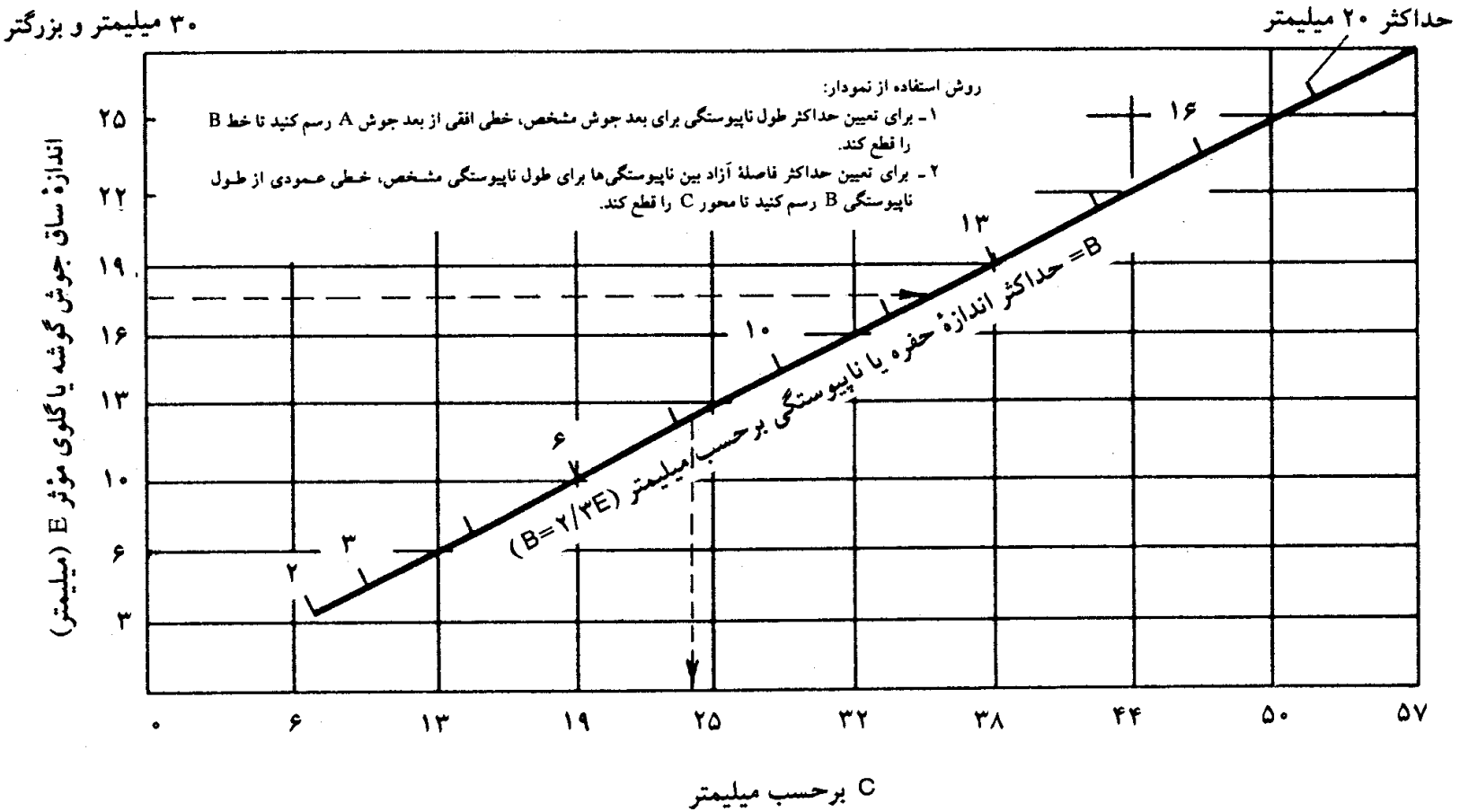
۸ـ۱۵ـ۳ـ۲ـ در اشکال ۸ ـ ۶ و ۸ ـ ۷کاربرد بند ۸ ـ ۱۵ ـ ۳ ـ ۱ به‌صورت تصویری نشان داده شده است.

۸ـ۱۵ـ۴ـ بازرسی فراصوت

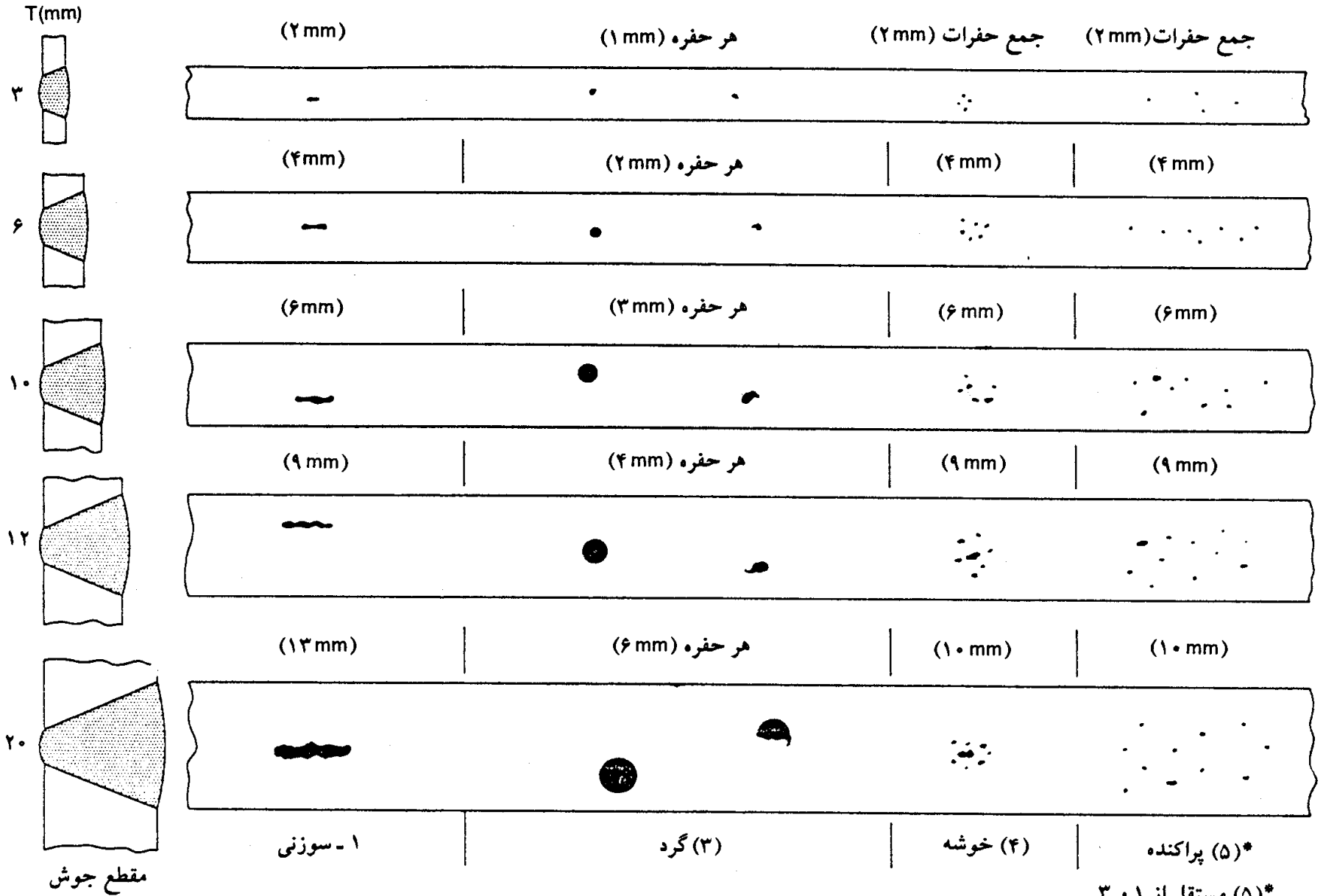
جوشهای قابل پذیرش در بازرسی عینی، وقتی در بازرسی فراصوت قابل پذیرش هستند که ضوابط جداول ۸ ـ ۲ و ۸ ـ ۳ را برآورده نمایند. اعداد داخل جدول درجهٔ عیب d می‌باشند. در بررسی درز جوش شیاری با نفوذ کامل اتصال‌دهندهٔ بال به‌جان، اگر از طرح روبشی E (بند ۶ ـ ۲۴ ـ ۲ ـ ۲) استفاده شده باشد، در هنگام استفاده از جدول ۸ ـ ۲ ضخامت واقعی جان ملاک عمل خواهد بود. در صورت استفاده از سایر طرحهای روبشی، باید ضخامت جان به‌علاوهٔ ۲۵ میلیمتر ملاک عمل قرار گیرد. (برای دیدن تعریف درجه عیب d به‌قسمت پ، فصل ششم مراجعه نمایید).

---

۱۶ ـ Cluster of rounded indications



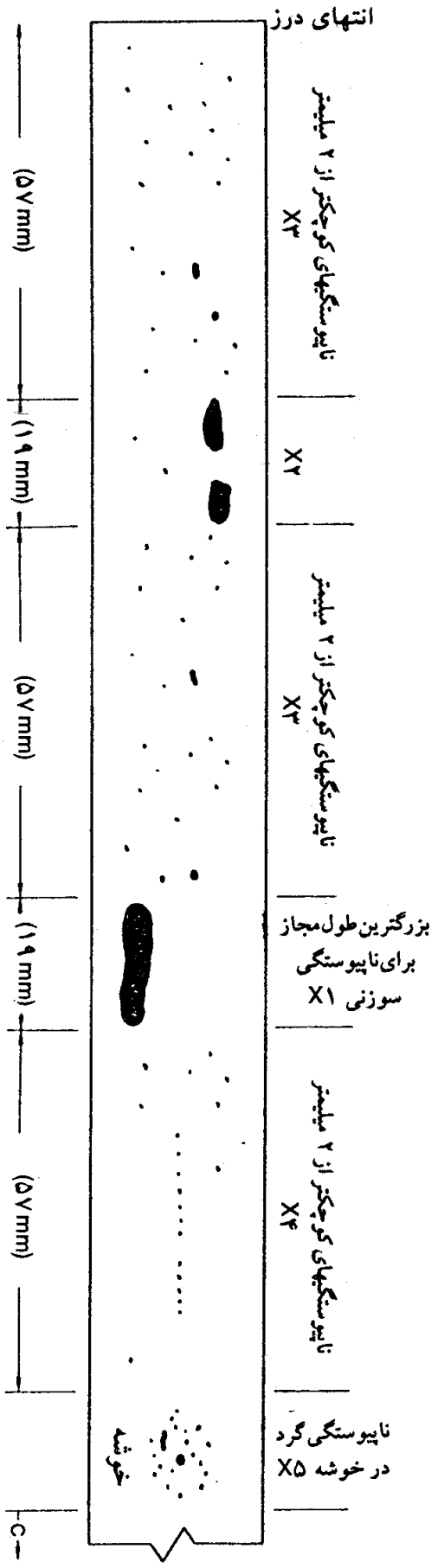
شکل ۸ - ۵ - شرایط پذیرش ناپیوستگیها یا حفرات سوزنی آشکارشده در عکسهای پرتونگاری برای جوشها تحت بار استاتیکی.



*(۵) مستقل از ۱ و ۳

*(۵) می‌تواند در ترکیب با ۱ و ۳ باشد

شکل ۸ ـ ۶ ـ ضوابط پذیرش نتایج بازرسی پرتونگاری (بند ۸ ـ ۱۵ ـ ۳ ـ ۲).



شکل ۸-۷- ضوابط پذیرش نتایج بازرسی پرتونگاری برای جوش درزی با اندازهٔ مساوی یا بزرگتر از ۳۰ میلیمتر (بند ۸-۱۵-۳-۲).

جدول ۸ ـ ۲ ـ ضوابط پذیرش بازرسی فراصوت

ردهٔ ناپیوستگی و حفرات*	ضخامت جوش برحسب میلیمتر و زاویه پروب**								
	بزرگتر از ۱۰۰ تا ۲۰۰			بزرگتر از ۶۴ تا ۱۰۰			بزرگتر از ۳۸ تا ۶۴			۲۰ تا ۳۸	۸ تا ۲۰
	۴۵°	۶۰°	۷۰°	۴۵°	۶۰°	۷۰°	۴۵°	۶۰°	۷۰°	۷۰°	۷۰°
ردهٔ A	−۱ وکمتر	−۴ وکمتر	−۷ وکمتر	۰ وکمتر	−۲ وکمتر	−۵ وکمتر	+۳ وکمتر	+۱ وکمتر	−۲ وکمتر	+۲ وکمتر	+۵ وکمتر
ردهٔ B	۰	−۳	−۶	+۱	−۱	−۴	+۴	+۲	−۱	+۳	+۶
	+۱	−۲	−۵	+۲	۰	−۳	+۵	+۳	۰		
ردهٔ C	+۲	تا ۱−	تا۴−	+۳	+۱	تا۲−	+۶	+۴	+۱	+۴	+۷
	+۳	+۲	+۲	+۴	+۲	+۲	+۷	+۵	+۲		
ردهٔ D	+۴ وبیشتر	+۳ وبیشتر	+۳ وبیشتر	+۵ وبیشتر	+۳ وبیشتر	+۳ وبیشتر	+۸ وبیشتر	+۶ وبیشتر	+۳ وبیشتر	+۵ وبیشتر	+۸ وبیشتر

* برای دیدن ردهٔ ناپیوستگی به‌جدول ۸ ـ ۳ مراجعه شود.

** ضخامت جوش، ضخامت قطعهٔ نازکتر است.

۱ ـ ناپیوستگیهای ردهٔ B و C باید به‌فاصلهٔ 2L از یکدیگر فاصله داشته باشند. L طول بزرگترین ناپیوستگی است.

۲ ـ ناپیوستگیهای B و C باید به‌فاصلهٔ 2L از لبه فاصله داشته باشند. L طول ناپیوستگی است.

۳ ـ ناپیوستگیهایی که در تراز ریشهٔ جوش در جوشهای شیاری تمام‌نفوذی دوطرفه شناسایی می‌شوند، باید با حساسیت ۴ دسی‌بل بیشتر از حساسیت بند ۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۵ مورد جست‌وجو قرار گیرند.

۴ ـ اعداد داخل جدول، درجهٔ عیب d برحسب دسی‌بل می‌باشند. درجهٔ عیب در بند ۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۵ تعریف شده است.

۸ ـ ۱۵ ـ ۵ ـ آزمایش با رنگ نافذ[۱۷] و ذرات مغناطیسی[۱۸]

ضوابط پذیرش در آزمایش با رنگ نافذ و ذرات مغناطیسی مطابق ضوابط پذیرش بازرسی عینی است.

۸ ـ ۱۵ ـ ۶ ـ به‌غیر از جوشکاری ورقها با تنش تسلیم F_y بزرگتر از ۶۰۰ نیوتن بر میلیمتر مربع، تمام بازرسیهای جوشکاری مورداشاره در بندهای ۸ ـ ۱۵ ـ ۲، ۸ ـ ۱۵ ـ ۳، و ۸ ـ ۱۵ ـ ۴، و ۸ ـ ۱۵ ـ ۵ را می‌توان بلافاصله بعد از خنک شدن جوش انجام داد.

در مورد جوشکاری فولادهای خیلی پُرمقاومت ($F_y > ۶۰۰ \text{ N/mm}^2$)، بازرسیها ۴۸ ساعت بعد از خنک شدن جوش آغاز می‌شود.

---

۱۷ ـ Liquid penetrant

۱۸ ـ Magnetic particle

جدول ۸ ـ ۳ ـ ردهٔ ناپیوستگی و حفرات

A	ناپیوستگیهای وسیع[۱۹]	هر عیبی در این رده مردود است (بدون توجه به‌طول)
B	ناپیوستگیهای متوسط[۲۰]	هر عیبی در این رده با طول بزرگتر از ۲۰ میلیمتر مردود است
C	ناپیوستگیهای کوچک[۲۱]	هر عیبی در این رده با طول بزرگتر از ۵۰ میلیمتر مردود است
D	ناپیوستگیهای ریز[۲۲]	هر عیبی در این رده بدون توجه به‌طول یا محل قابل پذیرش است

تراز روبش[۲۳]

*مسیر تابش[۲۴] (میلیمتر)	بالای تراز مرجع (dB)
تا ۶۰	۱۴
۶۰ تا ۱۲۵	۱۹
۱۲۵ تا ۲۵۰	۲۹
۲۵۰ تا ۳۸۰	۳۹

* این ستون طول مسیر تابش است نه ضخامت قطعه

۱۹ ـ Large
۲۰ ـ Medium
۲۱ ـ Small
۲۲ ـ Minor
۲۳ ـ Scaning level
۲۴ ـ Sound path

فصل ۹

سازه‌ها تحت بار دینامیکی

این فصل مشتمل بر چهار قسمت زیر است:

قسمت الف: کلیات
قسمت ب: تنشهای مجاز
قسمت پ: جزییات سازه‌ای
قسمت ت: ضوابط اجرایی

قسمت الف: کلیات

۹ـ۱ دامنه

۹ـ۱ـ۱ـ این فصل مکمل فصلهای ۱ تا ۶ می‌باشد و لازم است به‌همراه آیین‌نامهٔ طراحی و اجرای ساختمانهای فولادی مورد استفاده قرار گیرد*.

---

* منظور آیین‌نامه طرح و اجرای ساختمانهای فولادی (مبحث دهم از مجموعه مقررات ملی ایران) می‌باشد.

۹ـ۱ـ۲ـ در صورتیکه خستگی حاکم بر طراحی باشد، باید علاوه بر موارد مقررشده در این فصل، فصل خستگی آیین‌نامه طرح و اجرای ساختمانهای فولادی مورد توجه قرارگیرد.

۹ـ۲ فلز پایه

۹ـ۲ـ۱ـ فلز پایه مورد جوشکاری می‌تواند از انواع فولادهای رده‌های ST–37 یا ST–52 که مشخصات آنها منطبق بر استانداردهای ملی و یا معتبر بین‌المللی است، باشد.

۹ـ۲ـ۲ـ جوشکاری فولادهای رده‌های بالاتر باید تحت شرایط بسیار ویژه و با توجه به‌نتایج آزمایشهای ارزیابی طبق بند ۵ـ۲ انجام شود.

۹ـ۲ـ۳ـ استفاده از فولادهای ناشناس

در صورت استفاده از فولادهای ناشناس در ساختمانهای جوشی، پس از تأیید مشخصات مکانیکی و شیمیایی آنها طبق آیین‌نامهٔ ساختمانهای فولادی، باید جوش‌پذیری آنها مطابق بند ۵ـ۲ مورد ارزیابی قرارگیرد.

۹ـ۲ـ۴ـ فولاد مورد استفاده در ناودان انتهایی[۱]، تسمهٔ پشت‌بند[۲]، فاصله‌دهنده‌ها[۳]

فولاد مورد استفاده در ناودان انتهایی درز جوش، تسمهٔ پشت‌بند، و فاصله‌دهنده‌ها باید سازگار با فولاد پایه باشد.

۹ـ۲ـ۵ـ محدودیتهای فولاد پایه

دستورالعملهای این آیین‌نامه برای استفاده در جوشکاری فولادهایی است که تنش تسلیم آنها کوچکتر از ۶۰۰ نیوتن بر میلیمترمربع است.

۱ـ Weld tab

۲ـ Backing

۳ـ Spacer

قسمت ب: تنشهای مجاز

۹ ـ ۳ تنشهای مجاز جوش

تذکر: اعمال مقررات مربوط به‌خستگی در بند ۹ ـ ۴، می‌تواند منجر به‌اصلاح تنشهای مجاز معرفی‌شده در این بند شود.

۹ ـ ۳ ـ ۱ ـ تنشهای مجاز به‌استثنای موارد اصلاحی در بندهای ۹ ـ ۴، ۹ ـ ۵، ۹ ـ ۶، نباید از مقادیر مذکور در جدول ۹ ـ ۱ که در ضریب کنترل کیفیت ϕ ضرب شده است، بیشتر در نظر گرفته شود. ضریب کنترل کیفیت ϕ به‌شرح زیر است:

(۱) در صورت کنترل کیفیت جوش با استفاده از آزمایشهای غیرمخرب مثل پرتونگاری یا فراصوت.

$\phi = ۱$

(۲) در صورت انجام جوش در کارخانه و بازرسی عینی.

