استاندارد

D.1.1

فارسی

پیشگفتار

رشد و شکوفایی صنعت کشور در بخش سازه‌های فولادی جوشی تنها در سایه ارتقاء سطح آگاهی دست‌اندرکاران صنعتی کشور از دانش فنی جوشکاری روز دنیا میسر بوده که بخش عمده‌ای از آن در قالب آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مرجع ارایه گردیده است. این آیین‌نامه‌ها همه ساله و یا چند سال یکبار با جمع‌آوری نتایج آزمایشات، مشاهدات و تجربیات به دست آمده از پروژه‌های مختلف مورد بازبینی قرار گرفته تا ضمن حفظ الزامات فنی و کیفی در ساخت سازه‌های ایمن، از نظر اقتصادی نیز بهینه باشند. با گسترش روزافزون سازه‌های فولادی جوشی خصوصاً در بخش سازه‌های مسکونی، اداری و تجاری بلند مرتبه و نیز تجربیات تأسف‌بار خسارات سنگین و جبران‌ناپذیر زلزله‌های اخیر کشور، نیاز به توجه خاص به الزامات فنی و کیفی آیین‌نامه‌های مرجع به خوبی احساس می‌شود. از طرفی دیگر عدم آشنایی دست‌اندرکاران صنعتی و ساختمانی با الزامات فنی جوشکاری، باعث گردیده تا در بسیاری از موارد الزامات به طور سلیقه‌ای اعمال شده و موجبات خسارات و تحمل هزینه‌های اضافی به پروژه‌ها گردد.

عدم کیفیت مطلوب اجرای سازه‌های فولادی جوشی ساختمان‌ها، گواه این واقعیت می‌باشد که مجموعه مقررات ملی و آیین‌نامه‌های موجود نتوانسته است یک روند مشخص و مستند برای اجرای جوشکاری با کیفیت مطلوب ارایه نماید. اکثر مقررات و ضوابط جوشکاری موجود، به طور پراکنده در نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و مقررات ملی ساختمانی ایران، ارایه شده‌است که مرجع اصلی آن‌ها آیین‌نامه جوشکاری سازه‌های فولادی AWS D1.1 می‌باشد. در این میان چاپ و انتشار نشریه شماره ۲۲۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در سال ۱۳۸۰ تحت عنوان «آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران» که نسبت به سایر نشریات اقتباس جامع‌تری از برخی بخش‌های آیین‌نامه جوشکاری سازه‌های فولادی AWS D1.1 می‌باشد، گرچه توانسته است برخی از کمبودهای ضوابط و الزامات جوشکاری در بخش ساختمان را تأمین نماید، اما برای بالا بردن سطح آگاهی مهندسین از الزامات جوشکاری سازه‌های فولادی چه در بخش ساختمان و چه در سایر بخش‌های صنعت کافی به نظر

نمی‌رسد. به رغم تلاش‌های صورت گرفته تاکنون، نیاز به استفاده از اصل آیین‌نامه مرجع به قوت خود باقی مانده و همواره یکی از بزرگ‌ترین معضلات محیط‌های صنعتی در استفاده از اصل آیین‌نامه AWS D1.1 نبود زبان مشترک بین عوامل درگیر به دلیل تفسیرها و برداشت‌های گوناگون افراد از متون فنی خصوصاً آیین‌نامه‌ها و استانداردها می‌باشد.

متن حاضر حاصل تلاش چند ساله مترجمین و کلیه افراد درگیر در مراحل ترجمه آن بوده که تلاش شده ضمن حفظ شیوایی کلام، الزامات آیین‌نامه‌ای به روشنی از یکدیگر تشخیص داده شده و قابل تفسیر به معانی گوناگون نباشد، که جا دارد تا از کلیه افرادی که بهر نحو در این کار یاریگر و مشوق ما بودند تشکر و قدردانی نموده و امیدواریم تا در سایه عنایات حق تعالی گامی مثبت در جهت ارتقاء سطح دانش فنی کشور برداشته باشیم.

فصل ۱- الزامات عمومی

۱-۱- حدود کاربرد

این آیین‌نامه شامل الزامات مورد نیاز جهت ساخت سازه‌های فلزی جوشکاری شده می‌باشد. اگر پیروی از این آیین‌نامه در مدارک قرارداد ذکر شده باشد، تمامی مفاد این آیین‌نامه به جز آن بندهایی که توسط مهندس طراح و یا مدارک قرارداد، به طور مشخصی مستثنی می‌شود، باید رعایت شود. خلاصه بخش‌های این آیین‌نامه عبارتند از:

۱- الزامات عمومی: این بخش شامل اطلاعات پایه‌ای در مورد این آیین‌نامه و حدود کاربرد آن می‌باشد.

۲- طراحی اتصالات جوشی: در این بخش الزامات لازم برای طراحی اتصالات جوشی اعضای قوطی شکل و نیز اعضای غیرقوطی شکل را شامل می‌شود.

۳- پیش تأیید: این بخش شامل مواردی از WPS (مشخصات فنی روند جوشکاری) است که نیازی به تعیین صلاحیت مطابق با این آیین‌نامه ندارد.

٤- تعیین صلاحیت: این بخش شامل الزامات تعیین صلاحیت مشخصات فنی روند جوشکاری، و پرسنل جوشکار (جوشکاران، دستگاه‌های جوشکاری و خال جوشکاران) می‌باشد.

۵- ساخت: این بخش شامل الزامات مورد نیاز برای آماده‌سازی، سوار کردن و اجرای سازه‌های فولادی جوشکاری شده می‌باشد.

٦- بازرسی: این بخش شامل معیارهای تعیین صلاحیت و مسؤولیت‌های بازرسین و معیارهای قبولی جوشکاری‌ها و نیز روند استاندارد بازرسی چشمی و آزمایش‌های غیرمخرب می‌باشد.

۷- جوشکاری گل میخ: این بخش شامل الزامات مورد نیاز جهت جوشکاری گل میخ‌های فولادی در سازه‌های فولادی می‌باشد.

۸- تقویت و تعمیر سازه‌های موجود: در این بخش اطلاعات پایه‌ای در مورد جوشکاری و نیز

تعمیر سازه‌های فولادی موجود، بیان می‌شود.

۱-۱-۱- محدودیت‌ها

این آیین‌نامه در موارد ذیل به کار نمی‌رود:

۱- فولادهایی با حداقل مقاومت گسیختگی بزرگ‌تر از ۱۰۰ksi (٦۹۰ Mpa)

۲- فولادهایی با ضخامت کمتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر). وقتی که فلز پایه با ضخامت کمتر از ۱/۸ اینچ جوشکاری می‌شود باید الزامات ANSI AWS D1.3 رعایت گردد. در حالت استفاده از ANSI AWS D1.3 انطباق آن با مقررات قابل کاربرد این آیین‌نامه نیز الزامی می‌باشد.

۳- مخازن و یا لوله‌های تحت فشار.

٤- وقتی که فلز پایه از نوع فولاد کربنی و یا فولاد با آلیاژ کم نباشد.

۱-۲- تصویب

هرگاه در موردی نیاز به تصویب باشد، منظور تصویب توسط کمیته مسؤول سازه و یا مهندس طراح می‌باشد. از این به بعد لفظ «مهندس طراح» به معنی «کمیته مسؤول سازه و یا مهندس طراح» به کار می‌رود.

۱-۳- مقررات لازم‌الاجرا

وقتی که رعایت این آیین‌نامه مشخص گردیده باشد، تمامی مقررات آن لازم‌الاجرا است، به جز بندهای مشخصی که اختیاری می‌باشند و تنها برای یک پروژه خاص براساس مدارک قرارداد بایستی رعایت شوند. در ضمیمه مثال‌هایی از موارد اختیاری و روش‌های تعیین آن‌ها آمده است.

۱-٤- تعاریف

اصطلاحات جوشکاری بکار رفته در این آیین‌نامه بر اساس تعاریف ارایه شده در آخرین چاپ ANSI/AWS A3.0 تحت عنوان «اصطلاحات و تعاریف استاندارد جوشکاری» که در ضمیمه هشت این آیین‌نامه آمده است، می‌باشد.

۱-۵- علایم جوشکاری

علایم جوشکاری باید مطابق با آخرین چاپ ANSI/AWS A2.4 تحت عنوان «علایم جوشکاری، لحیم‌کاری، آزمایش‌های غیرمخرب» باشد. موارد خاص باید با نمایش جزئیات و ارایه توضیحات کافی، مشخص شود.

۱-٦- اقدامات ایمنی

پیش‌بینی‌های ایمنی باید براساس آخرین چاپ ANS Z 49.1 تحت عنوان «ایمنی در جوشکاری، برشکاری، فرآیندهای مربوطه» که توسط انجمن جوشکاری آمریکا منتشر گردیده است، باشد.

تذکر: این آیین‌نامه ممکن است شامل مواد، دستگاه‌ها و تجهیزات خطرآفرین باشد. این آیین‌نامه لزوماً دربرگیرنده تمامی مسائل و تمهیدات ایمنی نبوده، بلکه این از مسؤولیت‌های استفاده‌کنندگان است که روش‌ها و اقدامات ایمنی مناسب را به کار گیرند. استفاده‌کنندگان بایستی قبل از هرگونه اقدامی، محدودیت‌های متعارف قابل کاربرد را تعیین نمایند.

۱-۷- واحدهای اندازه‌گیری استاندارد

مقادیری که براساس استاندارد آمریکایی مشخص گردیده‌اند، مقادیر استاندارد هستند و مقادیری که در دستگاه (SI) آورده شده‌اند ممکن است تقریبی باشند.

فصل ۲- طراحی اتصالات جوشی

۲-۰- حدود کاربرد

این بخش شامل موارد لازم جهت طراحی اتصالات جوشی است که به چهار بخش تقسیم می‌شود:

بخش الف- الزامات مشترک اتصالات اعضای قوطی و غیرقوطی شکل. این بخش شامل موارد لازم در تمامی اتصالات، صرف‌نظر از شکل تولید و نوع بارگذاری است و باید به همراه الزامات قابل کاربرد بخش‌های «ب، پ و ت» به کار رود.

بخش ب- الزامات خاص اتصالات اعضای غیرقوطی شکل (تحت بارگذاری استاتیکی و یا سیکلی). این قسمت الزامات مشخص اتصالات بین اعضای غیرقوطی شکل را صرف‌نظر از نوع بارگذاری بیان می‌کند که باید به همراه الزامات قابل کاربرد بخش‌های «الف و پ» به کار رود.

بخش پ- الزامات خاص اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت اثر بارگذاری سیکلی. این بخش الزامات مشخص اتصالات بین اعضای غیرقوطی شکل که تحت اثر بارگذاری سیکلی هستند را بیان می‌کند. در این حالت اثربارگذاری سیکلی از نظر بزرگی و فرکانس در حدی است که می‌تواند شکست‌های ناشی از خستگی را ایجاد نماید. این بخش باید به همراه الزامات قابل کاربرد بخش‌های «الف و ب» به کار رود.

بخش ت- الزامات خاص اتصالات اعضای قوطی شکل. این بخش الزامات مشخص اتصالات بین اعضای قوطی شکل را صرف‌نظر از نوع بارگذاری بیان می‌کند که باید به همراه الزامات قابل کاربرد بخش الف به کار رود.

بخش الف- الزامات مشترک اتصالات اعضای قوطی و غیرقوطی شکل

۲-۱- تنش‌ها

۲-۱-۱- فلز پایه. تنش‌های فلز پایه نباید از آنچه که در مشخصات فنی طراحی مورد کاربرد

مشخص شده است، بیشتر شود.

۲-۱-۲- افزایش مجاز. هرگاه مشخصات فنی طراحی افزایش تنش را در فلز پایه به هر دلیلی مجاز بداند، می‌توان تنش‌های مجاز داده شده در این آیین‌نامه را به همان اندازه افزایش داد، اما میزان تنش‌های مجاز در فلز پایه و یا در فلز جوشی که تحت اثر بارگذاری سیکلی است نباید افزایش یابند.

۲-۱-۳- تورق و پارگی لایه‌ای. هرگاه اتصال جوشی تحت اثر تنش‌های عمودی بین لایه‌ای در ضخامت ورق قرار گیرد، خواص غیر ایزوتوپ مصالح و امکان جدایی ورق فلزپایه چه در مراحل طراحی و چه در مراحل ساخت، باید مدنظر باشد.

۲-۲- نقشه‌ها

۲-۲-۱- اطلاعات نقشه‌ها. در نقشه‌ها باید اطلاعات کاملی شامل موقعیت، نوع، اندازه و طول تمام جوش‌ها به طور وضوح ارایه شده باشد. در نقشه‌ها باید به طور وضوح، جوشکاری‌های در کارخانه از جوشکاری‌های در محل کارگاه مجزا شوند.

۲-۲-۲- ترتیب جوش اتصال. در نقشه‌های اجرایی، اتصالاتی که در آن‌ها به حداقل رساندن تنش‌های اضافی ناشی از جمع‌شدگی و تابیدگی مدنظر باشد، بایستی روش جوشکاری و ترتیب جوشکاری اتصالات به طور وضوح مشخص شوند.

۲-۲-۳- اندازه و طول جوش‌ها. نقشه‌های طراحی باید طول مؤثر جوش‌ها را مشخص کند و برای جوش‌های شیاری با نفوذ ناقص، اندازه جوش لازم که در این آیین‌نامه تعیین شده‌است را مشخص کند. نقشه‌های اجرایی باید عمق نفوذ (S) متناسب با اندازه جوش (E) که براساس روش جوشکاری و نیز موقعیت جوشکاری تعیین می‌گردد را مشخص نماید.

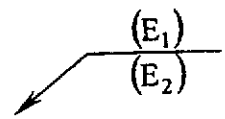
۲-۲-٤- جوش‌های شیاری. در نقشه‌های جزئیات باید مشخصات جوش‌های شیاری و نیز شرایط آماده‌سازی ورق با استفاده از علایم جوشکاری و یا ترسیم جزئیات اتصال به طور وضوح بیان شوند. همچنین باید ضخامت و عرض ورق‌های پشت بند نیز مشخص گردند.

۲-۲-٤-۱- علائم. توصیه می‌شود، نمایش جوش‌های شیاری با نفوذ کامل یا جوش‌های شیاری با نفوذ ناقص در نقشه‌های طراحی قرارداد بدون مشخص نمودن جزئیات ابعادی

جوش باشد. علامت جوشکاری بدون اندازه بیان‌کننده جوش شیاری با نفوذ کامل است. مطابق زیر:

(CJP) جوش شیاری با نفوذ کامل

علامت جوشکاری، با اندازه‌گذاری در بالا و پایین پیکان بیان‌کننده جوش شیاری با نفوذ نسبی است. مطابق زیر:

(PJP) جوش شیاری با نفوذ نسبی 

(E_1) = اندازه جوش در طرف دیگر پیکان

(E_2) = اندازه جوش در طرف پیکان

۲-۲-٤-۲- جزئیات ابعادی پیش‌تأیید شده. به بندهای ۳-۱۲ (PJP) و ۳-۱۳ (CJP) مراجعه شود.

۲-۲-٤-۳- جزئیات خاص. وقتی که جزئیات خاصی برای اتصال با جوش شیاری لازم باشد، باید کاملاً در نقشه‌های قرارداد مشخص شوند.

۲-۲-۵- نیاز به بازرسی ویژه. در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی باید هرگونه نیاز به بازرسی ویژه مورد توجه قرار داده شود.

۲-۳- جوش‌های شیاری

۲-۳-۱- طول مؤثر جوش. طول مؤثر هر جوش شیاری برابر است با طول اتصال در محدودهٔ جوش که در جهت عمود بر تنش قرار دارد.

۲-۳-۲- سطح مؤثر. سطح مؤثر برابر است با حاصل ضرب طول مؤثر جوش در اندازه جوش.

۲-۳-۳- جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی

۲-۳-۳-۱- حداقل اندازه جوش. اندازه جوش شیاری با نفوذ نسبی باید برابر و یا بزرگ‌تر از اندازه مشخص شده در بند ۳-۱۲-۲ باشد، مگر آن‌که WPS آن جوش مطابق بخش ٤ تأیید شده باشد.

۲-۳-۳-۲- اندازه مؤثر جوش شیاری بین سطوح منحنی شکل. اندازه مؤثر جوش شیاری بین سطوح منحنی شکل که تا تراز سطح یک میلگرد، یک خم ۹۰ درجه مقطع نورد شده یا یک قوطی با مقطع مربع مستطیل پر می‌شود، به جز مواردی که در بند ٤-۱۰-۵ مجاز می‌داند، مطابق جدول ۲-۱ می‌باشد.

۲-۳-٤- جوش‌های شیاری با نفوذ کامل

۲-۳-٤-۱- اندازه جوش. اندازه جوش شیاری با نفوذ کامل برابر با ضخامت ورق نازک‌تر اتصال است. در محاسبات طراحی نباید به خاطر گرده جوش، سطح مؤثر را بزرگ‌تر در نظر گرفت. در جدول ۳-٦ اندازه جوش‌های شیاری در مقاطع قوطی شکل آمده است.

جدول ۲-۱) اندازه مؤثر جوش شیاری بین سطوح منحنی شکل (بند ۲-۳-۳-۲)

جوش شیاری روی دو سطح منحنی	جوش شیاری روی یک سطح منحنی
$\frac{۱}{۲}R^*$	$\frac{۵}{۱٦}R$

تذکر: R= شعاع سطح خارجی

* در جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ GMAW، (به جز در انتقال اتصال کوتاه) وقتی R بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی‌متر) است، $\frac{۳}{۸}R$ به کار برده شود.

۲-٤- جوش‌های گوشه

۲-٤-۱- اندازه گلوی مؤثر

۲-٤-۱-۱- محاسبه. اندازه گلوی مؤثر جوش گوشه، کوتاه‌ترین فاصله کنج تا سطح آزاد جوشی مثلثی تئوریک است. (به ضمیمه الف مراجعه شود).

تذکر: برای محاسبه اندازه گلوی مؤثر جوش‌های گوشه در اتصالات سپری شکل

مورب به ضمیمه ب مراجعه شود. در این ضمیمه در یک جدول، ساق جوش (W) و شکافت ریشه قابل قبول (R) برحسب اندازه گلوی مؤثر جوش (E) برای زاویه‌های بین ۶۰ تا ۱۳۵ درجه داده شده‌است.

۲-٤-۱-۲- تنش برشی. صرف‌نظر از جهت اعمال نیرو، تنش در گلوی مؤثر جوش‌های گوشه به صورت تنش برشی در نظر گرفته می‌شود.

۲-٤-۱-۳- جوش‌های گوشه تقویتی. اندازه گلوی مؤثر در ترکیب یک جوش شیاری با نفوذ نسبی و یک جوش گوشه برابر با کوتاهترین فاصله کنج تا سطح آزاد جوش مثلثی تئوریک منهای ۳ میلی‌متر می‌باشد. کاهش ۳ میلی‌متر برای جوش‌هایی به‌کار می‌رود که در آیین‌نامه برای آن‌ها مقرر نموده است (به ضمیمه الف مراجعه شود).

۲-٤-۲- طول

۲-٤-۲-۱- طول مؤثر (مستقیم). طول مؤثر جوش‌های گوشه مستقیم برابر با طول کل جوش گوشه از ابتدا تا انتها می‌باشد. در محاسبات طراحی نباید به‌خاطر چاله‌ای ایجادشده در ابتدا و انتهای جوش، از طول مؤثر جوش کاست.

۲-٤-۲-۲- طول مؤثر (منحنی). طول مؤثر جوش گوشه منحنی باید در طول محور مرکزی گلوی مؤثر اندازه‌گیری شود. اگر سطح جوش گوشه در یک سوراخ یا شیار که با این طول محاسبه می‌شود، بزرگتر از سطح محاسبه‌شده در بند ۲-۵-۱ باشد، سطح اخیر باید به عنوان سطح مؤثر جوش گوشه در نظر گرفته شود.

۲-٤-۲-۳- حداقل طول. حداقل طول مؤثر جوش گوشه چهار برابر اندازه اسمی آن است و یا اندازه مؤثر جوش نباید از ۲۵٪ طول مؤثر آن بیشتر در نظر گرفته شود.

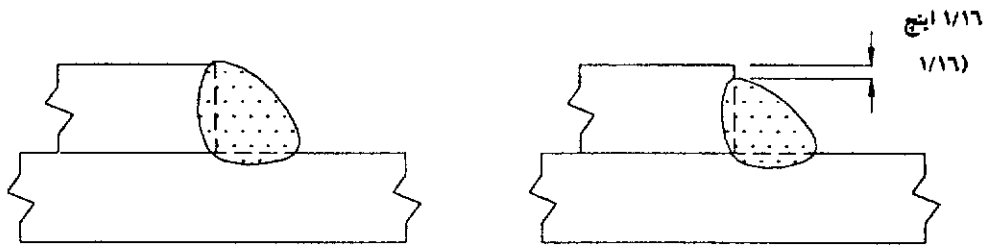
۲-٤-۳- سطح مؤثر. سطح مؤثر جوش برابر با حاصل ضرب طول مؤثر جوش در اندازه گلوی مؤثر آن می‌باشد. برای هر جهت بارگذاری، تنش در یک جوش گوشه باید در روی سطح مؤثر محاسبه گردد.

۲-٤-٤- حداقل اندازه ساق جوش. برای حداقل اندازه ساق جوش لازم برای جوش‌های گوشه به بند ۵-۱٤ مراجعه شود.

۲-٤-٥- حداکثر اندازه جوش‌های گوشه. حداکثر اندازه جوش گوشه که در طول لبه قطعات اجرا می‌شود به صورت زیر است:

۱- برای ورق با ضخامت کمتر از ٦ میلی‌متر برابر است با ضخامت ورق (شکل ۲-۱ قسمت الف).

۲- برای ورق با ضخامت ٦ میلی‌متر یا بیشتر برابر است با ضخامت ورق منهای ۲ میلی‌متر، مگر آن که در نقشه‌های طراحی لازم باشد که جوش کل ضخامت ورق را شامل شود. در چنین جوش‌هایی فاصله بین لبه ورق تا پای جوش می‌تواند کمتر از ۲ میلی‌متر اختیار گردد.



حداکثر اندازه جوش گوشه در طول لبه‌ها

شکل ۲-۱- جزییات جوش‌های گوشه پیش تأیید شده (بند ۲-٤-٥)

۲-٤-٦- جوش‌های گوشه منقطع (حداقل طول). حداقل طول جوش‌های گوشه منقطع ۳۸ میلی‌متر است.

۲-٤-۷- اتمام جوش‌ها

۲-٤-۷-۱- قطعات اتصال. به‌جز مواردی که در این آیین‌نامه و یا در مدارک قرارداد مشخص شده، شروع و یا پایان جوش گوشه از دو انتهای اتصال باید بیشتر از اندازه جوش، فاصله داشته باشد. در اتصال ورق‌های سخت‌کننده در تیرهای اصلی، شروع و یا پایان جوش گوشهٔ اتصال ورق سخت‌کننده جان تیر با سطح بال باید بیشتر از چهاربرابر ضخامت جان تیر فاصله

داشته باشد.

۲-٤-۷-۲- سطوح مخالف یک اتصال تخت. جوش‌های گوشه در کنج‌های دو طرف مخالف یک اتصال تخت مطابق شکل ۲-۱۲ باید از هم جدا باشند.

۲-٤-۷-۳- برگشت انتهایی. اگر در طراحی، برگشت انتهایی لازم باشد، باید در نقشه‌ها ذکر شود.

۲-٤-۸- اتصالات روی هم

۲-٤-۸-۱- جوش‌های گوشه عرضی در دو وجه مخالف. جوش‌های گوشه عرضی در اتصالات روی هم که تنش‌های محوری دو قطعه را منتقل می‌نماید باید به صورت جفت در دو وجه مخالف اجرا گردند (شکل ۲-۵). مگر آن‌که اتصال به نحو مناسبی برای جلوگیری از تغییر شکل مقید شده باشد.

۲-٤-۸-۲- حداقل رویهم آمدگی. در اتصال رویهم، حداقل رویهم آمدگی قطعات تحت‌تنش برابر است با پنج برابر ضخامت قطعه نازکتر اتصال و در هر حال نباید از یک اینچ کمتر باشد. مگر آن‌که از تغییر مکان جانبی اتصال جلوگیری شده باشد که در این‌صورت باید با حداقل دو خط عرضی جوش گوشه، کام و یا انگشتانه و یا با دو خط طولی و یا بیشتر با جوش گوشه و یا انگشتانه اتصال یابد.

۲-٤-۸-۳- جوش گوشه در سوراخ‌ها یا انگشتانه‌ها. حداقل فواصل و نیز ابعاد سوراخ‌ها و یا انگشتانه‌ها وقتی از جوش گوشه استفاده می‌شود، براساس بند ۲-۵ می‌باشد. در اتصالات رویهم برای انتقال تنش‌های برشی و جلوگیری از کمانش و یا برای جلوگیری از جدایی قطعات رویهم از جوش گوشه در سوراخ‌ها و یا انگشتانه‌ها استفاده می‌شود. این جوش‌های گوشه موضوع بند ۲-٤-۲-۲ هستند و نباید به عنوان جوش انگشتانه و یا جوش کام در نظر گرفته شوند.

۲-۵- جوش انگشتانه و جوش کام

۲-۵-۱- سطح مؤثر. سطح مؤثر جوش برابر با سطح اسمی سوراخ و یا انگشتانه در فصل

مشترک دو ورق در حال تماس می‌باشد.

۲-۵-۲- حداقل فاصله جوش کام. حداقل فاصله مرکز به مرکز سوراخ‌ها در جوش‌های کام برابر است با چهار برابر قطر سوراخ.

۲-۵-۳- حداقل فاصله جوش انگشتانه. حداقل فاصله بین خطوط انگشتانه‌ها در جهت عرضی برابر است با چهار برابر پهنای انگشتانه. حداقل فاصله مرکز به مرکز انگشتانه‌ها در جهت طولی برابر است با دوبرابر طول انگشتانه.

۲-۵-٤- انتهای انگشتانه‌ها. انتهای انگشتانه باید به شکل نیمدایره باشد، و یا باید دارای گوشه‌های گرد با حداقل شعاع برابر با ضخامت قطعه اتصال باشد، به‌جز در مواردی که انگشتانه تا انتهای قطعه اتصال ادامه یابد.

۲-۵-۵- مشخصات ابعادی پیش‌تأیید شده. مشخصات ابعادی جوش‌های انگشتانه و کام پیش‌تأیید شده در بند ۳-۱۰ تعیین شده‌است.

۲-۵-٦- ممنوعیت در فولاد آب‌دیده با اصلاح گرم. اجرای جوش‌های انگشتانه و کام در فولادهای آب‌دیده با اصلاح گرم مجاز نیست.

۲-۵-۷- محدودیت. اندازه جوش‌های انگشتانه و کام باید براساس برش در صفحه فصل مشترک دو ورق در حال تماس، تعیین شود.

۲-٦- ترکیب‌بندی اتصال

۲-٦-۱- الزامات عمومی جزییات اتصال. به طور کلی، جزییات اتصال باید به گونه‌ای باشد که حداقل قید را برای رفتار شکل‌پذیر ایجاد کرده، از تراکم غیرضروری جوش جلوگیری به عمل آورده و دسترسی وسیع را برای اجرای جوشکاری فراهم نماید.

۲-٦-۲- ترکیب جوش‌ها. اگر ترکیب دو و یا بیشتر از انواع جوش‌های رایج (شیاری، گوشه، انگشتانه، کام) در یک اتصال با هم به‌کار روند، ظرفیت باربری مجازشان باید براساس مرکز ثقل گروه جوش‌ها محاسبه شود، تا ظرفیت باربری ترکیبی مجاز اتصال به‌دست آید. لیکن، چنین روشی برای جوش‌های گوشه‌ای که جوش‌های شیاری را تقویت می‌کند، کاربرد ندارد

(به ضمیمه الف مراجعه شود)

۲-۶-۳- جوش‌های در ترکیب با پرچ و یا پیچ. در اتصالات اتکایی، پرچ‌ها و یا پیچ‌هایی که در ترکیب با جوش به‌کار می‌روند، مشارکتی در تحمل بار نمی‌نمایند. بنابراین اگر از جوش استفاده شود، باید طوری طراحی گردد که تمام بارها را تحمل کند. اگرچه به‌کار بردن اتصالاتی که در آن‌ها یک طرف آن جوش شده و طرف دیگر آن پرچ و یا پیچ می‌شود مجاز می‌باشد. در اتصالات اصطکاکی، ترکیب پیچ‌های با مقاومت بالا و جوش، چنانچه قبل از انجام جوشکاری پیچ‌ها به طور صحیح نصب گردند، می‌توانند در تحمل بار با جوش‌ها مشارکت نمایند.

۲-۷- اتصالات انتهایی تیرها

طراحی اتصالات جوشی انتهایی تیرها، باید مطابق با درجه صلبیت اتصال فرض‌شده در طراحی سازه، باشد.

۲-۸- خروج از مرکزیت

در طراحی اتصالات جوشی، مجموع تنش‌ها شامل تنش‌های حاصل از خروج از مرکزیت که در اثر عدم همترازی اجزاء، جابجایی اجزاء و تغییرات اندازه و نوع اتصال به وجود می‌آید، نباید از مقادیر مجاز این آیین‌نامه بیشتر شود. در اتصالات انتهایی سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی، الزامی به جابجایی طول جوش‌های گوشه به منظور متعادل‌کردن نیروها حول محور یا محورهای خنثی در اعضای تک‌نبشی، دوبل نبشی و یا اعضای مشابه نبوده و چیدمان طول جوش در پاشنه و پنجه اعضای نبشی می‌تواند مطابق طول لبه‌های مختلف موجود توزیع گردد. به طور مشابه، در اتصالات سپری‌ها و یا تیرهایی که به عناصر وتری خرپاها وصل می‌شوند و یا اتصالات نظیر آن‌ها، می‌توان از جوش‌های گوشه نامتعادل استفاده نمود.

بخش ب- الزامات خاص اتصالات اعضای غیرقوطی شکل (تحت اثر بارگذاری استاتیکی و یا سیکلی)

۲-۹- کلیات

الزامات خاص بخش ب عموماً در تمام اتصالات اعضای غیرقوطی شکل که تحت بارگذاری استاتیکی و یا سیکلی قرار می‌گیرند به‌کار می‌روند. این بخش باید به همراه الزامات قابل کاربرد بخش‌های الف و پ به‌کار رود.

۲-۱۰- تنش‌های مجاز

تنش‌های مجاز در جوش‌ها نباید از مقادیر ارایه‌شده در جدول ۲-۳ تجاوز کند یا باید براساس مقادیر مجاز در بندهای ۲-۱٤-٤ و ۲-۱٤-٥ به‌جز موارد اصلاح‌شده در بند ۲-۱-۲ باشد.

۲-۱۱- اتصالات سپری‌شکل مایل

۲-۱۱-۱- کلیات. در شکل ۳-۱۱ مشخصات جزییات اتصالات سپری‌شکل مایل پیش‌تأیید شده، نشان داده شده است. برحسب شرایط بهره‌برداری و طراحی با درنظر گرفتن اثرات خروج از مرکزیت و چرخش، جزییات ارایه‌شده برای سمت باز و یا تند اتصالات سپری‌شکل مورب، می‌تواند به صورت مستقل و یا توأم به‌کار رود.

طراح باید به طور وضوح موقعیت جوش و ابعاد آن‌را در نقشه‌ها مشخص کند. در جزییات ساخت اتصالات سپری‌شکل مایل، شکل اتصال، وضعیت جوش و نیز ابعاد جوش مناسب باید به طور واضح در نقشه‌ها نشان داده شود.

۲-۱۱-۲- حداقل اندازه جوش پیش‌تأیید شده. برای تعیین حداقل اندازه جوش پیش‌تأیید شده به بند ۳-۹-۳-۲ مراجعه شود.

۲-۱۱-۳- عمق گلوی مؤثر. عمق گلوی مؤثر جوش در اتصال سپری شکل مایل بستگی به شکافت ریشه اتصال دارد. به بند ۵-۲۲-۱ مراجعه شود.

۲-۱۱-۳-۱- کاهش اندازه Z. مقدار کاهش اندازه Z در اتصال سپری شکل مایل پیش‌تأیید شده در سمت زاویه حاده بین ۳۰ درجه و ۶۰ درجه در شکل ۳-۱۱، جزییات ت نشان داده شده‌است. روش اندازه‌گیری جوش، شامل تعیین عمق گلوی مؤثر E و یا ساق جوش W باید در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی، ذکر گردد. کاهش اندازه "Z" در جدول ۲-۲ آمده است.

جدول ۲-۲- اندازه کاهش Z (اعضای غیرقوطی شکل) (بند ۲-۱۱-۳-۱)

Ψ زاویه بین دو سطح	وضعیت جوشکاری عمودی یا بالاسری			وضعیت جوشکاری افقی یا تخت		
	روش جوشکاری	Z به اینچ	Z به میلی‌متر	روش جوشکاری	Z به اینچ	Z به میلی‌متر
$60° > \Psi \geq 45°$	SMAW	$\frac{1}{8}$	۳	SMAW	$\frac{1}{8}$	۳
	FCAW-S	$\frac{1}{8}$	۳	FCAW-S	-	-
	FCAW-G	$\frac{1}{8}$	۳	FCAW-G	-	-
	GMAW	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	GMAW	-	-
$45° > \Psi \geq 30°$	SMAW	$\frac{1}{4}$	۶	SMAW	$\frac{1}{4}$	۶
	FCAW-S	$\frac{1}{4}$	۶	FCAW-S	$\frac{1}{8}$	۳
	FCAW-G	$\frac{3}{8}$	۱۰	FCAW-G	$\frac{1}{4}$	۶
	GMAW	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	GMAW	$\frac{1}{8}$	۶

۲-۱۲- ممنوعیت استفاده از جوش شیاری با طول محدود

اجرای جوش‌های شیاری منقطع و یا با طول محدود مجاز نیست، مگر در اعضای ساخته‌شده از ورق که در طول خود با جوش گوشه بهم متصل هستند و در نقاط محدودی تحت بارهای متمرکز قرار می‌گیرند که در این‌صورت می‌توان از جوش‌های شیاری با طول محدود جهت انتقال بارهای متمرکز استفاده نمود. این جوش‌های شیاری باید در حداقل طولی که برای انتقال

بارهای متمرکز لازم است، از نظر اندازه یکنواخت بوده، و در خارج از این طول، شیار باید در فاصله‌ای برابر حداقل چهاربرابر عمق شیار به ضخامت صفر برسد. قبل از اجرای جوش‌های گوشه، شیار باید کاملاً با جوش پر شود.

۲-۱۳- ورق‌های پرکننده

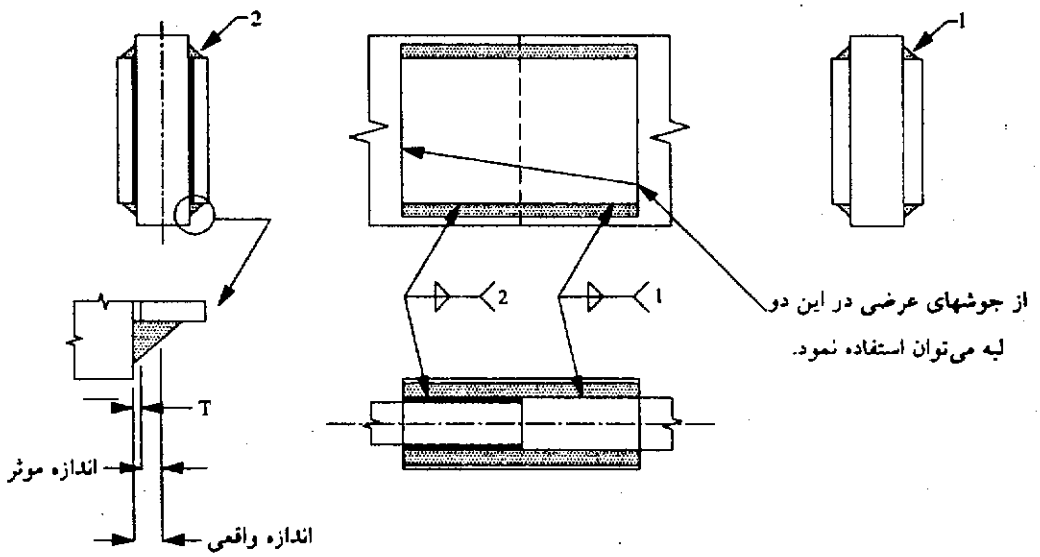
ورق‌های پرکننده ممکن است در موارد زیر به‌کار رود:

۱- وصله اعضای با ضخامت متفاوت

۲- در اتصالاتی که به علت وضعیت هندسی موجود، نیاز به جابجایی محورها باشد.

۲-۱۳-۱- ورق‌های پرکننده با ضخامت کمتر از ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر)

ورق‌های پرکننده با ضخامت کمتر از ٦ میلی‌متر نباید برای انتقال تنش مورد استفاده قرار گیرند، و باید با لبه‌های جوشکاری شده قطعات اصلی انتقال تنش همباد گردند. اندازه چنین جوش‌هایی که در طول لبه‌ها اجرا می‌گردد باید به اندازه ضخامت ورق پرکننده افزایش یابد (شکل ۲-۲).

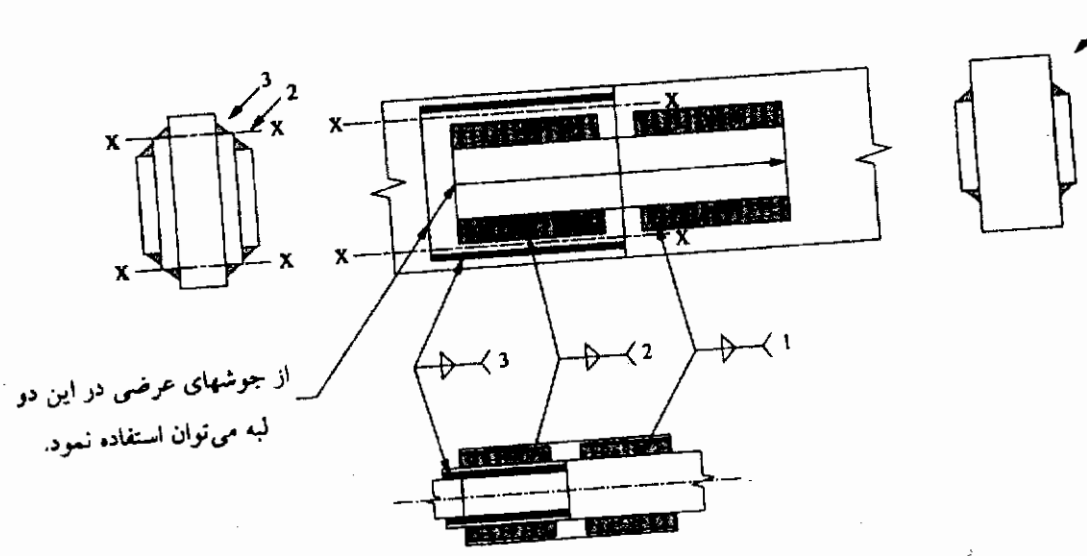


تذکر: سطح مؤثر جوش ۲ باید با جوش ۱ برابر باشد، اما اندازه آن برابر است با اندازهٔ مؤثر آن به علاوه ضخامت ورق پرکننده

شکل ۲-۲- ورق‌های پرکننده با ضخامت کمتر از ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر). (بند ۲-۱۳-۱)

۲-۲

۲-۱۳-۲- ورق‌های پرکننده با ضخامت ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) یا بیشتر. ورق‌های پرکننده با ضخامت ٦ میلی‌متر یا بیشتر باید از کنار لبه‌های ورق وصله اتصال بیرون بزنند و به قطعه اصلی جوش شود. اتصال باید به اندازه کافی قوی باشد تا بتواند تنش‌های ورق وصله و یا قطعات اتصال را از ورق وصله به ورق پرکننده انتقال دهد و باید به اندازه کافی طویل باشد تا از ایجاد تنش اضافه در ریشه جوش در طول ورق پرکننده جلوگیری شود (شکل ۲-۳).



تذکرات:

۱- *سطح مؤثر جوش ۲ بایستی معادل جوش ۱ باشد. طول جوش ۲ بایستی به اندازه‌ای باشد تا از ایجاد اضافه تنش در جهت x-x در ورق‌های پرکننده جلوگیری نماید.*

۲- *سطح مؤثر جوش ۳ بایستی معادل جوش ۱ باشد و در انتهای جوش‌های ۳ نبایستی اضافه تنشی در اثر خروج از مرکزیت نیروهای وارده در صفحات پرکننده ایجاد شود*

شکل ۲-۳- ورق‌های پرکننده با ضخامت ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) یا بیشتر (بند ۲-۱۳-۲)

۳- جوش گوشه

۱- جوش‌های گوشه طولی. اگر از جوش‌های گوشه طولی به تنهایی در اتصالات

انتهایی تسمه‌های کششی استفاده می‌شود، طول هر جوش گوشه نباید از فاصله عمودی بین دو نوار جوش کمتر باشد. فاصله عرضی بین دو نوار جوش گوشه طولی در اتصالات انتهایی نباید از ۸ اینچ (۲۰۰ میلی‌متر) بیشتر شود، مگر آن‌که از جوش گوشه عرضی انتهایی و یا از جوش انگشتانه و یا جوش کام استفاده شود.

۲-۱٤-۲- جوش گوشه منقطع. برای انتقال تنش‌های محاسباتی می‌توان از جوش‌های گوشه منقطع استفاده نمود.

۲-۱٤-۳- تقویت اتصال کنج و سپری شکل. اگر از جوش گوشه برای تقویت جوش شیاری در اتصالات سپری شکل و یا کنج استفاده می‌شود، اندازه جوش گوشه نباید از ۲۵ درصد ضخامت ورق نازکتر اتصال کمتر باشد، لیکن لزومی ندارد که از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) بیشتر باشد.

۲-۱٤-٤- بارگذاری صفحه‌ای در مرکز ثقل. تنش مجاز در حالت بارگذاری صفحه‌ای که از مرکز ثقل یک گروه جوش خطی می‌گذرد مطابق ذیل است.

$$F_v = ۰/۳\, F_{EXX}\left(۱ + ۰/۵ \sin^{۱/۵}\theta\right)$$

که:

F_v = تنش واحد مجاز، به ksi

F_{EXX} = شماره طبقه‌بندی الکترود، حداقل مقاومت مشخصه، به ksi

θ = زاویه بارگذاری که از محور طولی جوش اندازه‌گیری می‌شود، به درجه

۲-۱٤-۵- مرکز آنی دوران

تنش‌های مجاز در عناصر جوش یک گروه جوش که تحت اثر بارگذاری صفحه‌ای قرار گرفته و تحلیل آن براساس روش مرکز آنی دوران طوری انجام گرفته است که سازگاری تغییر شکل‌ها و رفتار غیرخطی بار تغییر شکل جوش در زوایای مختلف تأمین شده باشد به صورت زیر می‌باشد:

$$F_{vx} = \Sigma F_{vix}$$
$$F_{vy} = \Sigma F_{viy}$$
$$F_{vi} = ۰/۳\, F_{EXX}\,(۱ + ۰/۵ \sin^{۱/۵}\theta)\, f_{(p)}$$
$$f(p) = [p\,(۱/۹ - ۰/۹\,p)]^{۰/۳}$$

$$M = \Sigma [F_{viy}(x) - F_{vix}(y)]$$

که در آن:

F_{vix} = مؤلفه تنش F_{vi} در جهت x

F_{viy} = مؤلفه تنش F_{vi} در جهت y

M = لنگر نیروهای خارجی حول مرکز آنی دوران

$p = \frac{\Delta i}{\Delta m}$ = نسبت تغییر شکل عنصر i ام به تغییر شکل عنصر دارای تنش حداکثر.

$\Delta m = ۰/۲۰۹ (\theta+۲)^{-۰/۳۲} W$ تغییر شکل عنصر جوش در تنش حداکثر بر حسب اینچ.

$\Delta u = ۱/۰۸۷ (\theta+٦)^{-۰/٦٥} w < ۰/۱۷ W$ تغییر شکل عنصر جوش در تنش نهایی (شکست) که معمولاً در دورترین عنصر از مرکز آنی دوران ایجاد می‌شود، برحسب اینچ.

W = اندازه ساق جوش گوشه، برحسب اینچ.

$\Delta i = \frac{r_i \Delta u}{r_{crit}}$ = تغییر شکل عناصر جوش در سطح تنش متوسط، که به‌طور خطی متناسب با تغییر شکل بحرانی که برحسب فاصله از مرکز آنی دوران می‌باشد، محاسبه می‌گردد.

r_{crit} = فاصله مرکز آنی دوران از عنصر جوش با $\frac{\Delta_u}{r_i}$ حداقل، برحسب اینچ.

۲-۱۵- اعضای ساخته شده از چند عنصر

اگر از دو یا چند ورق و یا پروفیل برای ساختن یک عضو استفاده می‌شود، برای آن‌که قطعات مختلف به صورت واحد عمل کنند، باید از جوش‌های (گوشه، انگشتانه و کام) مناسب استفاده کرد، اما مقدار این جوش‌ها نباید از مقادیر جوش‌های محاسباتی لازم برای انتقال تنش‌های بین عناصر این عضو کمتر باشد.

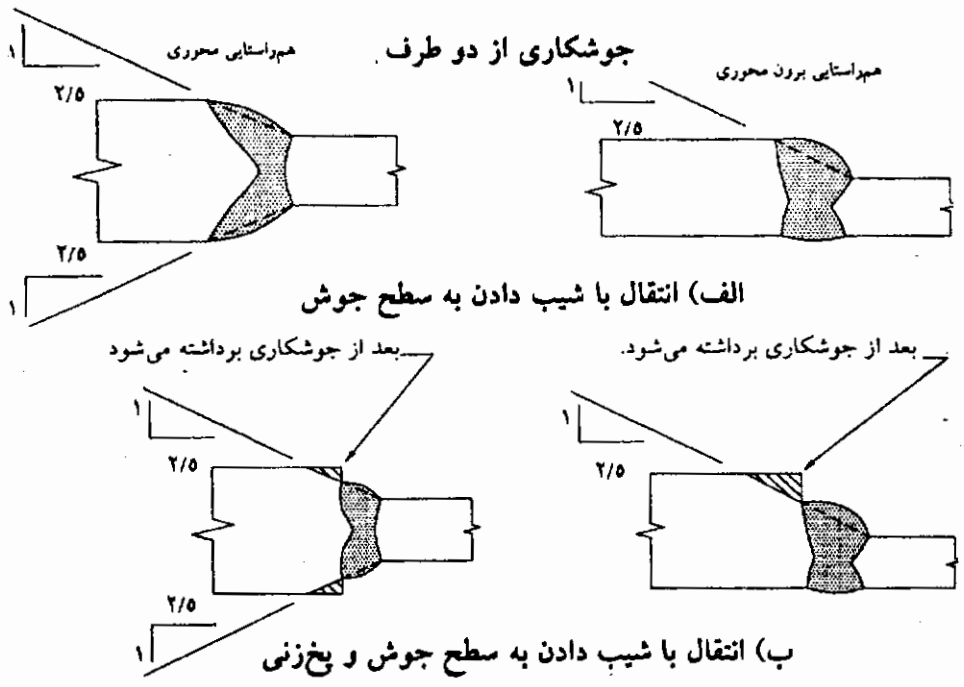
۲-۱٦- حداکثر فاصله بین جوش‌های منقطع

حداکثر فاصله طولی بین جوش‌های منقطع که دو یا چند ورق و یا مقطع نورد شده در تماس با یکدیگر را به هم اتصال می‌دهند نباید از ۲٤ اینچ (٦۱۰ میلی‌متر) بیشتر شود.

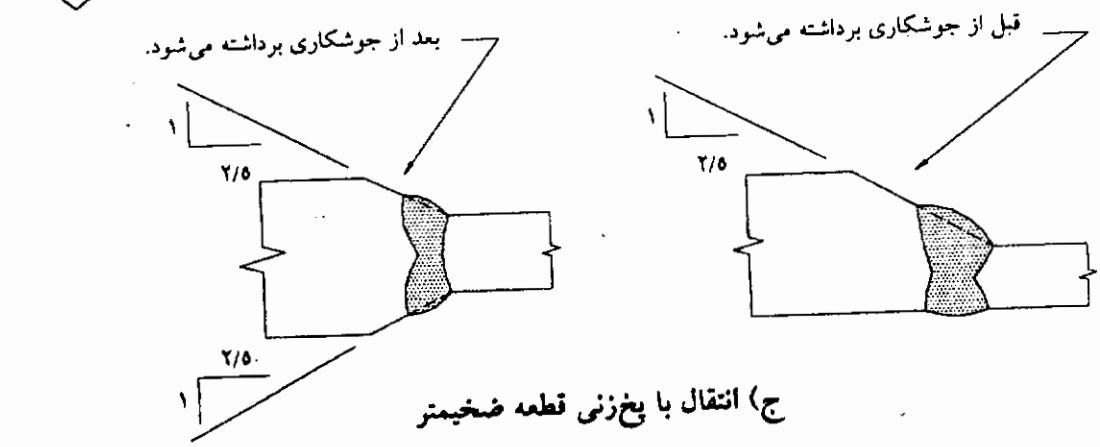
۲-۱۷- اعضای فشاری

در اعضای فشاری ساخته‌شده از چند عنصر، فاصله طولی بین جوش‌های منقطع که یک عنصر به صورت ورق را به اعضای دیگر اتصال می‌دهد، نباید از ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر) بیشتر باشد، همچنین نباید از مقدار حاصل‌ضرب ضخامت ورق در $\frac{۴۰۰۰}{\sqrt{F_y}}$ برای F_y برحسب psi و $\frac{۳۲۲}{\sqrt{F_y}}$ برای F_y برحسب Mpa بیشتر باشد. (F_y = حداقل مقاومت تسلیم مشخصه فولاد مصرفی).

عرض مهارشده جان، ورق پوششی، یا ورق‌های دیافراگم که بین خطوط جوش قرار دارند، نبایستی از حاصل‌ضرب ضخامت ورق در $\frac{۸۰۰۰}{\sqrt{F_y}}$ برای F_y برحسب psi و $\frac{۶۶۴}{\sqrt{F_y}}$ برای F_y برحسب Mpa تجاوز کند. چنانچه عرض مهارنشده از این مقدار تجاوز نمود، لیکن قسمتی از عرض که بیشتر از ۸۰۰ برابر ضخامت آن نباشد، الزامات تنش را برآورده سازد، عضو قابل قبول تلقی می‌گردد.

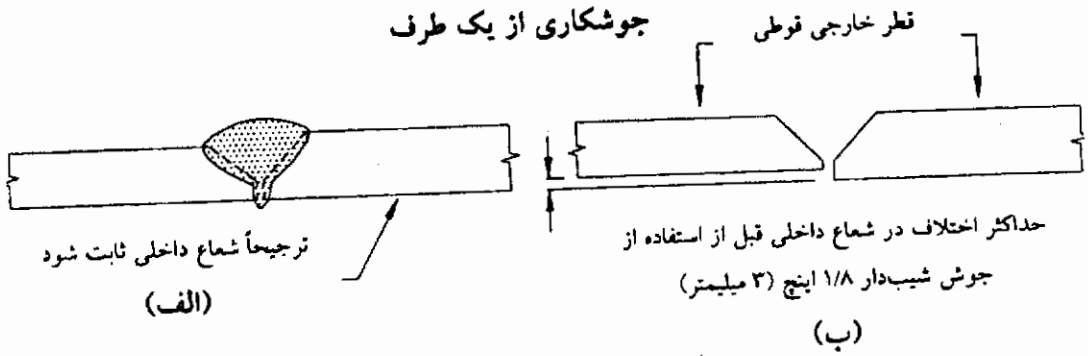


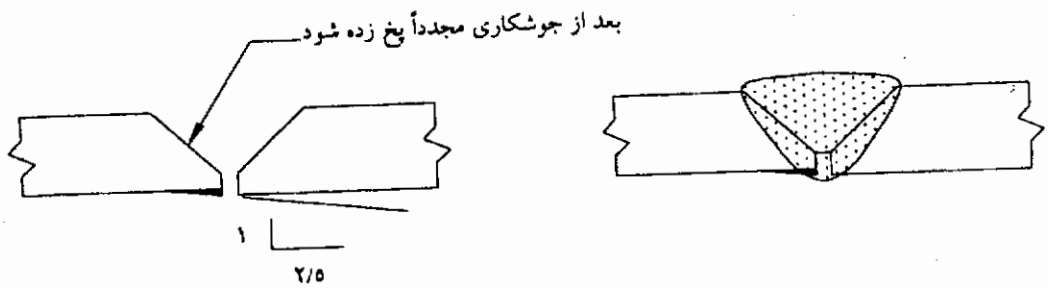
شکل ۲-٤- انتقال در اتصالات لب‌به‌لب در قطعات با ضخامت‌های نامساوی (اتصالات اعضای قوطی‌شکل) (موضوع بند ۲-٤۱)



ج) انتقال با پخ‌زنی قطعه ضخیمتر

جوشکاری از یک طرف

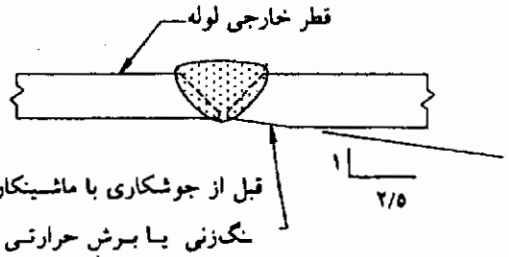




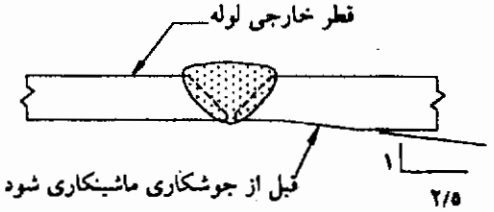
ج) انتقال با استفاده از جوش شیب‌دار

ادامهٔ شکل ۲-٤- انتقال در اتصالات لب‌به‌لب در قطعات با ضخامت‌های نامساوی
(اتصالات اعضای قوطی‌شکل) (موضوع بند ۲-٤۱)

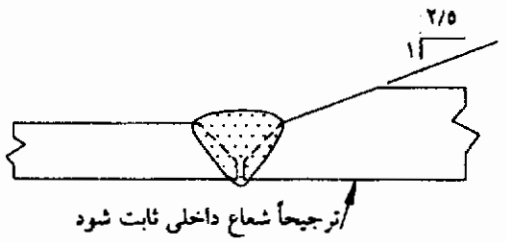
جوشکاری از یک طرف



د) انتقال با پخ‌زنی قوطی ضخیمتر



هـ) انتقال با پخ‌زنی و هم ضخامت نمودن قطعه ضخیمتر قوطی



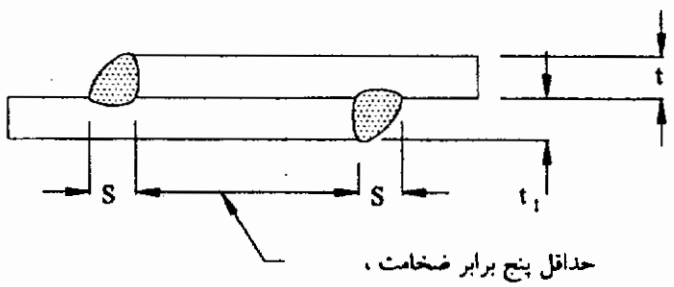
و) انتقال با پخ‌زنی قوطی ضخیمتر از بیرون

تذکر:

۱- از هر نوع شیار و یا دارای هر نوع جزئیات مجاز یا تائید صلاحیت شده می‌تواند استفاده شود.

۲- شیب‌های انتقال نشان داده شده، حداکثر مجاز هستند.

ـــ ادامهٔ شکل ۲-٤- انتقال در اتصالات لب‌به‌لب در قطعات با ضخامت‌های نامساوی (اتصالات اعضای قوطی‌شکل) (موضوع بند ۲-٤۱)



تذکر: *۱) S = به مقدار لازم ؛* *۲) $t > t_1$*

شکل ۲-۵- جوش‌های گوشه عرضی در دو وجه مخالف (بند ۲-٤-۸-۱)

۲-۱۸- اعضای کششی

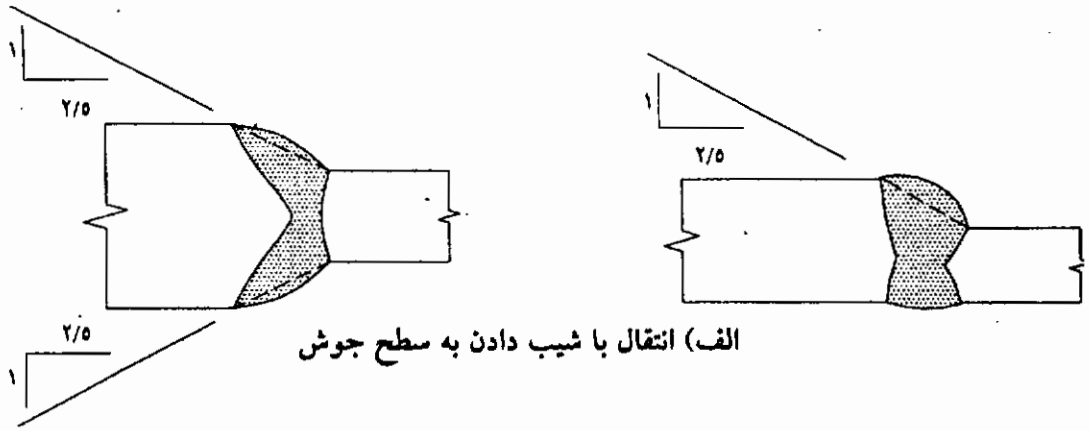
در اعضای کششی ساخته‌شده از چند عنصر، فاصله طولی بین جوش‌های منقطع که یک ورق را به اعضای دیگر متصل می‌کند و یا اتصال دو ورق به یکدیگر، نباید از ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر) و یا ۲٤ برابر ضخامت ورق نازکتر بیشتر باشد.

۲-۱۹- برگشت انتهایی

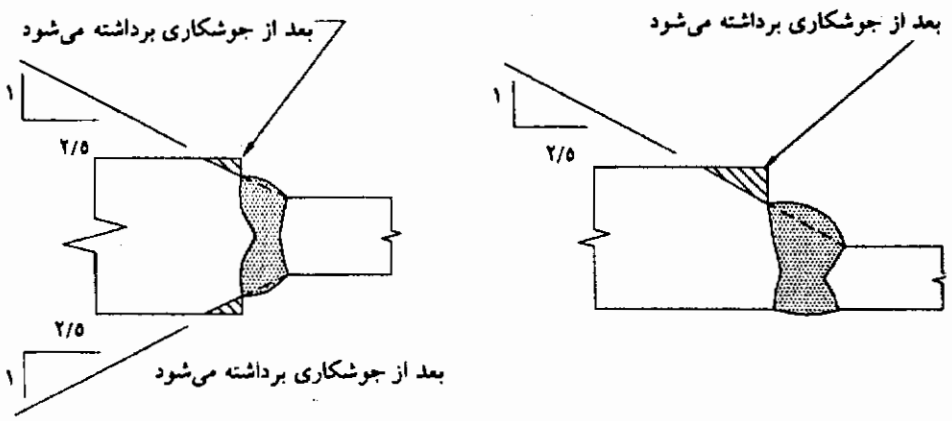
جوش‌های گوشه پهلویی و یا انتهایی که در منتهی‌الیه انتها و یا پهلوهای نبشی‌ها، براکت‌ها، نشیمن تیرها و یا سایر اتصالات مشابه خاتمه می‌یابند، بایستی به اندازه دو برابر اندازه اسمی جوش‌ها به‌جز مواردی که در بند ۲-٤-۷ مشخص گردیده است، به طور پیوسته در اطراف کنج برگشت داده شوند.

۲-۲۰- انتقال در عرض و ضخامت

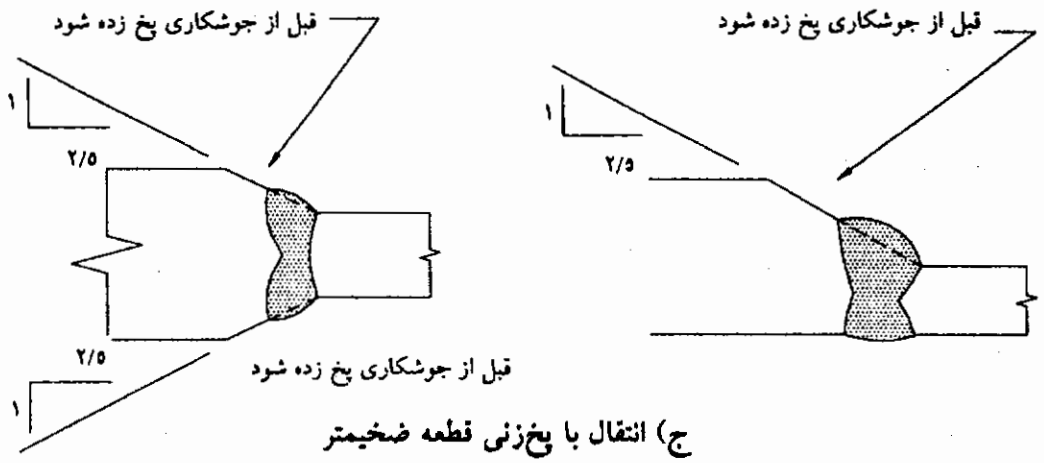
اتصال لب‌به‌لب اعضای کششی محوری در یک امتداد با ضخامت‌های متفاوت و یا عرض‌های متفاوت و یا هر دو که برای تنش‌های بزرگتر از یک‌سوم تنش تسلیم مجاز طراحی می‌شوند باید به روشی اجرا شود که شیب قطعات از مقدار ۱ اینچ در $2\frac{1}{2}$ اینچ تجاوز نکند (شکل ۲-٦ برای ضخامت‌های نامساوی و شکل ۲-۷ برای عرض‌های نامساوی). انتقال باید با یکی از روش‌های پخ‌زدن قطعه ضخیم‌تر و یا برش مورب قطعه پهن‌تر و یا شیب‌دار نمودن جوش و یا هر ترکیبی از این روش‌ها انجام گیرد.



الف) انتقال با شیب دادن به سطح جوش



ب) انتقال با شیب دادن به سطح جوش و پخ‌زنی



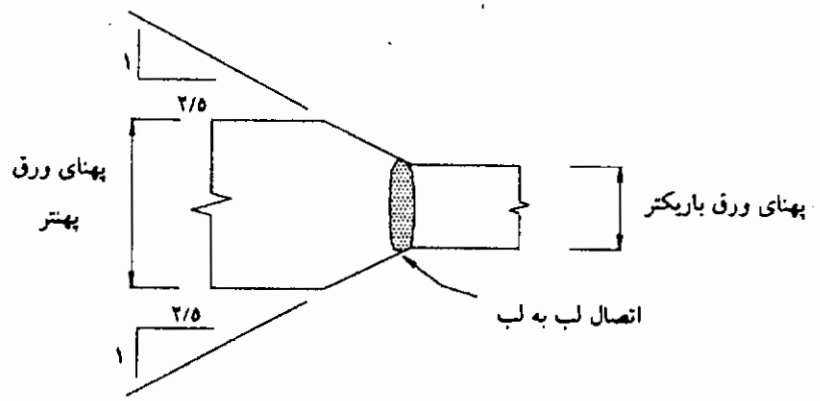
ج) انتقال با پخ‌زنی قطعه ضخیمتر

شکل ۲-۶- انتقال در اتصالات لب‌به‌لب در قطعات با ضخامت‌های نامساوی (اتصالات اعضای غیرتوطی‌شکل) (بند ۲-۲۰ و ۲-۲۹-۲)

تذکرات:

۱ - از هر نوع شیار و دارای هر نوع جزییات مجاز و یا تأیید صلاحیت شده می‌توان، استفاده نمود.

۲ - شیب‌های انتقال نشان داده شده حداکثر مجاز هستند.



شکل ۲-۷- انتقال در عرض (اعضای غیرقوطی شکل تحت‌اثر بارگذاری استاتیکی) (بند ۲-۴۰)

بخش پ- الزامات خاص اتصالات اعضای غیرقوطی‌شکل تحت‌بارگذاری سیکلی

۲-۲۱- کلیات

بخش پ فقط برای اعضای غیرقوطی شکل و اتصالات آن‌ها که تحت‌اثر بارگذاری سیکلی با فرکانس و دامنه به اندازه کافی بزرگ جهت ایجاد ترک و شکست تدریجی (خستگی) قرار می‌گیرند، می‌باشد. بندهای بخش پ باید برای کم‌کردن احتمال چنین روند شکست، به‌کار رود. مهندس طراح باید یا جزییات کامل شامل اندازه جوش‌ها را ارایه کند، یا باید تعداد سیکل‌بار طراحی و حداکثر مقدار ممان، برش و عکس‌العمل اتصالات را مشخص کند.

۲-۲۱-۱- مقاطع متقارن. در اعضایی که دارای مقاطع متقارن هستند، جوش‌های اتصال نیز باید نسبت به محور عضو متقارن باشند و یا برای توزیع نامتقارن تنش، مقدار مجاز متناسبی تعیین گردد.

۲-۲۱-۲- اعضای نبشی. در اعضای نبشی تحت تنش محوری، مرکز ثقل جوش‌های اتصال باید بین محور مرکزی مقطع نبشی و محور مرکزی ساق متصل شده نبشی قرار گیرد. اگر مرکز ثقل جوش‌های اتصال خارج از این ناحیه قرار گیرد، مجموع تنش‌ها شامل آن‌هایی که در اثر خروج از مرکزیت نسبت به مرکز ثقل نبشی ایجاد شده‌اند، نباید از آنچه که در این آیین‌نامه مجاز دانسته است تجاوز کند.

۲-۲۱-۳- جوش‌های پیوسته. وقتی‌که یک عضو از دو یا چند قطعه ساخته می‌شود، باید در طول اتصالات طولی قطعات، جوش پیوسته کافی برای عملکرد واحد این قطعات اجرا شود.

۲-۲۲- تنش‌های مجاز

به‌جز آنچه که در بندهای ۲-۲۳ و ۲-۲٤ اصلاح شده‌است، تنش‌های مجاز در جوش‌ها نباید از آنچه که در جدول ۲-۳ فهرست شده‌است، تجاوز کند.

۲-۲۳- ترکیب تنش‌ها

در مورد تنش‌های محوری در ترکیب با خمش، تنش مجاز هر نوع باید مطابق الزامات بندهای ۲-۲۲ و ۲-۲٤ باشد و حداکثر تنش ترکیبی محاسباتی باید براساس الزامات مشخصات عمومی قابل استفاده محدود شود.

۲-۲٤- حدود تنش بارگذاری سیکلی

حد تنش مجاز (خستگی) برای سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی باید مطابق جدول ۲-٤ و شکلهای۲-۸ ، ۲-۹ و ۲-۱۰ برای شرایط قابل کاربرد و تعداد سیکل بار طراحی باشد.

۲-۲۵- اتصالات کنج و سپری

۲-۲۵-۱- جوش گوشه تقویتی. جوش‌های شیاری در اتصالات سپری و کنج می‌توانند با جوش گوشه تقویت شود. اندازه ساق جوش نباید کمتر از ۲۵٪ ضخامت ورق نازکتر اتصال باشد، اما لزومی ندارد از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) بیشتر باشد.

۲-۲۵-۲- چیدمان جوش‌ها. جوش‌ها در اتصالات سپری و کنج که در محوری موازی با اتصال تحت اثر خمش قرار می‌گیرد، باید دارای آنچنان چیدمانی باشند تا از ایجاد تمرکز تنش‌های کششی در ریشه جوش‌ها اجتناب شود.

۲-۲۶- اتصالات و وصله‌های با جوش شیاری با نفوذ کامل

اتصالات و یا وصله‌های با جوش شیاری اعضای کششی یا فشاری باید با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) اجرا شود. اتصالات و یا وصله‌های با جوش گوشه یا کام، به‌جز موارد ذکرشده در بند ۲-۳۱، باید برای میانگین تنش محاسباتی و مقاومت عضو طراحی شود، لیکن مقاومت جوش نباید از ۷۵٪ مقاومت عضو کمتر باشد. اگر تکرار بارگذاری وجود داشته باشد، حداکثر تنش و حدود تغییرات تنش در چنین اتصالات و وصله‌هایی نباید از تنش خستگی اجازه داده شده در مشخصات عمومی مورد استفاده تجاوز کند.

۲-۲۶-۱- الزامات RT یا UT. صحت جوش‌های شیاری CJP تحت اثر تنش کششی و یا تنش رفت و برگشتی، باید با آزمایش‌های پرتونگاری یا ماورا صوت مطابق بخش ٦ بررسی شود.

جدول ۲-۳ تنش مجاز در اتصالات جوشی مقاطع غیرقوطی‌شکل (بندهای ۲-۱۰ و ۲-۲۲)

نوع جوش	تنش در جوش[1]		تنش مجاز اتصال[5]	حد مقاومت لازم فلز جوش[5]
جوش‌های شیاری با نفوذ کامل	کشش عمود بر سطح مؤثر		نظیر فلز پایه	فلز جوش سازگار باید به‌کار رود
	فشار عمود بر سطح مؤثر		نظیر فلز پایه	فلز جوش با مقاومت مساوی و یا یک رتبه (۱۰ ksi [۶۹ Mpa]) کمتر از فلز جوش سازگار می‌تواند به‌کار رود
	کشش یا فشار موازی محور جوش		نظیر فلز پایه	فلز جوش با مقاومت مساوی و یا کمتر از فلز جوش سازگار می‌تواند به کار رود
	برش روی سطح مؤثر		۰/۳ × مقاومت اسمی کششی فلز جوش ولی تنش برشی در فلز پایه از ۰/۶ × تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی	فشار عمود بر سطح مؤثر	اتصال برای تماس اتکایی طراحی نشده است	۰/۵ × مقاومت اسمی کششی فلز جوش ولی تنش برشی در فلز پایه از ۰/۶ × تنش تسلیم آن بیشتر نشود	فلز جوش با مقاومت مساوی و یا کمتر از فلز جوش سازگار می‌تواند به‌کار رود
		اتصال برای تماس اتکایی طراحی شده است	نظیر فلز پایه	
	کشش یا فشار موازی محور جوش[3]		نظیر فلز پایه	
	برش موازی محور جوش		۰/۳ × مقاومت اسمی کششی فلز جوش ولی تنش برشی در فلز پایه از ۰/۴ × تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
	کشش عمود بر سطح مؤثر		۰/۳ × مقاومت اسمی کششی فلز جوش ولی تنش کششی در فلز پایه از ۰/۶ × تنش تسلیم آن بیشتر نشود	
جوش گوشه	برش روی سطح مؤثر		۰/۳ × مقاومت اسمی کششی فلز جوش[4]	فلز جوش با مقاومت مساوی و یا کمتر از فلز جوش مناسب می‌تواند به‌کار رود
	کشش یا فشار موازی محور جوش[3]		نظیر فلز پایه	
جوشهای انگشتانه و کام	برش به موازات سطوح تماس (روی سطح تماس)		۰/۳ × مقاومت اسمی کششی فلز جوش ولی تنش برشی در فلز پایه از ۰/۴ × تنش تسلیم آن بیشتر نشود	فلز جوش با مقاومت مساوی و یا کمتر از فلز جوش مناسب می‌تواند به‌کار رود

تذکرات:

۱- برای تعریف سطح مؤثر، برای جوش شیاری به بند ۲-۳-۲، برای جوش گوشه به بند ۲-۴-۳ و برای جوش انگشتانه و جوش کام به بند ۲-۵-۱ مراجعه شود.

۲- برای سازگاری فلز جوش با فلز پایه اتصال فولادهای تأییدشده در این آیین‌نامه به جدول ۱-۳ و ضمیمه شش مراجعه شود.

۳- جوش‌های گوشه و جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی که برای اتصال قطعات اعضای ساخته‌شده از چند عنصر نظیر اتصالات بال به جان، به‌کار می‌رود می‌تواند بدون توجه به تنش‌های فشاری یا کششی موازی محور جوش در این قطعات طراحی شوند.

٤- به‌جای آن، به بندهای ۲-۱٤-٤ و ۲-۱٤-٥ مراجعه شود.

٥- برای اتصالات تحت اثر بارگذاری سیکلی به بندهای ۲-۱۰، ۲-۲۲، ۲-۲۳ و ۲-۲٤ و برای اتصالات تحت اثر بارگذاری استاتیکی به بند ۲-۱۰ مراجعه شود.

جدول ۲-٤- ضوابط تنش خستگی- تنش‌های کششی یا معکوس* (اعضای غیرقوطی‌شکل) (بند ۲-۲٤)

شرایط عمومی	موقعیت				طبقه تنش (به شکل ۲-۸ مراجعه شود)	مثال نمونه (به شکل ۲-۸ مراجعه شود)
مصالح ساده	فلز پایه با سطح نوردشده یا تمیزشده. لبه‌های برش خورده با برش اکسیژن با ضریب نرمی سطح ۱۰۰۰ یا کمتر مطابق ANSI				الف	۱ و ۲
اعضای ساخته شده	فلز پایه و فلز جوش در اعضای بدون ملحقات، مقاطع مرکب که با جوش‌های شیاری با نفوذ کامل یا نفوذ نسبی پیوسته، یا با جوش‌های گوشه پیوسته به موازات امتداد تنش‌های وارده به یکدیگر متصل شده‌است.				ب	۳، ٤، ٥ و ۷
	تنش‌های محاسباتی خمشی در پنجه جوش‌های سخت‌کننده‌های عرضی به بال و جان تیرهای اصلی				پ	٦
	فلز پایه در انتهای ورق‌های پرشی جوش‌شده با طول محدود یا انتهای مستطیلی یا باریک شونده بدون جوش‌های عرضی انتهایی				ث	۷
جوش‌های شیاری	فلز پایه و فلز جوش در محل وصله‌های اجزای نوردشده، و ساخته‌شده با مقطع مشابه، با جوش شیاری با نفوذ کامل و سنگ‌خورده[1] که سلامت جوش با آزمایش‌های غیرمخرب[2] تأیید شود.				ب	۸ و ۹
	فلز پایه و فلز جوش در محل وصله‌های انجام‌گرفته در پهنا یا در ضخامت با جوش شیاری با نفوذ کامل که سنگ خورده و شیب آن از ۱ به ۲/۵[3] تندتر نباشد و مقاومت جاری شدن (٦۲۰ Mpa) ۹۰ Ksi و برای مقاومت جاری شدن بیش از ksi ۹۰ با شعاع R ≥۲ ft که سلامت جوش با آزمایش غیرمخرب[2] تأیید شود.				ب	۱۰، الف – ۱۱، ب- ۱۱
اتصالات با جوش شیاری	فلز پایه در جزییاتی که با هر طولی با جوش‌های شیاری اتصال می‌یابند و تحت بارگذاری طولی و یا عرضی و یا توأم می‌باشند و سلامت جوش عمود بر امتداد تنش با آزمایش‌های غیرمخرب[2] تأیید می‌شود، و قطعه با انحنایی[8] به شعاع R به محل جوش که با سنگ[1] صاف شده است متصل می‌شود	بارگذاری طولی	بارگذاری عرضی[4]			مثال نمونه (به شکل ۲ ۸- مراجعه شود)
			قطعاتی که دارای ضخامت نامساوی بدون شیب یا سنگ‌زدن جوش می‌شوند شامل اتصالات جان‌به‌جان	قطعاتی که دارای ضخامت مساوی که بدون سنگ‌زدن جوش می‌شوند به‌جز اتصالات جان‌به‌جان	قطعاتی که دارای ضخامت مساوی یا نامساوی شیب داده شده[6] و با جوش سنگ خورده به‌جز اتصالات جان‌به‌جان	
	۲٤ اینچ (٦۱۰ میلی‌متر)≤ R (الف)	ب	ث	پ	پ	۱۳
	٦ اینچ (۱٥۰ میلی‌متر)≤ R < ۲٤ (ب)	پ	ث	پ	پ	۱۳
	۲ اینچ (٥۰ میلی‌متر)≤ R < ٦ (پ)	ت	ث	ث	ت	۱۳
	۰≤[7] R < ۲ اینچ (ت)	ث	ث	ث	ت	۱۲ و ۱۳
جوش‌های شیاری	فلز پایه و فلز جوش در محل یا مجاورت وصله‌های جوش‌شده با جوش شیاری با نفوذ کامل بدون نیاز به انتقال و یا با انتقالی که دارای شیب کمتر از ۱ به ۲/۵[3] برای مقاومت جاری‌شدن کمتر از (٦۲۰ Mpa) ۹۰ Ksi و برای مقاومت جاری‌شدن بیش از Ksi ۹۰ با شعاع انحنای[8] R > ۲ ft وقتی که تقویت جوش برداشته نشده و سلامت جوش با آزمایش غیرمخرب تأیید شود.				پ	ب- ۱۱ الف – ۱۱ ۸،۹،۱۰

اتصالات با جوش شیاری یا گوشه	فلز پایه در جزییات با جوش شیاری یا گوشه که تحت بارگذاری طولی می‌باشد وقتی که شعاع انحنای انتقال اتصال کمتر از ۲ اینچ[۷] باشد و طول جزییات، L به موازات خط تنش برابر باشد با: پیوسته		
	(۵۰ میلی‌متر) ۲ اینچ > (الف)	پ	۱۳,۱٤,۱۵,۱٦
	(۱۰۰ میلی‌متر) ٤ اینچ > L≥ ۲ اینچ (ب)	ت	۱۲
	٤ اینچ≥ L (پ)	ث	۱۲
اتصالات با جوش گوشه	فلز پایه در جزییات متصل‌شده با جوش گوشه به موازات امتداد تنش بدون توجه به طول جزییات وقتی که شعاع انحنای انتقال R برابر ۲ اینچ یا بیشتر باشد و انتهای جوش سنگ[۱] خورده باشد		
	وقتی (٦۱۰ میلی‌متر) ۲٤ اینچ≥ R (الف)	ب	۱۳
	وقتی (۱۵۰ میلی‌متر) ٦ اینچ≥ R > ۲٤ (الف)	پ	۱۳
	وقتی (۵۰ میلی‌متر) ۲ اینچ≥ R > ٦ (پ)	ت	۱۳
جوش گوشه	تنش برشی در گلوی جوش‌های گوشه	ج	الف – ۸
	فلز پایه در جوش‌های منقطعی که سخت‌کننده‌های عرضی به آن متصل می‌نماید و نیز در قطعات برشگیرها	پ	۷,۱٤
	فلز پایه در جوش‌های منقطع که سخت‌کننده‌های طولی را متصل می‌کنند	ث	-
جوش گل میخ	تنش برشی در سطح برش اسمی در قطعات برشی نوع ب	ج	۱٤
جوش انگشتانه و کام	فلز پایه در محل جوش‌های انگشتانه یا کام و یا مجاورت آن	ث	-

تذکرات:

* به جز موارد مشخص شده برای جوش گوشه و جوش گل‌میخ

۱- سنگ‌زدن بایستی براساس بندهای ۵-۲٤-٤-۱ و ۵-۲٤-٤-۲ باشد.

۲- برای جوش‌های تحت تنش کششی آزمایش RT یا UT باید با الزامات کیفیتی بندهای ٦-۱۲-۲ و ٦-۱۳-۲ مطابقت داشته باشد.

۳- شیب مطابق الزامات بند ۲-۲۹-۱ باشد.

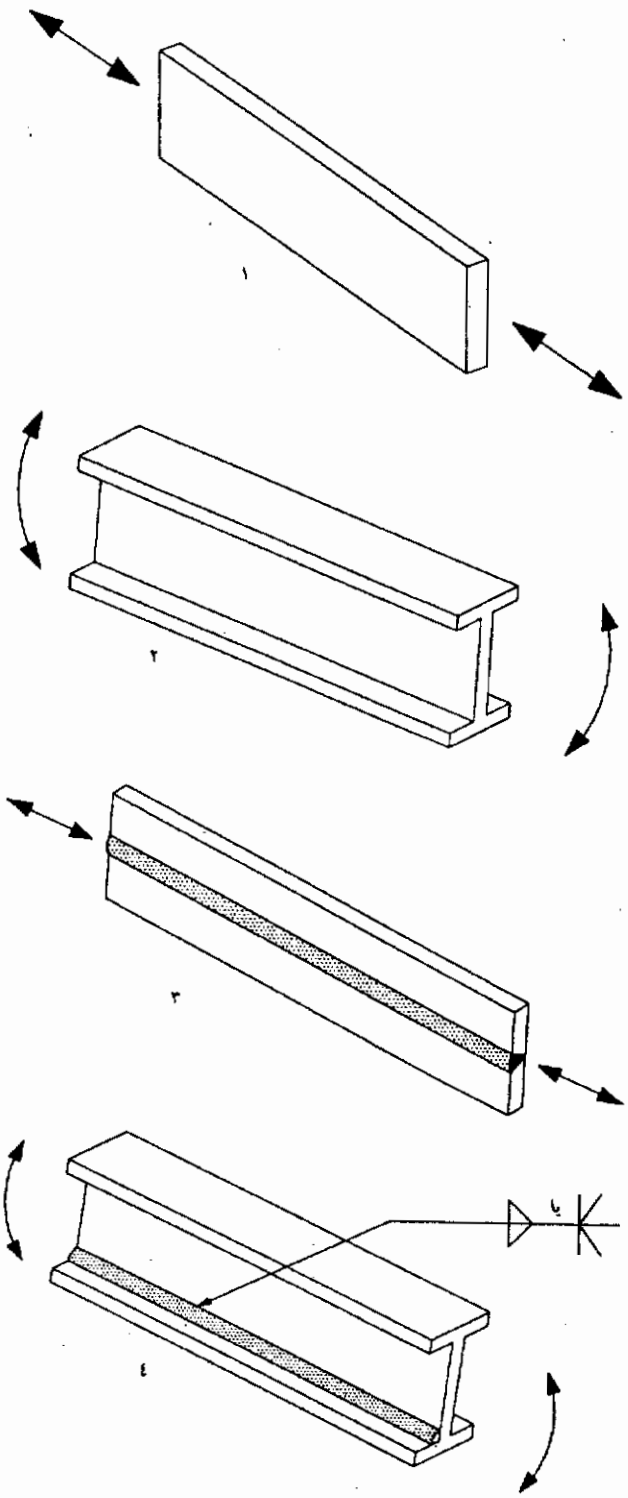
٤- فقط برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل، کاربرد دارد.

۵- تنش برشی در گلوی جوش (بارگذاری در هر جهتی که باشد) بایستی مطابق طبقه‌بندی ج قرار گیرد.

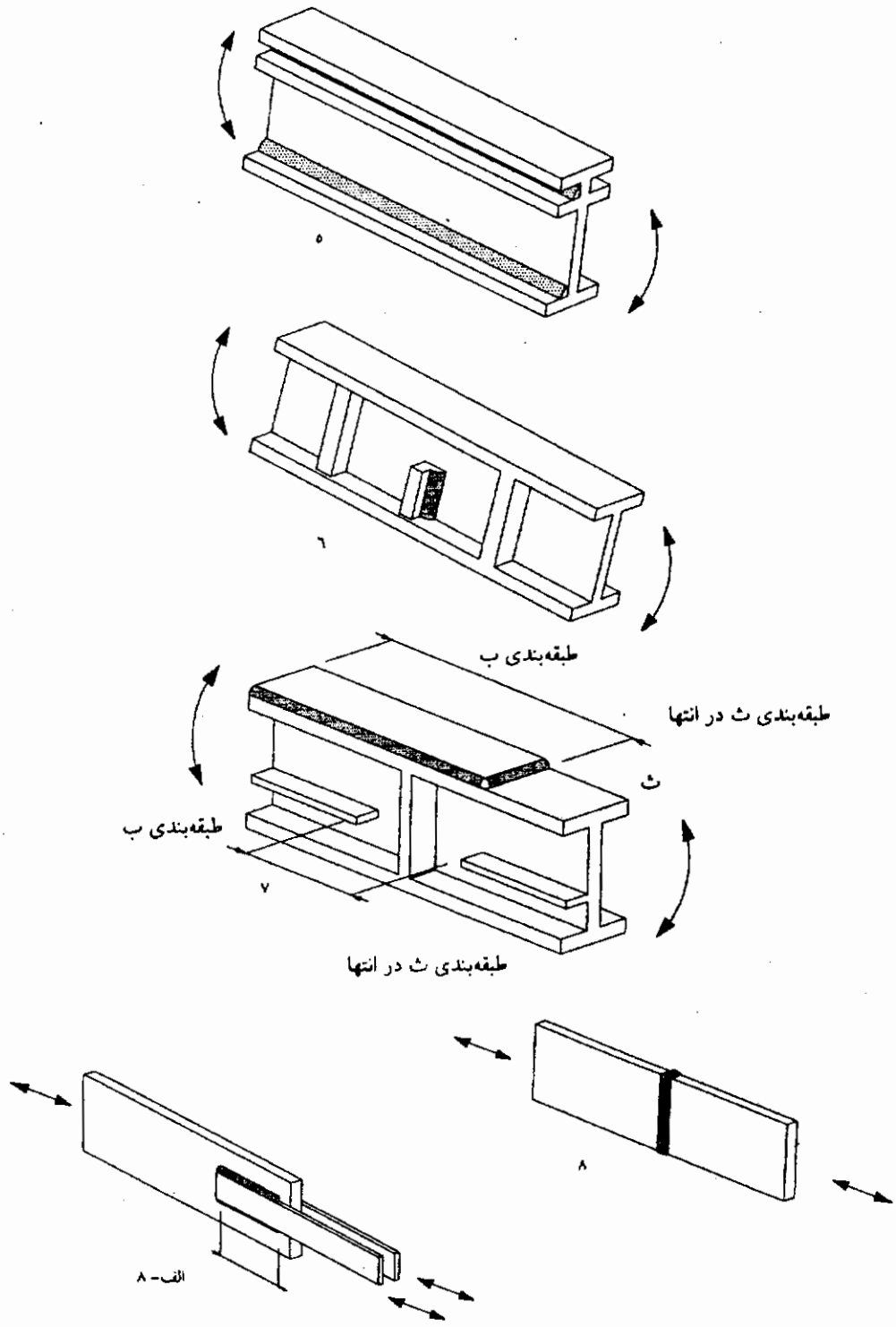
٦- شیب‌های مشابه با آنچه که در تذکر ۳ لازم دانسته شده است برای طبقه‌بندی مشخص‌شده اختیاری هستند. اگر شیب غیرقابل دسترسی است طبقه ت باید استفاده شود.

۷- شعاع انحنای کمتر از ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر) نیازی به سنگ زدن ندارد.

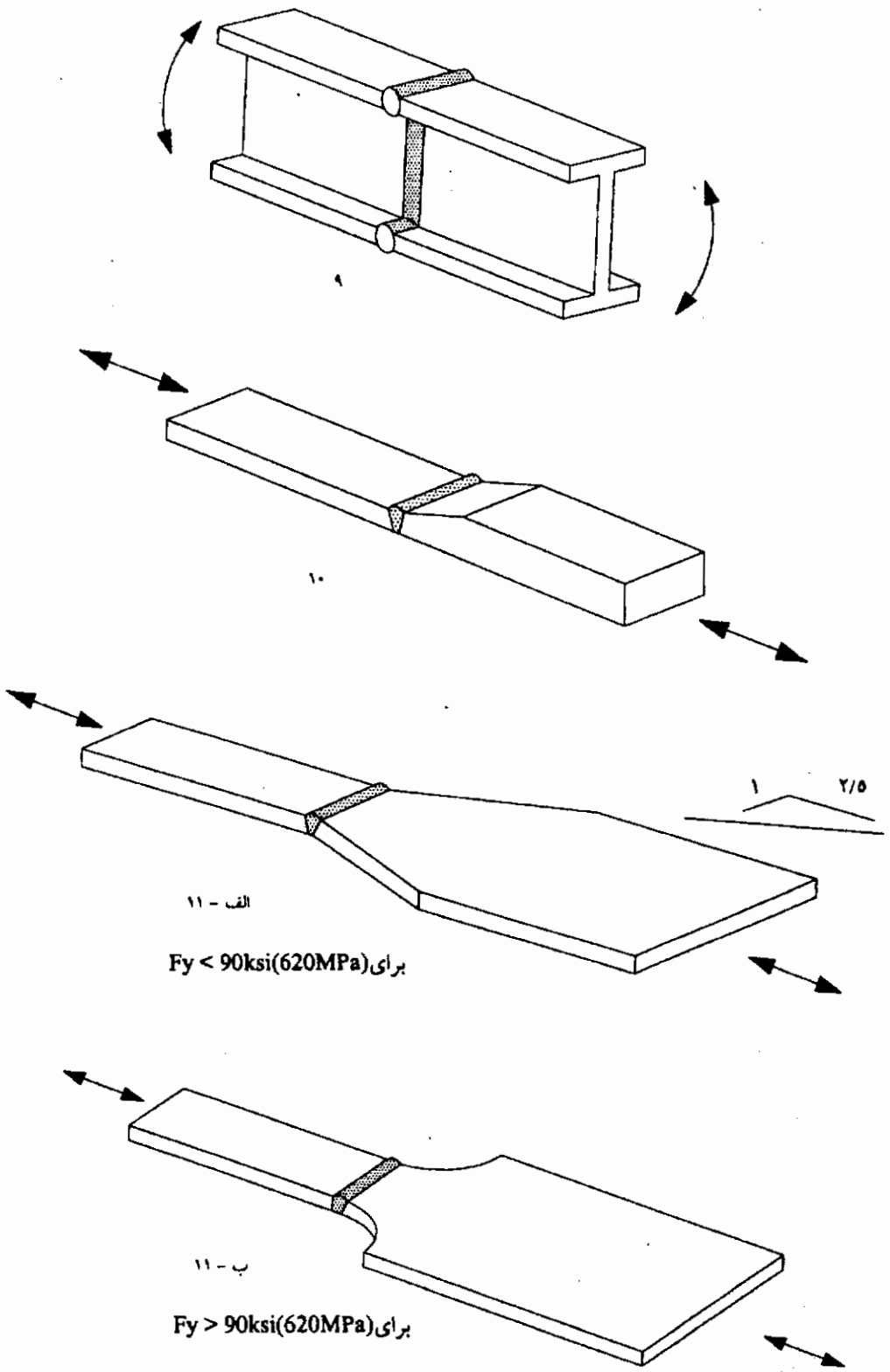
۸- شعاع انحنا باید مطابق الزامات بند ۲-۲۹-۳ باشد



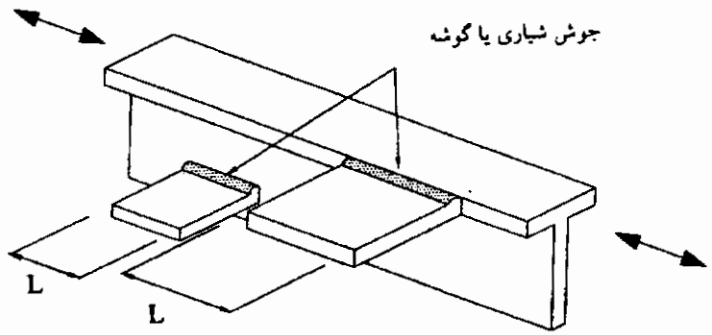
شکل ۲-۸- نمونه‌های مختلف طبقه‌بندی تنش خستگی (بند ۲-۲٤)



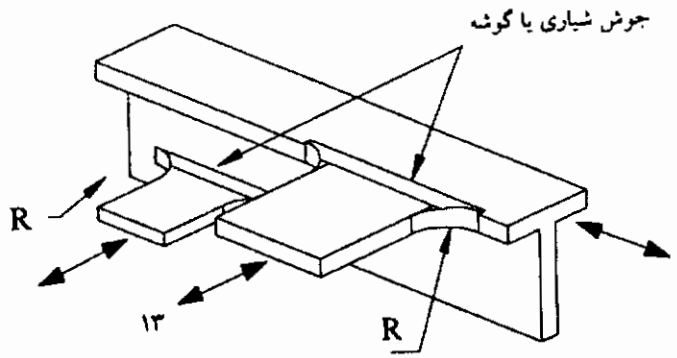
ادامهٔ شکل ۲-۸- نمونه‌های مختلف طبقه‌بندی تنش خستگی (بند ۲-۲٤)



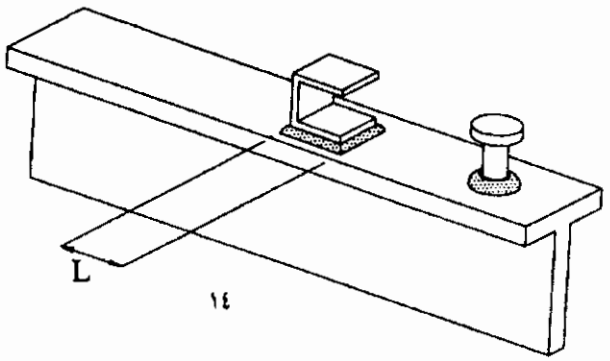
ادامهٔ شکل ۲-۸- نمونه‌های مختلف طبقه‌بندی تنش خستگی (بند ۲-۲٤)



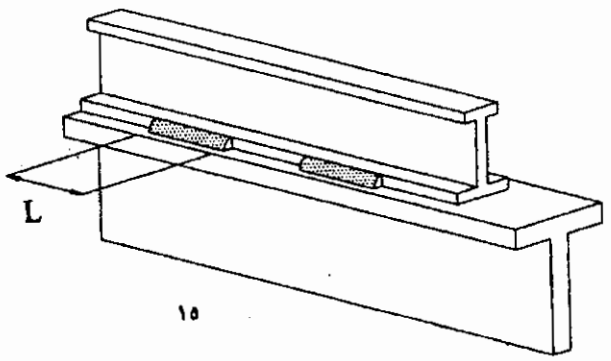
۱۲



۱۳

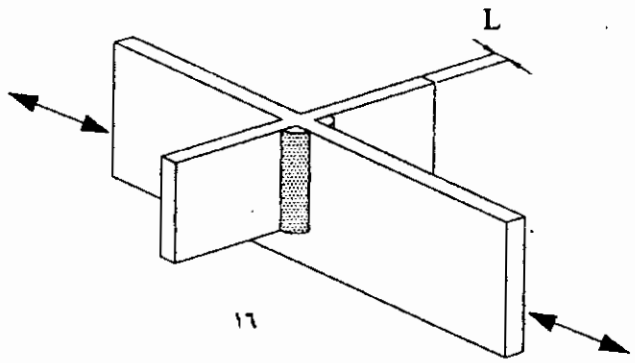


۱٤

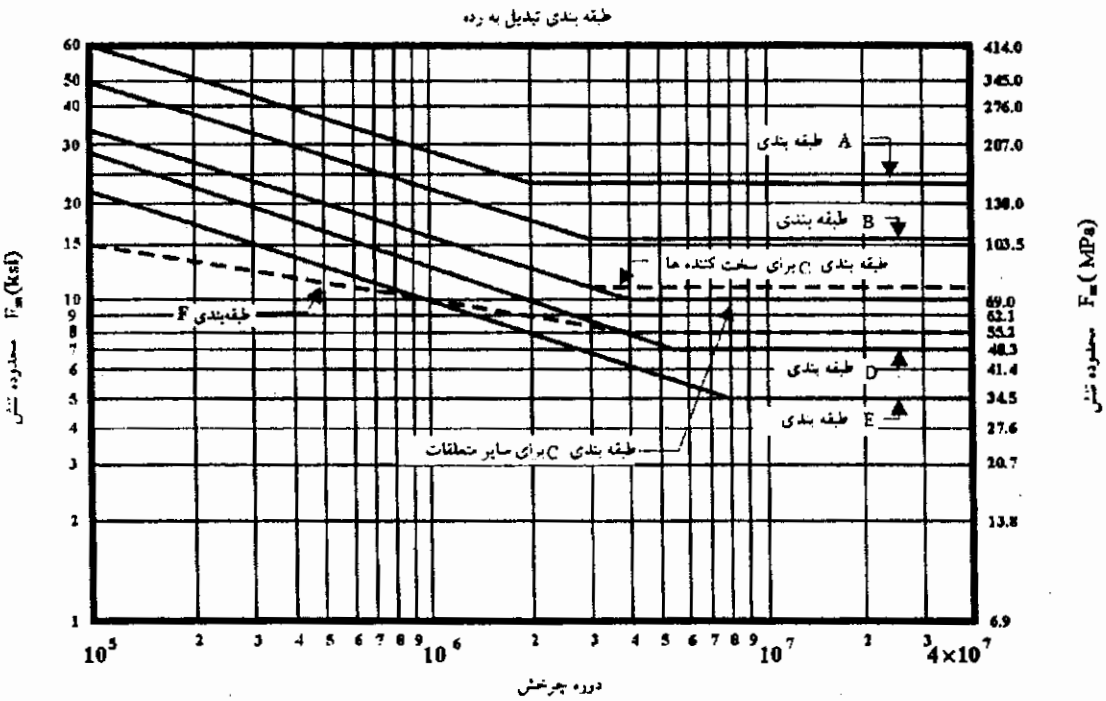


۱۵

ادامهٔ شکل ۲-۸- نمونه‌های مختلف طبقه‌بندی تنش خستگی (بند ۲-۲٤)

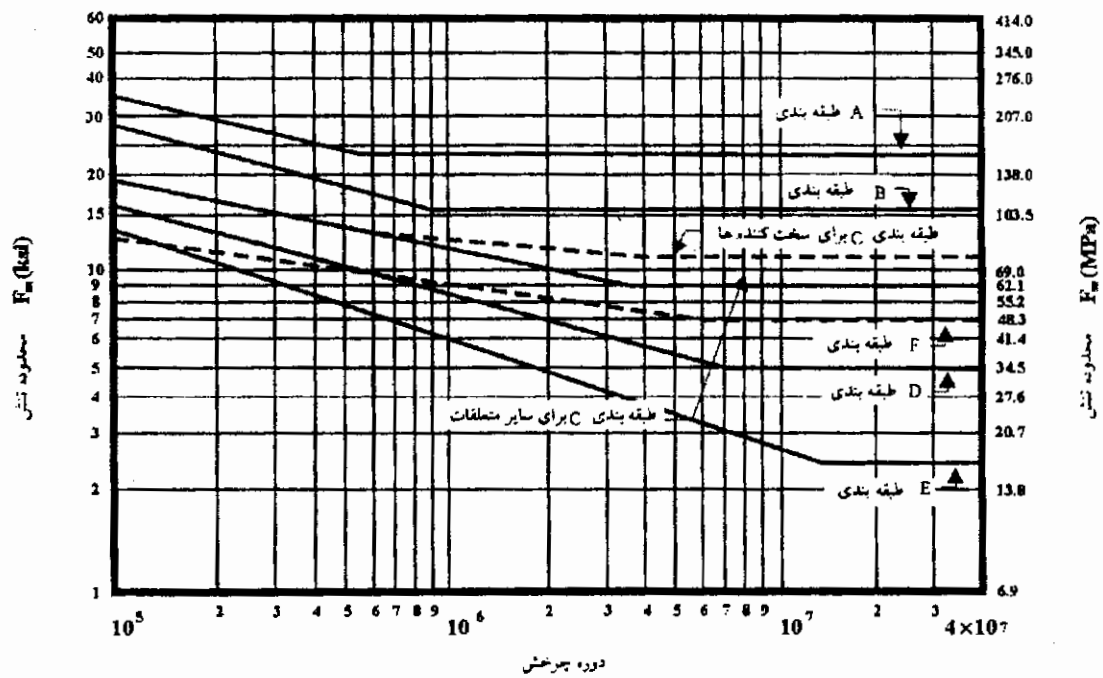


ادامهٔ شکل ۲-۸- نمونه‌های مختلف طبقه‌بندی تنش خستگی (بند ۲-۲٤)



شکل ۲-۹- منحنی‌های محدوده تنش طراحی برای طبقه‌بندی‌های A تا F

(اعضای غیرقوطی‌شکل سازه‌های نامعین) (بند ۲-۲٤)



شکل ۲-۱۰- منحنی‌های محدوده تنش طراحی برای طبقه‌بندی‌های A تا F (اعضای غیرقوطی‌شکل سازه‌های معین) (بند ۲-۲٤)

۲-۲۷- جوش‌ها و اتصالات غیرمجاز

۲-۲۷-۱- جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی. اگر معیار طراحی نشان دهد که بارگذاری سیکلی ایجاد شکست خستگی می‌نماید، نباید از جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی که در جهت عمود بر محور طولی تحت‌اثر تنش کششی قرار می‌گیرند، استفاده شود.

۲-۲۷-۲- جوش‌های شیاری یکطرفه. استفاده از جوش‌های شیاری یکطرفه در شرایط زیر ممنوع است:

۱- بدون پشت‌بند یا

۲- با پشت‌بندی، به‌غیر از فولاد، که براساس فصل ٤ تأیید نشده است.

این ممنوعیت‌ها برای جوش‌های شیاری یکطرفه در شرایط زیر کاربرد ندارد:

الف) اعضای فرعی و سایر اعضایی که تحت تنش قرار نمی‌گیرند.

ب) اتصالات کنج در جهت موازی با تنش محاسباتی، بین قطعات اعضای ساخته‌شده که اساساً برای تنش محوری طراحی می‌شود.

۲-۲۷-۳- جوش‌های شیاری منقطع. اجرای جوش‌های شیاری منقطع ممنوع است.

۲-۲۷-٤- جوش‌های گوشه منقطع. اجرای جوش‌های گوشه منقطع، به‌جز در مورد ۲-۳۰-۱ ممنوع است.

۲-۲۷-۵- محدودیت وضعیت افقی. اجرای جوش‌های جناغی و لاله‌ای در اتصالات لب‌به‌لب به‌غیر از وضعیت افقی مجاز نیست.

۲-۲۷-٦- جوش‌های انگشتانه و کام. جوش‌های انگشتانه و کام در اعضای کششی اصلی ممنوع است.

۲-۲۷-۷- جوش‌های گوشه کوچکتر از ۳/۱٦ اینچ. اجرای جوش‌های گوشه کوچکتر از ۳/۱٦ اینچ ممنوع است.

۲-۲۸- اتمام جوش‌ها

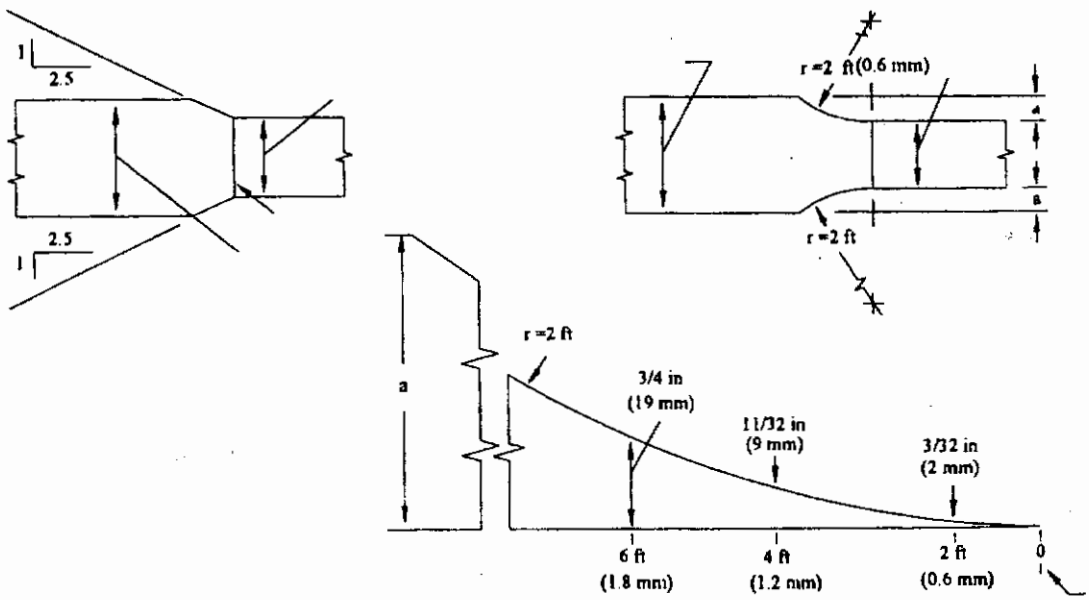
به‌جز مواردی که در بند ۲-۳٤-۲ (۲) مجاز شمرده شده‌است، جوش‌های گوشه تحت‌اثر نیروی کششی که با محور جوش موازی نباشد، نباید در گوشه قطعات یا اعضا تمام شود، بلکه باید در طولی مساوی دوبرابر اندازه جوش به‌طور پیوسته در کنج‌ها و در همان سطح برگشت داده شود.

۲-۲۹- انتقال ضخامت و پهنا

۲-۲۹-۱- تغییر ضخامت اتصال لب‌به‌لب کششی. اتصال لب‌به‌لب بین دو قطعه که دارای ضخامت‌های متفاوت بوده و تحت‌اثر تنش کششی قرار دارد، باید دارای انتقال آرام ضخامت با شیبی که از مقدار ۱ به $2\frac{1}{2}$ تجاوز نکند، باشد. انتقال می‌تواند از طریق شیب‌دادن سطح فلزجوش یا پخ‌زدن قطعه ضخیم‌تر و یا ترکیبی از این دو روش انجام شود. (به شکل ۲-٦ مراجعه شود).

۲-۲۹-۲- تغییر ضخامت اتصال لب‌به‌لب برشی یا فشاری. در اتصال لب‌به‌لب بین قطعات که دارای ضخامت‌های متفاوت بوده و تحت‌اثر تنش برشی یا فشاری قرار دارد، اگر اختلاف بین دو سطح در هر طرف اتصال بیشتر از ضخامت قطعه نازکتر اتصال باشد، باید دارای یک انتقال مطابق ۲-۲۹-۱ باشد. وقتی تغییر ضخامت کمتر و یا برابر ضخامت قطعه نازکتر باشد سطح جوش بایستی با شیبی که از ۱ به ۱/۲ ۲ بیشتر نبوده از سطح ورق نازکتر شیب‌دار شود و یا چنانچه شیب‌دار نمودن با شیب کمتری می‌تواند انجام گیرد به سمت سطح ورق با ضخامت بیشتر صورت گیرد با این استثناء که اتصال اعضای خرپا و اتصال بال تیرها می‌تواند با انتقال آرام مطابق بند ۲-۲۹-۱ انجام گیرد.

۲-۲۹-۳- پهنای اتصال لب‌به‌لب کششی. اتصال لب‌به‌لب بین قطعات با پهناهای نامساوی که تحت اثر تنش کششی قرار می‌گیرند باید با انتقال آرام که دارای شیب کمتر از ۱ به ۱/۲ ۲ بوده و یا انتقال باید با یک شعاع انحنای حداقل ۲ فوت (٦١٠ میلی‌متر) که به قطعه باریکتر مماس می‌گردد، انجام گیرد. (به شکل ۲-۱۱ مراجعه شود). انتقال به صورت منحنی شکل برای فولادهایی که دارای مقاومت گسیختگی (٦٢٠ Mpa) ٩٠ Ksi و بیشتر هستند، الزامی است.



شکل ۲-۱۱- انتقال در عرض (اعضای غیرقوطی‌شکل تحت اثر بارگذاری سیکلی)

(بند ۲-۲۹-۳)

۲-۳۰- سخت‌کننده‌ها

۲-۳۰-۱- جوش‌های گوشه منقطع. اگر از جوش‌های منقطع برای اتصال سخت‌کننده‌ها به تیرها و شاهتیرها استفاده شود، باید مطابق شرایط زیر باشد:

حداقل طول هر جوش باید ۱ ½ اینچ (۳۸ میلی‌متر) باشد.

۱- یک جوش باید در هر طرف اتصال اجرا شود. طول هر جوش باید حداقل ۲۵٪ طول اتصال باشد.

۲- حداکثر فضای خالی بین انتها تا انتهای جوش باید دوازده برابر ضخامت قطعه نازکتر اتصال و از ٦ اینچ (۱۵۰ میلی‌متر) بیشتر نباشد.

۳- هر انتهای سخت‌کننده که به جان متصل می‌شود باید از هر دو طرف اتصال جوش شود.

۲-۳۰-۲- چیدمان. اگر از سخت‌کننده‌ها استفاده می‌شود، باید ترجیحاً به صورت جفت در دو سمت مخالف جان اجرا شوند. سخت‌کننده‌ها می‌توانند به بال‌های کششی یا فشاری جوش شوند. تنش خستگی یا حدود تنش در نقاط اتصال به بال کششی یا ناحیه کششی جان باید مطابق الزامات خستگی مشخصات فنی عمومی باشد. از جوش گوشه عرضی برای اتصال سخت‌کننده‌ها به بال‌ها می‌توان استفاده کرد.

۲-۳۰-۳- جوش‌های یک‌طرفه. اگر از سخت‌کننده‌ها فقط در یک طرف جان استفاده می‌شود، باید به بال فشاری جوش شود.

۲-۳۱- اتصالات یا وصله‌ها در اعضای فشاری با اتصالات تماسی مستقیم

اگر اعضایی که فقط تحت‌اثر فشار قرار می‌گیرند در تماس مستقیم و کامل وصله شوند، اجزاء وصله و جوش‌ها، باید بتواند ۵۰ درصد تنش محاسباتی اعضاء را تحمل نماید مگر آن‌که مشخصات فنی مورد استفاده ضوابط دیگری را الزام نمایند. چنانچه چنین اعضایی با تماس مستقیم روی صفحات کف اتکاء نمایند، بایستی جوش کافی برای تثبیت مطمئن کلیه قطعات در محل اتصال تأمین گردد.

۲-۳۲- اتصالات رویهم

۲-۳۲-۱- جوش‌های گوشه طولی. چنانچه فقط از جوش گوشه طولی در اتصالات رویهم انتهایی استفاده می‌شود، طول هر جوش گوشه طولی نباید از فاصله عمودی بین دو جوش کمتر باشد. فاصله عرضی بین جوش‌ها نباید بیشتر از ۱۶ برابر ضخامت قطعه نازکتر اتصال باشد، مگر آن‌که شرایط مناسبی (نظیر جوش‌های انگشتانه یا کام میانی) برای جلوگیری از کمانش و جدایی قطعات، تأمین شود. جوش‌های گوشه طولی می‌توانند چه در لبه‌های اعضا و چه در انگشتانه‌ها اجرا شوند.

۲-۳۲-۲- فاصله بین سوراخ‌ها یا انگشتانه‌ها. در صورت استفاده از جوش گوشه در سوراخ‌ها یا انگشتانه‌ها، فاصله خالص بین لبه یک سوراخ یا انگشتانه تا لبه قطعه‌ای که سوراخ و یا انگشتانه در آن قرار دارد در جهت عمود بر راستای تنش وارده، نباید از پنج‌برابر ضخامت قطعه یا دوبرابر پهنای سوراخ یا انگشتانه کمتر باشد. مقاومت قطعه باید براساس مقطع خالص بحرانی فلز پایه تعیین شود.

۲-۳۳- مقاطع ساخته‌شده. شاهتیرها (مقاطع I شکل ساخته‌شده) باید ترجیحاً با یک ورق در هر بال، به عبارت دیگر بدون ورق پوششی، ساخته شوند. قسمت بیرون‌زده بال نباید از مقادیر مجاز در مشخصات فنی عمومی تجاوز کند. ضخامت و پهنای بال می‌تواند در طول متفاوت باشد.

۲-۳۴- ورق‌های پوششی

۲-۳۴-۱- ضخامت و پهنا. ورق‌های پوششی ترجیحاً باید به یک ورق در هر بال محدود شوند. حداکثر ضخامت ورق‌های پوششی بال (مجموع ضخامت تمام ورق‌های پوششی، اگر بیش از یکی استفاده شود) نباید از $1\frac{1}{2}$ برابر ضخامت بالی که ورق پوششی به آن متصل می‌شود، بیشتر باشد. ضخامت و پنهای یک ورق پوششی می‌تواند متفاوت باشد، به شرطی که اتصال لب‌به‌لب بین قطعات با ضخامت یا پهنای متفاوت ضوابطبند ۲-۲۹ را برآورده سازد. قبل از اتصال ورق‌های پوششی به بال‌ها، جوش‌ها باید به صورت همتراز با بال اجرا شوند.

پهنای یک ورق پوششی، با توجه به رواداری‌های ابعادی مجاز در ASTM A6، باید فضای کافی را برای یک جوش گوشه در طول هر لبه، جهت اتصال بال و ورق پوششی، تأمین کند.

۲-۳٤-۲- طول محدود. ورق پوششی با طول محدود باید بعد از نقطه قطع تئوری به اندازه فاصله انتهایی ادامه یابد، یا بایستی تا مقطعی که تنش در بال تیر برابر با تنش خستگی مجاز بند ۲-۲٤ می‌باشد، هر کدام بزرگتر است، ادامه یابد. نقطه قطع تئوری ورق پوششی مقطعی است که در آن تنش در بال بدون ورق پوششی برابر با تنش مجاز بدون درنظر گرفتن اثرات خستگی باشد. فاصله انتهایی بعد از نقطه قطع تئوری باید به اندازه‌ای باشد که برای تأمین حداقل یکی از شرایط زیر کافی باشد:

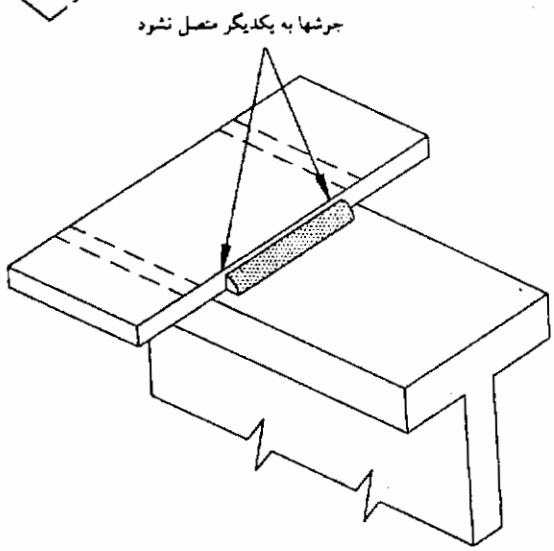
۱- ترجیحاً، ادامه ورق پوششی باید به گونه‌ای باشد که انتهای ورق بدون کم‌شدن پهنای ورق در طول ناحیه ادامه یافته به طور مستطیلی بریده شود و با یک جوش گوشه پیوسته در طول هر دو لبه و انتهای ورق پوششی به بال جوش شود. در این حالت، طول ادامه یافته انتهایی که از انتهای واقعی ورق پوششی اندازه‌گیری می‌شود، باید ۱ ۱/۲ برابر پهنای ورق پوششی در نقطه قطع تئوری باشد. همچنین به بند ۲-۲۸ و شکل ۲-۱۲ مراجعه شود.

۲- به طور جایگزین، طول ادامه یافته ورق که در آن هیچگونه جوش در لبه انتهایی صورت نگرفته باشد، با تأمین شرایط زیر حاصل می‌گردد:

الف- طول ادامه‌یافته که تا نقطه قطع واقعی ورق پوششی اندازه‌گیری می‌شود، دوبرابر پهنای آن باشد.

ب- پهنای ورق پوششی به صورت متقارن به پنهایی کمتر از ۱/۳ پهنای ورق در نقطه قطع تئوری باریک شود به شرطی که از ۳ اینچ (۷۵ میلی‌متر) کمتر نباشد.

پ- جوش گوشه پیوسته در طول هر دو لبه ورق باریک شده، در طول ادامه‌یافته وجود داشته باشد.



شکل ۲-۱۲- جوش‌های گوشه در دو سمت مخالف فصل مشترک دو ورق (بند ۲-٤-۷-۲)

۲-۳٤-۳- جوش‌های گوشه انتهایی. جوش‌های گوشه که یک ورق پوششی را در ناحیه ادامه‌یافته به بال متصل می‌کنند، باید به صورت پیوسته بوده و دارای اندازه کافی جهت انتقال برش طولی بین ورق پوششی و بال باشد. جوش‌های گوشه در هر قسمت ناحیه ادامه‌یافته باید دارای اندازه کافی جهت توسعه تنشی ورق پوششی در تیرها و شاهتیرها باشد و در هیچ حالت از مقادیر اجازه داده شده در بند ٥-١٤ کمتر نباشد.

بخش ت- الزامات خاص اتصالات اعضای قوطی‌شکل

۲-۳٥- کلیات

الزامات خاص بخش ت فقط برای اتصالات اعضای قوطی شکل به‌کار می‌رود و باید به همراه الزامات قابل کاربرد بخش الف به‌کار رود. تمام ضوابط بخش ت در وضعیت‌های بارگذاری استاتیک و سیکلی قابل کاربرد است. ضوابط خستگی بند ۲-۳٦-٦ فقط برای بارگذاری سیکلی به‌کار می‌رود.

۲-۳٥-۱- خروج از مرکزیت. لنگرهای ناشی از خروجی از مرکزیت اتصالات باید در تحلیل و طراحی در نظر گرفته شود. به شکل ۲-١٤ح برای اتصال با خروج از مرکزیت مراجعه شود.

۲-۳٦- تنش‌های مجاز

۲-۳٦-۱- تنش‌های فلز پایه. این ضوابط می‌تواند به همراه مشخصات فنی طراحی قابل کاربرد با هر یک از روش‌های طراحی تنش مجاز (ASD) یا ضریب بار و مقاومت (LRFD) به‌کار رود. طراحی اتصالات قوطی‌شکل در بندهای ۲-۳٦-۵ ، ۲-۳٦-٦ و ۲-٤۰ آمده است، مگر آن‌که مشخصات فنی طراحی موارد دیگری را مشخص کرده باشد.تنش‌های فلز پایه باید مطابق مشخصات فنی طراحی با درنظر گرفتن محدودیت‌های زیر باشد:

۲-۳٦-۲- محدودیت‌های مقاطع دایروی. محدودیت‌های نسبت قطر به ضخامت برای مقاطع دایروی و بزرگترین عرض تخت به ضخامت برای مقاطع جعبه‌ای شکل که در آن‌ها کمانش موضعی و سایر حالات شکست موضعی درنظر گرفته می‌شود، باید براساس تأمین ضوابط آیین‌نامه طراحی باشد. محدودیت‌های کاربردی این معیار که در بند ۲-٤۰ ارایه شده‌اند، عبارت است از:

۱- لوله‌های با مقطع دایره: $D/t < ۳۳۰۰/F_y$ [برای F_y برحسب ksi] ، $٤۷۸/F_y$ [برای F_y برحسب MPa]

۲- مقاطع جعبه‌ای با اتصالات فاصله‌دار: $D/t \le ۲۱۰/\sqrt{F_y}$ [برای F_y برحسب ksi] $۸۰/F_y$ [برای F_y برحسب MPa] اما کمتر از ۳۵

۳- مقاطع جعبه‌ای با اتصالات رویهم: $D/t \le ۱۹۰/\sqrt{F_y}$ [برای F_y برحسب ksi] ، $۷۲/F_y$ [برای F_y برحسب MPa]

۲-۳٦-۳- تنش در جوش‌ها. تنش مجاز در جوش‌ها نباید از آنچه که در جدول ۲-۵ آمده و یا آنچه که طبق بندهای ۲-۱٤-٤ و ۲-۱٤-۵ مجاز شمرده شده‌است به‌جز مواردی که در بندهای ۲-۳٦-۵ و۲-۳٦-٦ و ۲-٤۰ اصلاح گردیده است، تجاوز کند.

۲-۳٦-٤- تنش‌های فیبری. تنش‌های فیبری ناشی از خمش به‌جز در مورد اعضاء با مقطع فشرده (که قادر به انتشار لنگر پلاستیک کامل می‌باشد) و نیز جوش‌های عرضی مقطع، نبایستی به مقادیر ارایه‌شده برای کشش و فشار اضافه گردد.

۲-۳٦-۵- روش طراحی ضریب بار و مقاومت. ضرایب مقاومت "Φ" که در این بخش

داده شده‌است در طراحی به روش ضریب بار و مقاومت (LRFD) به صورت زیر به‌کار برده می‌شود:

$$\Phi \times (P_U \text{ یا } M_U) = \Sigma\ (LF \times \text{بار})$$

که P_U یا M_U بار یا لنگر نهایی است و LF ضریب بار که از آیین‌نامه طراحی AISC به روش LRFD مربوط، مثلاً مشخصات طراحی ساختمان‌های با سازه‌های فلزی به روش ضریب بار و مقاومت LRFD به دست می‌آید.

۲-۳۶-۶- خستگی

۲-۳۶-۶-۱- حدود تغییرات تنش و نوع عضو. در طراحی اعضاء و اتصالاتی که تحت تنش‌های تکرارشونده ناشی از بار زنده می‌باشد، باید تعداد سیکل‌های تنش، حدود تغییرات تنش قابل انتظار، نوع و موقعیت عضو یا جزییات اتصال درنظر گرفته شود.

۲-۳۶-۶-۲- طبقه‌بندی تنش خستگی. نوع و موقعیت مصالح باید مطابق جدول ۲-۶ طبقه‌بندی شود.

۲-۳۶-۶-۳- محدودیت‌های تنش مجاز پایه. اگر مشخصات فنی طراحی دارای ضوابط خستگی باشد، حداکثر تنش نباید از تنش مجاز پایه تجاوز کند و حدود تغییرات تنش در تعداد سیکل‌های بارگذاری نباید از مقادیر داده‌شده در شکل ۲-۱۳ تجاوز کند.

۲-۳۶-۶-۴- خسارت تجمعی. وقتی خستگی دربرگیرنده حدود تغییرات تنش با مقدار متغیر و تعداد اعمال متغیر باشد نسبت خسارت تجمعی، D ، که از تجمع بارگذاری‌های گوناگون به‌دست می‌آید، نبایستی از یک تجاوز کند که در آن

$D = \Sigma \frac{n}{N}$ مشخص = تعداد سیکل‌های بارگذاری اعمال‌شده در یک محدوده تغییرات تنش n

N= تعداد سیکل‌های بارگذاری که برای یک محدوده تغییرات تنش مطابق شکل ۲-۱۳ مجاز می‌باشد.

۲-۳۶-۶-۵- اعضای بحرانی. برای اعضای بحرانی که شکست آن‌ها به تنهایی برای سازه فاجعه‌آمیز باشد، مقدار D (موضوع بند ۲-۳۶-۶-۴) بایستی به مقدار $\frac{1}{2}$ محدود گردد.

۲-۳۶-۶-۶- بهبود رفتار در برابر خستگی. به منظور رفتار بهتر در برابر خستگی، چنانچه در

اسناد قرارداد قید شده باشد، نیمرخ بهبودیافته‌ای به صورت زیر می‌تواند در جوش‌های اتصالات لوله‌ای T، Y و K شکل به‌کار برده شوند:

۱- یک لایه پوششی می‌تواند روی جوش قرار داده شود به طوری‌که سطح جوش به صورت آرام و ملایم، مطابق شکل نشان داده شده در ۳-۱۰، به فلز پایه ختم شود. گودی‌های داخل نیمرخ جوش نبایستی عمیق‌تر از ۰/۰۴ اینچ یا ۱ میلی‌متر نسبت به ضخامت یک صفحه دایره‌ای که قطری برابر یا بزرگتر از عضو شاخه‌ای دارد، باشد.

۲- سطح جوش بایستی به طور آرام به نیمرخ مطابق شکل ۳-۱۰ تمام گردد. تراز تمام‌شده جوش بایستی همتراز محور جوش باشد.

۳- در انتهای پنجه جوش با ابزار مخصوصی تقه‌کاری شده به طوری‌که تغییر شکل‌های پلاستیک موضعی موجب تنش‌های پس‌ماند فشاری گردد. چنین تقه‌کاری همواره بایستی پس از بازرسی چشمی و به دنبال بازرسی از طریق ذرات مغناطیسی به شرح زیر به‌کار رود. ملاحظات کافی بایستی در خصوص امکان به‌وجود آمدن گودی‌های ریز در حین تقه‌کاری مبذول گردد. به منظور تأیید طبقه‌بندی‌های خستگی نوع X_1 و K_1 ، جوش‌ها (کلیه جوش‌های سازه‌های غیرمقید و یا جاهاییکه تقه‌کاری به‌کار می‌رود) بایستی تحت بازرسی به طریق ذرات مغناطیسی برای ناپیوستگی‌های سطوح و نزدیک سطوح انجام گردد. هرگونه عیوبی در سطح جوش‌ها که نتوان آن‌ها را با سنگ‌زنی به سطح فلز پایه به آرامی ختم نمود بایستی مطابق بند ۵-۲۶-۱-۴ تعمیر نمود.

۲-۳۶-۶-۷- اثرات اندازه و نیمرخ. کاربرد جوش‌هایی که در طبقه‌بندی خستگی فهرست شده در زیر قرار دارند، بایستی محدودیت‌های تأمین اندازه جوش و ضخامت فلز پایه به شرح زیر را ارضاء نمایند:

C_1	۲ اینچ	(۵۰ میلی‌متر)	ضخامت صفحه نازکتر در ناحیه انتقال
C_2	۱ اینچ	(۲۵ میلی‌متر)	قطعه اتصال
D	۱ اینچ	(۲۵ میلی‌متر)	قطعه اتصال
E	۱ اینچ	(۲۵ میلی‌متر)	قطعه اتصال
ET	۱/۵ اینچ	(۳۸ میلی‌متر)	عضو شاخه‌ای

F ۰/۷ اینچ (۱۸ میلی‌متر) اندازه جوش

FT ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) اندازه جوش

برای کاربرد مواردی که از حدود فوق تجاوز کند، ملاحظات خاص از طریق کاهش تنش‌های مجاز یا اصلاح نیمرخ جوش بایستی به‌کار برده شود. برای اتصالات T،Y و K شکل، دو سطح عملکرد خستگی در جدول ۲-۷ فراهم گردیده است. طراح بایستی سطح عملکرد خستگی یک را در جاییکه توجه به خستگی از الزامات طرح است، مشخص نماید. در جاییکه خستگی مورد نظر نباشد، سطح عملکرد خستگی دو حداقل استاندارد قابل قبول می‌باشد.

۲-۳۷- تعریف

اعضاء در سازه‌های قوطی‌شکل باید مطابق شکل ۲-۱۴ تعریف شوند.

۲-۳۸- نمادها

نمادهایی که در فصل ۲، بخش ت استفاده شده‌اند در ضمیمه ل نمایش داده شده است.

جدول ۲-۵- تنش‌های مجاز در جوش‌های اتصالات با مقطع قوطی‌شکل (بند ۲-۳۶-۳)

میزان مقاومت لازم برای فلز پرکننده[1]	طراحی به روش ضریب بار و مقاومت (LRFD)		طراحی به روش تنش مجاز (ASD)	نوع تنش	کاربرد در اتصال اعضای قوطی شکل	نوع جوش
	مقاومت اسمی	ضریب مقاومت Φ	تنش مجاز			
از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود	۰/۶ Fy	۰/۹	مشابه فلز پایه	کشش یا فشار به موازات محور جوش[2]	اتصالات لب‌به‌لب طولی (درزهای طولی)	جوش شیاری بانفوذ کامل
	۰/۶ Fy	۰/۹	۰/۴ Fy فلز پایه	برش شعاعی یا برش ناشی از پیچش		
	۰/۶ F_{EXX}	۰/۸	۰/۳ F_{EXX} فلز پرکننده			
از فلز پرکننده سازگار باید استفاده شود	Fy	۰/۹	مشابه فلز پایه	فشار عمود بر سطح مؤثر[3]	اتصالات لب‌به‌لب دایروی (درزهای عرضی)	
	۰/۶ Fy	۰/۹ فلز پایه		برش در سطح مؤثر		
	۰/۶ F_{EXX}	۰/۸ فلز جوش				
	Fy	۰/۹		کشش عمود بر سطح مؤثر		
از فلز پرکننده سازگار باید استفاده شود	مشابه فلز پایه یا مطابق محدودیت هندسه اتصال (به بند ۲-۴۰ ضوابط برای LRFD مراجعه شود)		مشابه فلز پایه یا مطابق محدودیت هندسه اتصال (به بند ۲-۴۰ ضوابط برای ASD مراجعه شود)	کشش، فشار یا برش در فلز پایه که جوش اتصال مطابق جزییات اشکال ۳-۶ و ۳-۸ ۳-۱۰ باشد (جوش‌های در اعضای قوطی‌شکل که از یکطرف بدون پشت‌بند جوش می‌شود)	اتصالات جوشی در سازه‌های T، Y و K شکل که برای بارگذاری بحرانی نظیر خستگی طراحی شده که عموماً نیاز به انجام جوش‌های شیاری با نفوذ کامل می‌باشد	
				کشش، فشار، یا برش در سطح مؤثر جوش شیاری که از دو طرف یا با پشت‌بند جوش می‌شود.		
از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود	۰/۶ Fy	۰/۹	مشابه فلز پایه	کشش یا فشار به موازات محور جوش	اتصالات طولی در اعضای قوطی‌شکل ساخته‌شده	جوش گوشه
	۰/۶ F_{EXX}	۰/۷۵	۰/۳ F_{EXX}	برش در سطح موثر		
از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود[4]	۰/۶ F_{EXX}	۰/۷۵	۰/۳ F_{EXX} یا براساس محدودیت هندسه اتصال (به بند ۲-۴۰ مراجعه شود)	برش در گلوی مؤثر بدون توجه به جهت بارگذاری (به بند ۲-۳۹ و ۲-۴۰-۱-۳ مراجعه شود)	اتصالات در سازه‌ای Y,T و K شکل در اتصالات دایروی رویهم و اتصالات ملحقات به اعضای قوطی‌شکل	
	یا براساس محدودیت هندسه اتصال (به بند ۲-۴۰ ضوابط برای LRFD مراجعه شود)					

از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود	کاربرد ندارد		۰/۴ F_y	فلز پایه	برش به موازات سطوح تماس (روی سطح مؤثر)	جوشهای انگشتانه و کام
			۰/۳ F_{EXX}	فلزپرکننده		
از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود	F_y	۰/۹	مشابه فلز پایه[3]		کشش یا فشار به موازات محور جوش[2]	درز طولی در اعضای قوطی شکل	جوشهای شیاری با نفوذ نسبی
از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود.	F_y	۰/۹	۰/۵ F_{EXX} ولی تنش در فلز پایه نباید از ۰/۶ F_y تجاوز کند	اتصال برای تماس طراحی نشده است	فشار عمود بر سطح مؤثر	اتصالات محیطی و طولی تحت بارگذاری عرضی	
			مشابه فلز پایه	اتصال برای تماس طراحی شده است			
از فلز پرکننده با مقاومت مساوی یا کمتر از فلز پرکننده سازگار می‌تواند استفاده شود	۰/۶ F_{EXX}	۰/۷۵	۰/۳ F_{EXX} ولی تنش در فلز پایه نباید از ۰/۵ F_y برای کشش یا ۰/۴ F_y برای برش تجاوز کند	برش روی سطح مؤثر			
	F_y	۰/۹ فلزپایه					
	۰/۶ F_{EXX}	۰/۸ فلز پرکننده		کشش روی سطح مؤثر			
از فلز پرکننده سازگار باید استفاده شود	F_y	۰/۹ فلز پایه	۰/۳ F_{EXX} مطابق محدودیت هندسه اتصال (به بند ۲-۴۰ مراجعه شود) ولی تنش در فلز پایه نباید از ۰/۵ F_y برای کشش و فشار یا ۰/۴ F_y برای برش تجاوز کند	بار عمود بر جوش انتقال یافته و تنش روی گلوی مؤثر است. (به بندهای ۲-۳۹ و ۲-۴۰-۱-۳ مراجعه شود)		اتصالات T، Y و K شکل در سازه‌های معمولی	
	۰/۶ F_{EXX}	۰/۸ فلز پرکننده					
	یا مطابق محدودیت‌های هندسه اتصال (به بند ۲-۴۰ ضوابط برای LRFD مراجعه شود)						

ادامهٔ جدول ۲-۵- تنش‌های مجاز در جوش‌های اتصالات با مقطع قوطی‌شکل (بند ۲-۳۶-۳)

تذکرات:

۱- برای فلز پرکننده سازگار به جدول ۳-۱ مراجعه شود.

۲- برش شعاعی یا برش ناشی از پیچش تا ۰/۳ حداقل مقاومت کششی فلز پرکننده مجاز است، به جز آنکه برش در فلز پایه نباید از $0.4F_y$ تجاوز کند. (به بخش LRFD مراجعه شود.)

۳- جوشهای شیاری یا گوشه در امتداد موازی با محور اعضای کششی یا فشاری، به جز در ناحیه اتصال، به صورت تنش انتقالی در نظر گرفته نمی‌شود، بنابراین می‌توانند همان نوع تنش در فلز پایه را صرفنظر از طبقه‌بندی الکترود (فلز پرکننده) تحمل کنند. اگر از ضوابط ۲-۴۰-۱ استفاده می‌شود، درزها در اعضای اصلی در ناحیه اتصال باید دارای جوشهای شیاری با نفوذ کامل با فلز پرکننده سازگار مطابق جدول ۳-۱ باشد.

۴- به بند ۲-۴۰-۱-۳ مراجعه شود.

۵- بطور جایگزین به بندهای ۲-۱۴-۴ و ۲-۱۴-۵ مراجعه شود.

جدول ۲-۶) رده‌بندی تنش برای نوع وموقعیت مواد در مقاطع دایروی (بند ۲-۳۶-۶-۲)

طبقه‌بندی تنش	وضعیت	نوع تنش
A	لوله ساده بدون درز	TCBR
B	لوله با درز طولی جوش شده	TCBR
B	وصله لب به لب با جوش‌های شیاری با نفوذ کامل و سنگ‌خورده و بازرسی شده با RT یا UT (رده R)	TCBR
B	اعضای با سخت‌کننده‌های طولی با جوش پیوسته	TCBR
C_1	وصله‌های لب به لب با جوش‌های شیاری با نفوذ کامل	TCBR
C_2	اعضای با سخت‌کننده (حلقه)های عرضی	TCBR
D	اعضای دارای ملحقات شامل گیره و براکت و غیره	TCBR
D	اتصالات صلیبی یا T شکل جوشی با نفوذ کامل (به جز در اتصالات قوطی شکل)	TCBR
DT	اتصالات طراحی شده در یک اتصال Y,T و K شکل ساده با جوش شیاری با نفوذ کامل مطابق شکل ۳-۸ و ۳-۱۰ (شامل اتصالات رویهم آمده که در آن عضو اصلی در مقطع عرضی الزامات برش سوراخ‌کننده را برآورده می‌کند) به تذکر ۲ مراجعه شود.	TCBR در عضو شاخه‌ای (تذکر: عضو اصلی باید به‌طور جداگانه مطابق طبقه K_1 یا K_2 کنترل شود)
E	اتصالات T یا صلیبی شکل متعادل با جوش شیاری با نفوذ نسبی یا جوش گوشه (به جز در اتصالات قوطی شکل)	TCBR در عضو، همچنین جوش باید مطابق طبقه F کنترل شود
E	اعضای منتهی به کلاف، ورق‌های پوششی، سخت‌کننده‌های طولی، ورق‌های اتصال و غیره (به جز در موارد اتصالات قوطی شکل)	TCBR در عضو، همچنین جوش باید مطابق طبقه F کنترل شود
ET	اتصالات Y,T و K شکل با جوش شیاری با نفوذ نسبی یا جوش گوشه همچنین اتصالات قوطی شکل پیچیده که در آن مقاومت برش سوراخ‌کننده عضو اصلی نمی‌تواند تمام بار را تحمل کند و انتقال بار با ورق‌های رویهم آمده (خروج از مرکزیت منفی) و ورق‌های اتصال سخت‌کننده‌های حلقوی، و غیره صورت می‌گیرد به تذکر ۲ مراجعه شود.	TCBR در عضو شاخه (تذکر: عضو اصلی در اتصالات ساده Y,T و K شکل باید به‌طور جداگانه تحت طبقه‌بندی K_1،K_2 کنترل شود و فلز جوش باید تحت طبقه‌بندی FT و بند ۲-۴۰-۱ بررسی شود)
F	جوش انتهایی در ورق پوششی یا کلاف، جوش‌ها در ورق‌های اتصال، سخت‌کننده و غیره	برش در جوش
F	اتصالات T و صلیبی شکل اعضای شاخه، که تحت بارگذاری کششی یا خمشی قرار دارند و دارای جوش شیاری با نفوذ نسبی یا جوش گوشه هستند (به جز در اتصالات قوطی شکل)	برش در جوش (صرفنظر از جهت بارگذاری) به بند ۲-۳۹ مراجعه شود

ادامهٔ جدول ۲-٦) رده‌بندی تنش برای نوع وموقعیت مواد در مقاطع دایروی (بند ۲-۳٦-٦-۲)

طبقه‌بندی تنش	وضعیت	نوع تنش
FT	اتصالات Y،T و K شکل ساده اعضای شاخه که تحت بارگذاری کششی یا خمشی قرار دارند و دارای جوش‌های گوشه یا شیاری با نفوذ نسبی هستند	برش در جوش (صرفنظر از جهت بارگذاری) به بند ۲-۳۹ مراجعه شود
$X_۲$	اعضای قطع شده در اتصالات ساده Y،T و K شکل، یا هر اتصالی که کفایت آن با انجام آزمایش‌های روی مدل با مقیاس دقیق یا با روش‌های علمی (مانند عناصر محدود) به اثبات رسیده باشد	بزرگترین محدوده تنش یا کرنش بحرانی در سطح خارجی اعضای قطع شده در محل پنجه جوش‌هایی که آن‌ها را اتصال داده و با دقیق‌ترین روش‌های تحلیلی و یا آزمایشگاهی تعیین شده باشند
$X_۱$	مطابق $X_۲$، به‌طوریکه نیمرخ اتصال مطابق بند ۲-۳٦-٦-٦ و ۲-۳٦-٦-۷ اصلاح شده باشد	مطابق $X_۲$
$X_۱$	از محل مقاطع مخروطی شکل که تقویت نشده باشد	تنش بحرانی در محل تغییر زاویه که مطابق تذکر ٤ محاسبه شود
$K_۲$	اتصالات ساده Y،T و K شکل که در آن ضریب گاما R/t_c عضو اصلی از ۲٤ تجاوز نکند (به تذکر ۳ مراجعه شود)	برش سوراخ‌کننده برای عضو اصلی مطابق تذکر ٥ محاسبه شود
$K_۱$	مطابق $K_۲$، به‌طوریکه نیمرخ اتصال مطابق بند ۲-۳٦-٦-٦ و ۲-۳٦-٦-۷ اصلاح شده باشد	

تذکرات:

۱- کشش = T ، فشار= C ، خمش= B ، رفت و برگشت = R ، مجموع تنش‌های اسمی محوری و خمش.

۲- منحنی‌های تجربی (شکل ۲-۱۳) براساس هندسه اتصال تیپ تهیه شده‌است. اگر ضرایب تمرکز تنش واقعی یا کرنش‌های بحرانی مشخص باشد به‌کارگیری منحنی $X_۱$ یا $X_۲$ ارجح است.

۳- منحنی‌های تجربی (شکل ۲-۱۲) براساس آزمایشات انجام گرفته با ضرایب گاما، R/t_c بین ۱۸ تا ۲٤ بوده که برای اعضای با R/t_c کم در جهت اطمینان بوده لیکن برای اعضای با نسبت R/t_c بزرگتر از ۲٤، تنش‌های مجاز با ضریب زیر کاهش داده شود.

$$\frac{\text{تنش مجاز خستگی}}{\text{تنش از منحنی K}} = \left(\frac{۲٤}{R/t_c}\right)^{۰/۷}$$

در جایی که ضرایب واقعی تمرکز تنش یا کرنش‌های بحرانی مشخص باشد، استفاده از منحنی‌های $X_۱$ یا $X_۲$ ارجح است.

۴- ضریب تمرکز تنش: $SCF = \frac{۱}{\cos\bar{\Psi}} + ۱/۱۷ \tan\bar{\Psi}\sqrt{\gamma_b}$

که:

$\bar{\Psi}$ = زاویه تغییر در محل انتقال

γ_b= شعاع انحنا به ضخامت قوطی در محل انتقال

۵- محدوده برش سوراخ‌کننده رفت و برگشتی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_P = \tau \sin\theta \left[\alpha f_a + \sqrt{(۰/۶۷\, f_{by})^۲ + (۱/۵\, f_{bz})^۲} \right]$$

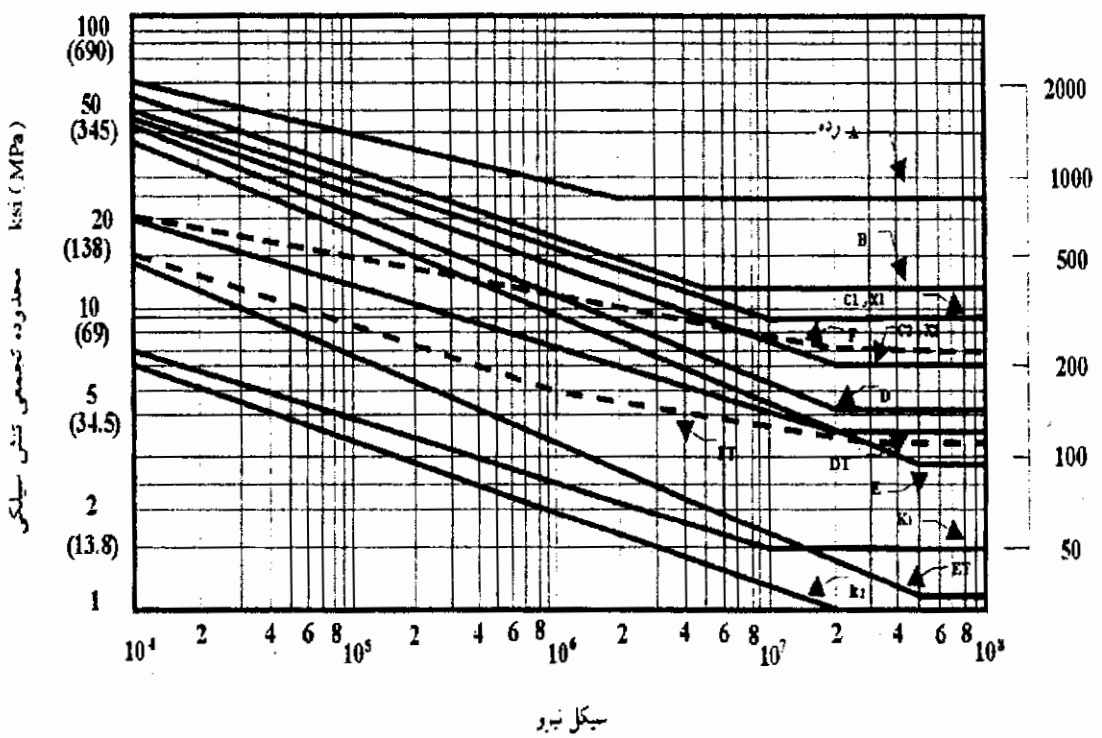
که τ و θ قبلا تعریف شده‌اند و

f_a = محدوده تنش اسمی رفت و برگشتی عضو شاخه‌ای برای بار محوری

f_{by}= محدوده تنش خمشی درون صفحه‌ای رفت و برگشتی

f_{bz}= محدوده سیکلی تنش خمشی خارج از صفحه‌ای رفت و برگشتی

α = در جدول ۲-۹ تعریف شده‌است.

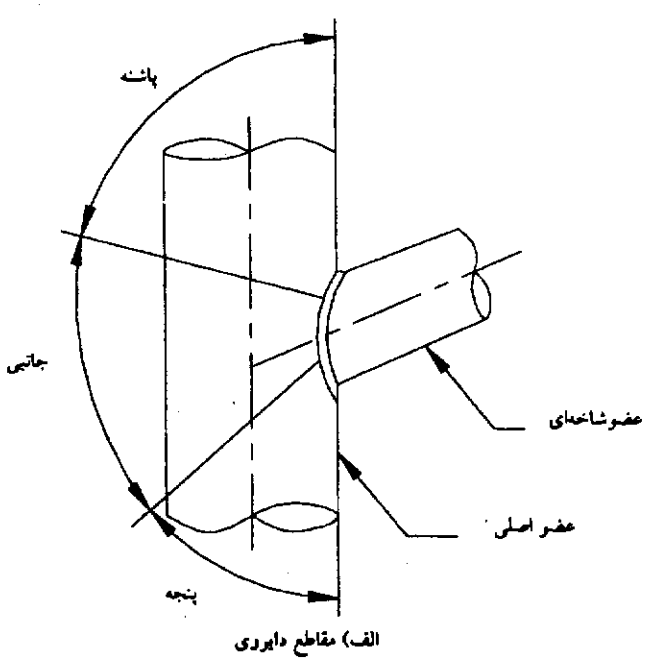


شکل ۲-۱۳- محدوده تنش و کرنش خستگی مجاز برای رده‌های مختلف تنش

(مراجعه به جدول ۲-۶) سازه‌های با مقاطع قوطی شکل در معرض هوا (بند ۲-۳۶-۶-۳)

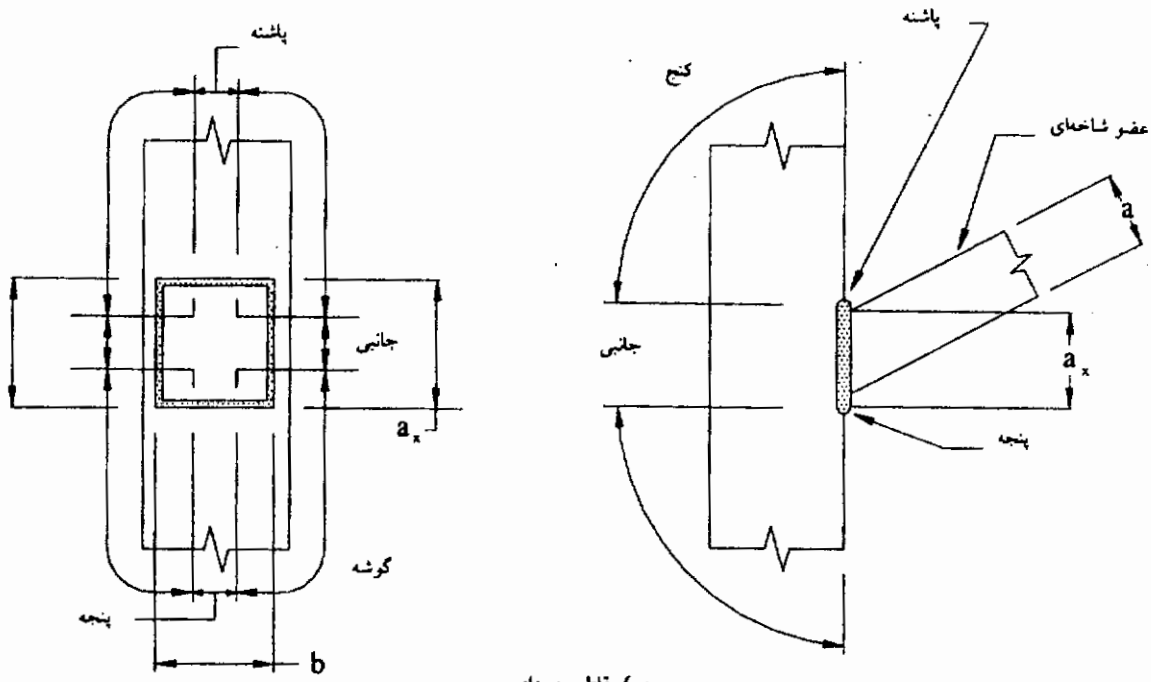
جدول ۲-۷- محدودیت‌های طبقه‌بندی خستگی روی اندازه جوش، یا ضخامت و نیمرخ جوش (اتصالات قوطی شکل) (بند ۲-۳۶-۶-۷)

سطح دو	سطح یک	
محدودیت ضخامت عضو شاخه‌ای برای طبقه‌بندی‌های K_2 و X_2 (میلیمتر) اینچ	محدودیت ضخامت عضو شاخه‌ای برای طبقه‌بندی‌های X_1، K_1، DT (میلیمتر) اینچ	نیمرخ جوش
۰/۶۲۵ (۱۶)	۰/۳۷۵ (۱۰)	تخت استاندارد (شکل ۳-۸)
۱/۵ (۳۸) تأیید شده برای ضخامت‌های نامحدود در بارگذاری استاتیکی فشاری	۰/۶۲۵ (۱۶)	تقویت شده با جوش گوشه پنجه (شکل ۳-۹)
نامحدود	۱ (۲۵)	مقعر (شکل ۳-۱۰) با آزمایش مطابق بند ۲-۳۶-۶-۶(۱)
—	نامحدود	مقعر ملایم (شکل ۳-۱۰) که مطابق بند ۲-۳۶-۶-۶(۲) کاملا سنگ‌خورده باشد

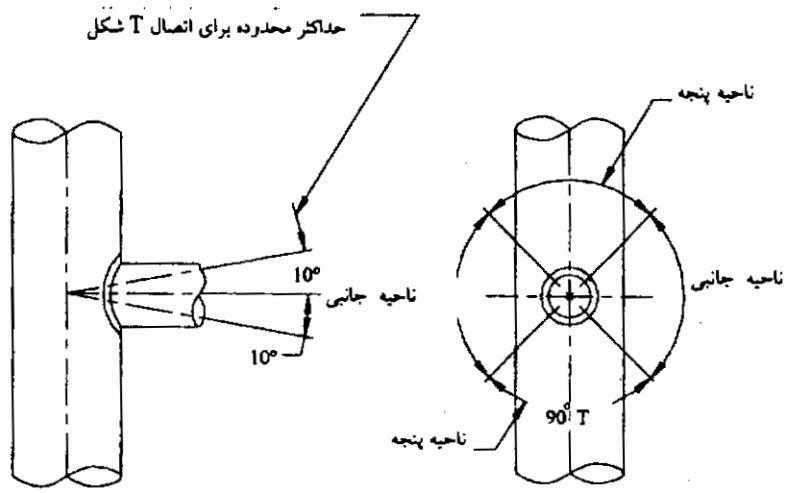


الف) مقاطع دایروی

شکل ۲-۱۴- قسمت‌های مختلف اتصالات اعضای قوطی شکل (بند ۲-۳۷)

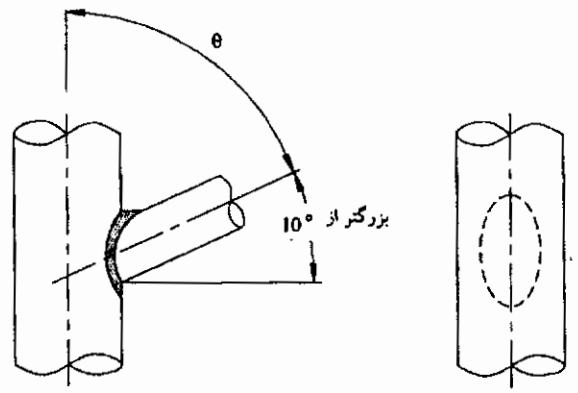


ب) مقاطع جعبه‌ای

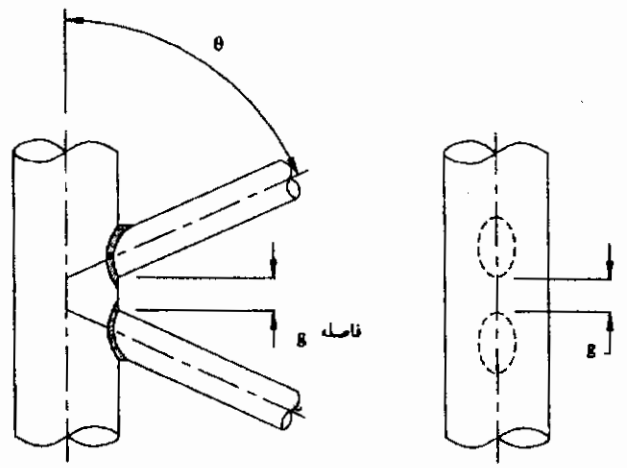


ج) اتصالات T شکل

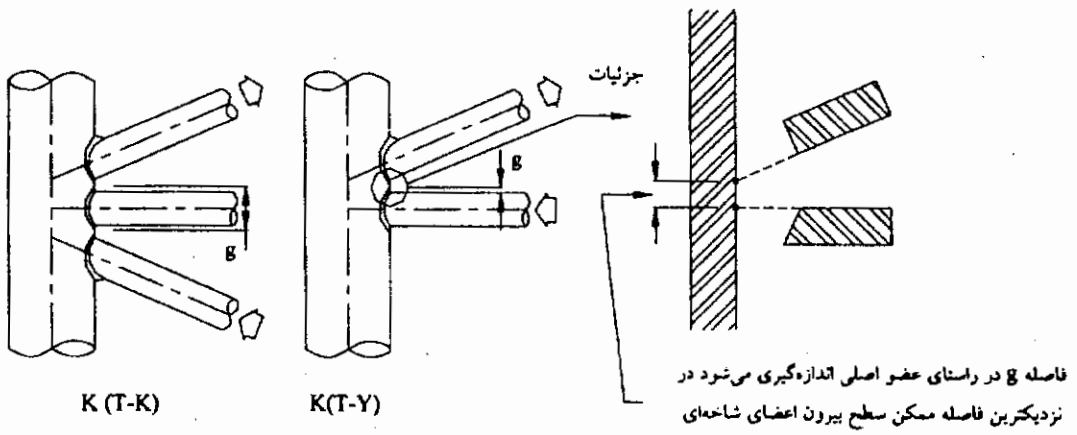
ادامه شکل ۲-۱۴- قسمت‌های مختلف اتصالات اعضای قوطی شکل (بند ۲-۳۷)



د) اتصالات Y شکل

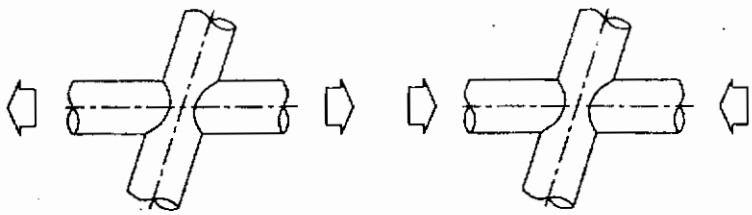


ه) اتصال K شکل

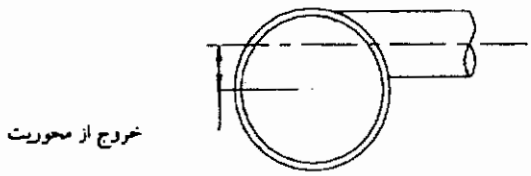


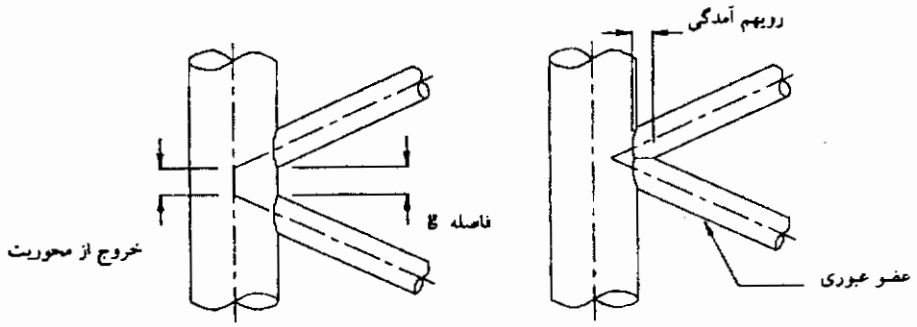
و) اتصالات K شکل ترکیبی

ادامه شکل ۲-۱۴- قسمت‌های مختلف اتصالات اعضای قوطی شکل (بند ۲-۳۷)

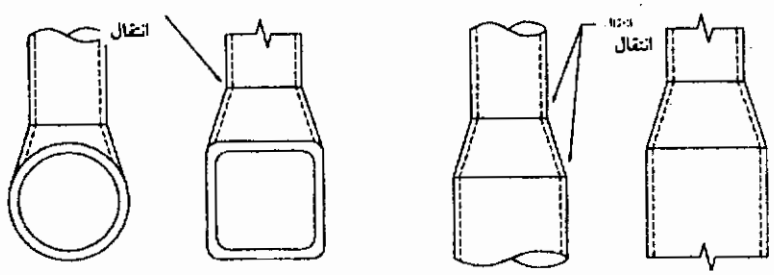


ز) اتصالات صلیبی



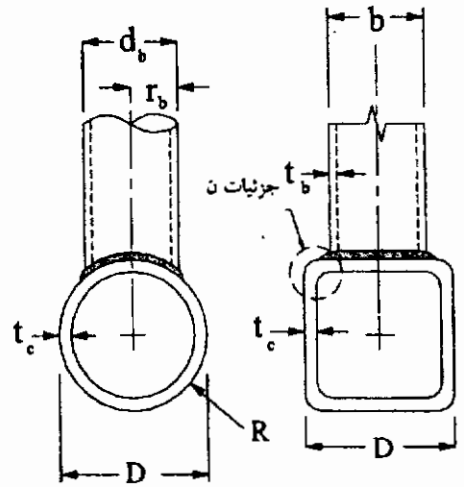


ح) تغییرات نسبت به اتصالات هم محور

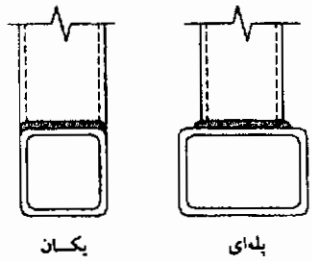


ک) اتصالات با انتقال

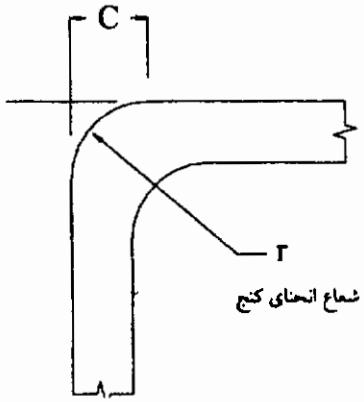
ادامه شکل ۲-۱٤- قسمت‌های مختلف اتصالات اعضای قوطی شکل (بند ۲-۳۷)



م) پارامترهای ابعادی



ل) انواع اتصالات با مقاطع جعبه‌ای



ن) اندازه‌گیری شعاع انحنای کنج

پارامتر	مقاطع لوله‌ای	مقاطع جعبه‌ای
β	d_b / D یا r_b / R	b / D
η	—	a_x / D
γ	R / t_c	$D / 2t_c$
τ	t_b / t_c	t_b / t_c
θ	زاویه بین محورهای اعضاء	
Ψ	زاویه بین دو سطح در یک نقطه جوش	
c	اندازه کنج که از نقطه شروع انحناء با استفاده از یک گونیای ۹۰ درجه که در کنج قرار می‌گیرد اندازه‌گیری می‌شود.	

ادامه شکل ۲-۱۴- قسمت‌های مختلف اتصالات اعضای قوطی شکل (بند ۲-۳۷)

۲-۳۹- طراحی جوش

۲-۳۹-۱- جوش‌های گوشه

۲-۳۹-۱-۱- سطح مؤثر. سطح مؤثر باید مطابق بند ۲-٤-۳ و شرایط زیر باشد: طول مؤثر جوش گوشه در اتصالات T، Y و K شکل باید بر طبق بندهای ۲-۳۹-٤ یا ۲-۳۹-۵، با استفاده از شعاع و یا ابعاد سطحی عضو شاخه‌ای که تا محور جوش اندازه‌گیری می‌شود، تعیین شود.

۲-۳۹-۱-۲- محدودیت‌های β بتا برای جزییات پیش تأیید شده. جزییات پیش تأیید شده جوش‌های گوشه در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی شکل، در شکل ۳-۲ نمایش داده شده‌است. در این جزییات برای اتصالات دایروی $\beta \leq \frac{1}{3}$ و برای مقاطع جعبه‌ای $\beta \leq ۰/۸$ محدود می‌شود. در این اتصالات همچنین محدودیت‌های بند ۳-۹-۲ برای یک مقطع جعبه‌ای با شعاع کنج بزرگ بایستی رعایت شوند. برای نگهداری عضو شاخه‌ای و جوش در سطح تخت ممکن است حد کوچکتری برای β لازم باشد.

۲-۳۹-۱-۳- اتصالات رویهم. اتصالات رویهم لوله‌های تلسکوپی (همانند آنچه در ستون‌های با مقطع متغیر بکار می‌رود) که در آن‌ها بار از طریق جوش منتقل می‌گردد، به وسیله جوش گوشه مطابق شکل ۲-۱۵ انجام می‌گردد.

۲-۳۹-۲- جوش‌های شیاری. سطح مؤثر باید براساس بند ۲-۳-۲ و شرایط زیر باشد: طول مؤثر جوش شیاری در اتصالات T، Y و K شکل باید براساس بند ۲-۳۹-٤ یا ۲-۳۹-۵ با استفاده از شعاع متوسط r_m یا ابعاد سطحی عضو شاخه‌ای تعیین شود.

۲-۳۹-۲-۱- جزییات پیش تأییدشده جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی. جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی پیش تأیید شده در اتصالات T، Y و K شکل باید مطابق شکل ۳-۵ باشد. مهندس طراح باید از شکل ۳-۵ به همراه جدول ۲-۸ جهت محاسبه حداقل اندازه جوش به منظور تعیین حداکثر تنش در جوش استفاده کند، به جز در مواردی که مطابق بند ۲-٤۰-۱-۳(۲) از انجام چنین محاسباتی صرف‌نظر شده‌است. به منظور تعیین حداقل اندازه جوش، میزان کاهش بعد Z را بایستی از فاصله بین نقطه تحت تنش و سطح تئوریک جوش کسر نمود.

۲-۳۹-۲-۲- جزییات پیش تأیید شده جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل که بدون پشت‌بند از یک‌طرف جوش می‌شود. برای ویژگی‌های جزییات به بند ۳-۱۳-٤ مراجعه شود. اگر بهبود عملکرد در برابر خستگی مد نظر باشد، جزییات انتخابی باید براساس الزامات نیمرخ مطابق بند ۲-۳٦-٦-٦ و جدول ۲-۷ باشد.

۲-۳۹-۳- تنش در جوش‌ها. اگر محاسبه تنش مجاز در مقاطع دایروی لازم باشد، تنش اسمی در جوش اتصال اعضای شاخه به عضو اصلی در اشکال ساده اتصالات T، Y و K شکل، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$f_{weld} = \frac{t_b}{t_w}\left[\frac{f_a}{k_a}\left[\frac{r_m}{r_w}\right] + \left[\frac{f_b}{k_b}\right]\frac{r_m^2}{r_w^2}\right]$$

که:

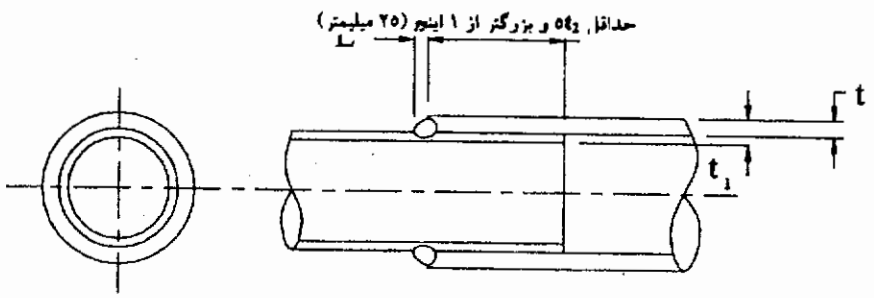
t_b = ضخامت عضو شاخه‌ای.

t_w = اندازه گلوی مؤثر جوش.

f_b و f_a = تنش‌های اسمی محوری و خمشی در عضو شاخه‌ای.

برای تعیین r_m و r_w به شکل ۲-۱٦ مراجعه شود.

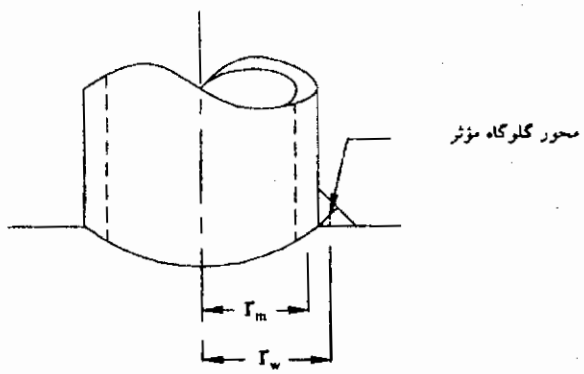
k_a و k_b ضرایب طول مؤثر و مقطع عضو می‌باشد که در بندهای ۲-۳۹-٤ و ۲-۳۹-۵ ارایه شده است.



شکل ۲-۱۵- جوش گوشه در اتصالات رویهم (اعضاء قوطی شکل) (بند ۲-۳۹-۱-۳)

جدول ۲–۸– مقدار کاهش Z برای محاسبه حداقل بعد جوش در اتصالات قوطی شکل T، Y و K شکل با جوشهای شیاری با نفوذ نسبی (بند ۲–۳۹–۲–۱)

وضعیت جوشکاری تخت یا افقی			وضعیت جوشکاری عمودی یا بالاسری			وضعیت جوشکاری
Z (میلیمتر)	Z (اینچ)	روش جوشکاری	Z (میلیمتر)	Z (اینچ)	روش جوشکاری	زاویه شیار ϕ
۰	۰	SMAW	۰	۰	SMAW	$\phi \geq ۶۰^\circ$
۰	۰	FCAW-S	۰	۰	FCAW-S	
۰	۰	FCAW-G	۰	۰	FCAW-G	
۰	۰	GMAW	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	GMAW	
۰	۰	GMAW-S	۰	۰	GMAW-S	
۳	۱/۸	SMAW	۳	۱/۸	SMAW	$۶۰^\circ > \phi \geq ۴۵^\circ$
۰	۰	FCAW-S	۳	۱/۸	FCAW-S	
۰	۰	FCAW-G	۳	۱/۸	FCAW-G	
۰	۰	GMAW	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	GMAW	
۳	۱/۸	GMAW-S	۳	۱/۸	GMAW-S	
۶	۱/۴	SMAW	۶	۱/۴	SMAW	$۴۵^\circ > \phi \geq ۳۰^\circ$
۳	۱/۸	FCAW-S	۶	۱/۴	FCAW-S	
۶	۱/۴	FCAW-G	۱۰	۳/۸	FCAW-G	
۶	۱/۴	GMAW	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	GMAW	
۶	۱/۴	GMAW-S	۱۰	۳/۸	GMAW-S	



شکل ۲–۱۶– جوش گوشه در اتصالات T، Y و K شکل (بند ۲–۳۹–۳)

در روش مقاومت نهایی یا روش LRFD، در هر دو مقطع دایروی و جعبه‌ای رابطه زیر برای تعیین ظرفیت باربری محوری P به‌کار می‌رود: $P_u = Q_W \cdot L_{eff}$ که:

Q_W = ظرفیت باربری خطی جوش (Kips/inch) و L_{eff} = طول مؤثر جوش.

برای جوش‌های گوشه، $Q_w = ۰/٦\ t_w F_{EXX}$ با $\Phi = ۰/۸$ که در آن F_{EXX} = حداقل مقاومت کششی فلز جوش طبقه‌بندی شده‌است.

۲-۳۹-٤- طول اتصالات اعضای با مقطع دایروی. طول جوش‌ها و طول فصل مشترک در اتصالات T، Y و K شکل باید به صورت $۲\pi r K_a$ محاسبه شود که در آن r شعاع مؤثر فصل مشترک است (به بندهای ۲-۳۹-۲ و ۲-۳۹-۱-۱ و ۲-٤۰-۱-۳(٤) مراجعه شود.

$$K_a = x + y + ۳\sqrt{(x^۲ + y^۲)}$$

$$x = ۱/(۲\pi \sin\theta)$$

$$y = \frac{۱}{۳\pi}\left[\frac{۳-\beta^۲}{۲-\beta^۲}\right]$$

که:

θ = زاویه بین محورهای دو عضو.

β = نسبت قطر، عضو شاخه‌ای/ عضو اصلی، که قبلا تعریف شده‌است.

تذکر: به صورت تقریبی می‌توان از مقادیر زیر استفاده کرد.

برای بار محوری $K_a = \frac{۱+۱/\sin\theta}{۲}$

برای خمش صفحه‌ای $K_b = \frac{۳+۱/\sin\theta}{٤\sin\theta}$

برای خمش خارج از صفحه‌ای $K_b = \frac{۱+۳/\sin\theta}{٤}$

۲-۳۹-۵- طول اتصالات اعضای با مقطع جعبه‌ای

۲-۳۹-۵-۱- اتصالات K و N شکل. طول مؤثر جوش در اتصالات K و N شکل صفحه‌ای فاصله‌دار بین اعضای با مقطع جعبه‌ای، که تحت اثر بارگذاری استاتیکی عمدتا محوری قرار می‌گیرند به صورت زیر می‌باشد:

$۲a_x + b$ برای $\theta \geq ٦۰^\circ$

$۲a_x + ۲b$ برای $\theta \leq ۵۰^\circ$

بنابراین در حالت $\theta \leq ۵۰^\circ$ طول پاشنه، پنجه و اطراف عضو شاخه‌ای می‌تواند به طور کامل مؤثر در نظر گرفته شود. برای $\theta \geq ۶۰^\circ$، طول پاشنه در توزیع بارگذاری متغیر به صورت غیرمؤثر در نظر گرفته می‌شود و برای $۵۰^\circ < \theta < ۶۰^\circ$ باید از درون‌یابی خطی استفاده کرد.

۲-۳۹-۵-۲- اتصالات T، Y و X شکل. طول مؤثر جوش در اتصالات T، Y و X شکل صفحه‌ای بین مقاطع جعبه‌ای که تحت بارگذاری استاتیکی عمدتا محوری قرار می‌گیرند باید به صورت زیر محاسبه شود: $\theta \leq ۵۰^\circ$

$۲a_x + b$ برای $\theta \leq ۵۰^\circ$

$۲a_x + ۲b$ برای $\theta \geq ۶۰^\circ$

برای $۵۰^\circ < \theta < ۶۰^\circ$ باید از درون‌یابی خطی استفاده کرد.

۲-۴۰- محدودیت‌های مقاومت اتصالات جوشی

۲-۴۰-۱- اتصالات T، Y و K شکل اعضای با مقطع دایروی (به بند ۲-۴۲-۱-۱ مراجعه شود).

۲-۴۰-۱-۱- شکست موضعی. در اتصال T، Y و K شکل که اعضای شاخه‌ای با جوش ساده به‌طور جداگانه به عضو اصلی متصل می‌شود، تنش‌های موضعی در سطح بالقوه شکست در دیواره عضو اصلی، مقاومت قابل کاربرد اتصال جوشی را محدود می‌کند. تنش برشی که در چنین شکستی ایجاد می‌شود، نه تنها به مقاومت فولاد عضو اصلی بستگی دارد، بلکه به هندسه اتصال نیز بستگی دارد. چنین اتصالاتی باید براساس معیارهای (۱) برش سوراخ‌کننده یا (۲) بار نهایی، مطابق زیر طراحی شوند. روش برش سوراخ‌کننده، یک معیار طراحی براساس تنش مجاز (ASD) است که دربرگیرنده ضریب اطمینان است. در روش طراحی ضریب بار و مقاومت (LRFD) از معیار بار نهایی استفاده می‌شود، که ضریب مقاومت Φ توسط طراح تعیین می‌شود، به بند ۲-۳۶-۵ مراجعه شود.

۱- **روش برش سوراخ‌کننده.** تنش برشی وارده در سطح بالقوه شکست (به شکل ۲-۱۷ مراجعه شود) نباید از تنش برشی سوراخ‌کننده مجاز تجاوز کند.

تنش برشی سوراخ‌کننده وارده عبارت است از:

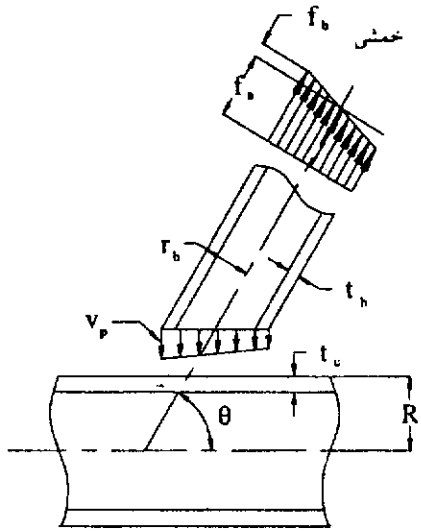
وارده $V_P = \tau f_n \sin\theta$

تنش برشی سوراخ‌کننده مجاز عبارت است از:

مجاز $V_P = Q_q . Q_f . F_{y\circ} / (\circ/\lambda\gamma)$

تنش مجاز V_P همچنین باید به تنش برشی مجاز مشخص شده در مشخصات فنی طراحی (مثلا $\circ/\xi F_{y\circ}$) محدود شود.

واژه‌هایی که در معادلات اخیر به‌کار رفتند به صورت زیر تعریف می‌شوند:



شکل ۲-۱۷- تنش برشی سوراخ کننده (بند ۲-٤٠-۱-۱)

τ، θ، γ، β و سایر پارامترهای هندسه اتصال در شکل ۲-١٤ (م) تعریف شده‌است.

f_n تنش اسمی محوری (f_n) یا تنش اسمی خمشی (f_b) در عضو شاخه‌ای است.

$F_{y\circ}$= حداقل مقاومت تسلیم مشخصه عضو اصلی اما کوچکتر از $\frac{۲}{۳}$ مقاومت کششی است.

Q_q و Q_f به ترتیب ضریب اصلاح هندسه و ضریب عکس‌العمل تنش است که در جدول ۲-۹ آمده است.

برای خمش حول دو محور (مثلا y و z) برآیند تنش مؤثر خمشی در مقاطع دایروی یا جعبه‌ای به شکل زیر است:

$$f_b = \sqrt{f_{by}^{۲} + f_{bz}^{۲}}$$

برای ترکیب تنش‌های خمشی و محوری معادله زیر باید برآورده شود:

$$\left[\frac{V_p \text{ وارده}}{V_p \text{ مجاز}}\right]^{1/75}_{\text{محوری}} + \left[\frac{V_P \text{وارده}}{V_p \text{مجاز}}\right]_{\text{خمشی}} \leq 1/0$$

۲- روش **LRFD** (بارها تا وضعیت نهایی ضریبدار می‌شوند به ۲–۳۶–۵ مراجعه شود).

بارگذاری عضو شاخه‌ای که باعث شکست پلاستیک در دیواره عضو اصلی می‌شود عبارت است از:

بار محوری: $P_u \sin\theta = t_c^{2} F_{yo} [6\pi\beta Q_q] Q_f$

لنگر خمشی: $M_u \sin\theta = t_c^{2} F_{yo} [d_b / 4] [6\pi\beta Q_q] Q_f$

با ضریب مقاومت $\Phi = 0/8$

محاسبه Qf باید با U^2 که به صورت $(P_c / AF_{yo})^2 + (M_c / SF_{yo})^2$ تعریف شود انجام گردد که P_c و M_c بار و لنگر ضریب‌دار عضو اصلی، A مساحت و S مدول مقطع می‌باشد. این بارگذاری‌ها همچنین به مقاومت برشی عضو به صورت زیر محدود می‌شود:

$$P_u \sin\theta \leq \pi d_b t_c F_{yo} / \sqrt{3}$$

$$M_u \sin\theta \leq d_b^{2} t_c F_{yo} / \sqrt{3}$$

با ضریب مقاومت $\Phi = 0/95$

که در آن:

t_c = ضخامت دیواره عضو اصلی

d_b = قطر عضو شاخه‌ای و سایر واژه‌ها در بند ۲–۴۰–۱–۱(۱) تعریف شده‌اند. حالت حدی برای ترکیب بار محوری P و لنگر خمشی M به صورت زیر محدود می‌شود:

$$(P / P_u)^{1/75} + M / M_u \leq 1/0$$

۲–۴۰–۱–۲– گسیختگی کلی. مقاومت و پایداری یک عضو اصلی در یک اتصال قوطی شکل، با هر نوع تقویت باید با استفاده از دانش فنی موجود براساس آیین‌نامه طراحی بررسی شود. گسیختگی کلی، خصوصا در اتصالات صلیبی شکل و اتصالات تحت بارگذاری فشاری بسیار شدید می‌باشد، به اشکال ۲–۱۴ (ز) و (ی) مراجعه شود. چنین اتصالاتی را می‌توان با افزایش ضخامت عضو اصلی یا با استفاده از دیافراگم‌ها و حلقه‌ها یا یقه‌هایی تقویت کرد.

جدول ۲-۹- مقادیر مقاومت اتصال (مقاطع دایروی) (بند ۲-۴۰-۱-۱)

معرفه هندسه و بارگذاری عضو شاخه‌ای Q_q	$Q_q = \left(\frac{۱/۷}{\alpha} + \frac{۰/۱۸}{\beta}\right) Q_\beta^{۰/۷(\alpha-1)}$	برای بار محوری (به تذکر ۶ مراجعه شود)
	$Q_q = \left(\frac{۲/۱}{\alpha} + \frac{۰/۶}{\beta}\right) Q_\beta^{۱/۲(\alpha-۰/۶۷)}$	برای خمش
Q_β	$Q_\beta = ۱/۰$	برای $\beta \le ۰/۶$
(برای محاسبه Q_q لازم است)	$Q_\beta = \frac{۰/۳}{\beta(۱-۰/۸۳۳\beta)}$	برای $\beta > ۰/۶$
پارامتر خارج از دایره‌ای شدن عضو اصلی α (که برای محاسبه Q_q لازم است)	$\alpha = ۱/۰ + ۰/۷ g/d_b$ $۱/۰ \le \alpha \le ۱/۷$	برای بار محوری در اتصالات K شکل فاصله‌دار که تمام اعضا در یک صفحه قرار دارند و بارهای عمود بر عضو اصلی، متعادل هستند (به تذکر ۳ مراجعه شود)
	$\alpha = ۱/۷$	برای بارگذاری محوری در اتصالات T و Y شکل
	$\alpha = ۲/۴$	برای بارگذاری محوری در اتصالات صلیبی شکل
	$\alpha = ۰/۶۷$	برای خمش درون صفحه‌ای (به تذکر ۵ مراجعه شود)
	$\alpha = ۱/۵$	برای خمش خارج از صفحه‌ای (به تذکر ۵ مراجعه شود)
عبارت تنش تعاملی عضو اصلی Q_f (به تذکر ۴ و ۵ مراجعه شود)	$Q_f = ۱ - \lambda\gamma \overline{U}^2$ $\lambda = ۰/۰۳۰$ $\lambda = ۰/۰۴۴$ $\lambda = ۰/۰۱۸$	برای بارگذاری محوری در عضو شاخه‌ای برای خمش درون صفحه‌ای در عضو شاخه‌ای برای خمش خارج صفحه‌ای در عضو شاخه‌ای

تذکرات:

۱- λ و β پارامترهای هندسی هستند که در شکل ۲-۱۴ (م) تعریف شده است.

۲- $F_{۷۰}$ حداقل مقاومت مشخصه جاری شدن عضو اصلی، که لزومی ندارد از $\frac{۲}{۳}$ مقاومت نهایی کششی بیشتر باشد.

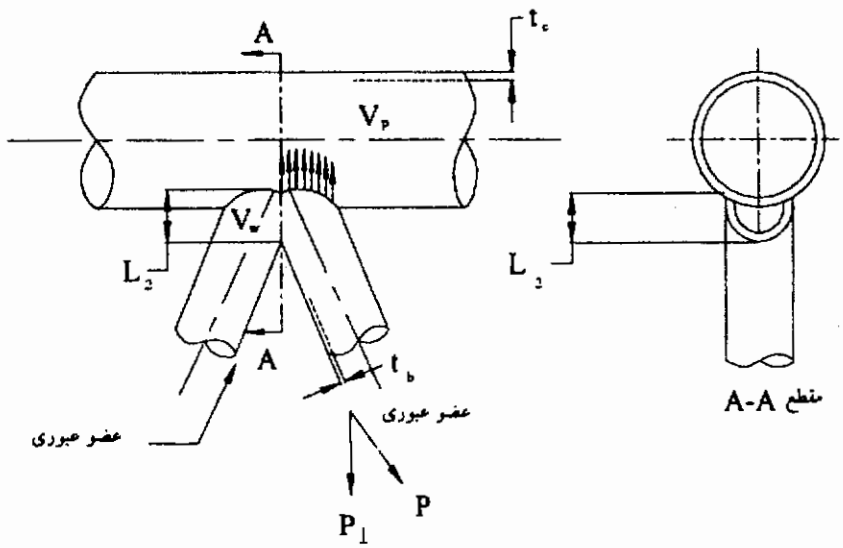
۳- فاصله g در شکل‌های ۲-۱۴ (د) و (ح) و (و) تعریف شده‌است، d_b قطر عضو شاخه‌ای است.

۴- $\overline{U}$ ضریب کاربرد (ضریب مقدار واقعی به مقدار مجاز) برای فشار طولی (محوری، خمشی) در عضو اصلی اتصال مورد نظر.

$$\overline{U} = \left[\frac{f_a}{۰/۶F_{y_۰}}\right]^۲ + \left[\frac{f_b}{۰/۶F_{y_۰}}\right]^۲$$

۵- در حالت ترکیب خمش درون صفحه‌ای و خارج از صفحه‌ای، از درون‌یابی خطی برای مقادیر α و λ استفاده کنید.

۶- برای گسیختگی کلی (فشار عرضی) به بند ۲-۴۰-۱-۲ نیز مراجعه کنید.



شکل ۲-۱۸ جزییات اتصال رویهم (بند ۲-۴۰-۱-۶)

۱- در اتصالات تقویت نشده صلیبی شکل در اعضای با مقطع دایروی، بار عرضی مجاز عضو اصلی ناشی از بار محوری فشاری در عضو شاخه‌ای P نباید تجاوز کند از:

$$P \sin\theta = t_c^۲ F_y \left(۱/۹ + ۷/۲\beta\right) Q_\beta Q_f$$

۲- در اتصالات تقویت شده در اعضای دایروی که با استفاده از «حلقه تقویتی» دارای ضخامت افزایش یافته t_c و طول L می‌باشد. بار محوری مجاز عضو شاخه‌ای P، به صورت زیر به کار می‌رود:

$$L < ۲/۵/D \quad \text{برای} \quad P = P_{(۱)} + \left[P_{(۲)} - P_{(۱)}\right]\frac{L}{۲/۵D}$$

$$L \geq ۲/۵/D \quad \text{برای} \quad P = P_{(۲)}$$

که $P_{(۱)}$ با استفاده از ضخامت اسمی عضو اصلی در معادله بخش (۱) بدست می‌آید، و $P_{(۲)}$ با استفاده از ضخامت تقویت اتصال در همان معادله، بدست می‌آید. وضعیت حدی نهایی به صورت ۱/۸ برابر وضعیت مجاز ASD است، با Φ =۰/۸

۳- در اتصالات K شکل مقاطع دایروی که در آن لازم است ضخامت عضو اصلی ضوابط برش موضعی مطابق بند ۲-٤۰-۱-۱ را برآورده سازد، چنانچه حداقل به اندازه $\frac{D}{٤}$ خارج از جوش اتصال عضو شاخه‌ای ادامه یابد نیازی به بررسی شکست کلی نمی‌باشد.

۲-٤۰-۱-۳- توزیع بار غیریکنواخت (تأمین اندازه جوش)

۱- به علت اختلاف بین انعطاف‌پذیری عضو اصلی که عمود بر سطحش تحت اثر بارگذاری قرار می‌گیرد و عضو شاخه‌ای که تنش‌های موازی با سطح را تحمل می‌کند، انتقال بار در جوش‌ها بسیار غیریکنواخت است و امکان گسیختگی موضعی قبل از رسیدن اتصال به بارگذاری طراحی وجود دارد. جهت جلوگیری از شکست تدریجی در جوش و اطمینان از رفتار شکل‌پذیر اتصال، تأمین حداقل جوش در اتصالات ساده T، Y یا K شکل باید طوری باشد تا در مقاومت شکست نهایی خود بتوانند بارهای نظیر مقاومت گسیختگی عضو فرعی یا مقاومت موضعی (برش سوراخ‌کننده) عضو اصلی را، هرکدام که کوچکتر است، تحمل نماید. مقاومت شکست نهایی در جوش‌های گوشه و جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی باید به صورت ۲/٦۷ برابر تنش مجاز پایه برای مقاومت کششی ٦۰ ksi (٤۱۰ Mpa) یا ۷۰ ksi (٤۸۰ Mpa) و ۲/۲ برابر تنش مجاز پایه برای مقاومت‌های بیشتر باشد. برش سوراخ‌کننده نهایی می‌تواند به صورت ۱/۸ برابر Vp مجاز که در بند ۲-٤۰-۱-۱ آمده است، باشد.

۲- این شرط در جزییات اتصال پیش تأیید شده در شکل ۳-۸ (نفوذ کامل) و زیربند ۳-۱۲-٤ (نفوذ نسبی)، اگر از مصالح مناسب مطابق (جدول ۳-۱) استفاده شود، در نظر گرفته شده‌است.

۳- اگر الزامات اندازه گلوی مؤثر زیر برای جزییات جوش گوشه پیش تأیید شده در شکل ۳-۲ رعایت شود، مقاومت جوش‌هارا می‌توان سازگار در نظر گرفت.

(الف) E = ۰/۷ t_b برای طراحی تنش سرویس الاستیک در اتصالات قوطی‌های فولادی با مقطع دایروی $[F_y \leq ٤٠ksi(٢٨٠Mpa)]$ که با جوش قوی‌تر اجرا می‌شود. (مقاومت طبقه‌بندی شده $F_{EXX} = ٧٠ksi$)

(ب) E = t_b برای طراحی مقاومت نهایی (LRFD) در اتصالات قوطی‌های با مقطع دایروی یا مقاطع جعبه‌ای $[F_y \leq ٤٠ksi(٢٨٠MPa)]$ که با جوش‌هایی مطابق شرایط جدول ۳-۱ اجرا می‌شوند.

(ج) E= کمترین دو مقدار t_e و ۱/۰۷ t_b برای سایر موارد.

٤- جوش‌های گوشه کوچکتر از آنچه که در شکل ۳-۲ لازم است، به‌طوری‌که بارهای طراحی را تحمل می‌کنند، باید حداقل برای حاصلضرب تنش‌های محاسبه شده مطابق بند ۲-۳۹-۳ در ضرایب زیر جهت تحمل توزیع غیریکنواخت بار، طراحی شوند:

	LRFD	ASD
E60XX,E70XX	۱/۵	۱/۳۵
مقاومت‌های بالاتر	۱/۸	۱/٦

۲-٤۰-۱-٤- انتقال. اتصالات مقعر و اندازه انتقال در قوطی‌هایی که در زیر نیاورده شده باید برای تنش‌های موضعی ناشی از تغییر جهت در ناحیه انتقال، کنترل شوند (به تذکر ٤ در جدول ۲-٦ مراجعه شود).

استثناء: قوطی‌های با مقطع دایروی که دارای D/t کمتر از ۳۰ هستند و شیب انتقال در آن‌ها کمتر از ۱ به ٤ می‌باشد و تحت اثر بارهای استاتیک قرار می‌گیرند، مستثنی هستند.

۲-٤۰-۱-۵- سایر شکل‌ها و بارگذاری‌ها

۱- عبارت «اتصالات T، Y و K شکل» اغلب برای توصیف اتصالات قوطی است که در آن اعضای شاخه‌ای به یک عضو اصلی در یک گره سازه‌ای جوش می‌شود. محدودیت‌های خاصی نیز برای اتصالات صلیبی X شکل در بندهای ۲-٤۰-۱-۱ و ۲-٤۰-۱-۲ ارایه شده‌است. در مورد اتصالات N شکل که یک حالت خاص از اتصالات K شکل هستند که در آن یکی از شاخه‌ها بر عضو اصلی عمود است، نیز همین محدودیت‌ها کاربرد دارد.

۲- طبقه‌بندی اتصالات به صورت T، Y و K یا صلیبی باید براساس مسیر بار برای هر وضعیت بارگذاری به‌کار رود، یک اتصال K شکل را در نظر بگیرید، بار سوراخ‌کننده در یک عضو شاخه‌ای باید توسط بارهای سایر مهارها در همان صفحه و در همان طرف اتصال متعادل شود. در اتصالات T و Y شکل، بار سوراخ‌کننده به صورت عکس‌العمل برشی در عضو اصلی می‌باشد. در اتصالات صلیبی بار سوراخ‌کننده از میان عضو اصلی به مهارهای دیگر در طرف مخالف اتصال انتقال داده می‌شود. در اعضای شاخه‌ای که قسمتی از بارشان را به صورت اتصال K شکل و قسمتی به صورت اتصالات صلیبی، T یا Y شکل تحمل می‌کنند، باید از درون‌یابی خطی بر اساس جزء از کل و یا از محاسبه آلفا استفاده کرد.

۳- برای اتصالات چندصفحه‌ای، محاسبه آلفا که در ضمیمه چهار ارایه شده‌است، می‌تواند برای تعیین تأثیرهای سودمند و یا زیان‌آور بارهای متعدد اعضای شاخه‌ای روی عضو اصلی استفاده شود. گرچه، برای اتصالات تحت بارگذاری مشابه در یک صفحه مانند اتصالات جفت TT و KK در جزییات خرپاها، نباید برای ظرفیت باربری نسبت به اتصالات یک صفحه‌ای معادل افزایشی در نظر گرفت.

۲-۴۰-۱-۶- اتصالات با رویهم‌آمدگی. در اتصالات با رویهم آمدگی، که در آن قسمتی از بار مستقیما از یک شاخه به شاخه دیگر از طریق جوش مشترک آن‌ها انتقال می‌یابد، بررسی‌های زیر باید انجام شود:

۱- بار مجاز هر عضو $P_\perp$، که عمود بر محور اصلی می‌باشد به صورت $P_\perp = (V_p t_c l_1) + (2V_w t_w l_2)$ که در آن، Vp برش سوراخ‌کننده مجاز طبق ۲-۴۰-۱-۱ است

و

t_c = ضخامت عضو اصلی

l_1 = طول جوش واقعی برای آن قسمتی از عضو شاخه‌ای که در تماس با عضو اصلی است.

V_p = برش سوراخ‌کننده عضو اصلی در اتصال K شکل $(\alpha = 1.0)$

V_W = تنش برشی مجاز برای جوش بین اعضای شاخه‌ای (جدول ۲-۵)

t_W = اندازه جوش کمتر (اندازه مؤثر) یا ضخامت t_b عضو شاخه‌ای نازکتر.

l_2 = طول جوش قسمت روی هم‌آمدگی که عمود بر عضو اصلی اندازه‌گیری می‌شود.

این تعاریف در شکل ۲–۱۸ نشان داده شده‌اند.

وضعیت حدی نهایی به صورت ۱/۸ برابر تنش مجاز ASD است با $\Phi = ۰/۸$.

۲– بار ترکیبی مجاز موازی با محور عضو اصلی نباید از $V_w l_w \Sigma l_1$ تجاوز کند که Σl_1 عبارت است از مجموع طول جوش واقعی برای تمام مهارهایی که در تماس با عضو اصلی هستند.

۳– مقدار رویهم آمدگی باید ترجیحا متناسب با حداقل ۵۰ درصد مقدار P_1 باشد. در هیچ حالتی نباید ضخامت جدار عضو شاخه‌ای از ضخامت جدار عضو اصلی بیشتر باشد.

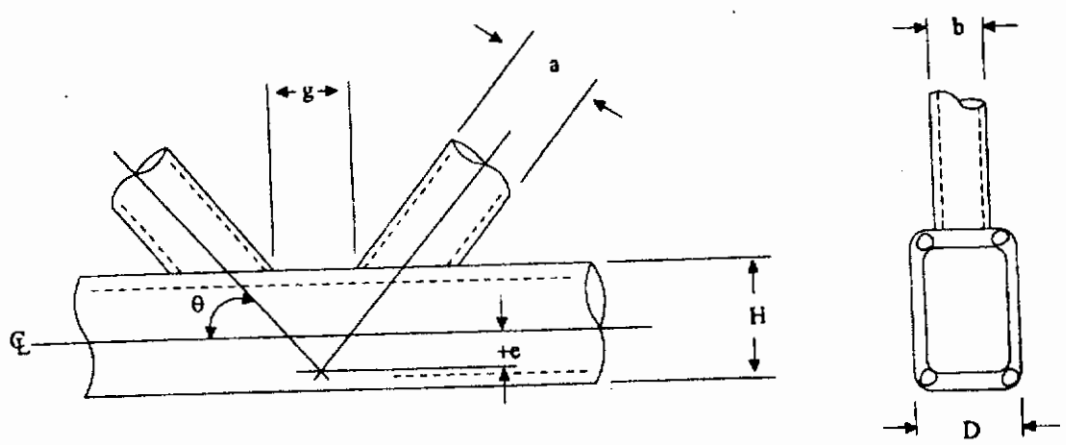
٤– اگر اعضای شاخه‌ای بارهای کاملا متفاوتی را تحمل کند یا یک عضو شاخه‌ای دارای ضخامت جدار بیشتر از دیگری باشد و یا هر دو، عضو شاخه‌ای ضخیم‌تر یا تحت بارگذاری سنگین‌تر، ترجیحا باید در کل محیط خود به عضو اصلی جوش شود.

۵– بار عرضی خالص در پاشنه ترکیبی اتصال باید شرایط ۲–٤۰–۱–۱ و ۲–٤۰–۱–۲ را برآورده سازد.

٦– حداقل اندازه جوش گوشه باید دارای اندازه مؤثر t_b برای (F_y< ٤۰ ksi (۲۸۰ MPa ، t_b ۱/۲ برای (F_y> ٤۰ksi (۲۸۰ MPa باشد.

۲–٤۰–۲– اتصالات قوطی T، Y و K شکل (به بخش ۲–٤۲–۱–۱) مراجعه شود. معیارهایی که در این فصل ارایه شده، همگی به صورت بارنهایی و بدون ضرایب اطمینان می‌باشند. ضرایب مقاومتی در روش LRFD ارایه شده‌اند. در روش ASD ظرفیت مجاز، از تقسیم ظرفیت نهایی بر یک ضریب اطمینان برابر Φ ۱/٤٤ بدست می‌آید. انتخاب بارگذاری‌ها و ضرایب بار باید براساس مشخصات فنی طراحی باشد. به بخش‌های ۲–۱–۲ و ۲–۳٦–۵ مراجعه شود. اتصالات باید برای هر یک از حالات گسیختگی که در زیر ارایه می‌شود، کنترل شوند. این محدودیت‌ها برای اتصالات بین مقاطع قوطی‌شکل با ضخامت جدار یکنواخت در خرپاهای صفحه‌ای که در آن‌ها بارگذاری اعضای شاخه‌ای اولیه به صورت محوری است، می‌باشد. اگر از مقاطع فشرده مصالح شکل‌پذیر و جوش‌های با مقاومت سازگار استفاده شود، می‌توان از خمش ثانویه اعضای شاخه‌ای صرفنظر کرد (خمش ثانویه ناشی از اثر تغییر شکل اتصال و یا چرخش در

خرپاهای مثلثی است. از خمش اعضای شاخه‌ای در اثر بارگذاری در قاب‌های دارای حرکت جانبی، نمی‌توان صرفنظر کرد و باید برای آن‌ها طراحی صورت گیرد. به بخش ۲-٤۰-۲-۵ مراجعه شود).



شکل ۲-۱۹- محدودیت‌های اتصال T، Y و K شکل (موضوع بند ۲-٤۰-۲)

معیارهای این بخش، براساس محدودیت‌های نشان داده شده در شکل ۲-۱۹ قرار می‌گیرد.

۲-٤۰-۲-۱- گسیختگی موضعی. بار محوری عضو شاخه‌ای P_u که در آن گسیختگی پلاستیک در جدار عضو اصلی اتفاق می‌افتد عبارت است از:

$$P_u \sin\theta = F_{yo} t_c^{۲} \left[\frac{۲\eta}{۱-\beta} + \frac{٤}{\sqrt{(۱-\beta)}} \right] Q_f$$

برای اتصالات صلیبی، T و Y شکل $۰/۲۵ \le \beta < ۰/۸۵$ و $\Phi = ۱$ است.

همچنین $P_u \sin\theta = F_{yo} t_c^{۲} \left[۹/۸ \beta_{eff} \sqrt{\gamma} \right] Q_f$ و $\Phi = ۰/۹$ برای اتصالات K و N شکل فاصله‌دار با حداقل $B_{eff} \ge ۰/۱ + \frac{\gamma}{۵۰}$ و $g/D = \xi \ge ۰/۵(۱-\beta)$

که F_{yo} مقاومت مشخصه گسیختگی حداقل برای عضو اصلی و t_c ضخامت جدار عضو اصلی و γ برابر $D/۲$ t_c است (D= پهنای عضو اصلی): ξ, θ, η, β ضرایب شکل اتصال است که در شکل ۲-۱٤ (ل) آمده است: (β_{eff} برابر β معادل است که در زیر تعریف می‌شود) و $Q_f = ۱/۳ - ۰/٤\,\overline{U} / \beta (Q_f \le ۱)$؛ از $Q_f = ۱/۰$ (برای تنش در عضو اصلی) که در آن $\overline{U}$ عبارتست از ضریب تنش عضو اصلی :

$$\overline{U} = \left|\frac{f_a}{F_{yo}}\right| + \left|\frac{f_b}{F_{yo}}\right|$$

$$\beta_{eff} = (\text{b شاخه نشاری} + \text{a شاخه نشاری} + \text{b شاخه کششی} + \text{a شاخه کششی}) / ٤\ D$$

این بارگذاری‌ها همچنین باید در اثر محدودیت‌های مقاومت برشی مواد عضو اصلی نیز مدنظر قرار گیرند.

$$P_u \sin\theta = \left(F_{yo} / \sqrt{۳}\right) t_c D \left[۲\eta + ۲\beta_{eop}\right]$$

برای اتصالات صلیبی، T یا Y شکل با $\beta > ۰/۸۵$ و مقدار Φ برابر ۰/۹۵ در نظر گرفته شده و

$$P_u \sin\theta = \left(F_{yo} / \sqrt{۳}\right) t_c D \left[۲\eta + \beta_{eop} + \beta_{gap}\right]$$

برای اتصالات K شکل و N شکل بدون رویهم آمدگی که در آن $\beta \ge ۰/۱ + \gamma / ۵۰$ و $\Phi = ۰/۹۵$ (اگر اعضای شاخه‌ای مربعی با پهنای مساوی باشند، نیازی به این کنترل نیست) که در آن:

برای اتصال N شکل و K شکل با $\xi \ge ۱/۵ (۱ - \beta)$ $\beta = \beta_{gap}$

برای تمام سایر اتصالات $\beta_{eop} = \beta_{gap}$

۲-٤۰-۲-۲- شکست عمومی. مقاومت و پایداری عضو اصلی در یک اتصال با اعضای قوطی با هر نوع تقویتی باید با استفاده از روش‌های فنی موجود براساس آیین‌نامه طراحی تعیین شود.

۱- شکست عمومی خصوصا در اتصالات صلیبی و همچنین در اتصالات تحت بارگذاری فشاری خردکننده اتفاق می‌افتد، این چنین اتصالات را می‌توان با افزایش ضخامت جدار عضو اصلی یا با استفاده از دیافراگم، لایی یا به صورت یقه تقویت کرد.

در اتصالات اعضای قوطی در یک صفحهٔ تقویت نشده، بار نهایی عمود بر عضو اصلی ناشی از بار محوری عضو فرعی P به مقدار زیر محدود می‌شود:

$$P_u \sin\theta = ۲ t_c F_{yo} (a_x + ۵ t_c)$$

که در آن $\Phi = ۰/۱$ برای بارهای کششی و $\Phi = ۰/۸$ برای بارهای فشاری و

$$P_u \sin\theta = \frac{۸۲۰۰\, t_c^{۲}}{H - ٤t_c}\sqrt{F_{y۰}}\,(Q_f)$$

که در آن $\Phi = ۰/۸$

برای اتصالات صلیبی و عکس‌العمل انتها که در فشار قرار دارند یا

$$P_u \sin\theta = ۲۷۰\, t_c^{۲}\,[۱ + ۳a_x / H]\,\sqrt{F_{yo}}\,(Q_f)$$

که در آن $\Phi = ۰/۷۵$ برای تمام سایر بارگذاری‌ها، بارگذاری‌های فشاری اعضای فرعی (واحدها به ksi).

۲- در اتصالات K و N شکل فاصله‌دار، برش عضو اصلی جهت تحمل بارهای عرضی در محدوده بین اعضای شاخه‌ای بایستی به همراه اندرکنش آن‌ها با بارهای محوری عضو اصلی کنترل شود. این کنترل‌ها برای شرایط $U \le ۰/٤٤$ در مقاطع قوطی شکل پله‌ای با $\beta + \eta \le H / D$ (H ارتفاع عضو اصلی در خرپای صفحه‌ای) لازم نیست.

۲-٤۰-۲-۳- توزیع بار غیریکنواخت (پهنای مؤثر). به علت اختلاف بین انعطاف‌پذیری عضو اصلی که عمود بر سطحش تحت بارگذاری قرار می‌گیرد و عضو شاخه‌ای که تنش‌های غشایی موازی با سطح خود را تحمل می‌کند، انتقال بار در جوش‌ها بسیار غیریکنواخت است و امکان گسیختگی موضعی قبل از رسیدن اتصال به بارگذاری طراحی وجود دارد. جهت جلوگیری از گسیختگی پیش‌رونده و اطمینان از رفتار شکل‌پذیر اتصال، اعضای شاخه‌ای و جوش‌ها باید به صورت زیر کنترل شوند:

۱- **کنترل عضو شاخه‌ای:** ظرفیت محوری پهنای مؤثر P_u مربوط به عضو شاخه‌ای باید در تمام اتصالات N و K شکل فاصله‌دار و سایر اتصالاتی که دارای $\beta > ۰/۸۵$ کنترل شود (توجه شود که این کنترل برای اعضای شاخه‌ای با مقطع مربعی با پهنای مساوی لازم نیست).

$$P_u = F_y t_b\left[۲a + b_{gap} + b_{eoi} - ٤t_b\right]$$

با $\Phi = ۰/۹۵$ که:

F_y = حداقل مقاومت مشخصه برای عضو شاخه‌ای.

t_b= ضخامت جدار عضو شاخه‌ای.

a,b= ابعاد شاخه [به شکل ۲-۱٤ (ب) مراجعه شود]

$b = b_{gap}$ برای اتصالات N و K شکل با $\xi \le ۱/۵(۱-\beta)$

$b_{eoi} = b_{gap}$ برای سایر اتصالات

$$b_{eoi} = \left(\frac{۵b}{\gamma\tau}\right)\frac{F_{yo}}{F_y} \le b$$

ذکر: $\tau \le ۱/۰$ و $F_y \le F_{yo}$ فرض شده‌است.

۳- **کنترل جوش.** جوش‌هایی که در اتصالات T، Y یا K شکل به کار می‌روند باید طوری باشد که مقاومت شکست نهایی آن از کمترین دو مقدار مقاومت گسیختگی عضو شاخه‌ای یا مقاومت موضعی عضو اصلی بیشتر باشد.

گر از جزییات اتصال پیش تأییدشده مطابق شکل ۳-٦ (نفوذ کامل و نفوذ نسبی) و مصالح ناسب مطابق جدول (۳-۱) استفاده شود، کفایت این کنترل تأمین شده‌است.

وش‌های گوشه باید مطابق ۲-۳۹-۵ کنترل شوند.

۴-۴۰-۲-٤- **اتصالات با رویهم آمدگی.** اتصالات رویهم آمده مشکلات طراحی عضو اصلی با انتقال مستقیم قسمت زیادی از بار عرضی از یک عضو به عضو دیگر، کاهش می‌دهند، به شکل ۲- راجعه شود.

دودیت‌های ارایه شده در این بخش برای اتصالات تحت بارگذاری استاتیکی که با شرایط:

بزرگترین و ضخیم‌ترین عضو، عضو اصلی باشد.

$\beta \ge ۰/۲۵$

عضو شاخه‌ای رویهم آمده ۰/۷۵ تا ۱ برابر اندازه عضو اصلی بوده و حداقل ۲۵٪ وجه آن روی عضو اصلی متصل شده باشد.

هر دو عضو شاخه‌ای دارای مقاومت تسلیم یکسان باشند.

تمام اعضای شاخه‌ای و عضو اصلی دارای مقاطع قوطی شکل فشرده با نسبت پهنا به ضخامت کمتر از ۳۵ برای شاخه‌ها و کمتر از ٤۰ برای عضو اصلی باشند.

قت داشته باشد، قابل استفاده بوده وبایستی کنترل‌های زیر در مورد آن‌ها انجام گردد:

۱- ظرفیت باربری محوری P_u در قوطی رویهم آمده برای ۲۵ تا ۵۰ درصد رویهم آمدگی با استفاده از $\Phi = ۰/۹۵$ برابر است با

$$P_u = F_y t_b [Q_{ol}(۲a - ۴t_b) + b_{co} + b_{et}]$$

که در آن

$$Q_{ol} = \frac{\text{٪ رویهم آمدگی}}{٪۵۰}$$

و برای ۵۰ تا ۸۰ درصد رویهم آمدگی:

$$P_u = Fyt_b[(۲a - ۴t_b) + b_{eo} + b_{et}]$$

و برای ۸۰ تا ۱۰۰ درصد رویهم‌آمدگی:

$$P_u = F_y t_b[(۲a - ۴t_b) + b + b_{et}]$$

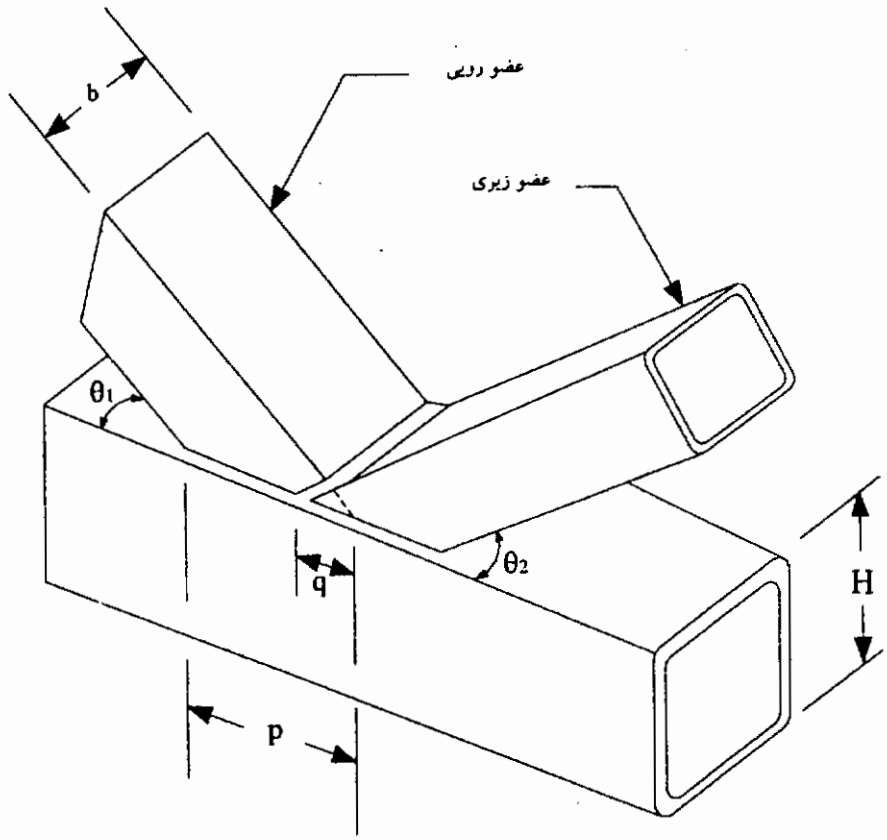
و برای بیشتر از ۱۰۰ درصد رویهم‌آمدگی:

$$P_u = F_y t_b[(۲a - ۴t_b) + b + ۲b_{et}]$$

که b_{eo} پهنای مؤثر سطحی است که به عضو اصلی جوش شده‌است. $b_{eo} = \frac{(۵b)F_{yo}}{\gamma(\tau)F_y} \le b$ و b_{et} پهنای مؤثر سطحی است که عضو شاخه‌ای پایه جوش شده است. $b_{et} = \frac{۵b}{\gamma_t \tau_t} \le b$ که $\gamma_t = \frac{b}{۲t_b}$ عضو شاخه‌ای پایه $\tau_t = \frac{\text{عضو شاخه‌ای رویهم آمده } t}{\text{عضو شاخه‌ای پایه } t}$ و سایر عبارات قبلا تعریف شده‌است.

۱- برای بار عرضی خالص در تصویر ترکیبی اعضای روی عضو اصلی باید همانند اتصال T و Y شکل در نظر گرفته شود.

۲- برای بیش از ۱۰۰٪ رویهم‌آمدگی، برش طولی باید با فرض اینکه فقط تصویر جدارهای جانبی عضو شاخه‌ای پایه روی عضو اصلی مؤثر هستند، کنترل گردند.



شکل ۲-۲۰- رویهم آمدگی در اتصالات T، Y و K شکل (بند ۲-۴۰-۲-٤)

۲-۴۰-۲-۵- **خمش.** لنگر خمشی اولیه M ناشی از بارگذاری در تیرهای کنسول، و قاب‌های ...ار نشده و غیره باید در طراحی به صورت یک‌بار محور اضافی P در نظر گرفته شود:

$$P = \frac{M}{JD \sin\theta}$$

... به صورت $\eta D/4$ برای خمش صفحه‌ای و به صورت $\beta D/4$ برای خمش خارج از ...حه‌ای منظور می‌شود. تأثیرات بار محوری در خمش صفحه‌ای و خمش خارج از صفحه‌ای ... به صورت یک افزایش در نظر گرفته شود. محاسبه لنگرها در تصویر اتصال عضو ...حه‌ای روی عضو اصلی در نظر گرفته می‌شوند.

۲-۴۰-۲-۶- **سایر ساختارها.** اتصالات صلیبی، T، Y شکل فاصله‌دار، و K و N شکل با ...طع قوطی فشرده دایروی به یک عضو اصلی با مقطع جعبه‌ای با استفاده از ۷۸/۵٪ ظرفیت ...ه شده در بندهای ۲-۴۰-۲-۱ و ۲-۴۰-۲-۲ طراحی می‌شود، با این تفاوت که ابعاد مقطع

جعبه‌ای «a» و «b» در هر رابطه به جای قطر عضو شاخه‌ای، d_b (محدود به مقاطع فشرده با $0.4 \leq \beta \leq 0.8$) جایگزین می‌شوند.

۲-۴۱- انتقال ضخامت

اتصالات لب به لب فشاری در اعضای محوری اصلی با ضخامت یا اندازه‌های متفاوت باید با یک شیبی که از ۱ به $2\frac{1}{2}$ تجاوز نکند، انجام شود. انتقال با پخ زدن قطعه ضخیم‌تر، شیب دادن به فلز جوش، یا با ترکیبی از این روش‌ها انجام می‌شود. (به شکل ۲-٤ مراجعه شود).

۲-۴۲- محدودیت‌های مواد

اتصالات قوطی که تحت اثر تمرکز تنش‌های موضعی قرار می‌گیرند، ممکن است به ازای بار طراحی به گسیختگی موضعی یا کرنش‌های پلاستیک برسند. در طول مدت سرویس، بارگذاری سیکلی ممکن است باعث ایجاد ترک‌های خستگی نموده و تقاضای شکل‌پذیری اضافی خصوصا تحت بارگذاری دینامیکی بنماید. این تقاضا خصوصا در طراحی‌های تقویت‌های قوی جداره‌های اتصال قوطی برای حالت برش سوراخ‌کننده شدیدتر می‌باشد.

۲-۴۲-۱- محدودیت‌ها

۲-۴۲-۱-۱- مقاومت جاری شدن. ضوابط طراحی بند ۲-٤۰ برای اتصالات جوش اعضای قوطی شکل با مقطع دایروی که دارای حداقل مقاومت جاری شدن Fy بیشتر از (٤۱۵ *Mpa*) ٦۰ *ksi* هستند یا برای مقاطع جعبه‌ای با F_y بیشتر از (۳٦۰ *Mpa*) ۵۲ *ksi* کاربرد ندارد.

۲-۴۲-۱-۲- احتیاط در مورد فولاد ASTM A500. قطعات ساخته شده که دارای مشخصات فوق می‌باشد، برای کاربردهایی نظیر اجزای تحت بارگذاری دینامیکی در سازه‌های جوشی، که خصوصیات نمونه زخم‌دار در درجه حرارت پایین مهم می‌باشد، مناسب نیست اگر از این نوع فولاد در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی شکل استفاده شود، باید تمهیدات خاص یا با عملیات حرارتی همراه باشد.

۲-۴۲-۱-۳- کاهش تنش جاری شدن مؤثر. در طراحی اتصالات قوطی شکل باید از تنش جاری شدن مؤثر کاهش یافته به صورت F_{ye} (به تذکر ۲ از جدول ۲-۹ مراجعه شود) برای فولادهای مطابق ASTM زیر استفاده کرد:

A514، A517، A537، A572، A588، A595، A618 رده I و II، A633، A709، A710 رده A، A808، API5L رده X42 و X52

۲-۴۲-۱-٤- فولادهای نامناسب برای اتصالات قوطی. در شرایطی که الزامات طاقت نمونه زخم‌دار برآورده نشود، فولادهای زیر برای استفاده در اعضای اصلی در اتصالات قوطی شکل مناسب نیست. (به ۲-۴۲-۲-۲ مراجعه شود).

ASTM A514، A517، A572، A588، A595، A709 و API5L رده X42 و X52

۲-۴۲-۱-۵- اتصالات جعبه‌ای T، Y و K شکل. در طراحی اتصالات جعبه‌ای T، Y و K شکل، شرایط خاصی که در استفاده از نوع فولاد مطرح می‌شود بایستی منظور گردد.

۲-۴۲-۲- طاقت نمونه زخم‌دار فلز پایه در اعضای قوطی

۲-۴۲-۲-۱- الزامات طاقت نمونه شارپی. اعضای قوطی جوشی در کشش باید تحت آزمایش شارپی با انرژی جذب شده ۲۰ پوند- فوت در ۷۰ درجه فارنهایت (۲۷ ژول در ۲۰ درجه سانتیگراد) برای وضعیت‌های زیر قرار گیرد:

۱- فلز پایه با ضخامت ۲ اینچ (۵۰ میلیمتر) یا بیشتر با حداقل مقاومت جاری شدن $٤٠ksi$ ($۲۸۰Mpa$) یا بیشتر. آزمایش طاقت نمونه زخم‌دار شارپی باید براساس ASTM A673 انجام شود. منظور از یک عضو کششی آن است که دارای تنش کششی بیشتر از $۱۰ksi$ ($۷۰MPa$) تحت بار طراحی باشد.

۲-۴۲-۲-۲- الزامات LAST. قوطی‌هایی که به عنوان عضو اصلی در گره‌های سازه‌ای استفاده می‌شوند و طراحی آن‌ها براساس بارگذاری سیکلی یا خستگی کنترل‌کننده می‌باشد (مثلا اتصال قوطی شکل در اتصالات T، Y و K شکل) باید دارای جذب انرژی ۲۰ پوند- فوت در کمترین درجه حرارت سرویس پیش‌بینی شده (LAST, Lowest Anticipated Service Temperature) برای وضعیت‌های زیر را از خود نشان دهد:

۱- فلز پایه با ضخامت ۲ اینچ (۵۰ میلیمتر) یا بیشتر.

۲- فلز پایه با ضخامت ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر) یا بیشتر با مقاومت جاری شدن *ksi* ۵۰ یا بیشتر.

اگر الزامات LAST مشخص نشده باشد، یا سازه تحت بارگذاری سیکلی یا خستگی قرار نگرفته باشد، آزمایش باید در درجه حرارتی که از ٤٠ درجه فارنهایت (٤ درجه سانتیگراد) بیشتر نباشد، انجام شود. آزمایش شاربی باید مؤید رفتار تمام شده قوطی‌ها بوده و براساس ASTM A673 انجام شود.

۲-٤۲-۲-۳- طاقت نمونه زخم‌دار دیگر. در صورت ذکر درمدارک قرارداد باید از شرایط دیگری که برای طاقت نمونه زخم‌دار مشخص شده باشد، استفاده شود. طاقت نمونه زخم‌دار بایستی در ارتباط با درجه نامعینی سازه و بحرانی بودن شرایط سازه در قدم‌های اولیه طراحی مورد نظر قرار گیرد.

فصل ۳- پیش تأیید مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

۳-۱- حدود کاربرد

اگرچه مشخصات فنی روند جوشکاری در وضعیت پیش‌تأییدشده از انجام آزمایش‌های لازم برای تعیین صلاحیت مطابق فصل ٤ معاف می‌باشند لیکن تمام WPSهای مربوط به آن‌ها باید تهیه و نوشته شوند. برای آنکه WPS در وضعیت پیش‌تأییدشده تلقی شود باید در آن‌ها تمامی الزامات قابل کاربرد فصل ۳ رعایت گردند. WPSهایی که مطابق با مشخصات فصل ۳ نمی‌باشند، باید براساس الزامات فصل ٤ تعیین صلاحیت شوند. در استفاده از اتصالات در وضعیت پیش‌تأییدشده، نباید مهندس طراح، قضاوت مهندسی خود را برای تعیین مناسب این اتصالات در مجموعه‌های جوشی، نادیده انگارد. جوشکاران، دستگاه‌های جوشکاری و خالجوشکارانی که با WPSهای در وضعیت پیش‌تأییدشده به‌کار گرفته می‌شوند، باید براساس فصل ٤، بخش پ تعیین صلاحیت شوند.

۳-۲- فرآیندهای جوشکاری

۳-۲-۱- فرآیندهای جوشکاری در وضعیت پیش‌تأییدشده. مشخصات فنی روند جوشکاری با روش‌های جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار (SMAW)، جوشکاری زیر پودری (SAW)، جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (GMAW) (به جز روش انتقال اتصال کوتاه) و جوشکاری توپودری (FCAW) که براساس تمامی موارد فصل ۳ تهیه شده باشند، باید به عنوان WPSهای تأیید صلاحیت شده، در نظر گرفته شوند و نیازی به انجام آزمایش نمی‌باشد. بنابراین برای تهیه WPS در وضعیت پیش‌تأییدشده، رعایت تمامی ضوابط قابل کاربرد فصل ۳ الزامی است (به بند ۳-۱ مراجعه شود).

۳-۲-۲- فرآیندهای جوشکاری مورد قبول آیین‌نامه. جوشکاری سرباره الکتریکی (ESW) و جوشکاری گاز الکتریکی (EGW) و جوشکاری قوس‌الکتریکی با الکترود تنگستنی (GTAW)

و جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (انتقال اتصال کوتاه) [GMAW-S]، به شرط آنکه WPSهای مربوط به آن‌ها براساس الزامات فصل ٤ تأیید صلاحیت شوند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. برای GMAW-S به ضمیمه الف مراجعه شود. لازم به ذکر است که محدودیت‌های متغیرهای اساسی برای GMAW در جدول ٤-٥ می‌توانند برای GMAW-S نیز استفاده شود.

۳-۲-۳- سایر فرآیندهای جوشکاری. سایر فرآیندهای جوشکاری که در بندهای ۳-۲-۱ و ۳-۲-۲ آورده نشده‌اند، به شرط آنکه براساس آزمایش‌های ارایه شده در فصل ٤ و همچنین تأیید مهندس طراح تأیید صلاحیت شوند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. در ارتباط با آزمایش‌ها، پیمانکاری که WPS را تهیه می‌کند باید حدود متغیرهای اساسی را برای آن فرآیند جوشکاری خاص تعیین کند. محدوده متغیرهای اساسی براساس مشاهدات تجربی یا براساس آزمایش‌های مکرر تعیین می‌شود. هر تغییری در متغیرهای اساسی خارج از محدوده فوق نیاز به تأیید صلاحیت مجدد دارد.