$\phi = ۰/۸۵$

(۳) در صورت انجام جوش در کارگاه و بازرسی عینی.

$\phi = ۰/۷۵$

۹ ـ ۳ ـ ۲ ـ بدون توجه به‌امتداد تنشهای وارده، تنش در گلوی مؤثر جوش گوشه، همواره تنش برشی منظور می‌گردد.

۹ ـ ۴ تنشهای خستگی

تنشهای مجاز خستگی برای سازه‌هایی که تحت اثر بارهای دوره‌ای[۴] قرار دارند، با توجه به‌عمر خستگی[۵]* و طبقهٔ تنش از جدول ۹ ـ ۲ و اشکال ۹ ـ ۱، ۹ ـ ۲، و ۹ ـ ۳ قابل حصول است. عمر خستگی با توجه به‌وضعیت سازه به‌کمک قضاوت مهندسی تعیین می‌شود.

---

۴ ـ Cyclic loading

۵ ـ Cyclic life

* منظور از عمر خستگی، تعداد تکرار تنش در عمر مفید سازه می‌باشد.

جدول ۹ ـ ۱ ـ تنشهای مجاز جوش (بند ۹ ـ ۳ ـ ۱)

نوع جوش	نوع تنش[1]		تنش مجاز	تراز مقاومتی مورد نیاز[2]
جوش شیاری با نفوذ کامل	کشش عمود بر سطح مؤثر		متناسب با فلز پایه	از فلز جوش سازگار استفاده شود (جدول ۴ ـ ۱)
	فشار عمود بر سطح مؤثر		متناسب با فلز پایه	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا یک گروه پایینتر ($70\ N/mm^2$) از جوش سازگار استفاده شود
	کشش یافشارموازی محور جوش		متناسب با فلز پایه	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا کمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود
	برش روی سطح مؤثر		۰/۲۷×مقاومت اسمی کششی فلز جوش، به‌شرط اینکه تنش برشی برروی فلز پایه از ۰/۳۶ تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
جوش شیاری با نفوذ نسبی	فشار عمود بر سطح مؤثر	اتصال برای لهیدگی طراحی نشده است	۰/۴۵×مقاومت اسمی کششی فلز جوش، مشروط بر اینکه تنش درفلز پایه‌از۰/۵۵تنش تسلیم آن بیشتر نشود	از فلزجوشی بامقاومت مساوی یاکمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود
		اتصال برای لهیدگی طراحی شده است	متناسب با فلز پایه	
	کشش یافشارموازی محورجوش[3]		متناسب با فلز پایه	
	برش موازی محور جوش		۰/۲۷ مقاومت اسمی کششی فلز جوش مشروط بر اینکه تنش برشی در فلز پایه از ۰/۳۶ تنش تسلیم آن بزرگتر نشود	
	کشش عمود بر سطح مؤثر		۰/۲۷ مقاومت اسمی کششی فلز جوش مشروط براینکه تنش کششی در فلز پایه از ۰/۵۵ تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
جوش گوشه	برش بر روی سطح مؤثر		۰/۲۷ مقاومت اسمی کششی فلز جوش	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا کمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود
	کشش یافشارموازی محورجوش[3]		متناسب با فلز پایه	
جوش کام و انگشتانه	برش موازی فصل مشترک سطوح متصل شده (بر روی سطح مؤثر)		۰/۲۷ مقاومت اسمی کششی فلز جوش، مشروط بر اینکه تنش برشی در فلز پایه از ۰/۳۶ حد جاری شدن فلز پایه بیشتر نشود	از فلز جوشی با مقاومت مساوی یا کمتر از جوش سازگار می‌توان استفاده نمود

۱ ـ سطح مؤثر در بند ۲ ـ ۳ تعریف شده است.

۲ ـ فلز جوش سازگار در جدول (۴ ـ ۱) مشخص شده است.

۳ ـ جوشهای گوشه و شیاری با نفوذ ناقص که برای اتصال اجزای نیمرخهای ورقی به‌کار می‌روند، مانند اتصال بال به‌جان را می‌توان بدون توجه به‌تنش فشاری یا کششی اعضاء هم‌امتداد با محور جوش طراحی کرد.

جدول ۹ ـ ۲ ـ تنشهای مجاز خستگی ـ تنش کششی یا معکوس** (بند ۹ ـ ۴)

شرایط کلی	وضعیت	طبقه تنش (شکل ۹ـ۱)	مثال نمونه (شکل ۹ـ۱)
مصالح ساده	فلزپایه با سطح نوردشده یا پرداخت‌شده، کناره‌های آن با دستگاه برش اکسیژن با نرمی ۱۰۰۰ یا کمتر ANSI بریده شده است	A	۲ و ۱
اعضاء ساخته شده از دو یا چند نیمرخ یا ورق	فلز پایه و فلز جوش در اعضایی بدون ملحقات که از ورقها یا نیمرخهایی که توسط جوش شیاری پیوسته با نفوذ کامل یا ناقص یا با جوش گوشه پیوسته به‌موازات جهت تنشهای وارده بهم متصل شده‌اند، درست شده‌اند	B	۷، ۵، ۴ و ۳
	تنش خمشی محاسباتی در ریشهٔ جوش سخت‌کننده‌های عرضی به‌جان یا بال تیر	C	۶
	فلز پایه در انتهای یک ورق پوششی با اتصال جوشی، ورق پوششی با انتهای ساده یا باریک شونده و با یا بدون جوش انتهایی به‌فلز مبنا	E	۷
جوشهای شیاری	فلز پایه و فلز جوش در وصله قطعاتی با سطح مقطع مشابه با استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل، زمانیکه جوش سنگ‌زده شده[۱] و سلامت جوش با آزمایشهای غیرمخرب[۲] تأیید شده باشد	B	۹ و ۸
	فلز پایه و فلز جوش در وصله‌های تبدیلی (وصله قطعاتی غیرهم‌عرض یا غیرهم‌ضخامت) با استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل، جوشها سنگ‌زده شده‌اند[۱] و دارای شیب حداکثر ۱ به ۲/۵[۳] برای حد جاری شدن کمتر از $620 N/mm^2$ و شعاع[۸] $R \geq 0/6 m$ برای حد جاری شدن برابر یا بیش از $620 N/mm^2$ هستند. سلامت جوش با آزمایشهای غیرمخرب[۲] تأیید شده است	B	۱۱b و ۱۱a و ۱۰

شرایط کلی	وضعیت	بارگذاری در امتداد طولی	بارگذاری در امتداد عرضی[۴]			مثال نمونه (شکل ۹ـ۱)
			مصالح هم ـ ضخامت یا غیر هم ـ ضخامت شیبدارشده[۶]، جوشهاسنگ زده شده[۱]، منهای جوشهای جان	مصالح هم ـ ضخامت، سنگ‌زده نشده، منهای جوشهای جان	مصالح غیر هم‌ضخامت، شیبدارنشده، سنگ زده نشده، به‌اضافه جوشهای جان	
اتصال با جوش شیاری	فلز پایه در اتصالی (با هر طولی) با جوش شیاری قرار دارد، جوش تحت‌اثر بارهای درامتدادطولی، عرضی یا هر دو است. سلامت جوش در جهت عمودبر تنش با آزمایشهای غیرمخرب[۲] تأییدشده و اتصال دارای شعاع تبدیل (R) است و جوشها سنگ زده شده‌اند[۱]. اگر:					
	(الف) $R \geq 600 mm$	B	B	C	E	۱۳
	(ب) $600 mm > R \geq 150 mm$	C	C	C	E	۱۳
	(ج) $150 mm > R \geq 50 mm$	D	D	D	E	۱۳
	(د) $50 mm > R \geq 0$	E	E	E	E	۱۳ و ۱۲

* به‌جز جوشهای گوشه و انگشتانه همانطور که ذکر شده

** تناوب کشش و فشار

ادامه جدول ۹ ـ ۲

شرایط کلی	وضعیت	طبقهٔ تنش (شکل۹ـ۱)	مثال نمونه (شکل۹ـ۱)
جوشهای شیاری	فلز پایه و فلزجوش در وصله‌ای با جوش شیاری نفوذی کامل، در صورتیکه نیازی به‌تبدیل نباشد یا شیب تبدیل بیش از ۱ به ۲/۵[3] برای حد جاری‌شدن کمتر از ۶۲۰N/mm²[2] و شعاع[8] R≥۶۰۰mm برای حد جاری شدن ≤ ۶۲۰N/mm²[2] باشد. گردهٔ جوش سنگ زده‌نشده و سلامت جوش با آزمایشهای غیرمخرب[2] تأیید شده است	C	۸ و ۹ و ۱۰ ۱۱a و ۱۱b
اتصالات با جوشهای شیاری یا گوشه	فلز پایه در اتصالی با جوش شیاری یا گوشه قرار دارد، جوش به‌طول L به‌موازات محور تنش قرار دارد. اتصال دارای شعاع تبدیلی (R) کمتر از ۵۰mm است[7] اگر:		
	(الف) L < ۵۰ mm	C	۱۲، ۱۴، ۱۵ ۱۶
	(ب) ۵۰ ≤ L < ۱۰۰ mm	D	۱۲
	(ج) ۱۰۰≤L	E	۱۲
اتصالات با جوشهای گوشه	فلز پایه در اتصالی با جوش گوشه به‌موازات جهت تنش (بدون توجه به‌طول جوش) قرار دارد. اتصال دارای شعاع تبدیلی (R) برابر یا بیش از ۵۰mm است و جوشها سنگ زده شده‌اند. اگر:		
	(الف) ۶۰۰ mm ≤ R	B[5]	۱۳
	(ب) ۱۵۰ mm ≤ R < ۶۰۰	C[5]	۱۳
	(ج) ۵۰ mm ≤ R < ۱۵۰	D[5]	۱۳
جوشهای گوشه	تنش برشی روی گلوی جوش گوشه	F	۸a
	فلز پایه در اتصالی با جوش گوشه منقطع قرار دارد، در اتصال سخت‌کننده‌های عرضی و اتصالات گلمیخهای اتصالات برشی وجود دارد	C	۷ و ۱۴
	فلز پایه در اتصالی با جوش گوشهٔ منقطع که متصل‌کننده سخت‌کننده‌های طولی است، قرار دارد.	E	-
جوشهای گلمیخ	تنش برشی بر روی سطح مقطع اسمی برشی برشگیرهای نوع B	F	۱۴
جوش انگشتانه و کام	فلز پایه در اتصالات با جوشهای انگشتانه یا کام قرار دارد	E	-

تذکرات :

۱ ـ پرداخت براساس بند ۳ ـ ۶ ـ ۳ انجام شود.

۲ ـ برای تعیین کیفیت مورد نیاز بندهای ۹ ـ ۲۵ ـ ۲ یا ۹ ـ ۲۵ ـ ۳ برای جوشهای کششی باید آزمایشهای RT یا UT[6] انجام شود.

۳ ـ براساس بند ۹ ـ ۲۰ ـ ۱ پخ زده شده‌اند.

۴ ـ تنها در مورد جوشهای شیاری با نفوذ کامل قابل اعمال است.

۵ ـ در تنش برشی بر روی گلوی جوش (بارگذاری روی جوش در جهت دلخواه) گروه F حاکم است.

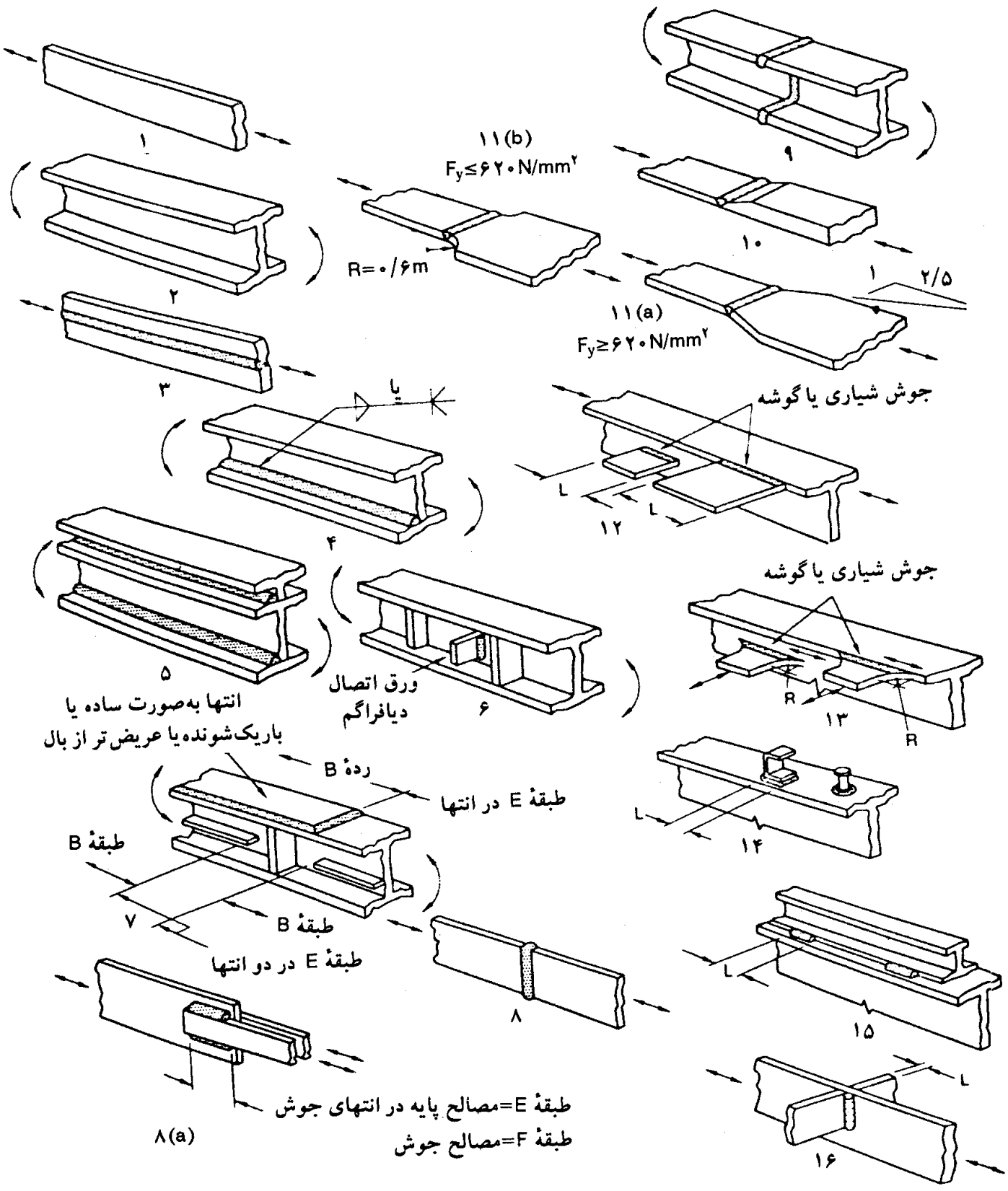
۶ ـ وجود شیبی مشابه مورد تذکر ۳ برای این مورد الزامی است، در صورتیکه دستیابی به‌این شیب امکان‌پذیر نباشد از گروه F باید استفاده شود.

۷ ـ برای شعاع تبدیل کمتر از ۵۰ mm نیازی به‌سنگ زدن جوش نیست.

۸ ـ شعاع تبدیل براساس ضوابط بند ۹ ـ ۲۰ ـ ۳ تعیین می‌شود.

---

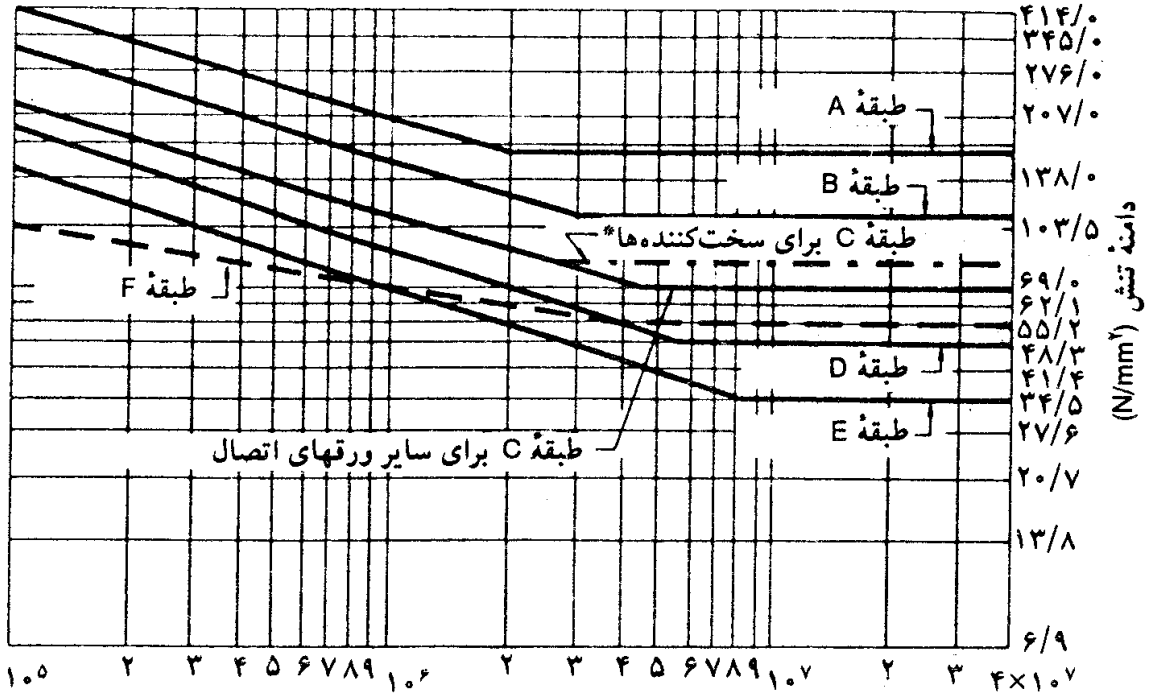
۶ ـ RT=Radiation Test (آزمایش رادیوگرافی) UT=Ultrasonic Test (آزمایش فراصوت)



تذکر:

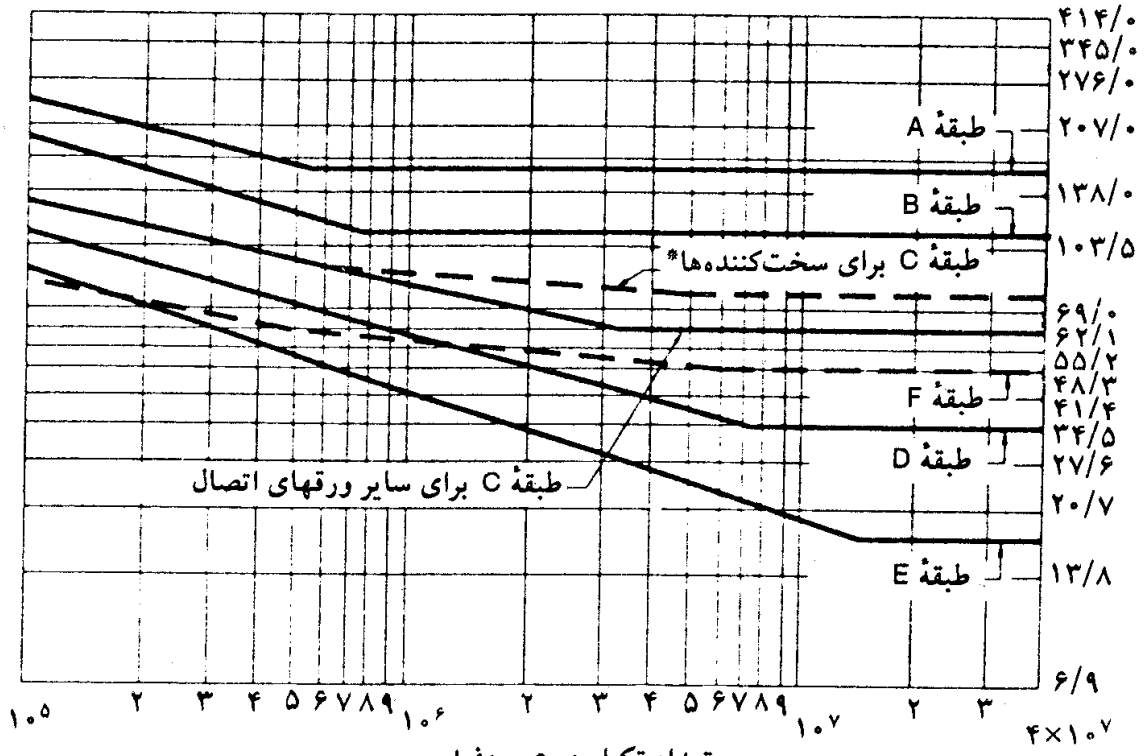
جدول ۹ ـ ۲ به‌شماره پایین هر کدام از نمونه‌های فوق ارجاع داده است.