۳-۳- ترکیب فلز پایه/ فلز پرکننده. فقط از فلزات پایه و فلزات پرکننده‌ای که در جدول ۳-۱ آمده‌اند می‌توان در WPSهای در وضعیت پیش‌تأییدشده استفاده نمود. (برای تأیید صلاحیت فلزات پایه و فلزات پرکنندهٔ فهرست شده یا نشده در جدول ۳-۱ به بند ٤-۱-۱ مراجعه شود). برای تعیین فلز پرکننده سازگار با فلز پایه باید از جدول ۳-۱ به همراه رابطه بین مقاومت فلز پرکننده و مقاومت فلز پایه که در زیر آورده شده، استفاده گردد.

ارتباط	فلز پایه	شرایط مقاومتی لازم برای فلز پرکننده
سازگاری	هر فولاد به خودش و یا به فولادهای دیگر در همان گروه	هر فلز پرکننده که در همان گروه فهرست‌بندی شده‌است
	هر فولادی در یک گروه به هر فولاد دیگر در گروه دیگر	هر فلز پرکننده‌ای که در گروه مقاومتی پایین‌تر قرارداد (برای SMAW باید الکترود کم هیدروژن باشد)
زیرگروهی	هر فولادی به هر فولاد دیگر در هر گروه	هر فلز پرکننده‌ای که در گروه مقاومتی پایین‌تر قرار دارد (برای SMAW باید الکترود کم هیدروژن باشد)

تذکر: برای تعیین شرایط مقاومتی فلز پرکننده مناسب با فلز پایه به جداول ۲-۳ یا ۲-۵ مراجعه شود.

۳-٤- تأیید مهندس طراح برای اتصالات کمکی. مهندس طراح می‌تواند استفاده از مواد دیگری را که از نظر ترکیب شیمیایی در حدود یکی از مواد فهرست‌بندی قرار می‌گیرد را با WPS پیش تأییدشده برای اتصالات کمکی تأیید نماید. فلز پرکننده و درجه حرارت پیشگرمایش مورد نیاز باید مطابق بند ۳-۵ براساس ترکیب شیمیایی و مقاومت مواد مشابه باشد.

۳-۵- حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری. درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری باید به اندازه‌ای باشد که از ایجاد ترک جلوگیری شود. در جدول ۳-۲ حداقل درجه حرارت پیشگرمایش بین عبورهای جوشکاری برای فولادهای این آیین‌نامه آمده است.

۳-۵-۱- ترکیب فلزات پایه برحسب ضخامت آن‌ها. حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری برای یک اتصالی که دارای فلزات پایه با حداقل درجه حرارت‌های پیشگرمایش متفاوت براساس جدول ۳-۲ (مطابق طبقه‌بندی و ضخامت) می‌باشد، باید بالاترین این حداقل درجه حرارت‌های پیشگرمایش منظور شود.

۳-۵-۲- انتخاب ضمیمه ک. حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای حین جوشکاری می‌تواند براساس ترکیب شیمیایی فولاد، به صورت اختیاری تعیین شود. برای این منظور می‌توان از روش‌های شناخته شده در ضمیمه ک و یا روش‌های تأییدشده توسط مهندس طراح استفاده کرد. در هر صورت اگر روش‌های فوق درجه حرارت پیشگرمایش کمتری را نسبت به اعداد جدول ۳-۲ نتیجه دهد، مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS) آن باید براساس بخش ٤ تعیین صلاحیت شود. روش‌هایی که در ضمیمه ک بیان شده‌است، براساس نتایج آزمایش‌های ترک می‌باشد و ممکن است که درجه حرارت پیشگرمایش بیشتری نسبت به حداقل درجه حرارت پیشگرمایش مطابق جدول ۳-۲ ارایه نماید.

مقادیر داده شده در ضمیمه فوق تعیین شرایطی را که در آن خطرپذیری ترک خوردگی در اثر ترکیب شیمیایی، قیود، سطح هیدروژن و درجه حرارت ورودی جوشکاری کمتر را افزایش دهد، تضمین می‌نماید.

۳-۵-۳- درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای حین جوشکاری در روش SAW

درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری در روش SAW با الکترودهای موازی و یا متعدد باید مطابق جدول ۳-۲ انتخاب شود. برای جوش‌های شیاری یا گوشهٔ تک عبوره، برای ترکیب فلزات پایه، و با تأیید مهندس طراح درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری می‌تواند تعیین شود، به طوری که سختی را در ناحیه متأثر از جوش در فلز پایه، به ۲۵۵ واحد سختی ویکرز برای فولادهایی که دارای حداقل مقاومت کششی کمتر از (٤١٥ *Mpa*) ٦٠ *ksi* هستند و ۲۸۰ واحد سختی ویکرز برای فولادهایی که دارای مقاومت کششی بزرگ‌تر از ٦٠٠٠ و کمتر از (٤٨٥ *Mpa*) ۷۰ *ksi* هستند، کاهش دهد.

تذکر: شماره سختی ویکرز باید براساس ASTM E٩٢ تعیین شود، اگر روش دیگری برای تعیین سختی استفاده می‌شود، باید شماره سختی معادل از ASTM E١٤٠ تعیین شود و آزمایش باید براساس مشخصات فنی قابل کاربرد ASTM باشد.

۳-۵-۳-۱- الزامات سختی. تعیین سختی در ناحیه متأثر از جوش باید در شرایط زیر انجام شود:

۱- مشاهده اولیه مقطع جوش از نمونه آزمایش.

۲- روی سطح عضو حین پیشرفت کار. سطح باید قبل از انجام آزمایش سختی صاف و هموار شود:

الف- تعداد چنین آزمایش در ناحیه متأثر از جوش باید حداقل یک آزمایش از فلز ضخیم‌تر اتصال در هر ۵۰ فوت (۱۵ متر) جوش شیاری یا یک جفت جوش گوشه باشد.

ب- بعد از آنکه روند کار مورد تأیید مهندس طراح قرار گرفت، انجام آزمایش تعیین سختی می‌تواند متوقف شود.

جدول ۳-۱- ترکیب پیش تأییدشده فلز پایه با فلز پرکننده جهت همخوانی مقاومت (بند ۳-۳)

الزامات فلز پرکننده			الزامات فولاد پایه					
ردهبندی الکترود	مشخصات فنی الکترود مطابق AWS	روش جوشکاری	مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		مشخصات فولاد		گروه
			Mpa	Ksi	Mpa	Ksi			
E60XX,E70XX	A5.1	SMAW	۴۰۰–۵۵۰	۵۸–۸۰	۲۵۰	۳۶	(≤3/4 in. [20 mm])	ASTM A 36	I
			حداقل ۴۱۵	حداقل ۶۰	۲۴۰	۳۵	Grade B	ASTM A 53	
			حداقل ۴۱۵	حداقل ۶۰	۲۴۰	۳۵	Grade B	ASTM A 106	
E70XX-X	A5.5		۴۰۰–۴۹۰	۵۸–۷۱	۳۳۵	۳۴	Grades A,B,CS,D,DS,E	ASTM A 131	
			حداقل ۴۱۴	حداقل ۶۰	۲۴۱	۳۵	Grade B	ASTM A 139	
F6XX-EXXX,F6XX-ECXXX F7XX-EXXX,F7XX-ECXXX F7XX-EXXX-XX, F7XX-BCXXX-XX	A5.17 A5.23	SAW	حداقل ۴۱۵	حداقل ۶۰	۲۴۰	۳۵	Grade Y35	ASTM A 381	
			حداقل ۳۱۰	حداقل ۴۵	۲۲۸	۳۳	Grade A	ASTM A 500	
			حداقل ۴۰۰	حداقل ۵۸	۲۹۰	۴۲	Grade B		
			حداقل ۴۰۰	حداقل ۵۸	۲۵۰	۳۶		ASTM A 501	
			۳۸۰–۵۱۵	۵۵–۷۵	۲۰۵	۳۰	Grade 55	ASTM A 516	
			۴۱۵–۵۵۰	۶۰–۸۰	۲۲۰	۳۲	Grade 60		
ER70S-X,E70C-XC, E70C-XM (بجز الکترودهای با پسوند GS-)	A5.18	GMAW	۴۱۵–۵۸۶	۶۰–۸۵	۲۴۰	۳۵	Grade I	ASTM A 524	
			۳۸۰–۵۵۰	۵۵–۸۰	۲۰۵	۳۰	Grade II		
			۴۵۰–۵۳۰	۶۵–۷۷	۲۴۰	۳۵	Grade 65	ASTM A 573	

ادامهٔ جدول ۳-۱- ترکیب پیش تأییدشده فلز پایه با فلز پرکننده جهت همخوانی مقاومت (بند ۳-۳)

الزامات فلز پرکننده			الزامات فولاد پایه					
رده‌بندی الکترود	مشخصات فنی الکترود مطابق AWS	روش جوشکاری	مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		مشخصات فولاد		گروه
			Mpa	Ksi	Mpa	Ksi			
ER70S-XXX,E70C-XXX	A5.28		۴۹۰-۴۰۰	۷۱-۵۸	۲۲۰	۳۲	Grade 58		I
			۵۵۰-۴۰۰	۸۰-۵۸	۲۵۰	۳۶	Grade 36 (≤3/4 in. [20 mm])	ASTM A 709	
E6XT-X,E6XT-XM E7XT-X,E7XT-XM (بجز الکترودهای با پسوند -14,-13,-10,-3,-2M,-2 و یا پسوند -11 برای ضخامت‌های بزرگتر از ۱۲میلیمتر)	A5.20	FCAW							
			۴۱۵	۶۰	۲۴۰	۳۵	Grade B	API 5L	
E6XTX-X,B6XT-XM, E7XTX-X,E7XTX-XM	A5.29		۴۱۵	۶۰	۲۹۰	۴۲	Grade X42		
			۴۹۰-۴۰۰	۷۱-۵۸			Grade A,B,D,CS,DS	ABS	
			۴۹۰-۴۰۰	۷۱-۵۸			Grade E		
E7015,E7016,E7018,E7028	A5.1	SMAW	۵۵۰-۴۰۰	۸۰-۵۸	۲۵۰	۳۶	(>3/4 in. [20 mm])	ASTM A 36	II
			۵۸۵-۴۷۰	۸۵-۶۸	۳۱۵	۴۵	Grades AH32,DH32,EH32	ASTM A131	
E7015-X,E7016-X,E7018-X	A5.5		۶۲۰-۴۹۰	۹۰-۷۱	۳۵۰	۵۱	Grades AH36,DH36,EH36		
			۴۸۵-۴۱۵	۷۰-۶۰	۳۴۵-۲۷۵	۵۰-۴۰		ASTM A 441	

ادامهٔ جدول ۳-۱- ترکیب پیش تأییدشده فلز پایه با فلز پرکننده جهت همخوانی مقاومت (بند ۳-۳)

الزامات فلز پرکننده			الزامات فولاد پایه						گروه
رده‌بندی الکترود	مشخصات فنی الکترود مطابق AWS	روش جوشکاری	مشخصات فولاد		مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		
					Mpa	Ksi	Mpa	Ksi	
			ASTM A 516	Grade 65	۴۵۰-۵۸۵	۶۵-۸۵	۲۴۰	۳۵	
				Grade 70	۴۸۲-۶۲۰	۷۰-۹۰	۲۶۰	۳۸	
			ASTM A 529	Grade 50	۴۸۲-۶۹۰	۷۰-۱۰۰	۳۴۵	۵۰	
				Grade 55	۴۸۲-۶۹۰	۷۰-۱۰۰	۳۸۰	۵۵	
			ASTM A 537	Class 1	۴۵۰-۶۲۰	۶۵-۹۰	۳۱۰-۳۴۵	۴۵-۵۰	
F7XX-EXXX,F7XX-ECXXX	A5.17	SAW	ASTM A 572	Grade 42	حداقل ۴۱۵	حداقل ۶۰	۲۹۰	۴۲	
				Grade 50	حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۴۵	۵۰	
F7XX-EXX-XX, F7XX-ECXXX-XX	A5.23			Grade 55	حداقل ۴۸۵	حداقل ۷۰	۳۸۰	۵۵	
			ASTM A588	(برای کوچکتر 4 in. [100 mm])	حداقل ۴۸۵	حداقل ۷۰	۳۴۵	۵۰	II
			ASTM A 595	Grade A	حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۸۰	۵۵	
ER70S-X,E70C-XC	A5.18	GMAW		Grades B and C	حداقل ۴۸۰	حداقل ۷۰	۴۱۵	۶۰	
E70C-XM			ASTM A606		حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۱۰-۳۴۰	۴۵-۵۰	
(بجز الکترودهای با پسوند GS -)			ASTM A 618	Grades Ib, II,III	حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۱۵-۳۴۵	۴۶-۵۰	
			ASTM A 633	Grade A	۴۳۰-۵۷۰	۶۳-۸۳	۲۹۰	۴۲	

ادامهٔ جدول ۳-۱- ترکیب پیش تأییدشده فلز پایه با فلز پرکننده جهت همخوانی مقاومت (بند ۳-۳)

الزامات فلز پرکننده			الزامات فولاد پایه					
رده‌بندی الکترود	مشخصات فنی الکترود مطابق AWS	روش جوشکاری	مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		مشخصات فولاد	گروه
			Mpa	Ksi	Mpa	Ksi		
ER70S-XXX,E70C-XXX	A5.28		۴۸۵-۶۲۰	۷۰-۹۰	۳۴۵	۵۰	Grades C,D (2-1/2 in. و کوچکتر [65 mm]) ASTM A 633	
			۴۰۰-۵۵۰	۵۸-۸۰	۲۵۰	۳۶	Grade 36(>3/4 in.[20 mm]) ASTM A 709	
E7XT-X,E7XT-XM (بجز الکترودهای با پسوند -2,-2M,-3,-10,-13,-14 و یا پسوند -11 برای ضخامت‌های بزرگتر از ۱۲میلیمتر)	A5.20	FCAW	حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۴۵	۵۰	Grade 50	
			حداقل ۴۸۵	حداقل ۷۰	۳۴۵	۵۰	Grade 50W	
			حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۸۰	۵۵	Grade A,Class 2> 2 in,[50mm] ASTM A 710	II
			حداقل ۴۱۵	حداقل ۶۰	۲۹۰	۴۲	(2-1/2 in. و کوچکتر [65 mm]) ASTM A 808	
			حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۴۵	۵۰	Grade 50 ASTM A 913	
			حداقل ۴۵۰	حداقل ۶۵	۳۴۵-۴۵۰	۵۰-۶۵	ASTM A 992	
E7XTX-X,E7XTX-XM	A5.29							
E8015-X,E8016-X,E8018-X	A5.5	SMAW	حداقل ۵۱۷	حداقل ۷۵	۴۱۴-۶۲۱	۶۰-۹۰	Grade 60 API 2W	III
			حداقل ۵۱۷	حداقل ۷۵	۴۱۴-۶۲۱	۶۰-۹۰	Grade 60 API 2Y	
F8XX-EXXX-XX, F8XX-ECXXX-XX	A5.23	SAW	حداقل ۵۱۵	حداقل ۷۵	۴۱۵	۶۰	Grade 60 ASTM A 572	
			حداقل ۵۵۰	حداقل ۸۰	۴۵۰	۶۵	Grade 65	
			۵۵۰-۶۹۰	۸۰-۱۰۰	۳۱۵-۴۱۵	۴۶-۶۰	Class 2 ASTM A 537	

ادامهٔ جدول ۳-۱- ترکیب پیش تأییدشده فلز پایه با فلز پرکننده جهت همخوانی مقاومت (بند ۳-۳)

الزامات فلز پرکننده			الزامات فولاد پایه					
رده‌بندی الکترود	مشخصات فنی الکترود مطابق AWS	روش جوشکاری	مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		مشخصات فولاد		گروه
			Mpa	Ksi	Mpa	Ksi			
ER80S-XXX	A5.28	GMAW	۵۱۵-۶۹۰	۷۵-۱۰۰	۳۸۰-۴۱۵	۵۵-۶۰	Grade E	ASTM A 633	III
E80C-XXX			حداقل ۴۹۵	حداقل ۷۲	۴۱۵-۴۵۰	۶۰-۶۵	Grade A,Class 2≤ 2 in,[50mm]	ASTM A 710	
			حداقل ۴۸۵	حداقل ۷۰	۴۱۵-۴۵۰	۶۰-۶۵	Grade A,Class 3>2 in,[50mm]	ASTM A 710	
E8XTX-X,	A5.29	FCAM	حداقل ۵۲۰	حداقل ۷۵	۴۱۵	۶۰	Grade 60	ASTM A 913	
E8XTX-XM			حداقل ۵۵۰	حداقل ۸۰	۴۵۰	۶۵	Grade 65		
E9015-X,E9016-X, E9018-X,E9018-M	A5.5	SMAW							IV
F9XX-EXXX-XX,	A5.23	SAW	۶۲۰-۷۶۰	۹۰-۱۱۰	۴۸۵	۷۰	Grade HPS70W	ASTM A 709	
F9XX-ECXXX-XX			۶۲۰-۷۶۰	۹۰-۱۱۰	۴۸۵	۷۰		ASTM A 852	
ER90S-XXX,E90C-XXX	A5.28	GWAM							
E9XTX-X,E9XTX-XM	A5.29	FCAW							

تذکرات: (مراجعه شود به صفحه ۹۴)

جدول ۳-۲- حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای حین جوشکاری در وضعیت پیش تأییدشده (بند ۳-۵)

رده	مشخصات فولاد				روش جوشکاری	ضخامت ضخیم‌ترین قطعه در ناحیه جوشکاری		حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری	
						اینچ	میلیمتر	فارنهایت	سانتیگراد
A	ASTM A36		ASTM A516		جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار به غیر از الکترودهای کم هیدروژن	۱/۸ تا ۳/۴	۳ تا ۲۰	لازم ندارد	
	ASTM A53	Grade B	ASTM A524	Grades I & II		بالای ۳/۴ تا ۱-۱/۲	بالای ۲۰ تا ۳۸	۱۵۰	۶۶
	ASTM A106	Grade B	ASTM A529						
	ASTM A131	Grade A, B, CS, D, DS, E	ASTM A570	All Grades					
			ASTM A573	Grade 65		بالای ۱ ۱/۲ تا ۲ ۱/۲	بالای ۳۸ تا ۶۵	۲۲۵	۱۰۷
	ASTM A139	Grade B	ASTM A709	Grade 36					
	ASTM A381	Grade Y35	API 5L	Grade B					
	ASTM A500	Grade A		Grade X42					
	ASTM A501	Grade B	ABS	Grades A, B, D, CS, DS					
				Grade E		بالای ۲ ۱/۲	بالای ۶۵	۳۰۰	۱۵۰
B	ASTM A36		ASTM A570	All Grades	جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار کم هیدروژن، جوش زیرپودری[۲]	۱/۸ تا ۳/۴	۳ تا ۲۰	لازم ندارد[۱]	
	ASTM A53	Grade B	ASTM A572	Grades 42, 50					
	ASTM A106	Grade B	ASTM A573	Grade 65					
	ASTM A106	Grades A, B, CS, D, DS, E	ASTM A588						
			ASTM A595	Grades A, B, C					
		AH 32 & 36	ASTM A606						
		DH 32 & 36	ASTM A607	Grades 45, 50, 55					
		EH 32 & 36	ASTM A618	Grades Ib, II, III					
	ASTM A139	Grade B	ASTM A613	Grades A, B					
		Grade Y35		Grades C, D					
	ASTM A381		ASTM A709	Grades 36, 50, 50W		بالای ۳/۴ تا ۱ ۱/۲	بالای ۲۰ تا ۳۸	۵۰	۱۰
			ASTM A808						
	ASTM A441		API 5L	Grade B					

ادامهٔ جدول ۳-۲- حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای حین جوشکاری در وضعیت پیش تأییدشده (بند ۳-۵)

رده	مشخصات فولاد				روش جوشکاری	ضخامت ضخیم‌ترین قطعه در ناحیه جوشکاری		حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری	
						میلیمتر	اینچ	فارنهایت	سانتیگراد
B	ASTM A500	Grade A Grade B	API Spec. 2H ABS	Grade X42 Grades 42, 50 Grades AH 32 & 36 DH 32 & 36 EH 32 & 36	جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار کم هیدروژن، جوش زیرپودری[۲]	بالای ۳۸ تا ۶۵	بالای $1\frac{1}{2}$ تا $2\frac{1}{2}$	۱۵۰	۶۶
	ASTM A501 ASTM A516	Grades 55 & 60 & 65 & 70							
	ASTM A524 ASTM A529 ASTM A537	Grade I & II Glasses 1 & 2	ABS	Grades A, B, D, CS, DS Grade E		بالای ۶۵	بالای $2\frac{1}{2}$	۲۲۵	۱۰۷
C	ASTM A 572	Grades 60, 65			جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار کم هیدروژن، جوش زیرپودری[۲]، جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ، جوشکاری توپودری	۳ تا ۲۰	بالای $\frac{1}{8}$ تا $\frac{3}{4}$	۵۰	۱۰
	ASTM A 633	Grade E				بالای ۲۰ تا ۳۸	بالای $\frac{3}{4}$ تا $1\frac{1}{2}$	۱۵۰	۶۵
	API 5L	Grade X52				بالای ۳۸ تا ۶۵	بالای $1\frac{1}{2}$ تا $2\frac{1}{2}$	۲۲۵	۱۱۰
	ASTM A 913[۴]	Grades 60, 65				بالای ۶۵	بالای $2\frac{1}{2}$	۳۰۰	۱۵۰
	ASTM A 710	Grade A, Class 2 (≤2 in. [50 mm])							
	ASTM A 710	Grade A, Class 3 (>2 in. [50 mm])							
	ASTM A 709	Grade 70W							
	ASTM A 852								
	API 2W	Grade 60							
	API 2Y	Grade 60							
D	ASTM 710	Grade A (All classes)				پیشگرمایش لازم ندارد.			

تذکرات جدول ۱-۳:

- در اتصالات با فلزات پایه از گروه‌های مختلف، هر یک از فلزات پرکننده زیر می‌تواند استفاده شود:
  ۱) فلز پرکننده‌ای که با فلز پایه با مقاومت بالاتر سازگاریاشد، یا ۲) فلز پرکننده با روکش کم هیدروژن که با فلز پایه با مقاومت کمتر سازگار باشد.
- اگر جوش‌ها تنش‌زدایی می‌شود و وانادیوم موجود در فلز جوش جایگزین نبایستی از ۰٫۰۵ درصد بیشتر باشد.
- برای الزامات تنش مجاز فلز پرکننده سازگار به جداول ۲-۳ و ۲-۵ مراجعه شود.
- محدودیت‌های حرارت ورودی مطابق بند ۵-۷ نبایستی برای فولاد ASTM A913 رده ۶۰ یا ۶۵ بکار گرفته شود.
- به منظور همخوانی با خصوصیات طاقت ضربه و یا مشخصه‌های ضدخوردگی فلز پایه ممکن است استفاده از مواد جوشکاری و یا WPS خاصی نظیر E80XX-X الکترودهای کم هیدروژن) لازم باشد.

تذکرات جدول ۲-۳:

- وقتی که درجه حرارت فلز پایه از ۳۲ درجه فارنهایت کمتر باشد، فلز پایه باید حداقل ۷۰ درجه فارنهایت (۲۱ درجه سانتی‌گراد) پیشگرم شده و این درجه حرارت در طول مدت جوشکاری ثابت باقی بماند.
- برای اصلاح و تغییر درجه حرارت پیشگرمایش در جوشکاری زیرپودری با الکترودهای موازی و یا متعدد به بند ۳-۵-۳ مراجعه شود.
- به پیشگرمایش نیازی ندارد، برای الکترود E80XX-X مانند گروه C.
- برای مشخصات درجه حرارت فلز پایه و درجه حرارت محیط به بندهای ۵-۱۲-۲ و ۵-۶ مراجعه شود.

۳-٦- حدود تغییرات متغیرهای WPS

تمام WPS های پیش تأییدشده باید توسط سازنده، تولیدکننده و یا پیمانکار به عنوان WPS در وضعیت پیش تأیید نوشته شود، و باید برای استفاده یا آزمایش در دسترس افراد مربوطه باشد. WPS های تهیه شده می‌تواند بهر شکلی باشد (به ضمیمه سه مراجعه شود). متغیرهای جوشکاری (۱) تا (٤) زیر باید در WPSهای نوشته شده با توجه به حدود متغیرهای معرفی شده در جدول ٤-٥ برای هر روند جوشکاری، مشخص باشد. هر تغییری در این متغیرها، باید به عنوان تغییر در متغیرهای اساسی تلقی شده و نیاز به تعیین صلاحیت مجدد و یا بازنویسی WPS تهیه شده دارد.

۱- آمپراژ (سرعت ورودی سیم جوش)

۲- ولتاژ

۳- سرعت حرکت جوشکاری

٤- میزان جریان گاز محافظ

۳-٦-۱- ترکیب WPS ها. می‌توان از ترکیب WPS های تعیین صلاحیت شده و پیش تأیید شده، بدون انجام آزمایش تعیین صلاحیت این ترکیب‌ها به شرط آنکه حدود متغیرهای اساسی به کار رفته در هر روند جوشکاری مورد توجه قرار گیرد، استفاده گردد.

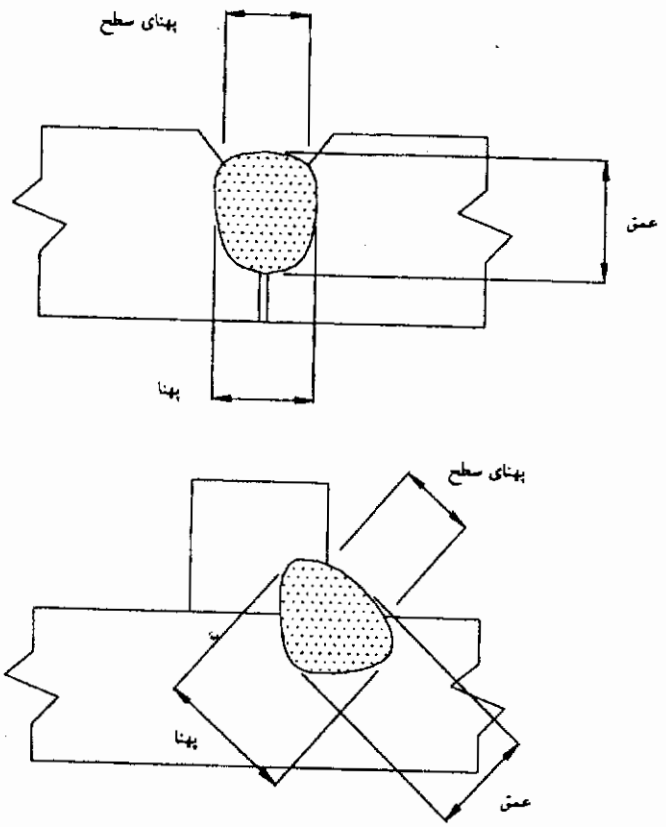
۳-۷- مشخصات عمومی WPS

تمام الزامات جدول ۳-۷ باید برای WPS های پیش تأیید شده در نظر گرفته شود.

۳-۷-۱- الزمات جوشکاری در وضعیت عمودی از پایین به بالا. در تمام عبورها در وضعیت جوشکاری عمودی، روند جوشکاری باید از پایین به بالا باشد، به جز در مورد تعمیر بریدگی کنار جوش که می‌تواند از بالا به پایین باشد به شرطی که درجه حزارت پیشگرمایش مطابق جدول ۳-۲ بوده لیکن از ۲۱ درجه سانتی‌گراد کمتر نباشد. در هر صورت وقتی که قطعات قوطی شکل جوش می‌شوند، روند جوشکاری می‌تواند از پایین به بالا یا از بالا به پایین باشد، لیکن جوشکار باید برای همان جهت تعیین صلاحیت شده باشد.

۳-۷-۲- محدودیت‌های پهنا و عمق عبور. در هر عبور جوش هیچکدام از پهنای حداکثر

ناحیه جوش شده و عمق ناحیه جوش شده (در همان خط عبور جوش) نباید از پهنای سطح تمام شده جوش بیشتر گردد. (به شکل ۳-۱ مراجعه شود)



شکل ۳-۱- جوشی که در آن عمق و پهنای حداکثر جوش از پهنای سطح جوش بیشتر است.
(بند ۳-۷-۲)

جدول ۳-۳- الزامات فلز پرکننده جهت استفاده با فولاد ASTM A588 در معرض هوا
(بند ۳-۷-۳)

روش	مشخصات فلز پرکننده	الکترودهای تأییدشده[1]
SMAW	A5.5	تمام الکترودهایی که در آنالیز A5.5 فلز جوش جایگزین مطابق C3,C2L,C2,C1L,C1,B2L یا WX باشد.
SAW[3]	A5.23	تمام ترکیب‌های سیم جوش و پودری که در آنالیز A5.23 فلز جوش جایگزین مطابق Ni، Ni2، Ni3، Ni4 یا W باشد.

ادامه جدول ۳-۳- الزامات فلز پرکننده جهت استفاده با فولاد ASTM A588 در معرض هوا

(بند ۳-۷-۳)

روش	مشخصات فلز پرکننده	الکترودهای تأییدشده[1]
FCAW	A5.29	تمام الکترودهایی که فلز جوش جایگزین در آنالیز A5.29 فلز جوش جایگزین مطابق B2L،K2 ، Ni1، Ni2، Ni3، Ni4 یا W باشد.
GMAW[3]	A5.28	تمام الکترودهای که در آنالیز A5.28 فلز جوش جایگزین مطابق B2L، G[2]، Ni1، N2، Ni3 باشد.

تذکرات:

۱- علاوه بر الزامات آنالیز شیمیایی اشاره شده فلز پرکننده بایستی الزامات جدول ۳-۱ را نیز برآورده سازد. استفاده از همان نوع فلز پرکننده در فهرست مشخصات فنی AWS که دارای یک رده مقاومت کششی بالاتر باشد نیز مجاز است.

۲- فلز مذاب جایگزین بایستی دارای همان آنالیز شیمیایی فلزجوش برای هر یک از الکترودها باشد.

۳- الکترودهای ترکیبی (دارای مغزه فلزی) به صورت زیر نامگذاری می‌گردند:

SAW حرف "C" بین حروف "E" و "X" قرار می‌گیرد. به عنوان مثال E7AX-ECXXX-Ni1

GMAW حرف "S" به جای حرف "C" جایگزین می‌گردد و حرف "R" حذف می‌گردد

به عنوان مثال E80C- Ni1

۳-۷-۳- الزامات جوشکاری فولادهای در تماس با هوا. برای فولادهای A588 در تماس هوا و به صورت لخت و رنگ‌نشده برای مقاومت خوردگی اتمسفری و خصوصیات رنگی فلزجوش الکترود و یا ترکیب الکترود- پودر جوش باید الزامات جدول ۳-۳ برآورده شود.

استثناءهای الزامات فوق به شرح زیر می‌باشند:

۳-۷-۳-۱- جوش‌های شیاری با یک عبور. در جوش‌های شیاری یک عبوره یا یک عبور در هر طرف، می‌توان از هر فلز پرکننده، برای فلزات پایه گروه II جدول ۳-۱ استفاده کرد.

۳-۷-۳-۲- جوش‌های گوشه با یک عبور. در جوش‌های گوشه تک عبوره تا اندازه‌های زیر، می‌توان از هر فلز پرکننده‌ای برای فلزات پایه گروه II جدول ۳-۱ استفاده کرد:

SMAW	۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر)
SAW	٥/١٦ اینچ (٨ میلی‌متر)
GMAW FCAW	٥/١٦ اینچ (٨ میلی‌متر)

۳-۸- مشخصات عمومی جوشکاری زیرپودری با الکترودهای موازی و یا متعدد

۳-۸-۱- جوشکاری خط عبور ریشه با روش GMAW. جوش‌های گوشه و لب به لب را می‌توان با استفاده از روش جوشکاری گاز GMAW در خط عبور ریشه و متعاقب آن برای خط عبورهای بعدی از جوشکاری زیرپودری با الکترودهای موازی و یا متعدد استفاده کرد، به شرط آنکه روش جوشکاری گاز مطابق با مشخصات فنی این بخش باشد و نیز فاصله بین قوس الکتریکی جوش گاز و قوس الکتریکی جوش زیرپودری از ۱۵ اینچ(۳۸۰ میلی‌متر) بیشتر نباشد.

۳-۹- الزامات جوش‌های گوشه

برای حداقل اندازه جوش‌های گوشه به جدول ۵-۸ مراجعه شود.

۳-۹-۱- جزئیات (برای مقاطع غیرقوطی شکل). برای محدودیت‌های جوش‌های گوشه در وضعیت پیش تأیید به شکل‌های ۲-۱ و ۲-۵ مراجعه شود.

۳-۹-۲- جزئیات (مقاطع قوطی شکل). وضعیت پیش تأییدشده جوش گوشه در اتصالات اعضای قوطی شکل باید مطابق شرایط زیر باشد:

۱- **WPS های پیش تأییدشده.** جزئیات جوش‌های گوشه در اتصالات اعضای قوطی شکل با روش‌های جوشکاری با الکترود روپوش‌دار، جوشکاری گازی یا جوشکاری توپودری که بدون انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت WPS می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد، در شکل ۳-۲ نمایش داده شده‌است. (برای محدودیت‌ها به ۲-۳۹-۱-۲ مراجعه شود). این جزئیات همچنین برای روش GMAW-S که براساس ٤-۱۲-٤-۳ تعیین صلاحیت می‌شود نیز می‌تواند استفاده شود.

۲- جزئیات جوش‌های گوشه در وضعیت پیش تأیید در اتصالات رویهم در شکل ۲-۱۵ نمایش داده شده‌است.

۳-۹-۳- اتصالات سه‌پری شکل مایل. جزئیات جوش‌های گوشه در اتصالات سه‌پری شکل مایل که می‌توان بدون انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت WPS فصل ٤ اجرا شوند، در شکل ۳-۱۱ نمایش داده شده‌است و بایستی محدودیت‌های بند ۳-۲ را برآورده سازند.

۳-۹-۳-۱- محدودیت زاویه بین دو سطح. اگر زاویه بین دو سطح در اتصال سه‌پری شکل مایل از ۱۰۰ درجه بیشتر باشد، باید مطابق شکل ۳-۱۱ قسمت پ آماده‌سازی شود تا فضای کافی برای جوش مورد نیاز فراهم شود. مقدار ماشین‌کاری و سنگ‌کاری نباید بیشتر از مقدار مورد نیاز جهت رسیدن به اندازه جوش لازم (W) باشد.

۳-۹-۳-۲- حداقل اندازه جوش. حداقل اندازه جوش گوشه در اتصالات سه‌پری شکل مایل که در شکل ۳-۱۱ قسمت‌های الف، ب و پ نمایش داده شده‌است، باید مطابق با جدول ۵-۸ باشد. حداقل اندازه باید نیازهای طراحی را برآورده سازد.

۳-۱۰- الزامات جوش‌های انگشتانه و کام

جزئیات جوش‌های انگشتانه و کام که با یکی از روش‌های جوشکاری SMAW، GMAW (به جز انتقال اتصال کوتاه) و یا FCAW انجام می‌شود در بندهای ۳-۱۰-۱ تا ۳-۱۰-۳ و نیز ۲-۵-۲ تا ۲-۵-٤ و ۲-۵-٦ بیان شده که می‌تواند بدون انجام تعیین صلاحیت WPS مطابق فصل ٤ به شرط رعایت محدودیت‌های فنی بند ۵-۲۵ اجرا شود.

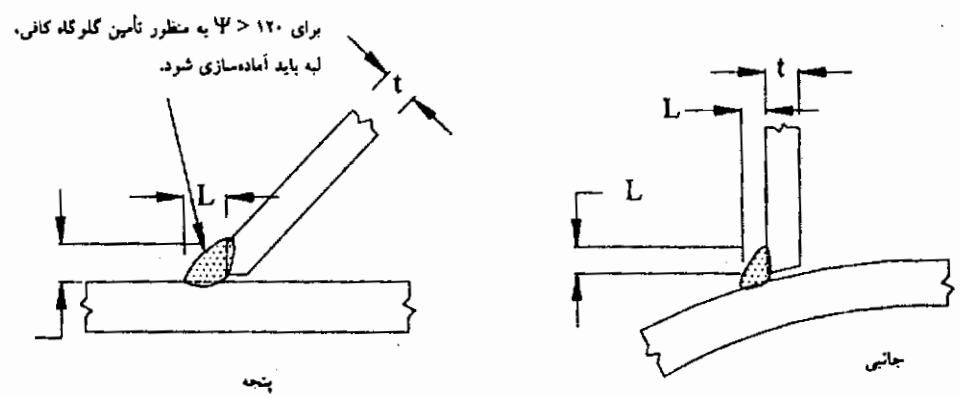
۳-۱۰-۱- محدودیت‌های اندازه قطر سوراخ‌ها. حداقل قطر سوارخ در جوش کام نباید از ضخامت قطعه به علاوه ۸ میلی‌متر کمتر باشد و ترجیحاً به ضریبی از $\frac{۱}{۱٦}$ اینچ (۲ میلی‌متر) گرد شود. حداکثر قطر سوراخ برابر است با حداکثر دو مقدار ۲/۲۵ برابر ضخامت قطعه و حداقل قطر سوراخ به علاوه ۳ میلی‌متر هر کدام که بزرگ‌تر باشد.

۳-۱۰-۲- طول انگشتانه. طول انگشتانه نباید از ده برابر ضخامت قطعه بیشتر باشد. پهنای انگشتانه نباید از ضخامت قطعه به علاوه ۸ میلی‌متر کمتر باشد و ترجیحاً به ضریبی از $\frac{۱}{۱٦}$ اینچ (۲ میلی‌متر) گرد شود. حداکثر پهنای انگشتانه برابر است با حداقل پهنا به علاوه ۳ میلی‌متر و یا ۲/۲۵ برابر ضخامت قطعه، هر کدام که بزرگ‌تر باشد.

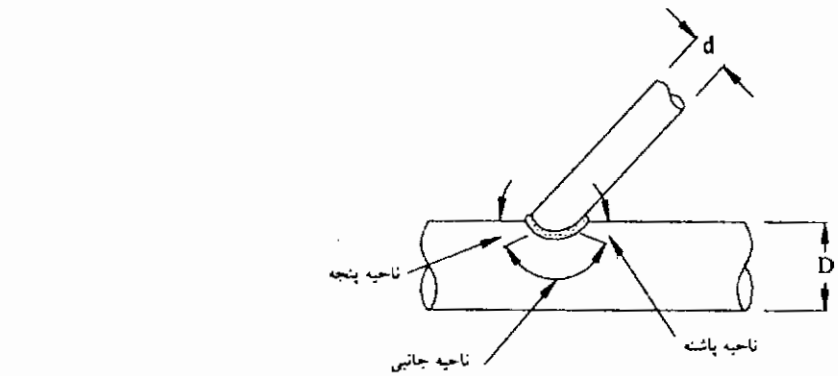
۳-۱۰-۳- عمق پرکردن. عمق پرکردن انگشتانه و یا کام با جوش در فلز با ضخامت ۵/۸ اینچ (۱۶ میلی‌متر) و کمتر برابر با ضخامت قطعه است. در فلز ضخیم‌تر از ۵/۸ اینچ (۱۶ میلی‌متر) باید حداقل برابر با نصف ضخامت قطعه بوده و در هر صورت از ۵/۸ اینچ (۱۶ میلی‌متر) کمتر نباشد.

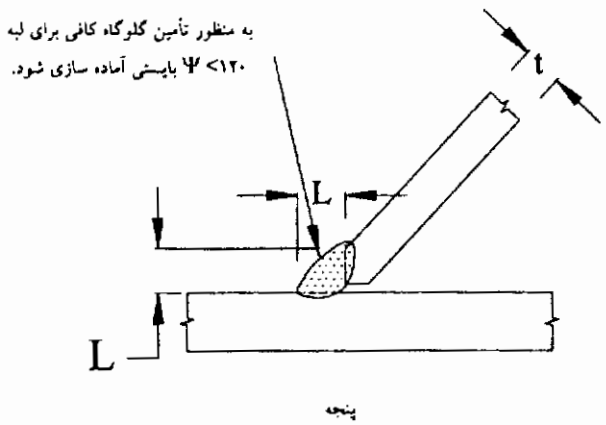
۳-۱۱- الزامات عمومی جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی و نفوذ کامل اتصالات

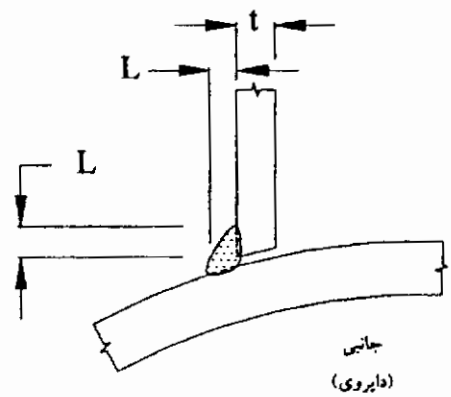
	E = ۰/۷ t	E = t	E = ۱/۰۷ t
۶۰° > پاشنه	۱/۵ t	۱/۵ t	بزرگ‌تر از ۵ t
۱۰۰° ≤ جانبی	t	۱/۴ t	۱/۵ t
۱۱۰°-۱۰۰° جانبی	۱/۵ t	۱/۶ t	۱/۷۵ t
۱۲۰°-۱۰۰° جانبی	۱/۲ t	۱/۸ t	2t
۱۲۰°< پنجه	t - پخ	۱/۴ t پخ	پخ کامل شیار ۶۰-۹۰°

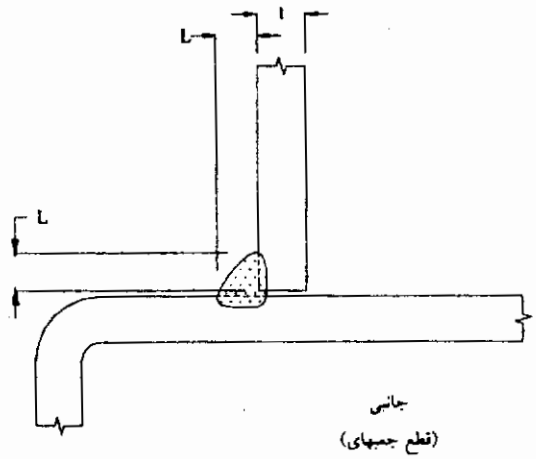


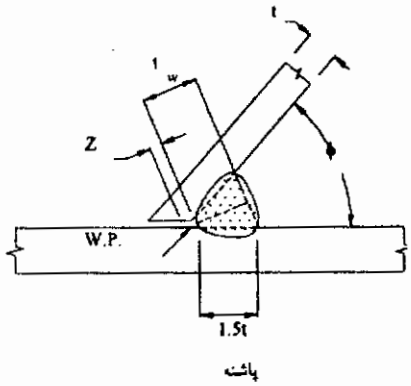
شکل ۳-۲- جوش گوشه در وضعیت پیش تأییدشده در اتصالات با اعضای قوطی شکل در روش‌های جوشکاری SMAW، GMAW و FCAW (بند ۳-۹-۲)











شکل ۳-۲- جوش گوشه در وضعیت پیش تأییدشده در اتصالات با اعضای قوطی شکل در روش‌های جوشکاری SMAW، GMAW و FCAW (بند ۳-۹-۲)

۳-۱۱-۱- FCAW/GMAW به جای SAMW. جزئیات آماده‌سازی اتصالات شیاری برای روش SMAW در وضعیت پیش تأیید را می‌توان برای جوش GMAW یا FCAW نیز مورد استفاده قرار داد.

۳-۱۱-۲- آماده‌سازی اتصالات کنج. برای اتصالات کنج، آماده‌سازی قسمت بیرونی شیار می‌تواند در هر یک از اعضا و یا در هر دو قطعه انجام شود، به شرط آنکه ساختار اصلی شیار تغییر نکند و فاصله بین لبه‌ها به اندازه کافی باشد تا عملیات جوشکاری بدون ایجاد ذوب‌شدگی زیاد انجام شود.

۳-۱۱-۳- شکافت ریشه اتصال. همانطور که در بندهای ۳-۱۲-۳ و ۳-۱۳-۱ بیان شده‌است اندازه شکافت ریشه می‌تواند متفاوت باشد. بهر صورت برای جوشکاری خودکار و یا جوشکاری ماشینی که با یکی از روش‌های FCAW، GMAW و SAW انجام می‌شود، حداکثر تغییرات اندازه شکافت ریشه (حداقل تا حداکثر شکافت در یک اتصال مونتاژ شده) نباید از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) بیشتر باشد. قبل از انجام عملیات جوشکاری خودکار باید به طور موضعی تغییرات بیشتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) تعمیر و اصلاح شود.

۳-۱۲- الزامات جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی

جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی که بدون انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت WPS مطابق بخش ٤ مورد استفاده قرار می‌گیرد، در شکل ۳-۳ نمایش داده شده‌است و باید محدودیت‌های اندازه مشخص شده در ۳-۱۲-۳ در آن‌ها رعایت شود.

۳-۱۲-۱- تعریف. به جز آنچه در بند ۳-۱۳-٤ و شکل ۳-٤ (B-L1-S) آمده، جوش‌های شیاری بدون ورق پشت‌بند که فقط از یک طرف جوشکاری می‌شوند و جوش‌های شیاری که از دو طرف جوشکاری می‌شوند، اما عملیات تخلیه جوش از پشت انجام نمی‌شود، به عنوان جوش‌های نفوذی با نفوذ نسبی در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱۲-۲- اندازه جوش. اندازه جوش (E) یک جوش با نفوذ نسبی در وضعیت پیش تأیید در شکل ۳-۳ براساس نوع روش جوشکاری، طراحی اتصال، زاویه پخ و وضعیت جوشکاری

مورد استفاده در حین ساخت، بیان شده‌است.

فهرست علائم و اختصارات برای شکل‌های ۳-۳ و ۳-٤

علائم نوع اتصال	
B	اتصال لب به لب
C	اتصال کنج
T	اتصال سپری
BC	اتصال لب به لب یا کنج
TC	اتصال سپری و یا کنج
BTC	اتصال لب به لب، سپری و یا گوشه

علائم ضخامت فلز پایه و نفوذ	
L	ضخامت محدود- اتصال با نفوذ کامل
U	ضخامت نامحدود- اتصال با نفوذ کامل
P	اتصال با نفوذ نسبی

علائم نوع جوش	
1	شیاری بدون پخ
2	شیاری جناغی یک طرفه
3	شیاری جناغی دو طرفه
4	شیاری نیم‌جناغی یک طرفه
5	شیاری نیم‌جناغی دو طرفه
6	شیاری لاله‌ای یک طرفه
7	شیاری لاله‌ای دو طرفه
8	شیاری نیم‌لاله‌ای یک طرفه
9	شیاری نیم‌لاله‌ای دو طرفه
10	شیاری با پخ محدب

علائم روش جوشکاری اگر به غیر از جوشکاری با الکترود روپوش‌دار باشد.	
S	جوشکاری زیرپودری
G	جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ
F	جوشکاری توپودری

روش‌های جوشکاری	
SMAW	جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار
GMAW	جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ
FCAW	جوشکاری توپودری
SAW	جوشکاری زیرپودری

وضعیت‌های جوشکاری	
F	تخت
H	افقی
V	عمودی
OH	بالاسری

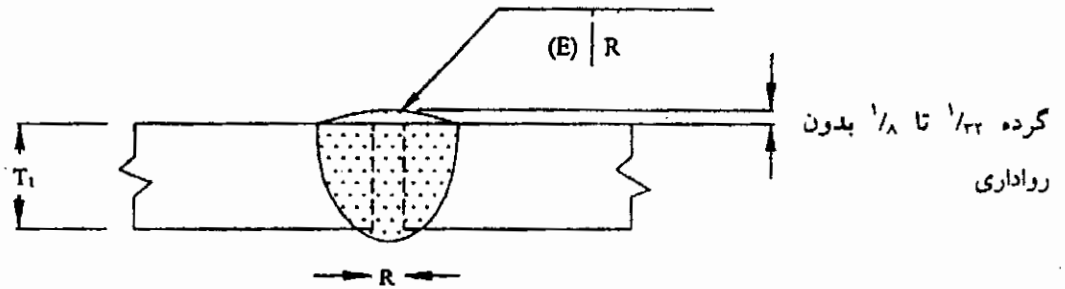
اندازه‌ها	
R	شکافت ریشه
α, β	زاویه پخ
f	اندازه پیشانی پخ
r	شعاع پخ لاله‌ای و نیم‌لاله‌ای
S, S_1, S_2	عمق شیار در جوش شیاری با نفوذ نسبی
E,E1,E2	به ترتیب اندازه جوش متناسب با S_2 ،S_1 و S

تعریف اتصال

حروف کوچک مانند a ، b و c برای متمایز نمودن تعریف اتصالاتی است که دارای تعریف مشابه می‌باشند.

(۱) جوش شیاری ساده (بدون پخ)

(B) اتصال لب به لب

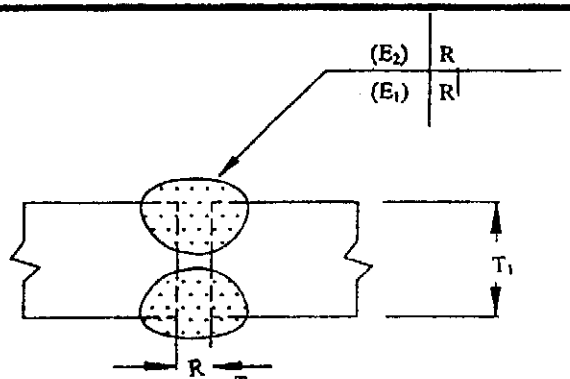


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	روداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	روداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-P1a	حداکثر ۱/۸	-	۰ تا ۱/۱۶ = R	۰-، ۱/۱۶ +	±۱/۱۶	تمام	$T_1 = \frac{1}{32}$	B
	B-P1c	حداکثر ۱/۴	-	حداقل $R = \frac{T_1}{2}$	۰-، ۱/۱۶ +	±۱/۱۶	تمام	$\frac{T_1}{2}$	B,D

شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۲)

(۱)جوش شیاری ساده (بدون بخ)

(B) اتصال لب به لب

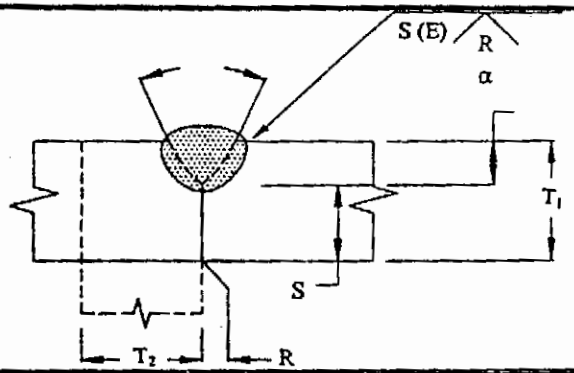


E1 + E2 نبایستی از $\frac{2T_1}{4}$ تجاوز کند.

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-P1b	حداکثر ۱/۴	-	$R=\frac{T_1}{2}$	+۱/۱۶ ،-۰	±۱/۱۶	تمام	$\frac{2T_1}{4}$	D

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأیید شده (بند ۳-۱۲)

(۲) جوش شیاری جناغی یک طرفه
(B) اتصال لب به لب
(C) اتصال کنج

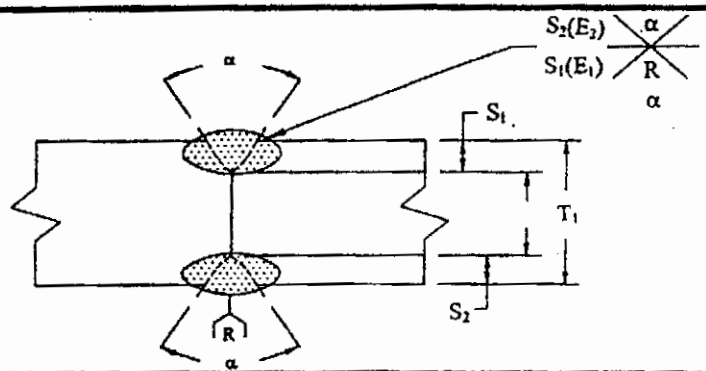


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BC-P2	حداقل ۱/۴	U	R = ۰ حداقل ۱/۳۲ = f α = ۶۰°	۰ , + ۱/۱۶ +U , - ۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	تمام	S	B, D, E, N
GMAW FCAW	BC-P2-GF	حداقل ۱/۴	U	R = ۰ حداقل ۱/۸ = f α = ۶۰°	۰ , +۱/۱۶ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	تمام	S	A, B, E, N
SAW	BC-P2-S	حداقل ۷/۱۶	U	R = ۰ حداقل ۱/۴ = f α = ۶۰°	± ۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۰ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	F	S	B, E, N

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۲)

(۳) جوش شیاری جناغی دو طرفه

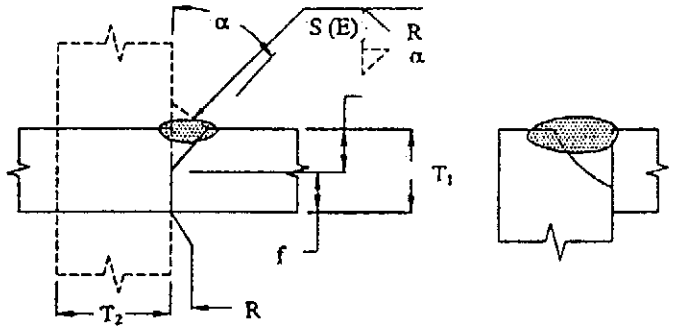
(B) اتصال لب به لب



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	B-P3	حداقل ۱/۲	–	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ۶۰°	+۱/۱۶ , -۰° +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2	D,E,Mp,N
GMAW FCAW	B-P3-GF	حداقل ۱/۲	–	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ۶۰°	+۱/۱۶ , -۰° +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2	A,E,Mp,N
SAW	B-P3-S	حداقل ۳/٤	–	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ α = ۶۰°	± ۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۰ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	تخت	S_1+S_2	E,Mp,N

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأیید شده (بند ۳-۱۲)

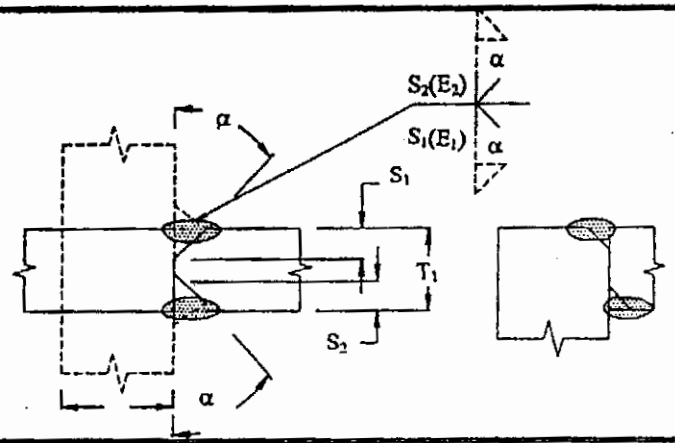
(٤) جوش شیاری نیم جناغی یک طرفه
(B) اتصال لب به لب
(T) اتصال سه‌پری
(C) اتصال کنج



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	روادارى‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	روادارى‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P4	U	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ٤٥°	+۱/۱٦ , -۰° نامحدود +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	تمام	S-۱/۸	B,D,E,J,N,V
GMAW FCAW	BTC-P4-GF	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ٤٥°	+۱/۱٦ , -۰° نامحدود +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	F,H	S	A,B,E,J,N,V
							V,OH	S-۱/۸	
SAW	TC-P4-S	حداقل ۷/۱٦	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ٦۰°	±۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱٦ , -۰ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	F	S	B,E,J,N,V

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأیید شده (بند ۳-۱۲)

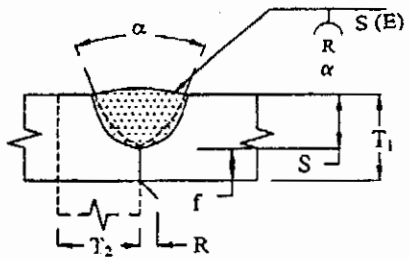
(۵) جوش شیاری نیم جناغی دو طرفه
(B) اتصال لب به لب
(T) اتصال سه‌پری
(C) اتصال کنج



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U = نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P5	حداقل ۵/۱۶	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ۴۵°	+۱/۱۶ , -۰° نامحدود +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	تمام	S1+S2 -۱/۴	D,E,J,Mp,N,V
GMAW FCAW	BTC-P5-GF	حداقل ۱/۲	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ α = ۴۵°	+۱/۱۶ , -۰° نامحدود +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	F,H	S1+S2	A,E,J,Mp,N,V
							V,OH	S1+S2 -۱/۴	
SAW	TC-P5-S	حداقل ۳/۴	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۴ α = ۶۰°	±۰ + U , - ۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , - ۰ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	F	S1+S2	E,J,Mp,N,V

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲)

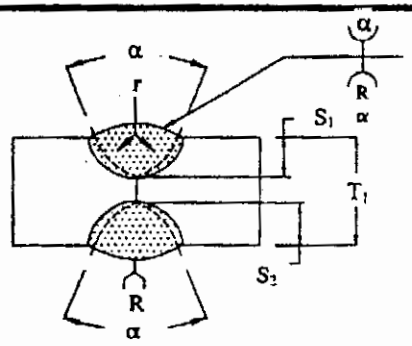
(٦) جوش شیاری لاله‌ای یک طرفه
(B) اتصال لب به لب
(C) اتصال کنج



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار انحنای شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BC-P6	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۳۲ r = ۱/٤ α = ٤٥°	+۱/۱٦ , - ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , -۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	تمام	S	B,D,E,N
GMAW FCAW	BC-P6-GF	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۱/٤ α = ۲۰°	+۱/۱٦ , - ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , - ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	تمام	S	A,B,E,N
SAW	BC-P6-S	حداقل ۷/۱٦	U	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ r = ۱/٤ α = ۲۰°	± ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱٦ , - ۰ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	F	S	B,E,N

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲)

(V) جوش شیاری لاله‌ای دو طرفه
(B) اتصال لب به لب



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار انحنای شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	B-P7	حداقل ۱/۲	—	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۱/٤ α = ٤٥°	+۱/۱٦ , −۰ +U , −۰ +۱/٤ , −۰ +۱۰° , −۰°	+۱/۸ , − ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , −۵°	تمام	S_1+S_2	D,E,Mp,N
GMAW FCAW	B-P7-GF	حداقل ۱/۲	-	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۱/٤ α = ۲۰°	+۱/۱٦ , −۰ +U , −۰ +۱/٤ , −۰ +۱۰° , −۰°	+۱/۸ , − ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , −۵°	تمام	S_1+S_2	A,E,Mp,N
SAW	B-P7-S	حداقل ۳/٤	-	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۱/٤ α = ۲۰°	± ۰ +U , −۰ +۱/٤ , −۰ +۱۰° , −۰°	+۱/۱٦ , − ۰ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , −۵°	F	S_1+S_2	E,Mp,N

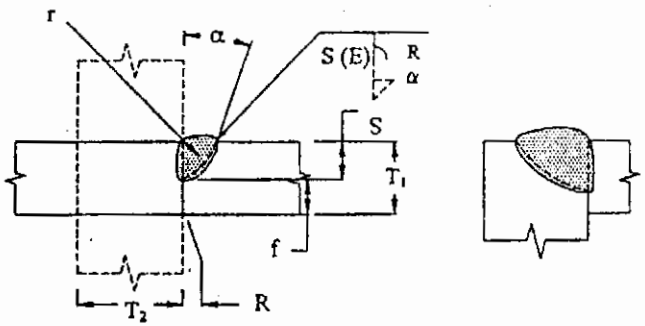
ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲)

(۸)جوش شیاری نیم لاله‌ای یک طرفه

(B) اتصال لب به لب

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E)	تذکرات
					رواداری‌ها				
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار انحنای شیار زاویه شیار	مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	TC-P8*	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۳/۸ α = ٤۵°	+۱/۱٦ , - ۰ +U , - ۰ +۱/٤ , - ۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , - ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	تمام	S	D,E,J,N,V
SMAW	BC-P8**	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۳/۸ α = ۳۰°	+۱/۱٦ , - ۰ +U , - ۰ +۱/٤ , - ۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , - ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	تمام	S	D,E,J,N,V

شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

GMAW FCAW	TC-P8-GF*	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۳/۸ α = ٤٥°	+۱/۱٦ , - ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , - ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -٥°	تمام	S	A,E,J,N,V
GMAW FCAW	BC-P8-GF**	حداقل ۱/٤	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۳/۸ α = ۳۰°	+۱/۱٦ , - ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , - ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -٥°	تمام	S	A,E,J,N,V
SAW	TC-P8-S*	حداقل ۷/۱٦	U	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ r = ۱/۲ α = ٤٥°	± ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+ ۱/۱٦ , -۰ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -٥°	F	S	E,J,N,V
SAW	C-P8-S**	حداقل ۷/۱٦	U	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ r = ۱/۲ α = ۲۰°	± ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+ ۱/۱٦ , -۰ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -٥°	F	S	E,J,N,V

* در وجه داخل اتصالات گوشه کاربرد دارد.

** در وجه خارج اتصالات گوشه کاربرد دارد.

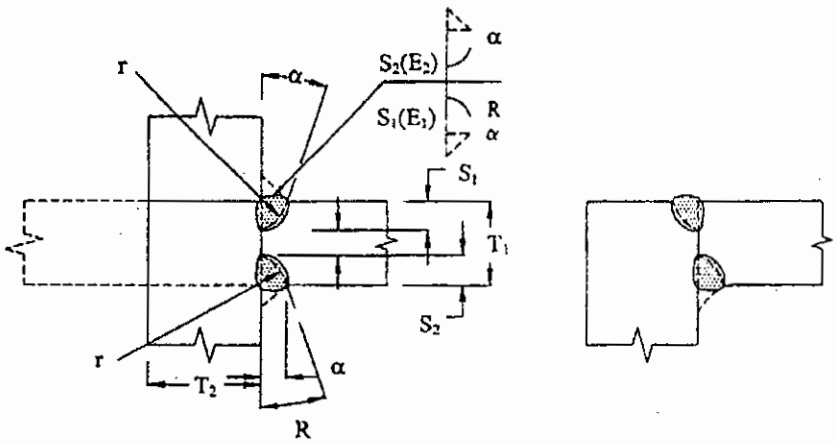
شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۹)جوش شیاری نیم لاله‌ای دو طرفه

(B) اتصال لب به لب

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار شعاع شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P9*	حداقل ۱/۲	U	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۳/۸ α = ٤٥°	+۱/۱٦ , -۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۸ , - ۱/۱٦ ±۱/۱٦ ±۱/۱٦ +۱۰° , -٥°	تمام	S_1+S_2	D,E,J,Mp, N,V

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

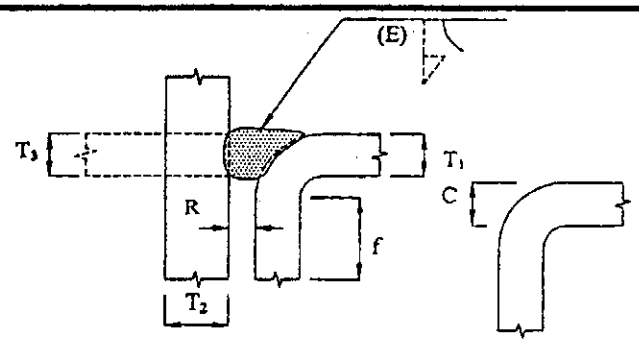
A,J,Mp, N,V	S_1+S_2	تمام	+۱/۸ , - ۱/۱۶ ±۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰°, -۵°	+۱/۱۶ , -۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل f = ۱/۸ r = ۳/۸ α = ٤۵°	U	حداقل ۱/۲	BTC-P9-GF**	GMAW FCAW
E,J,Mp, N,V	S_1+S_2	F	+ ۱/۱۶ , -۰ ±۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰°, -۵°	± ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ r = ۱/۲ α = ۲۰°	U	حداقل ۳/٤	C-P9-S*	SAW
E,J,Mp, N,V	S_1+S_2	F	+ ۱/۱۶ , -۰ ±۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰°, -۵°	± ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ r = ۱/۲ α = ۲۰°	U	حداقل ۳/٤	C-P9-S**	SAW
E,J,Mp,N	S_1+S_2	F	+ ۱/۱۶ , -۰ ±۱/۱۶ ±۱/۱۶ +۱۰°, -۵°	± ۰ +U , -۰ +۱/٤ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل f = ۱/٤ r = ۱/۲ α = ٤۵°	U	حداقل ۳/٤	T-P9-S	SAW

* در قسمت داخل اتصالات گوشه کاربرد دارد.

** در قسمت خارج اتصالات گوشه کاربرد دارد.

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۱۰)جوش شیاری با پخ محدب
(B) اتصال لب به لب
(T) اتصال سه‌پری
(C) اتصال کنج



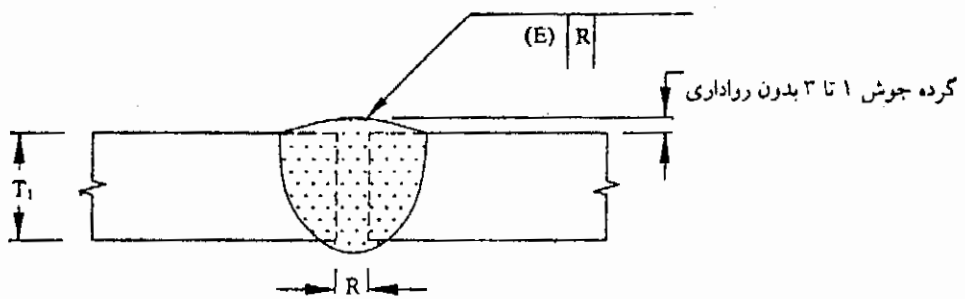
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)			آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش(E)	تذکرات
		T_1	T_2	T_3	شکافت ریشه پیشانی شیار انحنای خم	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P10	حداقل ۳/۱۶	U	حداقل T_1	R = ۰ حداقل f = ۳/۱۶ حداقل $C = \frac{3T_1}{2}$	+۱/۱۶ , -۰ + U , -۰ + محدودیت ندارد , -۰	+۱/۸ , -۱/۱۶ + U , -۱/۱۶ + محدودیت ندارد , -۰	تمام	$\frac{5}{8}T_1$	D,J,N,Z
GMAW FCAW	BTC-P10-GF	حداقل ۳/۱۶	U	حداقل T_1	R = ۰ حداقل f = ۳/۱۶ حداقل $C = \frac{3T_1}{2}$	+۱/۱۶ , -۰ + U , -۰ + محدودیت ندارد , -۰	+۱/۸ , -۱/۱۶ + U , -۱/۱۶ + محدودیت ندارد , -۰	تمام	$\frac{5}{8}T_1$	A,J,N,Z
SAW	T-P10-S	حداقل ۱/۲	حداقل ۱/۲	کاربرد ندارد	R = ۰ حداقل f = ۱/۲ حداقل $C = \frac{3T_1}{2}$	± ۰ + U , -۰ + محدودیت ندارد , -۰	+۱/۱۶ , -۰ + U , -۱/۱۶ + محدودیت ندارد , -۰	F	$\frac{5}{8}T_1$	J,N,Z

* برای مقطع نورد سرد (A500) محدودیت برای اندازه C وجود ندارد.

شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۱) جوش شیاری ساده (بدون پخ)

(B) اتصال لب به لب

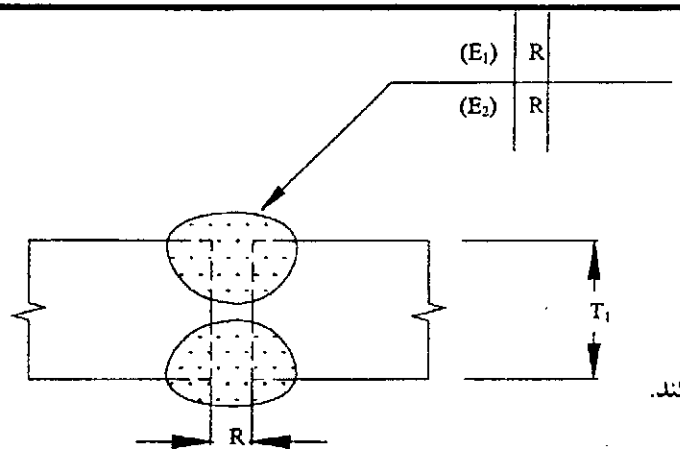


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	B-P1a	حداکثر ۳	-	R = ۰ تا ۲	+۲ ,-۰	±۲	تمام	T_1 - ۱	B,D
	B-P1c	حداکثر ٦	-	R = حداقل $\frac{T_1}{۲}$	+۲ ,-۰	±۲	تمام	$\frac{T_1}{۲}$	B,D

ادامهٔ شکل ۳-۳- جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأییدشده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلی‌متر است)

(۱) جوش شیاری ساده (بدون پخ)

(B) اتصال لب به لب



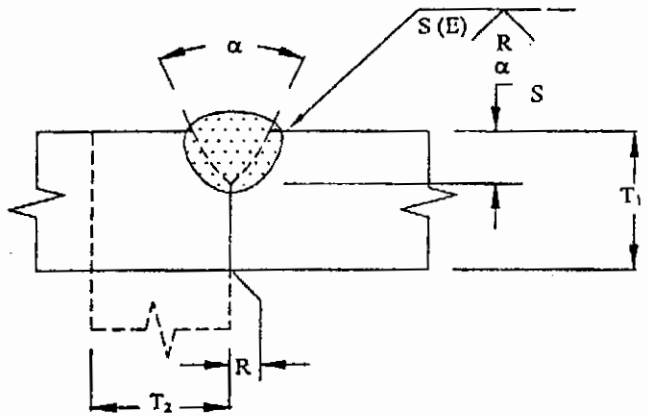
E_1+E_2 نباید از $\frac{۲T_1}{۱}$ تجاوز کند.

تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	B-P1b	حداکثر ۶	-	$R=\frac{T_1}{۲}$	+۲ ,-۰	±۲	تمام	$\frac{۲T_1}{۲}$	D

شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده، (بند ۳-۱۲) (اندازه‌ها به میلی‌متر است)

(۲)جوش شیاری جناغی یک طرفه
(B) اتصال لب به لب
(C) اتصال کنج



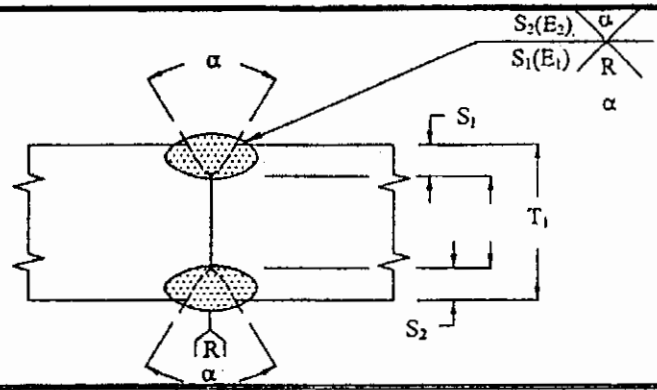
تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BC-P2	حداقل ۶	U	R = ۰ حداقل f = ۱ α = ۶۰°	۰ , +۲ +U , -۰ ، +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ± ۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S	B,D,E,N
GMAW FCAW	BC-P2-GF	حداقل ۶	U	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ۶۰°	۰ , +۲ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ± ۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S	A,B,E,N
SAW	BC-P2-S	حداقل ۱۱	U	R = ۰ حداقل f = ۶ α = ۶۰°	± ۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ± ۲ +۱۰° , -۵°	F	S	B,E,N

شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده، (بند ۳-۱۲) (اندازه‌ها به میلی‌متر است)

(۳) جوش شیاری جناغی دو طرفه

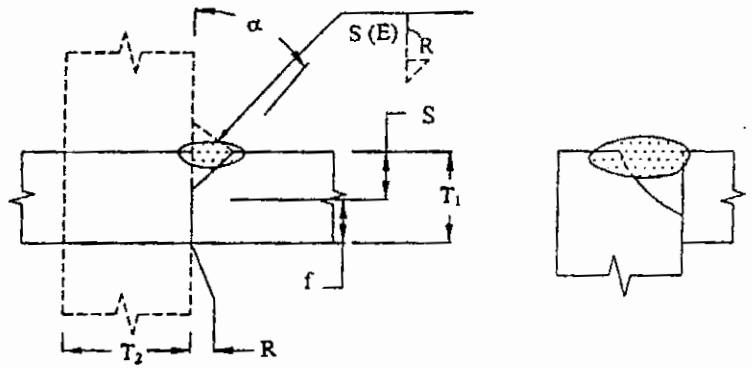
(B) اتصال لب به لب



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	B-P3	حداقل ۱۲	-	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ۶۰°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2	D,E,Mp,N
GMAW FCAW	B-P3-GF	حداقل ۱۲	-	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ۶۰°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2	A,E,Mp,N
SAW	B-P3-S	حداقل ۲۰	-	R = ۰ حداقل f = ۶ α = ۶۰°	±۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲, -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S_1+S_2	E,Mp,N

شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده، (بند ۳-۱۲) (اندازه‌ها به میلی‌متر است)

(٤)جوش شیاری نیم جناغی یک طرفه
(B) اتصال لب به لب
(C) اتصال کنج
(T) اتصال سه‌پری



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P4	U	U	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ٤٥°	+۲ , -۰ +U , -۰٫۵ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ +۱۰° , -۰°	تمام	S-۳	B,D,E,J,N,V
GMAW FCAW	PTC-P4-GF	حداقل ٦	U	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ٤٥°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	F,H	S	A,B,E,J,N,V
							V,OH	S-۳	
SAW	TC-P4-S	حداقل ۱۱	U	R = ۰ حداقل f = ٦ α = ٦۰°	±۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S	B,E,J,N,V

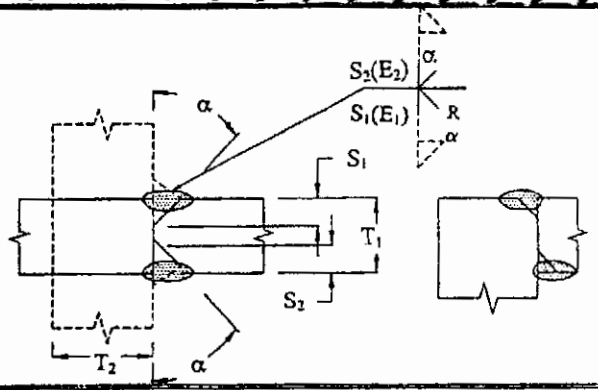
شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده، (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلی‌متر است)

(۵)جوش شیاری نیم جناغی دو طرفه

(B) اتصال لب به لب

(C) اتصال کنج

(T) اتصال سه‌پری

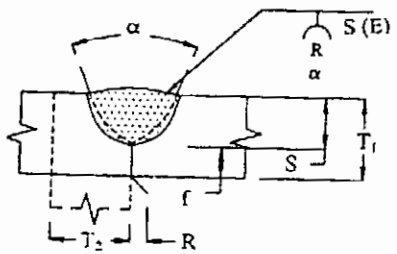


تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P5	حداقل ۸	U	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ۴۵°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۱۰ , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2-۶	D,E,J,Mp,N,V
GMAW FCAW	BC-P5-GF	حداقل ۱۲	U	R = ۰ حداقل f = ۳ α = ۴۵°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	F,H	S_1+S_2	A,E,J,Mp,N,V
							V,OH	S_1+S_2-۶	
SAW	TC-P5-S	حداقل ۲۰	U	R = ۰ حداقل f = ۶ α = ۶۰°	±۰ +U , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S_1+S_2	E,J,Mp,N,V

شکل ۳-۳ (ادامه دارد) جزئیات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش تأییدشده، (بند ۳-۱۲) (اندازه‌ها به میلی‌متر است)

(٦) جوش شیاری لاله‌ای یک طرفه
(B) اتصال لب‌به‌لب
(C) اتصال کنج

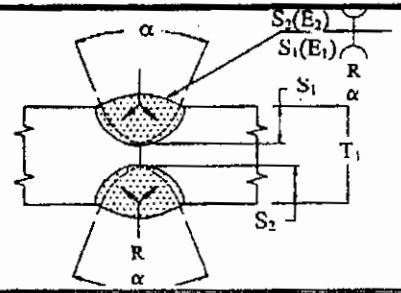


تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار شعاع شیار زاویه شیار	رواداری مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BC-P6	حداقل ٦	U	R = ۰ حداقل ۱ = f r = ٦ α = ٤٥°	+۲ , -۰ +U , -۰ +٦ , -۰ +۱۰°, -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S	B,D,E,N
GMAW FCAW	BC-P6-GF	حداقل ٦	U	R = ۰ حداقل ۳ = f r = ٦ α = ٤٥°	+۲ , -۰ +U , -۰ +٦ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S	A,B,E,N
SAW	BC-P6-S	حداقل ۱۱	U	R = ۰ حداقل ٦ = f r = ٦ α = ۲۰°	±۰ +U , -۰ +٦ , -۰ +۱۰° , -۰°	-۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S	B,E,N

شکل ۳-۳- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۷) جوش شیاری لاله‌ای دوطرفه
(B) اتصال لب‌به‌لب



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار شعاع شیار زاویه شیار	رواداری مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	B-P7	حداقل ۱۲	-	R = ۰ حداقل f = ۳ r = ۶ α = ۴۵°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S1+S2	D,E,Mp,N
GMAW FCAW	B-P7-GF	حداقل ۱۲	-	R = ۰ حداقل f = ۳ r = ۶ α = ۲۰°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S1+S2	A, E,Mp,N
SAW	B-P7-S	حداقل ۲۰	-	R = ۰ حداقل f = ۶ r = ۶ α = ۲۰°	±۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S1+S2	E,Mp,N

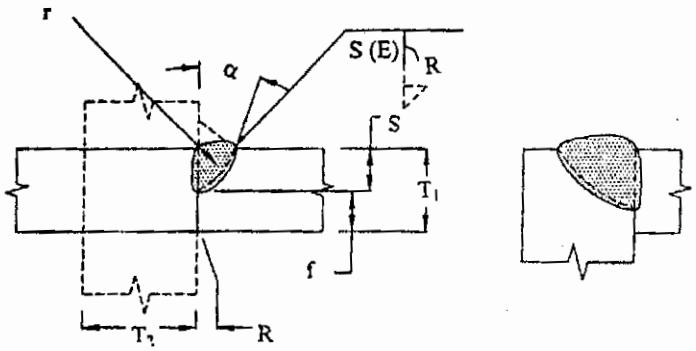
شکل ۳-۳- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۸) جوش شیاری لاله‌ای یک طرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار شعاع شیار زاویه شیار	روادارى مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	روادارى مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	TC-P8*	حداقل ٦	U	R = ۰ حداقل ۳ = f r = ۱۰ α = ٤٥°	۰-, ۲+ ۰-, U+ ۰-, ٦+ ۰-, ۱۰°+	۲-, ۳+ ±۲ ±۲ ۵°-, ۱۰°+	تمام	S	D,E,J,N,V
SMAW	BC-P8**	حداقل ٦	U	R = ۰ حداقل ۳ = f r = ۱۰ α = ۳۰°	۰-, ۲+ ۰-, U+ ۰-, ٦+ ۰-, ۱۰°+	۲-, ۳+ ±۲ ±۲ ۵°-, ۱۰°+	تمام	S	D,E,J,N,V
GMAW	TC-P8-GF*	حداقل ٦	U	R = ۰	۰-, ۲+	۲-, ۳+	تمام	S	A,E,J,N,V

FCAW				حداقل f = ۳ r = ۱۰ α = ۴۵°	+U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°			
GMAW FCAW	BC-P8-GF**	حداقل ۶	U	R = ۰ حداقل f = ۳ r = ۱۰ α = ۳۰°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S	A,E, J,N,V
SAW	TC-P8-S*	حداقل ۱۱	U	R = ۰ حداقل f = ۶ r = ۱۳ α = ۴۵°	±۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S	E,J,N,V
SAW	C-P8-S**	حداقل ۱۱	U	R = ۰ حداقل f = ۶ r = ۱۳ α = ۲۰°	±۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	S	E,J,N,V

* در وجه داخلی اتصالات گوشه کاربرد دارد.

** در وجه خارجی اتصالات گوشه کاربرد دارد.

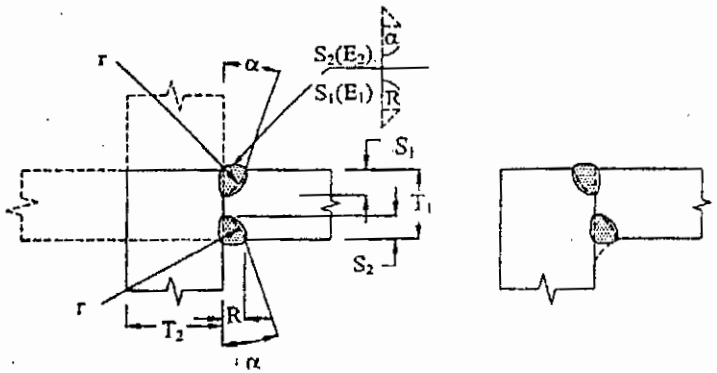
شکل ۳-۳- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۹) جوش شیاری لاله‌ای دو طرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U = نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	مجموع اندازه جوش (E_1+E_2)	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار شعاع شیار زاویه شیار	رواداری مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P9*	حداقل ۱۲	U	R = ۰ حداقل f = ۳ r = ۱۰ α = ۴۵°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2	D,E,J,Mp, W,V
GMAW FCAW	BTC-P9-GF**	حداقل ۶	U	R = ۰ حداقل f = ۳ r = ۱۰ α = ۳۰°	+۲ , -۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۳ , -۲ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	تمام	S_1+S_2	A,D,Mp, N,V

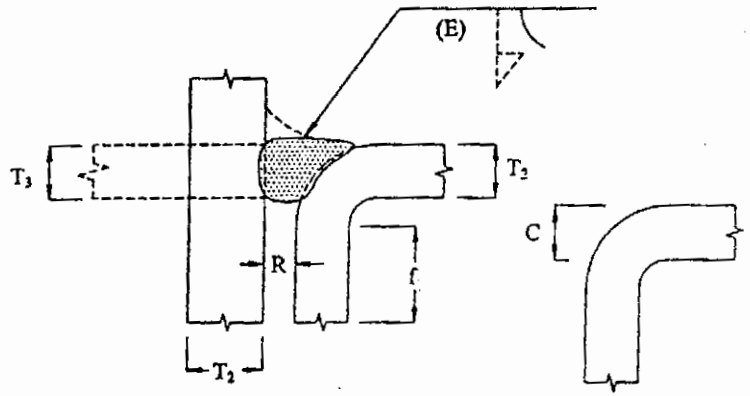
A, E, J, N, V	S_1+S_2	F	+۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	±۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل ٦ = f r = ۱۳ α = ٤٥°	U	حداقل ۲۰	C-P9-S*	SAW
E,J,Mp,N,V	S_1+S_2	F	+۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	±۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل ٦ = f r = ۱۳ α = ۲۰°	U	حداقل ۲۰	C-P9-S**	SAW
E,J,Mp,N	S_1+S_2	F	+۲ , -۰ ±۲ ±۲ +۱۰° , -۵°	±۰ +U , -۰ +۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	R = ۰ حداقل ٦ = f r = ۱۳ α = ٤٥°	U	حداقل ۲۰	T-P9-S	SAW

* در وجه داخلی اتصالات گوشه کاربرد دارد.

** در وجه خارجی اتصالات گوشه کاربرد دارد.

شکل ۳-۳- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

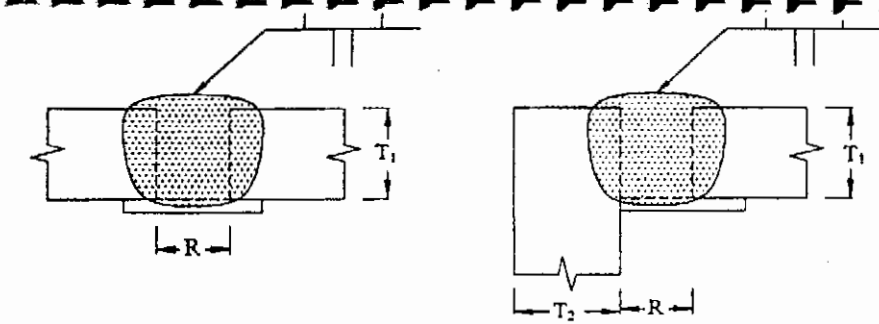
(۱۰) جوش شیاری لاله‌ای یخ محدب
(B) اتصال لب‌به‌لب
(T) اتصال سه‌پری
(C) اتصال کنج



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)			آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	اندازه جوش (E)	تذکرات
		T_1	T_2	T_3	شکافت ریشه پیشانی شیار شعاع خم	رواداری: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۲-۳)	رواداری: مطابق ساخت (بند ۳-۱۲-۳)			
SMAW	BTC-P10	حداقل ۵	U	حداقل T_1	R= ۰ حداقل f= ۵ حداقل $C = \frac{3T_1}{4}$	+۲ ,-۰ +U ,-۰ + محدودیت ندارد , -۰	+۳ ,-۲ +U ,-۲ + محدودیت ندارد , -۰	تمام	$\frac{5}{8}T_1$	D,J,N,Z
GMAW FCAW	BTC-P10-CF	حداقل ۵	U	حداقل T_1	R= ۰ حداقل f= ۵ حداقل $C = \frac{3T_1}{4}$	+۲ ,-۰ +U ,-۰ + محدودیت ندارد , -۰	+۳ ,-۲ +U ,-۲ + محدودیت ندارد , -۰	تمام	$\frac{5}{8}T_1$	A,J,N,Z
SAW	T-P10-S	حداقل ۱۲	حداقل ۱۲	کاربرد ندارد	R= ۰ حداقل f= ۱۳ حداقل $C = \frac{3T_1}{2}$	±۰ +U ,-۰ محدودیت ندارد +, -۰	+۲ ,-۰ +U ,-۲ محدودیت ندارد +, -۰	F	$\frac{5}{8}T_1$	J,N,Z

شکل ۳-۳- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۲) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)



(۱) جوش شیاری بدون پخ

(B) اتصال لب‌به‌لب

(C) اتصال گوشه

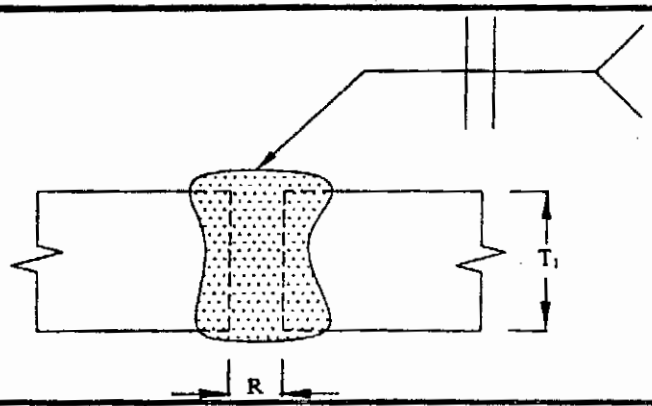
تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری				
					مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-L1a	حداکثر ۱/٤	-	$R = T_1$	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/٤ ,-۱/۱٦	تمام	-	D , N
	C-L1a	حداکثر ۱/٤	U	$R = T_1$	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/٤ ,-۱/۱٦	تمام	-	D , N
FCAW GMAW	B-L1a-GF	حداکثر ۳/۸	-	$R = T_1$	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/٤ ,-۱/۱٦	تمام	لازم نیست	A , N

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش‌تأیید شده (بند ۳-۱۳)

(۱) جوش شیاری بدون پخ

(B) اتصال لب‌به‌لب



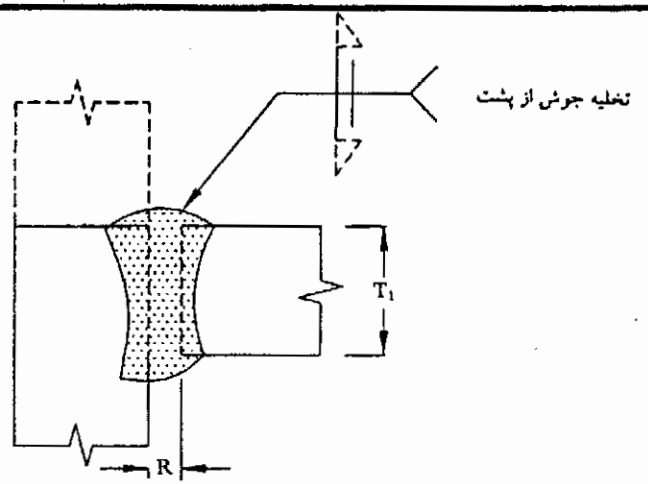
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری: مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-L1b	حداکثر ۱/٤	–	$R=\frac{T_1}{2}$	+۱/۱٦ , -۰	+۱/۱٦ , -۱/۸	تمام	-	C,D,N
GMAW FCAW	B-L1b-GF	حداکثر ۳/۸	–	R = ۰ تا ۱/۸	+۱/۱٦ , -۰	+۱/۱٦ , -۱/۸	تمام	لازم نیست	A,C,N
SAW	B-L1-S	حداکثر ۳/۸	–	R = ۰	± ۰	+۱/۱٦ , -۰	F	-	N
SAW	B-L1a-S	حداکثر ۵/۸	–	R = ۰	± ۰	+۱/۱٦ , -۰	F	-	C,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۱) جوش شیاری بدون پخ

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج

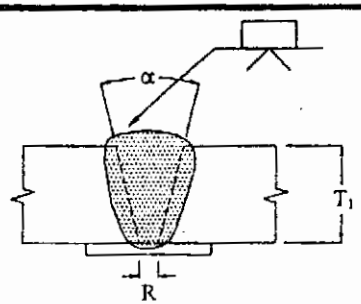


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری				
					مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-L1b	حداکثر ۱/٤	U	$R=\frac{T_1}{۲}$	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/۱٦ ,-۱/۸	تمام	-	C,D,J
GMAW FCAW	TC-L1-GF	حداکثر ۳/۸	U	R= ۰ تا ۱/۸	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/۱٦ ,-۱/۸	تمام	لازم نیست	A,C,J
SAW	TC-L1-S	حداکثر ۳/۸	U	R= ۰	± ۰	+۱/۱٦ ,-۰	F	-	C,J

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۲)

(۲) جوش شیاری جناغی یک‌طرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب



رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R =۱/٤ , -۱/۱٦
+۱۰° , -۰°	α =+۱۰° , -۵°

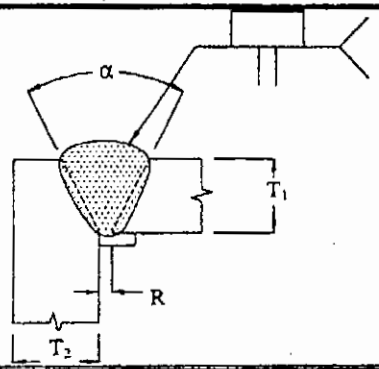
تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار			
SMAW	B-U2a	U	-	R = ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	-	D,N
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F,V,OH	-	D,N
				R = ۱/۲	α = ۲۰°	F,V,OH	-	D,N
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	-	R = ۳/۱٦	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم است	A,N
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
				R = ۱/٤	α = ٤۵°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
SAW	B-L2a-S	حداکثر ۲	-	R = ۱/٤	α = ۳۰°	F	-	N
SAW	B-U2-S	U	-	R = ۵/۸	α = ۲۰°	F	-	N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۲) جوش شیاری جناغی یک‌طرفه

(C) اتصال کنج

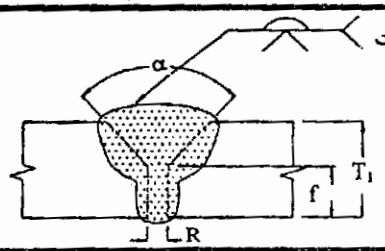


مطابق طراحی (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R = ۱/٤ , -۱/۱٦
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار			
SMAW	C-U2a	U	-	R = ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	-	D,N
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F,V,OH	-	D,N
				R = ۱/۲	α = ۲۰°	F,V,OH	-	D,N
GMAW FCAW	C-U2a-GF	U	-	R = ۳/۱٦	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم است	A
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
				R = ۱/٤	α = ٤۵°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
SAW	C-L2a-S	حداکثر ۲	-	R = ۱/٤	α = ۳۰°	F	-	N
SAW	C-U2-S	U	-	R = ۵/۸	α = ۲۰°	F	-	N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۲) جوش شیاری جناغی یک‌طرفه
(B) اتصال لب‌به‌لب

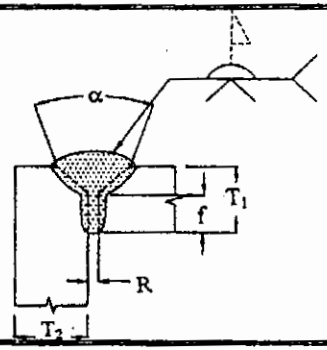


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
				شکافت ریشه	رواداری				
		T_1	T_2	پیشانی شیار زاویه شیار	مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U2	U	–	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۶۰°	+۱/۱۶ , -۰ +۱/۱۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۱/۸ محدودیت ندارد +۱۰° , -۵°	تمام	–	C,D,N
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	–	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۶۰°	+۱/۱۶ , -۰ +۱/۱۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۱/۸ محدودیت ندارد +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,C,N
SAW	B-L2c-S	بیشتر از ۱/۲ تا ۱	–	R = ۰ حداکثر f = ۱/۴ α = ۶۰°	R = ±۰ f = +۰ , -f α = +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۰ +۱/۱۶ -۱۰° , -۵°	F	–	C,N
		بیشتر از ۱ تا ۱/۲ ۱-۱	–	R = ۰ حداکثر f = ۱/۴ α = ۶۰°					
		بیشتر از ۱/۲-۱ تا ۲	–	R = ۰ حداکثر f = ۵/۸ α = ۶۰°					

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۲) جوش شیاری جناغی یک‌طرفه

(C) اتصال کنج



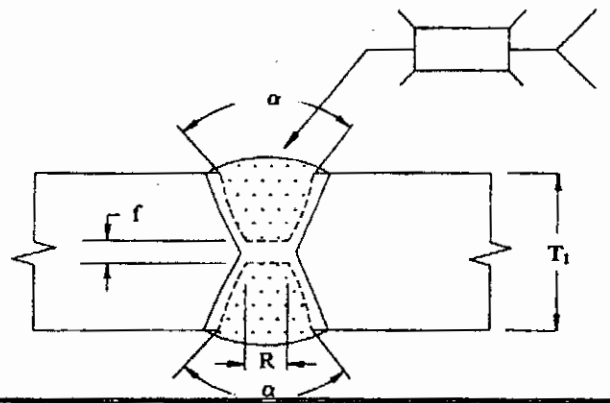
تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
				شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری				
		T_1	T_2		مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	C-U2	U	U	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۶۰°	+۱/۱۶ ,-۰ +۱/۱۶ ,-۰ +۱۰° ,-۰°	+۱/۱۶ ,-۱/۸ محدودیت ندارد +۱۰° ,-۵°	تمام	—	C,D,J,N
GMAW FCAW	C-U2-GF	U	U	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۶۰°	+۱/۱۶ ,-۰ +۱/۱۶ ,-۰ +۱۰° ,-۰°	+۱/۱۶ ,-۱/۸ محدودیت ندارد +۱۰° ,-۵°	تمام	لازم نیست	A,C,J,N
SAW	C-U2b-S	U	U	R = ۰ تا ۱/۸ f = حداکثر ۱/۴ α = ۶۰°	±۰ +۰ ,-۱/۴ +۱۰° ,-۰°	+۱/۱۶ ,-۰ ±۱/۱۶ +۱۰° ,-۵°	F	—	C,J,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۳) جوش شیاری جناغی دوطرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب



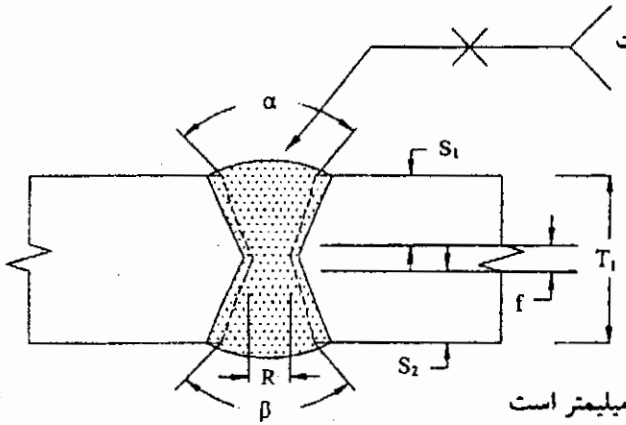
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه	پیشانی شیار	زاویه شیار			
SMAW	B-U3a	U لایی = $R \times 1/8$	–	$R = 1/4$	$1/8$, تا ۰ = f	$\alpha = 45°$	تمام	-	C,D,M,N
				$R = 3/8$	$1/8$ تا ۰ = f	$\alpha = 30°$	F,V,OH	-	
				$R = 1/2$	$1/8$ تا ۰ = f	$\alpha = 20°$	F,V,OH	-	
SAW	B-U3a-S	U لایی = $R \times 1/4$	–	$R = 5/8$	$1/4$ تا ۰ = f	$\alpha = 20°$	F	-	C,M,N

رواداری			
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)		
±۰	$R = +1/4$, −۰		
±۰	$f = +1/16$, −۰		
$+10°, -0°$	$\alpha = +10°, -5°$		
±۰	$+1/16$, −۰	SAW	لایی
±۰	$+1/8$, −۰	SMAW	

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۳) جوش شیاری جناغی دوطرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

نقط برای B-U3c-S

S_1	T_1 بیشتر از	T_1 تا
۱-۳/۸	۲	۲-۱/۲
۱-۳/٤	۲-۱/۲	۳
۲-۱/۸	۳	۳-۵/۸
۲-۳/۸	۳-۵/۸	٤
۲-۳/٤	٤	٤-۳/٤
۳-۱/٤	٤-۳/٤	۵-۱/۲
۳-۳/٤	۵-۱/۲	٦-۱/٤

برای $T_1 > ٦-١/٤$ یا $T_1 \leq ٢$

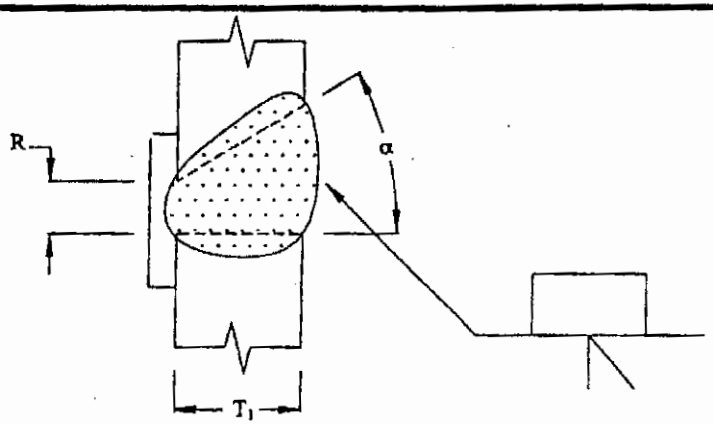
$S_1 = ٢/٣\ (T_1 - ١/٤)$

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_1	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_2	آماده‌سازی شیار: شکافت ریشه، پیشانی شیار، زاویه شیار	آماده‌سازی شیار: رواداری: مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	آماده‌سازی شیار: رواداری: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)	وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
SMAW	B-U3b	U	-	R = ۰ تا ۱/۸	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/۱٦ ,-۱/۸	تمام	۰ -	C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U3-GF	U	-	f = ۰ تا ۱/۸ α = β = ٦۰°	+۱/۱٦ ,-۰ +۱۰° ,-۰°	بدون محدودیت +۱۰° ,-۵°	تمام	لازم نیست	A,C,M,N
SAW	B-U3c-S	U	-	R = ۰ f = حداقل ۱/٤ α = β = ٦۰°	+۱/۱٦ ,-۰ +۱/٤ ,-۰ +۱۰° ,-۰°	+۱/۱٦ ,-۰ +۱/٤ ,-۰ +۱۰° ,-۵°	F	-	C,M,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(٤) جوش شیاری نیم‌جناغی یک‌طرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب



رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱٦ , -۰	R= +۱/٤ , -۱/۱٦
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

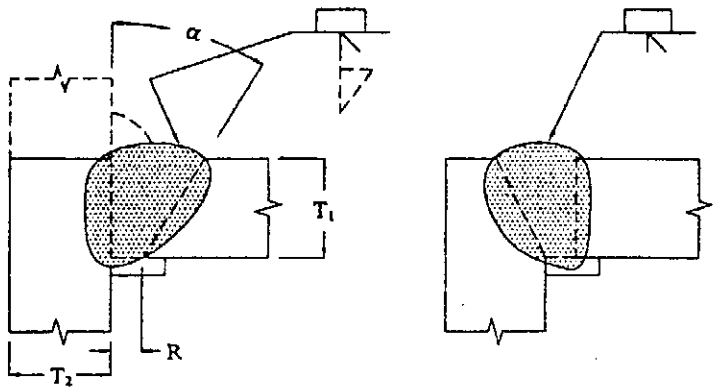
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار			
SMAW	B-U4a	U	-	R = ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	-	Br,D,N
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	تمام	-	B,D,N
GMAW FCAW	C-U4a-GF	U	-	R = ۳/۱٦	α = ۳۰°	تمام	لازم است	A,Br,N
				R = ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	لازم نیست	A,Br,N
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F	لازم نیست	A,Br,N
SAW	B-U4a-S	U	U	R = ۱/٤	α = ٤۵°	F	-	Br,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(٤) جوش شیاری نیم‌جناغی یک‌طرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

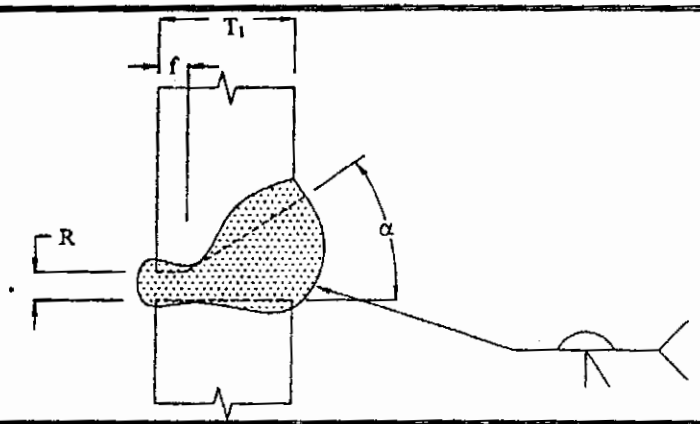
رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱٦ , -۰	R = +۱/٤ , -۱/۱٦
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار			
SMAW	TC-U4a	U	U	R = ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	-	D,J,N,V
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F,V,OH	-	D,J,N,V
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	U	U	R = ۳/۱٦	α = ۳۰°	تمام	لازم است	A,J,N,V
				R = ۳/۸	α = ۳۰°	F	لازم نیست	A,J,N,V
				R = ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	لازم نیست	A,J,N,V
SAW	TC-U4a-S	U	U	R = ۳/۸	α = ۳۰°	F	-	J,N,V
				R = ۱/٤	α = ٤۵°			

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(٤) جوش شیاری نیم‌جناغی یک‌طرفه

(B) اتصال لب‌به‌لب



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

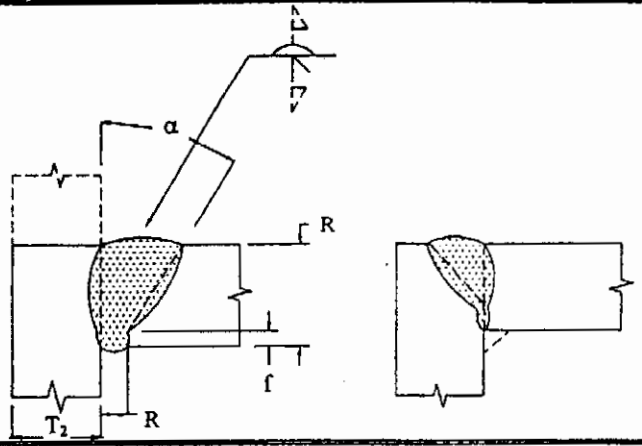
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه شیار ریشه زاویه شیار	رواداری مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U4b	U	–	R = ۰ تا ۱/۸	+۱/۱۶ , -۰	+۱/۱۶ , -۱/۸	تمام	–	Br,C,D,N
GMAW FCAW	B-U4b-GF	U	–	f = ۰ تا ۱/۸ α = ٤٥°	+۱/۱۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	محدودیت ندارد +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,Br,C,N
SAW	B-U4b-S	U	–	R = ۰ f = ۱/٤ α = ٦۰°	± ۰ +۰ , -۱/۸ +۱۰° , -۰°	۱/٤ , -۰ ±۱/۱٦ +۱۰° , -۵°	F	–	Br,C,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(٤) جوش شیاری نیم جناغی یکطرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
				شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری				
		T_1	T_2		مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-U4b	U	U	R=۰ تا ۱/۸ f=۰ تا ۱/۸ α = ٤٥°	+۱/۱٦ ,-۰	+۱/۱٦ ,-۱/۸	تمام	-	C,D,J,V,N
GMAW FCAW	TC-U4b-GF	U	U		+۱/۱٦ ,-۰ +۱۰° ,-۰°	محدودیت ندارد +۱۰° ,-۵°	تمام	لازم نیست	A,C,J,N,V
SAW	TC-U4b-S	U	U	R =۰ حداکثر f=۱/٤ α = ٦۰°	± ۰ +۰ ,-۱/۸ +۱۰° ,-۰°	+۱/٤ ,-۰ ±۱/۱٦ +۱۰° ,-۵°	F	-	C,J,N,V

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

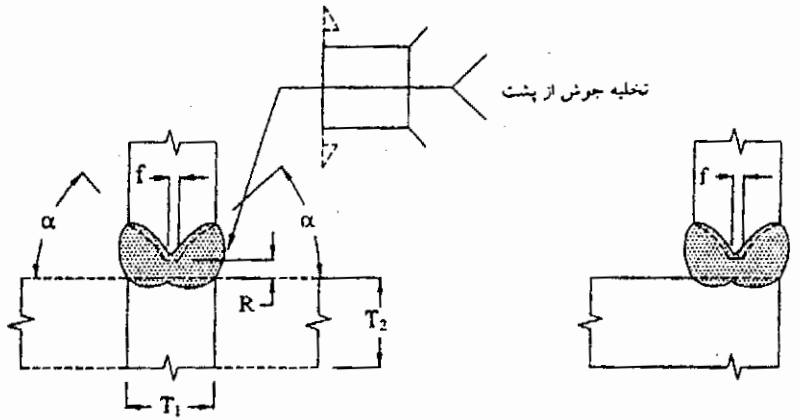
(۵) جوش شیاری نیم جناغی

دوطرفه

(B) اتصال لب به لب

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

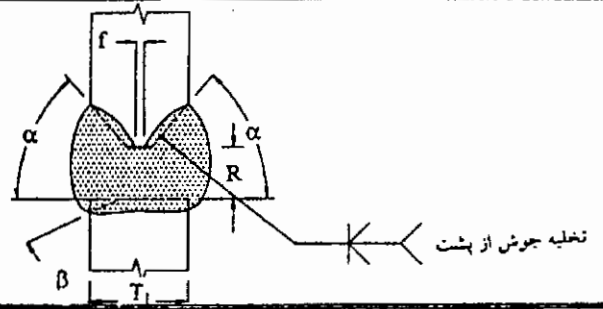
رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
±۰	R = +۱/٤ ,-۰
+۱/۱٦ ,-۰	f = ±۱/۱٦
+۱۰° ,-۰°	α = +۱۰° ,-۵°
لایی +۱/۱٦ ,-۰	+۱/۸ ,-۰

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه	پیشانی شیار	زاویه شیار			
SMAW	B-U5b	U لایی = R × ۱/۸	U	R= ۱/٤	f= ۱/۸ تا ۱/٤	α = ٤۵°	تمام	-	Br,C,M,N
	TC-U5a	U لایی = R × ۱/٤	U	R= ۱/٤	f= ۰ تا ۱/۸	α = ٤۵°	تمام	-	C,D,J,M,N,V
				R= ۳/۸	f= ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	F ,OH	-	C,D,J,M,N,V

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۵) جوش شیاری نیم جناغی دوطرفه

(B) اتصال لب به لب



تمام اندازه‌ها به میلیمتر است

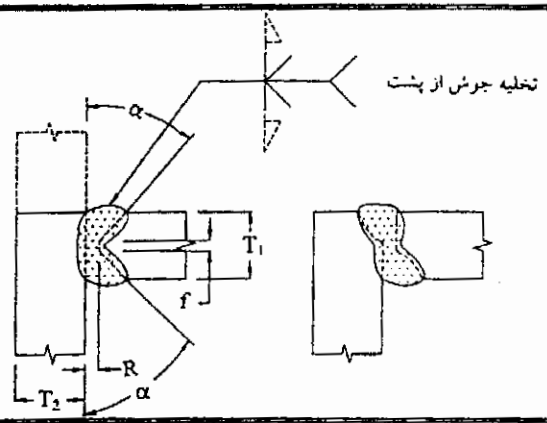
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
				شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری				
		T_1	T_2		مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U5a	U	-	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۴۵° β = ۰° تا ۱۵°	۰-, ۱/۱۶+ ۰-, ۱/۱۶+ α + β = ۰°-, ۱۰°+	۱/۱۸-, ۱/۱۶+ محدودیت ندارد α + β = ۵°-, ۱۰°+	تمام	-	Br,C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U5-GF	U	-	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۴۵° β = ۰° تا ۱۵°	۰-, ۱/۱۶+ ۰-, ۱/۱۶+ α + β = ۰°-, ۱۰°+	۱/۱۸-, ۱/۱۶+ محدودیت ندارد α + β = ۵°-, ۱۰°+	تمام	لازم نیست	A,Br,C,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۵) جوش شیاری نیم جناغی دوطرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