شکل ۹ ـ ۱ ـ نمونه‌های انواع گروههای خستگی (بند ۹ ـ ۴).



* سخت‌کننده عرضی به‌جان تیر یا به‌بال آن جوش می‌شود.

شکل ۹ ـ ۲ ـ منحنیهای دامنهٔ تنش برای گروههای A تا F ـ سازه‌های نامعین (بند ۹ ـ ۴).



* سخت‌کننده عرضی به‌جان تیر یا بال آن جوش می‌شود.

شکل ۹ ـ ۳ ـ منحنیهای دامنهٔ تنش برای گروههای A تا F ـ سازه‌های معین (بند ۹ ـ ۴).

۹ـ۵ ترکیب تنشها

در صورت ترکیب تنشهای برشی با تنشهای قائم، مقادیر حداکثر هر یک از تنشها به‌صورت جداگانه باید محدود به‌مقادیر مندرج در بندهای ۹ ـ ۳ و ۹ ـ ۴ گردد و مقدار تنش ترکیبی نیز با توجه به‌نظریه‌های ترکیب تنش مندرج در آیین‌نامهٔ ساختمانهای فولادی، مورد بررسی قرار گیرد.

۹ـ۶ افزایش تنشهای مجاز

در صورتیکه در آیین‌نامهٔ طراحی ساختمانهای فولادی، افزایش تنشی برای فولاد پایه منظور گردد، این افزایش در تنش مجاز جوشهای مربوطه نیز قابل اعمال است.

قسمت پ: جزییات سازه‌ای

۹ـ۷ کلیات

جزییات اتصال باید به‌گونه‌ای باشد که گیرداری در مقابل رفتار شکل‌پذیر حداقل بوده، تمرکز غیرضروری جوش وجود نداشته و دسترسی کافی برای انجام نوار جوش وجود داشته باشد.

۹ـ۸ دهانه‌های ساده

اتصال انتهایی دهانه‌های ساده باید طوری انعطاف‌پذیر طراحی گردد تا از تنشهای خمشی ثانویهٔ بیش از حد اجتناب شود. توصیه می‌شود که نبشیهای انتهایی به‌صورت انعطاف‌پذیر طراحی شده و وسیله‌ای برای جلوگیری از پیچش انتهایی در آنها تعبیه شود.

۹ـ۹ مشارکت سیستم سقف

طراحی جزییات سیستم سقف باید به‌گونه‌ای باشد که تا حد امکان از مشارکت ناخواسته در تنشهای بال تیرهای خمشی سقف و یال خرپاهای سقف جلوگیری به‌عمل آید.

۹ـ۱۰ درزهای رویهم (پوششی)

۹ـ۱۰ـ۱ـ حداقل طول پوشش در درزهای رویهم مساوی ۵ برابر ضخامت قطعهٔ نازکتر است.

به‌جز حالتیکه از جداشدگی قطعات رویهم جلوگیری شده باشد، اتصال باید با حداقل دو ردیف جوش گوشه، جوش انگشتانه یا جوش کام انجام شود.

۹ ـ ۱۰ ـ ۲ ـ در صورتیکه برای اتصال رویهم انتهایی تسمه‌های کششی از جوش گوشه طولی استفاده شده باشد، طول جوش گوشه در هر ردیف نباید کمتر از فاصله بین ردیفها باشد. فاصله عرضی بین جوشها نباید بیش از ۱۶ برابر ضخامت تسمه کمتر باشد، مگر آنکه تمهیدات مناسبی برای مقابله با کمانش یا جدا شدن قطعات اعمال شده باشد (از جمله می‌توان به‌اجرای جوش کام و انگشتانه در این فواصل میانی اقدام کرد). جوش گوشه طولی می‌تواند در کناره‌های عضو و یا در شیار اجرا شود.

۹ ـ ۱۰ ـ ۳ ـ در صورتیکه از جوش گوشه در سوراخ یا در شیار استفاده شود، فاصلهٔ آزاد بین لبهٔ سوراخها یا شیارها در امتداد عمود بر جهت تنش، از هم یا از لبهٔ قطعه، نباید کمتر از ۵ برابر ضخامت قطعه و یا ۲ برابر عرض سوراخ یا شیار باشد.

مقاومت قطعه براساس سطح مقطع خالص بحرانی فلز پایه تعیین می‌شود.

۹ ـ ۱۱ اتصالات گونیا و سپری

جوش اتصالات گونیا و سپری که تحت اثر خمش حول محوری موازی درز هستند، باید به‌گونه‌ای ترتیب داده شوند که از تمرکز تنش کششی در ریشه جوش اجتناب گردد.

۹ ـ ۱۲ درزها و جوشهای ممنوع

۹ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ درزهای لب‌به‌لب که به‌طورکامل در تمام‌مقطع‌عرضی جوش نشده است، ممنوع‌می‌باشد.

۹ ـ ۱۲ ـ ۲ ـ جوش شیاری یک‌طرفه با شرایط زیر ممنوع است:

(۱) بدون تسمه پشت‌بند یا

(۲) با تسمه پشت‌بند غیرفولادی که طبق بند ۵ ـ ۲ مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

ممنوعیت جوش یک‌طرفه برای موارد زیر نافذ نیست:

(۱) اعضای درجهٔ دوم یا بدون تنش.

(۲) اتصال گونیا با درزی موازی با امتداد تنش محاسباتی، و بین اجزای اعضای ساخته‌شده از ورق

که اساساً برای تنش محوری طراحی شده‌اند.

۹-۱۲-۳- جوش شیاری منقطع[۷] ممنوع است.

۹-۱۲-۴- جوش گوشه منقطع به‌جز موارد مطروحه در بند ۹-۲۱-۳-۱، ممنوع است.

۹-۱۲-۵- درز نیم‌جناغی (/|) و نیم‌لاله‌ای (J) برای اتصالات لب‌به‌لب به‌جز وضعیت افقی ممنوع است.

۹-۱۲-۶- جوش کام و انگشتانه در اعضای کششی اصلی ممنوع است.

۹-۱۳ ترکیب جوشها

در صورتیکه در یک اتصال، ترکیبی از انواع اصلی جوش (شیاری، گوشه، کام، انگشتانه) استفاده شده باشند، ظرفیت مجاز ترکیب با جمع زدن ظرفیت مجاز هر یک از جوشها نسبت به‌محورهای مرکزی گروه جوش تعیین می‌گردد. در محاسبات، ظرفیت جوشهای گوشهٔ تقویت‌کنندهٔ جوشهای شیاری به‌حساب نمی‌آید.

۹-۱۴ ترکیب جوش با پیچ و پرچ

در کارهای جدید، پیچها و پرچهایی که در ترکیب با جوش به‌کار می‌روند، در باربری بی‌تأثیر فرض می‌شوند و جوش باید برای کل نیروی اتصال طراحی شود. پیچها و پرچهایی که برای نصب استفاده شده‌اند، در صورتیکه مقرر نشده باشد، می‌توانند در محل باقی بمانند. اما اگر پیچها برداشته می‌شوند، در نقشه باید پُر کردن یا نکردن سوراخها و نحوهٔ پُر کردن آنها مشخص شده باشد.

۹-۱۵ جزییات جوش گوشه

۹-۱۵-۱- جوش گوشه‌ای که تحت اثر نیروی محوری غیرموازی با محور جوش است، به‌استثنای وضعیت اجازه داده‌شده در بند ۹-۲۱-۶-۲ (۲)، نباید در گوشهٔ قطعه یا عضو قطع گردد، و باید با همان اندازهٔ جوش به‌اندازهٔ حداقل ۲ برابر اندازهٔ جوش در گوشه چرخیده و به‌صورت قلاب

۷- Intermittent

در آید. این مورد هم در طراحی و هم در نقشه‌های جزییات باید ذکر شود.

۹ـ۱۵ـ۲ـ مطابق شکل ۹ ـ ۴، دو جوش گوشه که در دو وجه صفحهٔ تماس دو قطعه اجرا می‌شوند، نباید در محل گوشه به‌یکدیگر وصل شوند و باید نرسیده به‌گوشه قطع گردند.

۹ـ۱۶ برون‌محوری اتصالات

۹ـ۱۶ـ۱ـ از برون‌محوری قطعات متقاطع و اعضاء باید تا حد امکان جلوگیری به‌عمل آید.

۹ـ۱۶ـ۲ـ در طراحی اتصالات جوشی، باید تمهیدات کافی برای تنشهای خمشی ناشی برون‌محوری در مقطع عضو یا جوشها منظور گردد.

۹ـ۱۶ـ۳ـ جوشهای اتصالی اعضاء با مقطع متقارن باید به‌صورت متقارن حول محور عضو قرار گیرند، و یا توزیع نامتقارن تنشها در جوش مورد تحلیل قرار گیرد.

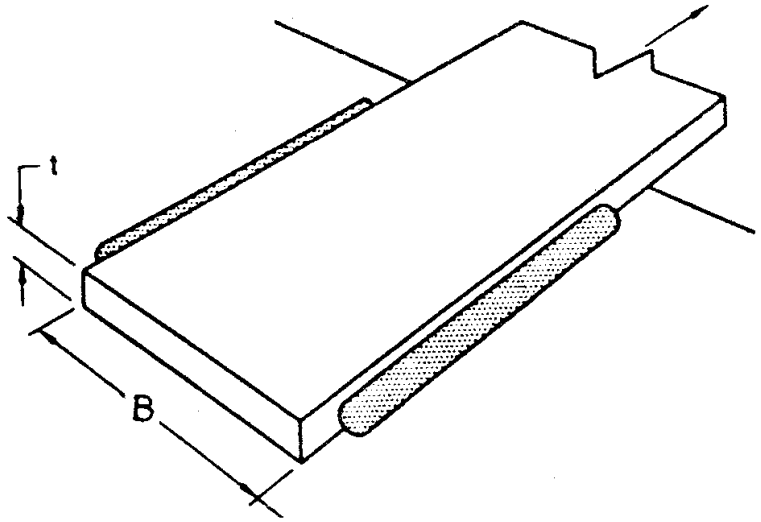
۹ـ۱۶ـ۴ـ در اعضای نبشی با تنش محوری، مرکز ثقل جوشهای اتصالی باید در فاصلهٔ بین محور مرکزی مقطع نبشی و محور مرکزی بال متصل‌شده نبشی قرار گیرند. اگر این مرکز جرم خارج از این ناحیه قرار گیرد، تنش کل، شامل تنش حاصل از برون‌محوری از مرکز نبشی، نباید از مقادیر مجاز این آیین‌نامه تجاوز کند.

۹ـ۱۷ اتصالات و وصلهٔ اعضای فشاری و کششی

اتصالات یا وصله‌های اعضاء فشاری و کششی که با جوش شیاری انجام شده‌اند باید به‌صورت جوش با نفوذ کامل اجرا شوند. اتصالات یا وصله‌هایی که با جوش گوشه یا جوش انگشتانه (به‌جز موارد مطروحه در بند ۹ ـ ۱۸) طرح می‌گردند، باید برای متوسط نیروهای داخلی و مقاومت مجاز مقطع (با حداقلی مساوی ۷۵٪ مقاومت مجاز مقطع) طراحی شوند. در صورتیکه امکان تکرار بارگذاری وجود داشته باشد، تنش حداکثر یا دامنهٔ تنش در این اتصال یا وصله نباید از تنش خستگی مجاز تجاوز نماید.

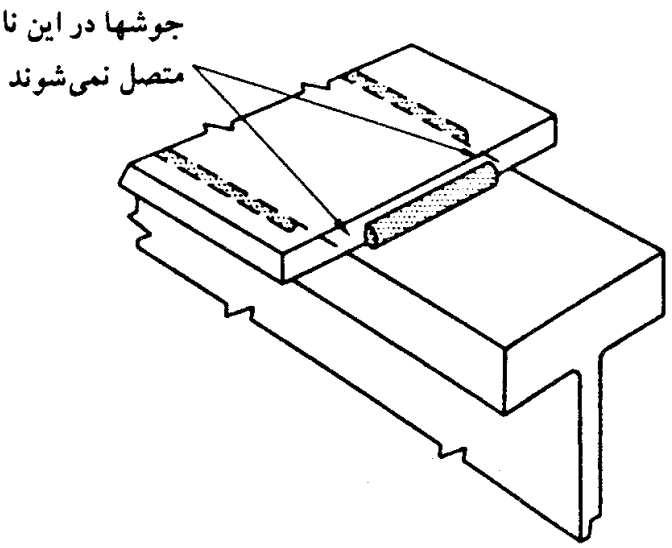
۹ـ۱۸ اتصالات یا وصلهٔ اتکایی در اعضای فشاری

در وصلهٔ اعضای فشاری که لبه‌های در حال تماس به‌صورت گونیا بوده و تراشکاری شده باشد،



(در غیراین‌صورت اجرای جوش کام یا انگشتانه در ناحیه میانی لازم است.) $B \leq 16t$

جوش گوشه در اتصال انتهایی تسمه‌ها (بند ۹ ـ ۱۰ ـ ۲)



شکل ۹ ـ ۴ ـ جوش گوشه در دو وجه سطح تماس (بند ۹ ـ ۱۵ ـ ۲).

می‌توان قطعات و وسایل اتصال را برای ۵۰ درصد نیروی داخلی محاسباتی، طراحی نمود.

در صورتیکه عضو فشاری با لبهٔ گونیا و تراش داده‌شده بر روی ورق پای ستون قرار گیرد، فقط کافی است تمهیداتی برای نگهداری عضو در محل خود اجرا گردد. نیروی فشاری از طریق تماس مستقیم انتقال می‌یابد.

۹ ـ ۱۹ اتصالات اجزای اعضای ساخته‌شده از ورق و نیمرخ

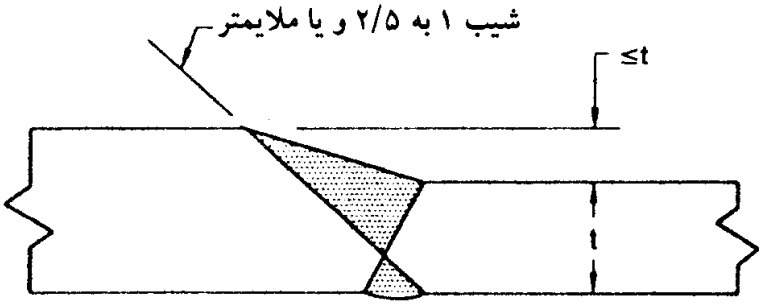
در اعضای ساخته‌شده از دو یا چند نیمرخ و ورق، درزهای طولی متصل‌کنندهٔ اعضاء باید با جوش

پیوسته به‌یکدیگر متصل شوند.

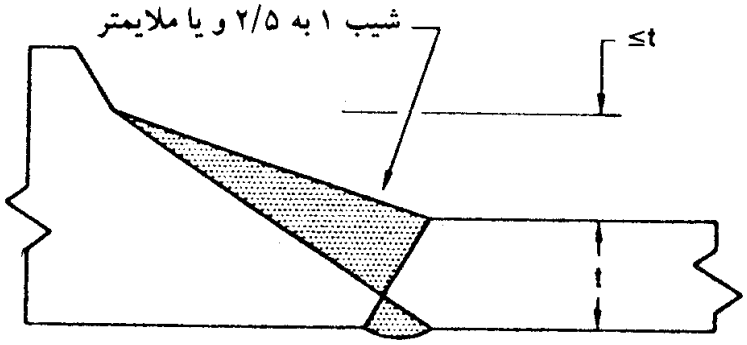
۹ ـ ۲۰ تبدیل ضخامت یا عرض در درزهای لب‌به‌لب

۹ ـ ۲۰ ـ ۱ ـ درزهای لب‌به‌لب بین دو قطعهٔ غیرهم‌ضخامت که تحت اثر تنش کششی هستند، باید دارای تبدیلی نرم با شیبی حداکثر ۱ به ۲/۵، بین دو سطح باشند. این تبدیل می‌تواند با شیبدار کردن سطح جوش، با پـخ‌زنی قطعهٔ ضخیمتر، یا با ترکیبی از این دو روش انجام شود (شکل ۹ ـ ۵).

۹ ـ ۲۰ ـ ۲ ـ در درزهای لب به‌لب بین قطعات غیرهم‌ضخامت که تنها تحت اثر تنشهای برشی یا فشاری قرار دارند، در صورتیکه جابه‌جایی بین سطوح در هر سمت اتصال بیشتر از ضخامت قطعهٔ نازکتر اتصالی باشد، تبدیل ضخامت باید مطابق مشخصات بند ۹ـ۲۰ـ۱ انجام شود. اگر جابه‌جایی بین سطوح مساوی یا کمتر از ضخامت قطعهٔ نازکتر باشد، تبدیل ضخامت می‌تواند در ضخامت

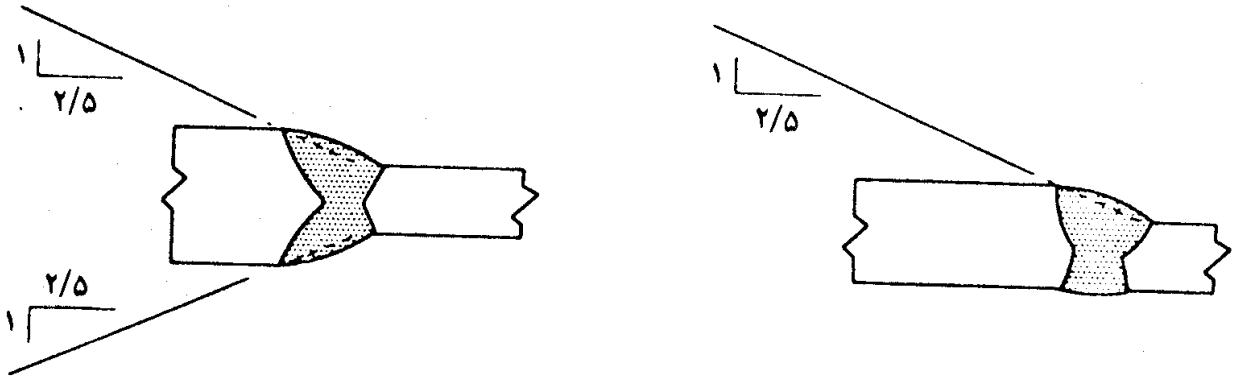


(الف) زاویهٔ پخی از سمت ورق ضخیمتر تأمین شده است.

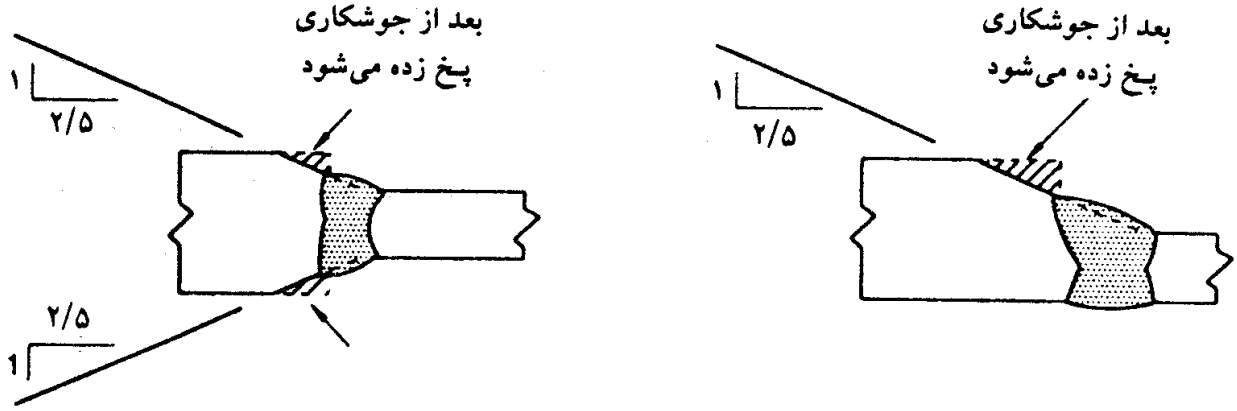


(ب) زاویهٔ پخی از سمت ورق نازکتر تأمین شده است.

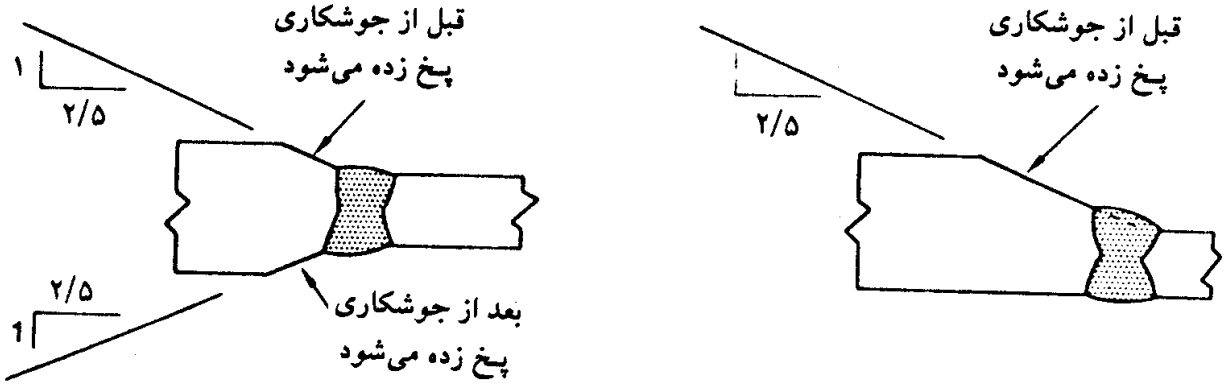
تبدیل ضخامت بین اعضای غیرهم‌ضخامت (بند ۹ ـ ۲۰ ـ ۲)



تبدیل با پخ زدن سطح جوش



تبدیل به‌کمک پخ زدن سطح جوش و ورق



تبدیل به‌کمک پخ‌زنی قطعه ضخیمتر

اتصال همباد از یک لبه	اتصال هم‌محور
(به‌طور مثال ورق بال)	(به‌طور مثال ورق جان)

تذکر:

۱ ـ شیار می‌تواند براساس هر نوع و جزییات قابل قبولی باشد.

۲ ـ شیب تبدیلی نمایش داده‌شده حداکثر مقدار مجاز است.

شکل ۹ ـ ۵ ـ تبدیل ضخامت در اتصالات لب‌به‌لب برای قطعات غیرهم‌ضخامت (بند ۹ ـ ۲۰ ـ ۱).

جوش انجام شود، به‌طوریکه شیب سطح جوش از سمت ورق نازکتر، مساوی ۱ به ۲/۵ باشد.

۹ـ۲۰ـ۳ـ در درزهای لب‌به‌لب بین قطعات غیرهم‌عرض که تحت اثر تنش کششی هستند، تبدیل عرض می‌تواند به‌صورت خطی با شیبی مساوی یا ملایمتر از ۱ به ۲/۵ و یا با استفاده از کمانی به‌شعاع حداقل ۶۰۰ میلیمتر انجام شود، به‌طوریکه این کمان بر قطعهٔ کم‌عرض مماس گردد (شکل ۹ ـ ۶). برای فولادهای خیلی پُرمقاومت روش دوم قابل توصیه است.

۹ـ۲۱ تیر و شاهتیرها

۹ـ۲۱ـ۱ـ اتصالات یا وصله‌های تیرها و شاهتیرها اگر به‌وسیلهٔ جوش شیاری انجام شود، باید به‌صورت تمام قدرت با جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. اتصالات یا وصله‌هایی که با جوش گوشه یا جوش انگشتانه ایجاد می‌شوند، باید برای متوسط نیروی داخلی محاسباتی و مقاومت عضو با حداقلی مساوی ۷۵ درصد مقاومت عضو، طراحی شوند. در صورت وجود بارهای تکراری، تنشهای مجاز خستگی ملاک طراحی خواهد بود.

۹ـ۲۱ـ۲ـ وصلهٔ تیرهای نوردشده یا تیر ورقها ترجیح داده می‌شود که در یک مقطع عرضی ایجاد شوند. در صورتیکه اتصال ورقهای بال و جان قبل از مونتاژ بال به‌جان انجام شود، درزهای اتصال می‌توانند در یک مقطع و یا به‌صورت پس و پیش قرار داشته باشند. در طراحی باید ملاحظات خستگی مورد توجه قرارگیرد.

۹ـ۲۱ـ۳ـ سخت‌کننده‌ها

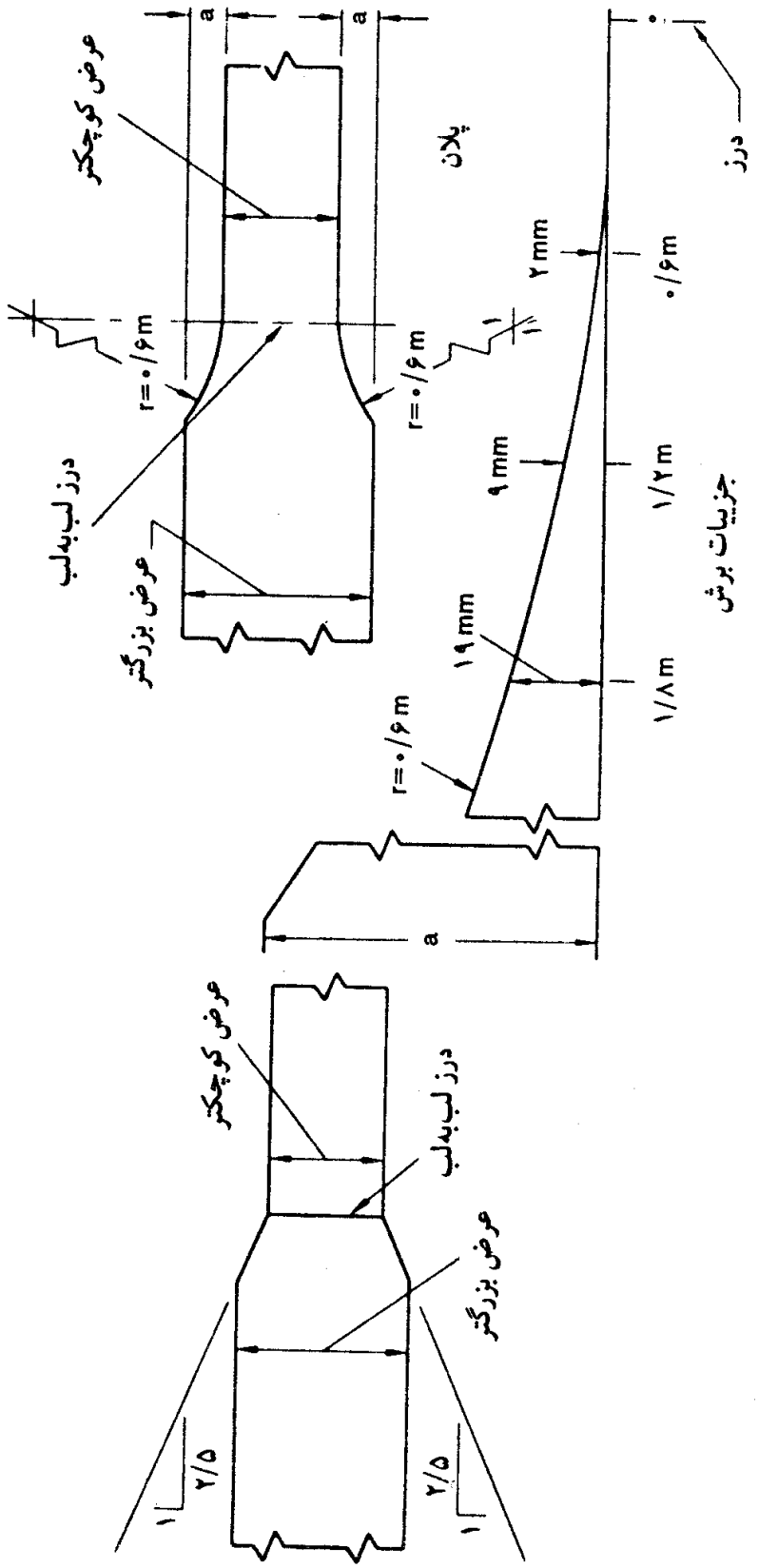
۹ـ۲۱ـ۳ـ۱ـ جوشهای گوشهٔ منقطع متصل‌کنندهٔ سخت‌کننده به‌جان، باید شرایط زیر را برآورده سازند:

(۱) حداقل طول جوش ۴۰ میلیمتر است.

(۲) طول جوش‌شدهٔ هر طرف باید حداقل ۲۵٪ طول سخت‌کننده باشد.

(۳) حداکثر فاصله آزاد بین قطعات جوش به ۱۲ برابر ضخامت قطعهٔ نازکتر یا ۱۵۰ میلیمتر محدود می‌شود.

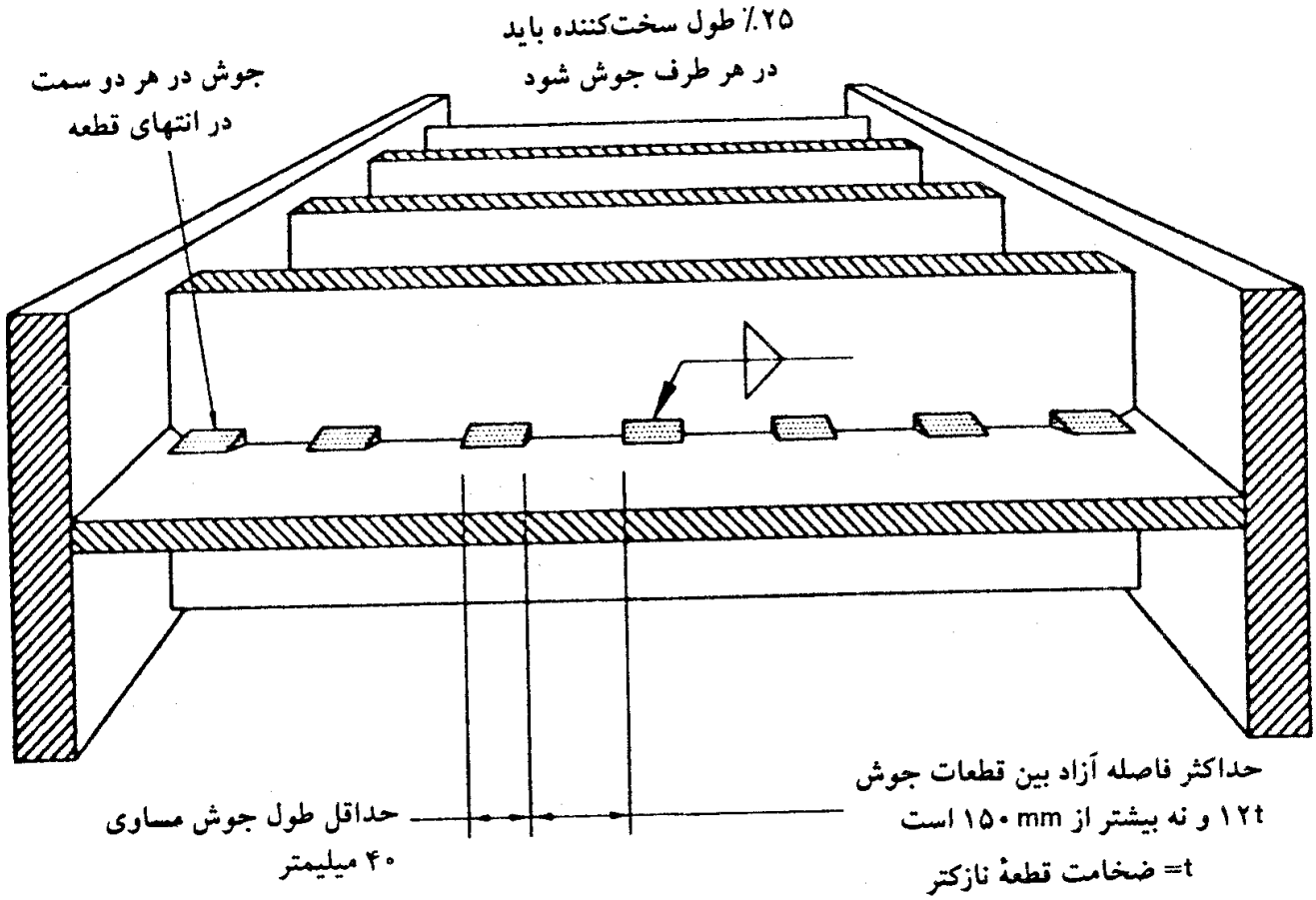
(۴) در صورتیکه انتهای سخت‌کننده به‌جان متصل می‌شود، اجرای جوش در هر دو سمت درز الزامی است.



(الف) تبدیل خطی

(ب) تبدیل با کمان دایره (برای فولادهای با $F_y \geq 620 N/mm^2$ اجباری است)

شکل ۹ - ۶ - تبدیل عرض در اتصالات لب‌به‌لب برای قطعاتی غیرهم‌عرض (بند ۹ - ۲۰ - ۳).



کاربرد جوش گوشهٔ منقطع برای سخت‌کننده‌ها در تیرها (بند ۹ - ۲۱ - ۳ - ۱)

۹ - ۲۱ - ۳ - ۲ - ارجح است سخت‌کننده‌ها به‌صورت جفت در دو سمت جان قرار بگیرند. سخت‌کننده‌ها را می‌توان به‌بالهای کششی یا فشاری جوش کرد. در صورت جوش سخت‌کننده به‌بال کششی، و همچنین جوش سخت‌کننده در ناحیهٔ کششی جان، تنشهای مجاز خستگی ملاک محاسبه خواهد بود. برای جوش سخت‌کننده به‌بال می‌توان از جوش گوشه عرضی استفاده کرد.

۹ - ۲۱ - ۳ - ۳ - در صورتیکه از سخت‌کننده تک (تنها در یک سمت جان) استفاده می‌شود، باید به‌بال فشاری جوش شود.

۹ - ۲۱ - ۴ - جوشهای گوشه‌ای که برای اتصال قطعات الحاقی [۸] به‌کار برده می‌شوند، باید حداقل فاصله‌ای برابر بعد جوش از ابتدا یا انتهای درز داشته باشند، مگر اینکه در مشخصات فنی به‌گونه‌ای دیگر مشخص شده باشد. در اتصال سخت‌کننده‌ها به‌جان تیر ورقها، جوش اتصالی سخت‌کننده

---

۸ - Attachment

به‌جان باید حداقل فاصله‌ای مساوی ۴ برابر ضخامت جان از وجه داخلی بال داشته باشد.

۹ - ۲۱ - ۵ - ارجح است بال تیرورق‌ها از یک ورق ساخته شود (بدون ورق تقویتی [۹]) نسبت عرض به‌ضخامت قسمت برجستهٔ بال طبق آیین‌نامهٔ طراحی محدود می‌شود. تغییر ضخامت و عرض بال را می‌توان با استفاده از اتصال لب به‌لب براساس مشخصات تبدیل در بند ۹ - ۲۰ اجرا کرد.

۹ - ۲۱ - ۶ - ورقهای تقویتی بال (ورقهای پوششی)

۹ - ۲۱ - ۶ - ۱ - در روی هر بال، بهتر است بیش از یک ورق تقویتی وصل نگردد. ضخامت ورق تقویتی بر روی یک بال (مساوی مجموع ضخامتهای تمام ورقهای پوششی مورد استفاده) نباید بیش از ۱/۵ برابر ضخامت بال مورد نظر باشد. ضخامت و عرض ورق تقویت می‌تواند متغیر باشد که برای اتصال از اتصال لب‌به‌لب با تبدیلی براساس مشخصات بند ۹ - ۲۰ استفاده می‌شود. این ورقها باید قبل از اتصال به‌بال بر روی سطح مسطح قرار گرفته و جوش شوند. عرض ورقهای تقویتی، با منظور کردن رواداریهای مربوطه، باید طوری باشد که اجازه اجرای جوش گوشه در امتداد هر یک از لبه‌های آن را بدهد.

۹ - ۲۱ - ۶ - ۲ - ورقهای تقویتی که در تمام طول تیر ادامه ندارند، باید بعد از نقطه قطع نظری، در طولی‌که اضافه طول [۱۰] نامیده می‌شود، تا مقطعی که تنش یا دامنهٔ تنش خستگی کمتر از مقادیر مجاز باشد، ادامه یابند. نقطهٔ قطع نظری، مقطعی است که تنش در بالها (بدون ورق تقویتی و بدون توجه به‌مسئلهٔ خستگی) برابر با تنش مجاز باشد. اضافه طول بعد از نقطه قطع تئوری باید به‌اندازه‌ای باشد که طول مهاری را به‌یکی از ورشهای زیر فراهم آورد:

(۱) اگر در ناحیهٔ اضافه طول، دو لبهٔ ورق و انتهای آن با جوش گوشه پیوسته به‌بال متصل شوند، اضافه طول مساوی ۱/۵ برابر عرض ورق تقویتی است.

(۲) اگر در انتهای ورق جوش اجرا نشود، هر سه شرط زیر باید اقناع گردد:

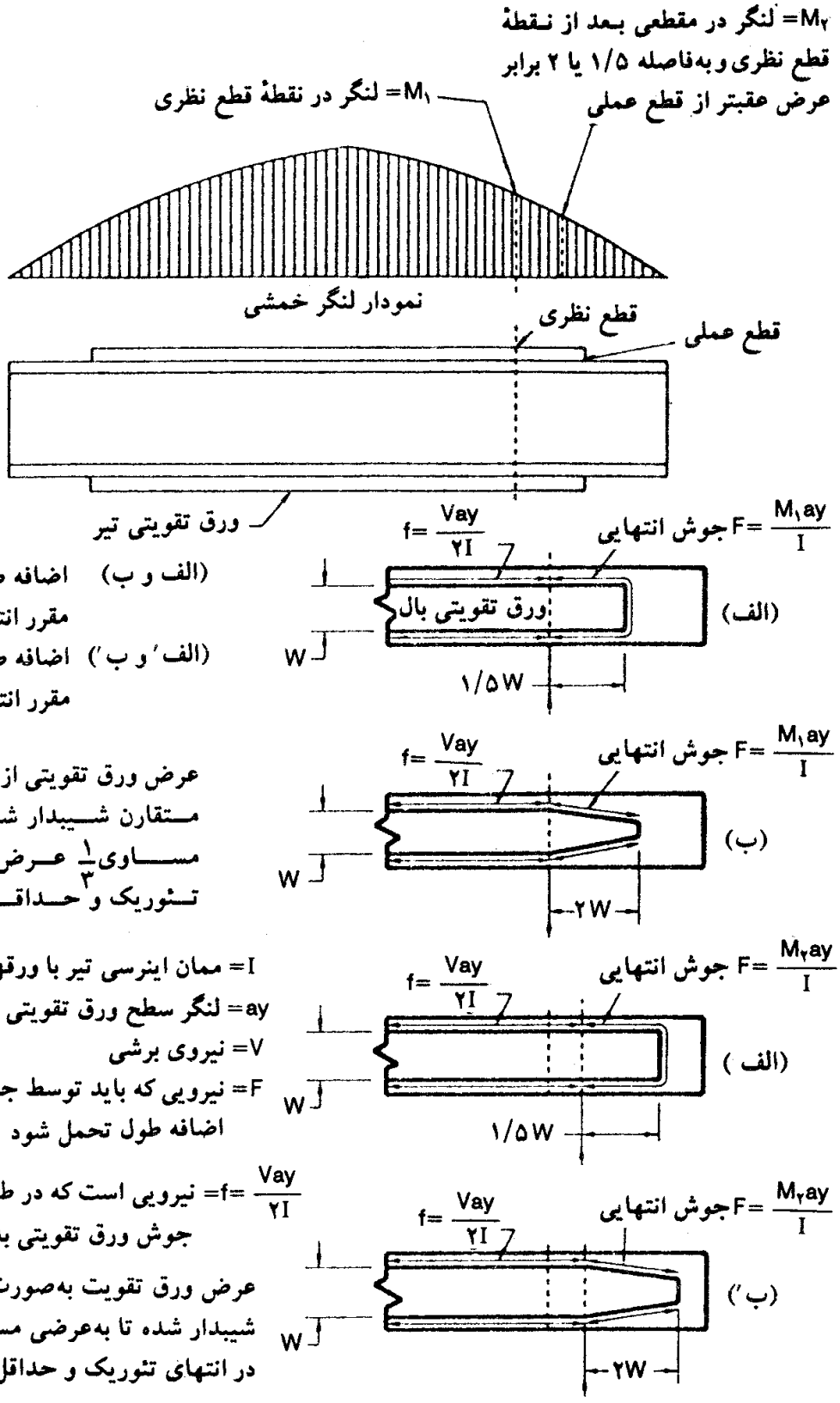
(الف) اضافه طول مساوی ۲ برابر عرض ورق انتخاب شود.