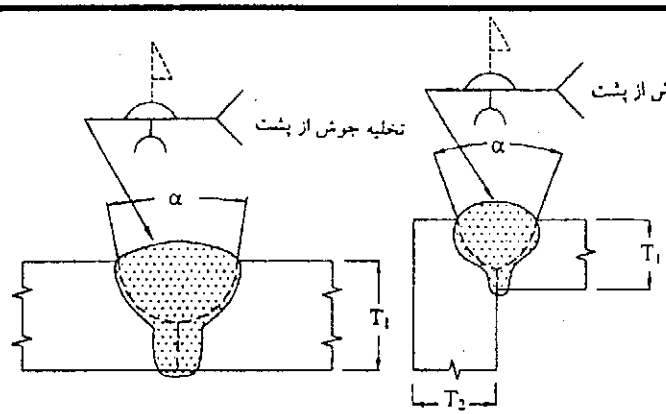
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-U5b	U	U	R = ۰ تا ۱/۸ f = ۰ تا ۱/۸ α = ۴۵°	+۱/۱۶ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۱/۱۸ محدودیت ندارد +۱۰° , -۵°	تمام	-	C,D,J,M,N,V
GMAW FCAW	TC-U5-GF	U	U				تمام	لازم نیست	A,C,J,M,N,V
SAW	TC-U5-S	U	U	R=۰ حداکثر f = ۳/۱۶ α = ۶۰°	±۰ +۰ , -۳/۱۶ +۱۰° , -۰°	+۱/۱۶ , -۰ ±۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	F	-	C,J,M,N,V

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۶) جوش شیاری لاله‌ای یکطرفه

(B) اتصال لب به لب

(C) اتصال کنج



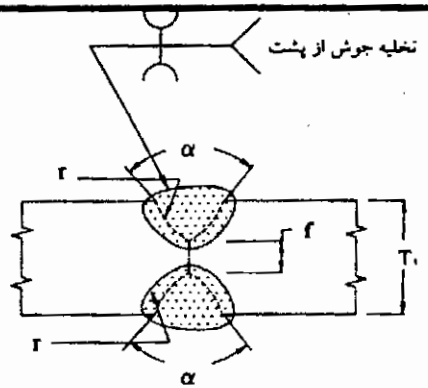
رواداری	
مطابق طراحی (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R = +۱/۱۶ − ۱/۸
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۱/۱۶	محدودیت ندارد
+۱/۸ , -۰	r = +۱/۸ , -۰

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U6	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۴۵°	f= ۱/۸	r= ۱/۴	تمام	–	C,D,N
				R = ۰ تا ۱/۸	α = ۲۰°	f= ۱/۸	r= ۱/۴	F,OH	–	C,D,N
	C-U6	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۴۵°	f= ۱/۸	r= ۱/۴	تمام	–	C,D,J,N
				R = ۰ تا ۱/۸	α = ۲۰°	f= ۱/۸	r= ۱/۴	F,OH	–	C,D,J,N
GMAW FCAW	B-U6-GF	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۲۰°	f= ۱/۸	r= ۱/۴	تمام	لازم نیست	A,C,N
	C-U6-GF	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۲۰°	f= ۱/۸	r= ۱/۴	تمام	لازم نیست	A,C,J,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۷)جوش شیاری لاله‌ای دوطرفه

(B) اتصال لب به لب



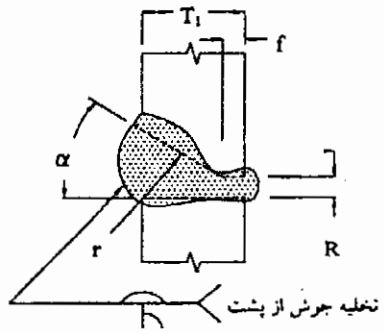
رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
برای B-U7 و B-U7-GF	
+۱/۱۶ , -۰	R = +۱/۱۶ , -۱/۸
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۱/۱۶ , -۰	نامحدود
+۱/۴ , -۰	r = ±۱/۱۶
برای B-U7-S	
±۰	R = +۱/۱۶ , -۰
+۰ , -۱/۴	f = ±۱/۱۶

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U7	U	-	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۴۵°	f = ۱/۸	r = ۱/۴	تمام	—	C,D,M,N
				R = ۰ تا ۱/۸	α = ۲۰°	f = ۱/۸	r = ۱/۴	تمام و F	—	C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U7-GF	U	-	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۲۰°	f = ۱/۸	r = ۱/۴	تمام	لازم نیست	A,C,M,N
SAW	B-U7-S	U	-	R = ۰	α = ۲۰°	حداکثر f = ۱/۴	r = ۱/۴	F	—	C,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۸) جوش شیاری نیم لاله‌ای یکطرفه

(B) اتصال لب به لب



رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R = +۱/۱۶ , -۱/۸
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۱/۶ , -۰	نامحدود
+۱/٤ , -۰	r = ±۱/۱۶

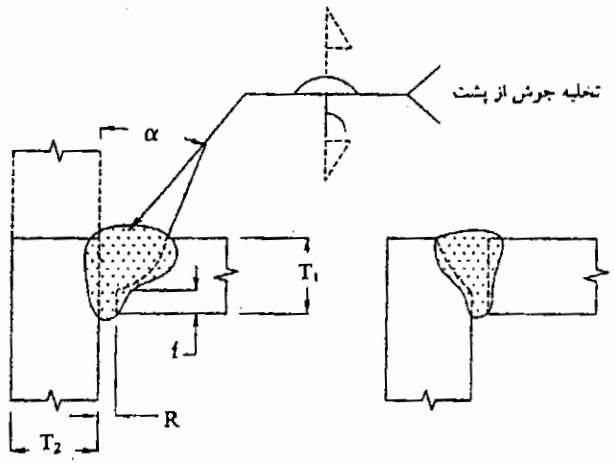
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U8	U	—	R = ۰ تا ۱/۸	α = ٤۵°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	تمام	—	Br,C,D,N
GMAW FCAW	B-U8-GF	U	—	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	تمام	لازم نیست	A,Br,C,N
SAW	B-UB-S	U	U	R = ۰ حداکثر f = ۱/٤ α = ٤۵°	± ۰ +۰ , -۱/۸ ۱۰° , -۰	+۱/٤ , -۰ ± ۱/۱۶ -۱۰° , -۵°	r = ۳/۸	F	—	Br,C,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۸) جوش شیاری نیم لاله‌ای یکطرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



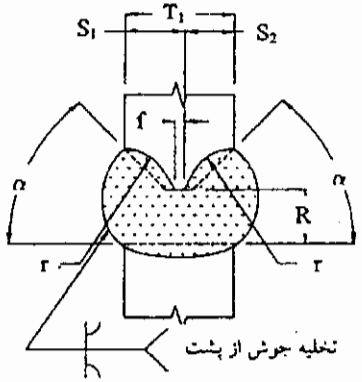
روادراری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R = +۱/۱۶ , -۱/۸
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۱/۱۶ , -۰	نامحدود
+۱/٤ , -۰	r = ±۱/۱۶

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	توجهات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	TC-U8a	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ٤۵°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	تمام	-	C,D,J,N,V
				R = ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	F,OH	-	C,D,J,N,V
GMAW FCAW	TC-U8a-GF	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	تمام	لازم نیست	A,C,J,N,V
SAW	TC-U8a-S	U	U	R = ۰ حداکثر f = ۱/٤ α = ٤۵°	± ۰ +۰ , -۱/۸ +۱۰° , -۰°	-۰ , +۱/٤ ± ۱/۱۶ +۱۰° , -۵°	r = ۳/۸	F	-	C,J,R,V

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۹) جوش شیاری نیم لاله‌ای دوطرفه

(B) اتصال لب به لب



رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R = +۱/۱۶ , -۱/۸
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۱/۱۶ , -۰	نامحدود
+۱/۸ , -۰	r = ±۱/۱۶

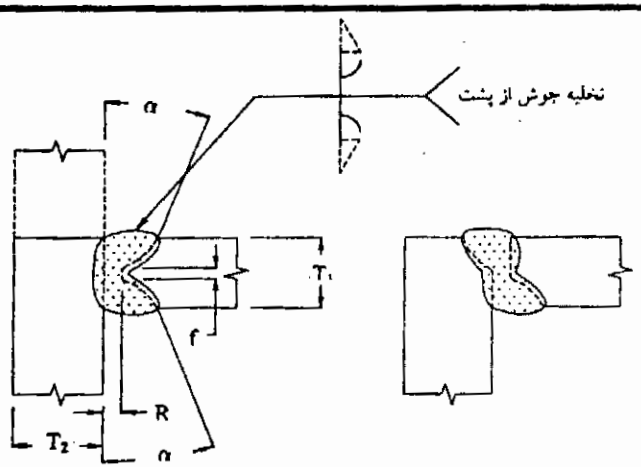
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U9	U	-	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۴۵°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	تمام	-	Br,C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U9-GF	U	-	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	f = ۱/۸	r = ۱/۸	تمام	لازم نیست	A,Br,C,M,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۹) جوش شیاری نیم لاله‌ای دوطرفه

(T) اتصال سه پری

(C) اتصال کنج



رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۱/۱۶ , -۰	R = +۱/۱۶ , -۱/۸
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = +۱/۱۶ , -۰	نامحدود
+۱/۸ , -۰	r = ±۱/۱۶

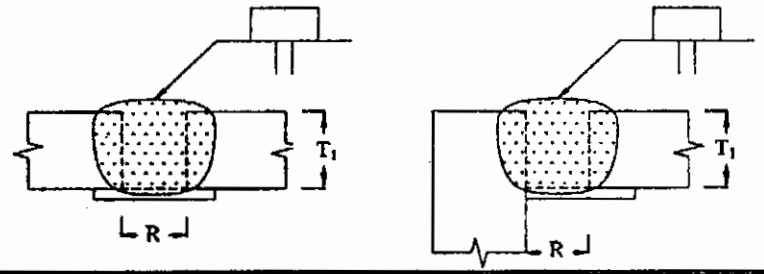
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	TC-U9a	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۴۵°	f = ۱/۸	r = ۳/۸	تمام	-	C,D,J,M,N
				R = ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	f = ۱/۸	r = ۱/۸	F,OH	-	C,D,J,M,N
GMAW FCAW	TC-U9a-GF	U	U	R = ۰ تا ۱/۸	α = ۳۰°	f = ۱/۸	r = ۱/۸	تمام	لازم نیست	A,C,J,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۱) جوش شیاری ساده (بدون بخ)

(B) اتصال لب به لب

(C) اتصال گوشه

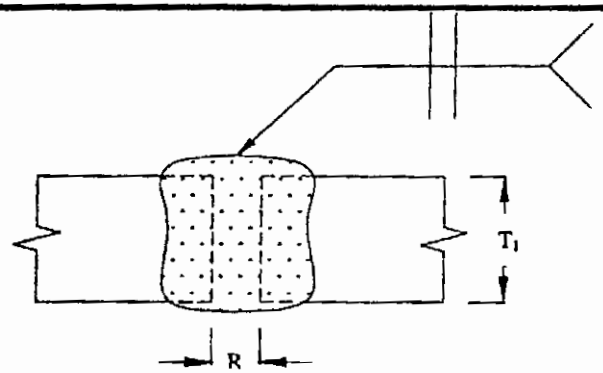


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه	رواداری: مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-L1a	حداکثر ٦	-	$R = T_1$	+۲ , -۰	+٦ , -۲	تمام	-	D,N
	C-L1a	حداکثر ٦	U	$R = T_1$	+۲ , -۰	+٦ , -۲	تمام	-	D,N
FCAW GMAW	B-L1a-GF	حداکثر ۱۰	-	$R = T_1$	+۲ , -۰	+٦ , -۲	تمام	لازم نیست	A,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (تمام اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۱) جوش شیاری ساده (بدون پخ)

(B) اتصال لب به لب



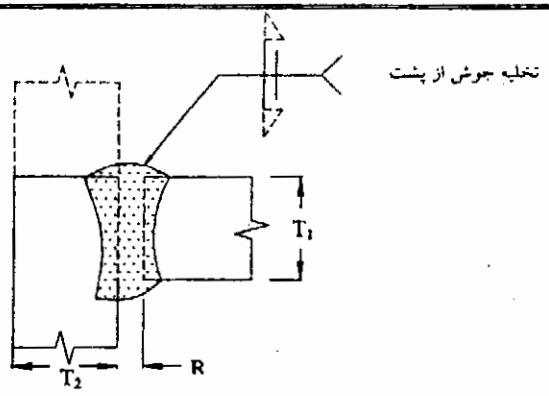
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
				شکافت ریشه	رواداری				
		T_1	T_2		مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-L1b	حداکثر ٦	-	$R=\frac{T_1}{2}$	$^{+2}_{-0}$	$^{+2}_{-3}$	تمام	-	C,D,N
GMAW FCAW	B-L1b-GF	حداکثر ۱۰	-	۳ تا ۰ = R	$^{+2}_{-0}$	$^{+2}_{-3}$	تمام	لازم نیست	A,C,N
SAW	B-L1-S	حداکثر ۱۰	-	R = ۰	±۰	$^{+2}_{-0}$	F	-	N
SAW	B-L1a-S	حداکثر ۱٦	-	R= ۰	±۰	$^{+2}_{-0}$	F	-	C,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۱) جوش شیاری ساده (بدون پخ)

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج

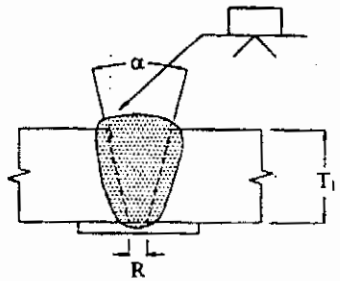


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری: مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-L1-b	حداکثر ۶	U	$R = \frac{T_1}{2}$	+۲ , -۰	+۲ , -۳	تمام	-	C,D,J
GMAW FCAW	TC-L1-GF	حداکثر ۱۰	U	R = ۰ تا ۳	+۲ , -۰	+۲ , -۳	تمام	لازم نیست	A,C,J
SAW	TC-L1-S	حداکثر ۱۰	U	R = ۰	±۰	+۲ , -۰	F	-	C,J

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۲) جوش شیاری جناغی یکطرفه

(B) اتصال لب به لب



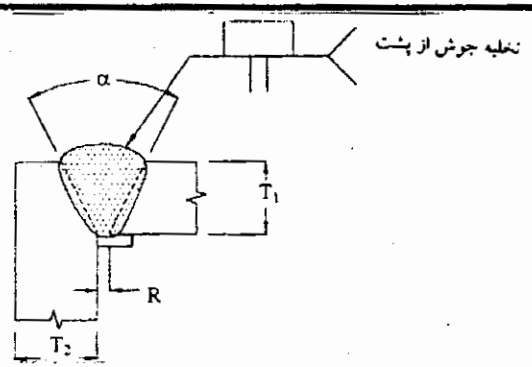
رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +۶ , -۲
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار			
SMAW	B-U2a	U	-	R = ۶	α = ۴۵°	تمام	-	D,N
				R = ۱۰	α = ۳۰°	F,V,OH	-	D,N
				R = ۱۳	α = ۲۰°	F,V,OH	-	D,N
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	-	R = ۵	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم است	A,N
				R = ۱۰	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
				R = ۶	α = ۴۵°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
SAW	B-L2a-S	حداکثر ۵۰	-	R = ۶	α = ۳۰°	F	-	N
SAW	B-U2-S	U	-	R = ۱۶	α = ۲۰°	F	-	N

شکل ۳-۴- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۲) جوش شیاری جناغی یکطرفه

(C) اتصال کنج

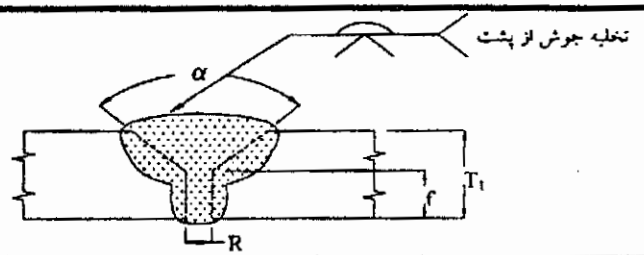


رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +٦ , -۲
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار			
SMAW	C-U2a	U	U	R = ٦	α = ٤۵°	تمام	-	D,N
				R = ۱۰	α = ۳۰°	F,V,OH	-	D,N
				R = ۱۳	α = ۲۰°	F,V,OH	-	D,N
GMAW FCAW	C-Ua-GF	U	U	R = ۵	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم است	A
				R = ۱۰	α = ۳۰°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
				R = ٦	α = ٤۵°	F,V,OH	لازم نیست	A,N
SAW	C-L2a-S	حداکثر ۵۰	U	R = ٦	α = ۳۰°	F	-	N
SAW	C-U2-S	U	U	R = ۱٦	α = ۲۰°	F	-	N

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۲) جوش شیاری جناغی یکطرفه
(B) اتصال لب به لب

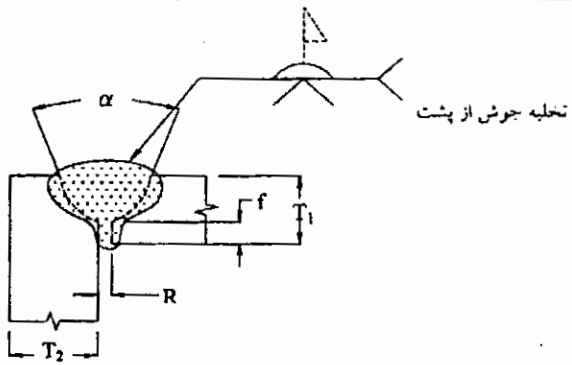


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U2	U	-	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۶۰°	+۲ , -۰ +۲ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۳ محدود نیست +۱۰° , -۵°	تمام	-	C,D,N
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	-	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۶۰°	+۲ , -۰ +۲ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۳ محدود نیست +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,C,N
SAW	B-L2c-S	بیشتر از ۱۲ تا ۲۵	-	R = ۰ f = حداکثر ۶ α = ۶۰°	R = ±۰ f = +۰ , -f α = +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	-	C,N
		بیشتر از ۲۵ تا ۳۸	-	R = ۰ f = حداکثر ۱۲ α = ۶۰					
		بیشتر از ۳۸ تا ۵۰	-	R = ۰ f = حداکثر ۱۶ α = ۶۰					

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۲) جوش شیاری جناغی یکطرفه

(C) اتصال گوشه

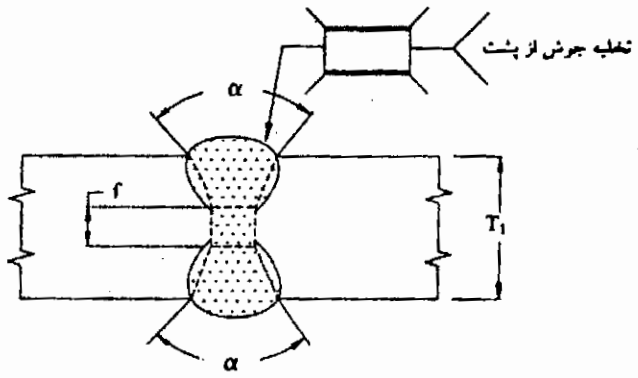


روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
					روادادی				
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	C-U2	U	U	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۶۰°	+۲ , -۰ +۲ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۳ محدود نیست +۱۰° , -۵°	تمام	–	C,D,J,N
GMAW FCAW	C-U2-GF	U	U	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۶۰°	+۲ , -۰ +۲ , -۰ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۳ محدود نیست +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,C,J,N
SAW	C-U2b-S	U	U	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۶۰°	±۰ +۰ , -۶ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	–	C,J,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۳) جوش شیاری جناغی دوطرفه

(B) اتصال لب به لب

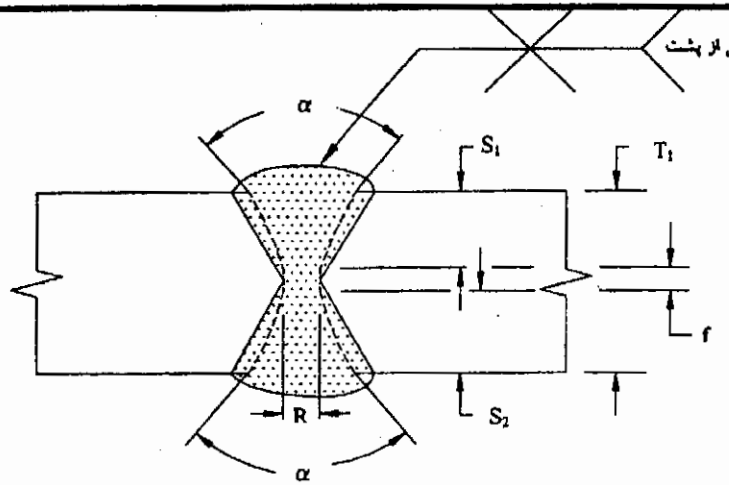


رواداری			
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)		
±۰	R = +۶ , -۰		
±۰	f = +۲ , -۰		
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°		
±۰	+۲ , -۰	SAW	لایی
±۰	+۳ , -۰	SMAW	

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکاف ریشه	پیشانی شیار	زاویه شیار			
SMAW	B-U3a	U لایی = R × ۳	-	R = ۶	f = ۰ تا ۳	α = ۴۵°	تمام	-	C,D,M,N
				R = ۱۰	f = ۰ تا ۳	α = ۳۰°	F,V,OH	-	
				R = ۱۳	f = ۰ تا ۳	α = ۲۰°	F,V,OH	-	
SAW	B-U3a-S	U لایی = R × ۶	-	R = ۱۶	f = ۰ تا ۶	α = ۲۰°	F	-	C,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(۳) جوش شیاری جناغی دوطرفه
(B) اتصال لب به لب



فقط برای B-U3c-S

S_1	T_1 بیشتر از	T_1 تا
۳۵	۵۰	۶۰
۴۵	۶۰	۸۰
۵۵	۸۰	۹۰
۶۰	۹۰	۱۰۰
۷۰	۱۰۰	۱۲۰
۸۰	۱۲۰	۱۴۰
۹۵	۱۴۰	۱۶۰

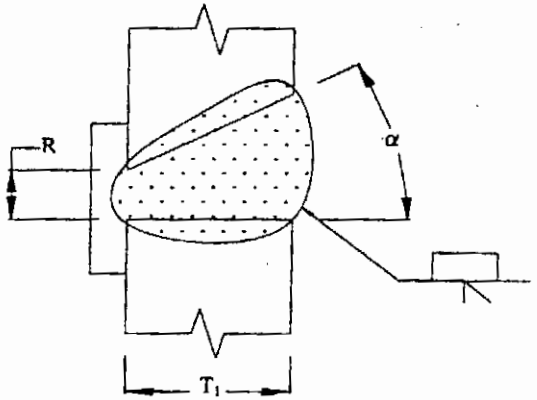
برای $T_1 > ۱۶۰$ یا $۵۰ \le T_1$
$S_1 = ۲/۳ (T_1 - ۶)$

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_1	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U) T_2	آماده‌سازی شیار: شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	آماده‌سازی شیار: رواداری مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	آماده‌سازی شیار: رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)	وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
SMAW	B-U3b	U	–	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ $\alpha = \beta = ۶۰^\circ$	$+۲, -۰$ $+۲, -۰$ $+۱۰^\circ, -۰^\circ$	$+۲, -۳$ محدود نیست $+۱۰^\circ, -۵^\circ$	تمام	–	C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U3-GF						تمام	لازم نیست	A,C,M,N
SAW	B-U3c-S	U	–	R = ۰ حداقل f = ۶ $\alpha = \beta = ۶۰^\circ$	$+۲, -۰$ $+۶, -۰$ $+۱۰^\circ, -۰^\circ$	$+۲, -۰$ $+۶, -۰$ $+۱۰^\circ, -۵^\circ$	F	–	C,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(٤) جوش شیاری نیم جناغی یکطرفه

(B) اتصال لب به لب



رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +٦ , -۲
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

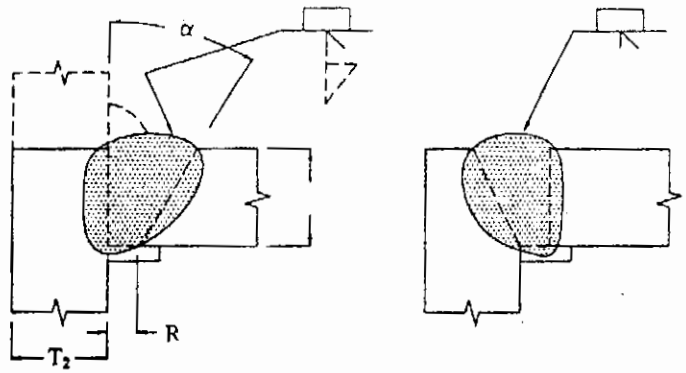
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه (بند ۳-۱۳-۱)	زاویه شیار (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U4a	U	-	R = ٦	α = ٤٥°	تمام	-	Br,D,N
				R = ۱۰	α = ۳۰°	تمام	-	Br,D,N
GMAW FCAW	C-U4a-GF	U	-	R = ٥	α = ۳۰°	تمام	لازم است	A,Br,N
				R = ٦	α = ٤٥°	تمام	لازم نیست	A,Br,N
				R = ۱۰	α = ۳۰°	F	لازم نیست	A,Br,N
SAW	B-U4a-S	U	U	R = ۱۰	α = ۳۰°	F	-	Br,N
				R = ٦	α = ٤٥°			

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(٤) جوش شیاری نیم جناغی یکطرفه

(T) اتصال سه پری

(C) اتصال کنج



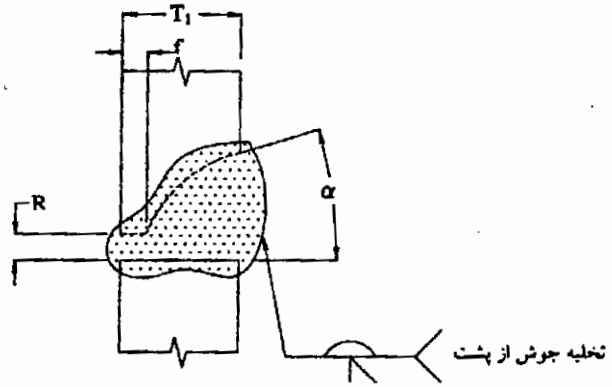
رواداری	
مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +٦ , -۲
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار		وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه (بند ۳-۱۳-۱)	زاویه شیار (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-U4a	U	U	R= ٦	α = ٤٥°	تمام	-	D,J,N,V
				R= ۱۰	α = ۳۰°	F,V,OH	-	D,J,N,V
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	U	U	R= ٥	α = ۳۰°	تمام	لازم است	A,J,N,V
				R= ۱۰	α = ۳۰°	F	لازم نیست	A,J,N,V
				R= ٦	α = ٤٥°	تمام	لازم نیست	A,J,N,V
SAW	TC-U4a-S	U	U	R= ۱۰	α = ۳۰°	F	-	J,N,V
				R= ٦	α = ٤٥°			

شکل ۳-٤- جزییات اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳) (اندازه‌ها به میلیمتر است.)

(٤) جوش شیاری نیم جناغی یکطرفه

(B) اتصال لب به لب



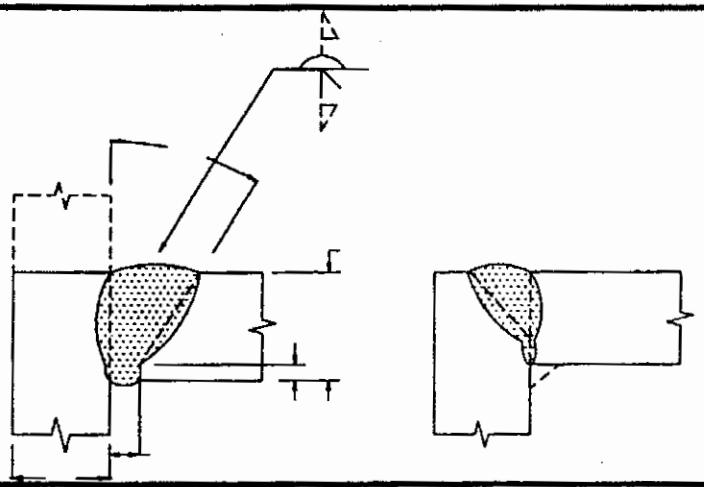
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود = U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری مطابق جزییات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U4b	U	–	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ٤٥°	+۲ , -۰	+۲ , -۳	تمام	–	Br,C,D,N
GMAW FCAW	B-U4b-GF	U	–		+۲ , -۰	محدود نیست	تمام	لازم نیست	A,Br,C,N
					+۱۰° , -۰°	+۱۰° , -۵°			
SAW	B-U4b-S	U	U	R = ۰ f = حداکثر ٦ α = ٦۰°	± ۰ +۰ , -۳ +۱۰° , -۰°	+٦ , -۰ ± ۲ +۱۰° , -۵°	F	–	Br,C,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۲-۱۳)

(٤) جوش شیاری نیم جناغی یک طرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (V= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
					رواداری‌ها				
		T_1	T_2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-U4b	U	U	R = ۰ تا ۳	+۲ , -۰	+۲ , -۳	تمام	-	C,D,J,N,V
GMAW FCAW	TC-U4b-GF	U	U	f = ۰ تا ۳ ∝ = ٤٥°	+۲ , -۰ +۱۰° , -۰°	محدودیت ندارد +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,C,J,N,V
SAW	TC-U4b-S	U	U	R = ۰ f = ۳ حداکثر ∝ = ٦۰°	±۰ +۰ , -۳ +۱۰° , -۰°	+٦ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	F	-	C,J,N,V

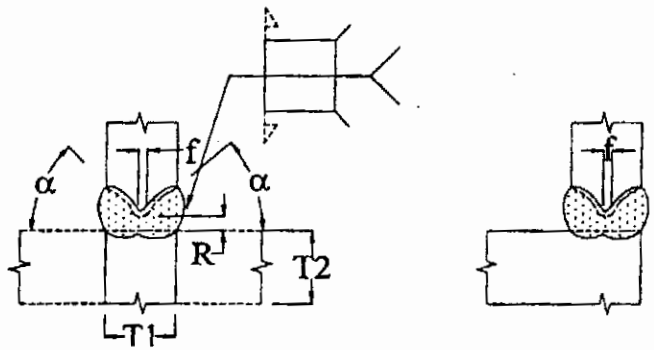
شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۵) جوش شیاری نیم جناغی دو طرفه

(B) اتصال لب به لب

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



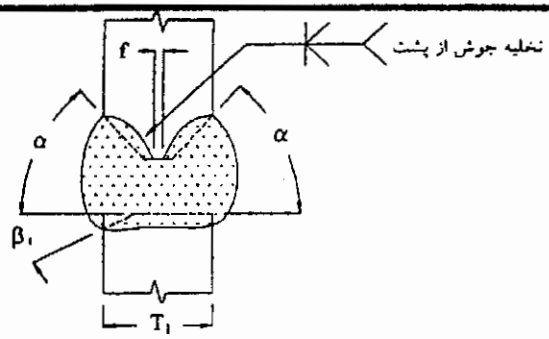
رواداری		
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)	
R , -۰	+۶ , -۰	
f = ۱/۶ , -۰	±۱/۶	
∝ = +۱۰° , -۰°	-۱۰° , -۵°	
+۱/۶ , -۰	+۳ , -۰	لایی

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	پیشانی شیار	زاویه شیار			
SMAW	B-U5b	U لایی = R × ۳	U	R = ۶	f = ۰ تا ۳	∝ = ۴۵°	تمام	-	B,C,D,M,N
	TC-U5a	U لایی = R × ۶	U	R = ۶	f = ۰ تا ۳	∝ = ۴۵°	تمام	-	C,D,J,M,N,V
				R = ۱۰	f = ۰ تا ۳	∝ = ۳۵°	F,OH	-	C,D,J,M,N,V

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۵) جوش شیاری نیم جناغی دو طرفه

(B) اتصال لب به لب



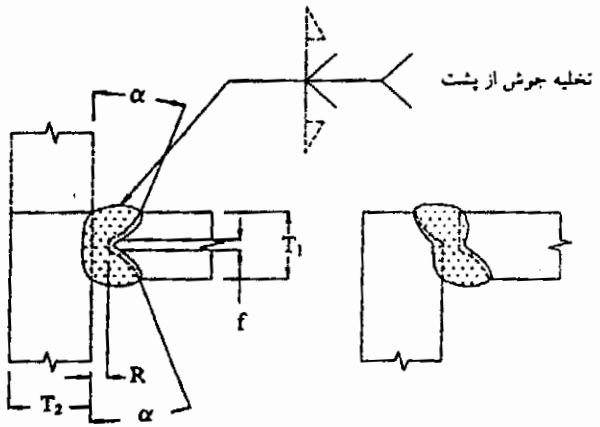
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T1	T2	شکافت ریشه پیشانی شیار زاویه شیار	رواداری‌ها مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	رواداری‌ها مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	B-U5a	U	-	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۴۵° β = ۰° تا ۱۵°	+۲ , -۰ +۲ , -۰ α + β = +۱۰° , -۰°	+۲ , -۳ محدودیت ندارد α + β = +۱۰° , -۵°	تمام	-	Br,C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U5-GF	U	-	R = ۰ تا ۳ f = ۰ تا ۳ α = ۴۵° β = -۰° تا +۱۵°	+۲ , -۰ +۲ , -۰ α + β = +۱۰° , -۰°	+۲ , -۳ محدودیت ندارد α + β = +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,Br,C,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۵) جوش شیاری نیم جناغی دو طرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال گوشه



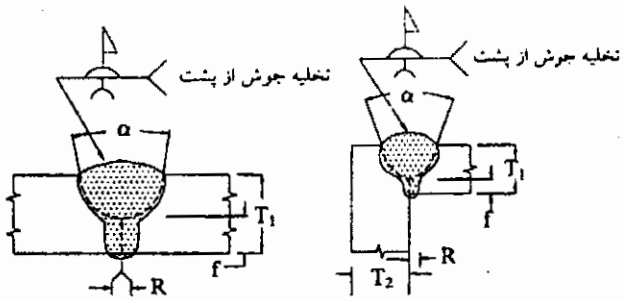
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار			وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	رواداری‌ها: مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۸)	رواداری‌ها: مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)			
SMAW	TC-U5b	U	U	R = ۰ تا ۳	+۲ , -۰	+۲ , -۳	تمام	-	C,D,J,M,N,V
GMAW FCAW	TC-U5-GF	U	U	f = ۰ تا ۳ α = ۴۵°	+۲ , -۰ +۱۰° , -۰°	محدودیت ندارد +۱۰° , -۵°	تمام	لازم نیست	A,C,J,M,N,V
SAW	TC-U5-S	U	U	R = ۰ f = ۵ حداکثر α = ۶۰°	±۰ +۰ , -۵ +۱۰° , -۰°	+۲ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۰°	F	-	C,J,M,N,V

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(٦) جوش شیاری لاله‌ای یک طرفه

(B) اتصال لب به لب

(C) اتصال کنج



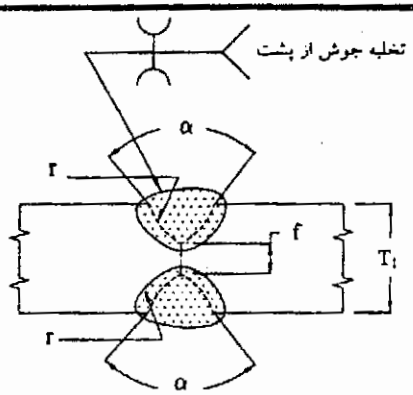
رواداری‌ها	
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +۲ , -۳
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۱/٦	محدودیت ندارد
+۳ , -۰	r = +۳ , -۰

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	پیشانی شیار	زاویه شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U6	U	U	R=۰ تا ۳	α = ٤٥°	f = ۳	r = ٦	تمام	-	C,D,N
				R=۰ تا ۳	α = ۲۰°	f = ۳	r = ٦	F,OH	-	C,D,N
	C-U6	U	U	R=۰ تا ۳	α = ٤٥°	f = ۳	r = ٦	تمام	-	C,D,J,N
				R=۰ تا ۳	α = ۲۰°	f = ۳	r = ٦	F,OH	-	C,D,J,N
GMAW FCAW	B-U6-GF	U	U	R=۰ تا ۳	α = ۲۰°	f = ۳	r = ٦	تمام	لازم نیست	A,C,N
	B-U6-GF	U	U	R=۰ تا ۳	α = ۲۰°	f = ۳	r = ٦	تمام	لازم نیست	A,C,J,N

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۷) جوش شیاری لاله‌ای دو طرفه

(B) اتصال لب به لب



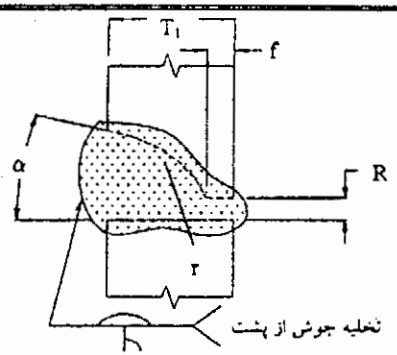
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی شیار ٥				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U7	U	-	R = ۰ تا ۳	α = ٤٥°	f = ۳	r = ٦	تمام	-	C,D,M,N
				R = ۰ تا ۳	α = ۲۰°	f = ۳	r = ٦	F,OH	-	C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U7-GF	U	-	R = ۰ تا ۳	α = ۲۰°	f = ۳	r = ٦	تمام	لازم نیست	A,C,M,N
SMAW	B-U7-S	U	-	R = ۰	α = ۲۰°	f = حداکثر ٦	r = ٦	F	-	C,M,N

رواداری‌ها	
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
برای B-U7-GF, B-U7	
+۲ , -۰	R = +۲ , -۳
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = ±۲ , -۰	محدودیت ندارد
+٦ , -۰	r = ±۲
برای B-U7-S	
±۰	R = +۲ , -۰
+۰ , -٦	f = ±۲

شکل ۳-٤- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۸) جوش شیاری نیم لاله‌ای یک طرفه

(B) اتصال لب به لب



رواداری	
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +۲ , -۳
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = +۲ , -۰	محدودیت ندارد
+۶ , -۰	r = ±۲

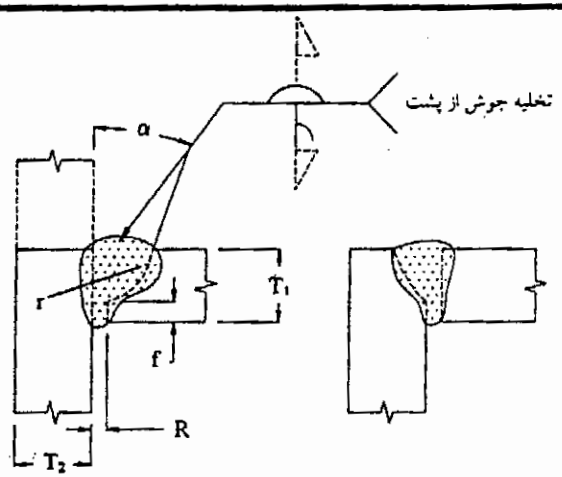
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U8	U	-	R= ۰ تا ۳	α = ۴۵°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	-	Br,C,D,N
GMAW FCAW	B-U8-GF	U	-	R= ۰ تا ۳	α = ۳۰°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	لازم نیست	A,Br,C,N
SAW	B-U8-S	U	U	R = ۰ حداکثر f = ۶ α = ۴۵°	± ۰ +۰ , -۳ +۱۰° , -۰°	+۶ , -۰ ±۲ +۱۰° , -۵°	r = ۱۰	F	-	Br,C,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۸) جوش شیاری نیم لاله‌ای یک طرفه

(T) اتصال سه‌پری

(C) اتصال کنج



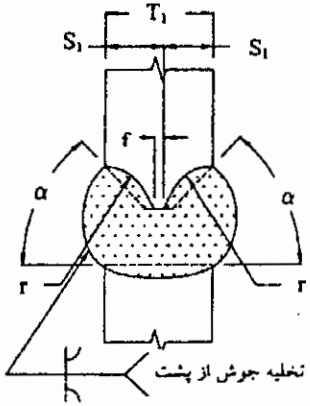
رواداری	
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
R = +۲ , -۰	+۲ , -۳
α = +۱۰° , -۰°	+۱۰° , -۵°
f = +۲ , -۰	محدودیت ندارد
r = +۶ , -۰	±۲

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	TC-U8a	U	U	R= ۰ تا ۳	α = ۴۵°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	-	C,D,J,N,V
				R= ۰ تا ۳	α = ۴۵°	f = ۳	r = ۱۰	F,OH	-	C,D,J,N,V
GMAW FCAW	TC-U8a-GF	U	U	R= ۰ تا ۳	α = ۴۵°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	لازم نیست	A,C,J,N,V
SAW	TC-U8a-S	U	U	R = ۰ حداکثر f = ۶ α = ۴۵°	± ۰ +۰ , -۳ +۱۰° , -۰°	+۶ , -۰ ± ۲ +۱۰° , -۵°	r = ۱۰	F	-	C,J,R,V

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۹) جوش شیاری نیم لاله‌ای دو طرفه

(B) اتصال لب به لب



رواداری	
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
+۲ , -۰	R = +۲ , -۳
+۱۰° , -۰°	α = +۱۰° , -۵°
f = +۲ , -۰	محدودیت ندارد
+۳ , -۰	r = ±۲

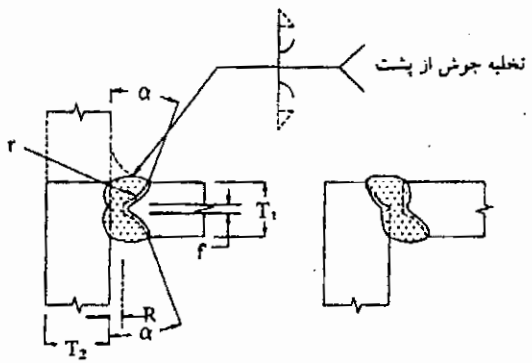
روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (نامحدود =U)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T_1	T_2	شکافت ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	B-U9	U	–	R= ۰ تا ۳	α = ۴۵°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	–	Br,C,D,M,N
GMAW FCAW	B-U9-GF	U	–	R= ۰ تا ۳	α = ۳۰°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	لازم نیست	A,Br,C,M,N

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

(۹) جوش شیاری نیم لاله‌ای دو طرفه

(T) اتصال سه پری

(C) اتصال کنج



رواداری	
مطابق جزئیات (بند ۳-۱۳-۱)	مطابق ساخت (بند ۳-۱۳-۱)
R = +۲ , -۰	+۲ , -۳
α = +۱۰° , -۰°	+۱۰° , -۵°
f = +۲ , -۰	محدودیت ندارد
r = +۳ , -۰	±۲

روش جوشکاری	نام اتصال	ضخامت فلز پایه (U= نامحدود)		آماده‌سازی شیار				وضعیت‌های مجاز جوشکاری	گاز محافظ در FCAW	تذکرات
		T1	T2	شکاف ریشه	زاویه شیار	پیشانی شیار	شعاع شیار			
SMAW	TC-U9a	U	U	R= ۰ تا ۳	α = ۴۵°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	—	C,D,J,M,N,V
				R= ۰ تا ۳	α = ۳۰°	f = ۳	r = ۱۰	F,OH	—	C,D,J,M,N,V
GMAW FCAW	TC-U9a-GF	U	U	R= ۰ تا ۳	α = ۳۰°	f = ۳	r = ۱۰	تمام	لازم نیست	A,C,J,M,N,V

شکل ۳-۴- جزییات اتصال با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) پیش تأییدشده (بند ۳-۱۳)

A : برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ در انتقال اتصال کوتاه و نه برای روش GTAW (جوشکاری قوس الکتریی با گاز محافظ و الکترود تنگستنی) تعیین صلاحیت نمی‌شود به ضمیمه یک مراجعه شود.

B : اتصال فقط از یک طرف جوش می‌شود.

Br : محدودیت‌های سازه‌های دینامیکی این اتصال را فقط به حالت جوشکاری افقی محدود می‌کند.

C : عملیات تخلیه جوش از پشت تا رسیدن به فلز سالم انجام شود.

D : می‌توان جزئیات اتصال برای روش SMAW را برای GMAW نیز (GMAW-SC) و FCAW نیز استفاده کرد.

E : حداقل اندازه جوش (E) که در جدول ۳-٤ آمده، در نقشه‌ها مشخص شود.

J : اگر از جوش گوشه برای تقویت جوش شیاری در اتصالات کنج و سه‌پری استفاده می‌شود، اندازه آن باید برابر T1 ۱/٤ باشد و در حال از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) بیشتر نشود.

M : جوش‌های شیاری با پخ دو طرفه می‌تواند دارای عمق‌های شیار نامساوی باشد. اما عمق شیار کمتر نباید از یک چهارم ورق نازک‌تر اتصال کوچک‌تر باشد.

Mp : جوش شیاری با پخ دو طرفه می‌تواند دارای عمق شیار نامساوی باشد به شرط آنکه محدودیت‌های تذکر E رعایت شود و نیز اندازه جوش (E) برای هر شیار جداگانه به کار رود.

N : چرخش دو عضو در اتصال می‌تواند در اتصال لب‌به‌لب از ۱۳۵° تا ۱۸۰° و در اتصال کنج از ۱۳۵° تا ٤۵° و در اتصال سه‌پری از ٤۵° تا ۹۰° باشد.

V : در اتصالات کنج، آماده‌سازی بیرون شیار می‌تواند در هر یک و یا در هر دو عضو باشد به شرط آنکه ساختار اصلی شیار تغییر نکند و فاصله بین لبه‌ها به اندازه کافی باشد تا عملیات جوشکاری بدون ایجاد مواد مذاب اضافه و ریختگی فلز مذاب انجام شود.

Z : اندازه جوش (E) براساس سطح جوش همتراز با فلز پایه می‌باشد.

جدول ۳-٤- حداقل اندازه جوش شیاری با نفوذ نسبی (بند ۳-۱۲-۲-۱)

حداقل اندازه جوش*		ضخامت فلز ضخیم‌تر اتصال
میلی‌متر	اینچ	اینچ (میلی‌متر)
۲	۱/۱۶	(۳) ۱/۸ تا (۵) ۳/۱۶
۳	۱/۸	بالای (۵) ۳/۱۶ تا (۶) ۱/٤
٥	۳/۱۶	بالای (٦) ۱/٤ تا (۱۲) ۱/۲
٦	۱/٤	بالای (۱۲) ۱/۲ تا (۲۰) ۳/٤
۸	٥/۱٦	بالای (۲۰) ۳/٤ تا (۳۸) ۱ ۱/۲
۱۰	۳/۸	بالای (۳۸) ۱ ۱/۲ تا (٥۷) ۲ ۱/٤
۱۲	۱/۲	بالای (٥۷) ۲ ۱/٤ تا (۱٥۰) ٦
۱٦	٥/۸	بالای (۱٥۰) ٦

* بجز آنکه نیازی نیست اندازه جوش از ضخامت قطعه نازکتر اتصال بیشتر باشد.

۳-۱۲-۲-۱- حداقل اندازه جوش پیش تأییدشده. حداقل اندازه جوش شیاری با نفوذ نسبی در جوش‌های شیاری با پخ یک طرفه یا دو طرفه جناغی، نیم‌جناغی، لاله‌ای و نیم‌لاله‌ای در جدول ۳-٤ نمایش داده شده‌است.

حداقل اندازه جوش در جوش‌های PJP لب‌به‌لب بدون پخ B-P1 و جوش‌های شیاری با پخ محدب BTC-P10 از شکل ۳-۳ قابل محاسبه است. نقشه‌های کارگاهی باید عمق شیار طراحی‌شده (S) را برای اندازه جوش (E) لازم، مطابق بند ۳-۱۲-۲ مشخص کند.

۳-۱۲-۳- ابعاد اتصال. ابعاد اتصالات با جوش شیاری که در بند ۳-۱۲ مشخص شده‌است می‌تواند از طراحی تا نقشه‌های جزئیات در حد رواداری‌های نشان داده شده در ستون "مطابق جزئیات" شکل ۳-۳ باشد. از رواداری‌های ساخت در شکل ۳-۳ می‌توان برای ابعاد نشان داده شده در نقشه‌های جزئیات استفاده کرد. شیارهای لاله‌ای و نیم‌لاله‌ای را می‌توان قبل یا بعد از مونتاژ آماده‌سازی کرد.

۳-۱۲-٤- جزئیات (اعضای قوطی شکل). جزئیات جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش تأیید باید مطابق شرایط زیر باشد:

۱- جوش‌های شیاری PJP در اعضای قوطی شکل، به جز اتصالات T، Y وK شکل را می‌توان بدون انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت استفاده کرد، به شرط آن که شرایط محدودیت‌های ابعادی اتصال، مطابق با شکل ۳-۳ باشد.

۲- از جوش‌های PJP در اتصالات T،Y وK شکل اعضای قوطی شکل که با یکی از روش‌های SMAW یا GMAW یا FCAW انجام می‌شود، می‌توان بدون انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت استفاده کرد، به شرط آن که شرایط محدودیت‌های ابعادی اتصال مطابق با شکل ۳-۵ باشد. این جزئیات همچنین برای روش GMAW-S که براساس بند ٤-۱۲-٤-۳ تعیین صلاحیت می‌شود نیز کاربرد دارد.

۳-۱۲-٤-۱- اتصالات جعبه‌ای هم‌اندازه. جزئیات جوش شیاری PJP، ابعاد کنج و شعاع قوطی اصلی در شکل ۳-۵ نمایش داده شده‌است. می‌توان از جوش گوشه در نواحی پنجه و پاشنه اتصال استفاده کرد (به شکل ۳-۲ مراجعه شود). اگر ابعاد کنج یا شعاع انحنای قوطی اصلی و یا هر دو کمتر از آنچه که در شکل ۳-۵ مشخص شده‌است باشد، باید یک نمونه اتصال از جزئیات جانبی تهیه شده و مقطع زده شود تا اندازه جوش تعیین شود. جوش آزمایشی باید در وضعیت افقی اجرا شود. از این شرایط می‌توان در حالتی که قوطی شاخه‌ای مطابق شکل ۳-٦ برای جوش شیاری CJP پخ زده می‌شود، صرفنظر کرد.

۳-۱۳- الزامات جوش شیاری با نفوذ کامل

جوش‌های شیاری با نفوذ کامل که می‌تواند بدون انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت WPS مطابق بخش ٤ انجام شود، در شکل ۳-٤ با جزئیات بیان شده‌است و با در نظر گرفتن محدودیت‌های بند ۳-۱۳-۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۱۳-۱- ابعاد اتصال. ابعاد جوش‌های شیاری که در بند ۳-۱۳ مشخص شده‌است می‌تواند در حد رواداری‌های نشان داده شده در ستون «مطابق جزئیات» شکل ۳-٤ در طراحی و نقشه‌های جزئیات تغییر یابند. از رواداری‌های ساخت در شکل ۳-٤ می‌توان برای ابعاد نشان داده شده در نقشه‌های جزئیات استفاده کرد.

۳-۱۳-۲- آماده‌سازی پخ لاله‌ای و نیم‌لاله‌ای. پخ‌های لاله‌ای و نیم‌لاله‌ای و طرف دیگر

عملیات تخلیه جوش از پشت در اتصالات جناغی شکل دو طرفه، شکل ریشه اتصال باید مشابه با اتصال لاله‌ای یا نیم‌لاله‌ای در وضعیت پیش‌تأیید باشد.

۳-۱۳-۳- اتصالات لب‌به‌لب اعضای قوطی شکل. برای جوش‌های شیاری اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید موارد زیر باید بکار روند:

۱- **WPSهای در وضعیت پیش‌تأیید.** اگر جوشکاری از دو طرف یا انجام جوشکاری از یک طرف به همراه پشت‌بند، امکان‌پذیر باشد، از هر WPS و جزئیات شیار مناسب که در فصل ۳ در وضعیت پیش‌تأیید باشد می‌توان استفاده کرد، به جز روش جوشکاری SAW که فقط برای قطرهای بزرگ‌تر یا مساوی ۲٤ اینچ (٦۱۰ میلی‌متر) در وضعیت پیش‌تأیید قرار می‌گیرد. جزئیات اتصال جوشی بایستی مطابق فصل ۳ باشد.

۲- **جزئیات اتصالی که در وضعیت پیش‌تأیید قرار ندارد.** برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب که از یک طرف بدون پشت‌بند جوش می‌شوند، جزئیات اتصال در وضعیت پیش‌تأیید وجود ندارد. به بند ٤-۱۲-۲ مراجعه شود.

۳-۱۳-٤- اتصالات K،Y،T وK شکل اعضای قوطی. در این بخش جزئیات اتصال برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل که از یک طرف بدون پشت‌بند در اتصالات K،Y،T وK شکل اعضای قوطی اجرا می‌شوند، بیان شده‌است. محدوده محیطی جزئیات الف، ب، پ و ت در شکل ۳-٦ و شکل ۳-۷ نمایش داده شده‌است و محدوده زوایای بین دو سطح [ψ] در جدول ۳-۵ مشخص شده‌است. ابعاد اتصال شامل زوایای شیار در اشکال ۳-٦ و ۳-۸ مشخص شده‌است.

در صورت در نظر گرفتن خستگی در طراحی جهت تعیین مقطع جوشی بایستی روش ارایه شده در بند ۲-۳٦-٦-۷ مدنظر قرار گیرد. مقاطع جوش دیگر که برای مقاطع ضخیم‌تر قابل کاربرد می‌باشد در شکل ۳-۹ ارایه گردیده است. در وضعیتی که الزامات خاص خستگی وجود نداشته باشد، این مقاطع برای اعضاء شاخه‌ای با ضخامت بیشتر از $\frac{5}{8}$ اینچ (۱٦ میلی‌متر) کاربرد دارد.

مقاطع جوش مناسب که مطابق با الزامات بند ۲-۳٦-٦-٦ و ۲-۳٦-٦-۷ می‌باشد در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است. در وضعیتی که الزامات خاص خستگی وجود نداشته باشد،

شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است. در وضعیتی که الزامات خاص خستگی وجود نداشته باشد، این مقاطع برای اعضاء شاخه‌ای با ضخامت بیشتر از $\frac{۱}{۲}$-۱ اینچ (۳۸ میلی‌متر) کاربرد دارد. (برای بارگذاری فشاری استاتیکی لازم نیست).

در جزئیات جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات K،Y،T شکل مقاطع جعبه‌ای که در شکل ۳-٦ نشان داده شد، بایستی محدودیت‌های بند ۳-۱۳-۳ رعایت گردد.

ابعاد اتصال و زوایای شیار نبایستی از محدوده مشخص شده در جدول ۳-٦ و اشکال ۳-٦ و ۳-۸ تا ۳-۱۰ تجاوز نماید. پیشانی شیار اتصال صفر بوده مگر آنکه برای آن مقدار مشخص شده باشد که در جزئیات می‌تواند بیشتر از صفر باشد. ولی نبایستی از $\frac{۱}{۱٦}$ اینچ (۲ میلی‌متر) بیشتر باشد و از مقادیر مشخص شده می‌تواند کمتر باشد.

جدول ۳-۵- جزئیات اتصال در وضعیت پیش‌تأیید در اتصالات T ،Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ کامل؛ اعضای قوطی شکل (بند ۳-۱۳-٤ و شکل ۳-۷)

جزئیات	محدوده قابل کاربرد زاویه محلی بین سطوح Ψ	
الف	۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه	
ب	۵۰ تا ۱۵۰ درجه	
پ	۳۰ تا ۷۵ درجه	زوایای شیار کمتر از ۳۰ درجه در وضعیت پیش‌تأیید قرار نمی‌گیرد.
ت	۱۵ تا ٤۰ درجه	

تذکرات:

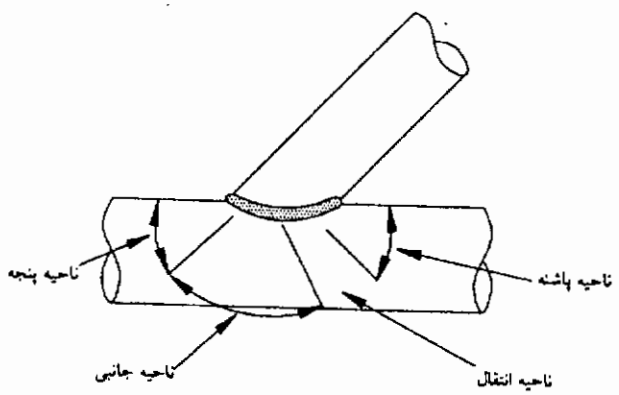
الف- جزئیات اتصال (الف تا ت) برای قسمت مشخصی از اتصال براساس زاویه محلی بین سطوح Ψ که به طور پیوسته حول عضو شاخه‌ای در حال تغییر می‌باشد تعیین می‌گردد.

ب- محدوده زاویه و ابعاد ارایه شده در جزئیات الف تا ت شامل حداکثر رواداری مجاز می‌باشد.

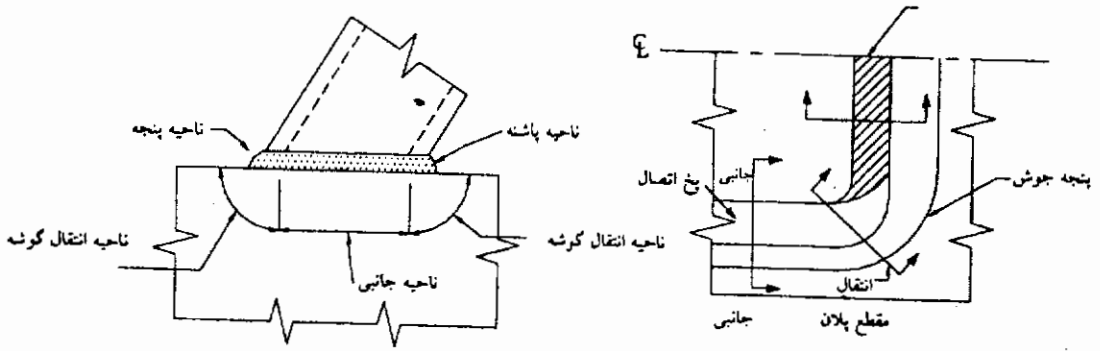
پ- جهت تعریف زاویه محلی بین سطوح به ضمیمه چهار مراجعه گردد

۳-۱۳-٤-۱- جزئیات اتصال. جزئیات جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی در بند ۳-۱۳-٤ بیان شده‌است، این جزئیات برای روش جوشکاری با الکترود روپوش‌دار (SMAW) و جوشکاری توپودری (FCAW) در وضعیت پیش تأیید

می‌باشند. علاوه بر این جزئیات برای روش جوشکاری GMAW-S که براساس بند ٤-۱۲-٤-۳ تعیین صلاحیت می‌شوند نیز کاربرد دارند.

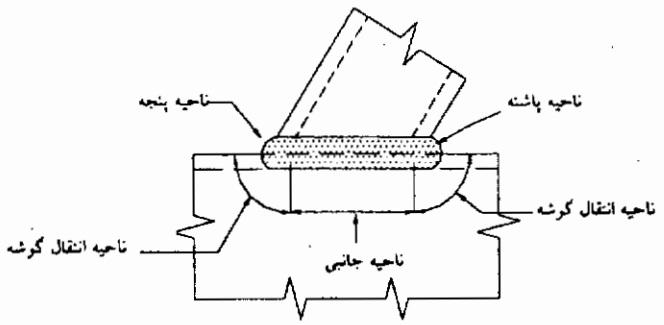


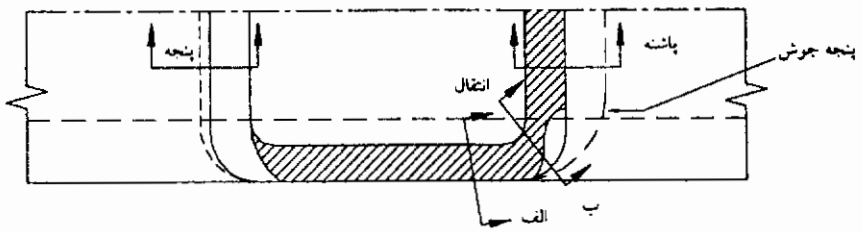
الف) اتصال مقاطع دایروی



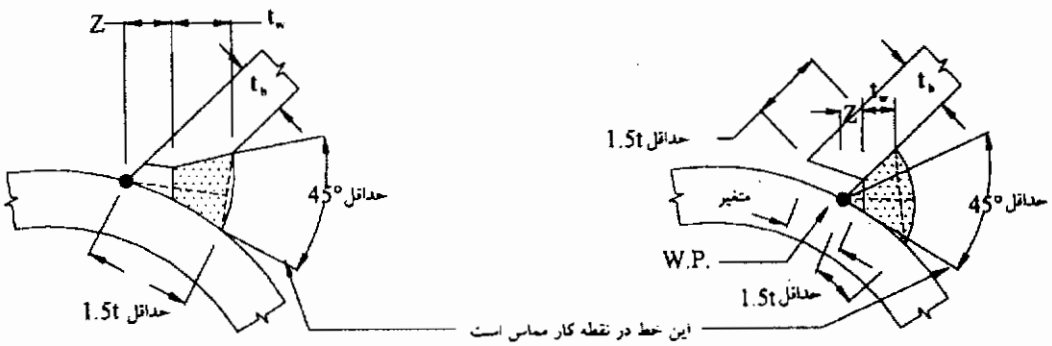
ب) اتصال مقاطع جعبه‌ای پله‌ای

شکل ۳-۵- جزئیات اتصالات T، Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ نسبی در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۱۲-٤)

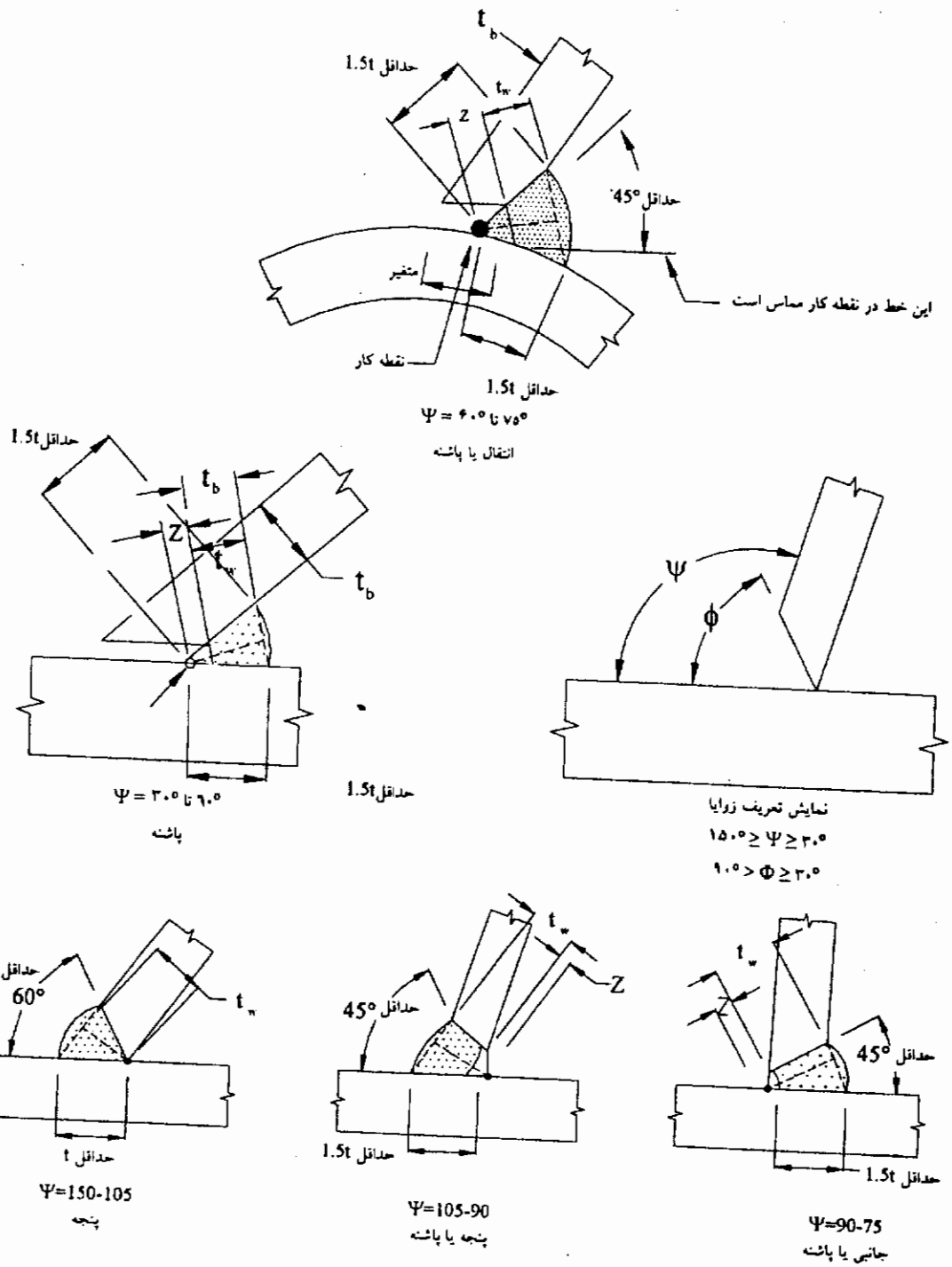




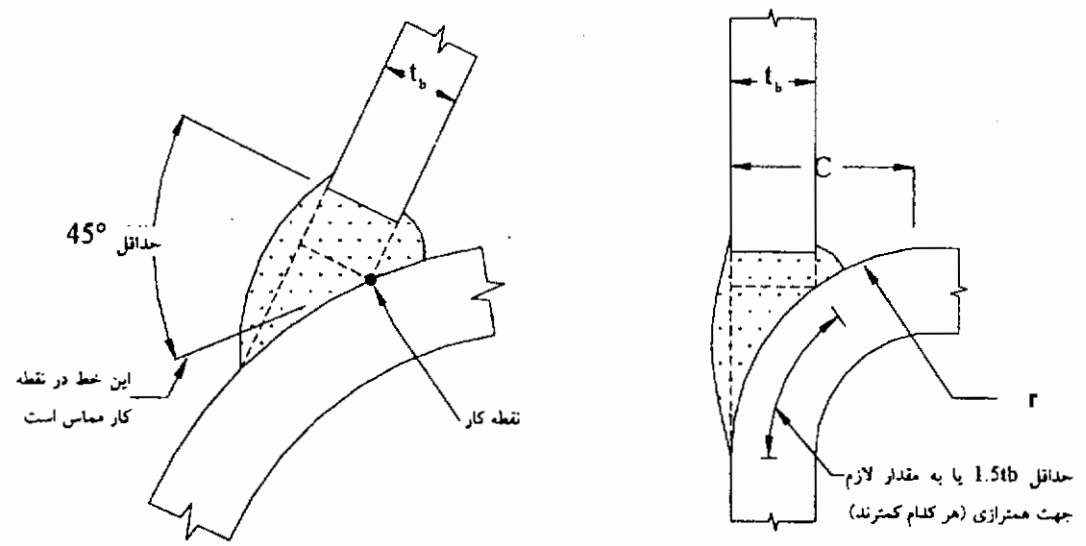
ج) اتصال مقاطع جعبه‌ای یکسان



ادامهٔ شکل ۳-۵- جزئیات اتصالات T، Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ نسبی در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۱۲-٤)



ادامهٔ شکل ۳-۵- جزئیات اتصالات T، Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ نسبی در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۱۲-٤)



اتصال جانبی

کنج پنجه

تذکرات:

۱- t = *ضخامت قطعه نازک‌تر.*

۲- *پخ زنی جهت آماده‌سازی لبه به جز در نواحی پاشنه.*

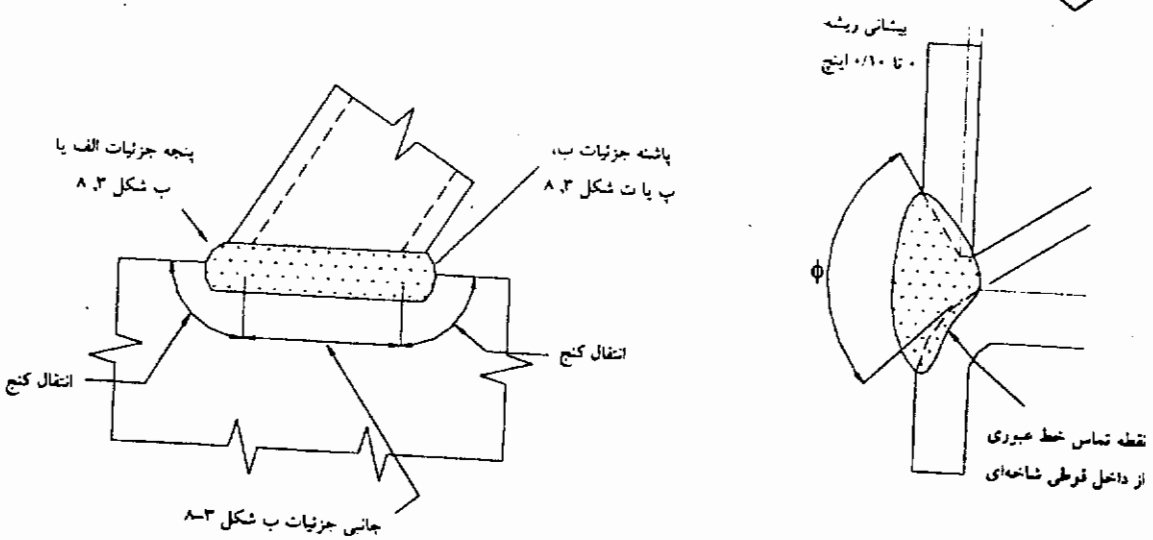
۳- *شکاف ریشه ۰ تا ۳/۱۶ اینچ (۵ میلی‌متر).*

۴- *برای زیر ۳۰ درجه الزامی نیست.*

۵- *اندازه جوش (گلوگاه مؤثر)* $\geq t$ *اندازه کاهش نشان داده شده در جدول ۲-۸*

۶- *برای اندازه ساق کوچک‌تر از* t ۱/۵ *محاسبات مطابق بند ۲-۴۰-۱-۳ می‌باشد.*

ادامهٔ شکل ۳-۵- جزئیات اتصالات T، Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ نسبی در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۱۲-٤)



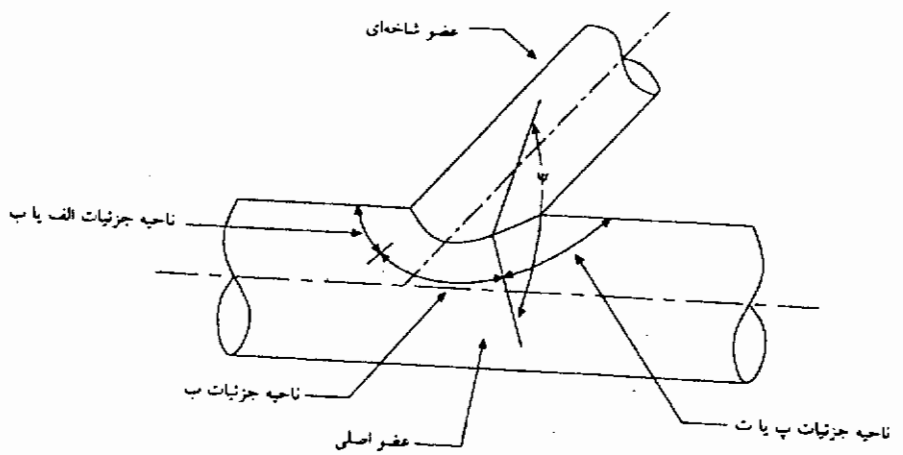
تذکرات:

۱- از جزئیات الف، ب، ج و د نشان داده شده در شکل ۳-۸ و تمام تذکرات جدول ۳-٦ استفاده شود.

۲- جزئیات آماده‌سازی جوش‌های کنج باید دارای یک انتقال هموار از یک جزئیات به دیگری باشد، جوشکاری بایستی به طور پیوسته به دور کنج‌ها صورت گیرد، به طوری که کنج‌ها کامل شده و نقاط شروع و پایان جوش در قسمت‌های تخت باشد.

۳- بسته به ضخامت به اشکال ۳-۸، ۳-۹ و ۳-۱۰ مراجعه شود (بند ۲-۳٦-۷).

شکل ۳-٦- جزئیات اتصالات T، Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ کامل در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۱۳-٤)



شکل ۳-۷ تعاریف و انتخاب جزئیات در اتصالات T، Y و K شکل با جوش شیاری با نفوذ کامل در اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۱۳-٤ و جدول ۳-۵)

جدول ۳-۶- ابعاد اتصال و زوایای پخ برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی در وضعیت پیش‌تأیید با روش‌های جوشکاری GMAW-S, SMAW و FCAW (بند ۳-۱۳-٤)

		جزئیات الف $\psi = 180^\circ - 135^\circ$ **		جزئیات ب $\psi = 150^\circ - 50^\circ$ **		جزئیات پ $\psi = 75^\circ - 30^\circ$ **	جزئیات ت $\psi = 40^\circ - 15^\circ$ ***	
زاویه پخ	حداکثر			90° **		$\bullet$		
	حداقل			10° یا 45° برای $\psi > 105^\circ$		10°		
شکافت ریشه (R)		FCAW-S SMAW (۱)	GMAW-S FCAW-G (۲)	FCAW-S SMAW (۱)	GMAW-S FCAW-G (۲)	FCAW-S SMAW (۱)	w*** حداکثر	ϕ
							(۳ میلیمتر) اینچ ۱/۸	25°-40°
							(۵ میلیمتر) اینچ ۳/۱٦	15°-25°
	حداکثر	۳/۱٦ اینچ (۵ میلیمتر)	۳/۱٦ اینچ (۵ میلیمتر)	۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر)	۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر) برای $\phi > 45^\circ$ ۵/۱٦ اینچ (۸ میلیمتر) برای $\phi \leq 45^\circ$	GMAW-S FCAW-G (۲)	(۳ میلیمتر) اینچ ۱/۸	30°-40°
							(٦ میلیمتر) اینچ ۱/٤	25°-30°
							(۱۰ میلیمتر) اینچ ۳/۸	20°-25°
							(۱۳ میلیمتر) اینچ ۱/۲	15°-20°
	حداقل	۱/۱٦ اینچ (۲ میلیمتر) برای $\psi > 90^\circ$ حداقل ندارد	۱/۱٦ اینچ (۲ میلیمتر) برای $\psi > 120^\circ$ حداقل ندارد	۱/۱٦ اینچ (۲ میلیمتر)	۱/۱٦ اینچ (۲ میلیمتر)			
زاویه شیار ϕ	حداکثر	90°		60° برای $\psi \leq 105^\circ$		40° اگر بیشتر باشد از جزئیات ب استفاده شود.		

ادامهٔ جدول ۳-۶

		جزئیات الف $\psi = 180^\circ - 135^\circ$***	جزئیات ب $\psi = 150^\circ - 50^\circ$***	جزئیات پ $\psi = 75^\circ - 30^\circ$***	جزئیات ت $\psi = 40^\circ - 15^\circ$***
زاویه شیار ϕ	حداقل	45°	$37-1/2^\circ$ اگر کمتر باشد بایستی از جزئیات پ استفاده شود.	$1/2\ \psi$	$\geq 2\ t_b$
جوش کامل	t_w	$\geq t_b$	$\geq t_b$ برای $\psi > 90^\circ$ $\geq t_b / \sin\psi$ برای $\psi < 90^\circ$	$\geq t_b / \sin\psi$ ولی نیازی نیست از t_b ۱/۷۵ تجاوز نماید.	
	L	$\geq t_b / \sin\psi$ ولی نیازی نیست از t_b ۱/۷۵ تجاوز نماید.		می‌تواند با جوش تأمین شود	

* در غیر این صورت به اندازه لازم جهت تأمین ϕ

** زاویه شیار (ϕ) کمتر از ۳۰ درجه را تأیید صلاحیت نمی‌کند.

*** عبورهای اولیه جوش پشت بند تا جایی که امکان تأمین جوش سالم فراهم باشد، در محاسبه پهنای شیار (W) لحاظ نمی‌شود.

تذکرات:

۱- این جزئیات ریشه برای روش‌های جوشکاری SMAW و FCAW-S کاربرد دارد.

۲- این جزئیات ریشه برای روش‌های جوشکاری GMAW-S و FCAW-G کاربرد دارد.

۳- برای روش GMAW-S به بند ۴-۱۲-۴-۳ مراجعه شود. این جزئیات برای روش GMAW (انتقال پاششی) کاربرد ندارد.

۴- برای حداقل نیمرخ جوش استاندارد (ضخامت محدود) به شکل ۳-۸ مراجعه شود.

۵- برای نیمرخ جوش تقویت شده به شکل ۳-۹ مراجعه شود.

۶- برای نیمرخ جوش مقعر به شکل ۳-۱۰ مراجعه شود (به بندهای ۲-۳۶-۶-۶ و ۲-۳۶-۶-۷ مراجعه شود).

جدول ۳-۷- الزامات WPSهای در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۷)

متغیر	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	SMAW	SAW[4]			GMAW FCAW[1]
				متعدد	موازی	تک	
حداکثر قطر الکترود	تخت	گوشه (تذکر ۱)	۵/۱۶ اینچ	۱/۴ اینچ			۱/۸ اینچ
		شیاری (تذکر ۱)	۱/۴ اینچ				
		عبور ریشه	۳/۱۶ اینچ				
	افقی	کنج	۱/۴ اینچ	۱/۴ اینچ			۱/۸ اینچ
		شیاری	۳/۱۶ اینچ	نیاز به آزمایش‌های تعیین صلاحیت WPS دارد			
	عمودی	همه‌نوع	(تذکر۲) ۳/۱۶				۳/۳۲ اینچ
	بالاسری	همه‌نوع	(تذکر۲) ۳/۱۶	–			۵/۶۴ اینچ
حداکثر شدت جریان	همه حالات	کنج	در محدوده پیشنهادی سازنده فلزپرکننده	۱۰۰۰ A	۱۲۰۰ A	نامحدود	در محدوده پیشنهادی سازنده فلز پرکننده
		عبور ریشه جوش شیاری با شکافت ریشه		۶۰۰ A	۷۰۰ A		
		عبور ریشه جوش شیاری بدون شکافت ریشه			۹۰۰ A		
		جوش شیاری عبورهای میانی			۱۲۰۰ A		
		عبور خارجی جوش شیاری		نامحدود			
حداکثر ضخامت عبور ریشه (تذکر ٤)	تخت	همه انواع	۳/۸ اینچ	نامحدود			۳/۸ اینچ
	افقی		۵/۱۶ اینچ				۵/۱۶ اینچ
	عمودی		۱/۲ اینچ	–			۱/۲ اینچ
	بالاسری		۵/۱۹ اینچ				۵/۱۶ اینچ

ادامهٔ جدول ۳-۷- الزامات WPSهای در وضعیت پیش‌تأیید (بند ۳-۷)

حداکثر ضخامت عبورهای میانی	همه حالات	همه انواع	۳/۱۶ اینچ	۱/٤ اینچ	نامحدود		۱/٤ اینچ
حداکثر اندازه جوش گوشه یک عبوره (تذکر ۳)	تخت	کنج	۳/۸ اینچ	نامحدود			۱/۲ اینچ
	افقی		۵/۱۶ اینچ	۱/۲ اینچ	۵/۱۶ اینچ	۵/۱۶ اینچ	۳/۸ اینچ
	عمودی		۱/۲ اینچ	–			۱/۲ اینچ
	بالاسری		۵/۱۶ اینچ				۵/۱۶ اینچ
حداکثر پهنای لایه عبور یک عبوره	همه حالات برای GMAW/FCAW و تخت و افقی (برای SAW)	شکاف ریشه بزرگ‌تر از ۱/۲ اینچ	–	لایه‌ها جدا شود	لایه‌ها جدا شود یا الکترودها با فاصله باشد	لایه‌ها جدا شود	لایه‌ها جدا شود
		هر لایه با پهنای W	–	اگر اینچ ۵/۸ < W لایه جدا شود	برای الکترودهای پشت سرهم اگر اینچ ۵/۸ < W لایه‌ها جدا شود	اگر اینچ ۱ < W لایه‌ها جدا شود	تذکر ۵

تذکرات:

(۱) به جز عبورهای ریشه.

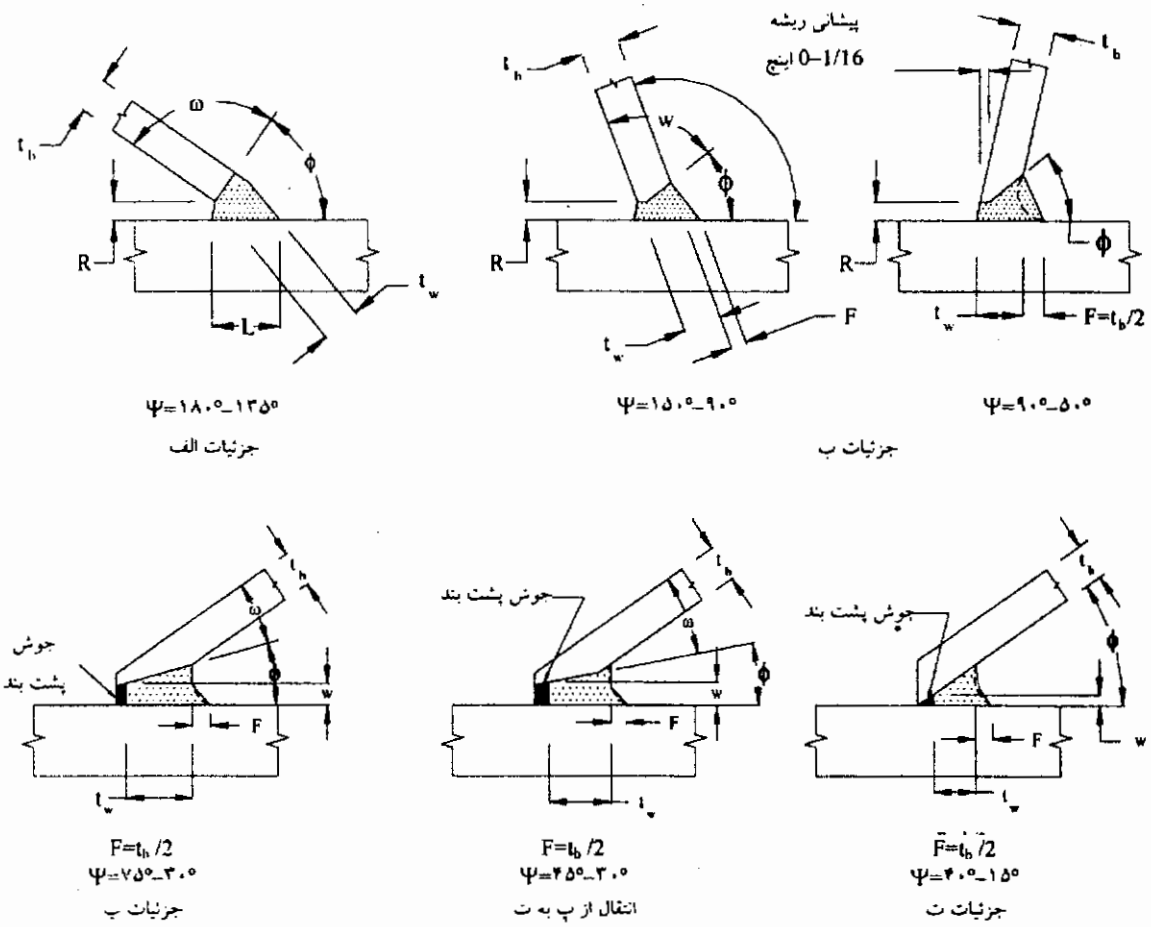
(۲) ۵/۳۲ اینچ برای EXX14 و الکترودهای با هیدروژن پایین.

(۳) برای A588 فلز رنگ‌نشده در تماس با هوا به بند ۳-۷-۳ مراجعه شود.

(٤) برای محدودیت‌های عمق به پهنا به بند ۳-۷-۲ مراجعه شود.

(۵) در اعضای غیرقوطی شکل در وضعیت‌های جوشکاری تخت، افقی یا بالاسری، اگر پهنای لایه (۱۶ میلی‌متر) ۵/۸ اینچ < W لایه‌ها جدا شود. در وضعیت جوشکاری عمودی برای اعضای غیرقوطی شکل و در وضعیت جوشکاری 5G یا 6G برای اعضای قوطی شکل، اگر پهنای لایه (۲۵ میلی‌متر) ۱ اینچ < W لایه‌ها جدا شود.

(۶) برای GMAW-S پیش‌تأیید نمی‌شود.



تذکرات:

۱- *برای تعریف* t_h ، t_w ، L ، R ، W ، w و ϕ *به جدول ۳-۶ مراجعه شود.*

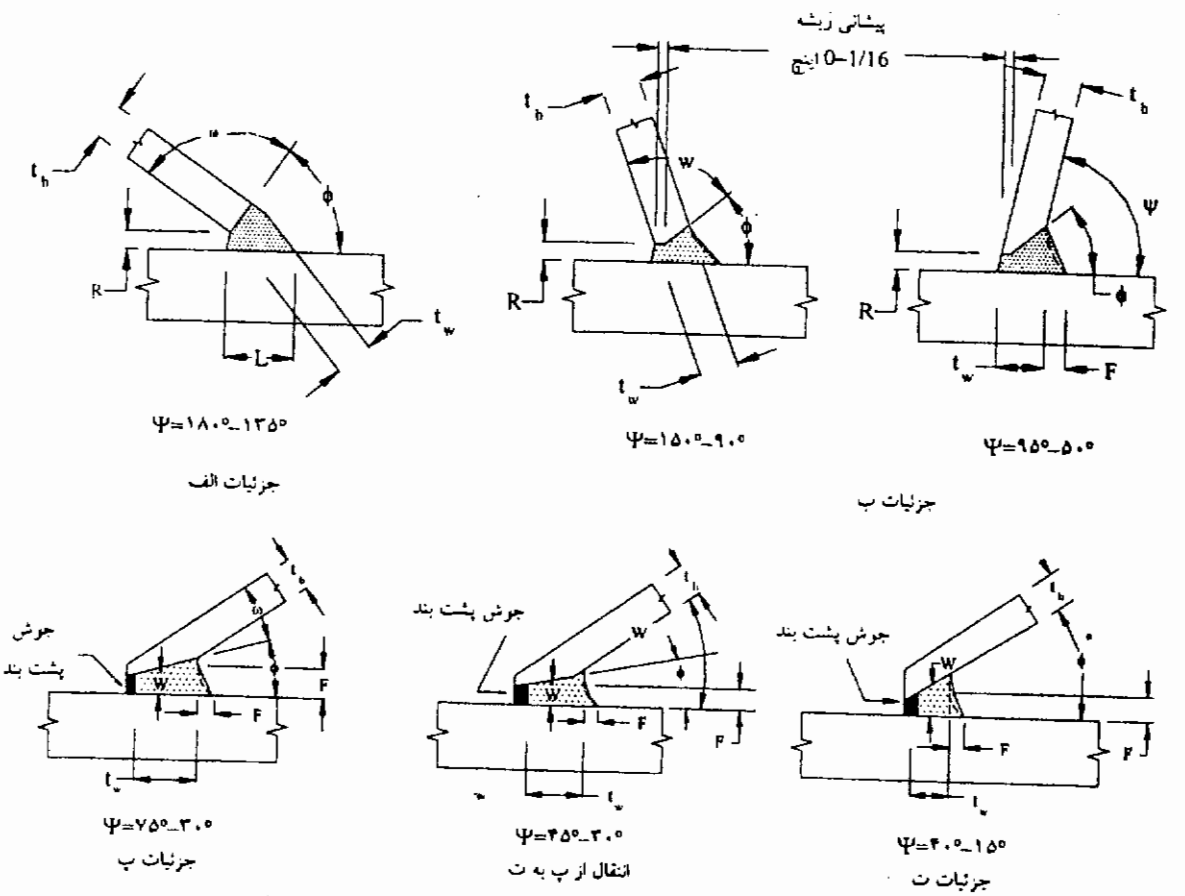
۲- *حداقل نیمرخ تخت جوش به صورت خط پر نشان داده شده‌است.*

۳- *یک نیمرخ مقعر به صورت خط چین نیز قابل کاربرد می‌باشد.*

٤- *تحدب، رویهم‌افتادگی و سایر عیوب تحت محدودیت‌های بند ۵-۲٤ قرار می‌گیرد.*

۵- *محدودیت‌های ضخامت عضو شاخه‌ای* t_b *تحت بند ۲-۳۶-۶-۷ قرار می‌گیرد.*

شکل ۳-۸- جزئیات اتصال برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید – نیمرخ‌های جوش تخت استاندارد برای ضخامت محدود (بند ۳-۱۳-٤)



تذکرات:

۱- *برای تعریف t_w ، L ، R ، W ، w و ϕ به جدول ۳-۶ مراجعه شود.*

۲- *حداقل نیمرخ تخت جوش به صورت خط پر نشان داده شده‌است.*

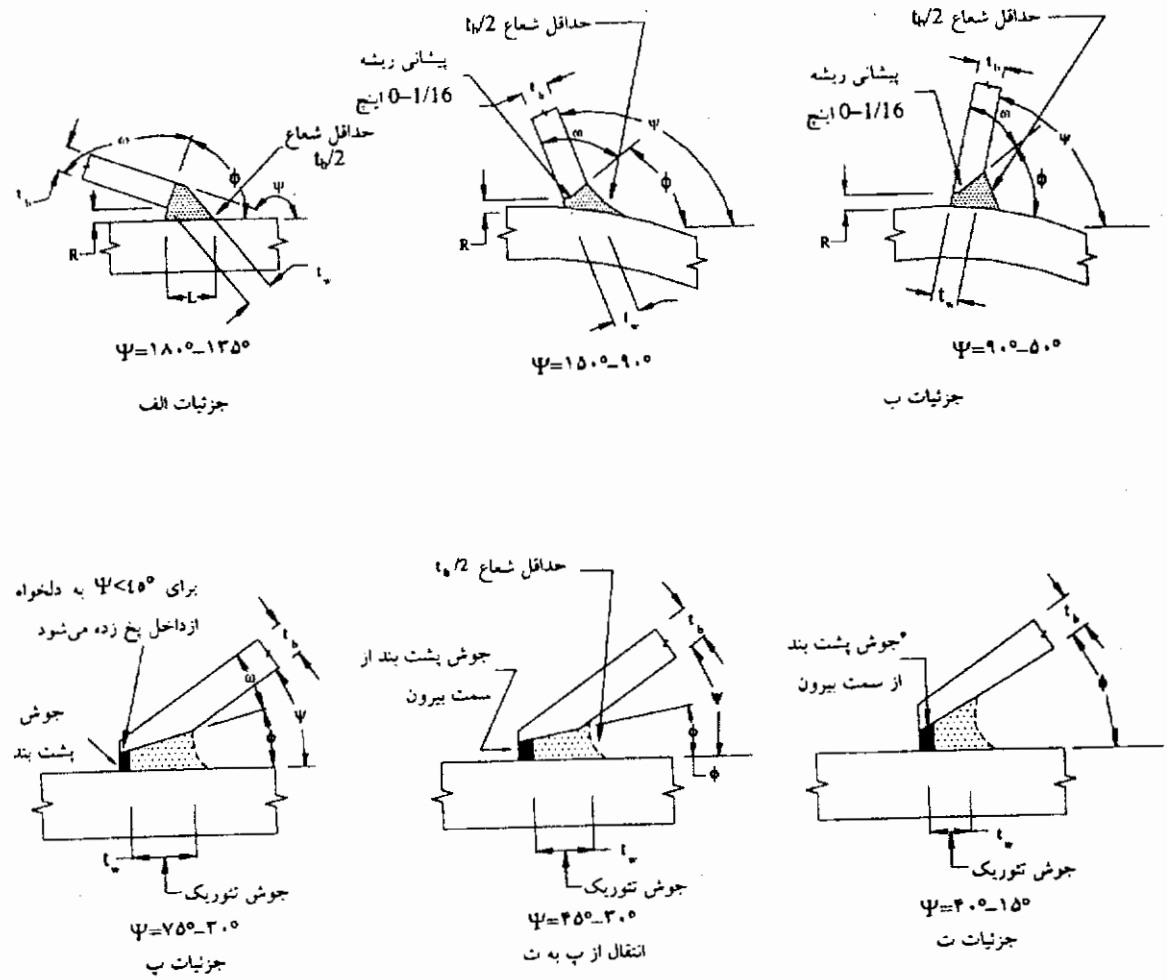
۳- *یک نیمرخ مقعر به صورت خط چین نیز قابل کاربرد می‌باشد.*

٤- *تحدب، رویهم‌افتادگی و سایر عیوب تحت محدودیت‌های بند ۵-۲٤ قرار می‌گیرد.*

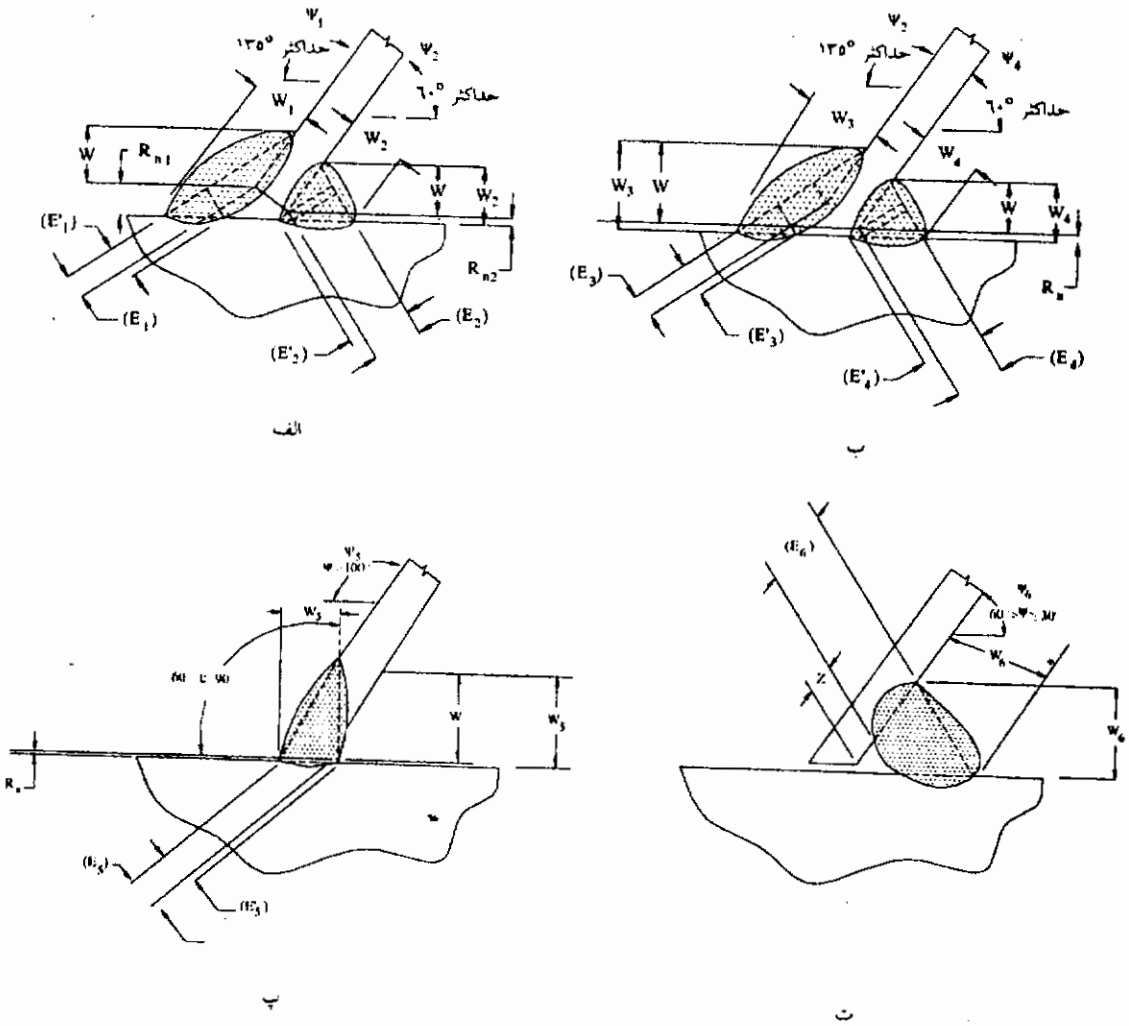
۵- *محدودیت‌های ضخامت عضو شاخه‌ای t_b تحت بند ۲-۳٦-٦-۷ قرار می‌گیرد.*

٦- *حداقل اندازه جوش گوشه، $F = t_b/2$ بوده و تحت محدودیت‌های جدول ۵-۸ قرار می‌گیرد.*

شکل ۳-۹ جزئیات اتصال برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید- نیمرخ‌های جوش تقویت‌شده برای ضخامت‌های متوسط (بند ۳-۱۳-٤)



شکل ۳-۱۰- جزئیات اتصال برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل اعضای قوطی شکل در وضعیت پیش‌تأیید- نیمرخ‌های جوش مقعر برای ضخامت‌های بالا و یا خستگی (بند ۳-۱۳-٤)



تذکرات:

۱- $(E'_n),(E_n)$ = گلوگاه مؤثر بسته به بزرگی شکاف ریشه (R_n) مراجعه به بند ۵-۲۲-۱ (n) بیان‌کننده ۱ تا ۵.

۲- t = ضخامت قطعه نازک‌تر.

۳- روش جوشکاری GMAW-S یا GTAW را پیش‌تأیید نمی‌کند، برای GMAW-S به ضمیمه یک مراجعه شود.

۴- شکل ت، جهت تعیین گلوگاه مؤثر مقدار کاهش اندازه Z مطابق جدول ۲-۲ به کار می‌رود.

۵- شکل ت، زوایه کوچک‌تر از ۳۰ درجه را پیش‌تأیید نمی‌کند. جهت تأیید صلاحیت جوشکاران به جدول ۴-۸ مراجعه شود.

شکل ۳-۱۱ جزئیات اتصالات سه‌پری مایل (مقاطع غیرقوطی شکل) (بند ۳-۹-۳)

فصل ٤- تعیین صلاحیت

٤-٠- حدود کاربرد

شرایط و مشخصات لازم برای آزمایش‌های تعیین صلاحیت مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS) و پرسنل جوشکار به شرح زیر بیان شده‌است:

بخش الف- الزامات عمومی: این بخش شامل الزامات عمومی برای تعیین صلاحیت WPS و نیز پرسنل جوشکار می‌باشد.

بخش ب- مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS) : این بخش شامل تعیین صلاحیت مشخصات فنی روند جوشکاری است که به عنوان WPS در وضعیت پیش‌تأیید مطابق فصل ۳ طبقه‌بندی نشده‌باشد.

بخش پ- تعیین صلاحیت عملکردی: این بخش شامل الزامات انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت مطابق با آیین‌نامه می‌باشد که توانایی جوشکار، دستگاه جوشکار و خال جوشکار را جهت انجام جوش مناسب بیان می‌کند.

بخش الف- الزامات عمومی

٤-١- کلیات

در این بخش شرایط لازم برای انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت مشخصات فنی روند جوشکاری WPSها و پرسنل جوشکار (شامل جوشکاران، دستگاه‌های جوشکاری و خال جوشکاران) بیان شده‌است.

٤-١-١- مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS). به جز WPSهای در وضعیت پیش‌تأیید مطابق با فصل ۳، هر WPS که در ساخت سازه‌های جوشی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید مطابق فصل ٤ بخش ب تعیین صلاحیت شده و توسط مهندس طراح تأیید شود. مدارک مستند از تأیید صلاحیت WPSهای قبلی می‌تواند با تأیید مهندس طراح مورد قبول باشد.

٤-۱-۱-۱- مسؤولیت تأیید صلاحیت. هر سازنده و یا پیمانکار باید برای تأیید صلاحیت WPS، آزمایش‌های مطابق با این آیین‌نامه را انجام دهد.

٤-۱-۱-۲- تأیید صلاحیت WPSهای قبلی. اگر تأیید صلاحیت WPSهایی که تحت شرایط این آیین‌نامه انجام شده و به طور مناسبی مستند شده، توسط شرکتی انجام شده باشد که بعداً بنا به اختیار و یا هر دلیل به یک شرکت دیگر تغییر نام داده باشد، می‌تواند با نام جدید از مدارک WPSهای قبلی استفاده شود.

٤-۱-۳-۳- شرایط آزمایش ضربه. اگر در نقشه‌های قرارداد و یا مشخصات فنی، آزمایش‌های تأیید صلاحیت WPS باید شامل آزمایش ضربه نیز باشد، شرایط آزمایش ضربه و روش انجام آن باید براساس ضمیمه ج و یا براساس آنچه در قرارداد مشخص شده انجام شود.

٤-۱-۲- تأیید صلاحیت پرسنل جوشکار. جوشکاران، دستگاه‌های جوشکاری و خال جوشکارانی که تحت این آیین‌نامه به خدمت گرفته می‌شوند و با یکی از روش‌های زیرجوشکاری می‌کنند، باید با آزمایش‌هایی که در بخش پ این فصل بیان شده‌است، تعیین صلاحیت شوند:

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار (SMAW) ، جوشکاری زیرپودری (SAW)، جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (GMAW) ، جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود تنگستنی و گاز محافظ (GTAW)، جوشکاری توپودری (FCAW)، جوشکاری سرباره الکتریکی (ESW) و جوشکاری گاز الکتریکی (EGW).

٤-۱-۲-۱- تأیید صلاحیت‌های قبلی. تأیید صلاحیت‌های قبلی جوشکار، دستگاه‌های جوشکار و خال جوشکاران که به صورت مدارک مستند وجود دارد، با تأیید مهندس طراح می‌تواند مورد قبول باشد.

٤-۱-۲-۲- مسؤولیت تأیید صلاحیت. هر سازنده و یا پیمانکاری که با انجام آزمایش‌ها، جوشکاران، دستگاه‌های جوشکار و خال جوشکاران را تأیید صلاحیت می‌کند، نسبت به تأیید صلاحیت آنان مسؤول است.

٤-۱-۳- مدت اعتبار

٤-۱-۳-۱- جوشکاران و دستگاه‌های جوشکاری. جوشکاران و دستگاه‌های جوشکاری که

براساس این آیین‌نامه تأیید صلاحیت می‌شوند، تأیید صلاحیت آنان مگر در شرایط زیر دارای اعتبار می‌باشد:

۱- جوشکار برای مدت بیش از شش ماه در آن روند جوشکاری که تأیید صلاحیت شده‌است، جوشکاری نکند.

۲- دلایل خاصی وجود داشته باشد که توانایی جوشکار و یا دستگاه جوشکار را زیر سؤال ببرد. به بند ٤-۳۲-۱ مراجعه شود.

٤-۱-۳-۲- خال جوشکاران. خال جوشکارانی که آزمایش‌های بخش پ و یا آزمایش‌های تأیید صلاحیت جوشکاران را گذارنده‌اند، برای خال جوشکاری در همان وضعیت و با همان روند جوشکاری که تأیید صلاحیت شده‌اند، برای همیشه دارای صلاحیت می‌باشند، مگر آنکه دلیل خاصی وجود داشته باشد که توانایی خال جوشکار، زیر سؤال برود. (به بند ٤-۳۲-۲ مراجعه شود).

٤-۲- الزامات عمومی برای تأیید صلاحیت WPS و عملکرد پرسنل جوشکار

٤-۲-۱- تأیید صلاحیت مطابق مفاد نسخه‌های قبلی آیین‌نامه. تأیید صلاحیت‌هایی که مطابق مفاد نسخه‌های قبلی ANSI/AWS D1.1 یا AWS D1.0 یا AWS D2.0 در زمان اعتبار آن نسخه‌ها صورت گرفته است، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، اما انجام تعیین صلاحیت جدید مطابق مفاد نسخ قبلی به جای نسخه جدید موجود مجاز نیست، مگر آنکه در مدارک قرارداد مشخص شده باشد.

٤-۲-۲- پیرسازی. اگر در مشخصات فنی فلز پرکننده‌ای که به عنوان فلز جوش تحت آزمایش به کار می‌رود، مجاز باشد، نمونه جوشی آزمایش تأیید صلاحیت می‌تواند در ۲۰۰ تا ۲۲۰ درجه فارنهایت (۹۳ تا ۱۰٤ درجه سانتیگراد) برای مدت ۲ ± ٤۸ ساعت تحت عملیات پیرسازی قرار گیرد.

٤-۲-۳- گزارش‌ها. گزارش نتایج آزمایش‌ها باید توسط سازنده و یا پیمانکار نگهداری شوند، به نحوی که در دسترس بوده تا بتوان آن‌ها را بررسی کرد.

٤-۲-٤- وضعیت جوشکاری. تمام جوش‌ها باید مطابق آنچه در شکل‌های ٤-۱ و ٤-۲

نمایش داده شده‌است، به صورت: وضعیت تخت (F)، وضعیت افقی (H)، وضعیت عمودی (V) و وضعیت بالاسری (OH) طبقه‌بندی شوند. وضعیت‌های آزمایش در شکل‌های زیر نشان داده شده‌است:

۱- شکل ٤-۳ (جوش شیاری در ورق)

۲- شکل ٤-٤ (جوش شیاری در لوله یا قوطی)

۳- شکل ٤-٥ (جوش گوشه در ورق)

٤- شکل ٤-٦ (جوش گوشه در لوله یا قوطی)

بخش ب- مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

٤-۳- وضعیت جوشکاری که تأیید صلاحیت می‌شود

وضعیت‌های جوشکاری که با یک WPS تأیید صلاحیت می‌شود، مطابق الزامات جدول ٤-۱ می‌باشد.

٤-٤- انواع آزمایش‌های تأیید صلاحیت

نوع و تعداد آزمایش‌های لازم برای تأیید صلاحیت یک WPS برای یک ضخامت و یا یک قطر مشخص و یا هر دو باید مطابق با جدول ٤-۲ (CJP) و جدول ٤-۳ (PJP) و یا جدول ٤-٤ (جوش گوشه) باشد. جزییات هر یک از آزمایش‌های غیرمخرب و یا آزمایش‌های مکانیکی لازم در قسمت‌های زیر بیان شده‌است:

۱- بازرسی چشمی (مراجعه به بند ٤-۸-۱)

۲- آزمایش‌های غیرمخرب (مراجعه به بند ٤-۸-۲)

۳- آزمایش خمش گرده، ریشه و یا جانبی (مراجعه به بند ٤-۸-۳-۱)

٤- آزمایش کشش مقطع باریک شده (مراجعه به بند ٤-۸-۳-٤)

٥- آزمایش کشش مغز جوش (مراجعه به بند ٤-۸-۳-٦)

٦- آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش (مراجعه به بند ٤-۸-٤)

٤-٥- انواع جوش‌ها در تأیید صلاحیت WPS

به منظور تأیید صلاحیت WPS، انواع جوش‌ها به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) در اتصالات غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-٩)

۲- جوش شیاری با نفوذ نسبی (PJP) در اتصالات غیرقوطی شکل (بند ٤-١٠)

۳- جوش گوشه در انواع اتصالات قوطی شکل و غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-١١)

٤- جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) در اتصالات قوطی شکل (مراجعه به بند ٤-١٢)

٥- جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات قوطی شکل Y،T وK شکل و یا در اتصالات لب‌به‌لب (مراجعه به بند ٤-١٣)

٦- جوش انگشتانه و جوش کام در انواع اتصالات قوطی شکل و غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-١٤)

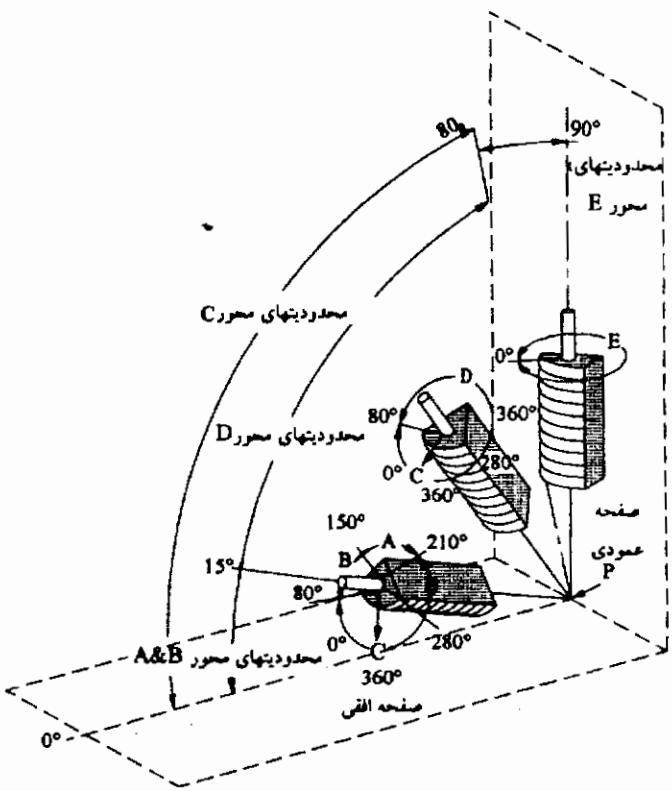
٤-٦- تهیه مشخصات فنی روند جوشکاری WPS

سازنده یا پیمانکار، باید یک مشخصات فنی روند جوشکاری WPS تهیه نماید به‌طوری که در آن کلیه متغیرهای اساسی لازم مطابق با بند ٤-٧، مشخص شده باشد. مقادیر متغیرها باید از طریق گزارش تأیید صلاحیت روند جوشکاری (PQR) که به عنوان پشتیبان تأیید صلاحیت آن WPS است، به‌دست آمده باشد.

٤-٧- متغیرهای اساسی

٤-٧-١- روش‌های جوشکاری FCAW, GTAW, GMAW, SAW, SMAW. مطابق با جدول ٤-٥، هر تغییری در متغیرهای اساسی برای روش‌های جوشکاری فوق، نیازمند تأیید صلاحیت مجدد آن WPS می‌باشد.