(ب) عرض ورق پوششی به‌صورت متقارن تبدیل به‌عرضی حداکثر برابر با $\frac{1}{3}$ ورق پوششی در محل قطع تئوری شود (حداقل عرض انتهایی مساوی ۷۵ mm است).

---

۹ - Cover plate (ورق پوششی)

۱۰ - Terminal distance



(الف و ب) اضافه طول مساوی مقادیر مقرر انتخاب شده است.

(الف′ و ب′) اضافه طول بزرگتر از مقادیر مقرر انتخاب شده است

عرض ورق تقویتی از دوطرف به‌صورت متقارن شیبدار شده تا به‌عرضی مساوی $\frac{1}{3}$ عرض ورق در انتهای تئوریک و حداقل ۷۵ mm برسد.

I= ممان اینرسی تیر با ورقهای پوششی

ay= لنگر سطح ورق تقویتی نسبت به‌مرکز هندسی

V= نیروی برشی

F= نیرویی که باید توسط جوشهای واقع در قسمت اضافه طول تحمل شود

$f=\frac{Vay}{2I}$= نیرویی است که در طراحی سایر قسمتهای جوش ورق تقویتی به‌کار می‌رود

عرض ورق تقویت به‌صورت متقارن از دو طرف شیبدار شده تا به‌عرضی مساوی $\frac{1}{3}$ عرض ورق در انتهای تئوریک و حداقل ۷۵ mm برسد.

دامنهٔ تنش در فولاد پایهٔ مجاور جوش یا جوش انتهایی باید در دامنهٔ طبقهٔ E (جدول ۹ ـ ۲) قرار گیرد.

تعیین بعد جوش در ناحیهٔ اضافه طول ورقهای تقویتی (بند ۹ ـ ۲۱ ـ ۶)

(پ) جوش گوشه به‌صورت پیوسته در تمام اضافه طول در دو لبهٔ ورق اجرا شود.

۹ـ۲۱ـ۶ـ۳ـ جوش گوشه اتصالی ورق تقویتی به‌بال در اضافه طول باید به‌صورت پیوسته و با بعد کافی برای انتقال تنش برشی طولی بین ورق تقویتی و بال، اجرا شود. بعد جوش گوشه باید برای انتقال سهم تنش ورق تقویتی به‌تیر در ابتدای طول مهاری کافی باشد، در هر صورت جوش باید حداقلهای مجاز بند ۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ ۱ را برآورده سازد.

قسمت ت: ضوابط اجرایی

۹ـ۲۲ برش و آماده‌سازی لبه‌ها

۹ـ۲۲ـ۱ـ در صورتیکه ضخامت ورق بیش از مقادیر زیر باشد، قبل از جوشکاری، لبه‌های ورق باید به‌وسیلهٔ عملیات برشکاری و یا سنگ‌زنی، صاف شوند:

ـ لبه‌های بریده‌شده با گیوتین با ضخامت بیش از ۱۲ میلیمتر.

ـ لبه‌های نوردشده ورق با ضخامت بیش از ۱۰ میلیمتر.

ـ لبهٔ نبشیها یا مقاطع نوردشده (به‌غیر از مقاطع بال‌پهن) با ضخامتی بیش از ۱۶ میلیمتر.

ـ لبهٔ نیمرخهای نوردشدهٔ بال‌پهن با ضخامتی بیش از ۲۵ میلیمتر.

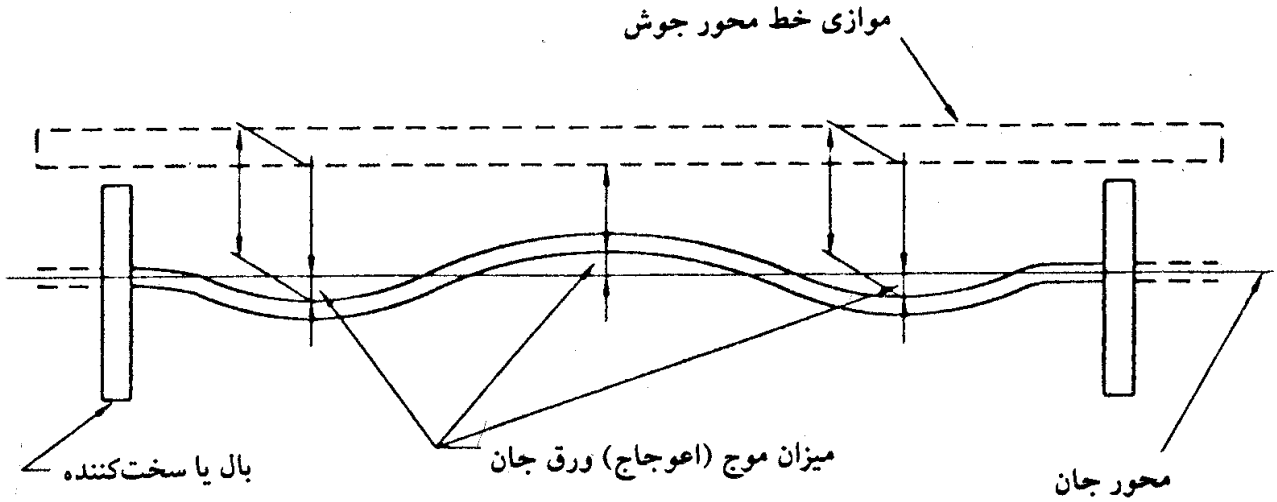
آماده‌سازی لبه‌ها برای اتصالات لب‌به‌لب باید مطابق موارد بند ۲ ـ ۹ باشد، مگر اینکه در بند ۲ ـ ۶ ـ ۲ اصلاح شده باشد.

۹ـ۲۲ـ۲ـ مشروط به‌حصول لبه‌ای صاف و عاری از زخم و گودی، برای برش مصالح می‌توان از برش حرارتی (هوا گاز) اتوماتیک استفاده نمود. استفاده از برش حرارتی دستی، مشروط به‌تأیید دستگاه نظارت است.

۹ـ۲۳ رواداریهای ابعادی

ابعاد اعضای سازه‌ای باید در محدوده رواداریهای مشخص‌شده در بند ۳ ـ ۵ قرار گیرد. به‌علاوه:

۹ـ۲۳ـ۱ـ برای تعیین میزان موج (اعوجاج) ورق جان، یک خط‌کش با لبهٔ صاف با طولی بزرگتر



تعیین میزان موج ورق جان (بند ۹ ـ ۲۳ ـ ۱)

از طول چشمه به‌موازات محور اسمی جان قرار داده شده و فاصلهٔ سطح ورق جان از این خط کش اندازه‌گیری می‌شود.

۹ ـ ۲۳ ـ ۲ ـ حداکثر رواداری مجاز در اعوجاج جان به‌عمق D و ضخامت t که توسط سخت‌کننده و بالها به‌چشمه‌هایی با بعد کوچکتر d تقسیم شده، به‌شرح زیر است:

سخت‌کننده‌های میانی دوطرفه (بر روی هر دو سمت جان اجرا شده است):

تیرهای میانی	در صورتیکه $D/t > ۱۵۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۱۱۵$.
	در صورتیکه $D/t \leq ۱۵۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۹۲$.
تیرهای نما	در صورتیکه $D/t > ۱۵۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۱۳۰$.
	در صورتیکه $D/t \leq ۱۵۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۱۰۵$.

سخت‌کننده‌های میانی یک‌طرفه:

تیرهای میانی	در صورتیکه $D/t > ۱۰۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۱۰۰$.
	در صورتیکه $D/t \leq ۱۰۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۶۷$.
تیرهای نما	در صورتیکه $D/t > ۱۰۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۱۲۰$.
	در صورتیکه $D/t \leq ۱۰۰$	حداکثر رواداری مجاز $d/۸۰$.

بدون سخت‌کنندهٔ میانی: حداکثر رواداری مجاز $d/۱۵۰$.

۹ ـ ۲۳ ـ ۳ ـ در لبه‌های انتهایی جان، می‌توان اعوجاجهایی تا دو برابر مقدار فوق را پذیرفت

مشروط بر اینکه بعد از نصب ورق‌های اتصال جان، مقادیر فوق حاصل گردد.

۹ـ۲۳ـ۴ـ اگر بنا به‌دلایل معماری نیاز به‌محدود کردن رواداریهایش از آنچه در بالا آمده است، باشد، مقادیر مجاز باید در مدارک طراحی ذکر گردد.

۹ـ۲۴ جوشهای موقت

شرایط عملیات جوشکاری موقت مشابه جوشهای اصلی است. جوشهای موقت باید برداشته شوند مگر آنکه دستگاه نظارت اجازه عدم برداشتن آنها را داده باشد. بعد از برداشتن جوش، سطح باید همسطح با سطح اصلی گردد. اجرای جوش موقت در ناحیهٔ کششی اعضایی که از فولادهای پُرمقاومت اصلاح شده[11] ساخته شده‌اند، مگر در نواحی به‌فاصله‌ای بیش از $\frac{1}{6}$ ارتفاع جان از بال تیر، مجاز نیست. جوشهای موقت در نواحی دیگر باید در نقشه‌های کارگاهی نمایش داده شود.

۹ـ۲۵ ارزیابی جوشها و شرایط پذیرش

۹ـ۲۵ـ۱ـ بازرسی عینی

تمام جوشها باید بازرسی عینی شوند و وقتی قابل پذیرش هستند که تمام شرایط زیر را برآورده سازند:

۹ـ۲۵ـ۱ـ۱ـ جوش نباید ترک داشته باشد.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۲ـ بین لایه‌های مجاور جوش و بین فلز جوش و فلز پایه امتزاج کامل برقرار باشد.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۳ـ تمام حوضچه‌های انتهایی باید به‌اندازه سطح مقطع کامل جوش پُر شوند. این حوضچه‌ها می‌توانند حاوی ترکهای ستاره‌ای باشند.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۴ـ مقطع جوش[12] باید مطابق بند ۳ـ۶ باشد.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۵ـ بریدگی لبه‌های جوش در اعضای اصلی که امتداد جوش عمود بر امتداد تنش کششی است، نباید بیش از ۰/۲۵ میلیمتر باشد. بریدگی مجاز در تمام موارد به ۱ میلیمتر محدود می‌شود.

۱۱ـ Quenched & tempered steel

۱۲ـ Weld profile

۹ـ۲۵ـ۱ـ۶ـ تخلخلهای سوزنی[۱۳] در جوشهای گوشه به‌یک عدد در هر ۱۰۰ میلیمتر طول جوش و قطر ۲ میلیمتر محدود می‌شوند، جوشهای گوشه که متصل‌کننده سخت‌کننده به‌جان هستند، از این قاعده مستثنی می‌باشند. در این مورد مجموع قطرهای تخلخلهای سوزنی نباید از ۱۰ میلیمتر در هر ۲۵ میلیمتر طول جوش و از ۲۰ میلیمتر در هر ۳۰۰ میلیمتر طول جوش تجاوز کند.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۷ـ اندازهٔ جوش در هر نوار پیوستهٔ یک‌عبوره می‌تواند به‌اندازهٔ ۱/۵ میلیمتر کمتر از اندازهٔ اسمی جوش گوشه باشد، مشروط بر اینکه طول ناحیه کم‌اندازه از ۱۰ درصد طول کل جوش تجاوز نکند. در جوش انتهایی جان به‌بال تیرها اجازهٔ کمبود اندازه[۱۴] در فاصله‌ای مساوی دو برابر عرض بال وجود ندارد.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۸ـ در درزهای لب‌به‌لب با جوش شیاری نفوذی کامل که امتداد درز عمود بر امتداد تنش کششی محاسباتی است، نباید هیچگونه تخلخل سوزنی وجود داشته باشد. در سایر موارد جوشهای شیاری، مجموع قطر تخلخلهای سوزنی به‌یک عدد در هر ۱۰۰ میلیمتر طول جوش و قطر ۲ میلیمتر محدود می‌شود.

۹ـ۲۵ـ۱ـ۹ـ بازرسی عینی جوشها می‌تواند به‌محض خنک شدن جوش تا دمای محیط آغاز گردد. در فولادهای خیلی پُرمقاومت با تنش تسلیم بزرگتر از ۶۰۰ نیوتن بر میلیمترمربع، بازرسیهای عینی باید ۴۸ ساعت بعد از تکمیل جوش انجام شود.

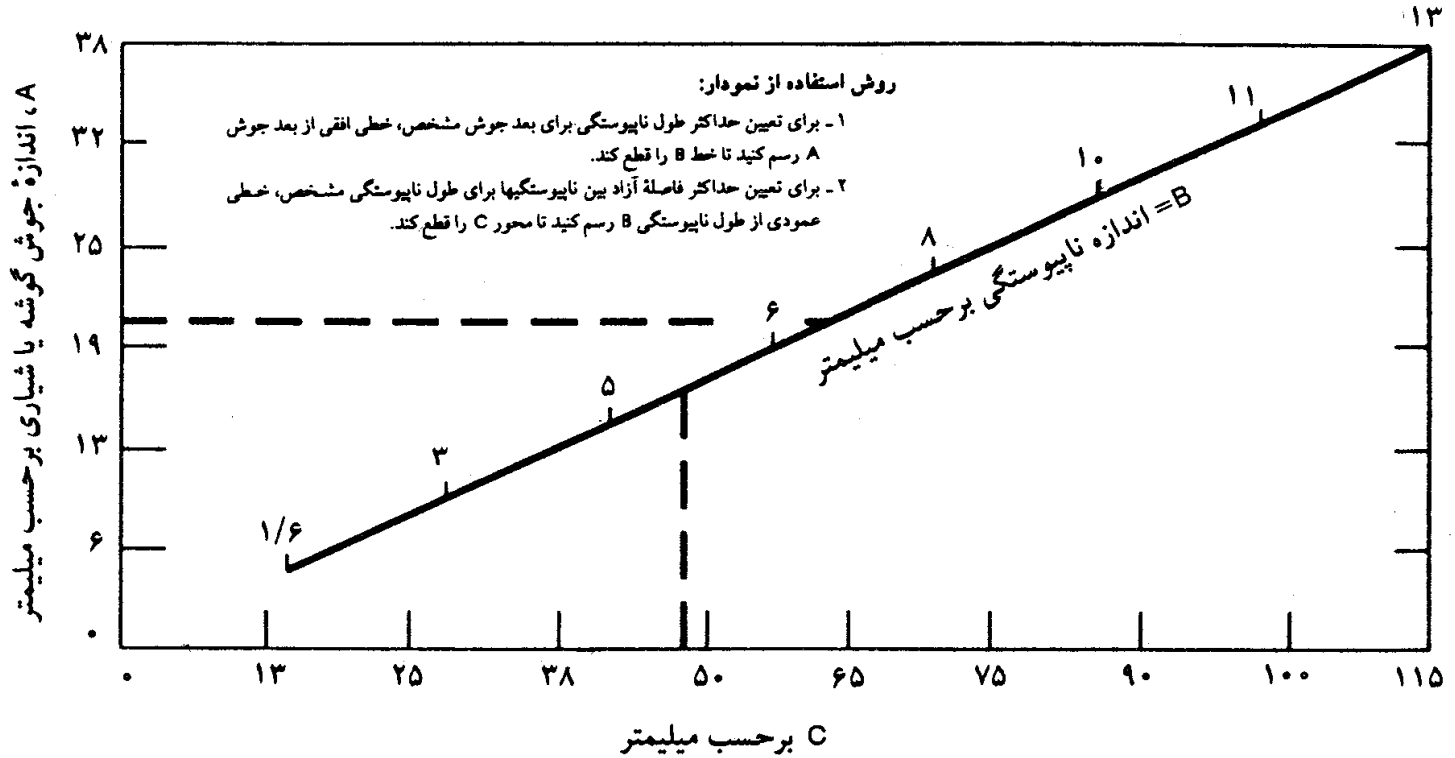
۹ـ۲۵ـ۲ـ بازرسیهای پرتونگاری و ذرات مغناطیسی

جوشهایی که علاوه بر بازرسی عینی تحت آزمایشهای پرتونگاری و ذرات مغناطیسی قرار می‌گیرند، نباید ترک داشته باشند و در صورتیکه آزمایشهای پرتونگاری و ذرات مغناطیسی هر نوع ناپیوستگی یا حفره طبق بندهای ۹ـ۲۵ـ۲ـ۱، ۹ـ۲۵ـ۲ـ۲، ۹ـ۲۵ـ۲ـ۳ یا ۹ـ۲۵ـ۲ـ۴ را نشان دهد، جوش غیرقابل پذیرش است.

۹ـ۲۵ـ۲ـ۱ـ در جوشهایی که تحت اثر تنشهای کششی قرار دارند، در صورتیکه بعد حداکثر ناپیوستگی (حفره) از نوع تخلخل یا عدم امتزاج بزرگتر از ۱/۵ میلیمتر باشد، برحسب اندازهٔ جوش، بعد حداکثر ناپیوستگی به‌مقدار B حاصل از شکل ۹ـ۷ محدود می‌شود. فاصلهٔ لبهٔ ناپیوستگی (از نوع تخلخل یا عدم امتزاج) تا لبهٔ ناپیوستگی دیگر و یا انتهای جوش و یا تقاطع جوش دیگر، نباید از مقدار C حاصل از شکل ۹ـ۷ بزرگتر گردد.

۱۳ـ Piping porosity

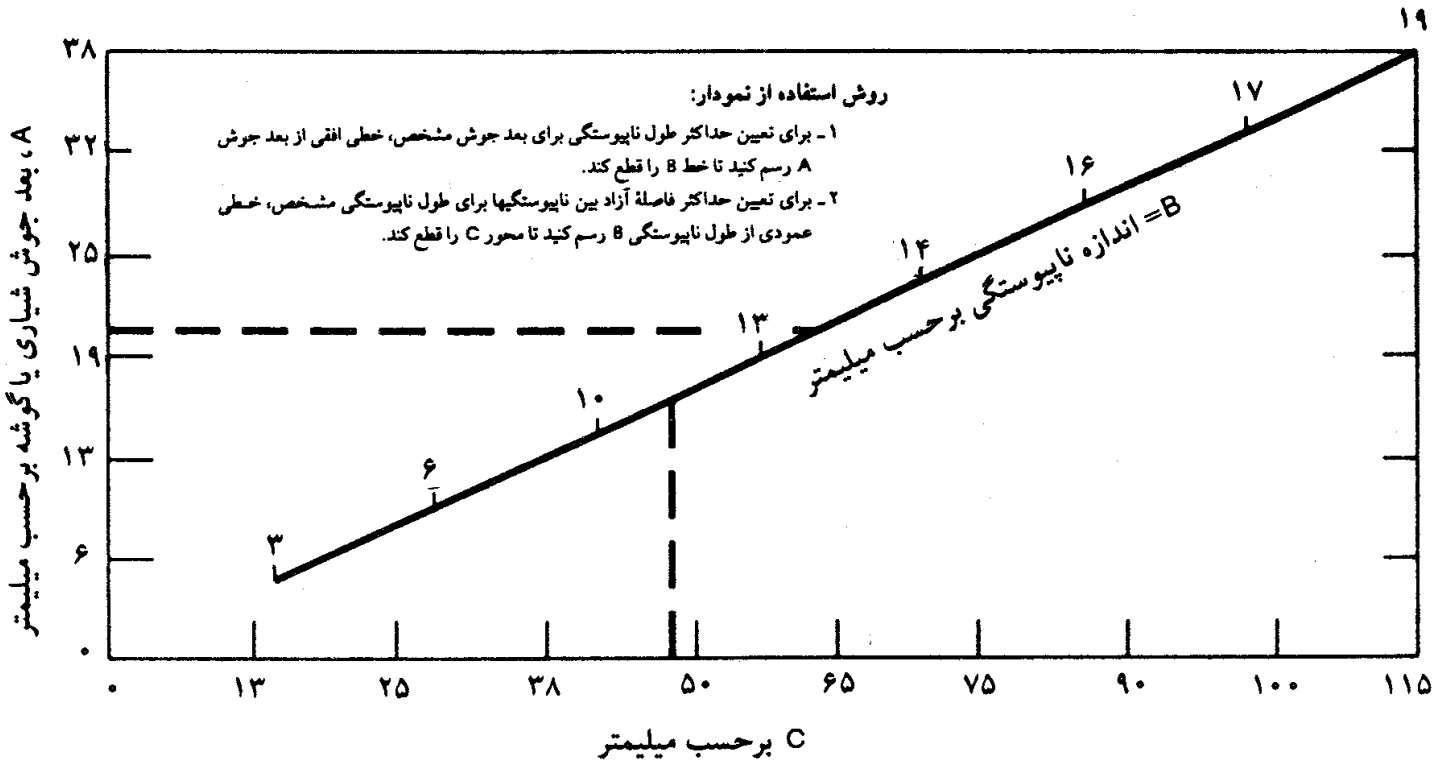
۱۴ـ Underrun



تذکر:

در صورتیکه فاصله بین ناپیوستگیهای مجاور کمتر از حداقل مقادیر شکل (۹ ـ ۷) باشد، طول ناپیوستگی برابر با مجموع طول ناپیوستگیها و فاصله بین آنها، به‌صورت یک ناپیوستگی واحد منظور می‌شود.

شکل ۹ ـ ۷ ـ شرایط پذیرش حفرات ناشی از تخلخل یا عدم امتزاج در جوشها تحت تنش کششی (بند ۹ـ۲۵ـ۲ـ۱).



تذکر:

در صورتیکه فاصله بین ناپیوستگیهای مجاور از حداقل مقادیر شکل (۹ ـ ۸) کمتر باشد، طول ناپیوستگی برابر با مجموع طول ناپیوستگیها و فاصله بین آنها، به‌صورت یک ناپیوستگی واحد منظور می‌شود.

شکل ۹ ـ ۸ ـ شرایط پذیرش حفرات ناشی از تخلخل یا عدم امتزاج در جوشها تحت تنش فشاری (بند ۹-۲۵-۲-۲).

۹ـ۲۵ـ۲ـ۲ـ برای جوشهایی که تنها تحت اثر تنشهای فشاری قرار دارند و مخصوصاً در نقشه‌های طراحی قید شده‌اند، اگر بزرگترین بعد ناپیوستگی از نوع تخلخل یا عدم امتزاج برابر یا بیش از ۳ mm باشد، برحسب اندازهٔ جوش، بعد حداکثر ناپیوستگی به‌مقدار B حاصل از شکل ۹ـ۸ محدود می‌شود. به‌علاوه طول آزاد بین لبهٔ دو ناپیوستگی نباید از مقدار C حاصل از همان شکل کمتر شود.

۹ـ۲۵ـ۲ـ۳ـ ناپیوستگیهایی به‌طولی کمتر از ۱/۵ میلیمتر که مجموع طولهای آنها از ۱۰ میلیمتر در هر ۲۵ میلیمتر طول جوش تجاوز می‌کند، غیرقابل پذیرش هستند (بدون توجه به‌موارد بندهای ۹ـ۲۵ـ۲ـ۱ و ۹ـ۲۵ـ۲ـ۲).

۹ـ۲۵ـ۲ـ۴ـ برای تمام جوشهایی با بعد بیش از ۳۸ mm، استفاده از منحنی مربوط به‌جوش با بعد ۳۸ mm در اشکال ۹ـ۷ و ۹ـ۸ امکان‌پذیر است.

۹ـ۲۵ـ۳ـ بازرسی با استفاده از امواج فراصوت [۱۵]

۹ـ۲۵ـ۳ـ۱ـ جوشهایی که علاوه بر بازرسی چشمی تحت آزمایشهای فراصوت قرار می‌گیرند، در صورتی قابل پذیرش هستند که تمام شرایط زیر را دارا باشند:

(۱) جوشهایی که تحت اثر تنشهای کششی (در هر حالتی) قرار دارند باید موارد جدول (۹ـ۳) را برآورده سازند.

(۲) جوشهایی که تحت اثر تنشهای فشاری هستند باید موارد جدول (۸ـ۲) را برآورده سازند.

۹ـ۲۵ـ۴ـ آزمایش با رنگ نافذ [۱۶] و ذرات مغناطیسی [۱۷]

ضوابط پذیرش در آزمایش با رنگ نافذ و ذرات مغناطیسی مطابق ضوابط پذیرش بازرسی عینی است.

۹ـ۲۵ـ۵ـ به‌غیر از جوشکاری ورقها با تنش تسلیم F_y بزرگتر از ۶۰۰ نیوتن بر میلیمترمربع، تمام بازرسیهای جوشکاری مورد اشاره در بندهای ۸ـ۱۵ـ۲، ۸ـ۱۵ـ۳، ۸ـ۱۵ـ۴، و ۸ـ۱۵ـ۵ را می‌توان بلافاصله بعد از خنک شدن جوش انجام داد. در مورد جوشکاری فولادهای خیلی پُرمقاومت ($F_y > ۶۰۰ N/mm^2$)، بازرسیها ۴۸ ساعت بعداز خنک‌شدن جوش آغاز می‌شود.

۱۵ـ Ultrasonic (U.T.)

۱۶ـ Liquid penetrant

۱۷ـ Magnetic particle

جدول ۹ ـ ۳ ـ ضوابط پذیرش بازرسی فراصوت (بند ۹ ـ ۲۵ ـ ۳ ـ ۱)

ضخامت جوش** برحسب میلیمتر و زاویه پروب												
ردهٔ ناپیوستگی*	۸ تا ۲۰	بیش از ۲۰ تا ۳۸	بیش از ۳۸ تا ۶۴			بیش از ۶۴ تا ۱۰۰			بیش از ۱۰۰ تا ۲۰۰			
	۷۰°	۷۰°	۷۰°	۶۰°	۴۵°	۷۰°	۶۰°	۴۵°	۷۰°	۶۰°	۴۵°	
A	+۱۰ وکمتر	+۸ وکمتر	+۴ وکمتر	+۷ وکمتر	+۹ وکمتر	+۱ وکمتر	+۴ وکمتر	+۶ وکمتر	−۲ وکمتر	+۱ وکمتر	+۳ وکمتر	
B	+۱۱	+۹	+۵ +۶	+۸ +۹	+۱۰ +۱۱	+۲ +۳	+۵ +۶	+۷ +۸	−۱ ۰	+۲ +۳	+۴ +۵	
C	+۱۲	+۱۰	+۷ +۸	+۱۰ +۱۱	+۱۲ +۱۳	+۴ +۵	+۷ +۸	+۹ +۱۰	+۱ +۲	+۴ +۵	+۶ +۷	
D	+۱۳ و بیشتر	+۱۱ و بیشتر	+۹ و بیشتر	+۱۲ و بیشتر	+۱۴ و بیشتر	+۶ و بیشتر	+۹ و بیشتر	+۱۱ و بیشتر	+۳ و بیشتر	+۶ و بیشتر	+۸ و بیشتر	

* برای دیدن ردهٔ ناپیوستگی به‌جدول ۹ ـ ۴ مراجعه شود.

** ضخامت جوش، ضخامت قطعهٔ نازکتر است.

۱ ـ ناپیوستگیهای ردهٔ B و C باید به‌فاصلهٔ 2L از یکدیگر فاصله داشته باشند. L طول بزرگترین ناپیوستگی است.

۲ ـ ناپیوستگیهای B و C باید به‌فاصلهٔ 2L از لبه فاصله داشته باشند. L طول ناپیوستگی است.

۳ ـ ناپیوستگیهایی که در تراز ریشهٔ جوش در جوشهای شیاری تمام‌نفوذی دوطرفه شناسایی می‌شوند، باید با حساسیت ۴ دسی‌بل بیشتر از حساسیت بند ۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۵ مورد جست‌وجو قرار گیرند.

۴ ـ اعداد داخل جدول، درجهٔ عیب d برحسب دسی‌بل می‌باشند. درجهٔ عیب در بند ۶ ـ ۱۹ ـ ۶ ـ ۵ تعریف شده است.

جدول ۹ ـ ۴ ـ ردهٔ ناپیوستگی و حفرات

A	ناپیوستگیهای وسیع[۱۸]	هر عیبی در این رده مردود است (بدون توجه به‌طول)
B	ناپیوستگیهای متوسط[۱۹]	هر عیبی در این رده با طول بزرگتر از ۲۰ میلیمتر مردود است
C	ناپیوستگیهای کوچک[۲۰]	هر عیبی در این رده با طول بزرگتر از ۵۰ میلیمتر مردود است
D	ناپیوستگیهای ریز[۲۱]	هر عیبی در این رده بدون توجه به‌طول یا محل قابل پذیرش است

تراز رویش[۲۲]

مسیر تابش*[۲۳] (میلیمتر)	بالای تراز مرجع (dB)
تا ۶۰	۲۰
۶۰ تا ۱۲۵	۲۵
۱۲۵ تا ۲۵۰	۳۵
۲۵۰ تا ۳۸۰	۴۵

* این ستون طول مسیر تابش است نه ضخامت قطعه

---

۱۸ ـ Large

۱۹ ـ Medium

۲۰ ـ Small

۲۱ ـ Minor

۲۲ ـ Scaning level

۲۳ ـ Sound path

پیوست ۱

فرآیندهای جوشکاری

۱ ـ جوش قوس الکتریکی با الکترود روکشدار (SMAW)

جوش قوس الکتریکی با الکترود روکشدار یکی از متداولترین، ساده‌ترین و شاید کارآمدترین روشهایی است که برای جوش فولاد ساختمانی به‌کار می‌رود. در محاورات فنی، این روش به‌نام جوش دستی (با الکترود) خوانده می‌شود.

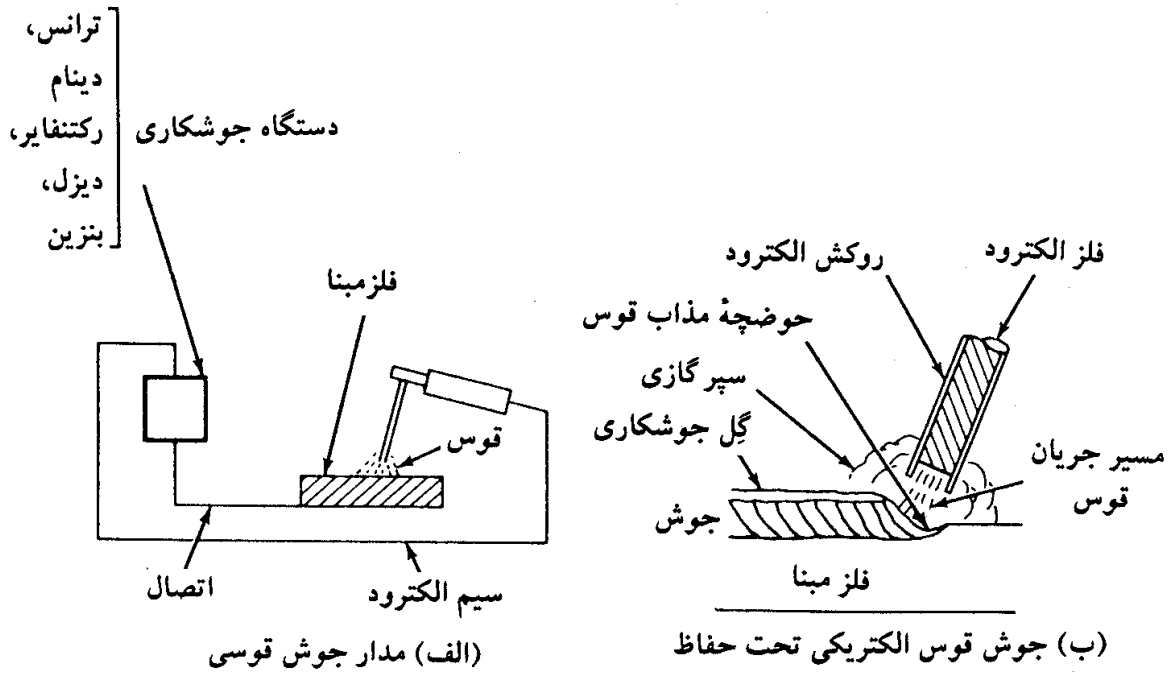
حرارت با برقرار نمودن قوس الکتریکی بین یک الکترود روکشدار و فلز پایه ایجاد می‌گردد. فلز پایه قطعاتی را گویند که باید بهم متصل گردند. مدار جوشکاری در شکل ۱ ـ الف، به‌نمایش درآمده است.

در جریان جوشکاری با ذوب فلز الکترود و فلز پایه، الکترود روکشدار مصرف می‌شود. فلز الکترود تبدیل به‌مادهٔ پُرکننده می‌شود و قسمتی از روکش به‌گاز حافظ و قسمت دیگر آن به‌گل جوشکاری تبدیل می‌گردد. روکش، مخلوطی گِل‌مانند از سیلیکاتهای سخت‌کننده و مواد گردی، مانند فلورایدها، کربناتها، اکسیدها، آلیاژهای فلزی و سلولز است. این مخلوط، پخته و فشرده شده تا روکشی سخت و خشک و متراکم را به‌وجود بیاورد.

روکش الکترود که همانند مادهٔ حفاظت‌کننده است، وظایف زیر را به‌عهده دارد:

(۱) با ایجاد سپر گازی، هوا را جدا ساخته، قوس را تثبیت می‌کند.

(۲) مواد دیگری مانند احیاءکننده‌ها را وارد فلز جوش کرده و بافت ساختمانی آن را بهبود می‌بخشد.



شکل ۱ ـ جوش قوس الکتریکی با الکترود روکشدار (جوشکاری دستی).

(۳) با ایجاد یک روکش از گل جوشکاری روی حوضچهٔ مذاب و جوش سخت‌شده، آنها را در مقابل اکسیژن و نیتروژن هوا محافظت کرده، در ضمن مانع سرد شدن سریع جوش می‌گردد.

۲ـ جوش قوس الکتریکی زیرپودری (SAW)

در جوشکاری به‌روش زیرپودری، مادهٔ حفاظت‌کننده، به‌صورت یک نوار پودری در روی درز ریخته می‌شود. سپس قوس الکتریکی توسط الکترود لخت در زیر این پودر برقرار می‌گردد. در حین جوشکاری، قوس زیرپودر برقرار شده و دیده نمی‌شود (شکل ۲).

الکترود فلزی لُخت، که در این نوع جوشکاری از آن استفاده می‌گردد، به‌مصرف پُر کردن درز می‌رسد. انتهای الکترود به‌طور دائم به‌وسیلهٔ پودر[۲] ذوب شده‌ای که روی آن لایهٔ دیگری از پودر ذوب نشده به‌صورت دانه‌ای قرار دارد حفاظت می‌گردد.

پودر که عامل مشخصهٔ این روش جوشکاری است، روکشی ایجاد می‌کند که اجازه می‌دهد عمل جوشکاری بدون پراکندگی، جرقه زدن یا ایجاد دود انجام پذیرد. پودر دانه‌ای به‌طور خودکار روی خط جوش و در پیشاپیش الکترود، که در حال حرکت به‌جلو می‌باشد، قرار می‌گیرد. این ماده حوضچه مذاب را در مقابل گازهای هوا محافظت نموده به‌تمیزی فلز جوش کمک می‌کند، در ضمن ترکیب شیمیایی فلز جوش را نیز بهبود می‌بخشد.

جوشهایی‌که به‌روش قوس الکتریکی زیرپودری ایجاد می‌شوند به‌طور معمول یکدست بوده، از کیفیت بالایی برخوردارند، شکل‌پذیری خوبی از خود به‌نمایش می‌گذارند، در مقابل ضربه مقاومت زیادی دارند، متراکمند و در مقابل عوامل خورنده به‌خوبی مقاومت می‌کنند. مشخصات مکانیکی چنین جوشهایی عموماً به‌همان خوبی فلز پایه می‌باشد.

جوشکاری به‌روش قوس زیرپودری اغلب برای جوش فولاد در کارخانه و برای کار با وسایل خودکار و نیمه‌خودکار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ـ جوش قوس الکتریکی تحت حفاظ گاز (GMAW)[۳]

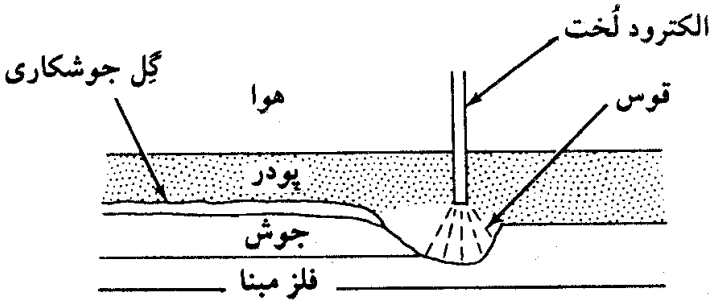
در این روش الکترود یک مفتول لخت ممتد است که از میان گیرهٔ الکترود گذشته، و با یک قرقره

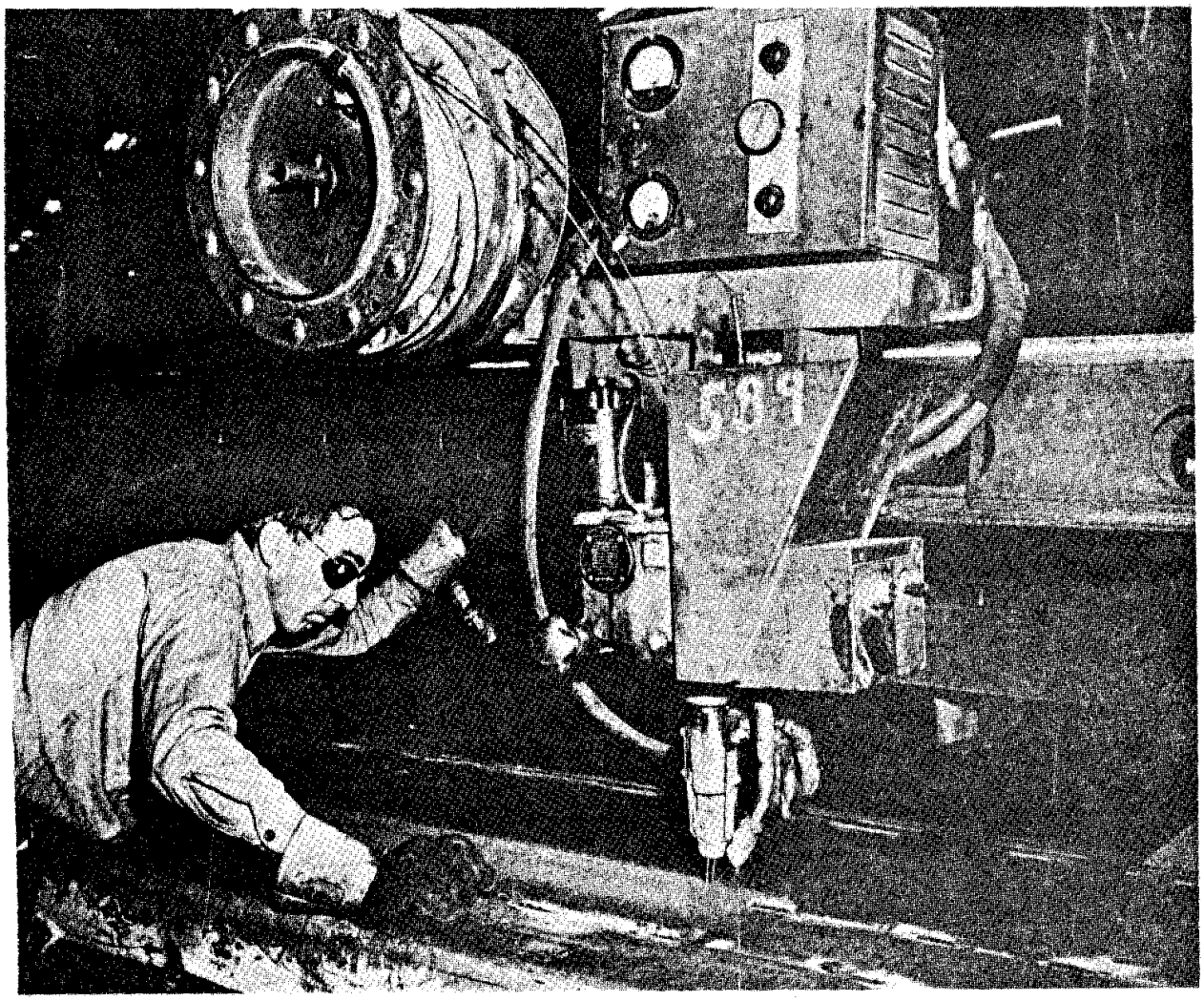
---

۱ - Submerged Arc Welding

۲ - Flux

۳ - Gas Metal Arc Welding

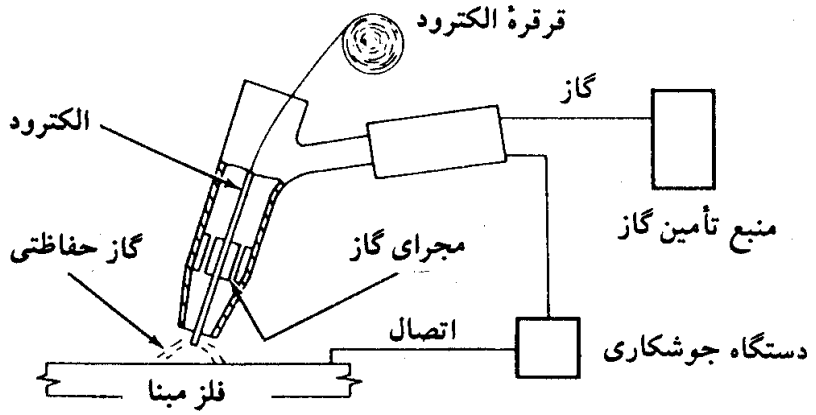




شکل ۲ - جوش قوس الکتریکی زیرپودری.