جدول وضعیت جوش‌های شیاری			
وضعیت جوش	شکل مرجع	شیب محور جوش	چرخش سطح جوش
تخت	A	۰° تا ۱۵°	۱۵۰° تا ۲۱۰°
افقی	B	۰° تا ۱۵°	۸۰° تا ۱۵۰°
			۲۱۰° تا ۲۸۰°
بالاسری	C	۰° تا ۸۰°	۰° تا ۸۰°
			۲۸۰° تا ۳۶۰°
عمودی	D	۱۵° تا ۸۰°	۸۰° تا ۲۸۰°
	E	۸۰° تا ۹۰°	۰° تا ۳۶۰°



تذکرات:

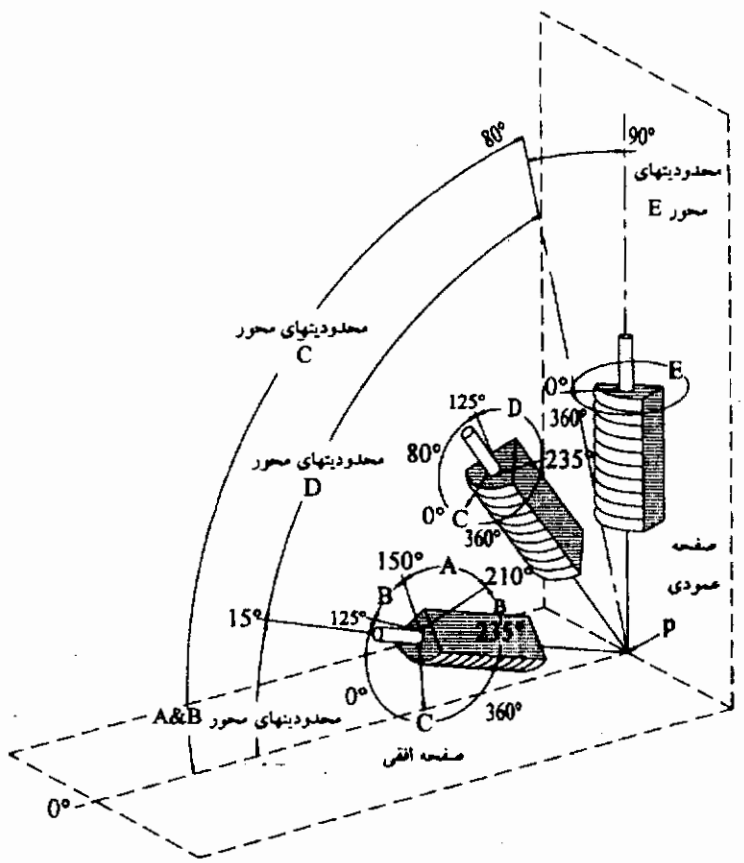
۱- *سطح افقی مرجع همیشه در زیرجوش مورد نظر قرار می‌گیرد.*

۲- *شیب محور از سطح افقی مرجع به سطح عمودی مرجع اندازه‌گیری می‌شود.*

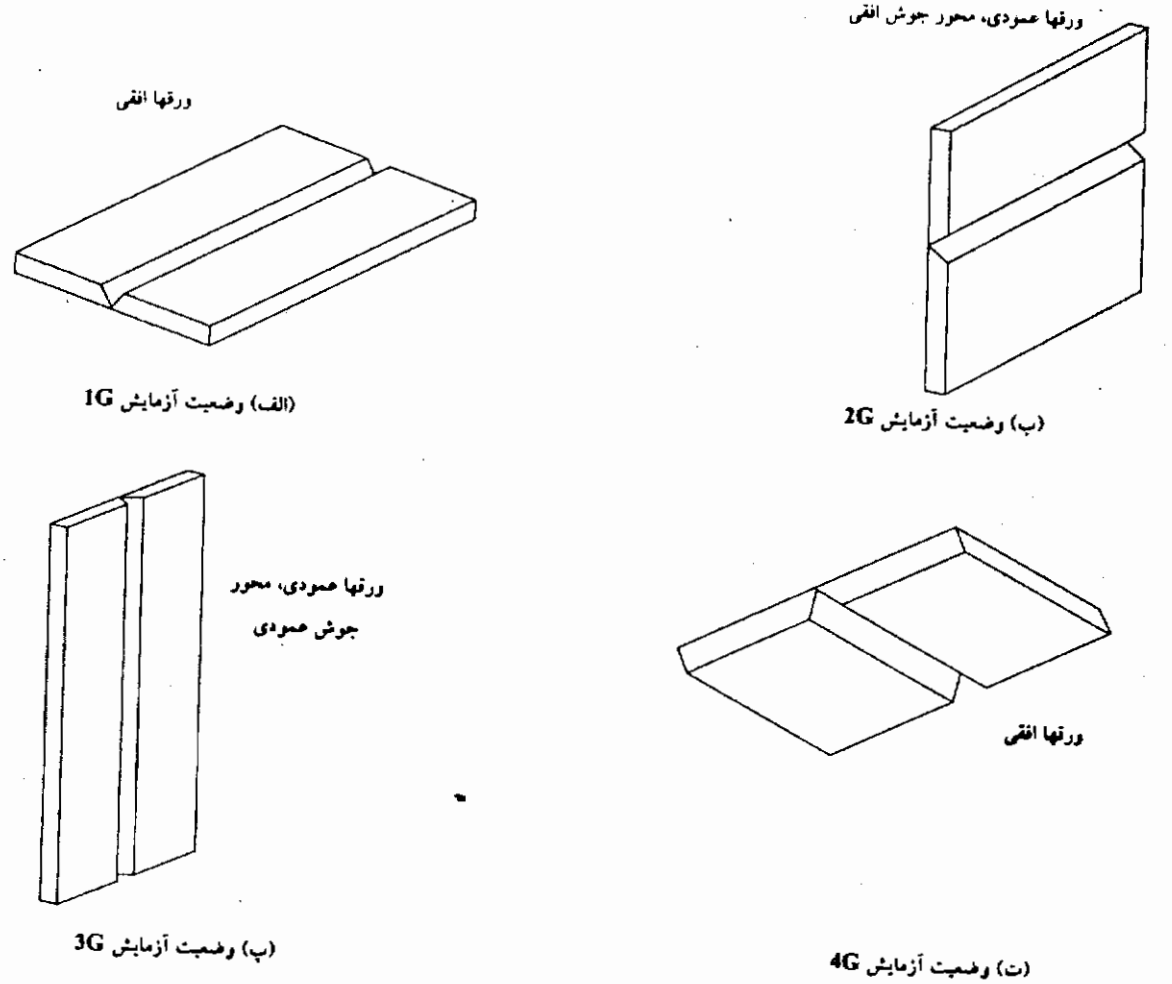
۳- *زاویه چرخش سطح جوش با خطی که از محور جوش گذشته و بر سطح تئوری جوش عمود است تعیین می‌شود.*

شکل ٤-۱- وضعیت‌های جوش‌های شیاری (بند ٤-۲-٤)

جدول وضعیت جوش‌های گوشه			
وضعیت جوش	شکل مرجع	شیب محور جوش	چرخش سطح جوش
تخت	A	۰° تا ۱۵°	۱۵۰° تا ۲۱۰°
افقی	B	۰° تا ۱۵°	۱۲۵° تا ۱۵۰°
			۲۱۰° تا ۲۳۵°
بالاسری	C	۰° تا ۸۰°	۰° تا ۱۲۵°
			۲۳۵° تا ۳۶۰°
عمودی	D	۱۵° تا ۸۰°	۱۲۵° تا ۲۳۵°
	E	۸۰° تا ۹۰°	۰° تا ۳۶۰°



شکل ٤-۲- وضعیت‌های جوش‌های گوشه (بند ٤-۲-٤)



شکل ٤-۳- وضعیت‌های ورق‌های آزمایشی برای جوش شیاری (بند ٤-۲-٤)

٤-۷-۲- جوشکاری گاز الکتریکی EGW و جوشکاری سرباره الکتریکی ESW. برای تأیید صلاحیت مجدد WPS به سبب تغییر در متغیرهای اساسی در جوشکاری‌های ESW و EGW به جدول ٤-٦ مراجعه شود.

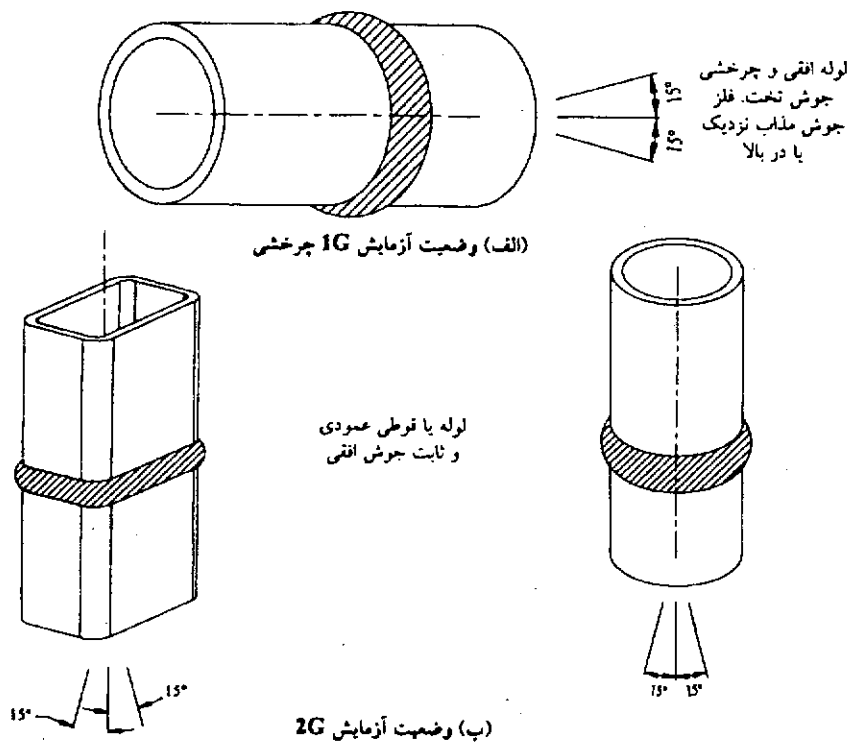
٤-۷-۳- تأیید صلاحیت فلز پایه. تأیید صلاحیت WPS با یکی از فلزهای پایه ارایه شده در جدول ۳-۱، به معنای تأیید صلاحیت سایر گروه‌های فلز داده شده مطابق جدول ٤-۷ می‌باشد. سایر فلزهای پایه که در جدول ۳-۱ ذکر نشده و در ضمیمه شش موجود نیستند، باید براساس فصل ٤ تعیین صلاحیت شده و توسط مهندس طراح به تائید برسد. WPSهای با فولادهای ضمیمه شش براساس جدول ٤-۷، فولادهای جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش را تعیین صلاحیت می‌کنند. ضمیمه شش شامل پیشنهادهایی برای همخوانی از نظر مقاومت فلز پرکننده

و حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری برای فولادهای ASTM A514، A517، A709 رده 100 و 100W، ASTM A710 رده A (کلاس 1 و 3) و فولادهای ASTM A871 رده‌های 60 و 65 می‌باشد.

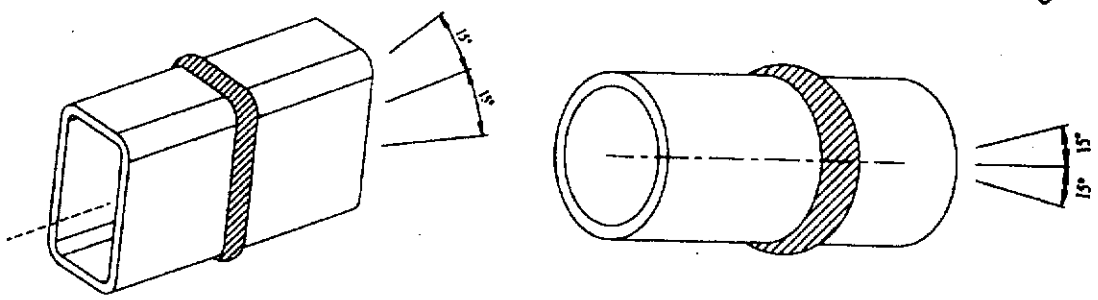
درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری کمتر از آنچه که در جدول ۳-۲ الزام شده یا آنچه براساس ضمیمه ک محاسبه می‌شود، باید توسط آزمایش تأیید صلاحیت شود و به تأیید مهندس طراح برسد.

٤-٨- روش‌های آزمایش و حدود قبولی تعیین صلاحیت WPS

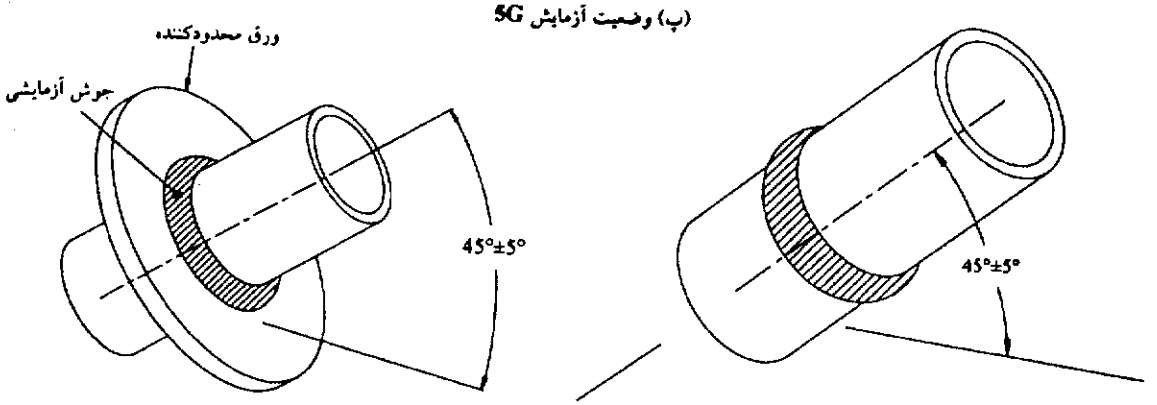
برای آماده‌سازی نمونه‌های آزمایشی جهت انجام آزمایش‌های بند ٤-٨-٢ باید با برش ورق، لوله یا قوطی مطابق اشکال ٤-٧ تا ٤-١١ عمل کرد. نمونه‌های آزمایشی برای آزمایش‌های مکانیکی نیز برحسب مورد مطابق شکل‌های ٤-١٢، ٤-١٣، ٤-١٤ و ٤-١٨ باید آماده‌سازی شوند.



شکل ٤-٤- وضعیت‌های لوله یا قوطی‌های آزمایشی برای جوش شیاری (بند ٤-٢-٤)



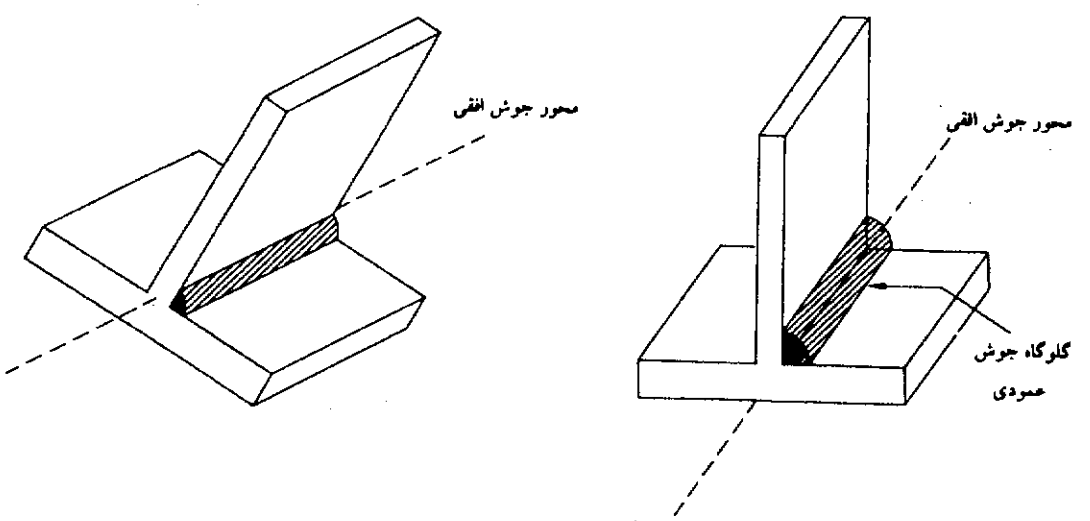
لوله یا قوطی افقی و ثابت، جوش تخت، عمودی، بالاسری
(پ) وضعیت آزمایش 5G



(ت) وضعیت آزمایش 6GR (اتصالات T، Y و K شکل)

(ت) وضعیت آزمایش 6G

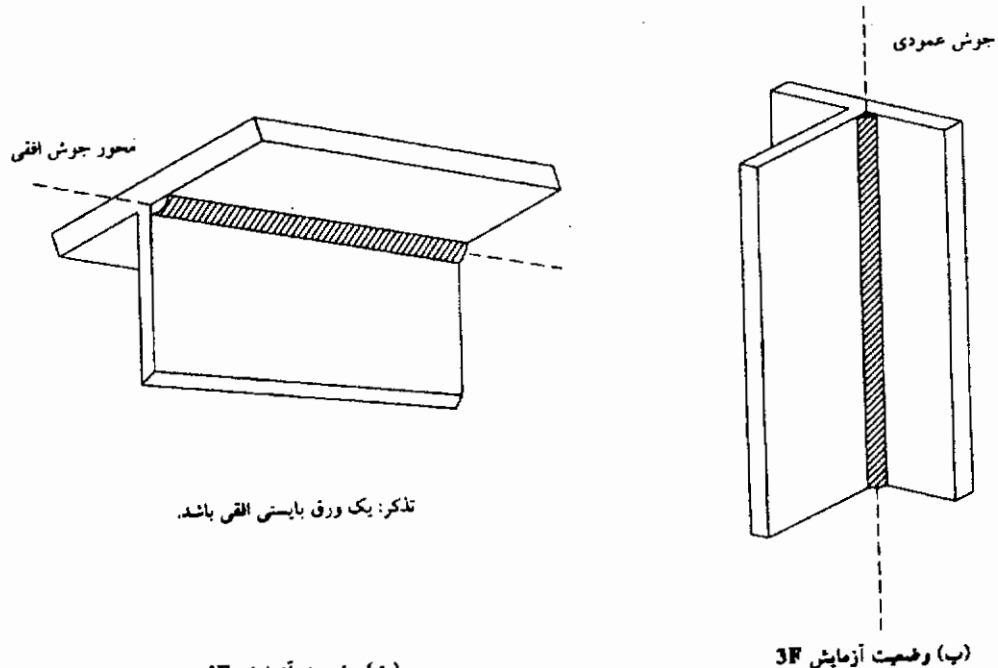
ادامهٔ شکل ٤-٤- وضعیت‌های لوله یا قوطی‌های آزمایشی برای جوش شیاری (بند ٤-٢-٤)



تذکر: یک ورق بایستی افقی باشد.
(پ) وضعیت آزمایش 2F

(الف) وضعیت آزمایش 1F

شکل ٤-٥- وضعیت‌های ورق‌های آزمایشی برای جوش گوشه (بند ٤-٢-٤)



ادامهٔ شکل ٤-٥- وضعیت‌های ورق‌های آزمایشی برای جوش گوشه (بند ٤-٢-٤)

٤-٨-١- **بازرسی چشمی**. برای تأیید صلاحیت، موارد زیر باید رعایت شود:

۱- جوش‌ها باید عاری از ترک باشند.

۲- تمام چاله‌های جوش باید تا سطح مقطع عرضی جوش سالم پر شوند.

۳- سطح جوش باید با سطح فلز پایه همتراز شود و جوش باید با یک شیب ملایم به سطح فلز پایه برسد. مقدار بریدگی کنار جوش نباید از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلیمتر) تجاوز کند و نیز گرده جوش نباید از ۱/۸ اینچ (۳ میلیمتر) بیشتر باشد.

٤- ریشه جوش باید بازرسی شده و عاری از ترک، عدم نفوذ و یا عدم ذوب ناقص باشد. سطح ریشه جوش مقعر با در نظر گرفتن بند ٥ در صورتیکه ضخامت کل جوش برابر یا بزرگتر از ضخامت ورق پایه باشد مجاز است.

٥- حداکثر تقعر سطح ریشه جوش ۱/۱٦ اینچ (۲ میلیمتر) و حداکثر مقدار ذوب اضافی ۱/۸ اینچ (۳ میلیمتر) می‌باشد. در اتصالات K،Y،T شکل در اعضای قوطی، خروج مذاب از ریشه جوش مطلوب است و نباید باعث عدم قبولی جوش قطعه شود.

٤-٨-٢- **آزمایش غیرمخرب**. قبل از آماده‌سازی نمونه‌ها برای آزمایش‌های مکانیکی، ورق،

لوله و یا قوطی‌های آزمایشی باید به صورت زیر با آزمایش‌های غیرمخرب بررسی شوند:

٤-۸-۲-۱- RT یا UT. باید از آزمایش پرتونگاری (RT) و یا ماوراصوت (UT) استفاده کرد. تمام طول جوش در ورق‌های آزمایشی به جز قسمت‌های دورریز در دو انتها باید براساس فصل ٦ بخش ث و برای قوطی‌ها مطابق بخش ج و برای لوله‌ها تمام طول جوش دایره‌ای مطابق بخش پ بررسی شوند.

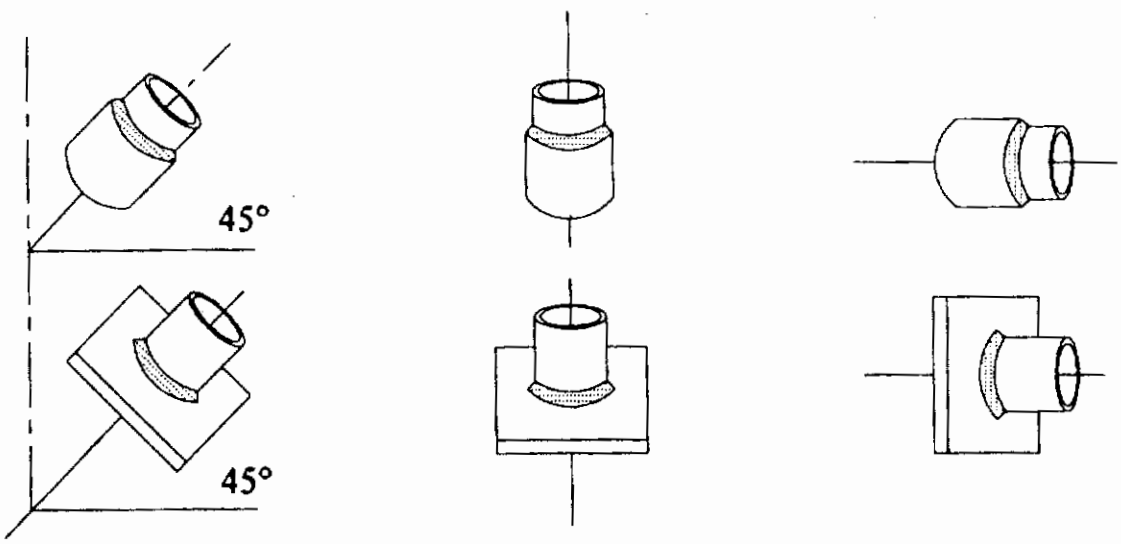
٤-۸-۲-۲- حد قبولی RT یا UT. قبولی و تأیید صلاحیت جوش با استفاده از آزمایش ماوراصوت (UT) و یا آزمایش پرتونگاری (RT) باید مطابق فصل ٦ بخش پ باشد.

٤-۸-۳- آزمایش‌های مکانیکی. آزمایش‌های مکانیکی باید به صورت زیر باشد:

٤-۸-۳-۱- نمونه‌های خمش ریشه، گرده و جانبی جوش (برای خمش ریشه و گرده به شکل ٤-۱۲ و برای خمش جانبی به شکل ٤-۱۳ مراجعه شود). نمونه‌ها باید با یک دستگاه آزمایش خمش مطابق شرایطی که در شکل‌های ٤-۱۵ تا ٤-۱۷، نمایش داده شده و یا مشابه آن، به شرطی که از حداکثر شعاع خمش تجاوز نکند، آزمایش شود.

نمونه باید طوری روی عضو باربر دستگاه قرار بگیرد که جوش در وسط دهانه آن باشد. نمونه‌های خمش گرده باید طوری قرار بگیرد که سطح جوش به سمت شکاف دستگاه باشد و نمونه‌های خمش ریشه و نمونه جوش گوشه باید طوری قرار بگیرد که ریشه جوش به سمت شکاف دستگاه باشد. نمونه‌های خمش جانبی باید به‌گونه‌ای در دستگاه قرار بگیرد که طرفی که نشان‌دهنده عدم پیوستگی بیشتری است، به سمت شکاف دستگاه باشد.

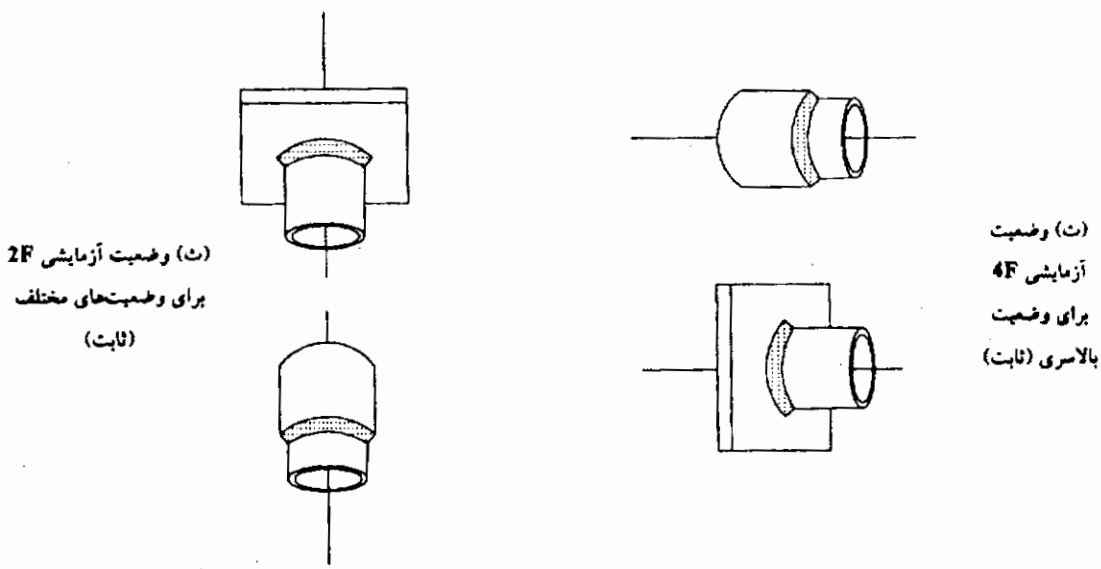
اهرم دستگاه باید آنقدر نیرو وارد کند تا جایی که نمونه به شکل U خم شود. بعد از انجام آزمایش، جوش و ناحیه متأثر از حرارت، باید به‌طور کامل در مرکز ناحیه خم‌شدهٔ نمونه باشد. اگر از دستگاه چرخشی استفاده شود، نمونه باید از یک انتها محکم بسته شود تا در حین انجام خمش نتواند بلغزد. بعد از انجام آزمایش، جوش و ناحیه متأثر از حرارت باید به‌طور کامل در ناحیه خم شده نمونه باشد. نمونه‌های آزمایشی باید پس از آنکه غلطک دستگاه به اندازه ۱۸۰ درجه از نقطه شروع چرخید، از دستگاه خارج شوند.



(الف) وضعیت آزمایشی 1F
برای وضعیت تخت (چرخشی)

(ب) وضعیت آزمایشی 2F
برای وضعیت افقی (ثابت)

(پ) وضعیت آزمایشی 2F
برای وضعیت افقی (چرخشی)



(ت) وضعیت
آزمایشی 4F
برای وضعیت
بالاسری (ثابت)

(ث) وضعیت آزمایشی 2F
برای وضعیت‌های مختلف
(ثابت)

شکل ٤-٦- وضعیت‌های لوله یا قوطی‌های آزمایشی برای جوش گوشه (بند ٤-٢-٤)

جدول ٤-١ تعیین صلاحیت WPS- وضعیت جوش‌هایی که با نمونه آزمایشی ورق، لوله و قوطی تائید صلاحیت می‌شود

آزمایش تعیین صلاحیت			جوش لوله‌ای که تائید صلاحیت می‌شود			جوش لوله‌ای که تائید صلاحیت می‌شود				جوش قوطی که تائید صلاحیت می‌شود				
نوع جوش		وضعیت‌ها	شیاری		گوشه	شیاری لب‌به‌لب		شیاری T، Y و K شکل		گوشه[۹]	شیاری لب‌به‌لب		شیاری T، Y و K شکل		گوشه[۹]
			CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP	
ورق	CJP شیاری[۱]	1G[۲]	F	F	F	F	F			F	F	F			F
		2G[۲]	F,H	F,H	F,H	F,H	F,H			F,H	F,H	F,H			F,H
		3G[۲]	V	V	V	V	V			V	V	V			V
		4G[۲]	OH	OH	OH	OH	OH			OH	OH	OH			OH
	گوشه[۱]	1F			F					F					F
		2F			F,H					F,H					F,H
		3F			V					V					V
		4F			OH					OH					OH
	انگشتانه و کام	جوش انگشتانه و جوش کام را فقط در وضعیتی که آزمایش شده است تعیین صلاحیت می‌کند													
قوطی	CJP شیاری	1G (چرخشی)	F	F	F	F[۳]	F		F	F,H	F[۳]	F		F	F
		2G	F,H	F,H	F,H	F,H[۳]	F,H		F,H	F,H	F,H[۳]	F,H		F,H	F,H
		5G	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH[۳]	F,V,OH		F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH[۳]	F,V,OH		F,V,OH	F,V,OH
		(2G+5G)	تمام	تمام	تمام	تمام[۳]	تمام	تمام[۵]	تمام	تمام	تمام[۳]	تمام	تمام[۶]	تمام[۸و۷]	تمام
		6G	تمام	تمام	تمام	تمام[۳]	تمام		تمام	تمام	تمام[۳]	تمام		تمام[۸و۷]	تمام
		6GR	تمام[٤]	تمام	تمام	تمام[۳و٤]	تمام	تمام[۵]	تمام	تمام	تمام[۳]	تمام	تمام[۶]	تمام	تمام
	گوشه	1F چرخشی			F					F					F
		2F			F,H					F,H					F,H
		2F چرخشی			F,H					F,H					F,H
		4F			F,H,OH					F,H,OH					F,H,OH
		5F			تمام					تمام					تمام

تذکرات:

۱- جوشکاری یک خط مستقیم، جوشکاری به موازات محور یک مقطع دایروی را نیز تأیید صلاحیت می‌نماید.

۲- جوش‌های دایروی در لوله‌های با قطر اسمی خارجی برابر یا بزرگتر از ۲٤ اینچ را تأیید صلاحیت می‌نماید.

۳- برای جوشکاری قطعات دارای اتصال لب به لب بدون پشت‌بند یا تخلیه جوش از پشت، بایستی مطابق جزییات ارایه شده در شکل ٤-۲٤ تأیید صلاحیت شود.

٤- محدود به جزییات اتصال در وضعیت پیش‌تأیید می‌باشد. مراجعه به بندهای ۳-۱۲ و ۳-۱۳.

۵- برای قطعات دارای جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات K،Y،T شکل که مطابق هر یک از شکل‌های ۳-۸، ۳-۹ یا ۳-۱۰ و جدول ۳-٦ می‌باشند، از جزییات شکل ٤-۲۷ برای آزمایش استفاده گردد. برای سایر اتصالات به بند ٤-۱۲-٤-۱ مراجعه شود.

٦- برای قطعات دارای جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات K،Y،T شکل که مطابق شکل ۳-٦ و جدول ۳-٦ می‌باشند از جزییات اشکال ٤-۲۷ و ٤-۲۸ برای آزمایش استفاده گردد یا به عنوان یک روش دیگر جزییات شکل ٤-۲۷ آزمایش شده و نمونه‌های آزمایشی مشاهده مقطع عرضی جوش از گوشه‌های اتصال نشان داده شده در شکل ٤-۲۸ تهیه گردد. برای سایر اتصالات به بند ٤-۱۲-٤-۱ مراجعه گردد.

۷- برای قطعات دارای جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات K،Y،T شکل که مطابق شکل ۳-۵ می‌باشد، از جزییات شکل ٤-۲٤ یا ٤-۲۵ برای آزمایش استفاده گردد.

۸- برای اتصالات مقاطع جعبه‌ای که دارای ضخامت جنج کمتر از دو برابر ضخامت عضو اصلی است به بند ۳-۱۲-٤-۱ مراجعه گردد.

۹- جوش‌های گوشه در اتصالات K،Y،T شکل بایستی مطابق شکل ۳-۲ باشد. تأیید صلاحیت WPS بایستی مطابق ٤-۱۱ انجام گردد.

جدول ٤-۲- تعیین صلاحیت WPS- جوش شیاری با نفوذ کامل- تعداد و نوع نمونه‌ها و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-٤)

(ابعاد به میلیمتر)

۱- آزمایش ورق[۱و۲]

ضخامت اسمی ورق آزمایشی (T) به میلیمتر	تعداد نمونه‌ها				ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تأیید صلاحیت می‌شود به میلی‌متر[۳و۴]	
	کشش مقطع باریک شده (شکل ٤-١٤)	خمش ریشه (شکل ٤-١٢)	خمش گرده (شکل ٤-١٢)	خمش جانبی (شکل ٤-١٣)	حداقل	حداکثر
۳ ≤ T ≤ ۱۰	۲	۲	۲	–	۳	۲T
۱۰ ≤ T ≤ ۲۵	۲	–	–	٤	۳	۲T
۲۵ و بیشتر	۲	–	–	٤	۳	نامحدود

۲- آزمایش لوله یا قوطی[۱و۲]

	اندازه اسمی لوله یا قطر به میلیمتر	ضخامت اسمی جداره، T به میلیمتر	تعداد نمونه‌ها[۵]				قطر اسمی[۵] لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود، به میلیمتر	ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تأیید صلاحیت می‌شود به میلی‌متر[۴و۶]	
			کشش مقطع باریک شده (شکل ٤-١٤)	خمش ریشه (شکل ٤-١٨)	خمش گرده (شکل ٤-١٣)	خمش جانبی (شکل ٤-١٣)		حداقل	حداکثر
لوله‌های آزمایشی با اندازه اجرایی	<۶۰۰	۳ ≤ T ≤ ۱۰	۲	۲	۲	–	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	۳	۲T
		۱۰ < T < ۲۰	۲	–	–	٤	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	T/۲	۲T
لوله‌های آزمایشی با اندازه اجرایی	<۶۰۰	T ≥ ۲۰	۲	–	–	٤	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	۱۰	نامحدود
	≥۶۰۰	۳ ≤ T ≤ ۱۰	۲	۲	۲	–	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	۳	۲T

	۱۰ < T < ۲۰	۲	-	-	٤	۶۰۰ و بیشتر	T/۲	۲T
	T ≥ ۲۰	۲	-	-	٤	۶۰۰ و بیشتر	۱۰	نامحدود
لوله‌های آزمایشی استاندارد	قطر خارجی ۵۰ میلیمتر ضخامت جداره ۶ میلیمتر با قطر خارجی ۷۵ میلیمتر ضخامت جداره ۶ میلیمتر	۲	۲	۲	-	۲۰ تا ۱۰۰	۳	۲۰
	قطر خارجی ۱۵۰ میلیمتر ضخامت جداره ۱٤ میلیمتر با قطر خارجی ۲۰۰ میلیمتر ضخامت جداره ۱۲ میلیمتر	۲	-	-	٤	۱۰۰ و بیشتر	۵	نامحدود

۳- آزمایش جوشکاری سربازه الکتریکی و گاز الکتریکی [۲]

ضخامت اسمی ورق آزمایشی	تعداد نمونه‌ها				ضخامت اسمی ورقی که تأیید صلاحیت می‌شود	
	کشش باریک شده (شکل ٤-۱٤)	کشش مغز جوش (شکل ٤-۱۸)	خمش جانبی (شکل ٤-۱۳)	آزمایش ضربه	حداقل	حداکثر
T	۲	۱	٤	تذکر ۶	۰/۵T	۱/۱T

تذکرات:

۱- تمام جوشها باید بازرسی چشمی شده (مطابق بند ٤-۸-۱) و با آزمایش‌های غیرمخرب (مطابق بند ٤-۸-۲) بررسی شود.

۲- برای شرایط ورق آزمایشی به اشکال ٤-۱۰ و ٤-۱۱ مراجعه شود.

۳- برای جوش شیاری بدون پخ‌سازی که عملیات تخلیه جوش از پشت انجام نمی‌شود ضخامت حداکثر ورقی که تأیید صلاحیت می‌شود به ضخامت ورق آزمایشی محدود می‌شود.

٤- تعیین صلاحیت با نمونه جوش شیاری با نفوذ کامل با هر ضخامتی، جوش گوشه با هر ضخامتی و یا جوشی شیاری با نفوذ ناقص با هر ضخامتی را تأیید صلاحیت می‌کند.

۵- تأیید صلاحیت هر قطری از لوله تمام مقاطع جعبه‌ای را با هر پهنا و عمق تأیید صلاحیت می‌کند.

۶- اگر مشخص شده باشد آزمایش ضربه بایستی مطابق با ضمیمه ج انجام گردد.

۷- برای جزییات شیار جهت تأیید صلاحیت اتصالات لبه‌به‌لب و T، K و K شکل اعضای توخالی‌شکل به جدول ٤-۱ مراجعه گردد.

۸- برای الزامات ورق به جدول ٤-۹ مراجعه گردد.

جدول ٤-۲- تعیین صلاحیت WPS- جوش شیاری با نفوذ کامل- تعداد و نوع نمونه‌ها و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-٤)

(ابعاد به اینچ)

۱- آزمایش ورق[۱،۷]

ضخامت اسمی ورق آزمایشی (T) به اینچ	تعداد نمونه‌ها				ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تأیید صلاحیت می‌شود به اینچ[۲،۶]	
	کشش مقطع باریک شده (شکل ٤-١٤)	خمش ریشه (شکل ٤-١٢)	خمش گرده (شکل ٤-١٢)	خمش جانبی (شکل ٤-١٣)	حداقل[۱]	حداکثر
۱/۸ ≤ T ≤ ۳/۸	۲	۲	۲	–	۱/۸	۲T
۳/۸ < T < ۱	۲	–	–	٤	۱/۸	۲T
۱ و بیشتر	۲	–	–	٤	۱/۸	نامحدود

۲- آزمایش لوله یا قوطی[۱،۷]

	اندازه اسمی لوله یا قطر به اینچ	ضخامت اسمی جداره، T به اینچ	تعداد نمونه‌ها[۵]				قطر اسمی[۵] لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود، به اینچ	ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تأیید صلاحیت می‌شود، اینچ[۲،۶]	
			کشش مقطع باریک شده (شکل ٤-١٤)	خمش ریشه (شکل ٤-١٢)	خمش گرده (شکل ٤-١٣)	خمش جانبی (شکل ٤-١٣)		حداقل	حداکثر
لوله‌های آزمایشی با اندازه اجرایی	<۲٤	۱/۸ ≤ T ≤ ۳/۸	۲	۲	۲	–	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	۱/۸	۲T
لوله‌های آزمایشی با اندازه اجرایی	<۲٤	۳/۸ < T < ۳/٤	۲	–	–	٤	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	T/۲	۲T
	≥۲٤	T ≥ ۳/٤	۲	–	–	٤	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	۳/۸	نامحدود

	≥۶۱۰	۱/۸ ≤ T ≤ ۳/۸	۲	۲	۲	-	قطر لوله آزمایشی و بیشتر	۱/۸	۲T
		۳/۸ < T < ۳/٤	۲	-	-	٤	۲٤ و بیشتر	T/۲	۲T
		T ≥ ۳/٤	۲	-	-	٤	۲٤ و بیشتر	۳/۸	نامحدود
لوله‌های آزمایشی استاندارد	۲ اینچ رده ۸۰ یا ۳ اینچ رده ٤۰		۲	۲	۲	-	۳/٤ تا ٤	۱/۸	۳/٤
	٦ اینچ رده ۱۲۰ یا ۸ اینچ رده ۸۰		۲	-	-	٤	٤ و بیشتر	۳/۱٦	نامحدود

۳- آزمایش جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی[۱و۲]

ضخامت اسمی ورق آزمایشی	تعداد نمونه‌ها				ضخامت اسمی ورقی که تأیید صلاحیت می‌شود	
	کشش مقطع باریک شده (شکل ٤-۱٤)	کشش مغز جوش (شکل ٤-۱۸)	خمش جانبی (شکل ٤-۱۳)	آزمایش ضربه	حداقل	حداکثر
T	۲	۱	٤	تذکر ٦	۰/۵ T	۱/۱ T

تذکرات:

۱- تمام جوشها باید بازرسی چشمی شده (مطابق بند ٤-۸-۱) و با آزمایش‌های غیرمخرب (مطابق بند ٤-۸-۲) بررسی شود.

۲- برای شرایط ورق آزمایشی به اشکال ٤-۱۰ و ٤-۱۱ مراجعه شود.

۳- برای جوش شیاری بدون پخ‌سازی که عملیات تخلیه جوش از پشت انجام نمی‌شود ضخامت حداکثر ورقی که تأیید صلاحیت می‌شود به ضخامت ورق آزمایشی محدود می‌شود.

٤- تعیین صلاحیت با نمونه جوش شیاری با نفوذ کامل با هر ضخامتی، جوش گوشه با هر ضخامتی و یا جوشی شیاری با نفوذ ناقص با هر ضخامتی را تأیید صلاحیت می‌کند.

۵- تأیید صلاحیت هر قطری از لوله تمام مقاطع جمعه‌ای را با هر پهنا و عمق تأیید صلاحیت می‌کند.

٦- اگر مشخص شده باشد آزمایش ضربه بایستی مطابق با ضمیمه ج انجام گردد.

۷- برای جزییات شیار جهت تأیید صلاحیت اتصالات لب‌به‌لب و T،K،Y شکل اعضای قوطی‌شکل به جدول ٤-۱ مراجعه گردد.

۸- برای الزامات ورق به جدول ٤-۹ مراجعه گردد.

جدول ٤-٣- تعیین صلاحیت WPS- جوش شیاری با نفوذ نسبی- تعداد و نوع نمونه‌ها و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت شود (بند ٤-١٠)

ضخامت شیار آزمایشی، T به اینچ (میلی‌متر)	تعداد نمونه‌ها[۱و۲]					حدود تائید صلاحیت [۳و٤]		
	آزمایش مقطع عرضی جوش با اندازه (E) ٤-١٠-٢ ٤-١٠-٣ ٤-١٠-٤	آزمایش کشش مقطع باریک شده (شکل ٤-١٤)	آزمایش خمش ریشه (شکل ٤-١٢)	آزمایش خمش گرده (شکل ٤-١٢)	آزمایش خمش جانبی (شکل ٤-١٣)	ضخامت نسبی ورق، لوله، فوطی به اینچ، (میلی‌متر)		ضخامت شیار
						حداقل	حداکثر	
۱/۸ ≤ T ≤ ۳/۸ (۳ ≤ T ≤ ۱۰)	۳	۲	۲	۲	–	۱/۸ (۳)	۲T	T
۳/۸ ≤ T ≤ ۱ (۱۰ ≤ T ≤ ۲۵)	۳	۲	–	–	٤	۱/۸ (۳)	نامحدود	T

تذکرات:

۱- یک نمونه ورق آزمایشی برای هر وضعیتی لازم است. (مراجعه به اشکال ٤-١٠ و ٤-١١ برای آزمایش ورق). از جزییات شیار مطابق اتصال جوش شیاری بانفوذ نسبی اصلی جهت تأیید صلاحیت استفاده شود. تمام نمونه‌های ورق، لوله یا فوطی بایستی مورد بازرسی چشمی قرار گیرند (مراجعه به بند ٤-٨-١)

۲- اگر جوش شیاری با نفوذ نسبی با جزییات شیار پخ‌دار یا نیم‌لاکه‌ای در اتصال سه‌پری استفاده می‌گردد و یا جزییات شیار پخ دوطرفه و یا نیم‌لاکه‌ای دوطرفه در اتصال کنج استفاده می‌شود، از یک ورق محدودکننده موقت جهت شبیه‌سازی اتصال سه‌پری استفاده گردد.

۳- الزامات قطر لوله جهت تأیید صلاحیت در جدول ٤-٢ ارایه شده‌است.

٤- تأیید صلاحیت هر نوع جوش شیاری با نفوذ نسبی هر نوع جوش گوشه با هر اندازه‌ای در هر ضخامتی را تأیید صلاحیت می‌کند.

جدول ٤-٤- تعیین صلاحیت WPS- جوش گوشه- تعداد و نوع نمونه‌ها و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-١١-١)

نمونه آزمایشی	اندازه جوش گوشه	تعداد جوش‌ها در WPS	نمونه‌های آزمایشی مورد نیاز			اندازه‌هایی که تعیین صلاحیت می‌شود	
			نمونه آزمایش مشاهده مقطع عرضی (٤-١١-١) (٤-٨-٤)	آزمایش کشش مغز جوش (شکل ٤-١٨)	آزمایش خمش جانبی (شکل ٤-١٣)	ضخامت ورق/ لوله	اندازه جوش گوشه
ورق آزمایشی [٢] (شکل ٤-١٩)	تک عبوره، حداکثر اندازه‌ای که در ساخت استفاده می‌شود	یک نمونه در هر وضعیت	٣	-	-	نامحدود	حداکثر تک عبوره آزمایشی و کوچکتر
	چند عبوره، حداقل اندازه‌ای که در ساخت استفاده می‌شود	یک نمونه در هر وضعیت	٣	-	-	نامحدود	حداقل چندعبوره آزمایشی و بزرگتر
لوله آزمایشی [٢] شکل (٤-٢٠)	تک عبوره، حداکثر اندازه‌ای که در ساخت استفاده می‌شود	یک نمونه در هر وضعیت (جدول ٤-١)	٣ (به‌جز برای 4F و 5F که ٤ نمونه لازم است)	-	-	نامحدود	حداکثر تک عبوره آزمایشی و کوچکتر
	چند عبوره، حداقل اندازه‌ای که در ساخت استفاده می‌شود	یک نمونه در هر وضعیت (جدول ٤-١)	٣ (به‌جز برای 4F و 5F که ٤ نمونه لازم است)	-	-	نامحدود	حداقل چند عبوره آزمایشی و بزرگتر
نمونه شیاری [٣] (شکل ٤-٢٣)	-	یک نمونه در وضعیت 1G	-	١	٢	مواد مصرفی جوشکاری در آزمایش سه‌پری بالا را تأیید صلاحیت می‌کند	

تذکرات:

١- حداقل ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود ١/٨ اینچ (٣ میلی‌متر) است.

٢- تمام جوش‌ها باید مطابق ٤-٨-١ بازرسی چشمی شود.

٣- جهت تأیید صلاحیت قطر لوله به جدول ٤-٢ (٢) مراجعه گردد.

٤- اگر فلز جوش مصرفی مطابق الزامات بخش ٣ در وضعیت پیش‌تأیید نباشد و یک WPS با همان فلز جوش قبلاً توسط پیمانکار مطابق بندهای ٤-٩ یا ٤-١٠-١ ارایه نگردیده است، یک نمونه آزمایش ورق با جوش شیاری با نفوذ کامل بایستی مطابق بند ٤-٩ تأیید صلاحیت گردد.

جدول ٤-٥- متغیرهای اساسی PQR برای روش‌های جوشکاری SMAW، SAW، GMAW، FCAW و GTAW که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS می‌باشد (بند ٤-٧-١)

متغیرهای اساسی PQR که تغییر در آن‌ها، نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS است	روش جوشکاری[1]				
	قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار SMAW	جوش زیرپودری SAW	قوس الکتریکی با گاز محافظ GMAW	جوش توپودری FCAW	جوش الکترود تنگستنی GTAW
فلز پرکننده					
۱- افزایش مقاومت فلز پرکننده	X		X	X	
۲- تغییر از الکترود با هیدروژن پایین به الکترود در روش SMAW به غیر از هیدروژن پایین	X				
۳- تغییر از یک طبقه الکترود و یا پودر به طبقه دیگری از الکترود و یا پودر		X (تذکر ۲)			X
٤- تغییر از یک طبقه الکترود و یا پودر که در آیین‌نامه ذکر نشده است	ANSI/AWS A5.5 یا A5.1	ANSI/AWS A5.23 یا A5.17	ANSI/AWS A5.28 یا A5.18	ANSI/AWS A5.29 یا A5.20	ANSI/AWS A5.28 یا A5.18
٥- اضافه یا حذف فلز پرکننده					X
٦- تغییر از سیم جوش سرد به سیم جوش گرم و برعکس					X
۷- اضافه یا حذف پودر فلز جایگزین یا سیم جوش		X			
۸- افزایش مقدار پودر فلز جایگزین یا سیم‌جوش		X			
۹- اگر مقدار آلیاژ فلز جوش بستگی زیادی به پودر فلزپرکننده دارد، هر تغییری در WPS که ایجاد تغییر مهم در عناصر آلیاژی فلز جوش کند، که با الزامات شیمیایی WPS تطابق نداشته باشد.		X			X

الکترود					
۱۰- تغییر در اندازه اسمی قطر الکترود به میزان:	بزرگتر از ۱/۳۲ اینچ افزایش	هرگونه افزایش (تذکر ۳)	هرگونه افزایش یا کاهش	هرگونه افزایش	افزایش یا کاهش بیش از ۱/۱۶ اینچ
۱۱- تغییر در تعداد الکترود		X	X	X	
۱۲- تغییر در نوع الکترود تنگستنی مطابق ANSI/AWS A5.12					X
متغیرهای الکتریکی					
۱۳- تغییر در آمپر برای هر قطر الکترود مصرفی	به میزانی که توسط سازنده الکترود پیشنهاد نشده است	افزایش یا کاهش بیش از ۱۰ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۱۰ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۱۰ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۲۵ درصد
۱۴- تغییر در نوع جریان (AC یا DC) یا قطبیت و یا نوع انتقال (فقط در روش GMAW)		فقط زمانی‌که پودر آلیاژی یا مواد تحت عملیات حرارتی استفاده شود	X	X	
۱۵- تغییر در ولتاژ برای هر قطر الکترود مصرفی	به میزانی که توسط سازنده الکترود پیشنهاد نشده است	افزایش یا کاهش بیش از ۷ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۷ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۷ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۲۵ درصد
۱۶- افزایش در سرعت حرکت سیم جوش برای هر قطری (اگر مقدار آمپر کنترل نشود)		افزایش بیش از ۱۰ درصد	افزایش بیش از ۱۰ درصد	افزایش بیش از ۱۰ درصد	
۱۷- تغییر در سرعت حرکت (مگر آن‌که کنترل حرارت ورودی لازم باشد)		افزایش یا کاهش بیش از ۱۵ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۲۵ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۲۵ درصد	افزایش یا کاهش بیش از ۵۰ درصد
۱۸- هر افزایش در میزان حرارت ورودی (تذکر ۵)	افزایش بیش از ۱۰ درصد	افزایش بیش از ۱۰ درصد	افزایش بیش از ۱۰ درصد	افزایش بیش از ۱۰ درصد	هر تغییری (وقتی‌که آزمایش ضربه لازم باشد)

جدول ٤-٥- متغیرهای اساسی PQR برای روش‌های جوشکاری SMAW، SAW، GMAW، FCAW و GTAW که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS می‌باشد (بند ٤-٧-١)

متغیرهای اساسی PQR که تغییر در آن‌ها، نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS است	روش جوشکاری[1]				
	قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار SMAW	جوش زیرپودری SAW	قوس الکتریکی با گاز محافظ GMAW	جوش توپودری FCAW	جوش الکترود تنگستنی GTAW
گاز محافظ					
۱۹- تغییر در گاز محافظ از یک گاز به گاز دیگر یا ترکیب گازها یا تغییر میزان درصد ترکیب گازها و یا به حالت بدون گاز			X	X	X
۲۰- تغییر در میزان جریان گاز			افزایش بیش از ۲۵٪ یا کاهش بیش از ۱۰٪	افزایش بیش از ۲۰٪ یا کاهش بیش از ۱۰٪	افزایش بیش از ۲۵٪ کاهش بیش از ۵۰٪
۲۱- تغییر در گاز محافظ که در آیین‌نامه ذکر نشده‌است:			ANSI/AWS A5.28 یا A5.18	ANSI/AWS A5.29 یا A5.20	
متغیرهای روش SAW					
۲۲- تغییر بیش از ۱۰ درصد یا ۱/۸ اینچ، هرکدام بزرگتر است در فاصله طولی بین قوس‌ها		X			
۲۳- تغییر بیش از ۱۰ درصد یا ۱/۸ اینچ، هرکدام بزرگتر است در فاصله عرضی بین قوس‌ها		X			
۲٤- افزایش و یا کاهش بیش از ۱۰ درجه در زاویه چرخشی هر یک از الکترودهای موازی		X			

۲۵- برای روش جوشکاری زیرپودری خودکار؛ افزایش و یا کاهش بیش از ۳ درجه در زاویه الکترود		x			
۲۶- برای روش جوشکاری زیر پودری خودکار؛ افزایش و یا کاهش بیش از ۵ درجه از خط عمود بر مسیر حرکت		x			
متغیرهای عمومی					
۲۷- افزایش و یا کاهش بیش از ۲۵٪ در تعداد عبورها در سطح مقطع جوش	x	x	x	x	x
۲۸- تغییر در وضعیتی که مطابق جدول ٤-۱ تعیین صلاحیت نشده است	x	x	x	x	
۲۹- تغییر در قطر یا ضخامت که مطابق جدول ٤-۲ تعیین صلاحیت نشده است	x	x	x	x	x
۳۰- تغییر در فلز پایه و یا ترکیب فلزات پایه که در PQR نیامده و یا مطابق جدول ٤-۷ تعیین صلاحیت نشده است	x	x	x	x	x
۳۱- جوشکاری عمودی. در هر عبور از بالا به پایین یا برعکس	x		x	x	x
۳۲- تغییر در نوع پخ (مثلاً از ۷ شکل به X). تعیین صلاحیت با هر نوع جوش شیاری CJP، هر نوع دیگری از پخ‌های مربوط به الزامات ۳-۱۲ یا ۳-۱۳ را تعیین صلاحیت می‌کند.	x	x	x	x	x
۳۳- تغییر از یک نوع پخ به حالت بدون پخ و یا برعکس	x	x	x	x	x

جدول ٤-٥- متغیرهای اساسی PQR برای روش‌های جوشکاری SMAW، SAW، GMAW، FCAW و GTAW که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS می‌باشد (بند ٤-٧-١)

متغیرهای اساسی PQR که تغییر در آن‌ها، نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS است	روش جوشکاری[1]				
	قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار SMAW	جوش زیرپودری SAW	قوس الکتریکی با گاز محافظ GMAW	جوش توپودری FCAW	جوش الکترود تنگستنی GTAW
۳٤- تغییر بیش از حد رواداری‌های ۳-۱۵ و ۳-۱٦ و ۳-۱٦-٤ و ۵-۲۵-٤-۱ و ۵-۲۲ و ٤-۲ شامل: الف) کاهش زاویه پخ ب) افزایش در پیشانی ج) کاهش شکاف ریشه	X	X	X	X	X
۳۵- حذف ورق پشت‌بند یا عملیات تخلیه جوش از پشت	X	X	X	X	X
۳٦- کاهش در میزان حرارت پیشگرمایش (تذکر ۷)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۲۵° F، (۱۳/۹° C)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۱۰۰° F (۵۵° C)
۳۷- افزایش در میزان حرارت بین عبورهای جوشکاری (تذکر ۷)					<۱۰۰° F (۵۵° C) اگر آزمایش ضربه لازم باشد
۳۸- کاهش در میزان حرارت بین عبورهای جوشکاری (تذکر ۷)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۲۵° F (۱۳/۹° C)	<۱۰۰° F (۵۵° C)
۳۹- اضافه یا حذف عملیات حرارتی بعد از جوشکاری	X	X	X	X	X

تذکرات:

۱- علامت X نشان‌دهنده کاربرد برای هر روش می‌باشد و جدول خالی نشان‌دهنده غیرقابل کاربرد بودن برای هر روش جوشکاری است.

۲- تغییری که منجر به کاهش سطح مقاومتی فلز پرکننده می‌شود، مجاز بوده و نیازی به تأیید صلاحیت مجدد WPS نیست.

۳- برای WPS هایی که از پودر آلیاژی استفاده می‌کنند هر کاهش یا افزایش قطر الکترود نیازمند تأیید صلاحیت مجدد WPS می‌باشد.

٤- محدوده سرعت حرکت جوشکاری برای تمام اندازه‌های جوش‌های گوشه می‌تواند با آزمایش تأیید صلاحیت بزرگترین بعد جوش گوشه تک‌عبوره و کوچکترین بعد جوش گوشه چندعبوره تعیین گردد.

۵- این متغیر اساسی فقط در صورتی که کنترل حرارت ورودی یک الزام در مدارک قرارداد باشد، کاربرد دارد. میزان حرارت ورودی به کیلوژول بر اینچ به صورت $60EI/V$ محاسبه می‌گردد که: E = ولتاژ در POR $\quad$ I = آمپراژ در PQR $\quad$ V = سرعت حرکت جوشکاری در PQR

٦- اگر سطح مقطع شیار جوش اجرایی با سطح مقطع شیار جوش در نمونه PQR متفاوت می‌باشد، تغییر در تعداد عبور PQR به نسبت سطح مقطع شیار بدون نیاز به تأیید صلاحیت مجدد WPS مجاز می‌باشد.

۷- میزان درجه حرارت پیشگرمایش و یا بین عبورهای اجرایی می‌تواند کمتر از دمای متناظر در PQR باشد به شرط آنکه موارد بند ۵-٦ و جدول ۳-۲ تأمین گردد. ولی در صورتی که جوشکاری به صورت غیرپیوسته صورت گیرد، درجه حرارت فلز پایه نبایستی از درجه حرارت در PQR کمتر باشد.

جدول ٤-٦- متغیرهای اساسی PQR برای روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS می‌باشد. (بند ٤-٧-٢)

متغیرهای اساسی PQR که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS است	تأیید صلاحیت مجدد با آزمایش WPS	تأیید صلاحیت مجدد با آزمایش پرتونگاری یا ماوراء صوت
فلز پرکننده		
۱- یک تغییر "مشخص" در ترکیب شیمیایی فلز پرکننده یا فلز هادی	X	
کفشک‌های قالب (ثابت یا متحرک)		
۲- تغییر از فلزی به غیرفلزی یا برعکس		X
۳- تغییر از نوع ذربی به غیرذربی یا برعکس		X
٤- کاهش بیشتر از ۲۵ درصد در هر اندازه مقطع عرضی یا سطح کفشک‌های غیرذربی سخت		X
٥- تغییر طراحی از غیرذربی سخت به نوع آب خنک‌شونده یا برعکس	X	
نوسان فلز پرکننده		
٦- تغییر در سرعت انتقال نوسانی بیشتر از ۱۰ipm (٤/۲ mm/s)		X
۷- تغییر در زمان سکون انتقال نوسانی بیشتر از ۲ ثانیه (مگر آنکه برای جبران تغییرات شکافت ریشه اتصال لازم باشد)		X
۸- تغییر در طول انتقال نوسانی که بیشتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) در نزدیکی بین فلز پرکننده و کفشک‌های قالب تأثیرگذار باشد.		X
مکمل‌های فلز پرکننده		
۹- تغییر بیشتر از ۳۰ درصد در سطح مقطع مغزهٔ فلز هادی	X	
۱۰- تغییر در سیستم پودر، به عنوان مثال مغزی، الکترود مغناطیسی، خارجی و غیره	X	
۱۱- تغییر در ترکیب شیمیایی پودر و نیز پوشش هادی مصرفی	X	
۱۲- تغییر بیشتر از ۳۰ درصد دربار پودر		X
قطر الکترود/ فلز پرکننده		
۱۳- افزایش و یا کاهش بیشتر از ۱/۳۲ اینچ (۰/۸ میلی‌متر) در قطر الکترود		X
١٤- تغییر در تعداد سیم‌جوش‌های مورد استفاده	X	
آمپراژ		
۱۵- افزایش و یا کاهش بیشتر از ۲۰ درصد در آمپراژ	X	
١٦- تغییر در نوع جریان (AC یا DC) یا قطبیت		X
ولتاژ		
۱۷- افزایش و یا کاهش بیشتر از ده درصد در ولتاژ		X

ادامهٔ جدول ٤-٦- متغیرهای اساسی PQR برای روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS می‌باشد. (بند ٤-٧-٢)

متغیرهای اساسی PQR که تغییر در آن‌ها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد WPS است	تأیید صلاحیت مجدد با آزمایش WPS	تأیید صلاحیت مجدد با آزمایش پرتونگاری یا ماوراء صوت
مشخصه‌های روند جوشکاری		
۱۸- تغییر به ترکیب با هر یک از روش‌های جوشکاری دیگر	X	
۱۹- تغییر از تک عبوره به چندعبوره و برعکس	X	
۲۰- تغییر از جریان ثابت به ولتاژ ثابت و برعکس		X
سرعت تغذیه الکترود		
۲۱- افزایش یا کاهش بیشتر از ٤٠ درصد در سرعت تغذیه الکترود	X	
سرعت حرکت جوشکاری		
۲۲- افزایش یا کاهش بیشتر از ۲۰ درصد در سرعت حرکت جوشکاری (اگر به صورت خودکار نباشد، به‌جز در مواردیکه جهت جبران تغییرات شکافت ریشه اتصال لازم باشد)		X
محافظ الکترود (فقط روش EGW)		
۲۳- تغییر در ترکیب هر یک از گازهای محافظ بیشتر از ٥ درصد جریان کل	X	
۲٤- افزایش و یا کاهش بیشتر از ۲٥ درصد در نرخ جریان گاز محافظ کل		X
وضعیت جوشکاری		
۲٥- تغییر بیشتر از ۱۰ درجه در وضعیت عمودی		X
نوع شیار		
۲٦- افزایش سطح مقطع عرضی (برای شیارهای پخ‌دار)	X	
۲۷- کاهش سطح مقطع عرضی (برای شیارهای پخ‌دار)		X
۲۸- تغییر در ضخامت اتصال PQR خارج از محدوده ۰/٥T-۱/۱T	X	
۲۹- افزایش و یا کاهش بیشتر از ۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر) در شکاف ریشه اتصال با شیار بدون پخ		X
عملیات حرارتی بعد از جوشکاری		
۳۰- تغییر در عملیات حرارتی	X	

تذکرات:

۱- علامت "X" نشان‌دهنده کاربرد برای تأیید صلاحیت مجدد می‌باشد. بلوک‌های خالی نشان‌دهنده عدم کاربرد است.

۲- آزمایش بایستی مطابق با فصل ٦، بخش‌های ث یا ج، هرکدام کاربرد دارند، انجام شود.

جدول ٤-۷- فولادهای جدول ۳-۱ و ضمیمه شش که با PQR فولادهای نظیر تأیید صلاحیت می‌شوند (بند ٤-۷-۳)

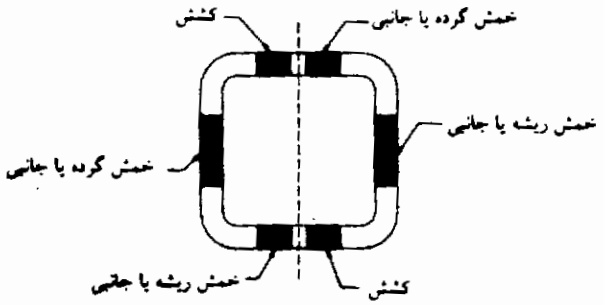
ورق پایه در PQR (تذکر ۱)	ترکیب‌های ورق پایه در WPS که توسط PQR مجاز شناخته می‌شود
هر فولادی در گروه I با هر فولادی در گروه I	هر فولادی در گروه I با هر فولاد دیگر در گروه I
هر فولادی در گروه II با هر فولاد دیگر در گروه II	هر فولادی در گروه I با هر فولاد دیگر در گروه I
	هر فولادی در گروه II با هر فولاد دیگر در گروه I
	هر فولادی در گروه II با هر فولاد دیگر در گروه II
هر فولاد مشخص در گروه III یا ضمیمه شش با هر فولادی در گروه I	همان فولاد مشخص در گروه III یا ضمیمه شش آزمایش شده، با هر فولادی در گروه I
هر فولاد مشخص در گروه III یا ضمیمه شش با هر فولاد در گروه II	همان فولاد مشخص در گروه III یا ضمیمه شش آزمایش شده، با هر فولادی در گروه I یا II
هر فولادی در گروه III با خودش و یا هر فولاد دیگری در گروه III یا هر فولادی در ضمیمه شش با خودش یا هر فولاد دیگری در ضمیمه شش	فولادهایی که از نظر رده، نوع و حداقل مقاومت تسلیم مشابه فولادهای مشخص‌شده در PQR (تذکر ۲)
هر ترکیبی از فولاد گروه III و ضمیمه شش	فقط همان ترکیب مشخص فولادی که در PQR مشخص شده‌است (تذکر ۲)
هر ترکیبی از فولاد غیرفهرست شده با هر فولاد جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش	فقط همان ترکیب مشخص فولادی که در PQR مشخص شده‌است

تذکرات:

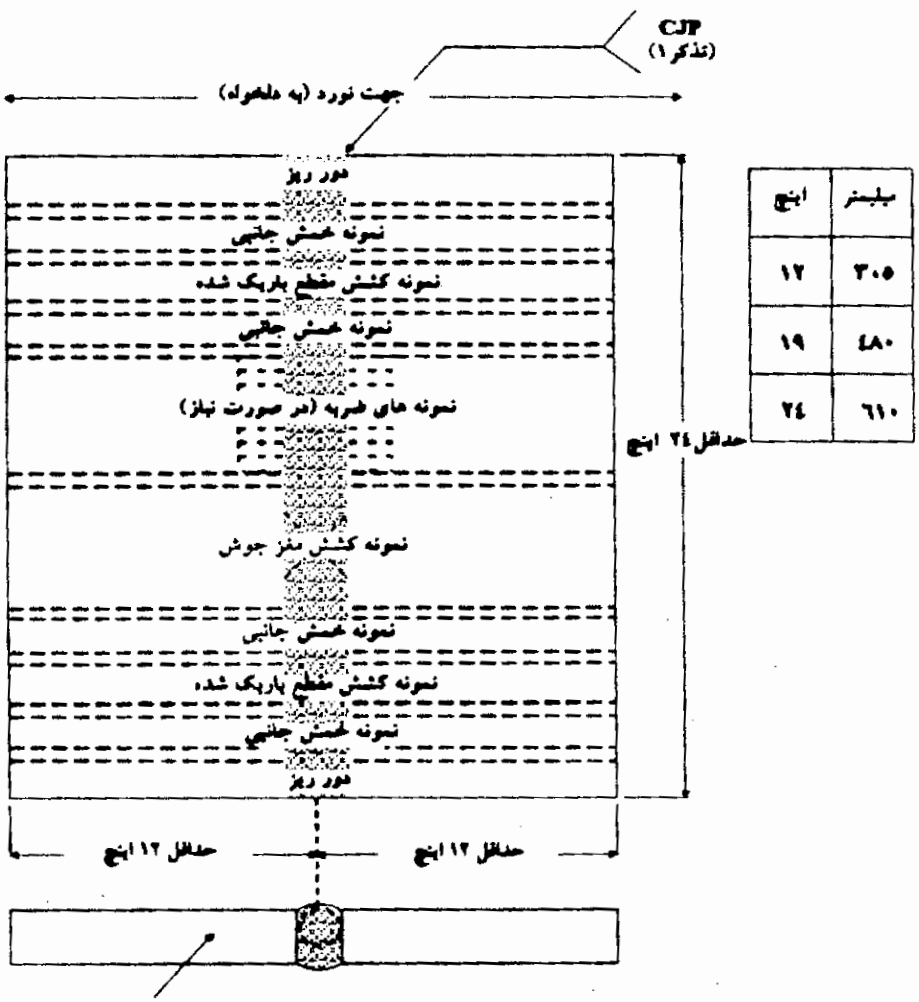
۱- گروه‌های I تا III در جدول ۳-۱ موجودند.

۲- کاهش در مقاومت تسلیم با افزایش ضخامت که توسط آیین‌نامه طراحی سازه‌های فولادی مجاز دانسته شده باشد.

شکل ٤-۷- موقعیت تهیه نمونه آزمایشی از مقاطع لوله‌ای جوشی (بند ٤-۸)



شکل ٤-٨- موقعیت تهیه نمونه آزمایشی از مقاطع جمبه‌ای جوشی (بند ٤-٨)

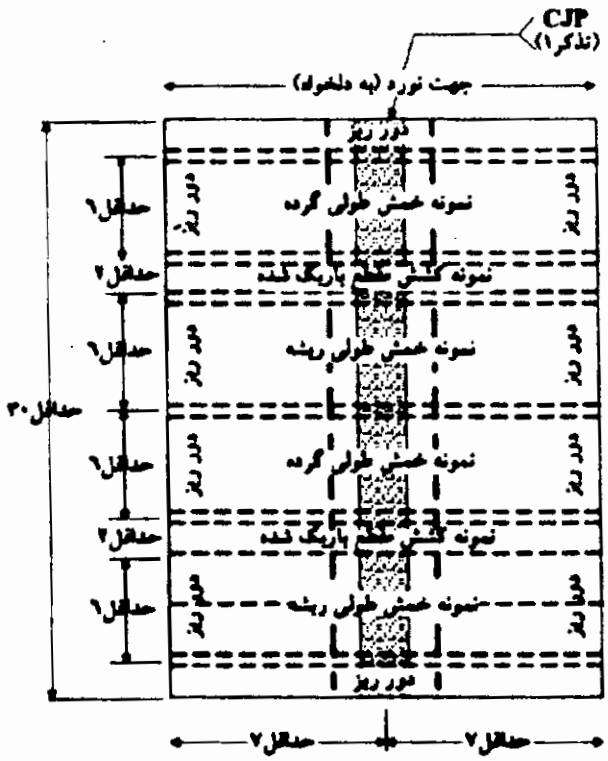


تذکرات:

۱- ساختار شیار نشان داده شده فقط برای نمایش است. ساختار شیار مورد آزمایش بایستی مطابق با ساختار شیار تأیید صلاحیت شده باشد.

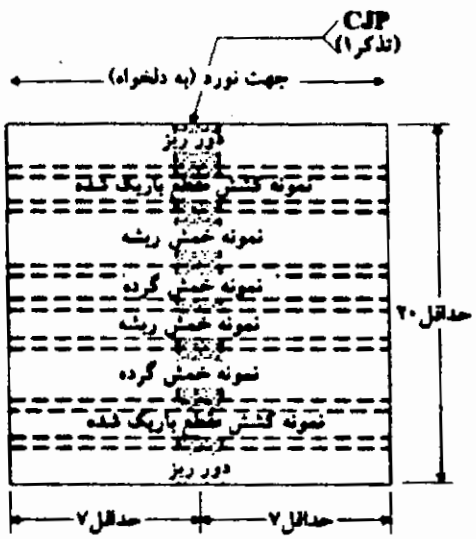
۲- در صورتی که نمونه‌های آزمایش ضربه لازم باشد به ضمیمه ج مراجعه شود.

شکل ٤-۹- موقعیت تهیه نمونه‌های آزمایشی از ورق‌های جوشی آزمایشی- روش جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی- تأیید صلاحیت WPS (بند ٤-٨)



۱) نمونه های خمش طولی

اینچ	۴	۶	۷	۲۰	۳۰
میلیمتر	۵۰	۱۵۰	۱۸۰	۵۱۰	۷۶۰



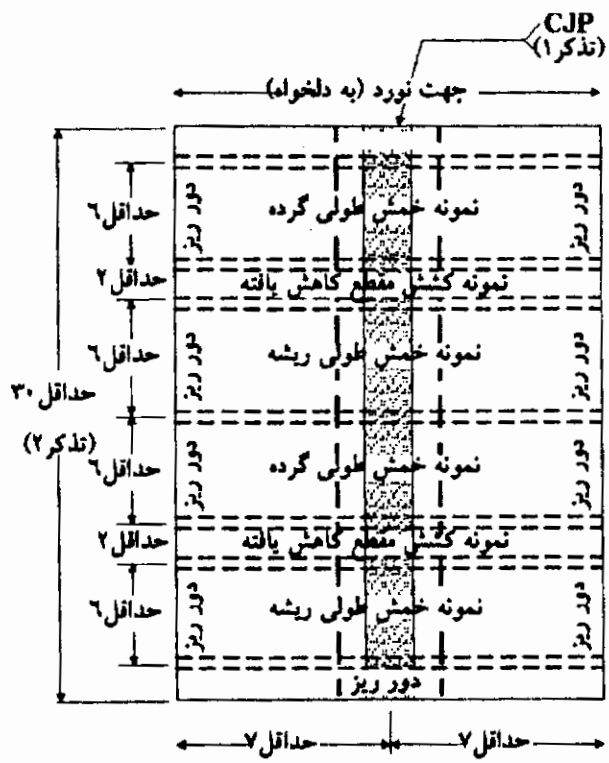
۲) نمونه های خمش عرضی

تذکرات:

۱- ساختار شیار نشان داده شده، فقط برای نمایش است. ساختار شیار مورد آزمایش بایستی مطابق با ساختار شیار تحت تأیید صلاحیت باشد.

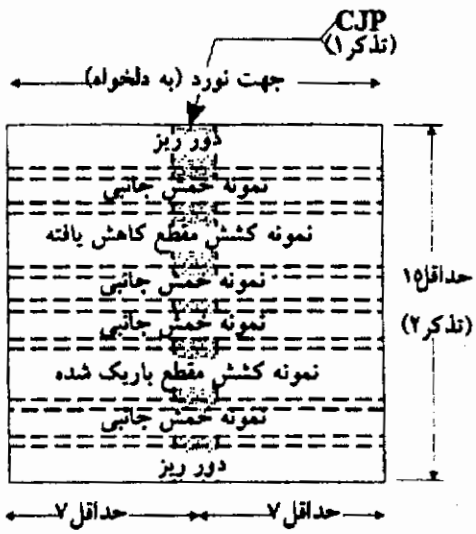
۲- در صورت نیاز به انجام آزمایش ضربه براساس مدارک قرارداد و یا مشخصات فنی، از نمونه بلندتر می‌توان استفاده نمود. نمونه‌های ضربه بایستی از وسط طول نمونه جوشی تهیه شود.

شکل ٤-۱۰ تعیین صلاحیت WPS- موقعیت نمونه‌های ورق آزمایشی روی ورق‌های با ضخامت بیشتر از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) (بند ٤-۸)

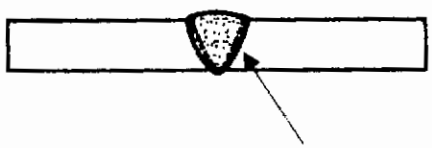


۱)نمونه های خمش طولی

اینچ	۲	۶	۷	۱۵	۳۰
میلیمتر	۵۰	۱۵۰	۱۸۰	۳۸۰	۷۶۰



۲)نمونه های خمش عرضی

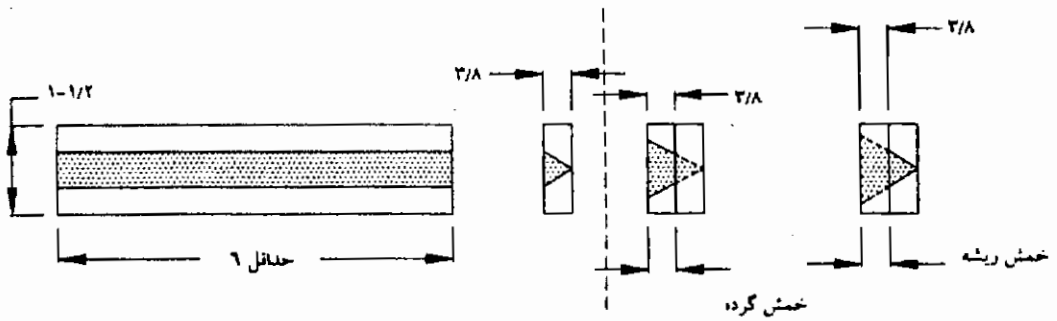


تذکرات:

۱- ساختار شیار نشان داده شده فقط جهت نمایش است. ساختار شیاری که مورد آزمایش قرار می‌گیرد، بایستی مطابق با ساختار اتصالی که تأیید صلاحیت می‌شود باشد.

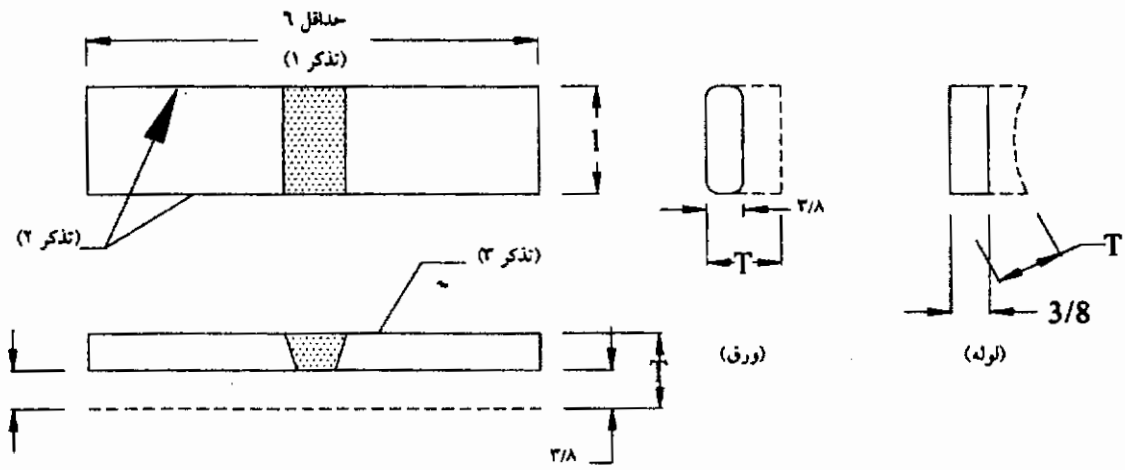
۲- در صورت نیاز به انجام آزمایش ضربه براساس مدارک قرارداد و یا مشخصات فنی، از نمونه بلندتر می‌توان استفاده نمود. نمونه‌های ضربه بایستی از وسط طول نمونه جوشی تهیه شود.

شکل ٤-۱۱- تعیین صلاحیت WPS- موقعیت نمونه‌های ورق آزمایشی روی ورق‌های با ضخامت ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) و کمتر (بند ٤-۸)



ورق آزمایش ضخیمتر از ۳/۸ اینچ — ورق آزمایش با ضخامت ۳/۸ اینچ

۱) نمونهٔ خمش طولی



(۲) نمونه خمش گرده

تذکرات:

۱- اگر از دستگاه چرخشی استفاده می‌گردد و یا وقتی مقاومت جاری‌شدن نمونه فولادی Ksi ۹۰ (Mpa ۶۲۰) یا بیشتر باشد، طول نمونه آزمایشی می‌تواند بلندتر باشد.

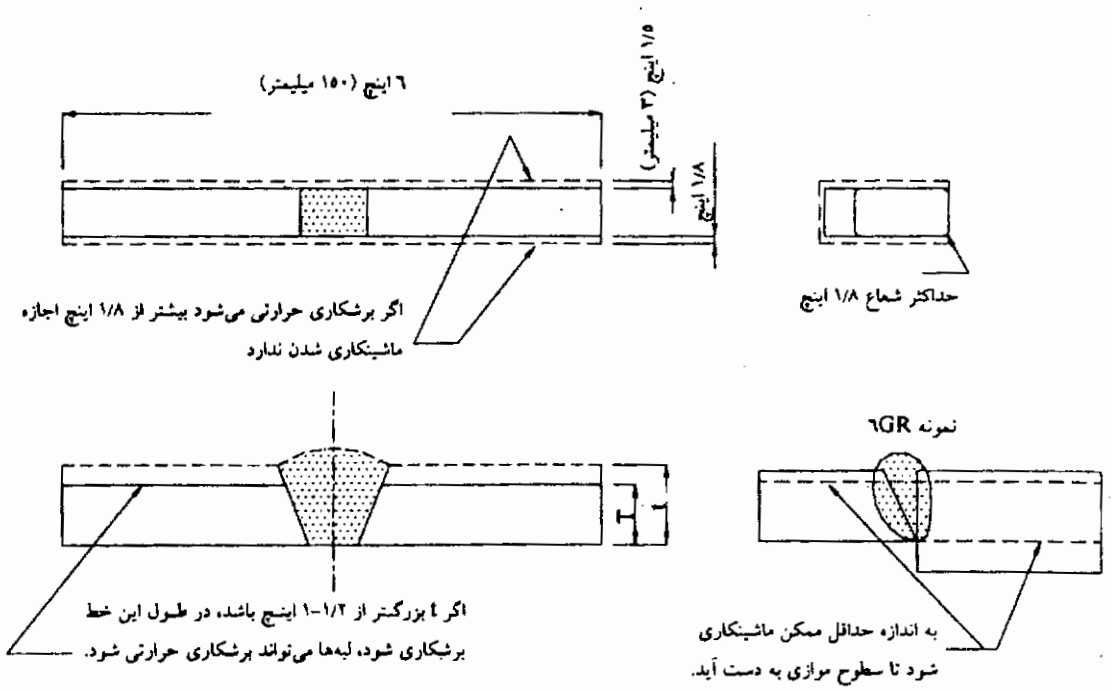
۲- این لبه‌ها می‌تواند با برش حرارتی انجام شده و ماشینکاری شده و یا ماشینکاری نشود.

۳- در صورت وجود گرده جوش و یا پشت بند بایستی تا سطح نمونه آزمایشی ماشینکاری گردد (بندهای ۵-۲۴-۴-۱ و ۵-۲۴-۴-۲)

۴- T = ضخامت ورق یا لوله

۵- اگر ضخامت نمونه ورق آزمایشی کمتر از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) است، برای نمونه‌های خمش گرده و ریشه از ضخامت اسمی استفاده گردد.

شکل ۴-۱۲- نمونه‌های خمش گرده و ریشه جوش (بند ۴-۸-۳-۱)



T میلیمتر	t میلیمتر
t	۳۸ تا ۱۰
(تذکر ۲)	>۳۸

T اینچ	t اینچ
t	۱/۲-۱ تا ۳/۸
(تذکر ۲)	>۱-۱/۲

تذکرات:

۱- اگر از دستگاه خمش چرخشی استفاده می‌گردد و یا مقاومت جاری شدن فولادی ۹۰ Ksi (۶۲۰ Mpa) یا بیشتر باشد، طول نمونه می‌تواند بلندتر باشد.

۲- برای ورق‌های با ضخامت بیشتر از ۱ ۱/۲ اینچ (۳۸ میلی‌متر)، نمونه را به نوارهای تقریبا مساوی با ضخامت بین ۳/۴ اینچ (۲۰ میلی‌متر) و ۱ ۱/۲ اینچ برش داده و هر نوار را آزمایش کنید.

۳- T = ضخامت ورق یا لوله

شکل ٤-۱۳- نمونه آزمایش خمش جانبی جوش (بند ٤-۸-۳-۱)

٤-۸-۳-۲- نمونه‌های خمش طولی. وقتی که از ترکیب مواد با خواص مکانیکی متفاوت استفاده شود، مانند تغییر بین دو فلز پایه و یا فلز جوش و فلز پایه، می‌توان از نمونه‌های خمش طولی (گرده و ریشه) به جای نمونه‌های خمش عرضی گرده و ریشه استفاده کرد.

نمونه جوشی باید مطابق بند ٤-٨-٢ مونتاژ شده و مطابق بند شکل‌های ٤-١٠ یا ٤-١١ بریده شود و مطابق شکل ٤-١٢ آماده‌سازی شود.

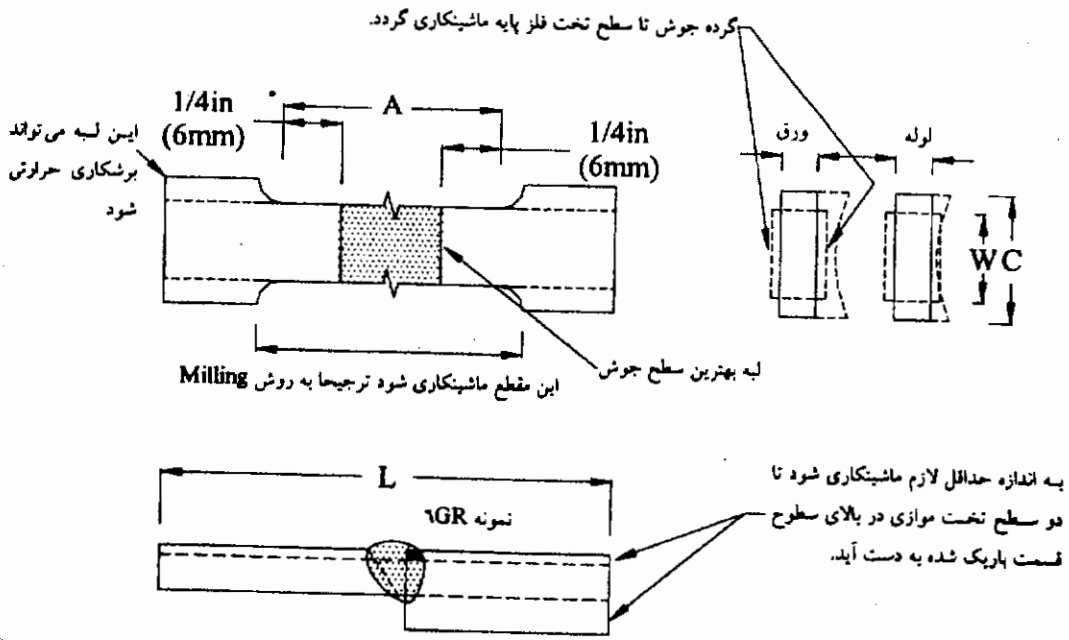
٤-٨-٣-٣- حد قبولی آزمایش‌های خمش. سطح محدب نمونه آزمایش خمش باید از نظر عدم پیوستگی‌های سطحی مورد بازرسی چشمی قرار بگیرد. برای قبولی، سطح جوش نباید شامل هیچ یک از عدم پیوستگی‌های زیر باشد:

١- ١/٨ اینچ (٣ میلی‌متر) از هر جهتی روی گرده.

٢- ٣/٨ اینچ (١٠ میلی‌متر) مجموع تمام عدم پیوستگی‌هایی که از ١/٣٢ اینچ (١ میلی‌متر) بزرگ‌تر و کوچک‌تر یا مساوی ١/٨ اینچ (٣ میلی‌متر) باشد.

٣- ١/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) حداکثر ترک‌های گوشه، به جز در مواردی که ترک گوشه ناشی از گل جوش، یا عدم ذوب و یا عدم نفوذ قابل رؤیت باشد، که در این صورت باید حداکثر ١/٨ اینچ (٣ میلی‌متر) باشد.

نمونه‌هایی که دارای ترک‌های گوشه بیش از ١/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) هستند که ناشی از گل جوش، عدم ذوب و یا سایر انواع عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم نفوذ، نمی‌باشد، باید مردود شناخته و یک نمونه دیگر از قطعه جوش اصلی باید مورد آزمایش قرار بگیرد.



شکل ٤-١٤- نمونه آزمایش کشش مقطع باریک شده (بند ٤-٨-٣-٤)

اندازه‌ها به اینچ					
	نمونه آزمایش ورق			نمونه آزمایش لوله	
	$T_p \le 1$	$1 < T_p < 1-1/2$	$T_p \ge 1-1/2$	قطر ۲و۳	قطر ٦ یا ۸ یا بزرگ‌تر
A - طول ناحیه باریک‌شده	بزرگ‌ترین پهنای سطح جوش بعلاوه ۱/۲ و حداقل ۱/٤-۲			بزرگ‌ترین پهنای سطح جوش بعلاوه ۱/۲ و حداقل ۱/٤-۲	
L - طول کل حداقل (تذکر ۲)	متناسب با دستگاه آزمایش			متناسب با دستگاه آزمایش	
W - پنهای ناحیه باریک شده	حداقل ۳/٤			۱/۲ ± ۰/۰۱	حداقل ۳/٤
C- پهنای مقطع فک کششی (تذکر ٤ و ٥)	حداقل ۱/۲ + W			حداقل ۱/۲ + W	
t - ضخامت نمونه (تذکر ٦ و ۷)	T_P	T_P	T_P/n (تذکر ۷)	حداکثر ممکن با صفحات موازی با طول A	
r - شعاع کنج حداقل	۱/۲			۱	

تذکرات:

۱- T_P = *ضخامت اسمی ورق*

۲- *اگر ممکن باشد مطلوب آن است که طول ناحیه درگیر به اندازه کافی بزرگ باشد تا اجازه دهد نمونه در فک‌های دستگاه به اندازه دو سوم یا بیشتر ادامه پیدا کند.*

۳- *عرض دو انتهای ناحیه باریک‌شده نباید بیشتر از ۰/۰۰٤ اینچ نسبت به یکدیگر تفاوت داشته باشند. همچنین یک کاهش پهنای تدریجی از دو انتها به وسط می‌تواند وجود داشته باشد، اما پهنای دو انتها نبایستی بیش از ۰/۰۱۵اینچ بزرگ‌تر از پهنای وسط مقطع باشد.*

٤- *در صورت لزوم پهنای باریک‌تر از (C,W) می‌تواند استفاده شود.*

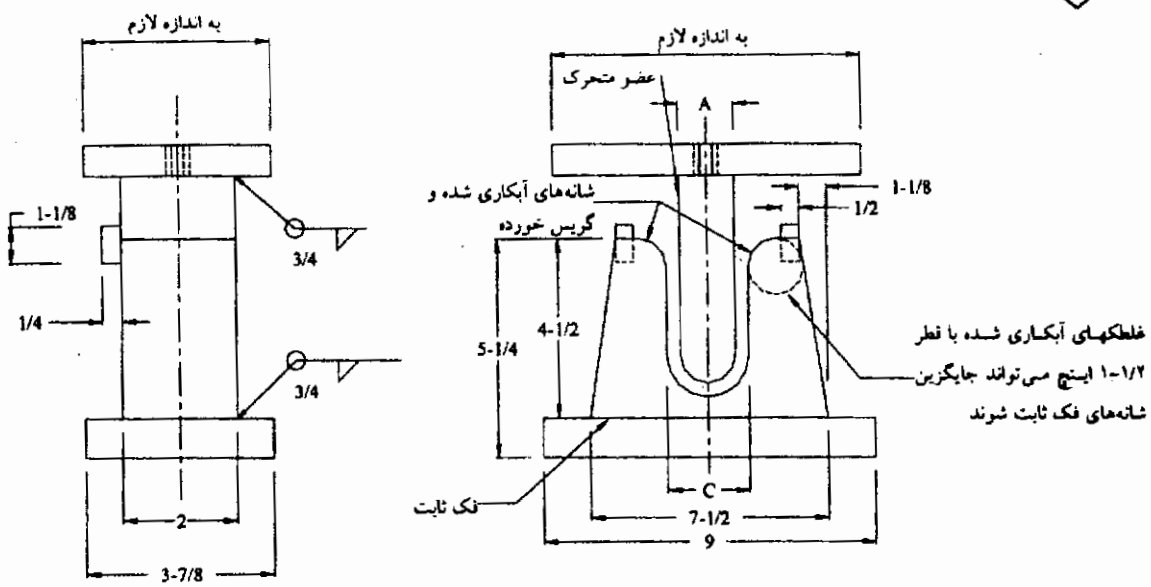
٥- *برای نمونه‌های ورق آزمایشی استاندارد، دو انتهای نمونه بایستی نسبت به محور مرکزی مقطع باریک‌شده در حد ۰/۲۵ اینچ، قرینه باشد.*

٦- *اندازه t ضخامت نمونه آزمایشی است. حداقل ضخامت اسمی نمونه آزمایشی با پهنای ۱/۲-۱ اینچ، بایستی ۳/۱٦ اینچ باشد مگر آنکه توسط مشخصات فنی تولیدکننده مجاز باشد.*

۷- *برای ورق‌های با ضخامت بیش از ۱/۲-۱ اینچ، نمونه می‌تواند تقریبا از وسط بریده شود. هر قطعه بایستی حداقل ۳/٤ اینچ ضخامت داشته باشد. نتیجه آزمایش هر قطعه بایستی حداقل الزامات را برآورده سازد.*

۸- *با توجه به محدودیت برخی دستگاه‌های آزمایش کشش، ابعاد نمونه‌های فولادهای ضمیمه شش می‌تواند با توافق بین مهندس طراح و سازنده تعیین گردد.*

ادامهٔ شکل ٤-١٤- نمونه آزمایش کشش مقطع باریک شده (بند ٤-٨-٣-٤)



مقاومت جاری شدن موجود یا مشخص‌شده فلز پایه به psi	A به اینچ	B به اینچ	C به اینچ	D به اینچ
۵۰۰۰۰ و کمتر	۱-۱/۲	۳/٤	۲-۳/۸	۱-۳/۱٦
بیشتر از ۵۰۰۰۰ تا ۹۰۰۰۰	۲	۱	۲-۷/۸	۱-۷/۱٦
بیشتر از ۹۰۰۰۰	۲-۱/۲	۱-۱/٤	۳-۳/۸	۱-۱۱/۱٦

تذکر: سطوح فک‌های متحرک و ثابت بایستی با ماشین‌کاری پرداخت شود.

شکل ٤-۱۵- نمونه تکیه‌گاه برای آزمایش خمش هدایت شده (بند ٤-۸-۳)

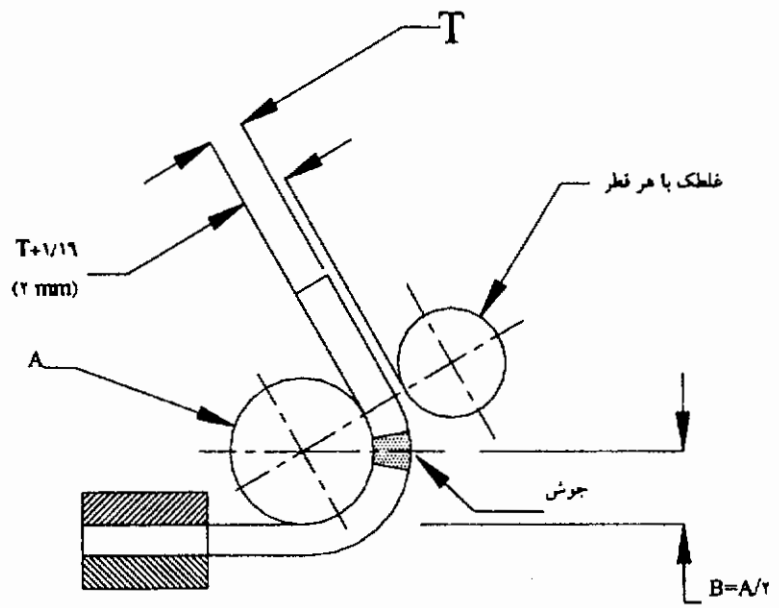
٤-۸-۳-٤- نمونه کشش مقطع باریک‌شده. (مراجعه به شکل ٤-١٤). قبل از انجام آزمایش، حداقل پهنای نمونه و ضخامت مقطع باریک‌شده، باید اندازه‌گیری شود. نمونه باید تحت اثر نیروی کششی تا گسیختگی قرار گرفته و حداکثر نیرو اندازه‌گیری شود. مقاومت کششی با تقسیم حداکثر نیرو بر سطح مقطع که حاصل ضرب پهنا در ضخامت است، به دست می‌آید.

٤-۸-۳-۵- حد قبولی برای آزمایش کشش مقطع باریک‌شده. مقاومت کششی نمونه نباید از حداقل مقاومت کششی فلز پایه کمتر باشد.

٤-۸-۳-٦- نمونه کشش مغزجوش. (شکل ٤-۱۸) نمونه باید مطابق «دستورالعمل آزمایش‌های مکانیکی ASTM A۳۷۰» آزمایش شود.

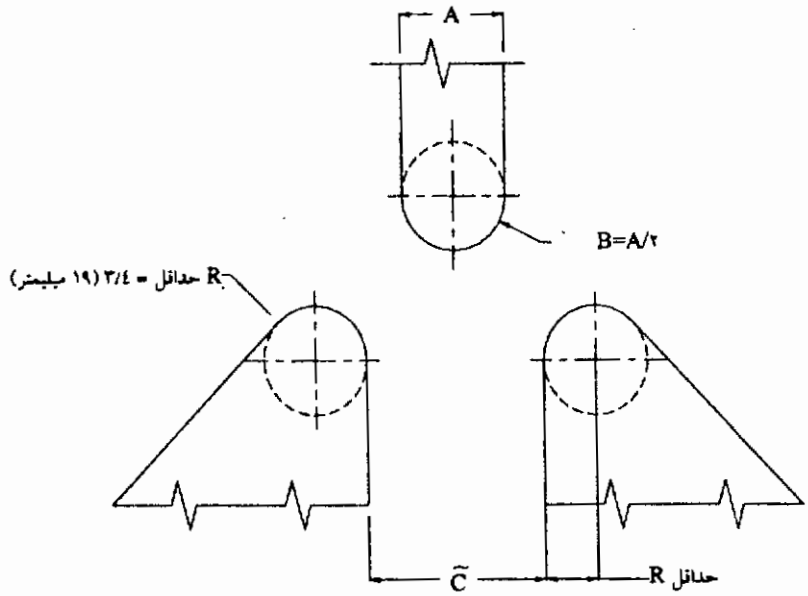
٤-٨-٤- آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. برای آزمایش باید یک نمونه تهیه‌شده و از یک محلول مناسب استفاده کرد تا مقطع جوش تمیز و قابل رؤیت باشد.

٤-٨-٤-١- حد قبولی آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. وقتی که نمونه تحت بررسی چشمی قرار می‌گیرد، باید مطابق موارد زیر باشد:



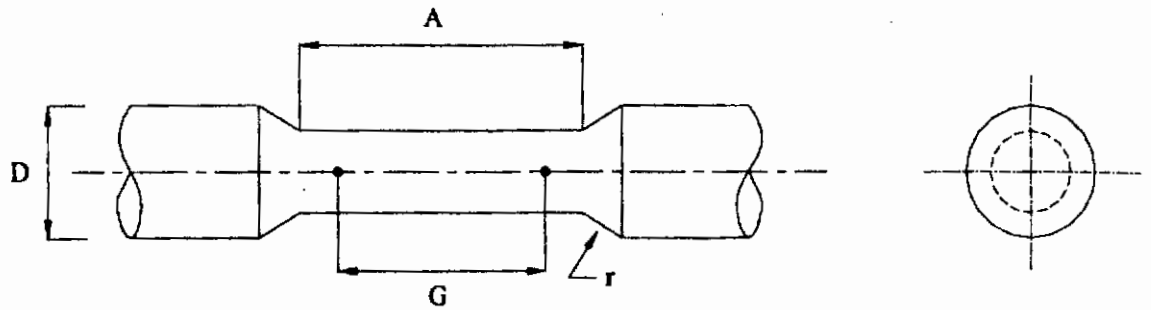
B به میلی‌متر	A به میلی‌متر	B به اینچ	A به اینچ	مقاومت جاری شدن موجود یا مشخص شده فلز پایه Ksi (Mpa)
١٩/٠	٣٨/١	٣/٤	١-١/٢	کمتر یا (٣٤٥) ٥٠
٢٥/٤	٥٠/٨	١	٢	بالای (٣٤٥) ٥٠ تا ٩٠ (٦٢٠)
٣١/٨	٦٣/٥	١-١/٤	٢-١/٢	(٦٢٠) ٩٠ به بالا

شکل ٤-١٦- نوع دیگری از دستگاه آزمایش خمش هدایت‌شده چرخشی (بند ٤-٨-٣)



C به میلی‌متر	B به میلی‌متر	A به میلی‌متر	C به اینچ	B به اینچ	A به اینچ	مقاومت تسلیم مشخص‌شده یا حملی فلز پایه Psi (Mpa)
٦۰/۳	۱۹/۰	۳۸/۱	۲-۳/۸	۳/٤	۱-۱/۲	کمتر و (۳٤٥) ۵۰۰۰۰
۷۳/۰	۲۵/٤	۵۰/۸	۲-۷/۸	۱	۲	بالای ۵۰۰۰۰ تا ۹۰۰۰۰ (٦۲۰)
۸۵/۷	۳۱/۸	٦۳/۵	۳-۳/۸	۱-۱/٤	۲-۱/۲	(٦۲۰) ۹۰۰۰۰ به بالا

شکل ٤-۱۷- نوع دیگری از دستگاه آزمایش خمش هدایت‌شده غلطکی (بند ٤-۸-۳)



ابعاد به اینچ			
	نمونه استاندارد	نمونه با ابعاد کوچک متناسب با استاندارد	
قطر اسمی	۰/۵۰۰ اینچ گرد	۰/۳۵ اینچ گرد	۰/۲۵ اینچ گرد
G - طول گیج	۲/۰۰۱ ± ۰/۰۰۵	۱/٤۰۰ ± ۰/۰۰۵	۱/۰۰۰ ± ۰/۰۰۵
D - (تذکر ۱) قطر	۰/۵۰۰ ± ۰/۰۱۰	۰/۳۵۰ ± ۰/۰۰۷	۰/۲۵۰ ± ۰/۰۰۵
r - حداقل شعاع کنج	۳/۸	۱/٤	۳/۱٦
A - (تذکر ۲) حداقل طول مقطع کاهش‌یافته	۲-۱/٤	۱-۳/٤	۱-۱/٤

ابعاد (متر یک براساس ASTM E٨M)			
	نمونه استاندارد	نمونه با ابعاد کوچک متناسب با استاندارد	
قطر اسمی	۱۲/۵ میلی‌متر گرد	۹ میلی‌متر گرد	٦ میلی‌متر گرد
G - طول گیج	٦۲/۵ ± ۰/۱	٤۵/۰ ± ۰/۱	۳۰/۰ ± ۰/۱
D - (تذکر ۱) قطر	۱۲/۵ ± ۰/۲	۹/۰ ± ۰/۱	٦/۰ ± ۰/۱
r - حداقل شعاع کنج	۱۰	۸	٦
A - (تذکر ۲) حداقل طول مقطع کاهش‌یافته	۷۵	۵٤	۳٦

تذکرات:

۱- مقطع کاهش یافته می‌تواند دارای یک شیب از دو انتها به وسط باشد، در این صورت قطر مقاطع دو انتها نبایستی از یک درصد قطر مقطع وسط بیشتر باشد.

۲- در صورت لزوم، طول مقطع کاهش یافته جهت قراردادن یک کرنش سنج می‌تواند بلندتر باشد. علامت‌های تشخیص تغییر طول بایستی در ناحیه مشخص‌شده به عنوان طول گیج (G) قرار داشته باشد.

۳- شکل طول گیج و کنج‌ها بایستی مطابق شکل باشد، اما در انتها به منظور قرارگیری بهتر در دستگاه آزمایش می‌تواند متفاوت باشد.

ادامهٔ شکل ٤-۱۸- نمونه کشش مغز جوش (بند ٤-۸-۳-٦)

۱- جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی، اندازه جوش واقعی باید بزرگ‌تر یا مساوی اندازه مشخص‌شده ، E ، باشد.

۲- در جوش‌های گوشه، باید در ریشه جوش نفوذ کافی وجود داشته باشد، اما در کناره ساق‌ها الزامی نیست.

۳- حداقل طول ساق باید مطابق اندازه جوش گوشه مشخص شده باشد.

٤- در جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی و نیز جوش‌های گوشه باید موارد زیر رعایت شود:

(الف) بدون ترک باشد.

(ب) نفوذ کافی میان لایه‌های جوش و نیز بین فلز جوش و فلز پایه وجود داشته باشد.

(ج) مقطع جوش مطابق جزئیات مشخص شده باشد، اما هیچ یک از موارد بند ٥-۲٤ وجود نداشته باشد.

(د) بریدگی کنار جوش از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) بیشتر نباشد.

٤-۸-٥- آزمایش مجدد. اگر هر یک از نمونه‌های آزمایشی تحت شرایط آزمایشی مردود شود، می‌توان دو نمونه دیگر با همان WPS و برای همان آزمایش تهیه کرد و مورد آزمایش قرار داد، که در این صورت هر دو نمونه باید با شرایط آزمایش مورد قبول واقع شود. در صورت عدم قبولی یک نمونه در قطعاتی که دارای ضخامت بیشتر از ۱/۲-۱ اینچ (۳۸ میلی‌متر) هستند، باید دو نمونه دیگر از همان نوع را که از دو موقعیت دیگر قطعه برداشته شده، آزمایش شود.

٤-۹- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات غیر قوطی شکل (CJP)

برای الزامات تعیین صلاحیت WPS برای یک جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات غیرقوطی شکل به جدول ٤-۲ (۱) مراجعه شود. برای شرایط نمونه آزمایشی مناسب به شکل‌های ٤-۹ تا ٤-۱۱ مراجعه شود.

٤-۹-۱-۱- اتصالات کنج و سه‌پری. نمونه آزمایشی جوش شیاری در اتصالات کنج و یا سه‌پری باید همانند اتصال لب‌به‌لب با همان ساختار شیار و پخ در اتصال کنج و یا سه‌پری

باشد که در سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد، لیکن نیازی نیست عمق شیار از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) بیشتر باشد.

٤-۱۰- جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات غیرقوطی شکل (PJP)

٤-۱۰-۱- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی. تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی که برای تعیین صلاحیت WPS باید آزمایش شوند در جدول ٤-۳ آمده است. یک نمونه با همان شکل پخ و شیار طراحی شده و با همان WPS که در سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد باید آماده شود، لیکن لزومی ندارد که عمق شیار از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) بیشتر باشد. برای آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش جهت تعیین صلاحیت اندازه جوش در هر نوع فولاد و یا هر ترکیبی از فولادهای گروه‌های جدول ۳-۱ می‌توان از هر فولادی در گروه‌های I ، II و III استفاده کرد. اگر از جوش شیاری با نفوذ ناقص در اتصالات کنج، و یا سه‌پری استفاده می‌شود، باید در اتصال لب‌به‌لب نظیر از یک ورق محدودکننده که شرایط مشابه اتصال ایجاد نماید در روی ورق بدون پخ استفاده گردد تا اتصال شبیه اتصال سه‌پری یا کنج گردد. نمونه‌های آزمایشی باید مطابق زیر آزمایش شوند:

٤-۱۰-۲- تعیین اندازه جوش با آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. برای تعیین صلاحیت WPSهایی که براساس فصل ٤ تهیه می‌شوند، تعداد سه نمونه آزمایشی برای مقایسه اندازه جوش اجراشده با اندازه جوش طراحی لازم است.

٤-۱۰-۳- بررسی جوش‌های شیاری با نفوذ کامل با آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. وقتی که یک WPS برای جوش شیاری با نفوذ کامل قبلا تأیید صلاحیت‌شده و برای جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی استفاده می‌شود، سه نمونه برای این آزمایش لازم است تا بررسی شود که جوش اجراشده حداقل به اندازه جوش طراحی شده باشد.

٤-۱۰-٤- بررسی سایر WPSها با آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. اگر یک WPS که در بندهای ٤-۱۰-۲ یا ٤-۱۰-۳ ذکر نشده باشد و یا اگر وضعیت جوشکاری با شرایط WPSهای صلاحیت‌دار متفاوت باشد و یا اگر قبلا برای جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصال لب‌به‌لب آزمایش نشده و استفاده نشده باشد، آنگاه اولین کار تهیه یک نمونه برای آزمایش

مشاهده مقطع عرضی جوشی است تا اندازه جوش تعیین شود. سپس قطعه تراشکاری شده تا جهت انجام آزمایش‌های کشش و خمش مطابق نمونه‌های آزمایشی در اتصالات شیاری با نفوذ کامل آماده شود (به بند ٤-٩ مراجعه شود).

٤-١٠-٥- جوش‌های شیاری بین سطوح منحنی شکل. اندازه مؤثر جوش برای جوش‌های شیاری که بین سطوح منحنی شکل اجرا می‌گردد، به طریق زیر تعیین می‌شود:

١- اگر مهندس طراح لازم بداند، باید مقاطعی آزمایشی زده شود تا تعیین شود که اندازه جوش مؤثر به دست آمده است.

٢- در صورت وجود مدارک WPS، اگر سازنده می‌خواهد از ابعاد جوش بزرگ‌تر از آنچه در جدول ٢-١ آمده است، استفاده نماید، می‌تواند با انجام آزمایش‌های تأیید صلاحیت از ابعاد بزرگ‌تر جوش استفاده نماید.

٣- آزمایش‌های تأیید صلاحیت لازم در بند ٢ فوق بایستی شامل برش اعضا منحنی شکل، عمود بر محورشان در مقطع وسط و انتهای جوش باشد، مقاطع بایستی از نظر تعداد و ضخامت نماینده محدوده مواد مورد استفاده سازنده در ساخت بوده یا مطابق الزام مهندس طراح باشد.

٤-١١- تعیین صلاحیت جوش‌های گوشه در انواع اتصالات قوطی شکل و غیرقوطی شکل

٤-١١-١- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی. تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی که برای تعیین صلاحیت WPS با جوش گوشه لازم است در جدول ٤-٤ ذکر شده‌است.

٤-١١-٢- نمونه آزمایش جوش گوشه. برای هر WPS و وضعیتی که در سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد باید یک نمونه اتصال سه‌پری با جوش گوشه مطابق شکل ٤-١٩ برای ورق و شکل ٤-٢٠ (جزئیات الف یا ب) برای لوله تهیه شود. یک نمونه جوش آزمایشی باید به اندازه حداکثر اندازه جوش گوشه تک عبوره و یک نمونه جوش آزمایشی باید به اندازه حداقل اندازه جوش گوشه چند عبوره که در ساخت به کار می‌رود تهیه شود. این دو نمونه جوش آزمایشی می‌توانند در ترکیب با هم در یک اتصال آزمایشی باشند. نمونه اتصال باید مطابق شکل ٤-١٩

یا ٤-۲۰ مقطعی عمود بر جهت محور جوش بریده شود. نمونه‌ها باید براساس بند ٤-۸-٤، تحت آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش بررسی شوند.

٤-۱۱-۳- آزمایش تأیید مواد مصرفی. اگر مواد مصرفی جوشکاری و WPS برای جوشکاری جوش گوشه ورق یا نمونه جوش لوله که در بند ٤-۱۱-۲ توصیف شده‌اند نه در وضعیت پیش‌تأیید باشند و نه مطابق بخش ٤ تعیین صلاحیت شده باشند، و یا به عبارت دیگر:

۱- اگر مواد مصرفی جوشکاری مطابق با شرایط پیش‌تأیید فصل ۳ نباشد و همچنین

۲- اگر WPS که از مواد مصرفی پیشنهادی استفاده می‌کند توسط پیمانکار براساس بندهای ٤-۹ یا ٤-۱۰ تهیه نشده باشد، باید یک نمونه ورق با جوش شیاری با نفوذ کامل جوش شود تا ترکیب پیشنهادی تعیین صلاحیت شود.

ورق آزمایشی باید مطابق زیرجوش شود:

(الف) ورق آزمایشی باید دارای ساختار شیار مطابق شکل ٤-۲۱ (شکل ٤-۲۲ برای SAW)، با ورق پشت‌بند باشد.

(ب) ورق باید در وضعیت 1G (تخت) جوشکاری شود.

(پ) ورق باید دارای طول کافی جهت تهیه نمونه‌های لازم مطابق شکل ٤-۲۳ باشد.

(ت) شرایط شدت جریان، ولتاژ، سرعت حرکت و جریان گاز باید تا آنجا که ممکن است مطابق آنچه باشد که در جوش گوشه استفاده می‌شود. شرایط فوق تعیین‌کننده WPS برای اجرای جوش گوشه می‌باشد و تغییرات در متغیرهای اساسی مطابق بند ٤-۷ اندازه‌گیری می‌شود.

ورق آزمایشی باید مطابق زیر آزمایش شود:

(الف) دو نمونه خمش جانبی (شکل ٤-۱۳) و یک نمونه کشش مغز جوش (شکل ٤-۱۸) باید از نمونه ورق مطابق شکل ٤-۲۳ برداشته شود.

(ب) نمونه‌های آزمایش خمش باید براساس بند ٤-۸-۳-۱ آزمایش شود. نتایج آن باید مطابق شرایط بند ٤-۸-۳-۳ باشد.

(پ) نمونه مغز جوش باید براساس بند ٤-٨-٣-٦ آزمایش شود. نتیجه آزمایش که میزان مقاومت مواد مصرفی جوشکاری را تعیین می‌کند باید مطابق شرایط جدول ۲-۳ یا میزان مقاومت فلز پایه باشد.

٤-۱۲- اتصالات با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) در اعضای قوطی شکل

جوش‌های شیاری CJP باید مطابق زیر طبقه‌بندی شوند.

۱- اتصالات لب‌به‌لب CJP با پشت‌بند یا با انجام عملیات تخلیه جوش از پشت (به بند ٤-۱۲-۱ مراجعه شود).

۲- اتصالات لب‌به‌لب CJP بدون پشت بند که فقط از یک طرف جوش می‌شود. (به بند ٤-۱۲-۲ مراجعه شود)

۳- اتصالات T، Y و K شکل با پشت بند یا با انجام عملیات تخلیه جوش از پشت (به بند ٤-۱۲-۳ مراجعه شود)

٤- اتصالات T، Y و K شکل بدون پشت‌بند که فقط از یک طرف جوش می‌شود (به بند ٤-۱۲-٤ مراجعه شود)

٤-۱۲-۱- اتصالات لب‌به‌لب با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) با پشت بند یا با انجام عملیات تخلیه جوش از پشت. باید یک WPS با پشت‌بند یا با عملیات تخلیه جوش از پشت‌بند با استفاده از جزئیات نمایش داده شده در شکل ٤-۲٤ (با عملیات تخلیه جوش از پشت) یا شکل ٤-۲۵ (با ورق پشت‌بند) تعیین صلاحیت شود.

٤-۱۲-۲- اتصالات لب‌به‌لب با جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP) بدون پشت‌بند که فقط از یک طرف جوش می‌شود. باید یک WPS بدون پشت‌بند که فقط از یک طرف جوش می‌شود، با استفاده از جزئیات نمایش داده شده در شکل ٤-۲٤ تعیین صلاحیت شود.

٤-۱۲-۳- اتصالات T، Y و K شکل با پشت‌بند یا با انجام عملیات تخلیه جوش از پشت. یک WPS برای اتصالات T، Y و K شکل در اعضای قوطی شکل که با پشت‌بند یا با انجام عملیات تخلیه جوش از پشت می‌باشد باید به صورت زیر تعیین صلاحیت شود:

۱- انتخاب مناسب قطر خارجی اسمی لوله از جدول ٤-۲ (۲) و

۲- جزئیات اتصال مطابق شکل ٤-۲۵، یا

۳- برای قطرهای خارجی اسمی لوله بزرگ‌تر یا مساوی ۲٤ اینچ (٦۱۰ میلی‌متر) یک ورق براساس بند ٤-۹ با استفاده از جزئیات اتصال شکل ٤-۲۵ تعیین صلاحیت شود.

٤-۱۲-٤- اتصالات T، Y و K شکل بدون پشت‌بند که فقط از یک طرف جوش می‌شود.

یک WPS که مطابق شرایط پیش‌تأیید فصل ۳ می‌باشد از آزمایش‌های تعیین صلاحیت معاف است. اگر انجام تعیین صلاحیت لازم باشد، الزامات آن مطابق زیر است:

٤-۱۲-٤-۱- WPSهایی که در وضعیت پیش‌تأیید نیستند. برای تعیین صلاحیت یک WPS که متغیرهای اساسی آن خارج از حدود پیش‌تأیید می‌باشد، در مورد یک جوش شیاری با نفوذ کامل در اعضای قوطی شکل باید مطابق زیر عمل کرد:

۱- انجام تعیین صلاحیت براساس شکل ٤-۲۷ برای لوله‌ها یا شکل ٤-۲۷ و شکل ٤-۲۸ برای قوطی‌ها.

۲- تهیه یک نمونه اتصال با اندازه‌های واقعی. برای هر یک از حالات زیر حداقل باید یک برش جهت مشاهده مقطع عرضی جوش زده شود:

(الف) ترکیب بیشترین عمق شیار و کمترین زاویه شیار، یا ترکیب شیارهایی که استفاده می‌شود، باید در وضعیت جوشکاری عمودی آزمایش شود.

(ب) یک نمونه جوشی در وضعیت تخت و یک نمونه جوشی در وضعیت بالاسری که دارای کمترین شکافت ریشه با زاویه شیار ۳۷/۵ درجه باشد، باید مورد آزمایش قرار گیرد.

(پ) یک نمونه در وضعیت جوشکاری تخت و یک نمونه در وضعیت جوشکاری بالاسری که دارای بیشترین شکافت ریشه با زاویه شیار ۳۷/۵ درجه باشد، باید مورد آزمایش قرار گیرد.

(ت) فقط در مورد اتصالات لب‌به‌لب مقاطع جعبه‌ای، یک نمونه آزمایش با شرایط حداقل زاویه شیار، اندازه و شعاع کنج، در وضعیت افقی باید آزمایش شود.

۳- نمونه آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش که در موارد (۱) و (۲) بکار می‌رود باید

مطابق شرایط زیر بررسی شود:

(الف) بدون وجود ترک باشد.

(ب) نفوذ کافی بین لایه‌های مختلف فلز جوش و نیز بین فلز جوش و فلز پایه وجود داشته باشد.

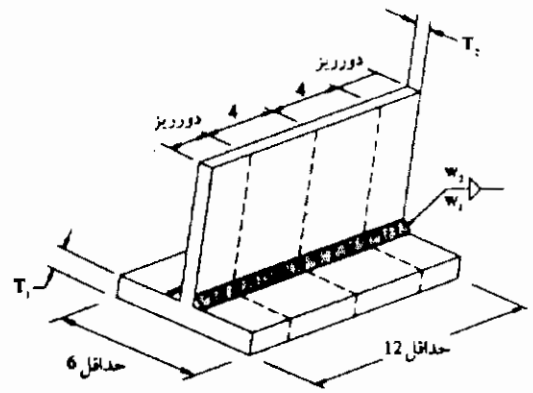
(پ) جزئیات جوش مطابق جزئیات مشخص‌شده بدون وجود تغییرات غیر مجاز ارایه شده در بند ۵-۲٤ باشد.

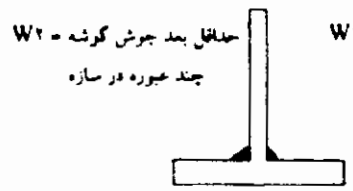
(ت) بدون وجود بریدگی کنار جوش بیشتر از مقادیر مجاز بند ٦-۹ باشد.

(ث) برای تخلخل بزرگ‌تر و یا مساوی ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) مجموع تخلخل‌ها نباید از ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) تجاوز کند.

(ج) بدون وجود گل جوش متراکم باشد. مجموع بزرگ‌ترین اندازه‌های گل جوش نباید از ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر)، تجاوز کند.

نمونه‌هایی که مطابق (الف) تا (ج) نیستند، غیرقابل قبول می‌باشند. موارد (ب) تا (ج) برای جوش‌های پشت‌بند کاربرد ندارد.





نمونه مشاهده مقطع عرضی جوش

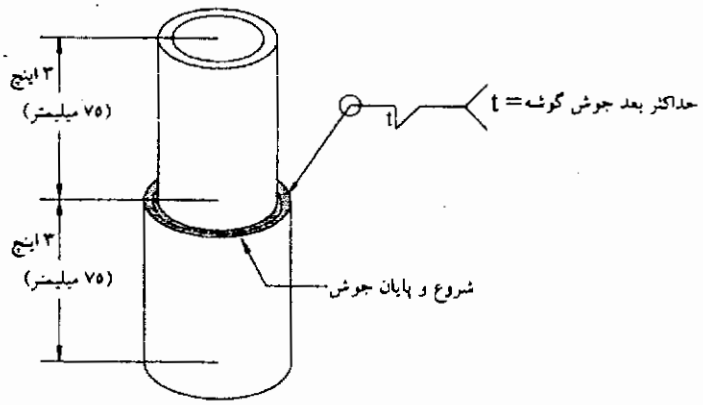
میلی‌متر	اینچ
۱۰۰	٤
۱۵۰	٦
۳۰۵	۱۲

برحسب میلی‌متر		
حداقل T_1	حداقل T_2	اندازه جوش
۵	۱۲	۵
٦	۲۰	٦
۸	۲۵	۸
۱۰	۲۵	۱۰
۱۲	۲۵	۱۲
۱٦	۲۵	۱٦
۲۰	۲۵	۲۰
۲۵	۲۵	>۲۰

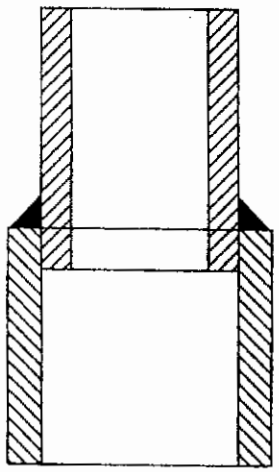
برحسب اینچ		
حداقل T_2	حداقل T_1	اندازه جوش
۳/۱٦	۱/۲	۳/۱٦
۱/٤	۳/٤	۱/٤
۵/۱٦	۱	۵/۱٦
۳/۸	۱	۳/۸
۱/۲	۱	۱/۲
۵/۸	۱	۵/۸
۳/٤	۱	۳/٤
۱	۱	>۳/٤

تذکر: اگر حداکثر ضخامت ورق مورد استفاده در سازه کمتر از مقادیر نشان داده شده در جدول باشد، حداکثر ضخامت ورق‌های مورد استفاده می‌تواند جایگزین T_1 و T_2 شود.

شکل ٤-۱۹- آزمایش سلامت جوش گوشه جهت تعیین صلاحیت WPS (بند ٤-۱۱-۲)

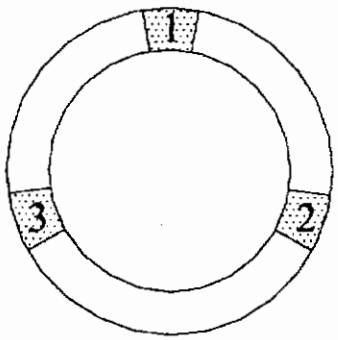


جزئیات الف – مونتاژ لوله به لوله

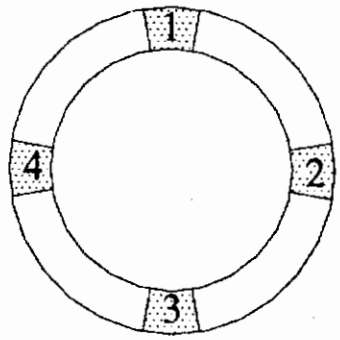


نمونه مشاهده مقطع عرضی

برای الزامات وضعیت جوشکاری به جدول ٤-١ مراجعه شود.
جهت جلوگیری از ریزش جوش، ضخامت لوله بایستی کافی باشد.

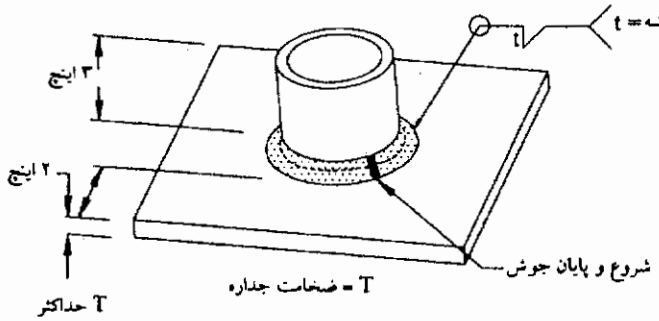


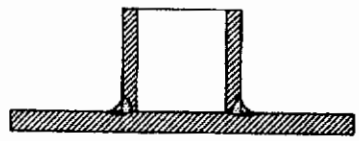
۱F چرخشی، ۲F، ۲F جوشی



٤F, ٥F

موقعیت نمونه‌های آزمایشی لوله – تعیین صلاحیتWPS

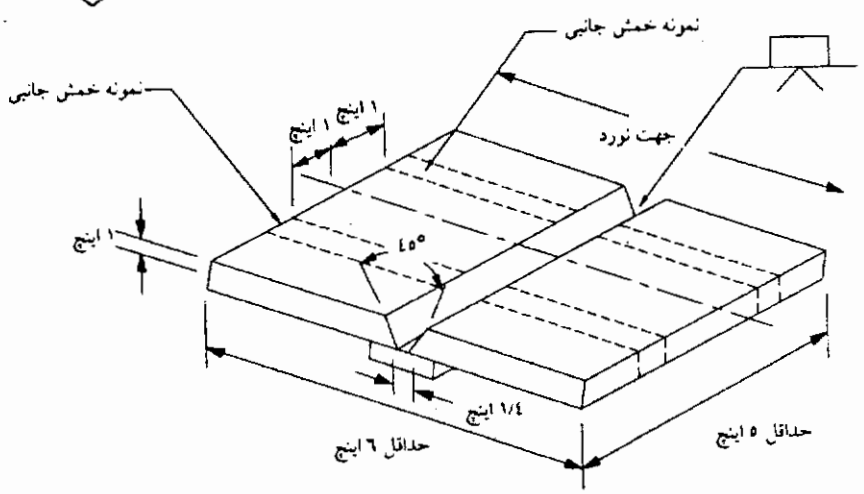




نمونه مشاهده مقطع عرضی

جزئیات ب – مونتاژ لوله به ورق تمام اندازه‌ها حداقل است

شکل ٤-٢٠- آزمایش سلامت جوش گوشه لوله جهت تعیین صلاحیت WPS (بند ٤-١١-٢)



میلی‌متر	اینچ
٦	١/٤
١٠	٣/٨
٢٥	١
٧٥	٣
١٢٥	٥
١٥٠	٦

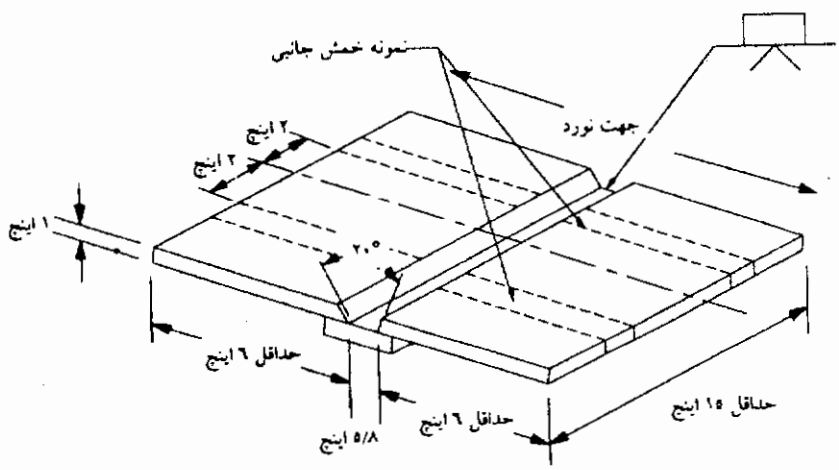
تذکرات:

١- اگر از پرتونگاری جهت آزمایش استفاده می‌شود، هیچ خال جوشی نباید در ناحیه آزمایش وجود داشته باشد.

٢- ضخامت ورق پشت‌بند بایستی حداقل ١/٤ اینچ و حداکثر ٣/٨ اینچ باشد. پهنای ورق پشت بند وقتی جهت انجام پرتونگاری برداشته نمی‌شود، بایستی حداقل ٣ اینچ و در غیر اینصورت حداقل ١ اینچ باشد.

شکل ٤-٢١- تعیین صلاحیت جوشکار، نمونه ورق آزمایشی برای ضخامت نامحدود

(بند ٤-٢٣-١)



میلی‌متر	اینچ
١٣	١/٢
١٦	٥/٨
٢٥	١
٣٨	١-١/٢
٥٠	٢
٧٥	٣
١٥٠	٦
٣٨٠	١٥

تذکرات:

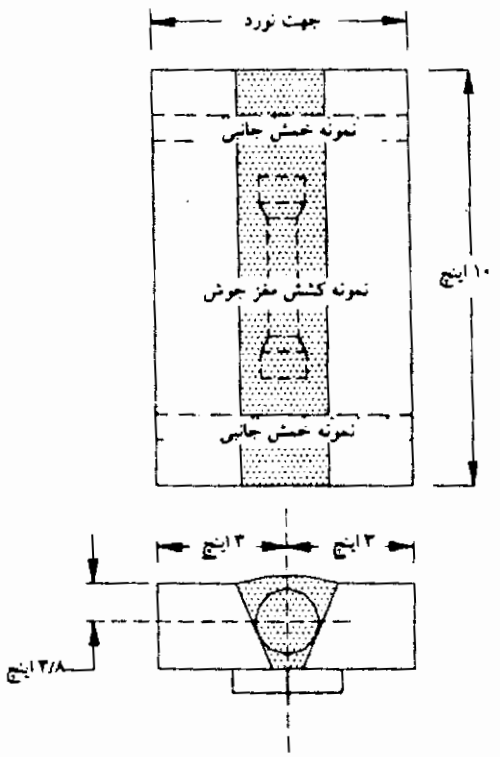
١- اگر از پرتونگاری جهت آزمایش استفاده می‌شود، هیچ خال‌جوشی نباید در ناحیه آزمایش وجود داشته باشد.

٢- به جای جزئیات ساختار اتصال نشان داده شده می‌توان از جزئیات ساختار اتصال یک WPS تایید صلاحیت شده استفاده نمود.

٣- ضخامت ورق پشت‌بند بایستی حداقل ٣/٨ اینچ و حداکثر ١/٢ اینچ باشد، پهنای ورق پشت‌بند وقتی جهت انجام پرتونگاری برداشته نمی‌شود. بایستی حداقل ٣ اینچ و در غیر اینصورت حداقل ١/٢ -١ اینچ باشد.

شکل ٤-٢٢- تعیین صلاحیت دستگاه جوشکار، نمونه ورق آزمایشی برای ضخامت نامحدود

(بند ٤-٢٣-٢)

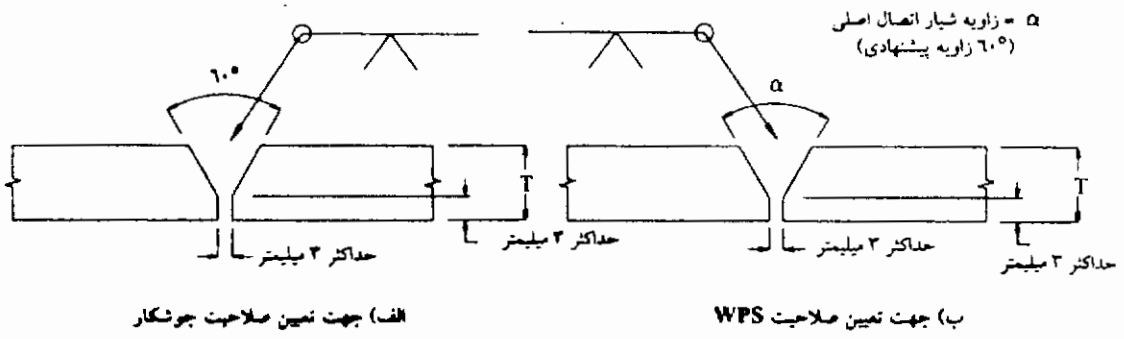


شکل ٤-۲۳- تعیین صلاحیت WPS با جوش گوشه- موقعیت نمونه‌های آزمایشی روی ورق آزمایشی با ضخامت ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) (بند ٤-۱۱-۳)

٤-۱۲-٤-۲- WPS با جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل با زاویه بین دو سطح کمتر از ۳۰ درجه. نمونه جوش باید مطابق آنچه که در بند ٤-۱۲-٤-۱ بخش (۲) الف توضیح داده شده‌است تهیه گردد. تعداد سه نمونه مشاهده مقطع جوش باید از نمونه بریده شده و مطابق الزامات بند ٤-۱۲-٤-۱ (۳) بررسی گردیده و باید نشان‌دهنده اندازه جوش طراحی باشد. (با توجه به آنکه مجاز است جوش‌های پشت‌بند در طراحی در نظر گرفته نشوند می‌توانند مطابق جزئیات پ و ت از شکل ۳-۸ تا ۳-۱۰ باشند. [برای جزئیات اتصال به شکل ٤-۲٦ مراجعه شود].

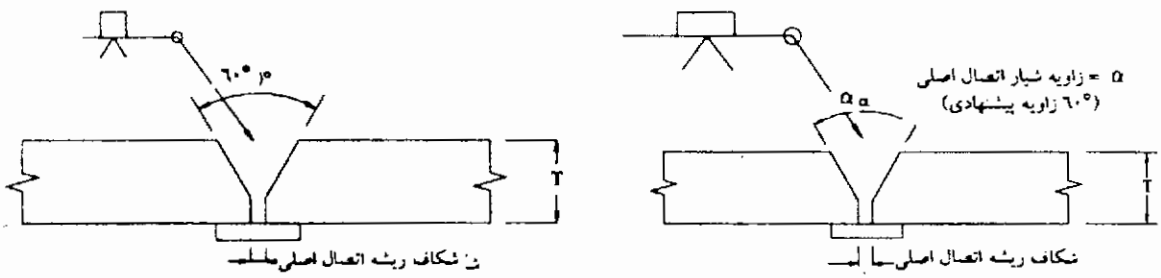
٤-۱۲-٤-۳- WPS با جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل با استفاده از روش جوشکاری GMAW-S. در اتصالات T، Y و K شکل که با استفاده از جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (در حالت انتقال اتصال کوتاه) انجام می‌شود، قبل از جوشکاری،

اتصال باید مطابق جزئیات استاندارد بند ٣-١٣-٤ و براساس فصل ٤ تعیین صلاحیت شود. اتصال آزمایشی باید مطابق شکل ٤-٢٧ دارای شیار با پخ یک طرفه ٣٧/٥ درجه و عدم همترازی در ریشه و حلقه محدودکننده باشد.



الف) جهت تعیین صلاحیت جوشکار — ب) جهت تعیین صلاحیت WPS

شکل ٤-٢٤- اتصالات لب‌به‌لب اعضای قوطی شکل- تعیین صلاحیت جوشکار یا WPS بدون پشت‌بند (بند ٤-١٢-١ و ٤-١٢-٢ و ٤-٢٦)



الف) جهت تعیین صلاحیت جوشکار — ب) جهت تعیین صلاحیت WPS

شکل ٤-٢٥- اتصالات لب‌به‌لب اعضای قوطی شکل- تعیین صلاحیت جوشکار یا WPS با استفاده از پشت‌بند (بند ٤-١٢-١ و ٤-١٢-٣ و ٤-٢٦)

٤-١٢-٤-٤- جوش‌های نیازمند آزمایش ضربه. WPSهای اتصالات لب‌به‌لب (در جوش‌های طولی یا عرضی) در فاصله ٠/٥D از اتصال عضو شاخه‌ای در اعضای قوطی شکل که نیازمند آزمایش ضربه مطابق الزامات بند ٢-٤٢-٢-٢ می‌باشند بایستی در دمای LAST (حداقل دمای سرویس) یا در $0^{\circ}F$ ($-18^{\circ}C$) هر کدام کمترند، به میزان ٢٠ft.lb (٢٧ ژول) در آزمایش ضربه انرژی جذب کنند.

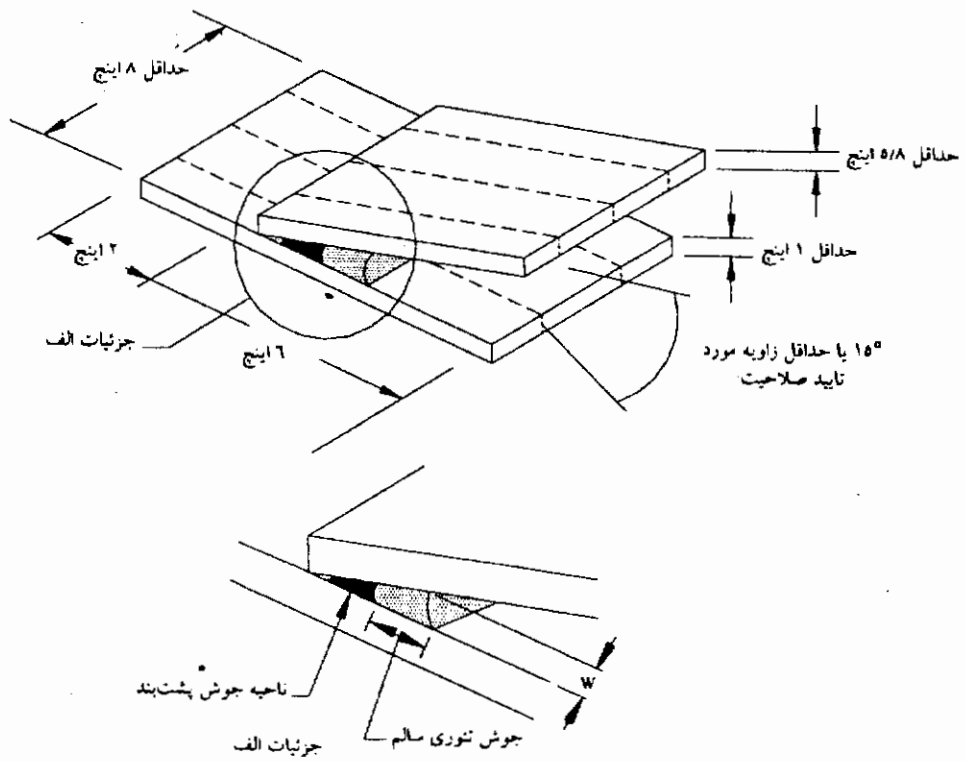
٤-١٣- اتصالات T، Y و K شکل و اتصالات لب‌به‌لب با جوش PJP در

اعضای قوطی شکل

اگر جوش شیاری PJP در اتصالات T، Y و K شکل یا اتصالات لب‌به‌لب مشخص شده باشد، تعیین صلاحیت باید مطابق جدول ٤-۳ باشد.

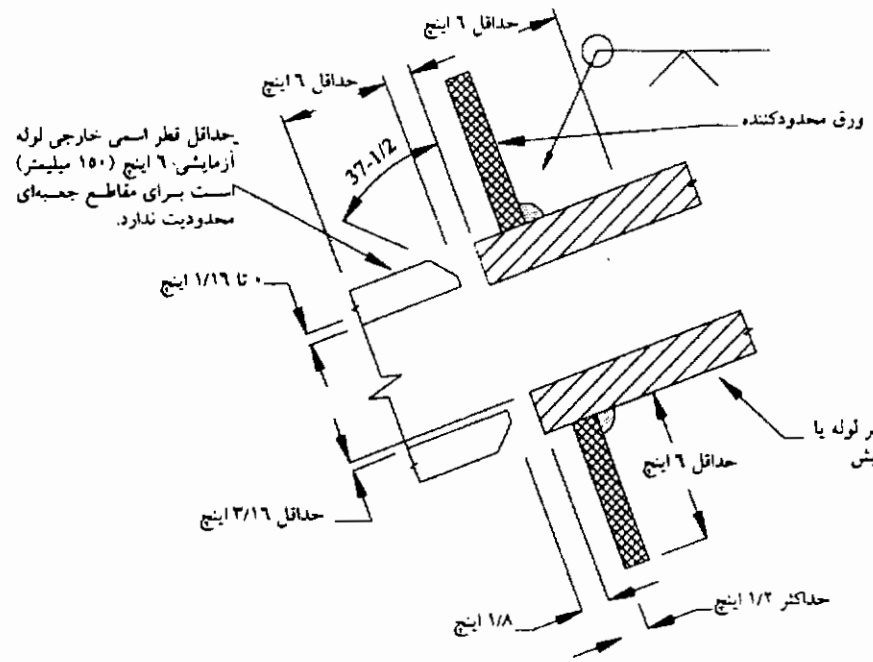
٤-١٤- تعیین صلاحیت جوش انگشتانه و کام

برای اعضای قوطی و غیرقوطی شکل برای تعیین صلاحیت WPS با جوش انگشتانه و کام باید مطابق بند ٤-۲۹ عمل کرد.



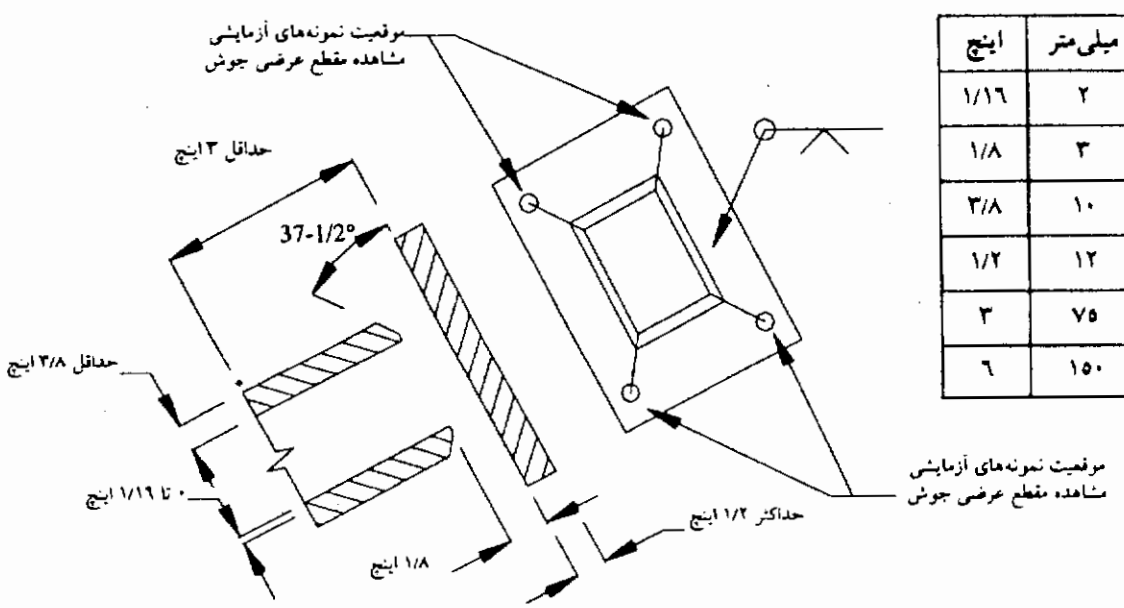
اینچ	۵/۸	۱	۲	۶	۸
میلی‌متر	۱۶	۲۵	۵۰	۱۵۰	۲۰۰

شکل ٤-۲۶- آزمایش پاشنه زاویه محدب (بند ٤-۱۲-٤-۲)



میلی‌متر	اینچ
٢	/١٦ ١
٣	١/٨
٥	/١٦ ٣
١٢	١/٢
١٥٠	٦

شکل ٤-٢٧- اتصال آزمایش T، Y و K شکل بدون پشت‌بند اعضای لوله یا جعبه‌ای شکل- تعیین صلاحیت جوشکار و WPS (بند ٤-١٢-٤-١ و ٤-٢٦)



میلی‌متر	اینچ
٢	١/١٦
٣	١/٨
١٠	٣/٨
١٢	١/٢
٧٥	٣
١٥٠	٦

شکل ٤-٢٨- اتصال آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش برای اتصالات T، Y و K شکل بدون پشت‌بند در مقاطع جعبه‌ای با جوش شیاری با نفوذ کامل- تعیین صلاحیت جوشکار و WPS (بند ٤-١٢-٤-١ و ٤-٢٦)

٤-۱۵- روش‌های جوشکاری که نیازمند تعیین صلاحیت می‌باشد

٤-۱۵-۱- روش‌های جوشکاری GMAW-S, GTAW,EGW,ESW. از هر یک از روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی (ESW)، گاز الکتریکی (EGW)، جوشکاری با الکترود تنگستنی (GTAW) و جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (انتقال اتصال کوتاه) [GMAW-S] به شرط آنکه WPSها براساس الزامات بخش ٤ تعیین صلاحیت شوند می‌توان استفاده نمود. برای GMAW-S به ضمیمه الف مراجعه شود توجه شود که محدودیت‌های متغیرهای اساسی داده شده در جدول ٤-٥ برای GMAW، در مورد GMAW-S نیز کاربرد دارد.

٤-۱۵-۲- سایر روش‌های جوشکاری. می‌توان از سایر روش‌های جوشکاری که در بند ۳-۲-۱ یا ٤-۱۵-۱ ذکر نشده است استفاده نمود به شرط آنکه WPSها براساس آزمایش‌های قابل کاربرد فصل ٤ تعیین صلاحیت‌شده و به تأیید مهندس طراح برسد. همراه با آزمایش‌ها و WPSها، محدودیت‌های متغیرهای اساسی که برای آن روش جوشکاری خاص کاربرد دارد، باید توسط پیمانکاری که WPS را تهیه می‌کند بیان شود. حدود متغیرهای اساسی باید براساس مدارک مستند و بر مبنای تجربه آن روش باشد، یا باید یک سری آزمایش جهت تعیین متغیرهای اساسی انجام شود. هر تغییری خارج از حدود متغیرهای اساسی نیازمند تعیین صلاحیت مجدد است.

٤-۱٦- الزامات WPS (GTAW)

قبل از استفاده، پیمانکار باید WPS را تهیه کرده و هر WPS را براساس الزامات فصل ٤ تعیین صلاحیت کند.

٤-۱۷- الزامات WPS (ESW/EGW)

قبل از استفاده، پیمانکار باید برای هر روش جوشکاری WPS را تهیه کرده و هر WPS را براساس الزامات فصل ٤ تعیین صلاحیت کند. WPS باید شامل جزئیات اتصال، نوع فلز پرکننده و قطر، آمپراژ، ولتاژ (نوع و قطبیت)، اگر روند خودکار برای طول قوس یا نرخ

رسوب‌گذاری وجود نداشته باشد، سرعت حرکت دست عمودی، نوسان (سرعت حرکت، طول و زمان توقف) نوع محافظ و میزان جریان آن، نقطه شبنم گاز، مشخصات پودر جوش در صورت استفاده، عملیات حرارتی بعد از جوشکاری و سایر اطلاعات لازم باشد.

٤-١٧-١- **تعیین صلاحیت‌های قبلی.** با تأیید مهندس طراح می‌توان از WPSهایی که قبلا تأیید صلاحیت شده و به طور مناسب مستند شده باشند، استفاده نمود.

٤-١٧-٢- **الزامات نمونه کشش مغز جوش.** قبل از استفاده، پیمانکار باید با آزمایش‌های بخش ٤ نشان دهد که هر ترکیب از محافظ و فلز پرکننده، براساس WPS، فلز جوشی را تولید می‌کند که خصوصیات مکانیکی آن مطابق آخرین چاپ ANSI/AWS A5.25 *مشخصات فنی الکترودهای فولاد کربنی و کم آلیاژ* و پودر جوشکاری در روش جوشکاری سرباره الکتریکی با آخرین چاپ AWSI/AWS.A5.26 *مشخصات فنی الکترودهای فولاد کربنی و کم آلیاژ برای جوشکاری گاز الکتریکی*، هر کدام که کاربرد دارند، باشد.

بخش پ- تعیین صلاحیت اجرا

٤-١٨- کلیات

آزمایش‌هایی که مطابق ضوابط این بخش از آیین‌نامه بیان شده‌است، صرفا جهت تعیین توانایی جوشکاران، دستگاه‌های جوشکار و خال جوشکاران برای انجام جوشکاری صحیح است. این آزمایش‌ها نباید در حین اجرای پروژه انجام شود، بلکه باید قبلا با توجه به WPS انجام شده باشند.

٤-١٨-١- **تعیین صلاحیت وضعیت‌های جوشکاری**

٤-١٨-١-١- **جوشکاران.** وضعیت‌هایی که جوشکار برای جوشکاری در آن وضعیت‌ها تأیید صلاحیت می‌شود براساس جدول ٤-٨ می‌باشد.

٤-١٨-١-٢- **دستگاه‌های جوشکار.** تأیید صلاحیت یک دستگاه جوشکار با جوشکاری ورق در حالت 1G (تخت) یا 2G (افقی)، برای جوشکاری لوله و قوطی با قطر بیش از ٢٤ اینچ (٦١٠ میلی‌متر) و ورق در وضعیتی که تأیید صلاحیت شده‌است معتبر است. تأیید صلاحیت جوشکاری در وضعیت 1G، برای جوشکاری جوش گوشه در وضعیت‌های 1F و 2F نیز مجاز

بوده و تأیید صلاحیت جوشکاری در وضعیت 2G، برای جوشکاری شیاری در وضعیت 1G و برای جوشکاری جوش گوشه در وضعیت‌های 1F و 2F نیز معتبر می‌باشد.

۴-۱۸-۱-۳- خال جوشکاران. یک خال جوشکار باید در وضعیتی که می‌خواهد خال جوشکاری کند، با یک نمونه ورق آزمایشی تعیین صلاحیت شود.

۴-۱۸-۲- تأیید صلاحیت ضخامت و قطر

۴-۱۸-۲-۱- جوشکاران یا دستگاه‌های جوشکار. حدود ضخامت و قطری که جوشکاران یا دستگاه‌های جوشکار برای جوشکاری آن‌ها، تأیید صلاحیت می‌شوند براساس جدول ۴-۹ است.

۴-۱۸-۲-۲- خال جوشکاران. تأیید صلاحیت خال جوشکار، برای خال جوشکاری با ضخامت‌های بزرگتر یا مساوی ۱/۸ اینچ و تمام قطر لوله‌ها معتبر است.

۴-۱۸-۳- تأیید صلاحیت جوشکاران، دستگاه‌های جوشکار به صورت توأم با تأیید صلاحیت WPS. در حین اجرای تأیید صلاحیت WPS، مطابق الزامات بند ۴-۸ ، یک جوشکار یا دستگاه جوشکاری می‌تواند تعیین صلاحیت شود که در این‌صورت الزامات آن باید مطابق با بند ۴-۱۸-۱ و ۴-۱۸-۲ باشد.

جدول ٤-٨- تعیین صلاحیت جوشکار- وضعیت جوش‌هایی که با نمونه آزمایشی ورق، لوله و قوطی تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-١٨-١-١)

جوش قوطی که تأیید صلاحیت می‌شود					جوش لوله‌ای که تأیید صلاحیت می‌شود					جوش ورقی که تأیید صلاحیت می‌شود			آزمایش تعیین صلاحیت		
گوشه	شیاری K,Y,T		شیاری لب‌به‌لب		گوشه	شیاری K,Y,T		شیاری لب‌به‌لب		گوشه	شیاری PJP	CJP	وضعیت‌ها[٢]	نوع جوش	
	PJP	CJP	PJP	CJP		PJP	CJP	PJP	CJP						
F,H F,H F,H,V F,H,OH تمام (تذکر ٩)	F F,H F,H,V F,OH تمام (تذکر ٦)		F F,H F,H,V F,OH تمام (تذکر ٥)		F,H F,H F,H,V F,H,OH تمام (تذکر ٩)	F F,H F,H,V F,OH تمام (تذکر ٤و٦)		F F,H F,H,V F,OH تمام (تذکر ٤)	F F,H F,H,V F,OH تمام (تذکر٤)	F F,H F,H,V F,H,OH تمام (تذکر٩)	F F,H F,H,V F,OH تمام		١G ٢G ٣G ٤G ٣G+٤G	شیاری[٣]	ورق
F F,H F,H,V F,H,OH تمام (تذکر ٩)					F F,H F,H,V F,H,OH تمام (تذکر ٩)					F F,H F,H,V F,H,OH تمام (تذکر ٩)			١F ٢F ٣F ٤F ٣F+٤F	گوشه	
جوش انگشتانه و کام فقط در وضعیت جوشکاری مورد آزمایش تایید صلاحیت می‌شود														انگشتانه و کام	
F,H F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٩)	F F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٦)		F F,H F,V,OH تمام تمام		F,H F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٩)	F F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٦ و ٧)		F F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٧)	F F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٧)	F,H F,H F,V,OH تمام تمام (تذکر ٩)	F F,H F,V,OH تمام تمام		چرخشی١G ٢G ٥G ٦G (٢G+٥G) (تذکر ١٠)	شیاری[٣] (لوله یا جعبه‌ای)	قوطی شکل

ادامهٔ جدول ٤-٨ - تعیین صلاحیت جوشکار- وضعیت جوش‌هایی که با نمونه آزمایشی تأیید صلاحیت می‌شود

جوش قوطی که تأیید صلاحیت می‌شود				جوش لوله‌ای که تأیید صلاحیت می‌شود					جوش ورقی که تأیید صلاحیت می‌شود		آزمایش تعیین صلاحیت		
گوشه	شیاری K,Y,T		شیاری لب‌به‌لب		گوشه	شیاری K,Y,T		شیاری لب‌به‌لب		گوشه	شیاری		وضعیت‌ها[۲]	نوع جوش	
	PJP	CJP	PJP	CJP		PJP	CJP	PJP	CJP		PJP	CJP			
تمام (تذکر۹)	تمام (تذکر٦)		تمام	تمام (تذکر ٥)	تمام (تذکر۹)	تمام (تذکر٦و۷)	تمام (تذکر٦و۷)	تمام (تذکر ۷)	تمام (تذکر٥و۷)	تمام (تذکر ۹)	تمام	تمام	٦GR (شکل٤-۲۷)	شیاری ۳ (لوله یا جعبه‌ای)	قوطی شکل
تمام (تذکر۹)	تمام (تذکر٦)	تمام (تذکر٦و۸)	تمام	تمام (تذکر ٥)	تمام (تذکر۹)	تمام (تذکر٦و۷)	تمام (تذکر٦و۷)	تمام (تذکر ۷)	تمام (تذکر٥و۷)	تمام (تذکر ۹)	تمام	تمام	٦GR (شکل ٤-۲۷ و ٤-۲۸)		
F F,H F,H F,H,OH تمام (تذکر۹)					F F,H F,H F,H,OH تمام (تذکر۹)					F F,H F,H F,H,OH تمام (تذکر۹)			۱F چرخشی ۲F ۲F چرخشی ٤F ٥F	گوشه	

CJP- جوش شیاری با نفوذ کامل، PJP- جوش شیاری با نفوذ نسبی، (R)- محدودیت

تذکرات: (تذکرهای نشان داده شده در پایین هر ستون برای تمام موارد آن ستون کاربرد دارد):

۱- برای تأیید صلاحیت دستگاه جوشکاری قابل کاربرد نمی‌باشد (به جدول ٤-۱۰ مراجعه شود).

۲- به اشکال ٤-۳، ٤-٤، ٤-٥ و ٤-٦ مراجعه شود.

۳- تأیید صلاحیت جوش شیاری با نفوذ کامل، جوش‌های انگشتانه و کام را نیز در وضعیت جوشکاری اشاره شده تأیید صلاحیت می‌کند.

٤- **فقط** جوشکاری لوله‌های با قطر بزرگتر از ٢٤ اینچ (٦١٠ میلی‌متر) با پشت‌بند، یا تخلیه جوش از پشت یا هر دو را تأیید صلاحیت می‌کند.

٥- **اتصالاتی که فقط** از یک‌طرف بدون پشت‌بند و یا از دو طرف بدون انجام تخلیه جوش از پشت جوشکاری می‌شوند را تأیید صلاحیت نمی‌کند.

٦- **اتصالاتی که** دارای زاویه شیار کمتر از ٣٠ درجه باشند را تأیید صلاحیت نمی‌کند (بند ٤-١٢-٤-٢)

٧- **تأیید صلاحیت با استفاده از مقاطع** جعبه‌ای‌شکل (مطابق شکل ٤-٢٧) جوشکاری لوله با قطر بیشتر از ٢٤ اینچ (٦١٠ میلی‌متر) را نیز تأیید صلاحیت می‌کند.

٨- **جهت تأیید صلاحیت وضعیت** 1GR **مقاطع** جعبه‌ای یا لوله‌ای لازم است (شکل ٤-٢٧). اگر از مقاطع جعبه‌ای مطابق شکل ٤-٢٧ استفاده شود، نمونه‌های آزمایش مشاهده مقطع عرضی می‌تواند از گوشه‌های نمونه آزمایشی (مشابه شکل ٤-٢٨) تهیه شود.

٩- **جهت محدودیت‌های زاویه بین دو سطح برای اتصالات ورق و قوطی** T، Y و K شکل به بندهای ٤-٢٥ و ٤-٢٨ مراجعه گردد.

١٠- **تأیید صلاحیت اتصالات بدون پشت‌بند یا تخلیه جوش از پشت نیازمند استفاده از جزییات مشخص‌شده در شکل ٤-٢٤ است. برای اتصالات جوشی با پشت‌بند یا انجام تخلیه جوش از پشت نیازمند استفاده از جزییات مشخص‌شده در شکل ٤-٢٤ یا ٤-٢٥ می‌باشد.**

جدول ٤-۹- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود

(بند ٤-۱۸-۲-۱)

۱- آزمایش ورق		تعداد نمونه‌ها [1]				اندازه‌هایی که تائید صلاحیت می‌شود	
جوشهای شیاری یا کام						ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ	
نوع جوش آزمایشی (شکل متناظر)	ضخامت اسمی ورق آزمایشی (T) به اینچ	خمش گرده [2] (شکل ٤-۱۲)	خمش ریشه [2] (شکل ٤-۱۲)	خمش جانبی [2] (شکل ٤-۱۲)	نمونه آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش	حداقل	حداکثر
شیاری (شکل ٤-۳۰ یا ٤-۳۱)	۳/۸	۱	۱	–	–	۱/۸	۳/٤ حداکثر [3]
شیاری (اشکال ٤-۳۰ یا ٤-۳۱)	۳/۸ < T < ۱	–	–	۲	–	۱/۸	۲T حداکثر [3]
شیاری (اشکال ٤-۲۱، ٤-۲۲ یا ٤-۲۹)	۱ و بیشتر	–	–	۲	–	۱/۸	نامحدود [3]
کام (شکل ٤-۳۷)	۳/۸	–	–	–	۲	۱/۸	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-٩- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-١٨-٢-١)

جوش‌های گوشه (اتصال سه‌پری یا سه‌پری مایل)		تعداد نمونه‌ها [1]					ابعادی که تائید صلاحیت می‌شود		زاویه بین دو سطح که تائید صلاحیت می‌شود	
جوشهای شیاری یا کام							ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ			
نوع جوش آزمایشی (شکل متناظر)	ضخامت اسمی ورق آزمایشی (T) به اینچ	نمونه شکست جوش گوشه	نمونه مشاهده مقطع عرضی جوش	نمونه خمش جانبی [2]	نمونه خمش ریشه [2]	نمونه خمش گرده	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شیاری (اشکال ٤-٣٠ یا ٤-٣١)	٣/٨	–	–	–	١	١	١/٨	نامحدود	٣٠°	نامحدود
شیاری (اشکال ٤-٣٠ یا ٤-٣١)	١ > T > ٣/٨	–	–	٢	–	–	١/٨	نامحدود	٣٠°	نامحدود
شیاری (اشکال ٤-٢١، ٤-٢٢ یا ٤-٢٩)	≥ ١	–	–	٢	–	–	١/٨	نامحدود	٣٠°	نامحدود
گوشه انتخاب اول (شکل ٤-٣٦)	١/٢	١	١	–	–	–	١/٨	نامحدود	٦٠°	١٣٥°
گوشه انتخاب دوم (شکل ٤-٣٢)	٣/٨	–	–	–	٢	–	١/٨	نامحدود	٦٠°	١٣٥°
گوشه انتخاب سوم (شکل ٤-٢٠) [هر قطر لوله]	> ١/٨	–	١	–	–	–	١/٨	نامحدود	٣٠°	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-۹- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود

(بند ٤-۱۸-۲-۱)

۲- آزمایش لوله یا قوطی[۱]		تعداد نمونه‌ها						اندازه اسمی لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ		ضخامت اسمی ورق یا جداره لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ	
جوش شیاری CJP اتصال لب به لب		فقط وضعیت‌های ۱G و ۲G			فقط وضعیت‌های ۳G، ۴G و ۶GR						
نوع جوش آزمایشی	اندازه اسمی لوله آزمایشی به اینچ	ضخامت اسمی لوله آزمایشی به اینچ	خمش گرده[۲]	خمش ریشه[۲]	خمش جانبی[۲]	خمش گرده[۲]	خمش ریشه[۲]	خمش جانبی[۲]	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شیاری	≤ ٤	نامحدود	۱	۱	—	۲	۲	—	۳/٤	٤	۱/۸ ۰	۳/٤
شیاری	> ٤	< ۳/۸	۱	۱	—	۲	۲	—	تذکر ٤	نامحدود	۱/۸	۳/٤
شیاری	> ٤	≥ ۳/۸	—	—	۲	—	—	٤	تذکر ٤	نامحدود	۳/۱۶	نامحدود

۲- آزمایش لوله یا قوطی[۱]			تعداد نمونه‌ها	اندازه‌هایی که تایید صلاحیت می‌شود					
جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل				اندازه اسمی لوله یا قوطی که تایید صلاحیت می‌شود به اینچ		ضخامت اسمی ورق یا جداره لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ		زاویه بین دو سطح که تایید صلاحیت می‌شود[۷]	
نوع جوش آزمایشی	اندازه اسمی لوله آزمایشی به اینچ	ضخامت اسمی لوله آزمایشی به اینچ	خمش جانبی[۲]	مشاهده مقطع عرضی	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شیاری لوله	قطر خارجی ٦ ≥	≥ ۱/۲	٤	—	٤	نامحدود	۳/۱۶	نامحدود	۳۰°	نامحدود
شیاری جمبه‌ای	نامحدود	≥ ۱/۲	٤	٤	نامحدود (فقط جمبه‌ای)	نامحدود (فقط جمبه‌ای)	۳/۱۶	نامحدود	۳۰°	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-٩- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود

(بند ٤-١٨-٢-١)

٢- آزمایش لوله یا قوطی[٥]			تعداد نمونه‌ها				اندازه‌هایی که تایید صلاحیت می‌شود					
جوشهای گوشه در اتصالات T، Y و K شکل							اندازه اسمی لوله یا قوطی که تایید صلاحیت می‌شود به اینچ		ضخامت اسمی ورق یا جداره لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ		زاویه بین دو سطح که تایید صلاحیت می‌شود[٧]	
نوع جوش آزمایشی	اندازه اسمی لوله آزمایش D به اینچ	ضخامت اسمی آزمایش به اینچ	نمونه شکست جوش گوشه	نمونه مشاهده مقطع عرضی جوش	خمش ریشه[٢]	خمش گرده[٢]	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
وضعیت Gه (شیاری)	نامحدود	≥ ١/٨	–	–	٢	٢	تذکر ٤	نامحدود	١/٨ (تذکر ٣)	نامحدود (تذکر ٣)	٣٠°	نامحدود
انتخاب اول[٦] گوشه (شکل ٤-٣٦)	–	≥ ١/٢	١	١	–	–	٢٤	نامحدود	١/٨	نامحدود	٦٠°	نامحدود
انتخاب دوم[٦] گوشه (شکل ٤-٣٢)	–	٣/٨	–	–	٢	–	٢٤	نامحدود	١/٨	نامحدود	٦٠°	نامحدود
انتخاب سوم گوشه (شکل ٤-٢٠)	نامحدود	≥ ١/٨	–	١	–	–	D	نامحدود	١/٨	نامحدود	٣٠°	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-۹- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود

(بند ٤-۱۸-۲-۱)

۳- آزمایش جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی		تعداد نمونه‌ها [1]	ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به اینچ	
جوشهای شیاری ورق		خمش جانبی[2] (شکل ٤-۱۳)		
نوع جوش آزمایشی	ضخامت اسمی ورق آزمایش، T به اینچ		حداقل	حداکثر
شیاری (شکل ٤-۳۵)	< ۱-۱/۲	۲	۱/۸	T
	۱-۱/۲	۲	۱/۸	نامحدود

تذکرات:

۱- تمام جوشها باید بازرسی چشمی شود (مطابق بند ٤-۳۰-۱). برای هر وضعیت آزمایشی یک نمونه آزمایشی لوله، ورق یا قوطی لازم است، مگر آنکه مشخص شده باشد.

۲- بجای انجام آزمایشهای خمش نمونه‌های آزمایشی ورق، لوله یا قوطی می‌توان از آزمایش پرتونگاری استفاده نمود.

۳- همچنین هر اندازه‌ای از جوشهای گوشه یاشیاری با نفوذ نسبی در هر ضخامتی از ورق، لوله یا قوطی را تایید صلاحیت می‌کند.

٤- حداقل اندازه لوله‌ای که تایید صلاحیت می‌شود برابر است با نصف قطر آزمایشی یا ٤ اینچ، هر کدام که بزرگتر است.

۵- برای جزئیات شیار مناسب به جدول ٤-۸ مراجعه شود.

٦- دو نمونه ورق آزمایشی مطابق الزامات نمونه آزمایشی توصیف شده، لازم است. یک ورق بایستی در وضعیت 3F و دیگری در وضعیت 4F جوشکاری شود.

۷- برای زاویه بین دو سطح کوچکتر از ۳۰ درجه به بند ٤-۲٦-۱ مراجعه شود.

جدول ٤-٩- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود

(بند ٤-١٨-٢-١)

١- آزمایش ورق		تعداد نمونه‌ها [1]				اندازه‌هایی که تائید صلاحیت می‌شود	
جوشهای شیاری یا کام						ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر	
نوع جوش آزمایشی (شکل متناظر)	ضخامت اسمی ورق آزمایشی (T) به میلیمتر	خمش گرده [2] (شکل ٤-١٢)	خمش ریشه [2] (شکل ٤-١٢)	خمش جانبی [2] (شکل ٤-١٢)	نمونه آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش	حداقل	حداکثر
شیاری (شکل ٤-٣٠ یا ٤-٣١)	١٠	١	١	—	—	٣	٢٠ حداکثر [3]
شیاری (اشکال ٤-٣٠ یا ٤-٣١)	١٠ < T <٢٥	—	—	٢	—	٣	٢T حداکثر [3]
شیاری (اشکال ٤-٢١، ٤-٢٢ یا ٤-٢٩)	٢٥ و بیشتر	—	—	٢	—	٣	نامحدود [3]
کام (شکل ٤-٣٧)	١٠	—	—	—	٢	٣	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-٩- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود

(بند ٤-١٨-٢-١)

جوش‌های گوشه (اتصال سه‌پری یا سه‌پری مایل)			تعداد نمونه‌ها [1]				ابعادی که تائید صلاحیت می‌شود		زاویه بین دو سطح که تائید صلاحیت می‌شود	
جوشهای شیاری یا کام		نمونه شکست جوش گوشه	نمونه مشاهده مقطع عرضی جوش	نمونه خمش جانبی [2]	نمونه خمش ریشه [2]	نمونه خمش گرده	ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر			
نوع جوش آزمایشی (شکل متناظر)	ضخامت اسمی ورق آزمایشی (T) به میلیمتر						حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شیاری (اشکال ٤-٣٠ یا ٤-٣١)	۱۰	–	–	–	۱	۱	۳	نامحدود	۳۰°	نامحدود
شیاری (اشکال ٤-٣٠ یا ٤-٣١)	۱۰ < T < ۲۵	–	–	۲	–	–	۳	نامحدود	۳۰°	نامحدود
شیاری (اشکال ٤-٢١، ٤-٢٢ یا ٤-٢٩)	≥ ۲۵	–	–	۲	–	–	۳	نامحدود	۳۰°	نامحدود
گوشه انتخاب اول (شکل ٤-٣٦)	۱۲	۱	۱	–	–	–	۳	نامحدود	۶۰°	۱۳۵°
گوشه انتخاب دوم (شکل ٤-٣٢)	۱۰	–	–	–	۲	–	۳	نامحدود	۶۰°	۱۳۵°
گوشه انتخاب سوم (شکل ٤-٢٠) [هر قطر لوله]	> ۳	–	۱	–	–	–	۳	نامحدود	۳۰°	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-٩- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-١٨-٢-١)

٢- آزمایش لوله یا قوطی[٥]			تعداد نمونه‌ها						اندازه اسمی لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر		ضخامت اسمی ورق یا جداره لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر	
جوش شیاری CJP اتصال لب به لب			فقط وضعیت‌های ١G و ٢G			فقط وضعیت‌های ٥G، ٦G و ٦GR						
نوع جوش آزمایشی	اندازه اسمی لوله آزمایشی به میلیمتر	ضخامت اسمی لوله آزمایشی به میلیمتر	خمش گرده[٢]	خمش ریشه[٢]	خمش جانبی[٢]	خمش گرده[٢]	خمش ریشه[٢]	خمش جانبی[٢]	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شیاری	≤ ١٠٠	نامحدود	١	١	—	٢	٢	—	٢٠	١٠٠	٣	٢٠
شیاری	> ١٠٠	< ١٠	١	١	—	٢	٢	—	تذکر ٤	نامحدود	٣	٢٠
شیاری	> ١٠٠	≥ ١٠	—	—	٢	—	—	٤	تذکر ٤	نامحدود	٥	نامحدود

٢- آزمایش لوله یا قوطی[٥]			تعداد نمونه‌ها[١]		اندازه‌هایی که تایید صلاحیت می‌شود					
جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل					اندازه اسمی لوله یا قوطی که تایید صلاحیت می‌شود به میلیمتر		ضخامت اسمی ورق یا جداره لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر		زاویه بین دو سطح که تایید صلاحیت می‌شود[٧]	
نوع جوش آزمایشی	اندازه اسمی لوله آزمایشی به میلیمتر	ضخامت اسمی لوله آزمایشی به میلیمتر	خمش جانبی[٢]	مشاهده مقطع عرضی	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شیاری لوله	قطر خارجی ١٥٠ ≥	≥ ١٢	٤	—	٤	نامحدود	٥	نامحدود	٣٠°	نامحدود
شیاری جعبه‌ای	نامحدود	≥ ١٢	٤	٤	نامحدود (فقط جعبه‌ای)	نامحدود (فقط جعبه‌ای)	٥	نامحدود	٣٠°	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-۹- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-۱۸-۲-۱)

۲- آزمایش لوله یا قوطی[۵]			تعداد نمونه‌ها				اندازه‌هایی که تایید صلاحیت می‌شود					
جوشهای گوشه در اتصالات T، Y و K شکل							اندازه اسمی لوله یا قوطی که تایید صلاحیت می‌شود به میلیمتر		ضخامت اسمی ورق یا جداره لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر		زاویه بین دو سطح که تایید صلاحیت می‌شود[۷]	
نوع جوش آزمایشی	اندازه اسمی لوله آزمایش D به میلیمتر	ضخامت اسمی آزمایش به میلیمتر	نمونه شکست جوش گوشه	نمونه مشاهده مقطع عرضی جوش	خمش ریشه[۲]	خمش گرده[۲]	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
وضعیت G[۴] (شیاری)	نامحدود	≥ ۳	–	–	۲	۲	تذکر ٤	نامحدود	۳ (تذکر ۳)	نامحدود (تذکر ۳)	۳۰°	نامحدود
انتخاب اول[۶] گوشه (شکل ٤-۳۶)	–	≥ ۱۲	۱	۱	–	–	۶۱۰	نامحدود	۳	نامحدود	۶۰°	نامحدود
انتخاب دوم[۶] گوشه (شکل ٤-۳۲)	–	۱۰	–	–	۲	–	۶۱۰	نامحدود	۳	نامحدود	۶۰°	نامحدود
انتخاب سوم گوشه (شکل ٤-۲۰)	نامحدود	≥ ۳	–	۱	–	–	D	نامحدود	۳	نامحدود	۳۰°	نامحدود

ادامهٔ جدول ٤-٩- تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار- تعداد و نوع نمونه‌های آزمایشی و حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود (بند ٤-١٨-٢-١)

- آزمایش جوشکاری سربارهٔ الکتریکی و گاز الکتریکی		تعداد نمونه‌ها [1]	ضخامت اسمی ورق، لوله یا قوطی که تائید صلاحیت می‌شود به میلیمتر	
وشهای شیاری ورق		خمش جانبی [2] (شکل ٤-١٣)		
نوع جوش آزمایشی	ضخامت اسمی ورق آزمایش، T به میلیمتر		حداقل	حداکثر
شیاری (شکل ٤-٣٥)	< ٣٨	٢	٣	T
	٣٨	٢	٣	نامحدود

ذکرات:

١- تمام جوشها باید بازرسی چشمی شود (مطابق بند ٤-٣٠-١). برای هر وضعیت آزمایشی یک نمونه آزمایشی لوله، ورق یا قوطی لازم است، مگر آنکه مشخص شده باشد.

٢- بجای انجام آزمایشهای خمش نمونه‌های آزمایشی ورق، لوله یا قوطی می‌توان از آزمایش پرتونگاری استفاده نمود.

٣- همچنین هر اندازه‌ای از جوشهای گوشه یاشیاری با نفوذ نسبی در هر ضخامتی از ورق، لوله یا قوطی را تایید صلاحیت می‌کند.

٤- حداقل اندازه لوله‌ای که تایید صلاحیت می‌شود برابر است با نصف قطر آزمایشی یا ١٠٠ میلیمتر، هر کدام که بزرگتر است.

٥- برای جزئیات شیار مناسب به جدول ٤-٨ مراجعه شود.

٦- دو نمونه ورق آزمایشی مطابق الزامات نمونه آزمایشی توصیف شده، لازم است. یک ورق بایستی در وضعیت 3F و دیگری در وضعیت 4F جوشکاری شود.

٧- برای زاویه بین دو سطح کوچکتر از ٣٠ درجه به بند ٤-٢٦-١ مراجعه شود.

٤-۱۹- انواع آزمایش‌های تعیین صلاحیت لازم

٤-۱۹-۱- جوشکاران و دستگاه‌های جوشکار. نوع و تعداد نمونه‌های لازم برای آزمایش‌های تعیین صلاحیت جوشکار یا دستگاه‌های جوشکار براساس جدول ٤-۹ است. جزییات لازم در مورد آزمایش‌های غیرمخرب و نیز آزمایش‌های مکانیکی در موارد زیر ذکر شده‌اند:

۱- بازرسی چشمی (مراجعه به بند ٤-۸-۱) (از الزامات تعیین صلاحیت WPS استفاده شود).

۲- آزمایش‌های خمش گرده، ریشه و جانبی (مراجعه به بند ٤-۸-۳-۱) (از الزامات تعیین صلاحیت WPS استفاده شود).

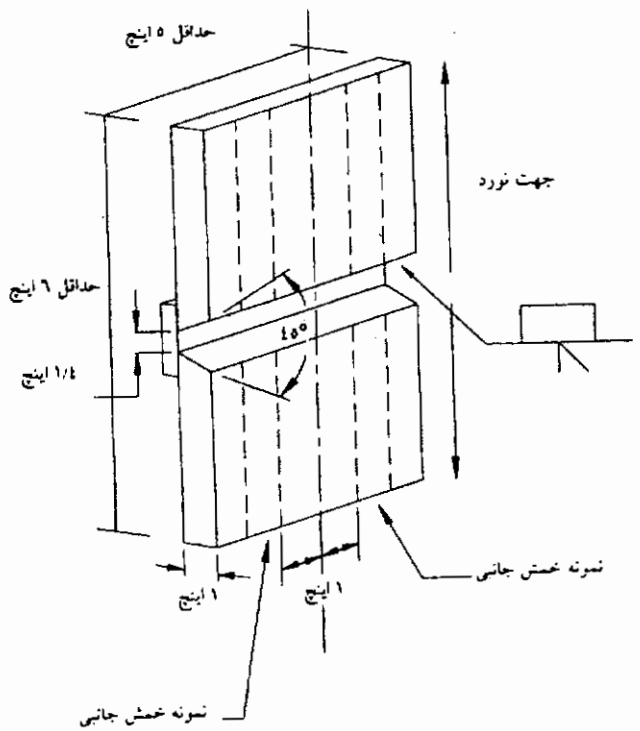
۳- آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش (مراجعه به بند ٤-۳۰-۲).

٤- آزمایش شکست جوش گوشه (مراجعه به بند ٤-۳۰-٤).

٤-۱۹-۱-۱- جایگزینی آزمایش پرتونگاری به جای آزمایش‌های خمشی. به‌جز اتصالاتی که با روش GMAW-S جوشکاری می‌شوند، می‌توان به‌جای آزمایش‌های خمشی مطابق بخش پ از آزمایش پرتونگاری برای تعیین صلاحیت جوشکار، یا دستگاه جوشکار روی نمونه‌های ورق آزمایشی استفاده کرد. برای شرایط RT به بند ٤-۳۰-۳ مراجعه شود.

به‌جای آزمایش‌های مکانیکی یا RT روی نمونه‌های آزمایشی برای تعیین صلاحیت دستگاه جوشکار می‌توان از پرتونگاری حین اجرا در طولی به اندازه ۱۵ اینچ (۳۸۰ میلی‌متر) از ابتدای یک جوش شیاری استفاده کرد. حدود ضخامتی که تأیید صلاحیت می‌شود، براساس جدول ٤-۹ است.

٤-۱۹-۱-۲- آزمایش‌های خمش. نمونه‌های آزمایش مکانیکی باید مطابق شکل‌های ٤-۲۱، ٤-۲۹، ٤-۳۰، ٤-۳۱، ٤-۳۲ و ٤-۳۳ برای تعیین صلاحیت جوشکار و مطابق شکل‌های ٤-۲۲، ٤-۲۳ یا ٤-۳۵ برای تعیین صلاحیت دستگاه جوشکاری بریده شود. این نمونه‌ها باید تقریباً دارای مقطع مربع‌مستطیل بوده و براساس شکل‌های ٤-۱۲، ٤-۱۳، ٤-۱٤ یا ٤-۱۸ هرکدام که کاربرد دارند، آماده‌سازی شوند.



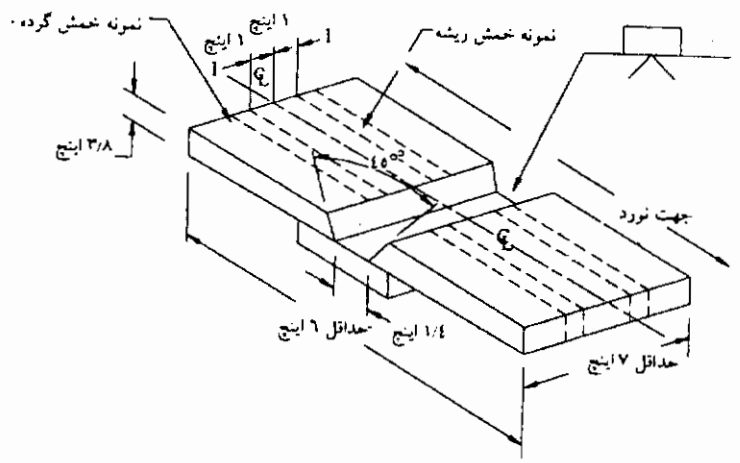
اینچ	میلی‌متر
١/٤	٦
٣/٨	١٠
١	٢٥
٣	٧٥
٥	١٢٥
٦	١٥٠

تذکرات:

١- *در صورت انجام آزمایش پرتونگاری، هیچ خال جوشی نباید در ناحیه آزمایش باشد.*

٢- *ضخامت پشت‌بند بایستی حداقل ١/٤ اینچ و حداکثر ٣/٨ اینچ باشد. اگر برای انجام پرتونگاری برداشته نمی‌شود پهنای پشت‌بند بایستی حداقل ٣ اینچ و در غیراینصورت حداقل یک اینچ باشد.*

شکل ٤-٢٩- نمونه ورق آزمایشی برای تعیین صلاحیت جوشکار در وضعیت افقی برای جوشکاری ورق با ضخامت نامحدود (بند ٤-٢٣-١)



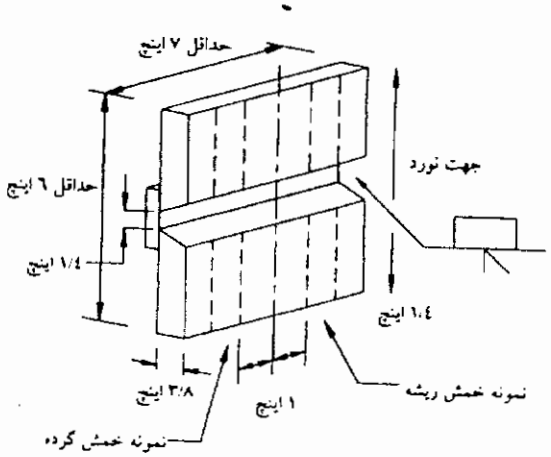
اینچ	میلی‌متر
۱/۴	۶
۳/۸	۱۰
۱	۲۵
۳	۷۵
۶	۱۲۵
۷	۱۵۰

تذکرات:

۱- در صورت انجام آزمایش پرتونگاری، هیچ خال جوشی نباید در ناحیه آزمایش باشد.

۲- صفحات پشت‌بند بایستی حداقل ۱/۴ اینچ و حداکثر ۳/۸ اینچ باشد. اگر برای انجام پرتونگاری برداشته نمی‌شود، پهنای پشت‌بند بایستی حداقل ۳ اینچ و در غیراینصورت حداقل یک اینچ باشد.

شکل ٤-۳۰- تعیین صلاحیت جوشکار- نمونه ورق آزمایشی برای ضخامت محدود- تمام وضعیت‌ها (بند ٤-۲۳-۱)



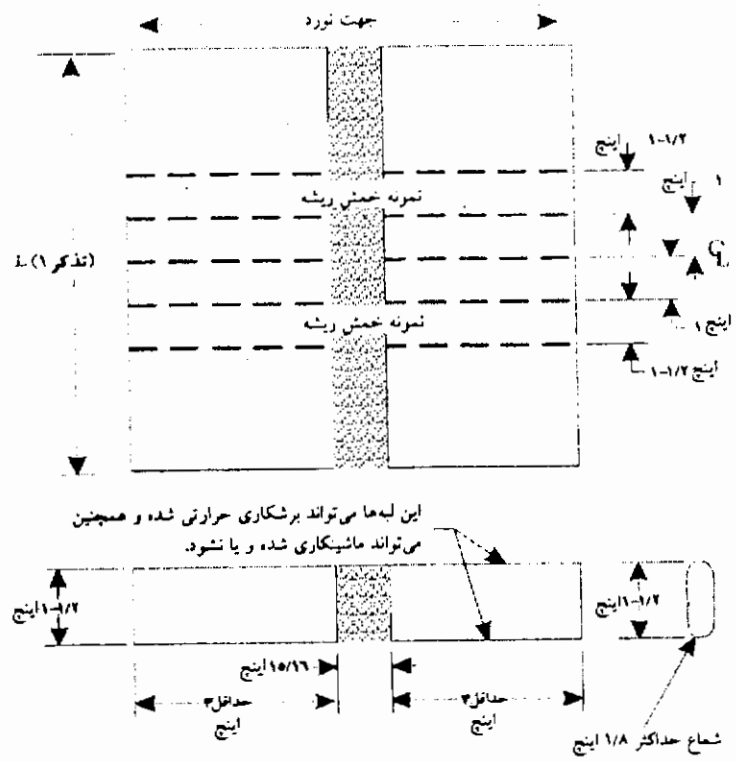
اینچ	میلی‌متر
۱/۴	۶
۳/۸	۱۰
۱	۲۵
۳	۷۵
۶	۱۲۵
۷	۱۵۰

تذکرات:

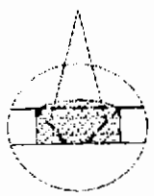
۱- در صورت انجام آزمایش پرتونگاری، هیچ خال جوشی نباید در ناحیه آزمایش باشد.

۲- صفحات پشت‌بند بایستی حداقل ۱/۴ اینچ و حداکثر ۳/۸ اینچ باشد. اگر برای انجام پرتونگاری برداشته نمی‌شود، پهنای پشت‌بند بایستی حداقل ۳ اینچ و در غیراینصورت حداقل یک اینچ باشد.

شکل ٤-۳۱- تعیین صلاحیت جوشکار- نمونه ورق آزمایشی برای ضخامت محدود- وضعیت افقی (بند ٤-۲۳-۱)



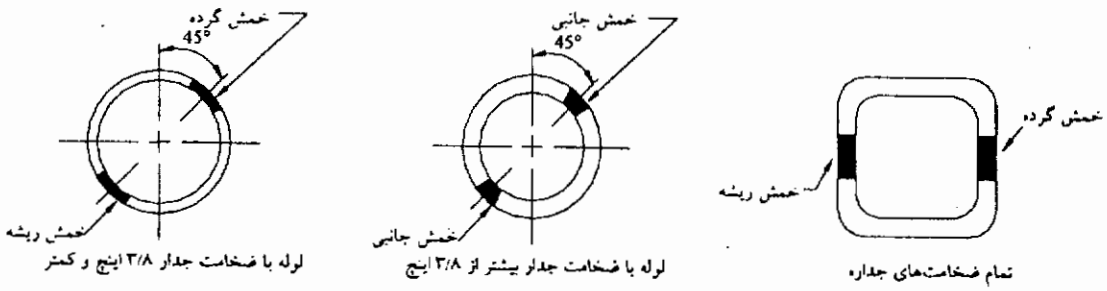
میلیمتر	اینچ
۳	۱/۸
۱۰	۳/۸
۲۴	۱۵/۱۶
۲۵	۱
۳۸	۱-۱/۲
۵۰	۲
۷۵	۳
۳۸۰	۱۵



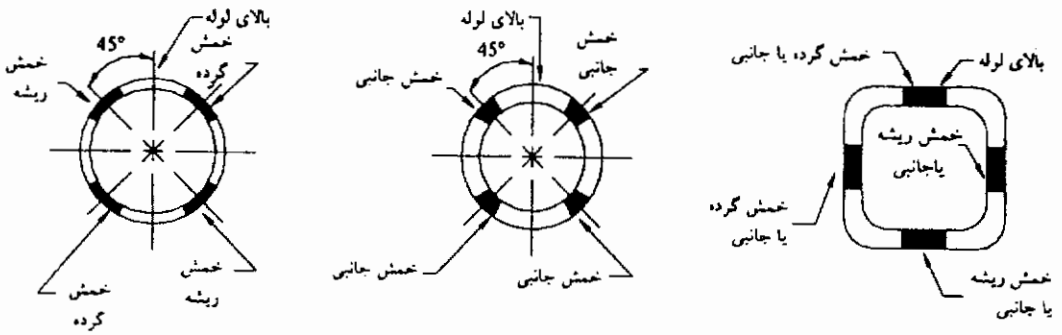
گرده جوش و ورق پشت‌بند بایستی تا سطح همتراز با فلز پایه برداشته شود (مراجعه به بند ۵-۲۴-٤-۱).
از برشکاری حرارتی برای برداشتن ورق پشت‌بند می‌توان استفاده نمود.

تذکر: حداقل ۷ اینچ برای جوشکار، حداقل ۵ اینچ برای دستگاه جوشکار= L

شکل ٤-۳۲- تعیین صلاحیت جوشکار یا دستگاه جوشکار- نمونه ورق آزمایشی خمش ریشه جوش گوشه - انتخاب دوم (بند ٤-۲۸ یا ٤-۲۵)

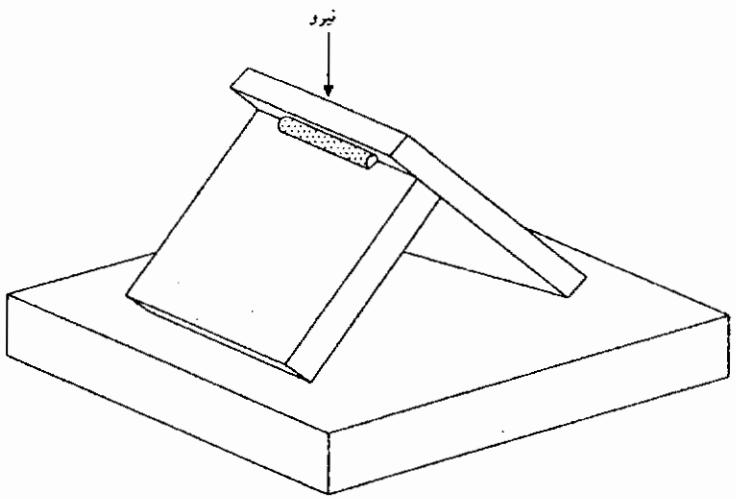


موقعیت‌های جوشکاری 1G و 2G

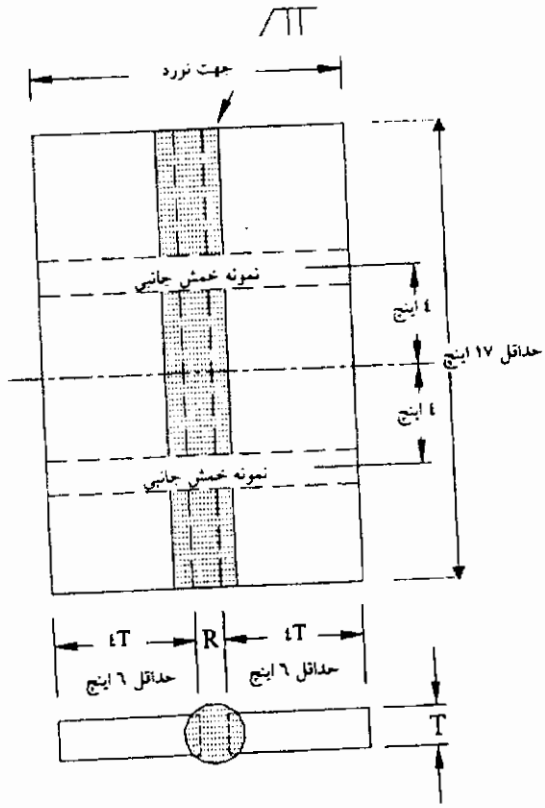


موقعیت‌های جوشکاری 5G، 6G و 6GR

شکل ٤-۳۳- موقعیت تهیه نمونه آزمایشی از مقاطع لوله‌ای و جعبه‌ای جوشی- تعیین صلاحیت جوشکار (بند ٤-۱۹-۱-۲)



شکل ٤-۳٤- روش شکست نمونه آزمایشی- تعیین صلاحیت خال جوشکار (بند ٤-۳۱)

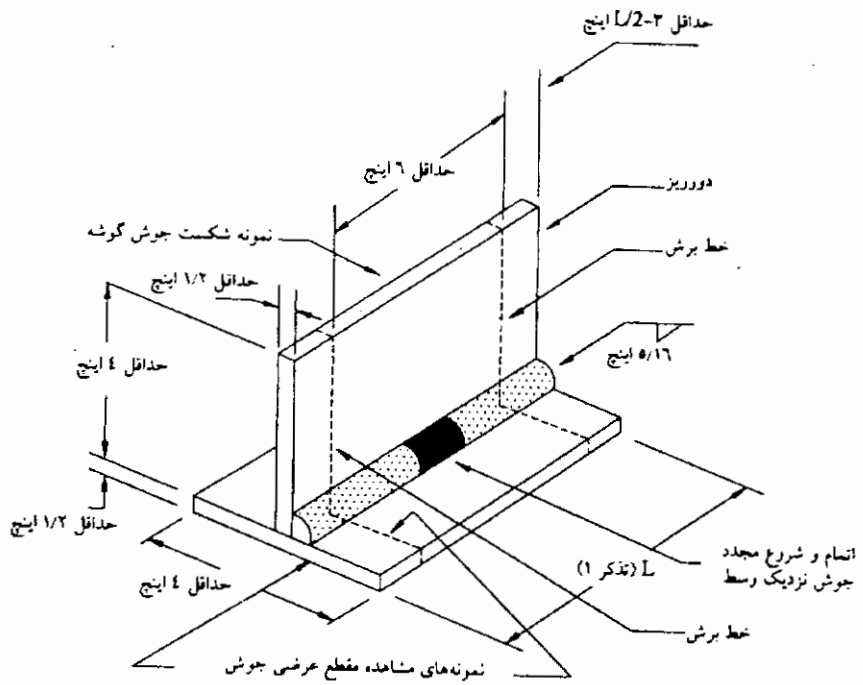


نادکرات:

١- شکافت ریشه «R» توسط WPS تعیین می‌شود.

٢- T = حداکثر ضخامت مورد استفاده در ساخت که نیازی نیست از ١/٢-١ اینچ بیشتر باشد.

شکل ٤-٣٥- اتصال لب به لب جهت تعیین صلاحیت دستگاه جوشکار- روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی (بند ٤-٢٣-٢)



اینچ	میلی‌متر
۱٦/۵	۸
۲/۱	۱۳
٤	۱۰۰
٦	۱۵۰
۱۵	۳۸۰
۱٦/۵	۸

تذکرات:

۱- حداقل ۸ اینچ برای جوشکار، حداقل ۱۵ اینچ برای دستگاه جوشکار= L

۲- هر انتهای جوش می‌تواند جهت نمونه مشاهده مقطع عرضی استفاده شده و انتهای دیگر دورریز شود.

شکل ٤-۳٦- تعیین صلاحیت جوشکار یا دستگاه جوشکار- نمونه شکست جوش گوشه و نمونه آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش – انتخاب اول (بند ٤-۲۸ یا ٤-۲۵)

٤-۱۹-۲- خال جوشکاران. خال جوشکار باید یک خال جوش با اندازه جوش حداکثر ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) و به طول تقریباً ۲ اینچ(۵۰ میلی‌متر) روی نمونه شکست جوش گوشه مطابق شکل ٤-۳۸ اجرا کند.

٤-۱۹-۲-۱- تعمیم تأیید صلاحیت. خال جوشکاری که آزمایش شکست جوش گوشه را می‌گذراند برای خال جوشکاری همه اتصالات (به‌جز جوش شیاری با نفوذ کامل که از یک طرف بدون ورق پشت‌بند در اتصالات لب‌به‌لب T، Y و Kشکل جوش می‌شود) برای روش جوشکاری و وضعیتی که تأیید صلاحیت شده معتبر است. خال جوشکاری در حالات مستثنی شده فوق باید توسط جوشکاران صلاحیت‌دار آن روش و وضعیت جوشکاری انجام شود.

٤-۲۰- انواع جوش‌ها در تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار

به منظور تأیید صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار، انواع جوش‌ها به صورت زیر است:

۱- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-۲۳)

۲- جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-۲٤)

۳- جوش گوشه در اتصالات غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-۲۵)

٤- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات قوطی شکل (مراجعه به بند ٤-۲٦)

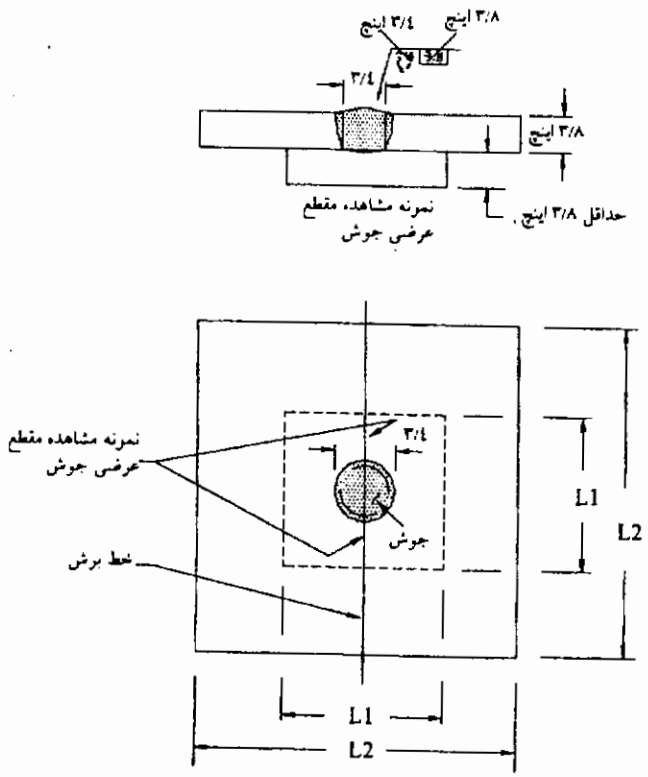
۵- جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات قوطی‌شکل (مراجعه به بند ٤-۲۷)

٦- جوش گوشه در اتصالات قوطی‌شکل (مراجعه به بند ٤-۲۸)

۷- جوش انگشتانه و کام در اتصالات قوطی‌شکل و غیرقوطی شکل (مراجعه به بند ٤-۲۹)

٤-۲۱- آماده‌کردن فرم‌های تأیید صلاحیت

تأیید صلاحیت پرسنل جوشکار باید از یک WPS پیروی کند. تمام محدودیت‌های متغیرهای اساسی WPS مطابق بند ٤-۷ به‌علاوه متغیرهای اساسی تأیید صلاحیت اجرا مطابق بند ٤-۲۲ باید به‌کار گرفته شوند. گزارش تأیید صلاحیت اجرا به عنوان یک تأییدیه باید کلیه متغیرهای اساسی جدول ٤-۱۰ را فهرست نماید. یک شکل پیشنهادی برای گزارش تأیید صلاحیت در ضمیمه سه موجود است.



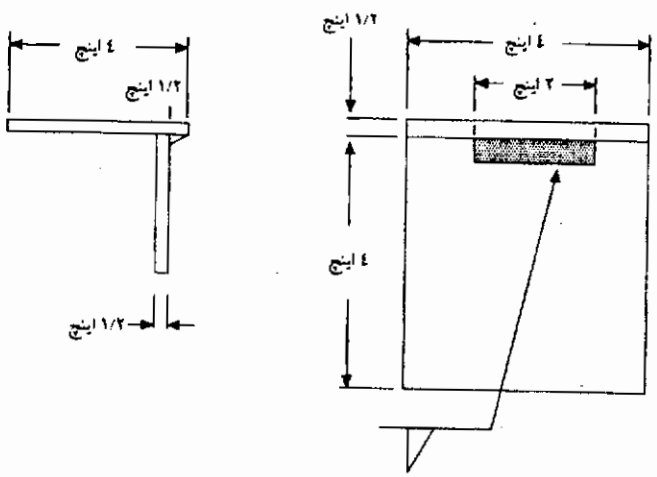
اینچ	میلی‌متر
۳/۸	۱۰
۳/۴	۱۹
۳	۷۵
۵	۱۲۵

تذکرات:

۱- حداقل ۲ اینچ برای جوشکار، حداقل ۳ اینچ برای دستگاه جوش= L1

۲- حداقل ۳ اینچ برای جوشکار، حداقل ۵ اینچ برای دستگاه جوش= L2

شکل ٤-۳۷- تعیین صلاحیت جوشکار یا دستگاه جوشکار- نمونه ورق آزمایشی برای مشاهده مقطع عرضی جوش کام (بند ٤-۲۹)



اینچ	میلی‌متر
۱/۲	۱۳
۲	۵۰
٤	۱۰۰
۱/۲	۱۳

شکل ٤-۳۸- نمونه شکست جوش گوشه- تعیین صلاحیت خال جوشکار (بند ٤-۱۹-۲)

٤-۲۲- متغیرهای اساسی

برای جوشکاران و دستگاه‌های جوشکار و خال جوشکاران، هر تغییری خارج از حدود متغیرهای اساسی مطابق جدول ٤-۱۰ نیازمند تعیین صلاحیت مجدد است.

٤-۲۳- جوش شیاری با نفوذ کامل برای اتصالات اعضای غیرقوطی شکل

برای الزامات وضعیت‌های جوشکاری جهت تأیید صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار برای اتصالات غیرقوطی شکل به جدول ٤-۸ مراجعه شود. توجه شود که تأیید صلاحیت در اتصالات با ورق پشت‌بند، سایر اتصالات که در آن‌ها جوشکاری با عملیات تخلیه جوش از پشت انجام می‌شود را نیز تأیید صلاحیت می‌کند.

٤-۲۳-۱- **نمونه‌های تعیین صلاحیت جوشکار.** در شکل‌های زیر وضعیت و ضخامت مورد نیاز جهت تعیین صلاحیت جوشکار نمایش داده شده‌است:

۱- شکل ٤-۲۱- تمام وضعیت‌ها- ضخامت نامحدود

۲- شکل ٤-۲۹- وضعیت افقی- ضخامت نامحدود

۳- شکل ٤-۳۰- تمام وضعیت‌ها- ضخامت محدود

٤- شکل ٤-۳۱- وضعیت افقی- ضخامت محدود

٤-۲۳-۲- **تعیین صلاحیت دستگاه جوشکاری برای روش‌های جوشکاری ESW/EGW.** ورق آزمایشی جهت تعیین صلاحیت یک دستگاه جوشکاری که از روش جوشکاری گاز الکتریکی (EGW) یا سرباره الکتریکی (ESW) استفاده نمی‌کند، یا جوشکاری کام انجام نمی‌دهد، باید مطابق شکل ٤-۲۲ باشد. این آزمایش دستگاه جوشکار را برای جوش شیاری و گوشه با ضخامت نامحدود برای روش و وضعیتی که آزمایش می‌شود، تعیین صلاحیت می‌کند. آزمایش تعیین صلاحیت برای دستگاه جوشکاری که از روش جوشکاری EGW یا ESW استفاده می‌کند، شامل یک اتصال جوشی از حداکثر ضخامت قطعه‌ای است که در ساخت استفاده می‌شود، اما نیازی نیست که از ضخامت $\frac{1}{2}$-۱ اینچ (۳۸ میلی‌متر) بیشتر باشد. (به شکل ٤-۳۵ مراجعه شود). اگر یک نمونه آزمایش با ضخامت $\frac{1}{2}$-۱ اینچ انجام شود،

نیازی به آزمایش ضخامت کمتر نیست. این آزمایش دستگاه جوشکار را برای جوشکاری شیاری و گوشه در قطعات با ضخامت نامحدود، برای روش و وضعیتی که آزمایش می‌شود، تعیین صلاحیت می‌کند.

٤-۲٤- جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات اعضای غیرقوطی شکل

تأیید صلاحیت برای جوش شیاری با نفوذ کامل، جوش شیاری با نفوذ نسبی را نیز تأیید صلاحیت می‌کند.

٤-۲۵- جوش گوشه در اتصالات اعضای غیرقوطی شکل

تأیید صلاحیت برای جوش شیاری با نفوذ کامل، جوش گوشه را نیز تأیید صلاحیت می‌کند، گرچه اگر فقط تعیین صلاحیت جوش گوشه لازم باشد، باید به جدول ٤-۹ مراجعه شود.

٤-۲٦- جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات اعضای قوطی‌شکل

جهت انجام آزمایش تعیین صلاحیت جوشکار یا دستگاه جوشکار باید مطابق زیر عمل کرد:

۱- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب با پشت‌بند یا همراه با انجام عملیات تخلیه جوش از پشت. از شکل ٤-۲۵ استفاده شود.

۲- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب بدون پشت‌بند یا بدون انجام عملیات تخلیه جوش از پشت. از شکل ٤-۲٤ استفاده شود.

۳- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب یا اتصالات T، Y و K شکل با پشت‌بند در اعضای قوطی‌شکل. به شکل ٤-۲۵ برای لوله (با هر قطر) و یا قوطی، مراجعه شود.

٤- جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل لوله که فقط از یک‌طرف با پشت‌بند جوش می‌شود. به شکل ٤-۲۵ برای لوله با قطر مناسب مراجعه شود.

۵- جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل لوله که از یک‌طرف بدون پشت‌بند جوش می‌شود. به شکل ٤-۲۷ مراجعه شود.

٦- برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات T، Y و K شکل قوطی که فقط از یک‌طرف بدون پشت‌بند یا بدون انجام عملیات تخلیه جوش از پشت، جوش می‌شود، باید مطابق زیر عمل کرد:

(الف) شکل ٤-۲۷ برای لوله (با هر قطر) یا قوطی و شکل ٤-۲۸ برای فقط قوطی.

(ب) شکل ٤-۲۷ برای قوطی همراه با برداشتن نمونه‌های آزمایش مشاهده مقطع جوش از موقعیت‌هایی که در شکل ٤-۲۸ نمایش داده شده‌است.

برای حدود قطر و ضخامتی که با انجام آزمایش نمونه‌های آزمایشی تعیین صلاحیت می‌شود، به جدول ٤-۹ مراجعه شود.

٤-۲٦-۱- سایر جزییات اتصال یا WPSها. برای جزییات اتصال، WPSها، یا تعیین عمق سایر جوش‌هایی که بسیار مشکل‌تر از آنچه در اینجا بیان شد می‌باشند، یک آزمایش مطابق بند ٤-۱۲-٤-۲ باید انجام شده و به‌علاوه هر جوشکار تحت آزمایش 6GR قرار گیرد (شکل ٤-۲۷ یا ٤-۲۸) وضعیت آزمایش باید عمودی باشد.

جدول ٤-۱۰- متغیرهای اساسی تعیین صلاحیت پرسنل جوشکاری که تغییر در آنها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد می‌باشد (بند ٤-۲۲)

تغییرات متغیرهای اساسی تایید صلاحیت پرسنل جوشکاری که نیازمند تعیین صلاحیت مجدد می‌باشد	پرسنل جوشکاری[1]		
	جوشکاران	دستگاه جوشکاری (تذکر ٦ و ۷)	خال جوشکاران
۱) به روش جوشکاری که تایید صلاحیت نشده باشد (روش جوشکاری GMAW-S به عنوان یک روش مجزا منظور می‌گردد.	X	X	X
۲) به یک الکترود با شماره F بالاتر از شماره F که جوشکار در روش جوشکاری SMAW تایید صلاحیت شده است. (جدول ٤-۱۱)	X		X
۳) به یک ترکیب متوسطی از الکترود و محافظ که براساس مدارک AWS A5 تایید نشده باشد.	X	X	X
٤) به یک وضعیت تایید صلاحیت نشده	X (تذکر ۳)	X	X
٥) به یک قطر یا ضخامت تایید صلاحیت نشده	X (تذکر ٤)	X (تذکر ٤)	

ادامهٔ جدول ٤-١٠- متغیرهای اساسی تعیین صلاحیت پرسنل جوشکاری که تغییر در آنها نیازمند تعیین صلاحیت مجدد می‌باشد (بند ٤-٢٢)

تغییرات متغیرهای اساسی تایید صلاحیت پرسنل جوشکاری که نیازمند تعیین صلاحیت مجدد می‌باشد	پرسنل جوشکاری[1]		
	جوشکاران	دستگاه جوشکاری (تذکر ٦ و ٧)	خال جوشکاران
٦) به یک وضعیت جوشکاری عمودی که تایید صلاحیت نشده باشد (سر بالا یا سر پایین)	X		
٧) حذف پشت‌بند (اگر در آزمایش تایید صلاحیت WPQR استفاده شده باشد)	X	X	
٨) به الکترودهای چندتایی (اگر از الکترود تک در آزمایش تایید صلاحیت استفاده شده باشد) و نه برعکس	X	X (تذکر ٤)	

تذکرات:

١- علامت «X» نشان دهنده کاربرد و بلوک خالی نشان دهنده عدم کاربرد است.

٢- WPQR = گزارش تایید صلاحیت پرسنل جوشکاری.

٣- جهت تایید صلاحیت وضعیت‌های جوشکاری توسط WPQR به جدول ٤-A مراجعه شود.

٤- جهت تایید صلاحیت محدوده ضخامت یا قطر به جدول ٤-٩ مراجعه شود.

٥- برای روشهای ESW یا EGW کاربرد ندارد.

٦- جوشکارانی که برای روشهای GMAW، FCAW یا GTAW تایید صلاحیت شده‌اند برای کار با دستگاه جوشکاری در همان روشها نیز تایید صلاحیت شده منظور می‌شوند، به شرط آنکه در محدوده متغیرهای اساسی و با آموزش توانایی ایجاد جوش مناسب را از خود نشان دهند.

٧- مطابق محدوده ضخامت جدول ٤-٩ یک جوش شیاری در WPQR جوش کام را در همان وضعیت جوشکاری تایید صلاحیت می‌کند.

جدول ٤-١١- گروه‌های رده‌بندی الکترودها (مراجعه به جدول ٤-١٠)

تعریف گروه	رده‌بندی الکترودهای AWS*
F4	EXX15, EXX16, EXX18, EXX15-X, EXX16-X, EXX16-X, EXX18-X
F3	EXX10, EXX11, EXX10-X, EXX11-X
F2	EXX12, EXX13, EXX14, EXX13-X
F1	EXX20, EXX20-1, EXX24, EXX27, EXX28, EXX27-X

* حروف «XX» که در این جدول، در تعریف رده‌بندی الکترودها به کار رفته است، به جای سطوح مقاومت الکترود (٦٠، ٧٠، ٨٠، ٩٠، ١٠٠، ١١٠ و ١٢٠) می‌باشد.

٤-۲۷- جوش شیاری با نفوذ نسبی در اتصالات اعضای قوطی شکل

تعیین صلاحیت برای جوش شیاری با نفوذ کامل در اتصالات اعضای قوطی شکل، تمام جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی را نیز در اتصالات اعضای قوطی شکل تعیین صلاحیت می‌کند.

٤-۲۸- جوش گوشه در اتصالات اعضای قوطی شکل

برای الزامات تعیین صلاحیت جوش گوشه در اتصالات اعضای قوطی شکل به جدول ٤-۹ مراجعه شود.

٤-۲۹- جوش انگشتانه و کام در اتصالات اعضای قوطی و غیرقوطی شکل

تأیید صلاحیت برای جوش شیاری با نفوذ کامل، تمام جوش‌های انگشتانه و یا کام را نیز تأیید صلاحیت می‌کند. برای تعیین صلاحیت **فقط** جوش انگشتانه و کام، به جدول ٤-۸ مراجعه شود. اتصال باید دارای یک سوراخ با قطر ۳/٤ اینچ (۲۰ میلی‌متر) در یک ورق با ضخامت ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) با یک ورق پشت با ضخامت حداقل ۳/۸ اینچ باشد. (به شکل ٤-۳۷ مراجعه شود).

٤-۳۰- روش‌های آزمایش و حد قبولی تعیین صلاحیت جوشکار و دستگاه جوشکار

٤-۳۰-۱- بازرسی چشمی. برای حد قبولی به بند ٤-۸-۱- مراجعه شود.

٤-۳۰-۲- آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. نمونه‌های آزمایشی باید با یک سطح مناسب پرداخت شده و با یک حلال (اسید) مناسب شسته شده تا مقطع قابل رؤیت و تمیزی به دست آید.

٤-۳۰-۲-۱- نمونه‌های آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش در جوش گوشه و انگشتانه. نمونه‌های آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش برای جوش انگشتانه باید مطابق زیر از اتصال آزمایشی، بریده شود.

۱- تعیین صلاحیت جوشکار- شکل ٤-۳۷.

۲- تعیین صلاحیت دستگاه جوشکار - شکل ٤-۳۷.

۳- نمونه‌های آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش برای جوش گوشه باید مطابق زیر از اتصال آزمایشی، بریده شود:

(الف) تعیین صلاحیت جوشکار- شکل ٤-۳٦.

(ب) تعیین صلاحیت دستگاه جوشکار- شکل ٤-۳٦.

٤-۳۰-۲-۲- آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش در اتصالات T، Y و K شکل. نمونه آزمایش مشاهده مقطع جوش از کنج اتصال برای اتصالات T، Y و K شکل در اعضای قوطی شکل باید شامل ٤ نمونه باشد که از کنج‌های جوش در موقعیت‌هایی که در شکل ٤-۲۸ نمایش داده شده‌است، بریده می‌شود. یک سطح از هر نمونه باید برای مشاهده، پرداخت و اسیدشویی شود. اگر جوشکار در وضعیت 6GR با استفاده از نمونه قوطی شکل آزمایش شده‌است (شکل ٤-۲۷) می‌توان چهار نمونه مشاهده مقطع جوش را از نمونه 6GR مطابق شکل ٤-۲۸ برید. یک سطح از هر نمونه باید برای مشاهده، پرداخت و اسیدشویی شود.

٤-۳۰-۲-۳- حد قبولی آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش. برای تأیید صلاحیت، وقتی که نمونه‌ها تحت بازرسی چشمی قرار می‌گیرند، باید مطابق شرایط زیر باشند:

۱- جوش‌های گوشه باید دارای نفوذ کافی در ریشه باشد.

۲- حداقل اندازه ساق جوش باید به اندازه مشخص‌شده (طراحی) جوش باشد.

۳- نمونه‌های آزمایش مشاهده مقطع جوش از جوش گوشه اتصالات T، Y و K شکل اعضای با مقطع جعبه‌ای، مطابق شکل ٤-۲۸ باید شامل موارد زیر باشد:

(الف) بدون وجود ترک باشد.

(ب) نفوذ کافی بین لایه‌های مختلف جوش و نیز بین فلز جوش و فلز پایه وجود داشته باشد.

(پ) پروفیل جوش مطابق جزییات بوده و در حد محدودیت‌های بند ٥-٢٤ باشد.

(ت) مقدار بریدگی کنار جوش بیش از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) نباشد.

(ث) برای تخلخل‌های ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) یا بیشتر مجموع تخلخل‌ها از ۱/٤ (٦ میلی‌متر) بیشتر نباشد.

(ج) مجموع اندازه‌های گل جوش نباید از ٥/۳۲ اینچ (٤ میلی‌متر) بیشتر شود.

٤- جوش‌های انگشتانه و کام باید:

(الف) بدون ترک باشند.

(ب) نفوذ کافی به ورق پشت و نیز از اطراف سوراخ وجود داشته باشد.

(پ) مجموع گل جوش قابل مشاهده بیش از ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) نباشد.

٤-۳۰-۳- آزمایش پرتونگاری. اگر به جای آزمایش‌های مکانیکی از آزمایش پرتونگاری استفاده می‌شود، نیازی به سنگ گرفتن گرده جوش نیست، مگر آنکه ناهمواری‌های روی سطح جوش در کیفیت فیلم پرتونگاری از نظر تشخیص عدم پیوستگی‌ها ایجاد اشکال کند. اگر برای انجام پرتونگاری ورق پشت‌بند برداشته می‌شود، سطح ریشه جوش باید با سطح فلز پایه همتراز شود (مراجعه به بند ٥-٢٤-٤-١).

روش انجام پرتونگاری باید مطابق با الزامات بخش ث از فصل ٦ باشد، برای تعیین صلاحیت جوشکار از هر دو انتهای درز جوش به اندازه $\frac{1}{4}$-۱ اینچ (۳۲ میلی‌متر) در نظر گرفته نمی‌شود. برای تعیین صلاحیت دستگاه جوشکار به اندازه ۳ اینچ (۷٥ میلی‌متر) از هر دو انتهای درز جوش در نظر گرفته نمی‌شود. برای نمونه آزمایشی قوطی جوشی که دارای قطر ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) یا بیشتر است، طول جوشی که جهت بررسی انتخاب می‌شود، باید حداقل نصف کل طول جوش باشد تا نماینده تمام وضعیت‌ها باشد. (به عنوان مثال، یک نمونه آزمایشی جوشی از لوله یا قوطی در وضعیت‌های 5G، 6G یا 6GR باید از محور مرکزی بالایی تا محور مرکزی پایینی در هر طرف پرتونگاری شود). نمونه‌های جوشی لوله یا قوطی که دارای قطر کمتر از ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) است باید ۱۰۰٪ پرتونگاری شود.

٤-۳۰-۳-۱- حد قبولی آزمایش پرتونگاری. برای تأیید صلاحیت جوش از طریق انجام آزمایش پرتونگاری باید براساس الزامات بند ٦-۱۲-۲ بدون در نظر گرفتن بند ٦-۱۲-۲-۲

عمل کرد.

۴-۳۰-۴- نمونه شکست جوش گوشه. تمام طول جوش گوشه باید بازرسی چشمی شود، سپس یک نمونه با طول ۶ اینچ (۱۵۰ میلی‌متر) (مطابق شکل ۴-۳۶) و در مورد جوش گوشه قوطی یک چهارم قطر لوله تحت بارگذاری قرار بگیرد، به طوری که ریشه جوش تحت کشش قرار گیرد. در نمونه باید حداقل یک شروع و یا پایان خط جوش وجود داشته باشد و بارگذاری آن قدر افزایش یابد تا نمونه دچار شکست شده یا به حالت تخت خمش کند.

۴-۳۰-۴-۱- حد قبولی آزمایش شکست جوش گوشه. قبل از انجام آزمایش، نمونه باید تحت بازرسی چشمی قرار بگیرد، به طوری که شکل ظاهری جوش یکنواخت بوده و عاری از رویهم افتادگی، ترک، یا بریدگی کنار جوش مطابق الزامات بند ۶-۹ باشد. همچنین نباید هیچ تخلخل قابل رؤیت روی سطح جوش وجود داشته باشد. نمونه شکسته شده در صورتی قبول می‌شود که:

۱- نمونه به حالت تخت خم شود یا

۲- اگر جوش گوشه دچار شکست می‌شود، باید سطح شکست نشان‌دهنده نفوذ کافی جوش به ریشه اتصال بدون عدم ذوب و یا تخلخل بزرگ‌تر از ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) باشد.

۳- مجموع بزرگ‌ترین اندازه‌های عدم نفوذ و تخلخل نباید از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) در هر ۶ اینچ (۱۵۰ میلی‌متر) طول جوش بیشتر باشد.

۴-۳۰-۵- آزمایش‌های خمش گرده، ریشه و جانبی. برای حد قبولی به بند ۴-۸-۳-۳ مراجعه شود.

۴-۳۱- روش انجام آزمایش‌های تعیین صلاحیت خال جوشکار و حد قبولی

نمونه شکل ۴-۳۴ باید تحت بارگذاری قرار بگیرد تا دچار شکست شود. با هر وسیله‌ای می‌توان نیرو را وارد کرد. سطح جوش و نیز سطح شکست جوش باید تحت بازرسی چشمی قرار بگیرد.

٤-۳۱-۱- حد قبولی بازرسی چشمی. خال جوش باید دارای یک سطح یکنواخت قابل قبول باشد و نیز عاری از روی‌هم‌افتادگی، ترک و نیز بریدگی کنار جوش بیشتر از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) باشد. همچنین نباید هیچ تخلخل قابل رؤیت روی سطح جوش موجود باشد.

٤-۳۱-۲- حد قبولی آزمایش مخرب. سطح شکست خال جوش باید نشان‌دهندهٔ نفوذ کافی در ریشه اتصال باشد که در کناره‌ها لازم نیست و نیز نباید هیچ عدم ذوب و یا تخلخل بزرگ‌تر از ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) وجود داشته باشد.

٤-۳۲- انجام آزمایش مجدد

وقتی یک جوشکار، دستگاه جوشکار یا خال جوشکار در یک آزمایش تعیین صلاحیت مردود شود و یا دلایل خاصی وجود داشته باشد که توانایی آن‌ها را در اجرای جوش مناسب زیر سؤال ببرد و یا دوره مدت زمان اعتبار تأیید صلاحیت آنان گذشته باشد باید به صورت زیر عمل نمود:

٤-۳۲-۱- الزامات آزمایش مجدد جوشکار و دستگاه جوشکار

٤-۳۲-۱-۱- آزمایش مجدد فوری. می‌توان در وضعیت و روشی که جوشکار یا دستگاه جوشکار مردود شده‌است، فوراً دو نمونه تهیه کرده و آزمایش نمود که در این صورت باید هر دو نمونه مطابق با الزامات قبول شوند.

٤-۳۲-۱-۲- آزمایش مجدد بعد از آموزش و یا تمرین. بعد از آن که جوشکار یا دستگاه جوشکار به اندازه کافی آموزش دیده یا تمرین کرد، می‌توان آن‌ها را مجدداً آزمایش کرد، که یک آزمایش کامل از وضعیت و نوع روش جوشکاری که قبلاً مردود شده‌است، باید انجام شود.

٤-۳۲-۱-۳- آزمایش مجدد پس از گذشت مدت اعتبار تأیید صلاحیت. وقتی که مدت اعتبار تأیید صلاحیت جوشکار یا دستگاه جوشکار سپری شده‌است، باید یک تعیین صلاحیت مجدد انجام داد. جوشکاران دارای این انتخاب هستند که برای تأیید صلاحیت جوشکاری

آن‌ها با ضخامت‌های برابر یا بزرگ‌تر از $\frac{۱}{۸}$ اینچ از ورق آزمایشی با ضخامت $\frac{۳}{۸}$ اینچ استفاده کند.