تغذیه می‌شود (شکل ۳).

حفاظت در این روش به‌طور اصولی با سپری از گاز غیرفعال صورت می‌گیرد. گازهای مرکب به‌طور معمول به‌تنهایی برای این منظور به‌کار نمی‌روند. فقط CO_2 (دی‌اکسید کربن) در این مورد استثناء است. استفاده از CO_2 به‌تنهایی و یا مخلوط با دیگر گازهای غیرفعال به‌طور وسیعی در جوشکاری فولاد رواج پیدا کرده است.



شکل ۳ ـ جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی.

۴ ـ جوش قوس الکتریکی با الکترود توپودری (FCAW) [۴]

این روش جوشکاری شبیه جوشکاری به‌روش تحت حفاظ گاز است، با این تفاوت که الکترود ممتد فلزی آن لوله‌ای‌شکل بوده، مواد حفاظتی را در داخل خود دارا می‌باشد. این ماده همان نقشی را به‌عهده دارد که روکش در روش جوش قوس الکتریکی با الکترود روکشدار، و یا پودر در روش جوش زیرپودری به‌عهده داشتند. در مورد مفتولهای قرقره‌پیچ، حفظ روکش بر روی سیم امکان ندارد. به‌این جهت سپر گازی به‌وسیلهٔ پودر مغزی تأمین می‌گردد اما حفاظت بیشتر اغلب به‌وسیلهٔ گاز CO_2 انجام می‌گیرد.

جوشکاری گاز الکتریکی (EGW) [۵]

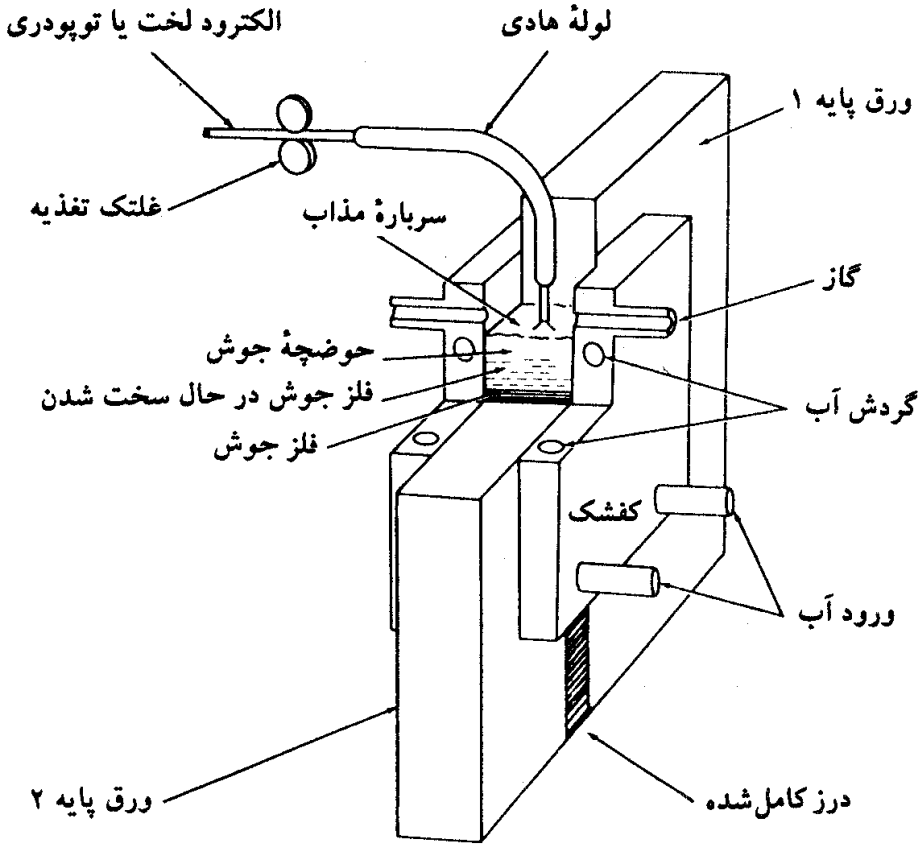
همانطور که شکل نشان می‌دهد، جوشکاری گاز الکتریکی، یک روش ماشینی خودکار برای جوشکاری درزها در وضعیت قائم است. در این روش هم از الکترود ممتد لخت و هم از الکترود توپودری می‌توان استفاده نمود. این روش قادر به‌پُر کردن درز جوش ورقهای ضخیم با یک بار عبور می‌باشد. شیار جوش از دو طرف توسط دو کفشک که توسط جریان آب خنک نگهداشته می‌شود، احاطه می‌شود. کفشک همراه با پیشرفت جوشکاری، به‌سمت بالا حرکت می‌کند. در نتیجه حوضچهٔ مذاب از دو طرف به‌طور کامل محصور شده و از ریزش آن جلوگیری می‌شود. جوش را می‌توان با دمیدن گاز و یا استفاده از الکترود توپودری محافظت نمود.

جوشکاری سربارهٔ الکتریکی (ESW) [۶]

همانطور که شکل نشان می‌دهد، جوشکاری سربارهٔ الکتریکی مشابهٔ جوشکاری گاز الکتریکی است

---

۴ ـ Flux Core Arc Welding
۵ ـ Electro Gas Welding
۶ ـ Electro Slag Welding

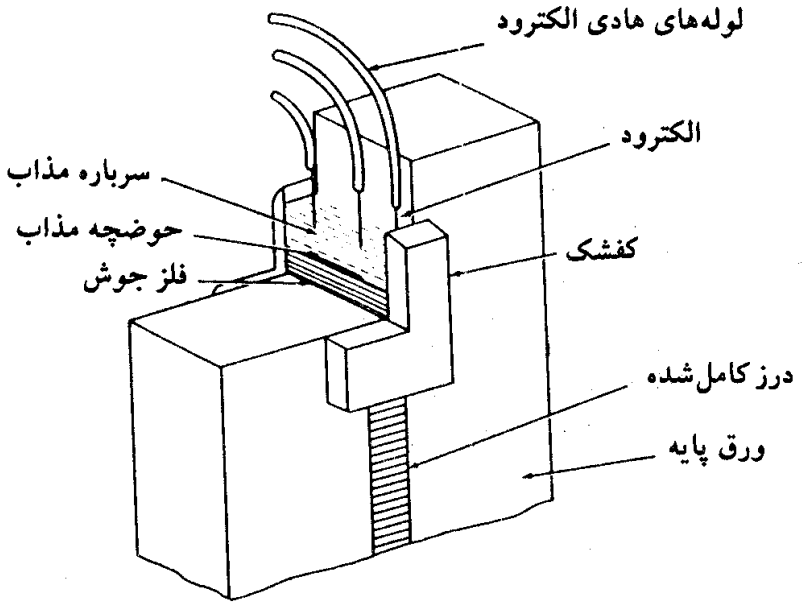


شکل ۴ ـ جوشکاری گاز الکتریکی با الکترود توپودری.

با این تفاوت که جوشکاری به‌کمک حرارت حاصل از مقاومت سربارهٔ جوش در مقابل جریان الکتریکی صورت می‌گیرد. سربارهٔ مذاب باعث محافظت جوش شده و از طرف دیگر باعث ذوب مفتول و لبه‌های ورق می‌شود. سرباره در حالت‌جامد هادی الکتریسیته نیست، در نتیجه برای شروع جوشکاری به‌حرارت قوس الکتریکی برای ذوب سرباره نیاز است. اما با توجه به‌اینکه عملیات اصلی جوشکاری به‌واسطهٔ حرارت حاصل از مقاومت سرباره در مقابل جریان الکتریکی صورت می‌گیرد، این جوش در حقیقت جوش قوس الکتریکی نیست. کفشکهای هادی جوش می‌توانند به‌صورت مصرف شدنی یا مصرف نشدنی باشند. با این روش می‌توان درز با هر ضخامتی را با یک بار عبور جوش نمود. به‌طور اصولی جوشکاری گاز الکتریکی و سربارهٔ الکتریکی برای درزها با ضخامت زیاد توجیه اقتصادی دارند. به‌واسطهٔ سرعت کم پیشروی جوشکاری، نوار جوش حاصل دارای بافت درشتی خواهد بود و در نتیجه طاقت [۷] نمونهٔ زخمدار آن کم خواهد بود.

---

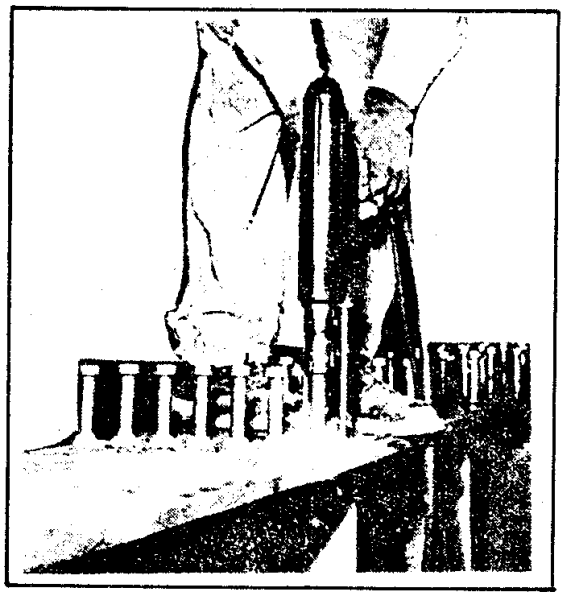
۷ ـ Notch toughness



شکل ۵ ـ جوش سربارهٔ الکتریکی.

جوشکاری گلمیخ[۸]

متداولترین روش برای جوش گلمیخ به‌فلز پایه، جوش قوسی گلمیخ[۹] نام دارد. این روش مشابه جوشکاری قوسی با الکترود می‌باشد که در آن گلمیخ نقش الکترود را بازی می‌کند و در نتیجه قوس الکتریکی بین پای گلمیخ و فلز پایه به‌وجود می‌آید. حرارت حاصل باعث امتزاج پای گلمیخ و سطح فلز پایه می‌شود. برای کنترل عملیات و حرارت حاصل، گلمیخ درون یک وسیلهٔ تپانچه‌شکل



شکل ۶ ـ جوشکاری گلمیخ.

۸ ـ Stud welding

۹ ـ Stud arc welding

قرار می‌گیرد و برای محافظت حوضچه مذاب، حلقهٔ سرامیکی در پای گلمیخ قرار داده می‌شود. امتداد تپانچه عمود بر فلز قرار گرفته و به‌آن نزدیک می‌شود تا قوس الکتریکی بین سر گلمیخ و فلز پایه برقرار گردد. حوضچه مذاب در داخل حلقهٔ سرامیکی تشکیل می‌شود. بعد از لحظه‌ای کوتاه، تپانچه گلمیخ را بر حوضچه مذاب فرو می‌کند و مقداری از فلز مذاب به‌صورت ماهیچه‌ای در پیرامون تنهٔ گلمیخ بیرون می‌زند که به‌آن ترشح می‌گویند. در مدت زمان کمتر از یک ثانیه، جوش نفوذی کامل بین سطح مقطع گلمیخ و فلز پایه به‌وجود می‌آید.

پیوست ۲

برنامه‌ریزی آزمایشها

یکی از سؤالات مهمی که در برنامه‌ریزی آزمایشات جوش پیش می‌آید، تعیین درصدی از جوشها میباشند که باید مورد آزمایش غیرمخرب قرار گیرند. آیین‌نامه در متن اصلی خود اشارهٔ صریحی به‌این موضوع نکرده است، لیکن در بند ۶ ـ ۸ به‌روشنی از آزمایش کامل (بند ۶ ـ ۸ ـ ۱)، آزمایش جزیی (بند ۶ ـ ۸ ـ ۲)، و خال آزمایش (بند ۶ ـ ۸ ـ ۳) نام برده است. در تعیین میزان آزمایشها دو واقعیت اثر متقابل برهم دارند، هزینهٔ آزمایشها، و سلامتی و ایمنی جوشها. بدون‌شک روشی که با حداقل هزینه، حداکثر ایمنی مطلوب را به‌وجود آورد، مورد توجه خواهد بود. در جدول پ ـ ۲ ـ ۱ دستورالعملی که در اکثر قراردادهای ساخت قطعات فولادی مورد استناد قرار می‌گیرد، ارائه شده است. مأخذ این جدول برای نویسنده معلوم نیست ولی استفاده از آن می‌توان با ملحوظ داشتن شرایط زیر منطقی باشد:

۱ ـ جدول مذکور جزء اصلی آیین‌نامه نیست.

۲ ـ کلیهٔ آزمایشهای نسبی مشمول شرایط بندهای ۶ ـ ۸ ـ ۲ و ۶ ـ ۸ ـ ۳ که مربوط به‌آزمایشهای جزیی یا خال آزمایش است می‌شوند و در برخورد با هرگونه عیبی در این آزمایشها، باید مطابق تذکرات این دو بخش عمل گردد.

جدول پ ۲ ـ ۱ ـ میزان آزمایشهای غیرمخرب هنگام تولید

نوع جوش مورد آزمایش	نوع آزمایش
۱ ـ صددرصد کلیهٔ جوشها	بازرسی چشمی
۲ ـ صددرصد جوشهای لب‌به‌لب عرضی بالهای کششی، اعضای کششی خرپاها، ۱/۶ عمق جان تیرها در مجاورت بال کششی*	پرتونگاری یا فراصوت
۳ ـ ده درصد جوشهای لب‌به‌لب طولی بالهای‌کششی و اعضای‌کششی‌خرپاها	پرتونگاری یا فراصوت
۴ ـ بیست درصد جوشهای لب‌به‌لب عرضی و طولی در بالهای فشاری و اعضای فشاری خرپاها	پرتونگاری یا فراصوت
۵ ـ بیست درصد جوشهای لب‌به‌لب عرضی جان تیرها که شامل بند ۲ فوق نمی‌باشد و جوشهای لب‌به‌لب طولی جان تیرها	پرتونگاری یا فراصوت
۶ ـ ده درصد جوش گوشه بال به‌جان	براده مغناطیسی یا رنگ نافذ

* در صورت حصول نتایج مثبت، مهندس مشاور می‌تواند دستور تقلیل آزمایشات را تا سقف ۵۰ درصد صادر نماید.

واژه‌نامه انگلیسی به‌فارسی

A

Access hole	سوراخ دسترسی
Acid etching	حک اسید
Aging	کهولت
Alignment	هم‌محوری
All positions welded	جوش تمام‌وضعیت
Amplitude	دامنه
Approved procedures	دستورالعمل تأییدشده
Arc cutting	برش با قوس الکتریکی
Arc strike	لکهٔ قوس
Assembling	مونتاژ و جمع کردن
Attachment	قطعات الحاقی
Attenuation factor	ضریب کاهندگی
Attenuator	کنترل کاهندگی

B

Back bar	تسمهٔ پشت‌بند جوش
Back gouging	شیارزنی از پشت
Back reflection	انعکاس پشت
Back weld	جوش پشت
Backing	پشت‌بند زدن
Base Material	مصالح پایه
Bearing joints	درزهای تماسی
Bend test	آزمایش خم
Bevel	پخ زدن
Boxing (end returns)	قلاب انتهایی
Built up members	اعضای ساخته‌شده از چند نیمرخ

C

CHARPY notch Test	آزمایش شارپی
Calibration	واسنجی
Camber	پیش‌خیز
Certification	تشخیص صلاحیت
Chipping	ضربه زدن ـ تیشه‌ای کردن
Cluster of rounded indications	خوشهٔ حفرات
Comment	توصیه
Complete Joint Penetration	درز با نفوذ کامل
Concave	مقعر
Consumable guide metal	فلز جوش مصرف‌شدنی
Convex	محدب
Corner reflector	انعکاس گوشه
Couplant	روغن واسطه
Cover plate	ورق پوششی
Crack	ترک
Crater	چالهٔ انتهایی
Cyclic life	عمر خستگی
Cyclic loading	بارگذاری دوره‌ای یا خستگی

D

dB value	مقدار دسی‌بل
Depression	گودافتادگی جوش
Direction of welding	امتداد جوشکاری
Discontinuity	ناپیوستگی
Display	صفحه نمایش
Distance calibration	واسنجی فاصله
Dye penetration inspection	آزمایش‌با رنگ‌نافذ

E

Effective Weld Areas	سطح‌مقطع‌مؤثرجوش
Electric arc cutting	برش با قوس الکتریکی

Electro Gas Welding
جوشکاری به‌روش گاز الکتریکی
Electro Slag Welding
جوشکاری به‌روش سربارهٔ الکتریکی
Electrode in tandem الکترود مضاعف
Electronic imaging systems
سیستم‌های تصویری الکترونیک
Elongated طول افزایش‌یافته
Excessive Concavity تقعر بیش از حد
Excessive weld prosity تخلخل بیش از حد
Exposed نما
Exposure شرایط محیطی

F

Fabrication/Erection inspection and testing
آزمایشات و نظارت مونتاژ و نصب
Face وجه
Face Reinforcment گردهٔ جوش
Faying surfaces سطوح در تماس
Field کارگاه
Filler metal مصالح پرکننده
Fillet weld break شکست مصالح جوش
Fillet weld جوش گوشه
Fin ریز
Fit جفت و جور
Flush ریزش
Flux پودر جوشکاری
Flux Core Arc Welding
جوشکاری قوسی با الکترود توپودری

G

Gain control کنترل بهره
Gas Metal Arc Welding
جوشکاری قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود فلزی
Gas Tungsten Arc Welding
جوشکاری قوسی تحت‌حفاظ گاز با الکترود تنگستن
Glass tape پشت‌بند شیشه‌ای
Gouging شیارزنی
Grinding سنگ زدن
Guide tube لولهٔ هادی
Guided-bend test آزمایش خم هدایت‌شده

H

Heat affected zone
ناحیهٔ تفتیده ـ ناحیهٔ متأثر از حرارت جوش
Heat cutting برش حرارتی (هواگاز)

I

IIW reference block قطعه و مرجع IIW
IQI= Image Quality Indicator
نشانهٔ کیفیت تصویر
Inclusion تداخل گِل جوشکاری
Incomplete fusion امتزاج ناقص
Indicating rating درجهٔ عیب
Indication level تراز تشخیص
Inpact test آزمایش ضربه
Intermittent منقطع
Intermittent fillet welds جوش گوشهٔ منقطع
International Institude of Welding
انستیتو بین‌المللی جوش
Interpass عبورهای میانی

J

Jigs and fixtures گیره و قالب
Joint root opening فاصلهٔ ریشه

L

Leading edge لبهٔ هادی
Liquid penetrant مایع نافذ
Longitudinal bend test (face and root)
آزمایش خم طولی
Low Hydrogen کم‌هیدروژن

M

Machining	تراشکاری
Macroetch	آزمایش حک
Magnetic particle	آزمون ذرات مغناطیسی
Maching weld	جوش سازگار
Manual	دستی
Medium	متوسط
Minor	کوچک
Molding shoe	کفشک قالب
Multiple electrode	الکترود چندگانه
Multiple pass	عبور چندگانه