۴-۳۲-۱-۴- استثناء در مورد عدم قبولی آزمایش تعیین صلاحیت مجدد. اگر آزمایش تعیین صلاحیت مجدد قبول نشود، انجام آزمایش مجدد فوری مجاز نیست و فقط بعد از آموزش یا تمرین مطابق بند ۴-۳۲-۱-۲ انجام آزمایش مجدد مجاز است.

۴-۳۲-۲- الزامات آزمایش مجدد خال جوشکار

۴-۳۲-۲-۱- آزمایش مجدد بدون آموزش اضافه. اگر خال جوشکاری در آزمایش تعیین صلاحیت قبول نشود، می‌تواند بدون انجام آموزش و تمرین اضافه یک بار دیگر آزمایش دهد.

۴-۳۲-۲-۲- آزمایش مجدد بعد از آموزش و تمرین. بعد از آموزش و یا تمرین کافی خال جوشکار، می‌تواند یک آزمایش مجدد کامل انجام شود.

۵- ساخت

۵-۱- حدود کاربرد

تمام موارد قابل کاربرد در این بخش باید در ساخت و نصب سازه‌های جوشی که با هر روشی مطابق با این آیین‌نامه تولید می‌شوند، مدنظر قرار بگیرد. (به بندهای ۳-۲ و ٤-۱۵ مراجعه شود).

۵-۲- فلز پایه

۵-۲-۱- فلز پایه مشخص شده. در مدارک قرارداد باید مشخصات فنی و نوع رده‌بندی فلز پایه مشخص شود. اگر از جوش در سازه استفاده می‌شود، در صورت امکان باید از فلزات پایه تأیید شده که در جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش فهرست شده‌اند، استفاده گردد.

۵-۲-۲- فلز پایه برای لقمه‌های جوش، پشت‌بند و لایی‌ها

۵-۲-۲-۱- لقمه‌های جوش. لقمه‌های جوش باید مطابق الزامات زیر باشد:

اگر همراه با یک فلز تأییدشده در جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش در جوشکاری استفاده می‌شود، می‌تواند هر یک از فلزات در جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش باشد.

اگر همراه با یک فلز که براساس بند ٤-۷-۳ تأیید می‌شود، استفاده می‌شود می‌تواند:

(الف) از فولاد تأیید صلاحیت شده باشد.

(ب) از هر یک از فولادهای جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش باشد.

۵-۲-۲-۲- پشت‌بند. فولادی که برای پشت‌بند استفاده می‌شود باید مطابق الزامات بند ۵-۲-۲-۱ باشد، به جز آن که پشت‌بند با مقاومت جاری شدن حداقل ksi ۱۰۰ (٦۹۰ Mpa) فقط برای فولاد با مقاومت جاری شدن حداقل ksi ۱۰۰ استفاده شود.

۵-۲-۲-۳- لایی. لایی‌ها باید از فلزی یکسان با فلز پایه باشند.

۵-۳- الزامات مواد مصرفی جوشکاری و الکترودها

۵-۳-۱- الزامات عمومی

۵-۳-۱-۱- گواهینامه برای الکترودها یا ترکیب پودر و سیم جوش. اگر مهندس طراح لازم بداند، پیمانکار و یا سازنده باید برای الکترود یا ترکیب پودر و سیم جوش، گواهینامه مرغوبیت، ارایه دهد که با مشخصات فنی رده‌بندی الکترود تطابق داشته باشد.

۵-۳-۱-۲- تناسب رده‌بندی. رده‌بندی الکترود، اندازه الکترود، طول قوس، ولتاژ و آمپراژ باید با ضخامت قطعه، نوع شیار، وضعیت جوشکاری و سایر شرایط کار مطابقت داشته باشد. میزان شدت جریان باید در حدود پیشنهادی سازنده الکترود باشد.

۵-۳-۱-۳- گاز محافظ. گاز و یا مخلوط گازی که برای محافظت استفاده می‌شود، باید دارای نقطه شبنم ۱۰٤- درجه فارنهایت (٤۰- درجه سانتی‌گراد) یا کمتر باشد. بنا به درخواست مهندس طراح، پیمانکار یا سازنده باید گواهینامه مرغوبیت ساخت کارخانه‌ای گاز و یا مخلوط گاز محافظ را ارایه دهد، تا تعیین شود که با الزامات مورد نیاز نقطه شبنم مطابقت دارد. وقتی که عملیات اختلاط گاز در محل کارگاه جوشکاری انجام می‌شود. باید از شمارنده‌های مناسب جهت تعیین تناسب اختلاط گازها استفاده شود. درصد اختلاط گازها باید مطابق الزامات WPS باشد.

۵-۳-۱-٤- انبار. مواد مصرفی جوشکاری بعد از خارج شدن از بسته‌بندی اصلی باید به گونه‌ای انبار شوند که خصوصیات جوشکاری آن‌ها دچار آسیب نشود.

۵-۳-۲- الکترودهای SMAW. الکترودها برای جوشکاری به روش SMAW باید با الزامات آخرین چاپ ANSI/AWS A5.1، *مشخصات فنی الکترودهای فولاد کربنی برای جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار* ANSI/AWS A5.5 *مشخصات فنی الکترودهای فولادی کم آلیاژ برای جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار*، مطابقت داشته باشد.

۵-۳-۲-۱- وضعیت انبار الکترودهای کم هیدروژن. تمام الکترودهایی که دارای روپوش با هیدروژن پایین هستند مطابق ANSI/AWS A5.1 و ANSI/AWS A5.5 باید در ظروف در بسته محکم بسته‌بندی شده و یا قبل از مصرف باز پخت شوند. بلافاصله پس از باز کردن

الکترودها از بسته‌بندی باید در گرم‌خانه‌هایی با حداقل درجه حرارت ۲۵۰° فارنهایت (۱۲۰° سانتی‌گراد) نگهداری شوند.

۵-۳-۲-۲- مدت مجاز استفاده در معرض هوا. بعد از باز کردن بسته‌بندی الکترودها و یا پس از خارج کردن الکترودها از گرم‌خانه‌های انبار و یا از گرم‌خانه‌های بازپخت مدت زمانی که الکترودها می‌توانند در معرض هوا باشند نباید از مقادیر ستون الف در جدول ۵-۱ تجاوز کند.

الکترودهایی که در مدت زمان کمتر از آنچه که در ستون الف جدول ۵-۱، مجاز است در معرض هوا قرار می‌گیرند، می‌توانند به گرم‌خانه‌هایی با درجه حرارت حداقل ۲۵۰° فارنهایت (۱۲۰° سانتی‌گراد) برگردانده شوند. بعد از گذشت حداقل ٤ ساعت در درجه حرارت ۲۵۰° فارنهایت الکترودها می‌توانند دوباره استفاده شوند. از الکترودهای مرطوب نباید استفاده کرد و حداکثر یک بار می‌توان الکترودها را بازپخت کرد.

۵-۳-۲-۳- مدت زمان متناوب دیگر استفاده در معرض هوا، تعیین‌شده با آزمایش. مدت زمان متناوب مجاز دیگر در معرض هوا در ستون ب جدول ۵-۱ مشخص شده که براساس آزمایش، حداکثر زمان مجاز به دست آمده است. آزمایش باید براساس ANSI/AWS A5.5 بخش ۳-۱۰ برای هر نوع رده‌بندی و یا سازنده الکترود انجام شود. این آزمایش‌ها تعیین می‌کنند که حداکثر مقدار رطوبت از مقادیر ANSI/AWS A5.5 (جدول ۹) تجاوز نمی‌کند، به علاوه در مورد الکترودهای E70XX یا E70XX-X (ANSI/AWS A5.1 A5.5) الکترودهای روپوش‌دار کم هیدروژن باید به حداکثر رطوبت برابر ۰/٤ درصد وزنی محدود شوند.

برای استفاده بهتر از این مورد، به ضمیمه ح برای نمونه‌های نموداری درجه حرارت- رطوبت مراجعه شود. برای تعیین محدودیت‌های رطوبت- درجه حرارت باید از نمودار نشان داده شده در ضمیمه‌ح و یا هر نمودار استاندارد دیگری استفاده کرد.

جدول ۵-۱- مدت زمان مجاز استفاده از الکترودهای کم هیدروژن در معرض هوا

(بند ۵-۳-۲-۲ و ۵-۳-۲-۳)

الکترود	ستون الف (ساعت)	ستون ب (ساعت)
A5.1		
E70XX	حداکثر ٤	بالای ٤ تا حداکثر ۱۰
E70XXR	حداکثر ۹	
E70XXHZR	حداکثر ۹	
E7018M	حداکثر ۹	
A5.5		
E70XX-X	حداکثر ٤	بالای ٤ تا حداکثر ۱۰
E80XX-X	حداکثر ۲	بالای ۲ تا حداکثر ۱۰
E90XX-X	حداکثر ۱	بالای ۱ تا حداکثر ۵
E100XX-X	حداکثر $\frac{۱}{۲}$	بالای $\frac{۱}{۲}$ تا حداکثر ٤
E110XX-X	حداکثر $\frac{۱}{۲}$	بالای $\frac{۱}{۲}$ تا حداکثر ٤

تذکرات:

۱- ستون الف: الکترودهایی که در مدت زمان بیشتر در معرض هوا قرار گرفته‌اند بایستی قبل از مصرف مجددا خشک شوند.

۲- ستون ب: الکترودهایی که در مدت زمان بیشتر در معرض هوا قرار گرفته‌اند بایستی قبل از مصرف مجددا خشک شوند.

۳- تمام جدول: الکترودها می‌توانند در هر نوع ظروف باز قرار داشته باشند و استفاده از ظروف گرم‌کن‌دار اجباری نیست.

۵-۳-۲-٤- الکترودهای بازپخت‌شده. الکترودهایی که در مدت زمان بیشتر از زمان مجاز در جدول ۵-۱ در معرض هوا قرار می‌گیرند، باید مطابق زیر بازپخت شوند:

۱- تمام الکترودهایی که دارای روپوش با هیدروژن پایین مطابق ANSI/AWS A5.1 هستند باید به مدت حداقل ۲ ساعت در درجه حرارت بین ۵۰۰° فارنهایت (۲٦۰° سانتی‌گراد) تا ۸۰۰° فارنهایت (٤۳۰° سانتی‌گراد) بازپخت شوند و یا

۲- تمام الکترودهایی که دارای روپوش با هیدروژن پایین مطابق ANSI/AWS A5.5 هستند

باید به مدت حداقل ۱ ساعت در درجه حرارت بین ۷۰۰° فارنهایت (۳۷۰° سانتی‌گراد) تا ۸۰۰° فارنهایت (۴۳۰° سانتی‌گراد) بازپخت شوند.

۵-۳-۲-۵- محدودیت‌های الکترود برای فولاد A517 یا ASTM A514. برای جوشکاری فولادهای A517 یا ASTM A514، قبل از مصرف الکترودهایی که دارای رده‌بندی پایین‌تر از E100XX-X به جز E7018M و E70XXH4R باشند، باید به مدت حداقل یک ساعت در درجه حرارت بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه فارنهایت (۳۷۰ تا ۴۳۰ درجه سانتی‌گراد) پخته شوند، حتی اگر در بسته‌بندیهای مناسب نگهداری شده باشند.

۵-۳-۳- الکترودها و پودرهای مصرفی در روش جوشکاری SAW. جوشکاری با روش زیرپودری (SAW) می‌تواند با یک الکترود یا تعداد بیشتری الکترود تک یا چند الکترود موازی، یا ترکیبی از الکترودهای تک و موازی انجام شود. فاصله بین قوس‌ها باید طوری باشد که گل جوشی که توسط قوس الکتریکی جلویی ایجاد می‌شود، به اندازه‌ای سرد نشود که از ایجاد جوش مناسب توسط الکترود بعدی جلوگیری شود. جوشکاری با روش زیرپودری با الکترودهای متعدد می‌تواند در جوش‌های شیاری یا گوشه برای هر عبور به کار رود.

۵-۳-۳-۱- الزامات ترکیب پودر و سیم جوش. الزامات الکترودهای بدون روپوش و پودرهای جوش که در ترکیب با یکدیگر در روش جوشکاری زیرپودری برای جوشکاری فولاد به کار می‌رود، باید مطابق آخرین چاپ ANSI/AWS A5.17 *مشخصات فنی سیم جوش فولاد کربنی و پودر جوش برای روش جوشکاری زیرپودری* و یا مطابق الزامات آخرین چاپ ANSI/AWS A5.23 *مشخصات فنی سیم جوش فولاد کم آلیاژ و پودر جوش برای روش جوشکاری زیرپودری*، باشد.

۵-۳-۳-۲- وضعیت پودر جوش. پودر جوشی که برای روش جوشکاری SAW بکار می‌رود باید خشک و عاری از گرد و غبار، گل سربازه، یا هر ماده خارجی دیگری باشد. تمام پودر جوش باید در بسته‌بندی‌های مناسب نگهداری شود. در وضعیت معمولی، برای حداقل شش ماه بدون چنین بسته‌بندی، خصوصیات جوشکاری آن آسیب می‌بیند. پودر جوشی که در بسته‌بندی‌های آسیب‌دیده می‌باشد یا باید دور ریخته شود یا در درجه حرارت حداقل ۵۰۰° فارنهایت (۲۶۰° سانتی‌گراد) به مدت یک ساعت خشک شود. پودر جوش باید بلافاصله پس

از باز کردن بسته‌بندی‌ها به مصرف برسد، یا اگر از یک بسته‌بندی که قبلا باز شده، استفاده می‌شود باید به اندازه یک اینچ روی پودر دور ریخته شود. از پودر جوش مرطوب نباید استفاده شود.

۵-۳-۳-۳- استفاده مجدد از پودر جوش. پودر جوشی که حین جوشکاری ذوب نمی‌شود، می‌تواند دوباره بعد از جمع‌آوری با جارو کردن و یا هر روش دیگری مورد استفاده قرار بگیرد. دستگاه جوشکار باید دارای روندی برای جمع‌آوری پودر جوش ذوب نشده، اضافه کردن پودر تازه و جوشکاری با مخلوط این دو پودر باشد، به طوری که ترکیب پودر و نیز یکنواختی اندازه دانه‌های آن ثابت بماند.

۵-۳-۳-٤- گل جوش خردشده. از گل جوش خردشده به شرط آنکه دارای شماره‌گذاری نام تجاری کارخانه خردکننده باشد می‌توان استفاده نمود. بعلاوه، هر محموله پودر خشک بایستی مطابق ANSI/AWS A5.01، *راهنمای مواد مصرفی فلز پرکننده* و مطابق شکل I در ANSI/AWS A5.01 آزمایش شده و مطابق ANSI/AWS A5.17 یا A5.23 هر کدام که کاربرد دارند، توسط پیمانکار و یا کارخانه خردکننده رده‌بندی شود.

۵-۳-٤- الکترودهای GMAW/FCAW. مشخصات الکترودها و مشخصات محافظ برای جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (GMAW) یا جوشکاری توپودری (FCAW) برای ایجاد فلز جوشی با حداقل مقاومت جاری شدن ٦٠٠٠٠ psi (٤١٥ Mpa) یا کمتر، باید مطابق با الزامات آخرین چاپ ANSI/AWS A5.18 *مشخصات فنی سیم جوش فولاد کربنی برای جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ* یا ANSI/AWS A5.20 هر کدام که کاربرد دارند باشد.

۵-۳-٤-۱- الکترودهای کم آلیاژ برای GMAW. مشخصات الکترودها و نیز مشخصات محافظ در جوشکاری GMAW برای ایجاد فلز جوشی با حداقل مقاومت جاری‌شدن بزرگ‌تر از psi ٦٠٠٠٠ (٤١٥ Mpa) باید مطابق الزامات آخرین چاپ ANSI/AWS A5.28 *مشخصات فنی فلز پرکننده فولادی کم آلیاژ برای جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ* باشد.

۵-۳-٤-۲- الکترودهای کم آلیاژ برای FCAW. مشخصات الکترودها و نیز گاز محافظ در جوشکاری FCAW برای ایجاد فلز جوشی با حداقل مقاومت جاری‌شدن بزرگ‌تر از

psi ۶۰۰۰۰ (۴۱۵ Mpa) باید مطابق الزامات آخرین چاپ ANSI/AWS A5.12 *مشخصات فنی الکترودهای فولادی کم آلیاژ برای جوشکاری توپودری* باشد.

۵-۳-۵- GTAW

۵-۳-۵-۱- الکترودهای تنگستنی. شدت جریان جوشکاری باید متناسب با قطر، نوع یا رده‌بندی الکترود باشد. مشخصات الکترودهای تنگستنی باید براساس الزامات ANSI/AWS A5.12 *مشخصات الکترودهای تنگستنی و تنگستن آلیاژی برای جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی* باشد.

۵-۳-۵-۲- فلز پرکننده. فلز پرکننده باید مطابق تمام شرایط آخرین چاپ ANSI/AWS A5.18 یا ANSI/AWS A5.28 و ANSI/AWS A5.30 *مشخصات فنی لایی‌های مصرفی* برحسب نیاز باشد.

۵-۴- روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی و جوشکاری گاز الکتریکی

۵-۴-۱- محدودیت روش‌ها. روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی نباید برای جوشکاری فولاد آب‌دیده و بازپخت‌شده و نیز جوشکاری اعضای سازه‌های تحت بار سیکلی که تحت تنش‌های کششی و یا تنش‌های رفت و برگشتی قرار می‌گیرند، استفاده شود.

۵-۴-۲- وضعیت الکترودها و لوله‌های هدایت. الکترودهای مصرفی و لوله‌های هدایت باید خشک، تمیز و در وضعیت مناسب برای استفاده باشند.

۵-۴-۳- وضعیت پودر جوش. پودر جوشی که برای جوشکاری سرباره الکتریکی استفاده می‌شود، باید خشک بوده و عاری از آلودگی‌هایی نظیر گرد و خاک، گل سرباره و سایر مواد خارجی باشد. پودر باید در بسته‌بندی‌های مناسب نگهداری شود. در وضعیت معمولی، برای حداقل شش ماه بدون چنین بسته‌بندی خصوصیات جوشکاری آن آسیب می‌بیند. پودر جوش در بسته‌بندی‌هایی که در حمل و نقل آسیب می‌بیند، یا باید دور ریخته شود و یا باید در درجه حرارت حداقل ۲۵۰° فارنهایت (۱۲۰°سانتی‌گراد) برای مدت یک ساعت قبل از مصرف خشک شوند. از پودر جوش مرطوب نباید استفاده کرد.

۵-٤-٤- شروع و پایان جوش. جوش‌ها باید به گونه‌ای شروع شوند که اجازه دهد حرارت کافی برای نفوذ کامل فلز جوش به ریشه اتصال ایجاد شود. در هر نقطه‌ای از اتصال جوشی که برای مدتی جوشکاری قطع می‌شود، به طوری که گل جوش و یا فلز جوش مذاب شروع به سردشدن و انجماد می‌کند، جوشکاری به شرطی می‌تواند دوباره از آن نقطه شروع شود که با آزمایش ماوراء صورت به اندازه حداقل ٦ اینچ (۱۵۰ میلی‌متر) از هر دو طرف آن نقطه بررسی شود وگرنه شروع مجدد از آن نقطه مجاز نیست. همچنین می‌توان از آزمایش پرتونگاری استفاده کرد. تمام موقعیت چنین نقاطی باید ثبت شده و به مهندس طراح گزارش شود.

۵-٤-۵- پیشگرمایش. به علت ایجاد حرارت داخلی بالا در این روش‌ها، معمولا عملیات پیشگرمایش لازم نیست. گرچه نباید در شرایطی که درجه حرارت فلز پایه در نقطه جوشکاری کمتر از ۳۲۰° فارنهایت (۰° سانتی‌گراد) باشد، جوشکاری انجام شود.

۵-٤-٦- تعمیرات. جوش‌هایی که دارای عدم پیوستگی‌های ممنوع مطابق فصل ٦، بخش پ می‌باشند، باید مطابق روش‌های مجاز بند ۵-۲٦ با بکارگیری روش جوشکاری صلاحیت‌دار تعمیر شود و یا تمام جوش برداشته شده و جایگزین گردد.

۵-٤-۷- الزامات فولاد در معرض هوا. برای جوشکاری سرباره الکتریکی و یا گاز الکتریکی فولاد ASTM A588 فلز جوش باید دارای خصوصیات ضدخوردگی در معرض هوا و خصوصیات رنگی مطابق با فلز پایه باشد. ترکیب پودر جوش- الکترود باید مطابق بند ٤-۱۷-۲ بوده و ترکیب شیمیایی فلز پرکننده مطابق با جدول ۳-۳ باشد.

۵-۵- متغیرهای WPS

متغیرهای جوشکاری باید براساس WPS باشد. هر عبور باید دارای نفوذ کافی بوده، به طوری که دارای بریدگی کنار جوش و یا رویهم‌افتادگی نامناسب نباشد. برای جلوگیری از ترک در ریشه اتصال باید از گرده بیش از حد در عبورهای ابتدایی اجتناب گردد.

۵-٦- درجه حرارت پیش گرمایش و بین عبورهای جوشکاری

اگر لازم باشد، فلز پایه باید به مقداری بیش از حداقل درجه حرارت مشخص شده در WPS پیشگرمایش شود (به بند ۳-۵ برای محدودیت‌های WPS پیش‌تأییدشده و جدول ٤-۵ برای محدودیت‌های متغیرهای اساسی WPS مراجعه شود). در ترکیب فلزات پایه، حداقل درجه حرارت پیشگرمایش براساس بیشترین مقدار درجه حرارت پیشگرمایش است. این درجه حرارت و حداقل درجه حرارت بین عبورهای جوشکاری باید در محدوده‌ای به مرکز نقطه جوشکاری و به شعاع حداقل ضخامت قطعه تحت جوشکاری (ولی نه کمتر از ۳ اینچ [۷۵ میلی‌متر]) ثابت باقی بماند.

شرایط درجه حرارت بین عبورهای جوشکاری مطابق شرایط درجه حرارت پیشگرمایش است، مگر آنکه در WPS مشخص شده باشد. درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری باید قبل از ایجاد اولین قوس جوش در هر عبور کنترل شود.

۵-۷- کنترل حرارت داخلی در فولاد آب‌دیده و بازپخت شده

وقتی که فولاد آب‌دیده و بازپخت شده جوشکاری می‌شود، پیوسته باید حرارت داخلی به حداکثر درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری لازم، محدود شود. چنین محدودیتی، جوشکاری دو طرف یک عضو را که ایجاد حرارت بیشتر می‌کند نیز شامل می‌شود. محدودیت‌های اخیر باید بر اساس پیشنهادهای تولیدکننده فولاد باشد. برش اکسیژنی فولاد آب‌دیده و بازپخت شده مجاز نیست.

۵-۸- عملیات حرارتی تنش‌زدایی

اگر در نقشه‌های قرارداد و یا مشخصات فنی لازم باشد، قطعات جوشکاری شده بایستی با عملیات حرارتی تنش‌زدایی شود. عملیات پرداخت نهایی قطعه باید بعد از انجام تنش‌زدایی باشد.

۵-۸-۱- **الزامات.** عملیات حرارتی تنش‌زدایی باید مطابق الزامات زیر انجام شود:

۱- در لحظه‌ای که قطعه داخل کوره قرار می‌گیرد، درجه حرارت کوره نباید از ۶۰۰° فارنهایت (۳۰۰° سانتی‌گراد) بیشتر باشد.

۲- بالای درجه حرارت ۶۰۰° فارنهایت میزان افزایش درجه حرارت نباید از ۴۰۰° فارنهایت (۲۰۰° سانتی‌گراد) در ساعت تقسیم بر ضخامت ضخیم‌ترین قطعه برحسب اینچ بیشتر باشد ولی در هر حال نباید از ۴۰۰° فارنهایت در ساعت بیشتر باشد.

در مدت زمان گرم‌کردن، تغییرات درجه حرارت در داخل بخشی از قطعه که حرارت می‌بیند نباید از ۲۵۰° فارنهایت (۱۴۰° سانتی‌گراد) در هر ۱۵ فوت (۵ متر) طول بیشتر باشد. نیازی نیست که میزان گرم‌کردن و خنک‌کردن از ۱۰۰° فارنهایت (۵۵° سانتی‌گراد) در ساعت کمتر باشد. گرچه در مواردی به علت پیچیدگی سازه و برای جلوگیری از آسیب سازه‌ای به جهت تغییرات حرارت زیاد ممکن است میزان گرم و سرد کردن کمتر باشد.

۳- بعد از رسیدن به درجه حرارت حداکثر به اندازه ۱۱۰۰° فارنهایت (۵۹۰° سانتی‌گراد) برای فولاد آب‌دیده و بازپخت‌شده و یا برای سایر فولادها حرارتی بین ۱۱۰۰° و۱۲۰۰° فارنهایت درجه حرارت قطعه باید در مدت زمانی بیشتر از آنچه در جدول ۵-۲ مشخص شده، براساس ضخامت قطعه جوشی نگهداری شود. وقتی که تنش‌زدایی برای پایداری ابعادی باشد، مدت زمان نگهداری نباید از زمان مشخص‌شده در جدول ۵-۲ براساس ضخامت قطعه ضخیم‌تر اتصال کمتر باشد.

در مدت زمان نگهداری در این درجه حرارت اختلاف بین بیشترین و کمترین درجه حرارت قطعه نباید از ۱۵۰° فارنهایت (۸۴° سانتی‌گراد) بیشتر باشد.

۴- بالای درجه حرارت ۶۰۰° فارنهایت عملیات سرد کردن قطعه باید در یک کوره دربسته باشد، به طوری که نرخ سردشدن از ۵۰۰° فارنهایت (۲۶۰° سانتی‌گراد) در ساعت تقسیم بر ضخامت ضخیم‌ترین قطعه برحسب اینچ بیشتر نباشد. ولی در هر حال نباید از ۵۰۰° فارنهایت در ساعت بیشتر باشد. از ۶۰۰° فارنهایت قطعه می‌تواند در مجاورت هوای ثابت خنک شود.

جدول ۵-۲- حداقل زمان نگهداری (بند ۵-۸-۱)

بالای ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر)	بالای ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) تا (۵۰ میلی‌متر) ۲ اینچ	(٦ میلی‌متر) ۱/٤ اینچ یا کمتر
۲ ساعت به علاوه ۱۵ دقیقه به ازاء هر اینچ بالای ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر)	یک ساعت به ازای هر اینچ	۱۵ دقیقه

۵-۸-۲- عملیات حرارتی پس از جوشکاری به روش دیگر. برای انجام عملیات حرارتی بعد از جوشکاری جهت تنش‌زدایی به جای مقادیر درجه حرارت و محدودیت‌های بیان‌شده در بند ۵-۸-۱ می‌توان از مقادیر درجه حرارت کمتر ولی با زمان بیشتر مطابق جدول ۵-۳ استفاده کرد.

جدول ۵-۳- عملیات حرارتی تنش‌زدایی به روش دیگر (بند به ۵-۸-۲)

حداقل زمان نگهداری در درجه حرارت کاهش‌یافته	کاهش درجه حرارت زیر حداقل درجه حرارت مشخص‌شده	
ساعت بر اینچ (۲۵ میلی‌متر) ضخامت	$\Delta°C$	$\Delta°F$
۲	۳۰	۵۰
٤	٦۰	۱۰۰
۱۰	۹۰	۱۵۰
۲۰	۱۲۰	۲۰۰

۵-۸-۳- فولادهایی که عملیات حرارتی پس از جوشکاری برای آن‌ها پیشنهاد نمی‌شود. تنش‌زدایی ناحیه جوش در فولادهای A514 و A517، 100W و100 A709 Grades و A710 معمولا پیشنهاد نمی‌شود. نتایج آزمایش‌های طاقت نمونه زخم‌دار نشان داده است که عملیات حرارتی بعد از جوشکاری در این نوع فولادها خصوصیات طاقت ضربه را در ناحیه جوش و ناحیه متأثر از حرارت کاهش می‌دهد و گاهی اوقات ممکن است ترک‌های داخلی در ناحیه متأثر از حرارت ایجاد گردد.

۵-۹- پشت‌بند، گاز پشت‌بند یا لایی‌ها

در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل می‌توان از ورق پشت‌بند، یا گاز پشت‌بند و یا لایی استفاده

کرده و یا می‌توان قبل از اجرای جوشکاری طرف دوم، ریشه اتصال را از پشت سنگ زد و تا رسیدن به فلز سالم برداشت.

۵-۱۰- پشت بند

ریشه اتصال در جوش‌های شیاری یا گوشه را می‌توان با مس، پودر، شیشه، سرامیک، پودر آهن، و یا مواد مشابه برای جلوگیری از ریختن مواد مذاب، پشت‌بند کرد.

اگر از روش جوشکاری SMAW استفاده می‌شود، می‌توان برای بستن ریشه از الکترود کم هیدورژن در عبورهای ریشه استفاده کرد. مشخصات ورق پشت‌بند مطابق الزامات زیر است:

۵-۱۰-۱- ذوب. جوش‌های شیاری که با استفاده از ورق پشت‌بند اجرا می‌شوند باید فلز جوش به خوبی در پشت‌بند ذوب شود.

۵-۱۰-۲- پشت‌بندی کل طول. ورق پشت‌بند باید در کل طول جوش پیوسته باشد. تمام اتصالات با ورق پشت‌بند باید مطابق با الزامات جوش شیاری با نفوذ کامل مطابق فصل ۵ این آیین‌نامه باشد.

۵-۱۰-۳- ضخامت پشت‌بند. در جدول زیر حداقل ضخامت اسمی ورق پشت‌بند، برای جلوگیری از ریزش مذاب پیشنهاد شده‌است.

ضخامت حداقل		
میلی‌متر	اینچ	روش جوشکاری
۳	۱/۸	GTAW
۵	۳/۱٦	SMAW
٦	۱/٤	GMAW
٦	۱/٤	FCAW-S
۱۰	۳/۸	FCAW-G
۱۰	۳/۸	SAW

تذکر: استفاده از پشت‌بندهای فولادی تجاری موجود برای لوله‌ها و قوطی‌ها در صورتی که هیچ‌گونه ریزش مذابی صورت نگیرد نیز قابل قبول می‌باشد.

۵-۱۰-٤- اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی. در سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی، ورق‌های پشت‌بندی که عمود بر جهت تنش‌های محاسباتی هستند، باید برداشته شوند و باید سطح باقی‌مانده صاف و هموار شود. نیازی به برداشتن ورق‌های پشت‌بندی که موازی با جهت تنش‌ها هستند و یا تحت تأثیر تنش‌های محاسباتی قرار نمی‌گیرند، نیست. مگر آنکه توسط مهندس طراح مشخص شده باشد.

۵-۱۰-٤-۱- ورق پشت بند با اتصال خارجی. اگر در جوش‌های طولی در سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی ورق پشت بند با اتصال خارجی توسط جوش به فلز پایه متصل شود، چنین جوشی باید برای تمام طول پشت‌بند به طور پیوسته ادامه یابد.

۵-۱۰-۵- اتصالات در سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی. نیازی به جوش کامل ورق پشت‌بند در سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی نیست و نیز نیازی به برداشتن ورق پشت بند بعد از اتمام کار نیست مگر آنکه توسط مهندس طراح خواسته شده باشد.

۵-۱۱- دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری

کلیه دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که پرسنل صلاحیت‌دار با پیروی از روش‌ها بتوانند نتایج مطابق با این آیین‌نامه به دست آورند.

۵-۱۲- محیط جوشکاری

۵-۱۲-۱- حداکثر سرعت باد. جوشکاری با روش‌های GMAW، GTAW، EGW یا FCAW-G در مقابل باد و طوفان مجاز نیست. مگر آنکه جوش در مقابل باد با استفاده از پوشش مناسب حفاظت شود. پوشش باید از نظر مواد و از لحاظ شکل به گونه‌ای باشد که مناسب برای کم کردن سرعت باد به مقدار حداکثر پنج مایل در ساعت (هشت کیلومتر در ساعت) باشد.

۵-۱۲-۲- حداقل درجه حرارت محیط. در شرایط زیر نباید جوشکاری کرد:

۱- وقتی درجه حرارت محیط کمتر از ۰° فارنهایت (۱۸°- سانتی‌گراد) است.

۲- وقتی که سطوح مرطوب بوده و یا در معرض باران، برف و یا

۳- باد یا سرعت زیاد یا

٤- وقتی که پرسنل جوشکار در وضعیتی ناامن قرار بگیرند.

تذکر: درجه حرارت ۰° فارنهایت به معنی درجه حرارت محیط نیست، بلکه به معنی درجه حرارت محیط نزدیک جوشکاری است. درجه حرارت محیط ممکن است کمتر از ۰° فارنهایت باشد، اما با استفاده از گرم‌کردن سازه و یا ایجاد حفاظ مناسب بتوان درجه حرارت محیط نزدیک جوش را در دمای بالاتر از ۰° فارنهایت نگاه داشت.

۵-۱۳- تطابق با طراحی

به جز آنچه که در جدول ٦-۱ مجاز دانسته است، اندازه و طول جوش‌ها نباید از آنچه که در جزئیات نقشه‌های طراحی و نیز الزامات طرح، مشخص شده‌است کمتر باشد. تغییر موقعیت جوش‌ها بدون تأیید مهندس طراح مجاز نیست.

۵-۱٤- حداقل اندازه جوش گوشه

حداقل اندازه جوش گوشه، به جز جوش گوشه‌ای که برای تقویت جوش شیاری استفاده می‌شود مطابق جدول ۵-۸ است. در هر دو حالت حداقل اندازه جوش زمانی به کار می‌رود که از نظر الزامات طراحی کافی باشد.

۵-۱۵- آماده‌سازی فلز پایه

سطوحی که قرار است جوشکاری شوند باید صاف، یکنواخت و عاری باشد از ترک، کنگره، پلیسه و یا هر نوع عدم پیوستگی دیگری که در کیفیت یا مقاومت جوش تأثیر بگذارد.

سطوحی که قرار است جوشکاری شوند و نیز سطوح نزدیک به جوش باید عاری از سرباره سست و ضخیم، گل جوش، گرد و غبار، رطوبت، روغن و هر ماده خارجی دیگری که از ایجاد جوش مناسب جلوگیری کند، باشد.

گل سرباره‌ای که در مقابل برس کشیدن قوی مقاومت کند، یک لایه نازک پوشش ضد زنگ و یا مواد ضد پا شش جوش می‌تواند به جز استثناء زیر باقی بماند:

برای شاهتیرها در سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی جهت اتصال بال به جان با روش

جوشکاری SAW یا SMAW با الکترود کم هیدروژن تمام گل سرباره باید از سطوح برداشته شود.

۵-۱۵-۱- عدم پیوستگی‌های ناشی از برش و نورد. حد قبولی و یا تعمیر عدم پیوستگی‌های قابل مشاهده در سطوح برش خورده مطابق با جدول ۵-٤ است، به طوری که طول عدم پیوستگی، طول بلند قابل مشاهده عدم پیوستگی در سطح برش خورده و عمق عدم پیوستگی فاصله‌ای است که عدم پیوستگی از سطح برش خورده در فلز نفوذ کرده است. تمام عملیات تعمیر با جوشکاری باید مطابق با آیین‌نامه باشد.

عدم پیوستگی را می‌توان از هر سطح ورق پایه برداشت، مجموع طول تعمیر با جوشکاری نباید از ۲۰ درصد طول برش بیشتر شود، مگر آنکه با تأیید مهندس طراح باشد.

جدول ۵-٤- حد قبولی و تعمیر عدم پیوستگی‌های ورقه‌ای در سطوح برش (بند ۵-۱۵-۱)

توصیف عدم پیوستگی	تعمیر لازم
هر عدم پیوستگی با طول ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر) یا کمتر	نیازی نیست
هر عدم پیوستگی با طول بیشتر از ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر) و عمق حداکثر ۱/۸ اینچ (۳ میلیمتر)	نیازی نیست ولی عمق آن باید بررسی شود*
هر عدم پیوستگی با طول بیشتر از ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر) و عمق حداکثر ۱/۸ اینچ (۳ میلیمتر) تا ۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر)	برداشته شود، نیازی به جوش نیست
هر عدم پیوستگی با طول بیشتر از ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر) و عمق بین ۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر) تا ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر)	به طول کامل برداشته و جوش شود
هر عدم پیوستگی با طول بیشتر از (۲۵ میلیمتر) و عمق بیشتر از ۱ اینچ	مراجعه به بند ۵-۱۵-۱-۱

* ده درصد عدم پیوستگی‌های موجود در سطح برش خورده بایستی با سنگ‌زنی از نظر عمق عدم پیوستگی مورد بررسی قرار گیرد. اگر عمق یکی از عدم پیوستگی‌ها بیشتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) باشد، در این صورت تمام عدم پیوستگی‌های با طول بزرگ‌تر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) باقی‌مانده در سطح برش‌خورده بایستی با سنگ‌زنی از نظر تعیین عمق عدم پیوستگی بررسی شود. در کنترل موردی ده درصد اگر هیچ یک از عدم پیوستگی‌ها دارای عمق بیشتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) نباشد، نیازی به بررسی سایر عدم پیوستگی‌های باقی‌مانده نیست.

۵-۱۵-۱-۱- حد قبولی. برای عدم پیوستگی‌های قابل مشاهده در سطح برش که دارای طول و عمق بیشتر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) می‌باشد باید به طریق زیر عمل کرد:

۱- اگر قبل از تکمیل مونتاژ اتصال، عدم پیوستگی‌هایی از نوع W، X یا Y مطابق شکل ۵-۱ مشاهده شود، اندازه و شکل عدم پیوستگی باید با آزمایش ماوراءصوت تعیین شود. انجام آزمایش ماوراءصوت باید مطابق ASTM A435 *مشخصات فنی آزمایش ماوراءصوت ورق‌های فولادی با استفاده از امواج مستقیم*، باشد.

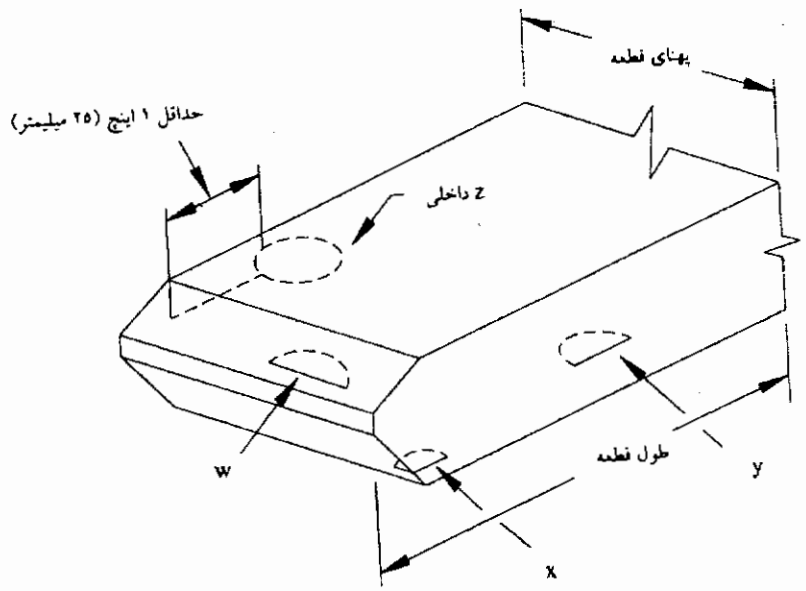
۲- برای قبولی عدم پیوستگی‌های نوع W، X یا Y سطح عدم پیوستگی (یا مجموع سطوح عدم پیوستگی‌های متعدد) نباید از ٤ درصد سطح برش خورده (طول ضرب در عرض) بیشتر شود، به جز استثناء زیر:

اگر طول عدم پیوستگی، یا مجموع طول‌های عدم پیوستگی‌های متعدد در هر مقطع عرضی که عمود بر طول برش قطعه اندازه‌گیری می‌شود، از ۲۰ درصد پهنای برش قطعه بیشتر باشد، از مقدار ٤ درصد سطح برش خورده باید به مقدار درصد اضافه بر ۲۰ درصد، کم شود. (برای مثال، اگر یک عدم پیوستگی ۳۰ درصد پهنای برش قطعه باشد، سطح عدم پیوستگی نمی‌تواند از ۳/٦ درصد سطح برش قطعه بیشتر باشد).

عدم پیوستگی روی سطح برش خورده قطعات باید با شیارزنی، برشکاری و یا سنگ‌کاری تا عمق ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) براشته شده و با روش جوشکاری با الکترود کم هیدروژن، پر شود به طوری که ضخامت حداقل چهار لایه اول از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) بیشتر نشود.

۳- اگر پس از تکمیل اتصال یک عدم پیوستگی از نوع Z که از سطح مجاز در بند ۵-۱۵-۱-۱ (۲) بیشتر نباشد، مشاهده شود به طوری که به اندازه بیشتر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) از سطح جوش فاصله داشته باشد، نیازی به تعمیر عدم پیوستگی نیست. اگر عدم پیوستگی نوع Z کمتر از ۱ اینچ از سطح جوش فاصله داشته باشد باید با شیارزنی، برشکاری و یا سنگ‌کاری به فاصله‌ای برابر یک اینچ از ناحیه ذوب جوش برداشته شود، سپس با روش جوشکاری با الکترود کم هیدروژن پرشود، به طوری که ضخامت حداقل چهار لایه اول از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) بیشتر نشود.

٤- اگر سطح عدم پیوستگی‌های Y,X,W یا Z از مقادیر مجاز در بند ۵-۱۵-۱-۱ (۲) تجاوز کند، قطعه برش خورده بایستی مردود شده و جایگزین شود و یا با نظر مهندس طراح تعمیر شود.



شکل ۵-۱- عدم پیوستگی‌های لبه‌ای روی سطوح برش‌خورده (بند ۵-۱۵-۱-۱)

۵-۱۵-۱-۲- **تعمیر.** برای تعمیر عدم پیوستگی‌های قابل مشاهده روی سطوح برش خورده، مقدار برداشتن فلز باید حداقل لازم باشد و یا از مقادیر جدول ۵-٤ تجاوز نکند.گرچه، اگر قرار به تعمیر با جوشکاری باشد برای ایجاد فضای لازم جهت جوش باید به میزان لازم از سطح فلز برداشته شود. برای برش ورق‌ها تحت هر زاویه باید به جهت نورد توجه کرد. تمام تعمیرات عدم پیوستگی‌ها با جوشکاری باید مطابق الزامات زیر باشد:

۱- آماده‌سازی مناسب ناحیه تعمیر.

۲- جوشکاری با روش جوشکاری با الکترود کم هیدروژن و سایر موارد قابل کاربرد این آیین‌نامه.

۳- سنگ‌کاری ناحیه جوش‌شده و صاف و هموار کردن سطح تعمیر (مطابق شرایط بند ۵-۲٤-٤-۱) و همتراز کردن آن با سطح فلز پایه.

تذکر: الزامات بند ۵-۱۵-۱-۲ ممکن است برای حالت تنش کششی در جهت ضخامت قطعه، کافی نباشد.

۵-۱۵-۲- **آماده‌سازی اتصال.** برای آماده‌سازی اتصال و یا برداشتن فلز و یا جوش نامناسب می‌توان از تراشکاری، برش حرارتی، برش با الکترود برش، و یا سنگ‌زدن استفاده کرد. به جز آنکه برای فولاد آب‌دیده و بازپخت شده یا نرمال‌شده نباید از برش با گاز اکسیژن استفاده کرد.

۵-۱۵-۳- پرداخت قطعه. در سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی، قطعات با ضخامت بیشتر از آنچه که در زیر مشخص شده‌است، باید پرداخت شوند، تا برای جوشی که قرار است تنش‌های محاسباتی را تحمل کند، لبه مناسبی ایجاد شود:

۱- قطعات تحت تنش برشی ضخیم‌تر از۱/۲ اینچ (۱۲ میلی‌متر).

۲- لبه‌های گرد شده ورق‌ها (به جز ورق‌های نورد کامل با ضخامت بیشتر از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر).

۳- پنجه نبشی‌ها یا مقاطع نوردشده (به جز مقاطع بال پهن) با ضخامت بیشتر از ۵/۸ اینچ (۱٦ میلی‌متر) .

٤- ورق‌های نورد کامل یا لبه‌های بال مقاطع بال پهن ضخیم‌تر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر).

۵- آماده‌سازی اتصال لب‌به‌لب باید مطابق الزامات نقشه‌های جزئیات باشد.

۵-۱۵-٤- روش‌های برش حرارتی. در این آیین‌نامه روش‌های برش با قوس الکتریکی، برش با الکترود برش و برش با گاز اکسیژن جهت آماده‌سازی یا برش قطعات شناخته شده‌است، استفاده از سایر روش‌ها باید مطابق با الزامات قابل کاربرد فصل ۵ باشد.

۵-۱۵-٤-۱- سایر روش‌ها. سایر روش‌های برش حرارتی نیز می‌تواند در این آیین‌نامه به کار رود، به شرط آنکه سازنده، مهندس طراح را متقاعد کند که آن روش نتیجه موفقیت‌آمیز دارد.

۵-۱۵-٤-۲- سلامت مقطع برش. می‌توان با برش حرارتی، فولاد و فلز جوش را برید، به شرط آنکه یک سطح صاف و هموار و عاری از ترک و شیار به دست آید و با استفاده از وسایل مکانیکی سلامت مقطع برش تأمین شود. در سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی استفاده از برش حرارتی با دست فقط با تأیید مهندس طراح مجاز است.

۵-۱۵-٤-۳- الزامات زبری سطح برش. در برش حرارتی، دستگاه برش باید دارای دقت و حساسیت کافی باشد تا برش از خطوط مشخص شده پیروی کند. مقدار زبری تمام سطوح برش حرارتی نباید از مقادیر مجاز مؤسسه ملی استاندارد آمریکا تجاوز کند. ۱۰۰۰ میکرو اینچ (۲۵ میکرومتر) برای قطعات دارای ضخامت بیشتر از ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) و ۲۰۰۰ میکرواینچ (۵۰ میکرومتر) برای قطعات با ضخامت بین ٤ اینچ تا ۸ اینچ (۲۰۰ میلی‌متر)به جز استثناء زیر:

انتهاهای اعضایی که تحت تنش‌های محاسباتی نیستند، نباید دارای زبری بیشتر از ۲۰۰۰ میکروواینچ باشد. از ANSIB46.1 به عنوان آیین‌نامه مرجع استفاده می‌شود. از AWS C4.1-77 می‌توان برای ارزیابی زبری سطح چنین لبه‌هایی استفاده کرد. برای قطعات با ضخامت ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) و بیشتر از مثال شماره ۳ و برای قطعات با ضخامت بین ٤ اینچ تا ۸ اینچ (۲۰۰ میلی‌متر) از مثال شماره ۲ استفاده کنید.

۵-۱۵-٤-٤- محدودیت‌های شکاف یا شیار. شکاف‌ها یا شیارها و کنگره‌هایی که دارای عمق کمتر از ۳/۱٦ اینچ (۵ میلی‌متر) هستند، را می‌توان با سنگ‌گرفتن و یا تراشکاری از بین برد. پلیسه‌ها و بریدگی‌های با عمق بیشتر از ۳/۱٦ اینچ را به شرط آنکه مساحت اسمی مقطع عرضی بیشتر از ۲ درصد کاهش نیابد، می‌توان با سنگ گرفتن برداشت .سطوح سنگ‌خورده و یا تراشکاری شده باید با سطح اصلی دارای شیب ملایم که از یک به ده تجاوز نکند باشد. معمولا با تأیید مهندس طراح می‌توان کنگره‌ها را با جوشکاری تعمیر کرد.

۵-۱٦- کنج‌های تلاقی برش

کنج‌های تلاقی برش قطعات بایستی دارای یک انتقال ملایم با شعاعی بزرگ‌تر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) باشد. سطوح مجاور بایستی بدون ناهمترازی به یکدیگر برسد. در صورت لزوم کنج‌های تلاقی برش می‌تواند با برشکاری حرارتی و سپس سنگ‌زنی، مطابق با الزامات صافی سطح بند ۵-۱۵-٤-۳ انجام شود.

۵-۱۷- سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و زبانه تیرها

انحنای زبانه تیرها و سوراخ‌های دسترسی به جوش باید دارای شیب ملایم و سطح عاری از شیار و یا بریدگی بوده ومطابق الزامات بند ۵-۱۵-٤-۳ باشد.

۵-۱۷-۱- ابعاد سوراخ‌های دسترسی جوش. تمام سوراخ‌های دسترسی که برای سهولت جوشکاری لازم هستند، باید از پنجه آماده‌سازی اتصال دارای طولی باشد بزرگ‌تر از $۱\frac{۱}{۲}$

برابر ضخامت قطعه‌ای که سوراخ می‌شود. ارتفاع سوراخ دسترسی باید به اندازه کافی باشد تا قرارگیری فلز جوش سالم در لبه‌های ورق‌های مجاور میسر بوده و برای لقمه‌های جوش در قطعه‌ای که سوراخ می‌شود، ممانعتی ایجاد نگردد. لیکن از ضخامت قطعه کمتر نباشد. در نیمرخ‌های نورد گرم و نیمرخ‌های ساخته شده تمام زبانه تیرها و سوراخ‌های دسترسی باید عاری از شیار و یا کنج‌های تلاقی برش تیز باشد، به جز وقتی که جوش گوشه بال به جان در نیمرخ‌های ساخته شده استفاده می‌شود که سوراخ‌های دسترسی مجازند، عمود بر بال تمام شوند. جوش گوشه نباید از میان سوراخ دسترسی برگردد. (به شکل ۵-۲ مراجعه شود)

۵-۱۷-۲- نیمرخ‌های گروه ٤ و ٥. برای نیمرخ‌های ASTM A6 گروه ٤ و ٥ و نیمرخ‌های ساخته‌شده با ورق جان ضخیم‌تر از $1\frac{1}{2}$ اینچ (٤٠ میلی‌متر)، سطح برش حرارتی زبانه تیرها و سوراخ‌های دسترسی باید تا رسیدن به فلز براق سنگ زده شود و با یکی از روش‌های بازرسی ذرات مغناطیسی و یا مایعات نفوذی بررسی شود. اگر قسمت انحنای سوراخ دسترسی و زبانه تیرها با سوراخ کاری با مته و یا اره ایجاد می‌شود، آن قسمت سوراخ و یا زبانه احتیاجی به سنگ کاری ندارد. سوراخ‌های دسترسی و زبانه تیرها در سایر نیمرخ‌ها نیازی به سنگ کاری و بازرسی ذرات مغناطیسی و یا مایعات نفوذی ندارد.

۵-۱۸- جوش‌های موقتی و خال جوش‌ها

۵-۱۸-۱- جوش‌های موقت. جوش‌های موقت باید با همان الزامات و روش جوشکاری جوش‌های نهایی، اجرا شوند، و بنا به نظر مهندس طراح باید برداشته شود. اگر جوش‌های موقتی برداشته می‌شوند، سطح آن باید با سطح باقیمانده اصلی همتراز شود.

برای اتصالات اعضای با مقطع غیرقوطی شکل تحت بار سیکلی نباید هیچ جوش موقتی در نواحی کششی اعضای ساخته شده از فولاد آب‌دیده و بازپخت‌شده وجود داشته باشد، به جز در ناحیه‌ای که بیشتر از ۱/٦ عمق جان از بال‌های کششی تیرها یا شاهتیرها فاصله داشته باشد. جوش‌های موقتی در سایر موقعیت‌ها باید در نقشه‌های کارگاهی نشان داده شود.

۵-۱۸-۲- الزامات عمومی خال جوش‌ها. خال جوش‌ها باید با همان الزامات کیفی

جوش‌های نهایی به جز موارد استثناء زیر اجرا شوند:

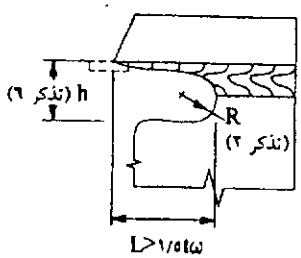
۱- برای خال جوش‌های یک عبوره که با جوش زیر پودری یکپارچه می‌شوند، پیشگرمایش الزامی نیست.

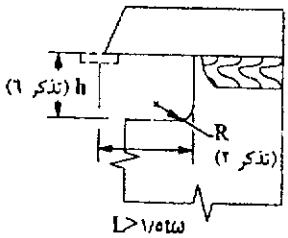
۲- نیازی به برداشتن برای عدم پیوستگی‌هایی نظیر بریدگی کنار جوش، چشمه‌های پرنشده جوش و تخلخل قبل از جوشکاری زیر پودری نهایی نیست.

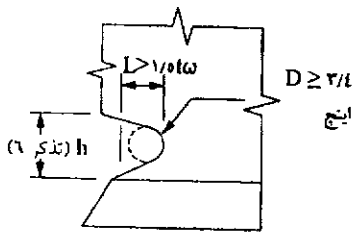
۵-۱۸-۲-۱- خال‌جوش‌های یکپارچه با جوش اصلی. خال جوش‌هایی که با جوش اصلی یکپارچه می‌شوند، باید با همان الکترود و الزامات جوش نهایی اجرا شده و به خوبی تمیز شوند. خال جوش‌هایی که در چند عبور انجام می‌شوند، باید دارای انتهای آبشاری باشند.

۵-۱۸-۲-۲- خال جوش‌های غیریکپارچه با جوش اصلی. خال جوش‌هایی که با جوش اصلی یکپارچه نمی‌شوند، باید برداشته شوند، به جز در مورد سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی که بنا به نظر مهندس طراح است.

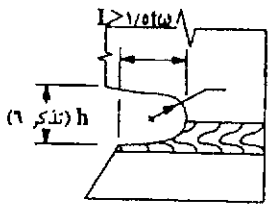
۵-۱۸-۲-۳- الزامات اضافی برای خال جوش‌های روش جوشکاری زیرپودری. خال جوش‌های (به شکل جوش گوشه ۳/۸ اینچ [۱۰ میلی‌متر] یا کمتر، یا در ریشه اتصالاتی که دارای نفوذ مشخص هستند) نباید در شکل ظاهری جوش تأثیر بگذارد و یا باعث کاهش عمق نفوذ جوش شود. خال جوش‌هایی که مطابق الزامات اخیر نیستند، باید برداشته شده و یا با هر وسیله مناسبی کوچک‌تر شوند. خال جوش‌ها در ریشه اتصالی که دارای ورق پشت‌بند نازک‌تر از ۵/۱۶ اینچ (۸ میلی‌متر) است، باید برداشته شده و یا با استفاده از الکترود کم هیدورژن در سرتاسر اتصال ادامه یابند.



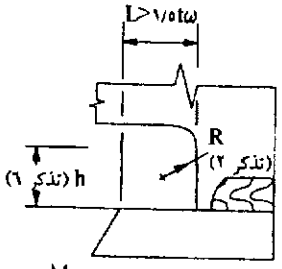




روش دلخواه برای ایجاد شعاع گوشه



مقاطع نورد شده یا ساخته شده با جوش شیاری ۳.۱



مقاطع ساخته شده با جوش گوشه ۱.٤

تذکرات:

۱- *برای نیمرخ‌های ASTM A6 گروه ٤ و ٥ و نیمرخ‌های جوشی ساخته شده با ضخامت جان بیشتر از ۱/۲-۱ اینچ (٤۰ میلی‌متر) قبل از برشکاری حرارتی بایستی تا دمای ۱٥۰۰ فارنهایت (٦٦۰ سانتی‌گراد) پیشگرمایش شود. قبل از اتصال بال و جان، لبه‌های برش خورده سوراخ‌های دسترسی به روش برش حرارتی بایستی سنگ‌زنی شده و با استفاده از روش‌های بازرسی ذرات مغناطیسی یا مایعات نافذ بررسی شود.ک*

۲- *انحناء باید دارای یک انتقال ملایم بدون کنگره و زخم باشد.*

R≥ ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) عموما] ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی‌متر)

۳- *سوراخ دسترسی پس از جوشکاری بال به جان ایجاد شود.*

٤- *سوراخ دسترسی قبل از جوشکاری بال به جان ایجاد شود. جوش از میان سوراخ برنگردد.*

٥- *این‌ها جزئیات عمومی اتصالاتی است که از یک طرف در مقابل پشت‌بند جوشکاری می‌شوند. سایر طرح‌های جزئیات نیز بایستی مدنظر قرار گیرد.*

٦- *ضخامت جان تیر یا ۳/٤ اینچ (۲۰ میلیمتر) = h هر کدام بزرگتر است.*

شکل ٥-۲- موقعیت سوراخ‌های دسترسی جوش (بند٥-۱۷-۱)

۵-۱۹- پیش‌خیز در اعضای ساخته‌شده از ورق

۵-۱۹-۱- پیش‌خیز. لبه‌های جان تیرها و شاهتیرهای ساخته‌شده از ورق باید مطابق پیش‌خیز مقرر شده، بریده شود و آزادی مناسب برای جمع‌شدگی ناشی از برش و جوشکاری در نظر گرفته شود. گرچه، تغییرات کمی از حدود رواداری‌های خمیدگی را می‌توان با به کار بردن عملیات حرارتی مناسب اصلاح کرد.

۵-۱۹-۲- اصلاح. اصلاح خطاهای خمیدگی در فولاد آب‌دیده و بازپخت‌شده باید قبلا به تأیید مهندس طراح برسد.

۵-۲۰- وصله‌ها در سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی

وصله‌های بین مقاطع تیرهای نورد شده یا شاهتیرهای ساخته شده از ورق، باید در یک صفحه انتقال انجام شود. وصله‌های کارخانه‌ای جان‌ها و بال‌ها در شاهتیرهای ساخته شده از ورق که قبل از اتصال جان و بال به یکدیگر انجام می‌شود، می‌تواند در یک صفحه انتقال و یا چندین صفحه انتقال صورت گیرد، اما الزامات تنش خستگی مشخصات عمومی طرح باید مدنظر قرار گرفته شود.

۵-۲۱- کنترل جمع‌شدگی و تغییر شکل

۵-۲۱-۱- روش و ترتیب. در مونتاژ و سرهم‌بندی قطعات برای ساخت یک قطعه و همچنین در جوشکاری قطعات تقویتی، روش جوشکاری و نیز ترتیب جوش قطعات باید به صورتی باشد که تغییر شکل‌ها و جمع‌شدگی‌ها به حداقل ممکن برسد.

۵-۲۱-۲- ترتیب. تمام جوشکاری‌ها باید به ترتیبی انجام شوند که حرارت ناشی از جوشکاری متعادل گردد.

۵-۲۱-۳- مسؤولیت پیمانکار. پیمانکار باید یک ترتیب جوشکاری برای یک قطعه یا سازه فراهم کند که همرا با WPSها و نیز روش‌های ساخت، قطعه ساخته‌شده از نظر کیفیت مطابق الزامات مشخص شده باشد. در مورد قطعات و سازه‌هایی که انتظار تغییر شکل یا جمع‌شدگی

داریم، باید برنامه و ترتیب جوشکاری برای کنترل تغییر شکل‌ها به مهندس طراح جهت اطلاع و اضافه‌کردن توضیحات ارایه شود.

۵-۲۱-٤- پیشرفت جوشکاری. جهت پیشرفت جوشکاری قطعات باید از نقطه‌ای که آزادی حرکت کمتری دارد، به سمت نقطه‌ای که آزادی حرکت بیشتر دارد باشد.

۵-۲۱-۵- حداقل گیرداری. در مونتاژ ابتدا باید اتصالاتی که انتظار جمع‌شدگی بیشتری دارند جوشکاری شوند، سپس سایر قطعاتی که انتظار جمع‌شدگی کمتری دارند جوشکاری شوند. همچنین باید با حداقل قید و گیرداری ممکن جوش شوند.

۵-۲۱-٦- وصله‌های پیش مونتاژ. تمام وصله‌های جوشی کارخانه‌ای در هر یک از تیرهای با ورق پوششی یا اعضای ساخته‌شده از ورق باید قبل از جوش آن عضو به سایر قطعات انجام شود. شاهتیرهای بلند، یا نیمرخ‌های شاهتیر که با استفاده از وصله‌های پیش‌مونتاژ ساخته می‌شوند باید مطابق بند ۵-۲۱-٦ ساخته شود. وقتی این وصله‌های پیش مونتاژ اجرا می‌شوند چه در کارخانه و چه در کارگاه پای کار، ترتیب جوشکاری بایستی بین جوش‌های بال و جان و نیز محورهای حداقل و حداکثر عضو متعادل گردد.

۵-۲۱-۷- محدودیت‌های درجه حرارت. در جوشکاری قطعاتی که در مقابل جمع‌شدگی مقید می‌شوند، از ابتدای جوشکاری نباید به قطعه اجازه سرد شدن به زیر حداقل درجه حرارت پیش‌گرمایش مشخص‌شده را داد، تا زمانی که جوشکاری کامل شده و یا به اندازه کافی جوشکاری شده باشد که از ترک نخوردن جوش اطمینان حاصل شود.

۵-۲۲- رواداری‌های ابعادی اتصال

۵-۲۲-۱- مونتاژ اتصال با جوش گوشه. قطعاتی که با جوش گوشه متصل می‌شوند باید تا اندازه ممکن به یکدیگر نزدیک شوند. شکافت ریشه نباید از ۳/۱٦ اینچ (۵ میلی‌متر) تجاوز کند، به جز در نیمرخ‌ها یا ورق‌های با ضخامت ۳ اینچ (۷۵ میلی‌متر) یا بیشتر که اگر بعد از صاف کردن و مونتاژ اندازهٔ شکافت ریشه در حد این رواداری نباشد در این صورت به شرط استفاده از پشت‌بند مناسب حداکثر شکافت ریشه ۵/۱٦ اینچ (۸ میلی‌متر) قابل قبول است.

پشت‌بند می‌تواند پودر، نوار شیشه، پودر آهن و یا مواد مشابه باشد و یا فلز جوشی که با الکترود کم هیدروژن مناسب انجام شده باشد. اگر شکافت اتصال بیش از ۱/۱۶ اینچ (۲ میلی‌متر) باشد، ساق جوش گوشه باید به اندازه شکافت اتصال افزایش یابد، و یا پیمانکار متقاعد کند که مقدار عمق مؤثر جوش لازم به دست آمده است.

۵-۲۲-۱-۱- سطوح رویهم. جدایی بین سطوح رویهم در جوش‌های انگشتانه و کام و نیز در اتصالات لب‌به‌لب که روی ورق پشت‌بند قرار می‌گیرد نباید از ۱/۱۶ اینچ (۲ میلی‌متر) بیشتر شود. اگر در نیمرخ‌های نورد شده ناهمواری‌های ایجادشده پس از صاف کردن اجازه نمی‌دهند که محدودیت بالا رعایت شود، روش لازم برای نزدیک هم آوردن قطعات باید جهت تأیید به مهندس طراح ارایه شود. استفاده از ورق پرکننده به جز در مواردی که در نقشه‌ها ذکرشده و یا با تأیید مهندس طراح باشد، مجاز نیست و باید مطابق بند ۲-۱۳ باشد.

۵-۲۲-۲- مونتاژ اتصالات با جوش شیاری با نفوذ نسبی. قطعاتی که با جوش شیاری با نسبی به موازات طول قطعه اتصال می‌یابند باید تا حد ممکن به هم نزدیک شوند. شکافت ریشه نباید از ۳/۱۶ اینچ (۵ میلی‌متر) بیشتر شود، به جز در مقاطع نورد شده و یا ورق‌های با ضخامت ۳ اینچ (۷۵ میلی‌متر) یا بیشتر که اگر بعد از صاف کردن و مونتاژ اندازه شکافت ریشه در حد رواداری نباشد در این صورت به شرط استفاده از پشت‌بند مناسب و تأمین اندازه جوش نهایی، حداکثر شکافت ریشه ۵/۱۶ اینچ (۸ میلی‌متر) قابل قبول است. حدود رواداری برای اتصالات خمشی باید براساس مشخصات فنی قرارداد باشد.

۵-۲۲-۳- همراستایی در اتصالات لب‌به‌لب. قطعات دارای اتصال لب‌به‌لب باید با دقت زیاد در یک راستا باشند، اگر قطعات در مقابل خمش ناشی از خروج از محوریت مقید شده باشد، حداکثر عدم همترازی قطعات ده درصد ضخامت قطعه نازک‌تر اتصال است که در هر حال نباید از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) بیشتر باشد.در اصلاح ناراستایی قطعات، نباید قطعات با شیب بزرگ‌تر از ۱/۲ اینچ (۱۲ میلی‌متر) در ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر) کشیده شوند. اندازه‌گیری عدم همترازی قطعات باید از محور مرکزی قطعات باشد، مگر آنکه در نقشه‌ها نشان داده باشد.

۵-۲۲-۳-۱- همراستایی در جوش‌های محیطی (لوله‌ها). قطعاتی که با جوش محیطی به هم متصل می‌شوند، باید با دقت زیادی در یک راستا باشند. نباید دو جوش محیطی در فاصله‌ای

کمتر از قطر لوله یا ۳ فوت (۱ متر) هر کدام کمترند، وجود داشته باشد. نبایستی در هر ۱۰ فوت (۳ متر) طول لوله بیشتر از دو جوش محیطی وجود داشته باشد، مگر آنکه با توافق کارفرما و پیمانکار باشد. عدم همترازی شعاعی در دو قطعه نباید از ۰/۲t (t ضخامت عضو نازک‌تر) تجاوز کند و حداکثر مجاز آن ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) است، به شرط آنکه هر عدم همترازی که بیشتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) باشد از دو طرف جوش شود. گرچه، با تأیید مهندس طراح، یک عدم همترازی موضعی به اندازه ۰/۳t با مقدار حداکثر ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) به شرط آنکه در طول کمتر از ۸t باشد می‌تواند وجود داشته باشد. در این ناحیه برای آنکه انتقال با شیب ٤ به ۱ انجام شود باید از فلز پرکننده بیشتر در جوشکاری اتصال استفاده کرد. عدم همترازی بیشتر از این مقادیر باید مطابق بند ۵-۲۲-۳ اصلاح شود. درزهای جوش طولی باید به اندازه حداقل ۹۰° دور از یکدیگر قرار بگیرند مگر آنکه فاصله کمتر با توافق کارفرما و پیمانکار باشد.

۵-۲۲-٤- ابعاد شیار

۵-۲۲-٤-۱- تغییرات مقطع عرضی در اعضای غیرقوطی شکل. به استثنای روش‌های جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی و با توجه به استثناء بند ۵-۲۲-٤-۳، برای شکافت ریشه بزرگ‌تر از آنچه که در شکل ۵-۳ مجاز دانسته است، ابعاد مقاطع عرضی اتصالات با جوش شیاری که در حد بیش از حدود رواداری‌ها با نقشه‌های جزئیات تفاوت دارد، باید به مهندس طراح جهت تأیید یا اصلاح ارجاع شود.

۵-۲۲-٤-۲- تغییرات مقطع عرضی در اعضای قوطی شکل. تغییرات ابعاد مقطع عرضی اتصالات با جوش‌های شیاری نسبت به آنچه در نقشه‌های جزئیات مشخص شده باید براساس بند ۵-۲۲-٤-۱ باشد، به جز آنکه:

۱- حدود مشخص‌شده در بند ۳-۱۳-٤ شامل حدود رواداری برای اتصالات T، Y و K شکل می‌باشد.

۲- حدود رواداری که در جدول ۵-۵ مشخص شده‌است، برای اتصالات لب‌به‌لب اعضای قوطی شکل با جوش شیاری با نفوذ کامل می‌باشد که فقط از یک طرف، بدون پشت‌بند جوش می‌شود.

۵-۲۲-٤-۳- اصلاح. شکافت ریشه بزرگ‌تر از آنچه که در بند ۵-۲۲-٤-۱ مجاز دانسته است، و کوچک‌تر از دو برابر ضخامت قطعه نازک‌تر اتصال و یا ۳/٤ اینچ (۲۰ میلی‌متر)، هر کدام کوچک‌ترند، را می‌توان قبل از اتصال قطعات با جوشکاری به اندازه قابل قبول اصلاح نمود.

۵-۲۲-٤-٤- تأیید مهندس طراح. شکافت ریشه بزرگ‌تر از آنچه در بند ۵-۲۲-٤-۳ مجاز به اصلاح دانسته است را می‌توان فقط با تأیید مهندس طراح با جوشکاری اصلاح نمود.

۵-۲۲-۵- شیارهای برشی. شیارهایی که با برش ایجاد می‌شوند باید مطابق مقطع شیار در اشکال ۳-۳ و ۳-٤ و نیز بندهای ۳-۱۲-۳ و ۳-۱۳-۱ باشند. باید دسترسی مناسب به ریشه اتصال حاصل شود.

۵-۲۲-٦- روش‌های همراستایی. اعضایی که جوش می‌شوند باید در راستای هم آورده شده و با پیچ، گوه، گیره، مهار، بست و یا هر وسیله مناسب دیگری، یا با خال جوش تا زمان تکمیل جوشکاری در موقعیت خود، نگهداری شود. استفاده از جک‌ها و شاسی‌های نگهدارنده توصیه می‌شود. برای جمع‌شدگی و پیچیدگی باید آزادی مناسب در نظر گرفته شود.

۵-۲۳- رواداری ابعادی اعضای سازه‌ای جوشی

رواداری ابعادی اعضای سازه‌ای جوشی باید مطابق

۱- مشخصات فنی عمومی حاکم بر کار و

۲- رواداری‌های خصوصی ۵-۲۳-۱ تا ۵-۲۳-۱۱-۳ باشد. (توجه شود که ستون‌های با مقطع قوطی به عنوان اعضای فشاری با مقطع قوطی بیان شده‌است.)

۵-۲۳-۱- صافی ستون‌ها و خرپاها. برای ستون‌ها و اعضای اولیه خرپاها، صرف‌نظر از مقطع عرضی، مقدار مجاز تغییرات در صاف بودن قطعات برابر است با:

برای طول کمتر از ۳۰ فوت (۹ متر):

$$\frac{\text{طول قطعه برحسب فوت}}{۱۰} \times ۱/۸ \text{ اینچ}$$

$$\frac{\text{طول قطعه برحسب متر}}{۳} \times ۳ \text{ میلی‌متر}$$

برای طول ۳۰ تا ٤٥ فوت (۱۵ متر) = ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر)

برای طول بیش از ٤٥ فوت:

$$\frac{\text{٤٥- طول قطعه برحسب فوت}}{۱۰} \times ۱/۸ \text{ اینچ} + ۳/۸ \text{ اینچ}$$

$$\frac{\text{۱۵- طول قطعه برحسب متر}}{۱۰} \times ۳ \text{ میلی‌متر} + ۱۰ \text{ میلی‌متر}$$

۵-۲۳-۲- صافی تیرها و شاهتیرها (بدون پیش‌خیز). برای تیرها و یا شاهتیرهای جوشی، صرفنظر از مقطع عرضی وقتی که مقدار پیش‌خیز مشخص نشده باشد، مقدار مجاز تغییرات در صاف بودن قطعه برابر است با:

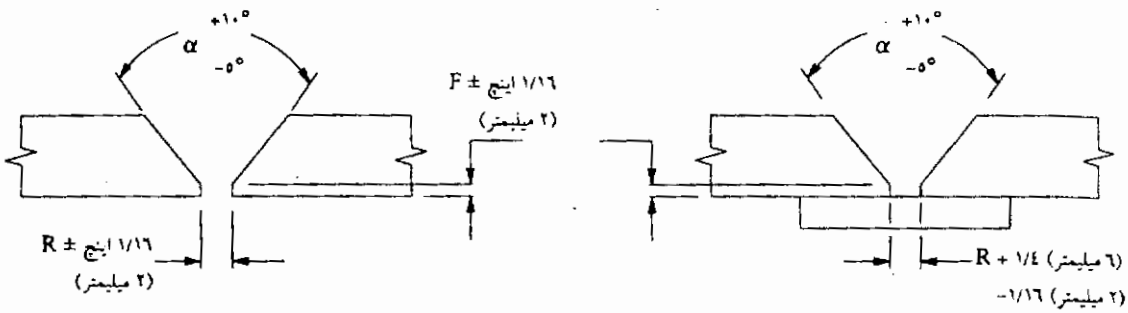
$$\frac{\text{طول قطعه بر حسب فوت} \times ۱/۸ \text{ اینچ}}{۱۰}$$

$$\frac{\text{طول کل برحسب متر} \times ۳ \text{ میلیمتر}}{۳}$$

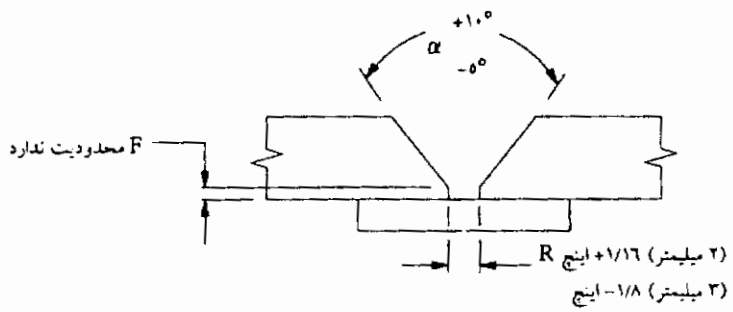
جدول ۵-۵- رواداری‌های شکافت ریشه اعضای قوطی شکل (بند ۵-۲۲-٤-۲)

روش جوشکاری	پیشانی شیار اتصال		شکافت ریشه بدون ورق پشت‌بند		زاویه شیار اتصال
	اینچ	میلی‌متر	اینچ	میلی‌متر	
SMAW	±۱/۱٦	±۲	±۱/۱٦	±۲	±۵
GMAW	±۱/۳۲	±۱	±۱/۱٦	±۲	±۵
FCAW	±۱/۱٦	±۲	±۱/۱٦	±۲	±۵

تذکر: شکافت ریشه بیشتر از مقادیر مجاز بالا لیکن کمتر از ضخامت قطعه نازک‌تر اتصال را می‌توان قبل از جوشکاری اصلی با استفاده از جوش به اندازه قابل قبول اصلاح نمود.



(الف) جوش شیاری بدون پشت‌بند – تخلیه جوش از پشت انجام نمی‌شود. (ب) جوش شیاری با ورق پشت‌بند – تخلیه جوش از پشت انجام نمی‌شود.



(ج) جوش شیاری بدون پشت‌بند – تخلیه جوش از پشت

	تخلیه جوش از پشت انجام نمی‌شود*		تخلیه جوش از پشت انجام می‌شود	
	اینچ	میلی‌متر	اینچ	میلی‌متر
پیشانی شیار اتصال	±۱/۱٦	۲	محدودیت ندارد	
شکافت ریشه اتصال بدون پشت‌بند	±۱/۱٦	۲	±۱/۱٦	۲
شکافت ریشه اتصال با پشت‌بند	+۱/٤ -۱/۱٦	٦ ۲	کاربرد ندارد	
زاویه شیار اتصال	+۱۰° -۵°		+۱۰° -۵°	

* برای رواداریهای جوشهای با نفوذ کامل در اعضای قوطی شکل که فقط از یکطرف جوشکاری می‌شوند به بند ۵-۲۲-٤-۲ مراجعه شود.

شکل ۵-۳- رواداری‌های اجرایی در مونتاژ اتصالات با جوش شیاری (بند ۵-۲۲-٤-۱)

۵-۲۳-۳- پیش‌خیز در تیرها و شاهتیرها. برای تیرها و شاهتیرهای جوشی، به جز در مو
آنهایی که بال بالایی در بتن مدفون می‌شود، صرفنظر از مقطع عرضی مقدار مجاز تغییرا
پیش‌خیز لازم قطعه در مونتاژ کارخانه‌ای (جهت تعبیه سوراخ‌های اتصال در محل کارگاه نص
یا آماده‌سازی اتصالات جوشی در محل کارگاه) برابر است با:

برای دهانه‌های بزرگ‌تر و مساوی ۱۰۰ فوت (۳۰ متر):

در دهانه وسط ۱/۲-۱ + اینچ (۴۰ میلی‌متر) و ۰-

برای دهانه‌های کوچک‌تر از ۱۰۰ فوت (۳۰ متر):

در دهانه وسط ۳/۴ + اینچ (۲۰ میلی‌متر) و ۰-

در تکیه‌گاه‌ها، صفر برای تکیه‌گاه‌های انتهایی و ۱/۸± (۳ میلی‌متر) برای تکیه‌گاه‌های میانی

در نقاط میانی $-۰,+\frac{4(a)\,b\,(1-a/S)}{S}$

a = فاصله بین نقطه بازرسی به فوت (متر) تا نزدیک‌ترین تکیه‌گاه

S = طول دهانه به فوت (متر)

b = برای دهانه های بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) برابر ۱/۲-۱ اینچ (۴۰ میلی‌م

b = برای دهانه‌های کوچک‌تر از ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) برابر ۳/۴ اینچ (۲۰ میلی‌متر)

برای مقادیر جدول شده به جدول ۵-۶ مراجعه شود.

۵-۲۳-۴- پیش‌خیز تیرها و شاهتیرها (طراحی غیرمرکب). برای اعضایی که بال بالا
بتن قرار می‌گیرد بدون طراحی مرکب، مقدار مجاز تغییرات پیش‌خیز قطعه در
کارخانه‌ای (جهت تعبیه سوراخ‌های اتصال محل نصب یا آماده‌سازی اتصالات جوش
برابر است با:

برای دهانه‌های بزرگ‌تر و مساوی ۱۰۰ فوت (۳۰ متر):

در دهانه وسط ۳/۴± اینچ (۲۰ میلی‌متر)

برای دهانه‌های کوچک‌تر از ۱۰۰ فوت (۳۰ متر):

در دهنه وسط ۳/۸± اینچ (۱۰ میلی‌متر)

در تکیه‌گاه‌ها صفر برای تکیه‌گاه‌های انتهایی و ۱/۸± اینچ (۳ میلی‌متر) برای تکیه‌گاه

در نقاط میانی $\frac{\pm 4(a)b(1-a/S)}{S}$ که در آن a و s مطابق تعریف بالا بوده و

b = برای دهانه های بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) برابر ۳/٤ اینچ (۱۹ میلی‌متر)

b = برای دهانه‌های کوچک‌تر از ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) برابر ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر)

برای مقادیر جدول شده به جدول ۵-۷ مراجعه شود. صرفنظر از اینکه پیش‌خیز در نقشه‌های جزئیات چگونه مشخص‌شده باشد، علامت (+) به معنی بالا و علامت (-) به معنی زیر مقدار پیش‌خیز مشخص شده‌است.

این موارد برای یک عضو تک وقتی که هیچ اتصال در محل یا مونتاژ کارخانه‌ای نداشته باشد نیز به کار می‌رود، اندازه‌گیری خمیدگی باید در حالت بدون بارگذاری انجام شود.

۵-۲۳-۵- کجی تیرها و شاهتیرها. برای خمیدگی افقی تیرها یا شاهتیرهای جوشی مقدار مجاز انحنای افقی در نقاط میانی برابر است با:

$$\frac{\text{طول کل برحسب فوت}}{۱۰} \times ۱/۸ \text{ اینچ}$$

$$\frac{\text{طول کل برحسب متر}}{۳} \times ۳ \pm \text{میلی‌متر}$$

به شرط آنکه عضو دارای شکل‌پذیری کافی باشد که اجازه اتصال دیافراگم، قاب، بادبندی جانبی و غیره را بدون وارد کردن ضایعه‌ای به سازه یا اتصال را بدهد.

۵-۲۳-٦- تغییرات صفحه‌ای جان

۵-۲۳-٦-۱- اندازه‌گیری‌ها. تغییرات صفحه‌ای جان شاهتیرها با اندازه‌گیری اختلاف بین محور جان عملی با یک لبه صاف که دارای طولی بیشتر از کوچک‌ترین دهنه در صفحه‌ای که موازی با صفحه اسمی جان است، به دست می‌آید. اندازه‌گیری باید قبل از نصب انجام شود.

جدول ۵-٦- رواداری پیش‌خیز برای شاهتیرهای عمومی (بند ۵-۲۳-۳)

رواداری پیش‌خیز برحسب اینچ					
a/S / دهانه	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵
فوت ۱۰۰≤	۹/۱٦	۱	۱-۱/٤	۱-۷/۱٦	۱-۱/۲
فوت ۱۰۰>	۱/٤	۱/۲	۵/۸	۳/٤	۳/٤
رواداری پیش‌خیز برحسب میلی‌متر					
a/S / دهانه	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵
متر ۳۰≤	۱٤	۲۵	۳٤	۳۸	٤۰
متر ۳۰>	۷	۱۳	۲۰	۱۹	۲۰

۵-۲۳-٦-۲- سازه‌های غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی. تغییرات صفحه‌ای جان که دارای عمق D و ضخامت t می‌باشد، و در دهانه‌هایی که با سخت‌کننده‌ها و یا بال‌ها و یا هر دو محصور شده‌است، به طوری که طول کوچک‌ترین دهانه d می‌باشد، نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

سخت‌کننده‌های میانی در هر دو طرف جان:

اگر $D/t < ۱۵۰$ ، حداکثر تغییرات برابر است با $d/۱۰۰$

اگر $D/t \geq ۱۵۰$ ، حداکثر تغییرات برابر است با $d/۸۰$

سخت‌کننده‌های میانی در فقط یک طرف جان

اگر $D/t < ۱۰۰$ ، حداکثر تغییرات برابر است با $d/۱۰۰$

اگر $D/t \geq ۱۰۰$ ، حداکثر تغییرات برابر است با $d/٦۷$

در حالت بدون وجود سخت‌کننده میانی:

اگر $D/t \geq ۱۰۰$ ، حداکثر تغییرات برابر است با $D/۱۵۰$

(برای مقادیر جدول‌شده به ضمیمه و مراجعه شود)

۵-۲۳-٦-۳- سازه‌های غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی. تغییرات صفحه‌ای جان که دارای عمق D و ضخامت t می‌باشد و در دهانه‌هایی که با سخت‌کننده‌ها یا بال‌ها و یا هر دو محصور شده‌است، به طوری که طول کوچک‌ترین دهانه d می‌باشد، نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

سخت‌کننده‌های میانی در هر دو طرف جان

برای شاهتیرهای داخلی.

اگر D/t < ۱۵۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۱۱۵

اگر D/t ≥ ۱۵۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۹۲

برای شاهتیرهای کناری:

اگر D/t < ۱۵۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۱۳۰

اگر D/t ≥ ۱۵۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۱۰۵

سخت‌کننده‌های میانی در فقط یک طرف جان

برای شاهتیرهای داخلی:

اگر D/t < ۱۰۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۱۰۰

اگر D/t ≥ ۱۰۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/٦٧

برای شاهتیرهای سمت‌نما:

اگر D/t < ۱۰۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۱۲۰

اگر D/t ≥ ۱۰۰، حداکثر تغییرات برابر است با d/۸۰

در حالت بدون وجود سخت‌کننده میانی، حداکثر تغییرات برابر است با D/۱۵۰

(برای مقادیر جدول‌شده به ضمیمه ز مراجعه شود)

جدول ۵-۷- رواداری‌های پیش‌خیز برای شاهتیرهای بدون طراحی مرکب (بند ۵-۲۳-٤)

رواداری پیش‌خیز برحسب اینچ					
a/S / دهانه	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵
فوت ۱۰۰≤	۱/٤	۱/۲	۵/۸	۳/٤	۳/٤
فوت ۱۰۰<	۱/۸	۱/٤	۵/۱٦	۳/۸	۳/۸
رواداری‌های پیش‌خیز برحسب میلی‌متر					
a/S / دهانه	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵
متر ۳۰ ≤	۷	۱۳	۱۷	۱۹	۲۰
متر ۳۰<	٤	٦	۸	۱۰	۱۰

۵-۲۳-۶-٤- پیچیدگی. پیچیدگی جان ناشی از هر دو حـد رواداری مجاز بند ۵-۲۳-۶-۲ یا بند ۵-۲۳-۶-۳ وقتی که در شاهتیرهای سوراخ‌شده یا پانچ شده، اتفاق بیافتد، در صورتی رضایت‌بخش است که اگر ورق‌های اتصال پیچ شوند، تغییر شکل جان در حد رواداری‌های مجاز باشد.

۵-۲۳-۶-۵- منظورهای معماری. اگر به دلیل منظورهای معماری نیاز به رواداری محدودتری نسبت به بندهای ۵-۲۳-۶-۲ یا ۵-۲۳-۶-۳ باشد، مرجع مشخص بایستی به همراه اسناد مناقصه قرارداد باشد.

۵-۲۳-۷- اختلاف بین محورهای مرکزی جان و بال. در اعضای H یا I شکل ساخته شده، مقدار اختلاف مجاز بین محور مرکزی جان با محور مرکزی بال در سطح تماس برابر ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) است.

۵-۲۳-۸- پیچیدگی و تاب بال. در تیرها و شاهتیرهای جوشی، ترکیب پیچیدگی و تاب بال باید از اختلاف در پنجه بال از یک خط عمود بر صفحه جان که از وسط محور جان می‌گذرد با سطح خارجی ورق بال، اندازه‌گیری شود. این اختلاف نباید از ۱٪ پهنای کل بال یا ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) هر کدام بزرگ‌تر است، تجاوز کند. به جز آنکه اتصالات جوشی لب‌به‌لب قطعات باید الزامات بند ۵-۲۲-۳ را برآورده سازند.

۵-۲۳-۹- تغییرات عمق. برای تیرها و شاهتیرهای جوشی، حداکثر تغییرات مجاز از عمق مشخص‌شده، که از محور جان اندازه‌گیری می‌شود، عبارت است از:

برای عمق ۳٦ اینچ (۱ متر) و کمتر	۱/۸ ± اینچ (۳ میلی‌متر)
برای عمق ۳٦ اینچ تا ۷۲ اینچ (۲ متر)	۳/۱٦ ± اینچ (۵ میلی‌متر)
برای عمق بالای ۷۲ اینچ	۵/۱٦ + اینچ (۸ میلی‌متر)
	۳/۱٦- اینچ (۵ میلی‌متر)

۵-۲۳-۱۰- اتکاء در نقاط بارگذاری. انتهای اتکایی سخت‌کننده‌های اتکایی بایستی نسبت به جان گونیا بوده و حداقل ۷۵ درصد سطح مقطع عرضی اتکایی با سطح داخلی بال تماس داشته باشد. ۷۵ درصد سطح خارجی بال‌هایی که در مقابل یک نشیمن فولادی قرار می‌گیرد

بایستی به روی سطح تصویر جان و سخت‌کننده با شکافت حداکثر ۰/۰۱۰ اینچ (۰/۲۵ میلی‌متر) و ۲۵ درصد سطح باقی‌مانده با شکافت حداکثر ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) قرار گیرد. شاهتیرهای بدون سخت‌کننده بایستی بر روی سطح تصویر جان و سخت‌کننده نسبت به سطح خارجی بال با شکافت حداکثر ۰/۰۱۰ اینچ قرار گرفته و زاویه بین بال و جان نبایستی در طول اتکاء از ۹۰ درجه تجاوز نماید.

۵-۲۳-۱۱- رواداری سخت‌کننده‌ها

۵-۲۳-۱۱-۱- محکم بودن سخت‌کننده‌های میانی. اگر محکم بودن سخت‌کننده‌های میانی مشخص‌شده باشد، باید یک فاصله مجاز حداکثر ۱/۱۶ اینچ (۲ میلی‌متر) را بین سخت‌کننده و بال در نظر گرفت.

۵-۲۳-۱۱-۲- صاف بودن و موقعیت سخت‌کننده‌های میانی. حداکثر ناراستایی سخت‌کننده‌های میانی برای شاهتیرهای تا عمق ٦ فوت (۱/۸ متر) نباید از ۱/۲ اینچ (۱۲ میلی‌متر) تجاوز کند و برای شاهتیرهای با عمق بیشتر از ٦ فوت با توجه به اعضایی است که به آن قاب می‌شود.

۵-۲۳-۱۱-۳- صاف بودن و موقعیت سخت‌کننده‌های اتکایی. حداکثر تغییرات در صاف بودن سخت‌کننده‌های اتکایی نباید از ۱/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) برای عمق تا ٦ فوت (۱/۸ متر) و یا ۱/۲ اینچ (۱۲ میلی متر) برای عمق بیشتر از ٦ فوت تجاوز کند. محور عملی سخت‌کننده باید در داخل صفحه ضخامت سخت‌کننده قرار بگیرد.

۵-۲۳-۱۱-٤- سایر رواداری‌های ابعادی. پیچش اعضای قوطی و سایر رواداری‌های ابعادی که در بند ۵-۲۳ ذکر نشده‌است، باید جداگانه با در نظر گرفتن شرایط نصب تعیین‌شده و به توافق کارفرما و پیمانکار برسد.

۵-۲٤- نیمرخ جوش

تمام جوش‌ها، به جز آن‌هایی که در زیر مجاز شناخته می‌شود، باید عاری از ترک، رویهم‌افتادگی و سایر عدم پیوستگی‌های غیرقابل قبول در شکل ۵-٤ باشد.

۵-۲۴-۱- جوش‌های گوشه. سطح جوش‌های گوشه می‌تواند محدب، تخت و یا کمی مقعر باشد. شکل ۵-٤ (پ) نیمرخ جوش غیرقابل قبول را نشان می‌دهد.

جدول ۵-۸- حداقل اندازه جوش گوشه (بند ۵-۱٤)

ضخامت فلز پایه *(T)		حداقل اندازه جوش گوشه**	
میلی‌متر	اینچ	میلی‌متر	اینچ
$T \le ٦$	$T \le ١/٤$	٣	***١/٨
$٦ < T \le ١٢$	$١/٤ < T \le ١/٢$	٥	٣/١٦
$١٢ < T \le ٢٠$	$١/٢ < T \le ٣/٤$	٦	١/٤
$٢٠ < T$	$٣/٤ < T$	٨	٥/١٦

* برای روش‌های بدون استفاده از الکترود کم هیدروژن بدون انجام پیشگرمایش محاسبه شده مطابق بند ۳-۵-۲، T برابر ضخامت قطعه ضخیم‌تر اتصال است. جوش گوشه تک عبوره بایستی استفاده شود.

برای روش‌های بدون استفاده از الکترود کم هیدروژن لیکن با بکارگیری روش‌های جلوگیری از ترک مطابق بند ۳-۵-۲ و نیز روش‌های با استفاده از الکترود کم هیدروژن، T برابر ضخامت قطعه نازک‌تر اتصال است. الزامات جوش تک عبوره کاربرد ندارد.

** به جز مواردی که نیازی نیست اندازه جوش از ضخامت قطعه نازک‌تر اتصال بیشتر باشد.

*** حداقل اندازه برای سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی برابر است با ۳/۱٦ اینچ (۵ میلی‌متر).

۵-۲۴-۲- استثناء در مورد جوش‌های گوشه منقطع. به جز در مورد بریدگی کنار جوش در حد مجاز این آیین‌نامه نیازی به تأمین شرایط شکل ۵-٤ در انتهای جوش‌های گوشه منقطع در خارج از مؤثر نمی‌باشد.

۵-۲۴-۳- تحدب. به جز در جوش‌های بیرونی در اتصالات کنج مقدار تحدب جوش C نباید از مقادیر مجاز در شکل ۵-٤ تجاوز کند.

۵-۲۴-٤- جوش‌های شیاری یا لب‌به‌لب. جوش‌های شیاری باید با حداقل گرده اجرا شوند، مگر آنکه مشخص شده باشد. در مورد اتصالات لب‌به‌لب و کنج گرده جوش نباید از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) در ارتفاع تجاوز کند. تمام جوش‌ها باید دارای شیب ملایم با سطح فلز پایه باشند به طوری که منطقه انتقال دارای بریدگی کنار جوش بیش از حد مجاز آیین‌نامه نباشد.

شکل ۵-٤ (ت) مقطع جوش‌های شیاری قابل قبول را در اتصالات لب‌به‌لب نشان می‌دهد.
شکل ۵-٤ (ث) مقطع جوش‌های شیاری غیرقابل قبول را در اتصالات لب‌به‌لب نشان می‌دهد.

۵-۲٤-٤-۱- سطوح همتراز. جوش‌های لب‌به لبی که باید همتراز شوند، نباید از ضخامت فلز پایه و یا فلز جوش بیشتر از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) یا ۵ درصد ضخامت قطعه هر کدام کوچکترند، برداشته شود. ضمنا گرده جوش باقی‌مانده نیز نباید از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) در ارتفاع تجاوز کند. گرچه جایی که قرار است جوش، قسمتی از یک سطح رویهم یا در تماس سطح دیگر باشد، تمام گرده جوش باید برداشته شود. گرده جوش باید با شیب ملایم و در سطحی بدون وجود بریدگی کنار جوش به سطح فلز پایه برسد.

۵-۲٤-٤-۲- روش‌ها و مقادیر پرداخت سطح. شیارزنی و برشکاری به شرط استفاده از سنگ‌کاری می‌تواند به کار گرفته شود. اگر پرداخت سطح لازم باشد، زبری سطح نباید (مراجعه به ANSI B46.1) از ۲۵۰ میکرو اینچ تجاوز کند. سطوحی که بین ۱۲۵ میکرو اینچ تا ۲۵۰ میکرو اینچ آماده‌سازی می‌شوند باید در جهت موازی با تنش‌های اولیه پرداخت شوند. سطوحی که با زبری ۱۲۵ میکرو اینچ و کمتر آماده‌سازی می‌شوند، می‌توانند در هر جهتی پرداخت شوند.

۵-۲۵- روش جوشکاری انگشتانه و کام

۵-۲۵-۱- جوش‌های کام. روش جوشکاری کام وقتی که هر یک از روش‌های جوشکاری SMAW، GMAW (به جز انتقال اتصال کوتاه) و FCAW به کار می‌رود مطابق زیر است:

۵-۲۵-۱-۱- وضعیت تخت. برای جوشکاری در وضعیت تخت جهت ایجاد یک لایه جوش در ریشه اتصال باید هر عبور جوش به دور ریشه اتصال حرکت کرده و سپس در یک مسیر حلزونی حرکت کرده تا به مرکز سوراخ برسد. سپس قوس الکتریکی به محیط سوراخ برده شده و روند دوباره تکرار می‌شود تا زمانی که لایه‌های جوش پی‌درپی در سوراخ قرار گرفته تا عمق لازم سوراخ پر شود. تا زمانی که جوشکاری تمام می‌شود، گل جوشی که فلز مذاب را می‌پوشاند، باید به صورت مذاب نگاه داشته شود. اگر قوس الکتریکی قطع می‌شود، یا گل جوش سرد شود، قبل از شروع مجدد جوشکاری باید گل جوش به طور کامل برداشته شود.

۵-۲۵-۱-۲- وضعیت عمودی. در جوشکاری در وضعیت عمودی، قوس الکتریکی ابتدا در ریشه اتصال در سمت پایین شروع شده و سپس به سمت بالای سوراخ برده می‌شود که در بالای سوراخ قوس الکتریکی قطع شده و سپس گل جوش تمیز می‌شود، سپس همین روند در سمت مخالف سوارخ تکرار می‌شود. بعد از برداشتن تمیزکردن گل جوش، لایه‌های بعدی با روش مشابه قرار می‌گیرد، تا عمق لازم سوراخ پر شود.

۵-۲۵-۱-۳- وضعیت بالاسری. برای جوشکاری در وضعیت بالاسری، روش کار مشابه وضعیت جوشکاری تخت است، به جز آنکه بعد از اجرای هر لایه تا پر شدن عمق لازم سوراخ، گل جوش باید سردشده و به طور کامل برداشته شود.

۵-۲۵-۲- جوش انگشتانه. جوش انگشتانه باید با روشی مشابه روش مشخص شده در بند ۵-۲۵-۱ برای جوش کام اجرا شود، به جز آنکه، اگر طول انگشتانه بیشتر از سه برابر پهنای آن باشد و یا اگر تا انتهای قطعه ادامه داشته باشد، الزامات بند ۵-۲۵-۱-۳ باید به کار رود.

۵-۲۶- تعمیرات

برداشتن فلز جوش و یا قسمتی از فلز پایه می‌تواند با روش‌های ماشین‌کاری، سنگ‌کاری، شیارزنی یا برشکاری انجام شود. باید به صورتی انجام شود که لبه‌های فلز پایه یا فلز جوش دندانه‌دار و یا کنگره‌ای نشود. برشکاری با گاز اکسیژن نباید برای فولاد آب‌دیده و بازپخت شده استفاده شود. برداشتن فلز جوش غیرقابل قبول نباید همراه با برداشته شدن فلز پایه باشد و سطوح باید قبل از جوشکاری به خوبی تمیز شوند و کسری اندازه جوش را باید با جوشکاری جبران نمود.

۵-۲۶-۱- انتخاب پیمانکار. پیمانکار دارای این انتخاب است که یک جوش غیرقابل قبول را تعمیر کند، یا آن‌را به طور کامل برداشته و مجدد جوشکاری کند، به جز آنچه در بند ۵-۲۶-۳ مشخص شده‌است. جوش تعمیرشده یا جایگزین شده باید با همان نوع آزمایش اولیه بررسی شده و همان حدود قبولی کیفیت به کار رود. اگر پیمانکار تعمیر جوش را انتخاب کند، باید مطابق زیر باشد:

۵-۲۶-۱-۱- رویهم‌افتادگی، تحدب و یا گرده زیاد. فلز جوش اضافی باید برداشته شود.

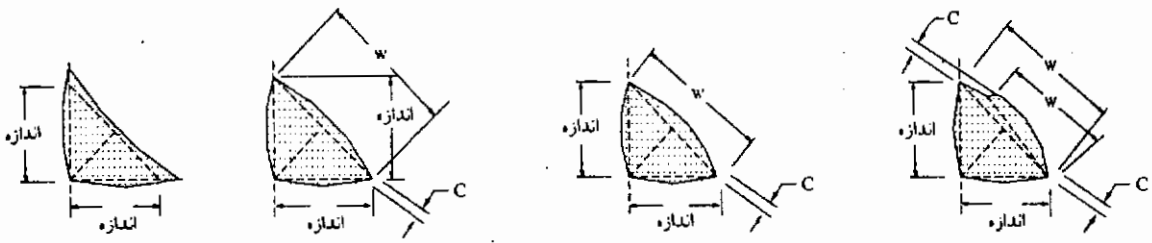
۵-۲۶-۱-۲- تقعر زیاد، چاله جوش، جوش کمتر از اندازه و یا بریدگی کنار جوش. سطوح باید آماده‌سازی شده (مراجعه به بند ۵-۳۰) و سپس فلز جوش اضافه جوشکاری شود.

۵-۲۶-۱-۳- ذوب ناقص، تخلخل زیاد و یا گل جوش باقی در جوش. نواحی غیرقابل قبول باید برداشته شده (مراجعه به بند ۵-۲۶) و دوباره جوشکاری شود.

۵-۲۶-۱-٤- وجود ترک در فلز جوش یا فلز پایه. اندازه ترک باید با هر یک از روش‌های اسیدشویی، آزمایش ذرات مغناطیسی، آزمایش مایعات نفوذی و یا هر روش دیگری مشخص شود. ترک و به اندازه ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر) دو انتهای ترک از فلز سالم نیز باید برداشته شده و دوباره جوش شود.

۵-۲۶-۲- محدودیت‌های درجه حرارت در تعمیر با گرم کردن موضعی. اعضایی که تحت جوشکاری، پیچیده می‌شوند، باید با وسایل مکانیکی و یا با استفاده از حرارت دادن موضعی کنترل‌شده، صاف شوند. برای فولاد آب‌دیده و بازپخت شده میزان درجه حرارت منطقه گرم شده که با روش‌های مشخص اندازه‌گیری می‌شوند، نباید از ۱۱۰۰° فارنهایت (۶۰۰° سانتی‌گراد) و برای سایر فولادها از ۱۲۰۰° فارنهایت (۶۵۰° سانتی‌گراد) بیشتر شود. قطعاتی که برای صاف شدن گرم می‌شوند، باید عاری از تنش و نیروهای خارجی باشند، به جز آن تنش‌هایی که ناشی از روش‌های مکانیکی صاف کردن قطعه همراه با گرم کردن می‌باشد.

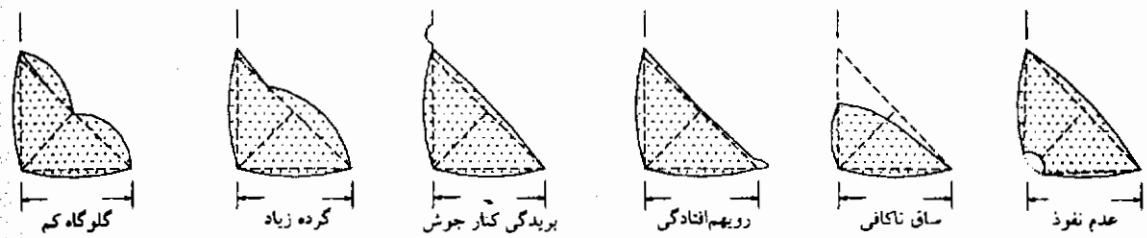
۵-۲۶-۳- تأیید مهندس طراح. قبل از انجام تعمیر روی فلز پایه (به جز موارد لازم بند ۵-۱۵)، تعمیر ترک‌های اصلی و تأخیری، تعمیر عیوب داخلی جوش‌های به روش جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی و یا طراحی مجدد جهت جبران ضعف مقطع، تأیید مهندس طراح لازم است. مهندس باید طراح قبل از برش و جداسازی اعضای جوشی مطلع شود.



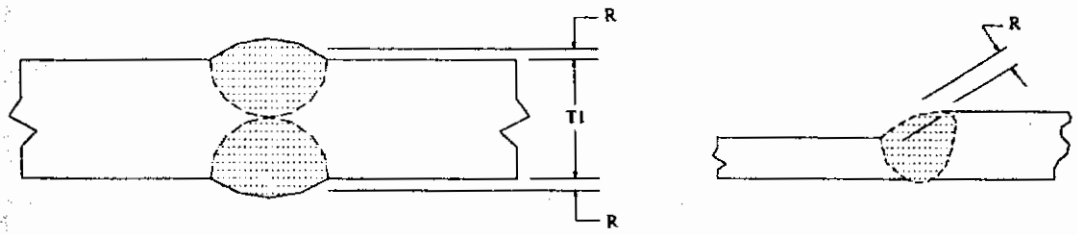
(ب) نیمرخ‌های قابل قبول جوش گوشه (الف) نیمرخ‌های مطلوب جوش گوشه

تذکر: مقدار تحدب C یک جوش گوشه با سطح نشیمن W نبایستی از مقادیر زیر تجاوز نماید:

پهنای جوش	حداکثر تحدب C
W ≤ ۵/۱۶ اینچ (۸ میلیمتر)	۱/۱۶ اینچ (۲ میلیمتر)
۵/۱۶ اینچ (۸ میلیمتر) < W تا ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر) > W	۱/۸ اینچ (۳ میلیمتر)
W ≥ ۱ اینچ (۲۵ میلیمتر)	۳/۱۶ اینچ (۵ میلیمتر)



(پ) مقاطع غیرقابل قبول جوش گوشه

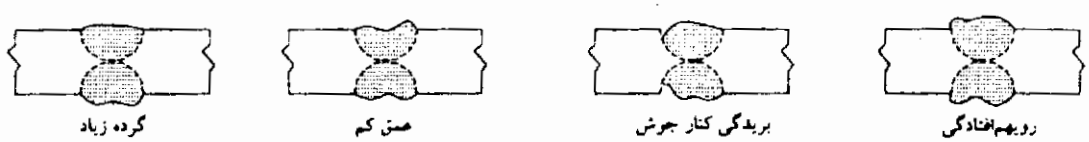


اتصال لب به لب - ضخامتهای مساوی اتصال لب به لب - ضخامتهای ناساوی

تذکر: مقدار گرده R نبایستی از ۱/۸ (۳ میلیمتر) بیشتر شود. مراجعه به بند ۵-۲۴-۴

(ت) نیمرخ‌های قابل قبول در اتصال لب به لب

شکل ۵-۴- نیمرخ‌های جوش قابل قبول و غیرقابل قبول (بند ۵-۲۴)



(ث) نیمرخ‌های غیرقابل قبول در اتصال لب به لب.

ادامهٔ شکل ۵-٤- نیمرخ‌های جوش قابل قبول و غیرقابل قبول (بند ۵-۲٤)

۵-۲٦-٤- عدم دسترسی به جوش‌های غیرقابل قبول. اگر بعد از آنکه یک جوش غیرقابل اجرا شد، و کار تمام شود به‌گونه‌ای که دسترسی به آن جوش غیرقابل قبول، ممکن نباشد و یا وضعیتی جدید به وجود آید که انجام تعمیرات روی جوش خطرناک باشد، در این صورت قبل از تعمیر باید با برداشتن جوش و یا اعضاء و یا هر دو، وضعیت اولیه بدست آید. اگر این کار انجام نشود باید ضعف مقطع را با انجام کار اضافه براساس طراحی مجدد جبران کرد.

۵-۲٦-۵- پر کردن سوراخ‌های اشتباه با جوش. به جز در مواردی که پر کردن سوراخ‌های اشتباه به دلایل سازه‌ای و یا هر دلیل دیگری لازم باشد، سوراخ‌های اشتباه سوراخ‌کاری شده با مته و یا پانچ شده را می‌توان یا با پیچ پر کرد و یا آن‌ها را رها کرد.

اگر سوراخ‌های اشتباه با جوش پر می‌شوند، تأمین شرایط زیر لازم است:

۱- فلز پایه‌ای که تحت تنش‌های سیکلی قرار نمی‌گیرد را می‌توان با جوشکاری تعمیر کرد، به شرط آنکه پیمانکار یک مشخصات فنی روند تعمیر با جوشکاری تهیه کرده و براساس آن عمل کند. سلامت جوش تعمیری باید با آزمایش‌های غیرمخرب مناسب تعیین شود، همان آزمایش‌هایی که در مدارک قرارداد برای جوش‌های شیاری تحت تنش‌های فشاری و یا کششی مشخص شده است.

۲- فلز پایه‌ای که تحت تنش‌های سیکلی قرار می‌گیرد را می‌توان تحت شرایط زیر با جوشکاری تعمیر کرد:

(الف) انجام تعمیر با جوشکاری و نیز مشخصات فنی روند تعمیر با جوشکاری به تأیید مهندس طراح برسد.

(ب) مشخصات فنی روند تعمیر با جوشکاری در انجام عملیات تعمیر به کار گرفته شود و

سلامت جوش تعمیری با آزمایش‌های غیرمخربی تعیین شود که در مدارک قرارداد، برای آزمایش جوش‌های شیاری کششی مشخص شده و یا به تأیید مهندس طراح برسد.

۳- علاوه بر الزامات ۱ و ۲ در مورد پر کردن سوراخ‌ها با جوش در فولاد آب‌دیده و بازپخت شده باید:

(الف) از فلز پرکننده، میزان حرارت ورودی، و عملیات حرارتی بعد از جوشکاری مناسب (اگر عملیات حرارتی بعد از جوشکاری لازم باشد) استفاده شود.

(ب) با استفاده از مشخصات فنی روند تعمیر با جوشکاری، نمونه‌های جوشی آزمایشی تهیه شود.

(پ) با بررسی نمونه‌ها با آزمایش پرتونگاری تعیین شود که الزامات بند ٦-۱۲-۲-۱ در مورد سلامت جوش تأمین می‌شود.

(ت) یک نمونه تست کشش مقطع باریک شده (مغز جوش)، دو نمونه آزمایش خمش جانبی (فلز جوش) و سه نمونه آزمایش ضربه (طاقت نمونه زخم‌دار) از ناحیه متأثر از حرارت (منطقه درشت‌دانه‌ای) که از نمونه‌های جوش برداشته می‌شود، لازم است تا بیان شود که منطقه تعمیر شده از لحاظ خواص مکانیکی با فلز پایه مطابقت دارد. برای الزامات آزمایش ضربه به ضمیمه ج مراجعه شود.

٤- سطح جوش باید مطابق بند۵-۲٤-٤-۱ پرداخت شود.

۵-۲۷- چکش‌کاری

برای جلوگیری از جمع‌شدگی و یا ترک خوردن و یا تغییر شکل قطعه در جوش‌های ضخیم، می‌توان لایه‌های میانی جوش را چکش‌کاری کرد. چکش‌کاری لایه ریشه و لایه سطحی جوش و فلز پایه در لبه‌های جوش به جز موارد بند ۲-۳٦-٦-٦(۳) مجاز نیست.

باید برای جلوگیری از رویهم‌افتادگی و ترک در جوش یا در فلز پایه دقت شود.

۵-۲۷-۱- ابزار. استفاده از چکش‌های دستی مخصوص برداشتن گل‌جوش و ابزار لرزه‌ای سبک که برای برداشتن گل‌جوش و یا پاشش‌ها استفاده می‌شوند، مجاز بوده و چکش‌کاری محسوب نمی‌شوند.

۵-۲۸- درزگیری

انجام عملیات درزگیری روی جوش مجاز نیست.

۵-۲۹- لکه‌های قوس

باید از به وجود آمدن لکه‌های قوس خارج از ناحیه جوش اجتناب شود، ترک و یا عیوبی که ناشی از لکه‌های قوس می‌باشند، باید سنگ‌کاری و صاف شوند و از سلامت ناحیه، اطمینان حاصل شود.

۵-۳۰- تمیزکاری جوش

۵-۳۰-۱- تمیزکاری حین جوشکاری. قبل از جوشکاری روی فلز مذاب قبلی، تمام گل‌جوش باید برداشته شده و باید سطح جوش و لبه‌های فلز پایه با برس‌کاری تمیز شود. این الزام نه‌تنها باید در مورد لایه‌های پی‌درپی جوش رعایت شود بلکه باید بعد از هر قطع جوش برای ناحیه چاله جوش و نشیمن لایه بعدی و همچنین برای جوش انگشتانه و کام مطابق بند ۵-۲۵ به‌کار رود.

۵-۳۰-۲- تمیزکاری جوش‌های تکمیل شده. باید از سطح تمام جوش‌های تکمیل شده، گل‌جوش برداشته شود و سطح جوش و لبه‌های فلز پایه با برس‌کاری یا وسایل مناسب دیگری تمیز شود. پاشش‌هایی که مقاومت کرده و بعد از عملیات تمیزکاری باقی می‌مانند، قابل قبول هستند، مگر آنکه برداشتن آن‌ها برای انجام آزمایش‌های غیرمخرب لازم باشد.