N

Non low Hydrogen	فرآیند غیرکم‌هیدروژن
Nondestructive Test (N.D.T)	آزمونهای غیرمخرب
Notch	زخم
Notch toughness	طاقت زخم

O

Operator qualification	ارزیابی اپراتور
Over heating	اضافه گرمایش
Over lap	پوشش
Oxyfuel gas	هواگاز
Oxyfuel gas cutting	برش هواگاز
Oxyfuel gas gouging	شیارزنی هواگاز

P

Painted surface	سطح رنگ‌شده
Parallel electrodes	الکترودهای موازی
Partial testing	آزمون جزیی
Peening	کوبش
Piping porosity	تخلخل مویینه یا سوزنی
Plug and slot weld	جوش انگشتانه و کام
Porosity	تخلخل
Position	وضعیت
Preheat	پیش‌گرمایش
Preheat and interpass temprature	دمای پیش‌گرمایش و عبورهای میانی
Prequalified	پیش‌پذیرفته
Procedure	دستورالعمل
Procedure Qualification Test	آزمون ارزیابی دستورالعمل جوشکاری
Punch	سوراخ‌کن

Q

Qualification	ارزیابی
Qualification of process, procedure and joint deatail	ارزیابی فرآیند دستورالعمل
Quenched & tempered steel	فولاد با اصلاح گرم و سرد

R

RC resolution reference test block	قطعه مرجع RC
Radiation imaging system	سیستم تصویرسازی با پرتونگاری
Radiography test (R.T)	آزمون پرتونگاری
Reduced section tension test	آزمایش کشش مقطع کاهش‌یافته
Reentrant corners	گوشه
Reference level	تراز مرجع
Refraction	انکسار
Reject	مردود شدن
Resolution	تفکیک
Restriction ring	حلقهٔ مقیدکننده
Retest	آزمون مجدد
Reversal of stress	تنش معکوس
Root face	وجه ریشه
Root opening	فاصلهٔ ریشه
Root pass	عبور ریشه
Rounded	گرد شده

S

Scan	روبش
Scaning level	تراز روبش
Scaning pattern	طرح روبش
Sequence	توالی
Shear wave mode	مود موج برشی
Sheilded Metal Arc Welding	جوش قوسی با الکترود روکشدار
Shop	کارخانه
Shop assembly	مونتاژ در کارخانه
Short circuiting transfer	انتقال مدار بسته
Shrinkage stress	تنش جمع‌شدگی
Single electrode	الکترود تک
Slag	گِل جوشکاری
Slag inclusion	تداخل گِل جوشکاری
Solid nonfusing shoe	کفشک
Sound path	مسیر صوت
Source	منبع
Spacer	فاصله‌دهنده
Spacer bar	میلهٔ فاصله‌دهنده
Spatter	پاشیدگی
Specimen	آزمونه
Split layer	لایهٔ مضاعف
Spot testing	خال آزمایش
Square groove	شیار ساده
Stress relief heat treatment	تنش‌زدایی با پس‌گرمایش
Stud arc welding	جوش قوسی گلمیخ
Submerged Arc Welding	جوش زیرپودری

T

Tabs	ناودان انتهای جوش
Tack welders	خال‌جوشکار
Tandem	دوتایی
Test plate	ورق آزمایشی
Test specimens	آزمونه
Thermal cutting	برش حرارتی
Travel speed	سرعت جوشکاری

U

UT= Ultrasounic Test	آزمون فراصوت
Under cut	بریدگی لبه‌های جوش
Under size weld	جوش کمتر از اندازه

V

Verification inspector	بازرس تأیید
Visual Inspection	بازرسی عینی

W

W.P.S. qualification	ارزیابی دستورالعمل جوشکاری
W.P.S=Welding Procedure Specification	دستورالعمل جوشکاری
Web copes	سوراخ دسترسی جان
Weiver (illuminator)	مشاهده‌گر
Weld cleaning	تمیزکاری جوش
Weld profile	مقطع جوش
Weld reinforcement	گردهٔ جوش
Weld tab	ناودان انتهایی
Welder qualification	ارزیابی جوشکار
Welders	جوشکار
Welding Procedure Qualification	ارزیابی دستورالعمل جوشکاری
Welding Processes	فرآیند جوشکاری (روش جوشکاری)
Welding heat input	گرمای ناشی از جوشکاری
Welding operator	اپراتور جوشکاری

نمایه

آزمایش ارزیابی مواد مصرف شدنی جوش، ۱۶۰
آزمایش پرتونگاری، ۹۷، ۱۲۵، ۱۳۳، ۱۷۱، ۲۳۳
آزمایش جزیی، ۲۳۲
آزمایش حک اسید، ۱۵۳، ۱۷۰
آزمایش خم، ۹۷
آزمایش خمش طولی (رویه و ریشه)، ۱۵۳
آزمایش خمش هدایت‌شده، ۱۳۳، ۱۸۹
آزمایش رادیوگرافی، ۳۲۰
آزمایش شارپی، ۹۷
آزمایش شکست جوش گوشه، ۱۹۲
آزمایش ضربه، ۱۲۳
آزمایش غیرمخرب، ۱۷۱
آزمایش فراصوتی، ۲۴۴
آزمایش کششی مقطع کاهش‌یافته، ۹۷
آزمایش مجدد، ۱۹۷، ۲۱۰
آزمایشهای ارزیابی، ۱۳۲
آزمون فراصوت، ۱۲۵
آزمونه‌های جوش، ۱۵۱
آزمونه‌های خمش ریشه، رویه و جانبی، ۱۷۰، ۱۹۲
اپراتورهای جوشکاری، ۱۳۲
ارزیابی اپراتورهای جوشکاری، ۱۳۱
ارزیابی جوشکاران، ۱۳۱، ۱۷۴
ارزیابی خال جوشکاران، ۱۳۱، ۲۱۱
ارزیابی دستورالعمل جوشکاری، ۳، ۱۶، ۱۳۱
اصلاح سرد و گرم، ۱۲۴
اضافه طول، ۳۳۳
اظهار نظر مهندس، ۸۲
الکترود تک، ۱۱۷، ۱۲۰
الکترود چندگانه، ۲۰۰
الکترود موازی، ۱۱۷، ۱۲۰
الگوهای روبش، ۲۶۴
امتزاج ناقص، ۹۴
امواج فراصوت، ۳۴۱
انتقال مداربسته، ۱۳۳
انتهای پله‌ای، ۸۲
اندازه‌گیری فاصله، ۲۶۱
اندازهٔ پروب، ۲۴۵، ۲۵۳، ۲۶۱
انعکاس‌گر گوشه، ۲۴۹
انکسار، ۲۴۸
بازرسی عینی، ۲۲۹
بارهای دوره‌ای، ۳۱۷
بازتابش، ۲۳۸
بازرس تأیید، ۲۲۶
بازرسی و آزمایشهای تأیید، ۲۲۵
بازرسی و آزمایشهای ساخت، نصب، ۲۲۵
برش آزمونه، ۱۵۳
برش حرارتی، ۴، ۷۶
برشکاری با قوس الکتریکی، ۴
برشکاری قوسی، ۷۱
برشکاری گرمایی، ۷۱
برش لبه، ۸
برش هواگاز، ۷۱
بریدگی، ۹۱
بریدگی پای جوش، ۹۴، ۱۱۷، ۱۱۹، ۱۲۲، ۱۹۳، ۲۰۹
پاشیدگی، ۹۸
پای جوش، ۱۱۲، ۱۱۸، ۱۷۳
پایه، ۱۷۰
پژواک پشت، ۲۶۴
پلیسه، ۲۷۵
پودر، ۱۰۲
پودر جوشکاری، ۱۳۹
پوشش نازک ضدزنگ، ۷۲
پیچهای اتکایی، ۲۹۳
پیش‌ارزیابی‌شده، ۱۳۲، ۱۶۳
پیش‌پذیرفته، ۲۸۱
پیش‌خیز، ۸۴
پیش‌گرمایش، ۸۳
پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی، ۱۰۲
پیش‌مونتاژ، ۸۴
تابش، ۲۳۸
تار شدن، ۲۴۲

تأیید کیفیت، ۲۷۵
تحدب جوش، ۱۷۳
تخلخل، ۸۱، ۱۲۲
تخلخل بیش از حد، ۹۴
تخلخلهای سوزنی، ۳۳۸
تداخل، ۱۹۴، ۲۰۹
تراز تابش، ۳۱۴، ۳۴۲
تراز تشخیص، ۲۵۶
تراز مرجع، ۲۵۷
تراشکاری، ۷۶، ۹۳
ترک، ۱۹۳، ۲۰۹
ترکیبات فولاد، ۱۰۶
تسمهٔ پشت‌بند، ۸، ۲۱، ۷۷، ۷۸، ۹۹، ۱۱۲، ۱۱۸، ۱۱۹، ۲۳۴، ۲۹۰، ۳۱۶
تسمهٔ فاصله‌دهنده، ۱۱۸
تصویرسازی الکترونیکی، ۲۶۶
تعمیر ترکهای بزرگ، ۹۴
تغییر در جهت جوشکاری، ۱۷۵
تفکیک، ۲۵۸، ۲۶۰
تقعر، ۱۷۳
تقعر بیش از حد، ۹۴
تقه‌کاری، ۹۷
تمیزکاری جوش، ۹۸، ۱۵۱
تنش‌زدایی به‌کمک حرارت، ۱۰۸
تنشهای انقباضی، ۹۷
تنشهای معکوس، ۱۲۴
توالی جوش، ۸۲
جست‌وجو (روبش)، ۲۵۶
جفت شدن، ۸۹
جوش انگشتانه و کام، ۱۲۶
جوش پشت، ۸، ۲۲، ۱۳۵
جوش پیش‌پذیرفته، ۳، ۱۸، ۲۰، ۵۹
جوش چندعبوره، ۱۰۲
جوش سازگار، ۱۰۱
جوش شیاری با نفوذ کامل، ۱۹
جوش قوس الکتریکی زیرپودری، ۳۴۵
~ ، پودر، ۳۴۵
~ ، توپودری، ۳۴۷
جوش قوسی با الکترود توپودری، ۳، ۱۰، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۴۴، ۱۳۸
جوش قوسی با الکترود روکشدار، ۳، ۹، ۱۰، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۴۳، ۴۵، ۱۰۱، ۱۰۹
جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود مغزی، ۳، ۹، ۱۰، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۵۸، ۵۹، ۱۰۱، ۳۴۵
جوش قوسی تحت حفاظ گاز با الکترود و تنگستن، ۳، ۱۰، ۴۴، ۱۰۱
جوش قوسی زیرپودری، ۳، ۹، ۱۰، ۱۶، ۱۹، ۴۳، ۴۵، ۱۰۱، ۱۱۳
جوشکاران، ۱۳۲
جوشکاری ارزیابی‌شده، ۱۳۱
جوشکاری تحت حفاظ گاز، ۱۲۷
جوشکاری تحت شرایط غیرمتعادل، ۷۲
جوشکاری تحت‌شرایط گیرداری خارجی‌سخت، ۸۳
جوشکاری در فولادهای اصلاح‌شده، ۱۰۶
جوشکاری دستی، ۱۷۶
جوشکاری سرباره الکتریکی، ۳، ۱۰۲، ۱۰۶، ۳۴۷
جوشکاری سربارهٔ الکتریکی، جوشکاری گاز الکتریکی، ۱۲۳، ۱۳۹
جوشکاری گاز الکتریکی، ۱۰۲، ۱۰۶، ۳۴۷
جوشکاری گلمیخها، ۱۰۶، ۲۷۳، ۳۴۹
جوشکاری ورق آزمایشی، ۱۴۳
جوشهای بخیه، ۳۰۰
جوشهای شیاری منقطع، ۳۰۴، ۳۲۵
جوشهای گوشه منقطع، ۲۹۴
جوشهای مداربسته، ۱۶
چاله، ۱۷۳
چالهٔ انتهای جوش، ۸۱
چشمه، ۲۳۳
چند نیمرخ، ۳۰۰
حداقل تحدب، ۹۱
حرارت القایی جوشکاری، ۱۰۲
حرارت‌بین پاس، ۸۳
حفره، ۱۹۴، ۲۰۹

حک اسید، ۹۴
حلقه مقیدشده، ۱۸۱
حوضچهٔ انتهایی، ۹۴
خال آزمایش، ۲۳۲
خال‌جوشکاران، ۱۳۲
خط افتادن، ۲۴۲
خنک‌شونده توسط آب، ۱۴۰
درجه عیب، ۲۵۶، ۲۵۷
درزگیری، ۹۷
درزهای پیش‌پذیرفته، ۱۶
دستورالعمل جوشکاری، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۲۷، ۱۳۴، ۱۹۹
دستورالعمل جوشکاری زیرپودری با الکترودهای چندگانه، ۱۱۹
دستورالعمل جوشکاری قوسی با الکترود روکشدار، ۱۱۱
دستورالعمل جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت حفاظ گاز و جوشکاری قوسی با الکترود توپودری با الکترود تک، ۱۲۱
دستورالعمل جوشکاری و جزییات درز، ۱۲۳، ۱۲۷
دستورالعملهای خاص ۲، ۳، ۸۲
دگمه تنظیم دسی‌بل، ۲۴۶، ۲۵۲، ۲۵۹، ۲۶۱، ۲۵۶
ذرات مغناطیسی، ۹۴، ۳۱۳، ۳۴۱
ذوب عمقی، ۱۷۳
رنگ نافذ، ۹۴، ۳۱۳، ۳۴۱
روشهای جوشکاری، ۱۳۴
روغن واسطه، ۲۴۵، ۲۵۳
ریجکت کنترل، ۲۵۲، ۲۵۶
زخم، ۷۶
سرامیک، ۲۷۳
سرباره جوش، ۱۲۶، ۲۰۰
سرد و گرم، ۱۰۸
سرعت حرکت الکترود، ۱۳۲، ۱۳۶
سطح رنگ‌شده، ۲۴۵
سطح فعال پروبهای عمودی، ۲۴۶
سطح همتراز، ۹۳
سطوح در تماس با هم، ۱۱۳
سنگ‌زنی، ۷۶، ۹۳
سوراخهای دسترسی، ۷۶
سوزنی، ۳۰۸
سیستمهای تصویرسازی پرتویی، ۲۳۱
شاخص کیفیت تصویر، ۲۳۳
شکافهای عبور شیار جوش، ۷۶
شکست جوش گوشه، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۱۲
شکل انتقال فلز در عرض قوس، ۱۳۸
شیارزنی، ۷۴، ۷۶، ۷۹
شیارزنی با الکترود ذغالی، ۴، ۷۴، ۹۳
شیارزنی با هوا و گاز، ۴
شیارزنی توسط برش هواگاز، ۹۳
شیار ساده، ۱۳۹
صفحه‌نمایش، ۲۴۶
صفحه نمایش نوع A ، ۲۴۶
ضخامت ریشه، ۸، ۲۱، ۴۵، ۷۹، ۱۱۹
ضربانی، ۲۴۶
ضریب کاهندگی، ۲۵۶
ضوابط فلز الکترود، ۱۰۱
طاقت نمونه زخمدار، ۳۴۸
طول مسیر صوت، ۲۵۶
عبور ریشه، ۱۱۲
عرض تجمعی، ۷۴
عمر خستگی، ۳۱۷
غیرذوبی به‌ذوبی، ۱۴۱
فاصله‌دهنده، ۲۹۰، ۳۱۶
فاصلهٔ ریشه، ۸، ۲۰، ۲۱، ۴۵، ۷۸، ۷۹، ۱۱۲
فاصلهٔ ریشهٔ شیار، ۱۳۵
فرآیند غیرکم‌هیدروژن، ۱۸
فرآیند کم‌هیدروژن، ۱۸
فرآیندهای جوشکاری، ۳، ۱۰۱
فراصوت، ۱۷۱
فراگرمایش، ۱۰۷
فلز هادی سوخت، ۱۳۹
فلکه، ۱۷۱
فولاد اصلاح‌شده، ۹۶
فولادهای آبدیده با اصلاح گرم، ۱۹

فولادهای اصلاح‌شده، ۹۳
فولادهای پرمقاومت اصلاح‌شده، ۱۱۱، ۱۱۳، ۳۳۷
قطعات الحاقی، ۳۳۲
قطعهٔ تنظیم، ۲۵۲
قطعهٔ مرجع IIW، ۲۴۸
قطعهٔ مرجع تمایزگر، ۲۴۹
قلاب انتهایی، ۲۹۶
قید و قالب، ۷۹
کارخانه، ۸۳
کارگاه، ۸۳
کاهش ریشه، ۱۴۰
کفشک غیرذوبی جامد، ۱۴۱
کفشک قالب، ۱۴۱
کلیات، ۱۷۴
کمبود اندازه، ۳۰۸، ۳۳۸
کمبود در اندازهٔ جوش، ۹۴
کهولت، ۱۶۴، ۲۰۸
گاز الکتریکی، ۳
گاز الکتریکی، ۲۰۰
گرد، ۳۰۸
گزارش UT، ۲۵۷
گودافتادگی، ۱۱۸، ۱۲۰
گوشهٔ مقعر، ۷۵
لایهٔ مضاعف، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۲
لایهٔ مضاعف چندعبوره، ۱۲۲
لبه‌زنی، ۷۶، ۹۳
لبهٔ جوش، ۸۱
لبهٔ هادی، ۲۴۸
لکه‌های ناشی از لکهٔ قوس، ۹۷
لکهٔ قوس، ۹۷
لوچه (بیرون‌زدگی)، ۹۴، ۱۱۷، ۱۲۲، ۱۹۳، ۲۰۹، ۲۷۵
لوله‌های هادی، ۱۲۴
مبدل، ۲۴۶
محدب، ۹۱
محور افقی، ۲۴۶
محور (مقیاس) افقی، ۲۵۲
مساحت، طول، اندازهٔ ساق و بُعد مؤثر گلوی جوش، ۹
مسیر تابش، ۳۱۴، ۳۴۲
مشاهده‌گر، ۲۴۴
مشخصات استاندارد گلمیخها، ۲۷۵
مصالح پایه، ۲
مفتول پرکننده، ۱۴۱
مقطع جوش، ۳۳۷
مقعر، ۹۱
منگنه کردن، ۹۶
مواد مصرف‌شدنی، ۱۴۳، ۱۷۶
مود طولی، ۲۵۸
مود عرضی (موج برشی)، ۲۵۹
مونتاژ (جمع کردن و خار زدن قطعات)، ۷۸
مؤسسهٔ بین‌المللی جوش، ۲۴۹
ناپیوستگی، ۳۰۸
ناپیوستگیهای وسیع، ۳۱۴، ۳۴۲
~ ، متوسط، ۳۱۴، ۳۴۲
~ ، کوچک، ۳۱۴، ۳۴۲
~ ، ریز، ۳۱۴، ۳۴۲
ناحیهٔ تفتیده، ۲۴۴
ناودان انتهایی، ۲۳۴، ۲۹۰، ۳۱۶
ناودان جوش، ۹۸
نبشیهای جان، ۲۹۶
نفوذ گِل، ۹۴
نقطهٔ چرخش، ۲۶۳
نقطهٔ شاخص، ۲۴۸، ۲۵۹، ۲۶۱
نوار تمام‌اندازه، ۱۲
نوارجوش رگه‌ای، ۱۰۷
نوار شیشه‌ای، ۱۱۴
واسنجی، ۲۴۹، ۲۵۸
واسنجی مقیاس افقی، ۲۶۰
واسنجی مقیاس قائم، ۲۵۸، ۲۶۰
ورق تقویتی، ۳۳۳
ورقهای پرکننده، ۱۴
وضعیت جوشهای آزمایشی، ۱۴۳
وضعیت همه‌جانبه، ۱۹۳
همباد، ۷۹

Islamic Republic of Iran

Management and Planning Organization

Structural Welding Code

No: 228

Office of the Deputy for Technical Affairs

Bureau of Technical Affairs and Standards

1380/2001

این نشریه
با عنوان «آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران» شامل نه فصل است. کلیات، فرامی جوش، درزها، ضوابط اجرایی، فرآیندهای جوشکاری، ارزیابی، بررسی، جوشکاری کلمپ، جوش در سازه‌ها تحت بار استاتیکی، و جوش در سازه‌ها تحت بار دینامیکی، فصلهای مختلف نشریه را تشکیل می‌دهند.

معاونت امور پشتیبانی
مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-288-8
9789644252884