۵-۳۱- لقمه‌های جوش (مراجعه به بند ۵-۲-۲)

۵-۳۱-۱-استفاده از لقمه‌های جوش. جوش باید به‌گونه‌ای در انتهای اتصال تمام شود که از سلامت آن اطمینان حاصل شود. هرکجا که لازم باشد، برای این مقصود باید از لقمه‌های جوش در دو طرف آماده‌سازی شده اتصال، استفاده کرد.

۵-۳۱-۲- برداشتن لقمه‌های جوش برای سازه‌های غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی. برای سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی با مقطع غیرقوطی شکل، احتیاجی به برداشتن لقمه‌های جوش نیست مگر آنکه توسط مهندس طراح لازم شده باشد.

۵-۳۱-۳- برداشتن لقمه‌های جوش برای سازه‌های غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی. برای سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی با مقطع غیرقوطی شکل، بعد از تکمیل جوشکاری و سرد شدن جوش، لقمه‌های جوش برداشته شده و انتهای جوش صاف و همتراز لبه‌های قطعه شود.

۵-۳۱-٤- انتهای اتصال جوشی لب به لب. انتهای اتصالات جوشی لب‌به‌لب که بایستی همتراز شوند، باید طوری اتمام یابد که از پهنای مشخص شده در جزییات و یا پهنای عملی اجرا شده، هرکدام بزرگترند بیشتر از ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) کاسته نشود. انتهای اتصالات جوشی لب به لب بایستی با شیب حداکثر ۱ به ۱۰ هموار شود.

٦- بازرسی

بخش الف- مشخصات عمومی

٦-١- حدود کاربرد

فصل ٦ شامل تمام الزامات تعیین صلاحیت و مسؤولیت‌های بازرسین، حد قبولی عدم پیوستگی‌ها و روش‌های آزمایش غیرمخرب است.

٦-١-١- **بازرسی و شرایط قرارداد.** در این آیین‌نامه، بازرسی بر ساخت/ نصب و آزمایش‌های مربوطه و بازرسی به منظور تأیید و آزمایش‌های مربوطه از هم جدا می‌شوند. بازرسی و آزمایش‌های ساخت/ نصب بنا به نیاز قبل از مونتاژ، در حین مونتاژ، در حین جوشکاری و بعد از جوشکاری برای اطمینان از اینکه مواد و ساخت مطابق با الزامات قرارداد هستند، انجام می‌شود. بازرسی و آزمایش‌های تأیید بایستی با یک برنامه زمان‌بندی انجام شده و نتایج آن به کارفرما و پیمانکار گزارش داده شود تا از تأخیر در کار جلوگیری به عمل آید. بازرسی و آزمایش‌های ساخت/ نصب از مسؤولیت پیمانکار است، مگر آنکه در مدارک قرارداد طور دیگری ذکر شده باشد. بازرسی و آزمایش‌های تأیید از حقوق کارفرماست، که می‌تواند انجام دهد یا اگر در قرارداد ذکر شده باشد، از بازرسی به منظور تأیید به‌طور مستقل صرفنظر کرده و یا قید شود که هم بازرسی بر ساخت/ نصب و هم بازرسی به منظور تأیید را پیمانکار بایستی انجام دهد.

٦-١-٢- **تعریف رده‌بندی بازرسین.** بازرس تأییدکننده، شخص منتخب شایسته‌ای است که از طرف کارفرما یا مهندس طراح و برای آن‌ها تمام بازرسی‌ها و موارد کیفیتی در حدود مشخص شده در قرارداد را انجام می‌دهد. بازرس ساخت/ نصب شخص منتخب شایسته‌ای است که از طرف پیمانکار تمام بازرسی‌ها و موارد کیفیتی در حدود مشخص شده در قرارداد را انجام می‌دهد. وقتی که کلمه بازرس به تنهایی استفاده می‌شود، هم برای بازرسی بر ساخت/ نصب و هم برای بازرسی به منظور تأیید در حدود مسؤولیت‌های مشخص شده در بند ٦-١-١ کاربرد دارد.

۶-۱-۳- الزامات تعیین صلاحیت بازرس

۶-۱-۳-۱- پایه‌های تعیین صلاحیت. بازرس مسؤول در تأیید و یا رد مواد و قطعات ساخته شده، بایستی تعیین صلاحیت شود. پایه‌های تأیید صلاحیت بازرس باید مستند شده و اگر مهندس طراح بخواهد که پایه تعیین صلاحیت بازرس را مشخص کند، باید در مدارک قرارداد ذکر شود.

پایه‌های تأیید صلاحیت قابل قبول عبارتند از:

۱- **گواهینامه** رایج یا گذشته به عنوان بازرس جوش صلاحیت‌دار AWS براساس موارد AWS QC1 *استاندارد و راهنمای تأیید صلاحیت و ارایه گواهینامه بازرسین جوش*، یا

۲- تأیید صلاحیت رایج یا گذشته توسط انجمن جوش کانادا براساس الزامات مؤسسه استاندارد کانادا استاندارد شماره W178.2 *تأیید صلاحیت بازرسین جوش*، یا

۳- مهندس یا تکنسین که به واسطه تمرین یا تجربه و یا هر دو در زمینه ساخت، بازرسی و آزمایش قطعات فلزی شایستگی انجام کار بازرسی را دارد.

۶-۱-۳-۲- مدت زمان اعتبار. تأیید صلاحیت یک بازرس به شرط آنکه به صورت فعال در بازرسی ساخت قطعات فولادی جوشی کار کند، معتبر است، مگر آنکه دلایل خاصی وجود داشته باشد که توانایی بازرس را زیر سؤال ببرد.

۶-۱-۳-۳- بازرس دستیار. بازرس می‌تواند با بازرسین دستیار که هر یک بازرسی مشخصی را تحت نظر او انجام می‌دهند، حمایت شود. بازرسین دستیار باید با تمرین و کسب تجربه در کار بازرسی خاصی که برای آن‌ها در نظر گرفته شده‌است، تأیید صلاحیت شوند. کار بازرسین دستیار باید به‌طور منظم، معمولا روزانه توسط بازرس کنترل عینی گردد.

۶-۱-۳-٤- معاینه چشم. بازرسین و بازرسین دستیار باید بدون لنز و یا با لنز تحت شرایط زیر **معاینه** چشم شوند:

۱- نزدیک‌بینی اسنل انگلیسی و یا معادل در ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلیمتر).

۲- دوربینی ۲۰/٤۰ یا بهتر.

معاینه چشم تمام افراد بازرسی هر سه سال و یا اگر نیاز باشد کمتر از سه سال لازم است.

۶-۱-۳-۵- اختیار تأیید. مهندس طراح باید اختیار تأیید و یا رد صلاحیت بازرسان

داشته باشد.

۶-۱-۴- مسؤولیت بازرس. بازرس باید اطمینان دهد که تمام عملیات ساخت و نصب براساس الزامات مذکور در مدارک قرارداد انجام شده‌است.

۶-۱-۵- مدارکی که باید در اختیار بازرس قرار بگیرد. کلیه نقشه‌های جزییات که نشان‌دهندهٔ اندازه، طول، نوع و موقعیت تمام جوش‌ها است باید در اختیار بازرس قرار بگیرد. آن قسمت از مدارک قرارداد که توصیف‌کننده مواد و شرایط کیفیتی تولیدات ساخته شده و یا نصب شده و یا هر دو می‌باشد نیز باید در اختیار بازرس قرار بگیرد.

۶-۱-۶- توجیه بازرس. بازرس باید قبل از شروع عملیات مورد بازرسی، توجیه شود.

۶-۲- بازرسی مواد. بازرس باید اطمینان حاصل کند که فقط از مواد مطابق با الزامات این آیین‌نامه، استفاده می‌شود.

۶-۳- بازرسی تعیین صلاحیت WPS و دستگاه‌ها

۶-۳-۱- تعیین صلاحیت WPS. بازرس باید تمام WPSهایی را که برای کار استفاده می‌شوند را بازبینی نموده و اطمینان حاصل کند که روش‌ها مطابق با الزامات این آیین‌نامه می‌باشد.

۶-۳-۲- دستگاه جوشکاری. بازرس باید دستگاه‌های جوشکاری را بررسی کند تا اطمینان حاصل کند که مطابق الزامات بند ۵-۱۱ می‌باشد.

۶-۴- بازرسی تعیین صلاحیت جوشکار، دستگاه جوشکار و خال جوشکار

۶-۴-۱- بررسی تعیین صلاحیت. بازرس باید فقط به جوشکاران، دستگاه‌های جوشکار و خال جوشکارانی اجازه جوشکاری دهد که مطابق الزامات فصل ٤ تعیین صلاحیت شوند، و یا اطمینان حاصل کند که هر جوشکار، دستگاه جوشکار و یا خال جوشکار قبلا تحت سایر نظارت‌های قابل قبول تعیین صلاحیت شده است.

۶-۴-۲- آزمایش مجدد براساس کیفیت کار. وقتی که به نظر می‌رسد کیفیت کار یک

جوشکار، دستگاه جوشکار، یا خال جوشکار صلاحیت‌دار، پایین‌تر از الزامات این آیین‌نامه است، بازرس می‌تواند برای تعیین توانایی جوشکار، دستگاه جوشکار و یا خال جوشکار در اجرای جوش مناسب، یک آزمایش ساده مانند آزمایش شکست جوش گوشه انجام داده و یا انجام تعیین صلاحیت مجدد کامل براساس فصل ٤ را لازم بداند.

٦-٤-٣- آزمایش مجدد براساس اتمام اعتبار گواهینامه. بازرس باید برای جوشکار و یا دستگاه جوشکار و یا خال جوشکاری که برای مدت بیش از شش ماه در روشی که تعیین صلاحیت شده کار نکرده باشد، انجام تعیین صلاحیت مجدد را لازم بداند. (مراجعه به بند ٤-١-٣-١)

٦-٥- بازرسی کار و گزارش‌ها

٦-٥-١- اندازه، طول و موقعیت جوش‌ها. بازرس باید اطمینان حاصل کند که اندازه، طول و موقعیت تمام جوش‌ها مطابق الزامات این آیین‌نامه و نقشه‌های جزییات است و هیچ جوش غیرمشخصی بدون تأییدیه اضافه نشده باشد.

٦-٥-٢- تعیین صلاحیت WPS. بازرس باید اطمینان حاصل کند که تنها WPSهایی استفاده شوند که مطابق الزامات فصل ٣ و یا فصل ٤ می‌باشد.

٦-٥-٣- رده‌بندی و کاربرد الکترود. بازرس باید اطمینان حاصل کند که الکترودهای مصرفی فقط در وضعیت و نوع جریان و قطبیتی استفاده شوند که در آن رده‌بندی شده‌اند.

٦-٥-٤- محدوده بازرسی. بازرس باید در فرصت‌های مناسب، آماده‌سازی اتصالات، عملیات مونتاژ، روش‌های جوشکاری و کارکرد هر جوشکار، دستگاه جوشکار و خال جوشکار را مشاهده کند تا اطمینان حاصل کند که مطابق الزامات این آیین‌نامه می‌باشد.

٦-٥-٥- گستره بازرسی. بازرس باید کار را به گونه‌ای بررسی کند تا اطمینان حاصل کند که مطابق الزامات این آیین‌نامه است. با تأیید مهندس طراح، سایر حدود قبولی که با این آیین‌نامه متفاوت است، می‌تواند استفاده شود. اندازه و شکل جوش‌ها باید با وسایل اندازه‌گیری مناسب تعیین شود. برای بازرسی چشمی ترک‌ها در جوش و فلز پایه و سایر عدم پیوستگی‌ها باید از نور قوی، ذره‌بین‌ها و وسایل مشابه که می‌توانند سودمند باشند، استفاده نمود.

۶-۵-۶- مشخص کردن بازرسی‌ها. بازرسین باید با علامت‌های مشخص‌کننده و یا سایر روش‌های گزارش، تمام قطعات یا اتصالاتی را که بازرسی کرده و مورد قبول واقع شده‌اند را مشخص کنند. بدون تأیید مهندس طراح در مورد اعضای تحت بار سیکلی نشانه‌گذاری ضربه‌ای مجاز نیست.

۶-۵-۷- نگهداری گزارش‌ها. بازرس باید یک نسخه گزارش از تعیین صلاحیت تمام جوشکاران، دستگاه‌های جوشکار و خال جوشکاران و تمام تعیین صلاحیت WPSها یا سایر آزمایش‌های انجام شده و سایر اطلاعات این چنینی لازم را نگهداری کند.

بخش ب- مسؤولیت‌های پیمانکار

۶-۶- وظایف پیمانکار

۶-۶-۱- مسؤولیت‌های پیمانکار. پیمانکار مسؤول بازرسی چشمی و انجام اصلاحات لازم تمام عیوب در مواد و قطعات ساخته شده براساس الزامات این آیین‌نامه می‌باشد.

۶-۶-۲- درخواست‌های بازرس. پیمانکار باید تمام درخواست‌های بازرسین جهت اصلاح عیوب در مواد و قطعات ساخته شده مطابق مدارک قرارداد را بپذیرد.

۶-۶-۳- قضاوت مهندسی. در مواردی که برداشتن و دوباره جوش دادن جوشکاری اشتباه به فلز پایه آسیب برساند که بنا به قضاوت مهندسی این وضعیت مخالف موارد قرارداد باشد، در این صورت پیمانکار باید فلز پایه آسیب دیده را برداشته و جایگزین کند و یا با روشی که مورد تأیید مهندس طراح باشد، اقدام به جبران نقص کند.

۶-۶-۴- آزمایش‌های غیرمخرب تعیین شده به غیر از بازرسی چشمی. اگر آزمایش غیرمخربی به غیر از بازرسی چشمی در مدارک قرارداد تعیین شده باشد، پیمانکار مسؤولیت دارد که اطمینان دهد تمام جوش‌ها با الزامات کیفیتی فصل ۶ بخش پ مطابقت دارد.

۶-۶-۵- آزمایش‌های غیرمخرب تعیین نشده به غیر از بازرسی چشمی. اگر آزمایش‌های غیرمخرب به غیر از بازرسی چشمی در مدارک اصلی توافق قرارداد تعیین نشده باشد و بعدا از طرف کارفرما خواسته شود، پیمانکار باید هر آزمایش درخواستی را انجام داده و یا اجازه دهد

که هر آزمایشی براساس بند ٦-١٤ انجام شود. کارفرما مسؤول تمام هزینه‌های مربوطه، شامل حمل و نقل، آماده‌سازی سطح، انجام آزمایش غیرمخرب و تعمیر عدم پیوستگی‌ها به جز آنچه که در بند ٦-٩ آمده است به صورت توافقی بین کارفرما و پیمانکار می‌باشد. گرچه اگر نتایج چنین آزمایش‌هایی نشان دهد که موارد عدم تطابق زیادی نسبت به الزامات آیین‌نامه وجود دارد، در اینصورت هزینه‌های تعمیر کار به عهده پیمانکار است.

بخش پ- حد قبولی

٦-٧- حدود کاربرد

حد قبولی بازرسی چشمی و آزمایش‌های غیرمخرب در اتصالات اعضای قوطی شکل و اتصالات اعضای غیرقوطی شکل در بخش پ بیان شده‌است. گستره آزمایش‌ها و حد قبولی باید در مدارک قرارداد ذکر شده باشد.

٦-٨- تأیید مهندس طراح برای حد قبولی دیگر

موارد مذکور در آیین‌نامه برای شرایط عمومی است و در موارد خاصی ممکن است حد قبولی تولیدات جوشی با آنچه که در این آیین‌نامه مشخص شده، متفاوت باشد. به‌شرط آنکه به طور مطلوب مستند شده و به تأیید مهندس طراح برسد. این حدود قبولی دیگر می‌تواند براساس ارزیابی تجربیات گذشته و یا براساس تحلیل و برآوردهای مهندسی از نوع مواد، بارهای سرویس و عوامل محیطی باشد.

٦-٩- بازرسی چشمی

تمام جوش‌ها باید بازرسی شده و در صورتی که در حد قبولی جدول ٦-١ باشد، قابل قبول است.

٦-١٠- آزمایش مایعات نافذ و ذرات مغناطیسی

جوش‌هایی که علاوه بر بازرسی چشمی، تحت آزمایش‌های مایعات نافذ و ذرات مغناطیسی

قرار می‌گیرد، باید براساس الزامات بازرسی چشمی ارزیابی شود. آزمایش‌ها باید براساس بند ٦-١٤-٦ یا بند ٦-١٤-٧ هرکدام که کاربرد دارند، انجام شود.

٦-١١- آزمایش‌های غیرمخرب

به جز موارد بند ٦-١٨، تمام روش‌های آزمایش‌های غیرمخرب شامل شرایط دستگاه‌ها و تعیین صلاحیت افراد و روش‌های انجام آزمایش باید براساس فصل ٦، بازرسی باشد. حدود قبولی براساس آنچه که در این بخش مشخص شده‌است، می‌باشد. جوش‌هایی که تحت آزمایش‌های غیرمخرب قرار می‌گیرند، باید قبلا تحت بازرسی چشمی براساس بند ٦-٩ مورد قبول باشند.
برای جوش‌هایی که تحت آزمایش‌های غیرمخرب براساس بندهای ٦-١٠، ٦-١١، ٦-١٢-٣ و ٦-١٣-٣ قرار می‌گیرند، آزمایش می‌تواند بلافاصله پس از تکمیل جوشکاری و سرد شدن قطعه تا دمای محیط انجام شود. حدود قبولی برای فولادهای A517 و ASTM A514 باید براساس انجام آزمایش بعد از ٤٨ ساعت از تکمیل جوشکاری باشد.

٦-١١-١- **الزامات اتصالات اعضای قوطی شکل.** در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب که فقط از یک‌طرف بدون ورق پشت‌بند جوشکاری می‌شوند، تمام طول جوش باید با آزمایش‌های پرتونگاری یا ماوراء صوت بررسی شود. حد قبولی براساس بندهای ٦-١٢-٣ یا ٦-١٣-٣ هر کدام که کاربرد دارند، می‌باشد.

٦-١٢- آزمایش پرتونگاری

جوش‌هایی که تحت آزمایش پرتونگاری مطابق الزامات بخش پ و یا حدود قبولی دیگر بند ٦-٨ نمی‌باشند، باید مطابق بند ٥-٢٦ تعمیر شوند. عدم پیوستگی‌های به غیر از ترک باید از نظر لوبیایی و یا گرد بودن ارزیابی شوند. صرف‌نظر از نوع عدم پیوستگی، یک عدم پیوستگی لوبیایی دارای طولی بیشتر از سه برابر عرض است و یک عدم پیوستگی گرد دارای طول سه برابر عرض و یا کمتر بوده که ممکن است دارای شکل گرد و یا نامنظم باشد.

٦-١٢-١- **حد قبولی برای اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی**

٦-١٢-١-١- **عدم پیوستگی‌ها.** جوش‌هایی که علاوه بر بازرسی چشمی تحت آزمایش

پرتونگاری قرار می‌گیرند، باید عاری از ترک بوده و اگر هر عدم پیوستگی بیشتر از حدود زیر را نشان دهد، غیرقابل قبول می‌باشد. (E = اندازه جوش)

۱- عدم پیوستگی‌های لوبیایی بزرگتر از حداکثر اندازه در شکل ٦-۱.

۲- عدم پیوستگی‌های نزدیک به هم در فاصله‌ای کمتر از مقدار حداقل مجاز در شکل ٦-۱.

۳- عدم پیوستگی‌های گرد، بزرگتر از E/3 و حداکثر ۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر). گرچه وقتی که ضخامت بزرگتر از ۲ اینچ (۵۰ میلیمتر) است، حداکثر اندازه عدم پیوستگی گرد می‌تواند ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) باشد. حداقل فاصله این نوع عدم پیوستگی با اندازه بزرگتر یا مساوی ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) تا عدم پیوستگی گرد یا لوبیایی قابل قبول دیگر، یا تا لبه‌ها یا انتهای جوش متقاطع باید سه‌برابر اندازه بزرگترین عدم پیوستگی‌های منظور شده باشد.

٤- عدم پیوستگی‌های مجزا مانند تجمع عدم پیوستگی‌های گرد، به‌طوریکه مجموع بزرگترین اندازه عدم پیوستگی‌ها از مقدار مجاز در شکل ٦-۱ برای عدم پیوستگی تنها تجاوز کند. حداقل فاصله تا عدم پیوستگی تجمعی یا گرد یا لوبیایی دیگر یا تا لبه یا انتهای جوش متقاطع باید سه برابر اندازه بزرگترین عدم پیوستگی‌های منظور شده باشد.

۵- مجموع عدم پیوستگی‌های مجزا که دارای اندازه کوچکتر از ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) باشند، نباید از ۲E/۳ یا ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) هر کدام کوچکترند، در هر اینچ (۲۵ میلی‌متر) خطی جوش تجاوز کند. این الزام مستقل از الزامات ۱، ۲ و ۳ بالا می‌باشد.

٦- عدم پیوستگی‌های خطی که مجموع بزرگترین اندازه‌ها از E در هر ٦E از طول تجاوز کند. وقتی که طول جوش تحت آزمایش از ٦E کوچکتر است، مجموع بزرگترین اندازه‌های مجاز باید به همان نسبت کوچکتر شود.

جدول ٦-١- حد قبولی بازرسی چشمی (بند ٦-٩)

طبقه‌بندی عدم پیوستگی و حدود بازرسی	اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی	اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی	اتصالات اعضای قوطی شکل (تحت هر نوع بارگذاری)
۱- ممنوعیت وجود ترک جوش باید عاری از ترک باشد.	X	X	X
۲- ذوب جوش در فلز پایه بین لایه‌های مختلف جوش و نیز بین فلز جوش و فلز پایه باید امتزاج کامل وجود داشته باشد.	X	X	X
۳- چاله‌های جوش تمام چاله‌های جوش بایستی تا مقطع جوش کامل پرشده به‌جز در جوش‌های گوشه منقطع در خارج از طول مؤثر.	X	X	X
٤- نیمرخ جوش نیمرخ جوش باید مطابق بند ٥-٢٤ باشد.	X	X	X
٥- زمان بازرسی بازرسی چشمی جوش‌ها در هر نوع فولاد می‌تواند بلافاصله پس از تکمیل جوشکاری و سرد شدن قطعه تا دمای محیط انجام شود. حدود قبولی برای فولادهای ASTM A514,A517 براساس بازرسی چشمی انجام شده بعد از ٤٨ ساعت از تکمیل جوشکاری می‌باشد.	X	X	X
٦- کمبود اندازه جوش جوش گوشه در حالت جوش تک ممتد از اندازه اسمی تعیین شده می‌تواند تا ١/١٦ اینچ (٢ میلیمتر) بدون نیاز به اصلاح کمتر باشد، به‌شرط آنکه ناحیه جوش کم از ١٠٪ طول جوش تجاوز نکند. در اتصال بال به جان در شاهتیرها در انتهای جوش در طولی به اندازه دو برابر عرض بال، کمبود اندازه جوش مجاز نمی‌باشد.	X	X	X
۷- بریدگی کنار جوش الف) برای مواد با ضخامت کمتر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر)، حداکثر بریدگی ١/٣٢ اینچ (١ میلیمتر) است، گرچه حداکثر بریدگی ١/١٦ اینچ (٢ میلی‌متر) برای مجموع ٢ اینچ (٥٠ میلی‌متر) در هر ١٢ اینچ (٣٠٥ میلی‌متر) مجاز است. برای قطعات با ضخامت ١ اینچ یا بیشتر بریدگی نباید از ١/١٦ اینچ برای هر طولی از جوش بیشتر باشد.	X		

ادامهٔ جدول ٦-١- حد قبولی بازرسی چشمی (بند ٦-٩)

طبقه‌بندی عدم پیوستگی و حدود بازرسی	اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی	اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی	اتصالات اعضای قوطی شکل (تحت هر نوع بارگذاری)
ب) در اعضای فرعی، بریدگی نباید از ۰/۰۱ اینچ (۰/۲۵ میلی‌متر) بیشتر باشد وقتی که جوش در جهت عمود بر تنش‌های کششی می‌باشد، برای سایر موارد نباید از ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) بیشتر باشد.		X	X
۸- تخلخل الف) در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب عمود بر جهت تنش‌های کششی نباید هیچ تخلخل لوله‌ای قابل مشاهده وجود داشته باشد. برای سایر جوش‌های شیاری و جوش‌های گوشه، حداکثر مجموع تخلخل لوله‌ای قابل مشاهده با قطر ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) یا بیشتر نباید از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) در هر اینچ طول جوش و یا از ۳/٤ اینچ (۲۰ میلی‌متر) در هر ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر) طول جوش بیشتر باشد.	X		
ب) پراکندگی تخلخل لوله‌ای در جوش‌های گوشه نبایستی از یکی در ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) طول جوش تجاوز نموده و حداکثر قطر نباید بیشتر از ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) باشد. استثناء: در جوش‌های گوشه که سخت‌کننده‌ها را به جان متصل می‌کنند، مجموع قطر تخلخل‌های لوله‌ای نبایستی از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلی‌متر) در هر اینچ خطی جوش تجاوز نموده و همچنین نبایستی از ۳/٤ اینچ (۲۰ میلی‌متر) در هر ۱۲ اینچ (۳۰۵ میلی‌متر) طول جوش بیشتر باشد.		X	X
ج) در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب‌به‌لب عمود بر جهت تنش‌های کششی نباید هیچ تخلخل لوله‌ای وجود داشته باشد. برای سایر جوش‌های شیاری، پراکندگی تخلخل لوله‌ای نباید از یکی در هر ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) طول جوش تجاوز نموده به‌طوری که حداکثر قطر عدم پیوستگی نیز از ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) بیشتر نباشد.		X	X

۶-۱۲-۱-۲- **نمایش الزامات.** اشکال ۶-۲ و ۶-۳ الزامات بیان شده در بند ۶-۱۲-۱-۱ را نمایش می‌دهد.

۶-۱۲-۲- **حد قبولی برای اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی.** جوش‌هایی که علاوه بر بازرسی چشمی تحت آزمایش پرتونگاری قرار می‌گیرند، باید عاری از ترک بوده و اگر هر یک از عدم پیوستگی‌های بندهای ۶-۱۲-۲-۱، ۶-۱۲-۲-۲، ۶-۱۲-۲-۳ یا ۶-۱۲-۲-۴ را نمایش دهد غیرقابل قبول می‌باشد.

۶-۱۲-۲-۱- **جوش‌های تحت تنش کششی.** در جوش‌هایی که در هر وضعیت بارگذاری، تحت تنش کششی قرار می‌گیرند، حداکثر اندازه هر تخلخل یا عدم ذوب بزرگتر یا مساوی ۱۶/۱ اینچ (۲ میلی‌متر) نباید از حداکثر B که در شکل ۶-۴ براساس اندازه جوش مشخص شده بیشتر باشد.

فاصله بین عدم پیوستگی نوع بالا تا عدم پیوستگی مشابه بعدی یا تا لبه‌ها یا تا پنجه و یا ریشه جوش بال به جان نباید کمتر از مقدار مجاز حداقل C که در شکل ۶-۴ براساس اندازه عدم پیوستگی مورد بررسی نمایش داده شده، کمتر باشد.

۶-۱۲-۲-۲- **جوش‌های تحت تنش فشاری.** برای جوش‌هایی که تحت تنش فشاری می‌باشند و مشخصا در نقشه‌ها قید شده‌است، حداکثر اندازه تخلخل یا عدم نفوذ بزرگتر یا مساوی ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) نباید از اندازه B بزرگتر باشد، همچنین فاصله بین عدم پیوستگی‌ها نباید از مقدار حداقل مجاز C که در شکل ۶-۵ براساس اندازه عدم پیوستگی تحت آزمایش نمایش داده شده، کمتر باشد.

۶-۱۲-۲-۳- **عدم پیوستگی‌های کوچکتر از ۱/۱۶ اینچ.** مستقل از الزامات بندهای ۶-۱۲-۲-۱ و ۶-۱۲-۲-۲، عدم پیوستگی‌هایی که دارای اندازه کوچکتر از ۱/۱۶ اینچ (۲ میلی‌متر) هستند، اگر مجموع بزرگترین اندازه‌هایشان از ۳/۸ اینچ (۱۰ میلیمتر) در هر اینچ جوش تجاوز کند، غیرقابل قبول هستند.

۶-۱۲-۲-۴- **محدودیت‌ها.** محدودیت‌هایی که در اشکال ۶-۴ و ۶-۵ برای اندازه جوش $1\frac{1}{2}$ اینچ (۳۸ میلی‌متر) بیان شده برای تمام اندازه‌های جوش بزرگتر از $1\frac{1}{2}$ اینچ نیز کاربرد

دارد.

۶-۱۲-۲-۵- شکل ضمیمه ه. شکل ضمیمه ه الزامات بند ۶-۱۲-۲-۱ را نمایش می‌دهد.

۶-۱۲-۳- حد قبولی برای اتصالات اعضای قوطی شکل

۶-۱۲-۳-۱- عدم پیوستگی‌ها. جوش‌هایی که علاوه بر بازرسی چشمی تحت آزمایش پرتونگاری قرار می‌گیرند، باید عاری از ترک بوده و اگر هر عدم پیوستگی بزرگتر از محدودیت‌های زیر نمایان شود غیرقابل قبول است. (E = اندازه جوش)

۱- عدم پیوستگی‌های لوبیایی بزرگتر از حداکثر اندازه مطابق شکل ۶-۶.

۲- عدم پیوستگی‌های نزدیک به هم در فاصله‌ای کمتر از مقدار حداقل مجاز در شکل ۶-۶.

۳- در محل تقاطع یک جوش با جوش دیگر یا یک لبه آزاد عدم پیوستگی‌های قابل قبول باید:

الف- برای هر جوش مستقل مطابق محدودیت‌های شکل ۶-۶ باشد.

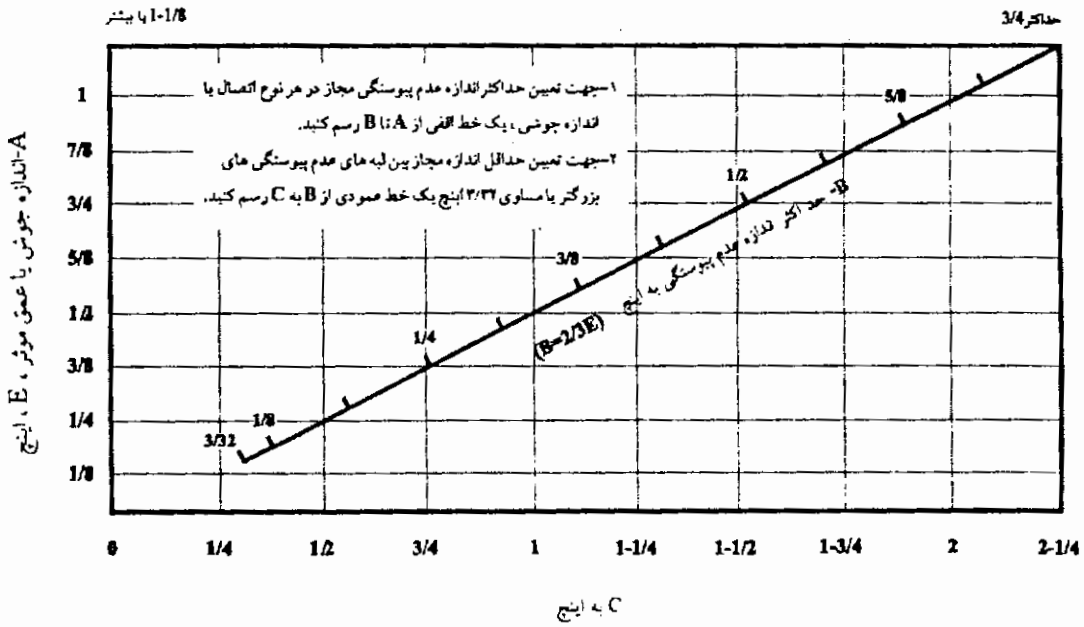
ب- برای جوش متقاطع مطابق محدودیت‌های شکل ۶-۶ حالت I یا II، هر کدام که کاربرد دارند باشد.

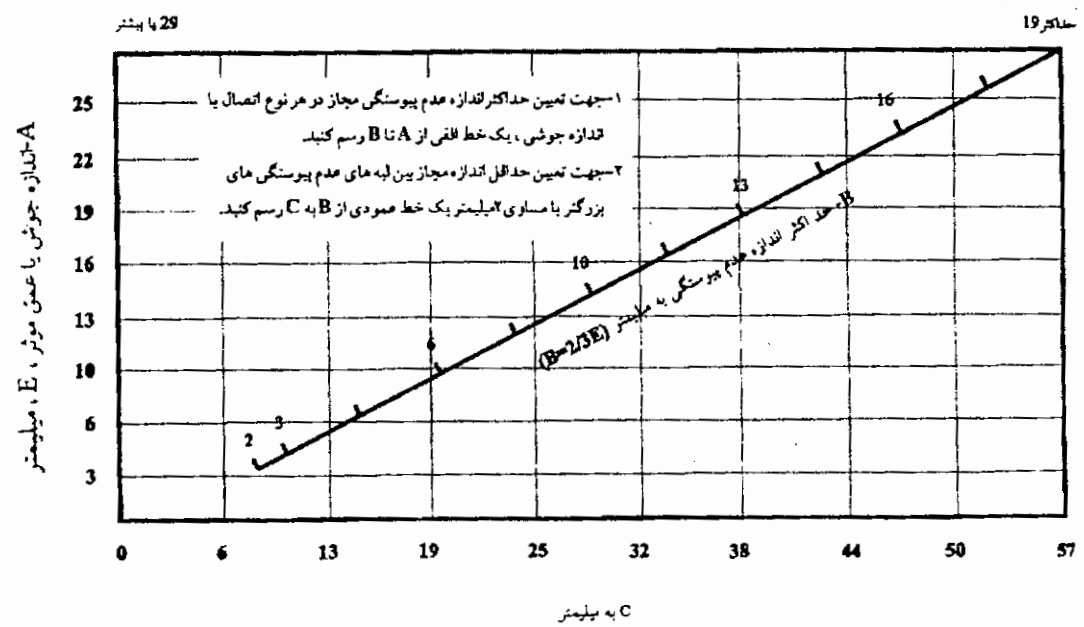
۴- عدم پیوستگی‌های مجزا مانند تجمع عدم پیوستگی‌های گرد، به‌طوریکه مجموع بزرگترین اندازه عدم پیوستگی‌ها از مقدار مجاز در شکل ۶-۶ برای عدم پیوستگی تنها تجاوز کند. حداقل فاصله تا عدم پیوستگی تجمعی یا گرد یا لوبیایی دیگر یا تا لبه یا انتهای جوش متقاطع باید سه برابر اندازه بزرگترین عدم پیوستگی‌های منظور شده باشد.

۵- مجموع عدم پیوستگی‌های مجزا که دارای اندازه کوچکتر از ۳/۳۲ اینچ (۲ میلیمتر) باشد، نباید از ۳ / 2E یا ۳/۸ اینچ (۱۰ میلیمتر) هر کدام کوچکترند، در هر اینچ (۲۵ میلیمتر) خطی جوش تجاوز کند. این الزام مستقل از الزامات ۱ و ۲ و ۳ بالا می‌باشد.

۶- عدم پیوستگی‌های خطی، که مجموع بزرگترین اندازه‌ها از E در هر 6E از طول تجاوز کند. وقتی که طول جوش تحت آزمایش از 6E کوچکتر است، مجموع بزرگترین اندازه‌های مجاز باید به همان نسبت کوچکتر شود.

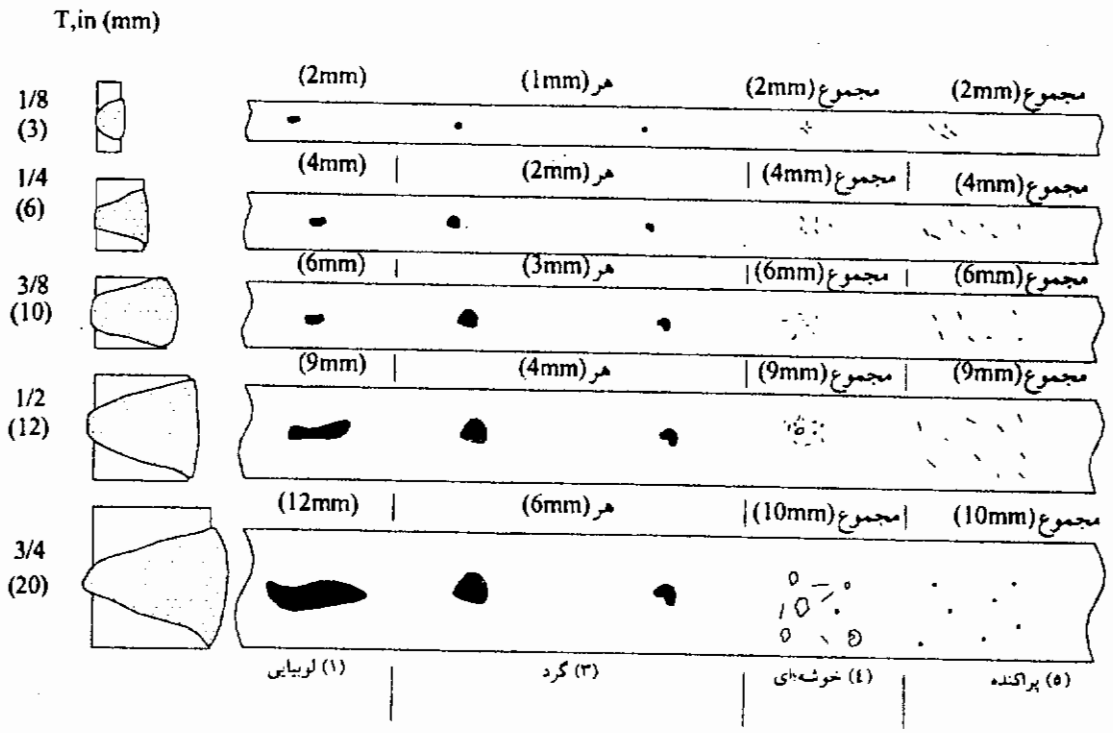
۶-۱۲-۳-۲- نمایش. اشکال ۶-۲ و ۶-۳ کاربرد الزامات ارایه شده در بند ۶-۱۲-۳-۱ را نمایش می‌دهد.





C- حداقل فاصله اندازه‌گیری شده در امتداد محور طولی جوش بین لبه‌های تخلخل یا عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم ذوب کافی، تا یک لبه یا تا انتهای تداخل یک جوش دیگر.

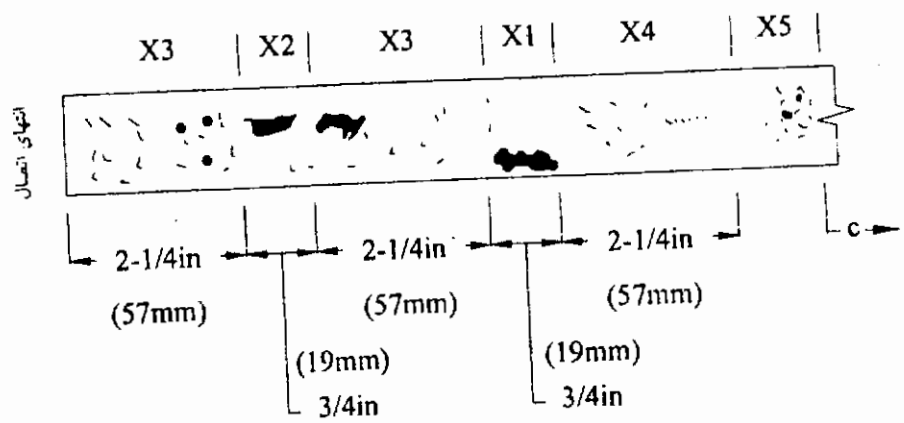
شکل ٦-١- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی که با پرتونگاری در سازه‌های غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی تعیین می‌شوند. (بند ٦-١٢-١-١)



مقطع عرضی جوش

- *(٥) مستقل از (۱) و (۳) می‌باشد.*
- *(٥) می‌تواند در ترکیب با (۱) یا (۳) باشد گرچه نشان داده نشده است.*

شکل ٦-۲- حداکثر اندازه عدم پیوستگی قابل قبول در تصاویر پرتونگاری مطابق بند ٦-۱۲-۳-۱ (بندهای ٦-۱۲-۱-۲ و ٦-۱۲-۳-۲)



تذکرات:

۱ – C– حداقل فاصله مجاز بین لبه‌های عدم پیوستگی ۳/۳۲ اینچ (۲ میلی‌متر) یا بیشتر (مطابق شکل ٦-٦).

۲ – X1– بزرگترین عدم پیوستگی لوبیایی مجاز برای ضخامت اتصال ۱/۸–۱ اینچ (۲۹ میلی‌متر) (به شکل ٦-٦ مراجعه شود).

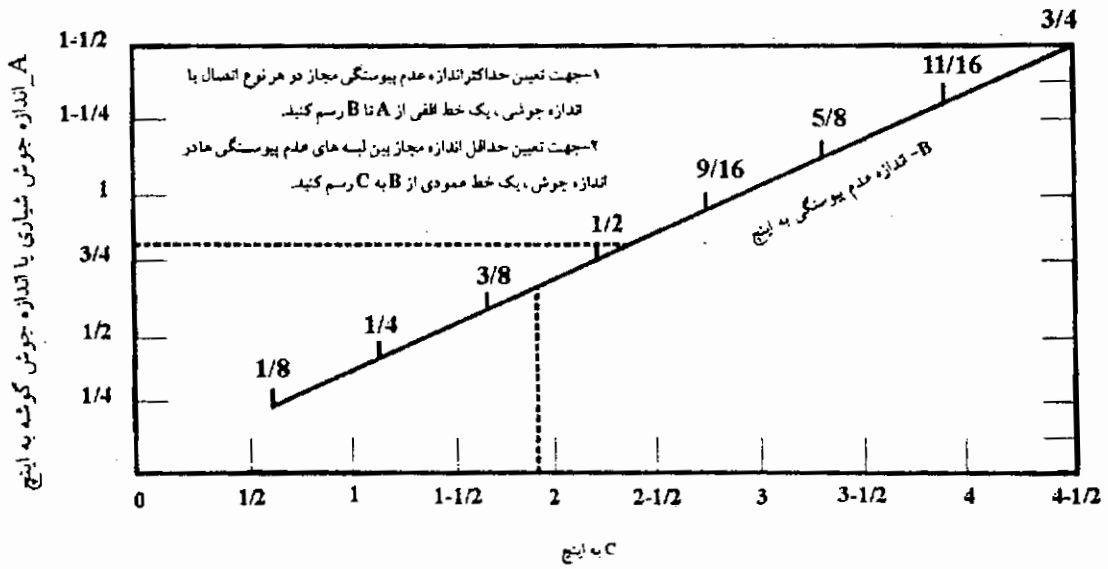
۳ – X2– عدم پیوستگی‌های چندتایی با طول مجاز در شکل ٦-٦ می‌تواند به عنوان یک عدم پیوستگی تنها در نظر گرفته شود.

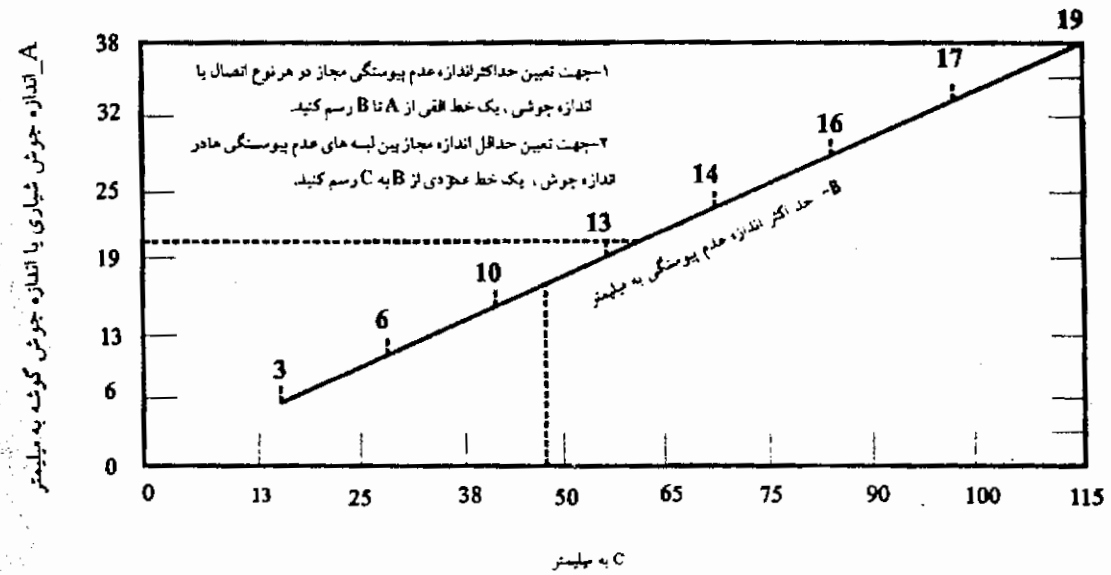
٤ – X3-X4– عدم پیوستگی‌های گرد کوچکتر از ۳/۳۲ (۲ میلی‌متر).

٥ – X5– عدم پیوستگی‌های گرد در یک خوشه، در چنین خوشه‌ای اگر مجموع عدم پیوستگی‌ها حداکثر ۳/٤ اینچ (۱۹ میلی‌متر) باشد، از نظر فاصله مجاز بایستی مشابه یک عدم پیوستگی لوبیایی ۳/٤ اینچی در نظر گرفته شود.

٦–تفسیر: عدم پیوستگی‌های گرد و لوبیایی مطابق آنچه نشان داده شده‌است قابل قبولند، که همگی تحت محدودیت‌های حداقل فاصله مجاز بین عدم پیوستگی‌ها و انتهای جوش قرار می‌گیرد.

شکل ٦-۳- پرتونگاری اتصالات قوطی شکل با ضخامت $1\frac{1}{8}$ اینچ (۲۹ میلی‌متر) و بیشتر، انواع عدم پیوستگی‌های تصادفی قابل قبول (بندهای ٦-۱۲-۱-۲ و ٦-۱۲-۳-۲)

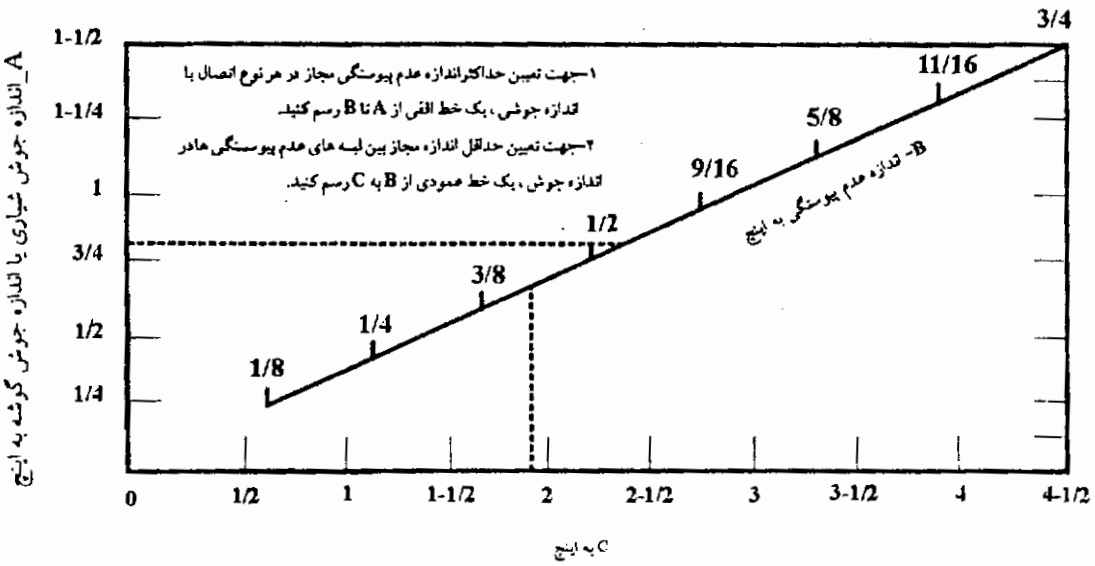


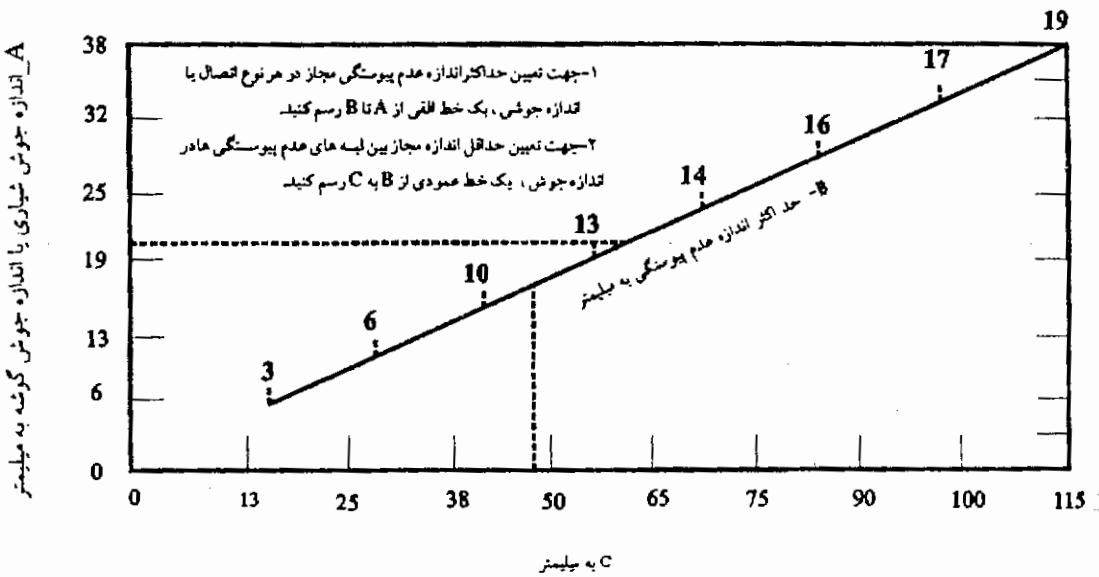


C- حداقل فاصله اندازه‌گیری شده در امتداد محور طولی جوش بین لبه‌های تخلخل یا عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم ذوب کافی تا لبه‌ها

تذکر: عدم پیوستگی‌های کنار هم که در فاصله کمتر از حداقل مجاز شکل ٦-٤ قرار دارند را بایستی یک عدم پیوستگی لوبیایی با اندازه مجموع عدم پیوستگی‌ها به علاوه فاصله بین آن‌ها در نظر گرفته و به عنوان یک عدم پیوستگی مورد ارزیابی قرار گیرد.

شکل ٦-٤- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های موجود در جوش‌های کششی اعضای غیرقوطی شکل(محدودیت‌های تخلخل یا عدم پیوستگی‌های ذوب ناقص) (بند ٦-١٢-٢-١)





C- حداقل فاصله اندازه‌گیری شده در امتداد محور طولی جوش بین لبه‌های تخلخل یا عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم ذوب کافی تا لبه‌ها

شکل ٦-٥- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های موجود در جوش‌های فشاری اعضای غیرقوطی شکل (محدودیت‌های تخلخل یا عدم پیوستگی‌های ذوب ناقص) (بند ٦-١٢-٢-٢)

٦-۱۳- آزمایش ماوراء صوت

٦-۱۳-۱- حد قبولی برای اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی.

جوش‌هایی که علاوه بر بازرسی چشمی تحت آزمایش ماوراءصوت قرار می‌گیرند، اگر الزامات جدول ٦-۲ را برآورده نمایند، مورد قبولند. برای جوش‌های بال به جان با نفوذ کامل، قبولی عدم پیوستگی‌هایی که با روشی به غیر از مسیر بررسی "E" (مراجعه به بند ٦-۳۲-۲-۲) تعیین می‌شوند، می‌تواند براساس ضخامت جوش معادل ضخامت جان عملی به‌علاوه یک اینچ (۲۵ میلیمتر) باشد. برای قبولی عدم پیوستگی‌هایی که تحت مسیر بررسی "E" تعیین می‌شوند، باید مطابق الزامات جدول ٦-۲ برای ضخامت جان عملی باشد. اگر جوش‌های با نفوذ کامل بال به جان برای تحمل تنش‌های کششی عمود بر محور جوش محاسبه شوند، بایستی در نقشه‌ها به روشنی مشخص شده و مطابق با الزامات جدول ٦-۲ باشند. جوش‌هایی که به روش آزمایش ماوراءصوت بررسی می‌شوند، براساس بازتاب موج ماوراءصوت از سطح عدم پیوستگی به تناسب تأثیر آن در سلامت جوش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. علامت‌های عدم پیوستگی‌هایی که با دور و نزدیک کردن جستجوگر به عدم پیوستگی (مسیر بررسی "b") بر صفحه نمایش باقی می‌ماند می‌تواند نشان‌دهندهٔ یک عدم پیوستگی صفحه‌ای با ابعاد قابل توجه باشد.

از آنجایی که سطح اصلی بازتاب اکثر عدم پیوستگی‌های بحرانی به اندازه حداقل ۲۰ درجه (برای جستجوگر با زاویه ۷۰ درجه) تا ٤۵ درجه (برای جستجوگر با زاویه ٤۵ درجه) نسبت به عمود بر شعاع موج، چرخش دارد، لذا ارزیابی بزرگی (میزان دسی‌بل) اجازه تفسیر واقعی را نمی‌دهد. وقتی علامت‌هایی که نشان‌دهنده عدم پیوستگی صفحه‌ای می‌باشند وجود داشته باشد، نیاز به بررسی جزییات عدم پیوستگی با سایر روش‌ها می‌باشد. (به‌عنوان مثال، فناوری دیگر ماوراصوت، پرتونگاری، سنگ‌زنی وبرداشتن به منظور بازرسی چشمی و غیره).

٦-۱۳-۲- حد قبولی برای اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی.

جوش‌هایی که علاوه بر بازرسی چشمی با آزمایش ماوراءصوت بررسی می‌شوند در صورت برآورده نمودن الزامات زیر قابل قبولند:

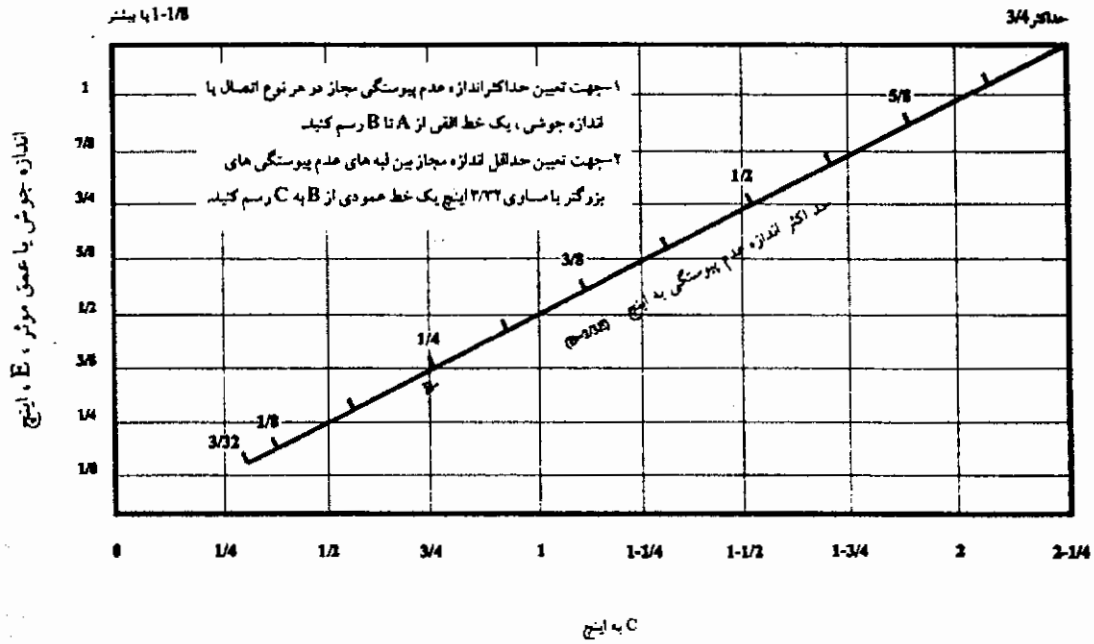
۱- جوش‌هایی که در هر وضعیت بارگذاری تحت تنش کششی قرار می‌گیرند بایستی مطابق با

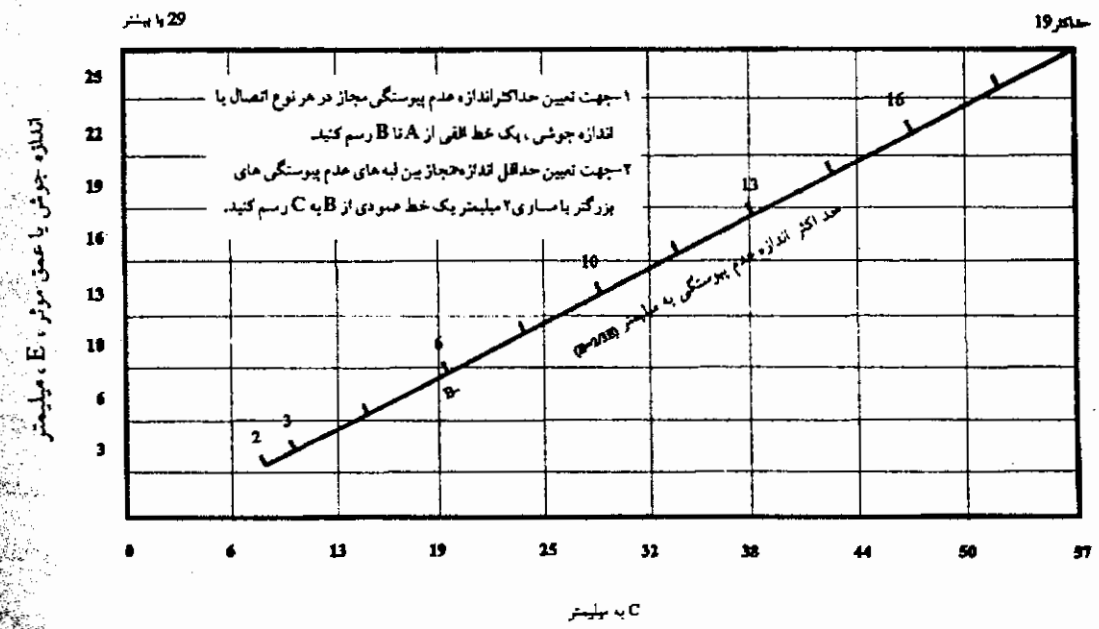
الزامات جدول ٦-۳ باشند.

۲- جوش‌هایی که تحت تنش فشاری قرار می‌گیرند بایستی مطابق با الزامات جدول ٦-۲ باشند.

٦-۱۳-۲-۱- علامات. جوش‌هایی که به روش آزمایش ماوراءصوت بررسی می‌شوند، براساس بازتاب موج ماوراصوت از سطح عدم پیوستگی به تناسب تأثیر آن در سلامت جوش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. علایم عدم پیوستگی‌هایی که با دور و نزدیک کردن جستجوگر به عدم پیوستگی (مسیر بررسی "b") بر صفحه نمایش باقی می‌ماند، می‌تواند نشان‌دهندهٔ یک عدم پیوستگی صفحه‌ای با ابعاد قابل توجه باشد. به دلیل چرخش این عدم پیوستگی‌ها، بسته به شعاع صوت، تغییرات نسبت به عمود، ارزیابی دسی‌بل اجازه تفسیر واقعی را نمی‌دهد. وقتی علامت‌هایی که نشان‌دهنده عدم پیوستگی صفحه‌ای می‌باشند، وجود داشته باشد، نیاز به بررسی جزییات عدم پیوستگی با سایر روش‌ها می‌باشد. (به‌عنوان مثال، فناوری دیگر ماوراصوت، پرتونگاری، سنگ‌زنی و برداشتن به منظور بازرسی چشمی و غیره).

٦-۱۳-۲-۲- بررسی. جوش‌های با نفوذ کامل اتصال بال به جان بایستی مطابق الزامات جدول ٦-۲ بوده و برای قبولی عدم پیوستگی‌هایی که با روشی به غیر از مسیر بررسی "E" (مراجعه به بند ٦-۳۲-۲-۲) تعیین می‌شوند، می‌تواند براساس ضخامت معادل ضخامت جان عملی به علاوه یک اینچ (۲۵ میلیمتر) باشد. عدم پیوستگی‌هایی که تحت مسیر بررسی "E" تعیین می‌شوند، باید مطابق محدوده ارایه شده در بند ٦-۱۳-۲ برای ضخامت جان عملی، ارزیابی شوند. اگر جوش‌های با نفوذ کامل بال به جان برای تحمل تنش‌های کششی عمود بر محور جوش محاسبه شوند، بایستی در نقشه‌ها به روشنی مشخص شده و مطابق با الزامات جدول ٦-۳ باشند.

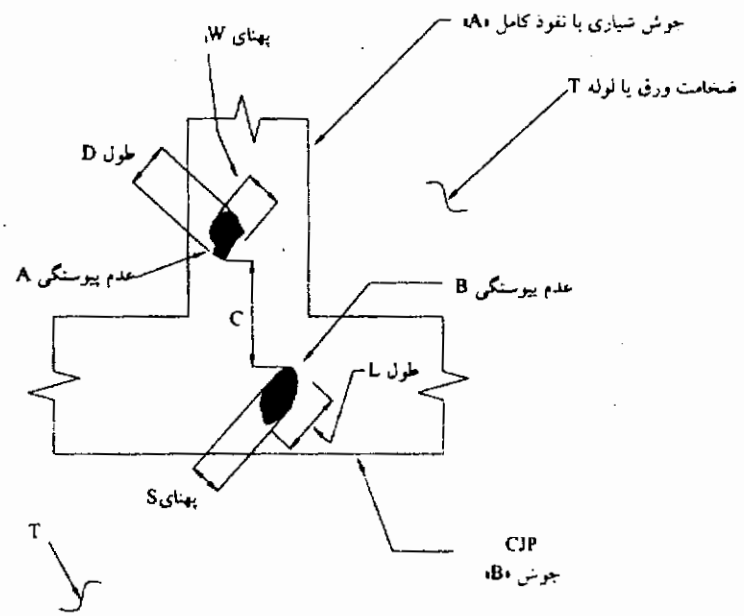




C- حداقل فاصله اندازه‌گیری شده در امتداد محور طولی جوش بین لبه‌های تخلخل یا عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم ذوب کافی، یا تا یک لبه یا تا انتهای تداخل یک جوش دیگر.

$$(C = 2B = 2E)$$

شکل ٦-٦- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی که با پرتونگاری در سازه‌های اعضای قوطی شکل تعیین می‌شود (بند ٦-١٢-٣-١)



کلید واژه‌ها:

جوش A = جوش شیاری با نفوذ کامل طولی اعضای قوطی شکل

جوش B = جوش شیاری با نفوذ کامل محیطی اعضای قوطی شکل

عدم پیوستگی A = عدم پیوستگی گرد موجود در جوش A

عدم پیوستگی B = عدم پیوستگی گرد یا لوبیایی قرار گرفته در جوش B

W و D = به ترتیب بزرگترین و کوچکترین ابعاد عدم پیوستگی A

L و S = به ترتیب بزرگترین و کوچکترین ابعاد عدم پیوستگی B

T = ضخامت عضو قوطی شکل

C = کوچکترین فاصله به موازات محور جوش A بین نزدیک‌ترین عدم پیوستگی‌های لبه‌ها

محدودیت‌های عدم پیوستگی نوع I

وضعیت	محدودیت‌ها	ابعاد عدم پیوستگی
عدم پیوستگی گرد	≤ ۳W	D
	≤ ۳S	L
اینچ ۲ ≤ T	اینچ ۱/٤ ≤ T/۳ <	L یا D
اینچ ۲ < T	اینچ ۳/۸ ≤	
(الف) یک عدم پیوستگی گرد، دیگری گرد یا لوبیایی D (تذکر ۲) (ب) D یا ۳/۳۲ ≤ L	۳L یا ۳D ≤ هر کدام بزرگترند	C

ادامه شکل ٦-٦- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی که با پرتونگاری اتصالات اعضای قوطی شکل تعیین می‌شود. (بند ٦-۱۲-۳-۱)

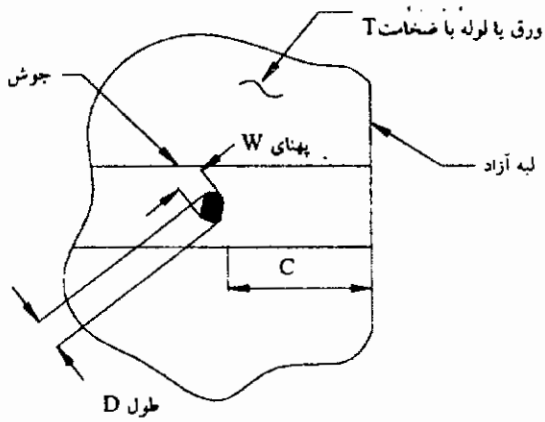
تذکرات:

۱- برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی (طول بزرگتر از سه برابر عرض)، به شکل ٦-٦ برای ابعاد حداکثر مراجعه شود.

۲- عدم پیوستگی لوبیایی می‌تواند در هر دو جوش طولی و یا محیطی وجود داشته باشد. به منظور نمایش عدم پیوستگی B در جوش محیطی نشان داده شده‌است.

۳- به بند ٦-۱۲-۳-۱ مراجعه شود.

نوع I- عدم پیوستگی در تقاطع جوش



کلید واژه‌ها:

D و W = به ترتیب، طول و عرض جوش شیاری با نفوذ کامل

C = فاصله بین لبه آزاد تا نزدیکترین لبه عدم پیوستگی

محدودیت‌های عدم پیوستگی نوع II

وضعیت	محدودیت‌ها	ابعاد عدم پیوستگی
اینچ T ≤ ۲	اینچ < T/۳ ≤ ۱/٤	D
اینچ T > ۲	اینچ ≤ ۳/۸	
اینچ D ≥ ۳/۳۲	≥ ۳D	C

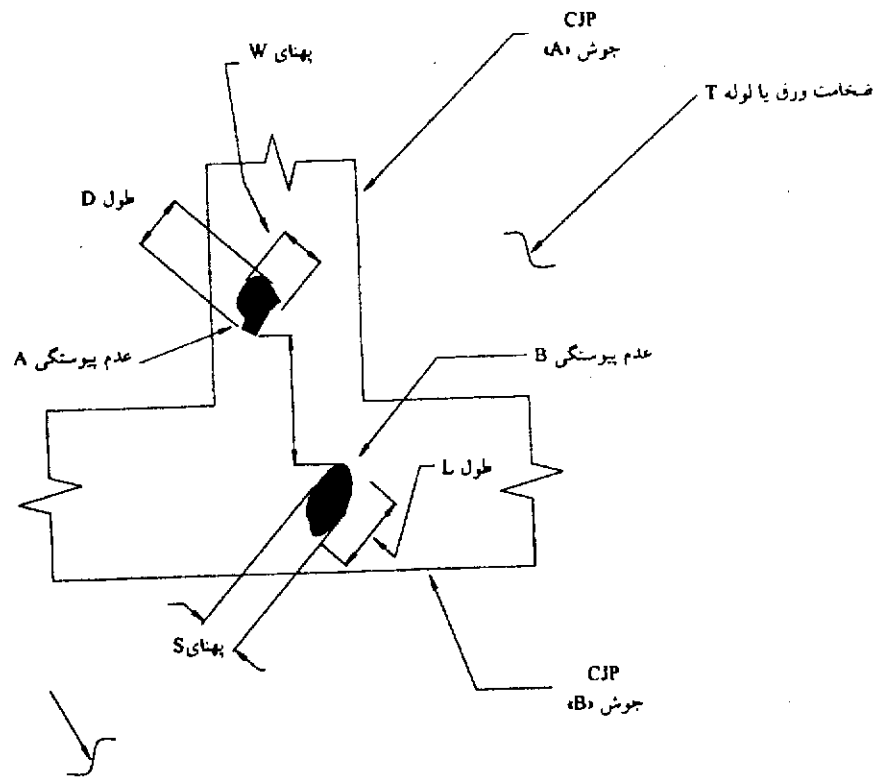
تذکرات:

۱- به بند ٦-۱۲-۳-۱ مراجعه شود.

۲- جهت حداکثر ابعاد عدم پیوستگی‌های لوبیایی (طول بزرگتر از سه برابر عرض)، به شکل ٦-٦ مراجعه شود.

نوع II- عدم پیوستگی‌ها در لبه آزاد

ادامهٔ شکل ٦-٦- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی که با پرتونگاری اتصالات اعضای قوطی شکل تعیین می‌شود. (بند ٦-۱۲-۳-۱)



کلید واژه‌ها:

برای تعاریف جوش‌های A، B، عدم پیوستگی B، ابعاد B، D، W، L، S، T و C به شکل نوع ۱ مراجعه شود.

عدم پیوستگی A = عدم پیوستگی گرد یا لوبیایی در جوش

محدودیت‌های عدم پیوستگی نوع III

وضعیت	محدودیت‌ها	ابعاد عدم پیوستگی
D > ۳W	≤ ۲ T/۳	D
اینچ ۳/۳۲ ≤ L یا D	۲T یا ۳L یا ۳D ≤ هر کدام بزرگترند	C

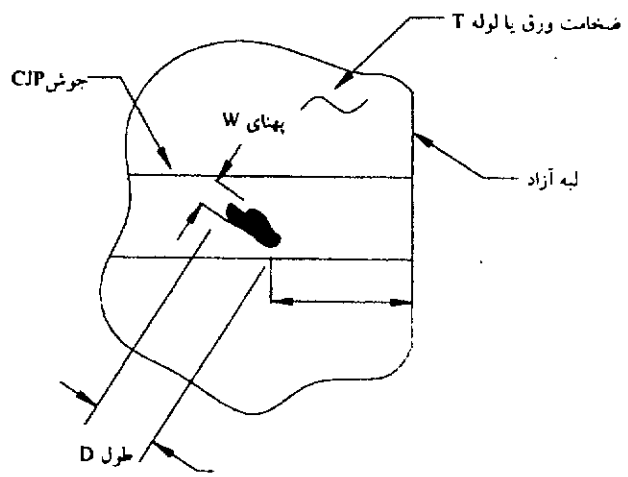
یادگرات:

۱- به بند ۶-۱۲-۳-۱ مراجعه شود.

۲- جهت حداکثر اندازه‌های عدم پیوستگی‌های لوبیایی به شکل ۶-۶ مراجعه شود.

نوع III- عدم پیوستگی در تقاطع جوش

ادامه شکل ۶-۶- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی که با پرتونگاری اتصالات اعضای قوطی شکل تعیین می‌شود (بند ۶-۱۲-۳-۱)



کلید واژه‌ها:

D و W و C مطابق تعاریف نوع II

محدودیت‌های عدم پیوستگی نوع IV

وضعیت	محدودیت‌ها	ابعاد عدم پیوستگی
D/W > ۳	≤ ۲T/۳	D
اینچ D ≥ ۳/۳۲	۲T یا ۳D ≥ یا هر کدام بزرگترند	C

تذکرات:

۱- به بند ۶-۱۲-۳-۱ مراجعه شود.

۲- جهت حداکثر اندازه‌های عدم پیوستگی‌های لوبیایی (طول بزرگتر از سه برابر عرض) به شکل ۶-۶ مراجعه شود.

نوع IV- عدم پیوستگی در لبه آزاد

ادامه شکل ۶-۶- الزامات کیفیتی جوش برای عدم پیوستگی‌های لوبیایی که با پرتونگاری اتصالات اعضای قوطی شکل تعیین می‌شود (بند ۶-۱۲-۳-۱)

جدول ٦-۲- محدوده قبولی- رد آزمایش ماوراءصوت
(اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری استاتیکی) (بند ٦-۱۳-۱)

ضخامت جوش* به اینچ (میلیمتر) و زاویه جستجوگر												رده عدم پیوستگی
بزرگتر از ٤ تا ۸ (۲۰۰)			بزرگتر از ۱/۲-۲ تا ٤ (۱۰۰)			بزرگتر از ۱/۲-۱ تا ۲-۱/۲ (٦٤)			بزرگتر از ۳/٤ تا ۱-۱/۲ (۳۸)		۵/۱٦ (۸) تا ۳/٤ (۱۹)	
٤۵	٦۰	۷۰	٤۵	٦۰	۷۰	٤۵	٦۰	۷۰	۷۰		۷۰	
۱- و کمتر	٤- و کمتر	۷- و کمتر	صفر و کمتر	۲- و کمتر	۵- و کمتر	۳+ و کمتر	۱+ و کمتر	۲- و کمتر	۲+ و کمتر		۵+ و کمتر	رده A
صفر ۱+	۳- ۲-	٦- ۵-	۱+ ۲+	۱- صفر	٤- ۳-	٤+ ۵+	۲+ ۳+	۱- صفر	۳+		٦+	رده B
۲+ ۳+	تا ۱- ۲+	تا ٤- ۲+	۳+ ٤+	۱+ ۲+	تا ۲- ۲+	٦+ ۷+	٤+ ۵+	۱+ ۲+	٤+		۷+	رده C
٤+ و بیشتر	۳+ و بیشتر	۳+ و بیشتر	۵+ و بیشتر	۳+ و بیشتر	۳+ و بیشتر	۸+ و بیشتر	٦+ و بیشتر	۳+ و بیشتر	۵+ و بیشتر		۸+ و بیشتر	رده D

نکات:

۱- عدم پیوستگی‌های رده B و رده C بایستی حداقل به اندازه 2L از یکدیگر فاصله داشته باشند، L طول عدم پیوستگی بلندتر می‌باشد، به جز آنکه اگر دو یا چند عدم پیوستگی از این نوع در فاصله کمتر از 2L قرار داشته و مجموع طول عدم پیوستگی‌ها و فواصل آن‌ها برابر یا کمتر از حداکثر طول مجاز مطابق رده B یا C باشد، عدم پیوستگی باید به عنوان یک عدم پیوستگی قابل قبول در نظر گرفته شود.

۲- شروع عدم پیوستگی‌های رده B و C نبایستی به اندازه کمتر از 2L از انتهای جوش‌هایی که تنش کششی اولیه را تحمل می‌کنند، فاصله داشته باشد، L طول عدم پیوستگی است.

۳- عدم پیوستگی‌هایی که در ناحیه ریشه جوش‌های شیاری با نفوذ کامل با پخ دوطرفه که به عنوان "جوش‌های کششی" در نقشه‌ها مشخص شده، در "سطح بررسی" آشکار می‌شود، بایستی با استفاده از افزایش حساسیت به اندازه ٤ دسی‌بل بیشتر از آنچه در بند ٦-۲٦-٦-۵ مشخص شده، مورد ارزیابی قرار گیرد.

٤- جوش‌های به روش جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی: عدم پیوستگی‌هایی که در "سطح بررسی" با طول ۲ اینچ (۵۱ میلیمتر) آشکار می‌شوند بایستی به عنوان تخلخل لوله‌ای شناخته شده و نیاز به بررسی بیشتر با آزمایش پرتونگاری دارند.

۵- برای علایمی که در صفحه نمایش حین حرکت دادن جستجوگر باقی می‌مانند بایستی مطابق بند ٦-۱۳-۱ عمل شود.

** ضخامت جوش بایستی به عنوان ضخامت قطعه نازکتر اتصال دو قطعه تعریف شود.*

سطوح بررسی	
مرجع بالای صفر dB	مسیر صوت** به اینچ (میلیمتر)
۱۴	تا (۶۴) تا ۲-۱/۲
۱۹	۲-۱/۲ تا ۵ (۱۲۷-۶۴)
۲۹	۵ تا ۱۰ (۲۵۴-۱۲۷)
۳۹	۱۰ تا ۱۵ (۳۸۱-۲۵۴)

** *این ستون طول مسیر صوت است نه ضخامت قطعه*

رده A (عدم پیوستگی‌های بزرگ)

هر نوع علامتی در این رده بایستی مردود شود (صرفنظر از طول)

رده B (عدم پیوستگی‌های متوسط)

هر نوع علامتی در این رده که دارای طول بزرگتر از ۳/۴ اینچ (۱۹ میلیمتر) باشد بایستی مردود گردد.

رده C (عدم پیوستگی‌های کوچک)

هر نوع علامتی در این رده که دارای طول بزرگتر از ۲ اینچ (۵۱ میلیمتر) باشد بایستی مردود گردد.

رده D (عدم پیوستگی‌های خیلی ریز)

هر نوع علامتی در این رده صرفنظر از طول و یا موقعیت قرارگیری در جوش قابل قبول است.

جدول ۶-۳- محدوده قبولی- رد آزمایش ماوراء صوت
(اتصالات اعضای غیرقوطی شکل تحت بارگذاری سیکلی) (بند ۶-۱۳-۲)

رده عدم پیوستگی	ضخامت جوش* به اینچ (میلیمتر) و زاویه جستجوگر											
	بزرگتر از ۵/۱۶ (۸) تا ۳/۴ (۱۹)		بزرگتر از ۳/۴ تا ۱-۱/۲ (۳۸)			بزرگتر از ۱-۱/۲ تا ۲-۱/۲ (۶۴)			بزرگتر از ۲-۱/۲ تا ۴ (۱۰۰)			بزرگتر از ۴ تا ۸ (۲۰۰)		
	۷۰		۷۰		۷۰	۶۰	۴۵	۷۰	۶۰	۴۵	۷۰	۶۰	۴۵
رده A	+۱۰ و کمتر		+۸ و کمتر		+۴ و کمتر	+۷ و کمتر	+۹ و کمتر	+۱ و کمتر	+۴ و کمتر	+۶ و کمتر	-۲ و کمتر	+۱ و کمتر	-۳ و کمتر
رده B	+۱۱		+۹		+۵ +۶	+۸ +۹	+۱۰ +۱۱	+۲ +۳	+۵ +۶	+۷ +۸	-۶ صفر	+۳ +۳	+۴ +۵
رده C	+۱۲		+۱۵		+۷ +۸	+۱۰ +۱۱	+۱۲ +۱۳	+۴ +۵	+۷ +۸	+۹ +۱۰	تا ۱+ +۲	+۴ +۵	+۶ +۷
رده 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

تذکرات:

۱- عدم پیوستگی‌های رده B و رده C بایستی حداقل به اندازه 2L از یکدیگر فاصله داشته باشند، L طول عدم پیوستگی بلندتر می‌باشد، به جز آنکه اگر دو یا چند عدم پیوستگی از این نوع در فاصله کمتر از 2L قرار داشته و مجموع طول عدم پیوستگی‌ها و فواصل آن‌ها برابر یا کمتر از حداکثر طول مجاز مطابق رده B یا C باشد، عدم پیوستگی باید به عنوان یک عدم پیوستگی قابل قبول در نظر گرفته شود.

۲- شروع عدم پیوستگی‌های رده B و C نبایستی به اندازه کمتر از 2L از انتهای جوش‌هایی که تنش کششی اولیه را تحمل می‌کنند، فاصله داشته باشد، L طول عدم پیوستگی است.

۳- عدم پیوستگی‌هایی که در ناحیه ریشه جوش‌های شیاری با نفوذ کامل با پخ دوطرفه که به عنوان "جوش‌های کششی" در نقشه‌ها مشخص شده، در "سطح بررسی" آشکار می‌شود، بایستی با استفاده از افزایش حساسیت به اندازه ٤ دسی‌بل بیشتر از آنچه در بند ٦-٢٦-٦-٥ مشخص شده، مورد ارزیابی قرار گیرد.

٤- جوش‌های به روش جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی: عدم پیوستگی‌هایی که در "سطح بررسی" با طول ۲ اینچ (۵۱ میلیمتر) آشکار می‌شوند بایستی به عنوان تخلخل لوله‌ای شناخته شده و نیاز به بررسی بیشتر با آزمایش پرتونگاری دارند.

۵- برای علایمی که در صفحه نمایش حین حرکت دادن جستجوگر باقی می‌مانند بایستی مطابق بند ٦-١٣-١ عمل شود.

• ضخامت جوش بایستی به عنوان ضخامت قطعه نازکتر اتصال دو قطعه تعریف شود.

سطوح بررسی

مرجع بالای صفر dB	مسیر صوت** به اینچ (میلیمتر)
۲۰	تا (٦٤) ۲-۱/۲
۲۵	۲-۱/۲ تا ۵ (۱۲۷-٦٤)
۳۵	۵ تا ۱۰ (۲۵٤-۱۲۷)
٤۵	۱۰ تا ۱۵ (۳۸۱-۲۵٤)

** این ستون طول مسیر صوت است نه ضخامت قطعه

رده A (عدم پیوستگی‌های بزرگ)

هر نوع علامتی در این رده بایستی مردود شود (صرفنظر از طول)

رده B (عدم پیوستگی‌های متوسط)

هر نوع علامتی در این رده که دارای طول بزرگتر از ۳/٤ اینچ (۱۹ میلیمتر) باشد بایستی مردود گردد.

رده C (عدم پیوستگی‌های کوچک)

هر نوع علامتی در این رده که دارای طول بزرگتر از ۲ اینچ (۵۱ میلیمتر) باشد بایستی مردود گردد.

رده D (عدم پیوستگی خیلی ریز)

هر نوع علامتی در این رده صرفنظر از طول و یا موقعیت قرارگیری در جوش قابل قبول است.

٦-۱۳-۳- حد قبولی برای اتصالات اعضای قوطی شکل. حد قبولی آزمایش ماوراءصوت بایستی مطابق با شرایط مشخص شده در قرارداد باشد، رده R یا رده X و یا هر دو می‌توانند به عنوان مرجع باشند. به شرط آنکه تمام الزامات فصل ٦ بخش ج برآورده شود، در اتصالات شیاری لب به لب اعضای قوطی شکل با قطر ٢٤ اینچ (٦١٠ میلیمتر) و بزرگتر می‌توان از حد قبولی براساس بزرگی مطابق بند ٦-۱۳-۱ استفاده نمود، گرچه این حد بزرگی برای اتصالات T، Y و K شکل کاربرد ندارد.

٦-۱۳-۳-۱- رده R (وقتی آزمایش ماوراصوت به عنوان روش دیگر به جای آزمایش پرتونگاری استفاده می‌شود). از تمام علایمی که دارای یک دوم (٦ دسی‌بل) یا کمتر نسبت به حساسیت سطح استاندارد، بزرگی دارند (با توجه به بند ٦-۲۷-٦) بایستی صرفنظر نمود. علایمی که از سطح قبولی فوق تجاوز نمایند بایستی به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گیرد:

۱- بازتاب‌های کروی منفرد تصادفی با حداقل یک اینچ (۲۵ میلیمتر) فاصله از هم بالای سطح حساسیت استاندارد، قابل قبولند. بازتاب‌های بزرگتر بایستی به عنوان بازتاب‌های خطی مورد ارزیابی قرار گیرند.

۲- بازتاب‌های کروی ردیفی بایستی به عنوان بازتاب‌های خطی ارزیابی شود.

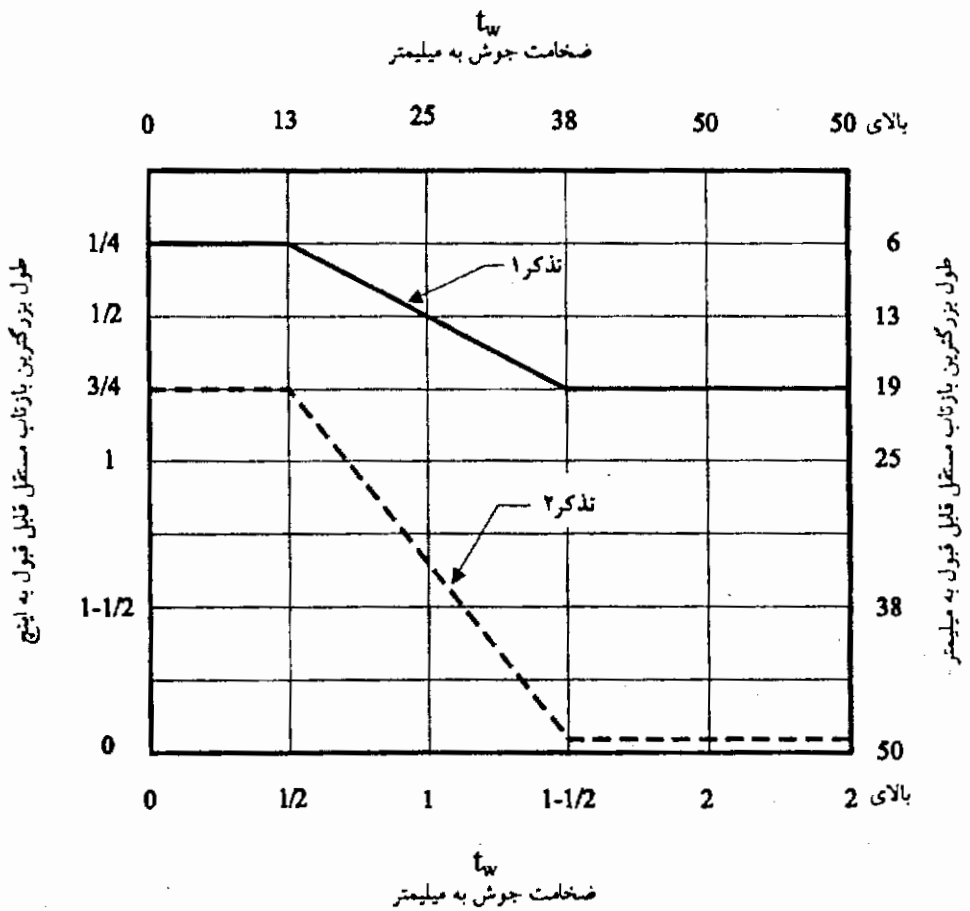
۳- بازتاب‌های کروی خوشه‌ای که دارای فراوانی بیش از یکی در اینچ مربع (٦٤٥ میلیمتر مربع) بالای سطح قابل قبول باشد [در ناحیه عمود بر محور اعمال تنش‌ها، به‌طور متوسط بالای یک طول ٦ اینچی (۱۵۰ میلیمتری) از جوش] بایستی مردود شوند.

٤- بازتاب‌های خطی یا صفحه‌ای که دارای طول (گستردگی) بیشتر از حد مجاز شکل ٦-۷ باشد، بایستی مردود شود. به‌علاوه، بازتاب‌های ریشه نبایستی از حدود رده X تجاوز نماید.

٦-۱۳-۳-۲- رده X (براساس تجربه، مناسب برای حد اتصالات T، Y و K شکل در سازه‌های با الزام آزمایش ضربه نمونه زخم‌دار جوش). از تمام علایمی که دارای یک دوم (٦ دسی‌بل) یا کمتر نسبت به حساسیت سطح استاندارد، بزرگی دارند، (با توجه به بند ٦-۲۷-٦) بایستی صرفنظر نمود. علایمی که از سطح قبولی فوق تجاوز نمایند، بایستی به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گیرد:

۱- بازتاب‌های کروی مطابق آنچه در رده R توصیف شد بوده، به‌جز آنکه هر علامتی که در محدوده زیر برای بازتاب‌های خطی و صفحه‌ای قرار گیرد، قابل قبول است.

۲- بازتاب‌های خطی یا صفحه‌ای بایستی به با روش حد شعاعی ارزیابی شده و آن‌هایی که ابعاد آن‌ها از حد مشخص شده در شکل ٦-٨ تجاوز نماید بایستی مردود شود. ناحیه ریشه به عنوان ۱/٤ اینچ (٦ میلیمتر) یا t_w /٤ هر کدام بزرگتر است، از ریشه تئوریک جوش مطابق شکل ۳-۸ تعریف می‌شود.

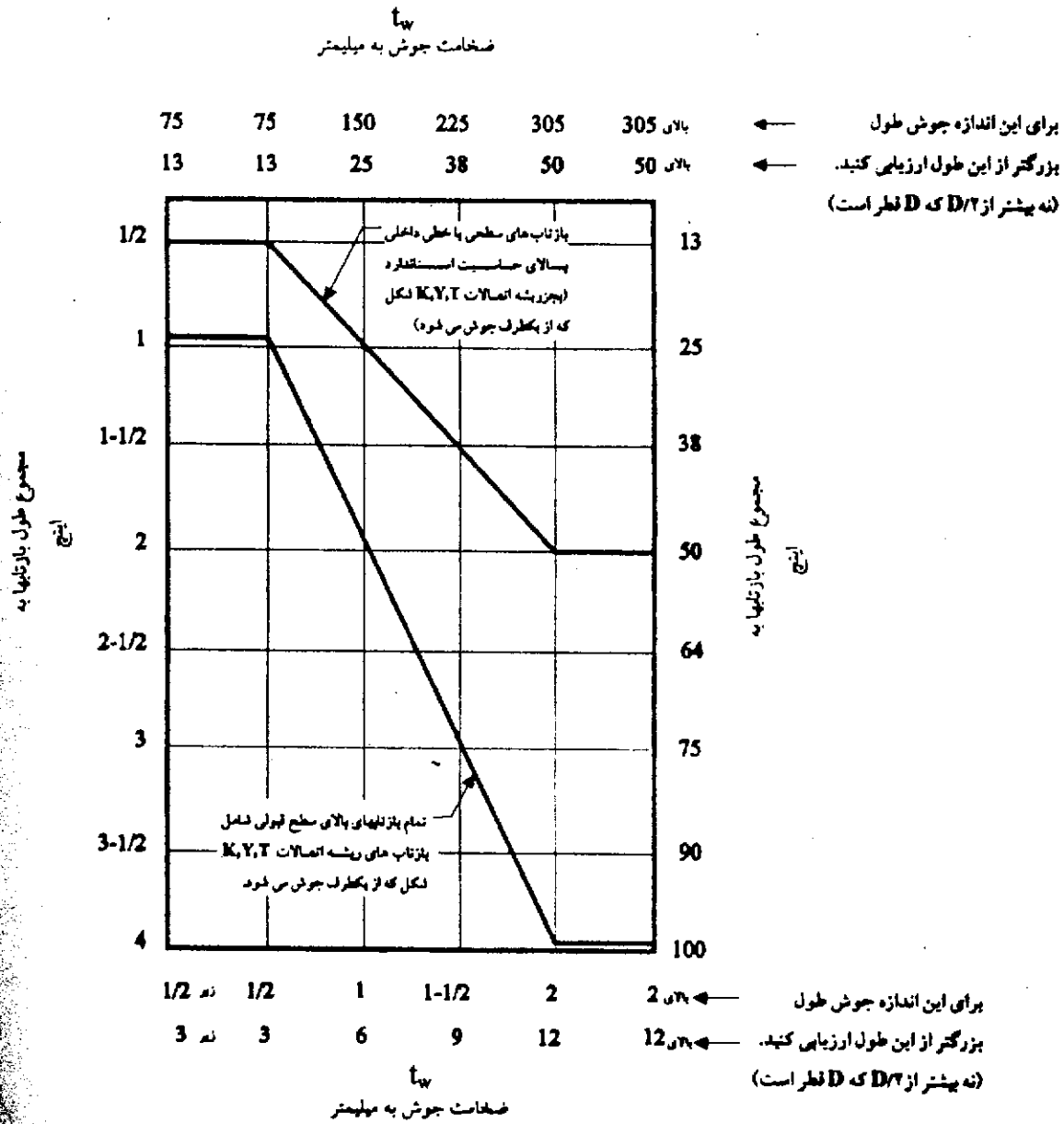


۱- بازتاب‌های خطی یا صفحه‌ای داخلی بالاتر از حساسیت استاندارد (به‌جز ریشه اتصالات T، Y و K شکل که فقط از یک طرف جوش می‌شود- مراجعه به شکل ٦-٨)

۲- بازتاب‌های خیلی‌ریز (بالای سطح قبولی تا حساسیت استاندارد) (به‌جز ریشه اتصالات T، Y و K شکل که فقط از یک‌طرف جوش می‌شود- مراجعه به شکل ٦-٨)

۳- بازتاب‌های کنار هم که کمتر از طول متوسطشان از یکدیگر فاصله داشته باشند بایستی به‌طور پیوسته در نظر گرفته شوند.

شکل ٦-۷- علایم رده R (بند ٦-۱۳-۳-۱)



** عدم پیوستگی‌های ناحیه ریشه خارج از جوش تئوریک قرار می‌گیرد.
از (ابعاد "e" یا "L" در اشکال ۳-۸، ۳-۹ و ۳-۱۰) صرفنظر شده‌است.

ادامهٔ شکل ۶-۷- علایم رده R (بند ۶-۱۳-۳-۱)

بخش ت- روش‌های آزمایش غیرمخرب

٦-١٤- روش‌ها

روش‌های آزمایش غیرمخربی که در این آیین‌نامه ارایه شده‌است، روش‌هایی است که برای سال‌ها به‌کار گرفته شده و اطمینان خوبی از سلامت جوش می‌دهد. اگر چه به نظر می‌رسد برخی استفاده‌کننده‌گان این آیین‌نامه به نادرستی هر روش آزمایش را به تنهایی برای تشخیص تمام انواع عیوب جوش قابل می‌دانند. استفاده‌کنندگان این آیین‌نامه بایستی با محدودیت‌های روش‌های آزمایش‌های غیرمخرب آشنا باشند. (محدودیت‌ها و توضیحات تکمیلی درخصوص استفاده از هر نوع روش در آخرین چاپ ANSI/AWS B1.0، *راهنمای بازرسی غیرمخرب جوش*، ارایه شده‌است.

٦-١٤-١- اطلاعاتی که بایستی به پیشنهاددهندگان ارایه شود. اگر علاوه بر بازرسی چشمی، انجام آزمایش غیرمخرب نیز الزامی باشد، بایستی به اطلاع پیشنهاددهندگان در زمان مناقصه برسد. این اطلاعات بایستی شامل رده‌بندی آزمایش جوش‌ها، گستره آزمایشات در هر رده و روش یا روش‌های انجام آزمایش باشد.

٦-١٤-٢- آزمایش پرتونگاری. اگر آزمایش پرتونگاری مورد استفاده قرار می‌گیرد روش انجام آزمایش بایستی مطابق الزامات بخش ث این آیین‌نامه باشد.

٦-١٤-٣- سیستم‌های پرتوافکنی تصویری. اگر آزمایش با استفاده از سیستم‌های پرتوافکنی تصویری انجام می‌شود روش انجام آزمایش بایستی مطابق الزامات بخش چ این آیین‌نامه باشد.

٦-١٤-٤- آزمایش ماوراء صوت. اگر آزمایش ماوراء صوت مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش انجام آزمایش بایستی مطابق الزامات بخش ج این آیین‌نامه باشد.

٦-١٤-٥- آزمایش ذرات مغناطیسی. اگر از آزمایش ذرات مغناطیسی استفاده می‌شود، روش انجام آزمایش بایستی مطابق ASTM E709 باشد و محدوده قبولی آزمایش بایستی مطابق با بخش‌های قابل کاربرد این استاندارد در فصل ٦ بخش پ باشد.

٦-١٤-٦- آزمایش مایعات نافذ. جهت تشخیص عدم پیوستگی‌هایی که به سطح راه‌یافته است، می‌توان از آزمایش مایعات نافذ استفاده نمود. روش استاندارد انجام آزمایش ارایه شده

در ASTM E165 بایستی به‌کار گرفته شده و محدوده قبولی مطابق الزامات قابل کاربرد فصل ٦ بخش پ می‌باشد.

٦-١٤-٧- تأیید صلاحیت پرسنل

٦-١٤-٧-١- الزامات ASNT. پرسنلی که علاوه بر بازرسی چشمی آزمایش غیرمخرب انجام می‌دهند، بایستی مطابق الزامات آخرین چاپ SNT-TC-1A پیشنهادی انجمن آزمایش‌های غیرمخرب آمریکا، تأیید صلاحیت شوند. فقط افرادی که برای سطح یک آزمایش غیرمخرب تأیید صلاحیت شده و زیر نظر فردی سطح دو آزمایش غیرمخرب باشد و نیز فرد تأیید صلاحیت شده برای سطح دو آزمایش غیرمخرب، مجاز به انجام آزمایش غیرمخرب می‌باشد.

٦-١٤-٧-٢- گواهینامه. ارایه گواهینامه سطح یک و سطح دو بایستی توسط یک فرد با سطح سه صورت گیرد که یا (١) توسط انجمن آزمایش‌های غیرمخرب آمریکا تأیید صلاحیت شده باشد و یا (٢) فرد با تجربه‌ای باشد که به واسطه تمرین و تحصیلات توانسته باشد آزمون مشخص شده در SNT-TC-1A را با موفقیت بگذراند.

٦-١٤-٧-٣- معافیت از الزامات QC1. افرادی که آزمایش‌های غیرمخرب را مطابق بند ٦-١٤-٧ انجام می‌دهند، نیازی نیست که تحت الزامات AWS QC1 تأیید صلاحیت شوند.

٦-١٥- گستره انجام آزمایش

در اطلاعاتی که به پیشنهاددهندگان در زمان مناقصه ارایه می‌شود بایستی به روشنی گستره آزمایش‌های غیرمخرب (نوع، رده‌بندی، یا موقعیت) جوش مشخص شده باشد.

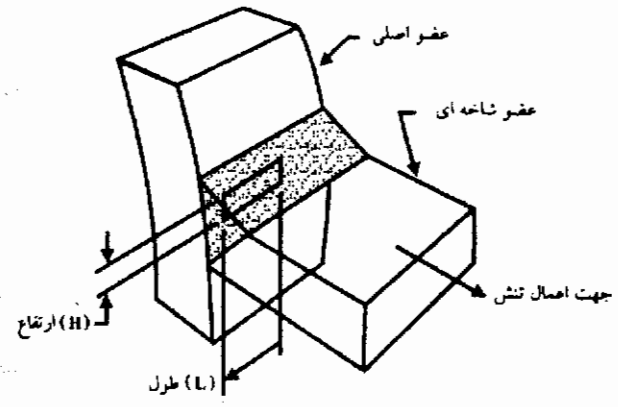
٦-١٥-١- آزمایش کامل. جوش‌هایی که در مدارک قرارداد نیاز به انجام آزمایش غیرمخرب دارند، بایستی برای طول کامل جوش آزمایش شوند، مگر آنکه انجام آزمایش به صورت مقطعی به روشنی مشخص شده باشد.

٦-١٥-٢- آزمایش مقطعی. اگر آزمایش مقطعی مشخص شده باشد، موقعیت و طول جوش‌ها یا رده‌بندی جوش بایستی به روشنی در مدارک قرارداد، مشخص شده باشد.

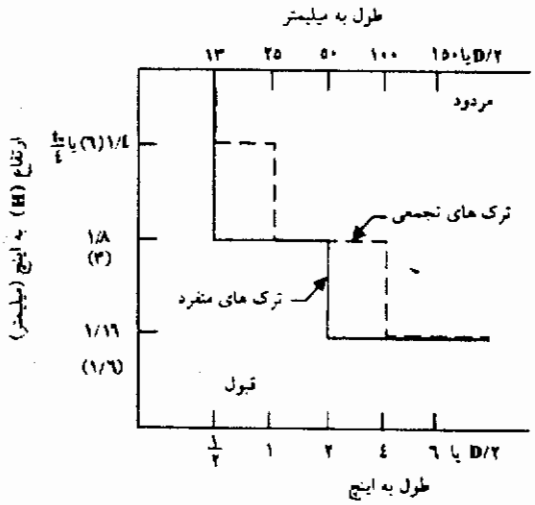
٦-١٥-٣- آزمایش نقطه‌ای. اگر آزمایش نقطه‌ای مشخص شده باشد، تعداد نقاط مورد

آزمایش به ازای رده‌بندی و طول جوش مورد آزمایش بایستی در اطلاعات ارایه‌شده به پیشنهاددهندگان، گنجانده شود. هر آزمایش نقطه‌ای بایستی حداقل ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) طول جوش را پوشش دهد. اگر در آزمایش نقطه‌ای عدم پیوستگی‌هایی نمایان شود که غیرقابل قبول بوده و نیاز به تعمیر دارند، گستره آن عدم پیوستگی‌ها بایستی تعیین گردد. دو نمونه آزمایش نقطه‌ای اضافه در همان قسمت جوش در ناحیه‌ای دورتر از نقطه اول بایستی انجام شود. موقعیت آزمایش‌های نقطه‌ای اضافه بایستی با توافق پیمانکار و بازرس تأییدکننده باشد. اگر در هر یک از دو نمونه آزمایش نقطه‌ای اضافه، عیوبی را که نیاز به تعمیر دارند مشخص شود، سرتاسر آن قسمت جوش که به نمایندگی آن آزمایش نقطه‌ای انجام شده‌است، بایستی مورد آزمایش قرار گیرد. اگر جوش تحت آزمایش بیش از یک قسمت جوش را شامل می‌شود، در این صورت بایستی دو نمونه آزمایش نقطه‌ای اضافه در هر قسمت جوش انجام شود. موقعیت انجام آزمایش‌های جدید بایستی با توافق پیمانکار و بازرس تأییدکننده باشد.

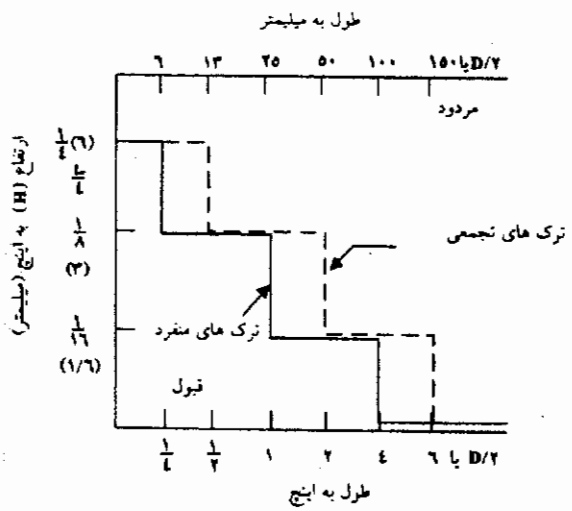
٦-۱۵-٤- اطلاعات مرتبط. بازرس آزمایش غیرمخرب، قبل از انجام آزمایش، بایستی دسترسی به اطلاعات مرتبط شامل ساختار اتصال جوشی، ضخامت قطعات، روش‌های جوشکاری مورد استفاده داشته باشد. بازرسین آزمایش‌های غیرمخرب بایستی از هرگونه تعمیر صورت گرفته بر روی جوش مطلع شوند.



عدم پیوستگیهای ریشه اتصالات
K,Y,T شکل



عدم پیوستگی هایی داخلی و تمام سایر انواع جوش



شکل ۶-۸- علایم رده X (بند ۶-۱۳-۳-۲)

بخش ث- آزمایش پرتونگاری

٦-١٦- آزمایش پرتونگاری جوش‌های شیاری در اتصالات لب‌به‌لب

٦-١٦-١- روش‌ها و استانداردها. روش‌ها و استانداردهایی که در بخش ث ارایه شده‌است برای انجام آزمایش پرتونگاری مطابق الزام مدارک قرارداد مبنی بر انجام این آزمایش و بند ٦-١٤ می‌باشد. الزاماتی که در اینجا ارایه گردیده است، مشخصا برای آزمایش جوش‌های شیاری اتصالات لب‌به‌لب ورق، مقاطع و میله‌ها با استفاده از منبع اشعه X و یا اشعه گاما می‌باشد. روش آزمایش بایستی مطابق استانداردهای زیر باشد: ASTM E94، *روش استاندارد پیشنهادی برای انجام آزمایش پرتونگاری* و ASTM E142 *روش استاندارد جهت کنترل کیفیت آزمایش پرتونگاری* و ASTM E747 *کنترل کیفیت آزمایش پرتونگاری با استفاده از اندازه‌گیری میزان نفوذ سیمی*، و ASTM E1032، *آزمایش پرتونگاری قطعات جوشی*.

٦-١٦-٢- تغییرات. با توافق بین کارفرما و پیمانکار می‌تواند تغییراتی در روش انجام آزمایش، تجهیزات و حد قبولی استاندارد صورت گیرد. این تغییرات شامل ولی محدود به موارد زیر نمی‌باشد:

آزمایش پرتونگاری جوش‌های گوشه، کنج و سه‌پری، تغییر در فاصله منبع تا فیلم، استفاده غیرمعمول از فیلم، استفاده از نشانگرهای کیفیت تصویر (IQI) نوع سیمی یا نوع سوراخ‌دار غیرمعمول (شامل قرارگیری نشانگر در سمت فیلم) و پرتونگاری قطعات با ضخامت بیش از ٦ اینچ (١٥٠ میلی‌متر) و انواع فیلم، چگالی و تغییرات در فناوری و روش‌های پرتوافکنی، ظهور و مشاهده فیلم.

٦-١٧- روش‌های پرتونگاری

٦-١٧-١- روش. پرتونگاری بایستی با استفاده از یک منبع تک اشعه ایکس یا اشعه گاما انجام شود. حساسیت پرتونگاری بایستی با استفاده از نشانگرهای کیفیت تصویر (IQI) نوع سیمی یا نوع سوراخ‌دار مورد قضاوت قرار گیرد. تجهیزات و فناوری پرتوافکنی بایستی برای ایجاد حساسیت لازم جهت تشخیص افتراق لازم در نشانگر نوع سوراخ‌دار یا سیمی مطابق بند

۶-۱۷-۷ و جداول ۶-٤ و ۶-۵ و اشکال ۶-۹ و ۶-۱۰ کافی باشد. حروف و شماره‌های نشانه بایستی به روشنی در فیلم قابل تشخیص باشد.

۶-۱۷-۲- الزامات ایمنی. پرتونگاری بایستی مطابق با تمامی الزامات قابل کارکرد ایمنی، انجام شود.

۶-۱۷-۳- برداشتن گرده جوش. اگر در مدارک قرارداد برداشتن گرده جوش لازم دانسته شده باشد، قبل از انجام آزمایش پرتونگاری بایستی گرده و سطح جوش با استفاده از سنگ‌زنی مطابق بند ۵-۲٤-٤-۱ برداشته شود. در موارد دیگر نیازی به برداشتن گرده جوش نیست مگر آنکه ناهمواری‌های سطح جوش و ناحیه اتصال فلز جوش به فلز پایه به‌گونه‌ای باشد که برای تشخیص عدم پیوستگی‌های داخلی در فیلم مزاحمت ایجاد شود.

۶-۱۷-۳-۱- لقمه‌های جوش. قبل از بازرسی پرتونگاری لقمه‌های جوش بایستی برداشته شود، مگر آنکه با تأیید مهندس طراح باشد.

۶-۱۷-۳-۲- ورق پشت‌بند. اگر مطابق الزام بند ۵-۱۰ و یا در مدارک قرارداد برداشتن ورق پشت‌بند لازم باشد، بایستی برداشته شود و سطح باقیمانده با عملیاتی نظیر سنگ‌زدن قبل از انجام پرتونگاری هموار گردد. سنگ‌زنی بایستی مطابق با بند ۵-۲٤-٤-۱- باشد.

۶-۱۷-۳-۳- گرده جوش. اگر گرده جوش، ورق پشت‌بند و یا هر دو برداشته نمی‌شود، بایستی زیر نشانگر کیفیت تصویر (IQI) ورق پرکننده قرارداد به طوریکه حداقل از سه طرف نشانگر به اندازه ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) بیرون زده و ضخامت ورق پرکننده به اندازه جمع ضخامت فلز پایه و گرده جوش یا ورق پشت‌بند بوده به‌گونه‌ای که فاصله فیلم و نشانگر نسبت به منبع تقریبا برابر شود.

۶-۱۷-٤- فیلم پرتونگاری. فیلم پرتونگاری بایستی مطابق آیین‌نامه ASTM E94 باشد.

جدول ٦-٤- الزامات نشانگر کیفیت تصویر (IQI) سوراخ‌دار (بند ٦-١٧-١)

سمت فیلم ۲		سمت منبع		محدوده ضمامت اسمی مواد[1] به میلی‌متر	محدوده ضخامت اسمی مواد[1] به اینچ
سوراخ اساسی	نامگذاری	سوراخ اساسی	نامگذاری		
٤T	۷	٤T	۱۰	تا ٦/٤	تا ۰/۲۵ اینچ
٤T	۱۰	٤T	۱۲	از ٦/٤ تا ۹/۵	از ۰/۲۵ تا ۰/۳۷۵
٤T	۱۲	٤T	۱۵	از ۹/۵ تا ۱۲/۷	از ۰/۳۷۵ تا ۰/۵۰
٤T	۱۲	٤T	۱۵	از ۱۲/۷ تا ۱۵/۹	از ۰/۵۰ تا ۰/٦۲۵
٤T	۱۵	٤T	۱۷	از ۱۵/۹ تا ۱۹/۰	از ۰/٦۲۵ تا ۰/۷۵
٤T	۱۷	٤T	۲۰	از ۱۹/۰ تا ۲۲/۲	از ۰/۷۵ تا ۰/۸۷۵
٤T	۱۷	٤T	۲۰	از ۲۲/۲ تا ۲۵/٤	از ۰/۸۷۵ تا ۱/۰۰
٤T	۲۰	٤T	۲۵	از ۲۵/٤ تا ۳۱/۷	از ۱/۰۰ تا ۱/۲۵
۲T	۲۵	۲T	۳۰	از ۳۱/۷ تا ۳۸/۱	از ۱/۲۵ تا ۱/۵۰
۲T	۳۰	۲T	۳۵	از ۳۸/۱ تا ۵۰/۱	از ۱/۵۰ تا ۲/۰۰
۲T	۳۵	۲T	٤۰	از ۵۰/۱ تا ٦۳/۵	از ۲/۰۰ تا ۲/۵۰
۲T	٤۰	۲T	٤۵	از ٦۳/۵ تا ۷٦/۲	از ۲/۵۰ تا ۳/۰۰
۲T	٤۵	۲T	۵۰	از ۷٦/۲ تا ۱۰۲	از ۳/۰۰ تا ٤/۰۰
۲T	۵۰	۲T	٦۰	از ۱۰۲ تا ۱۵۲	از ٤/۰۰ تا ٦/۰۰
۲T	٦۰	۲T	۸۰	از ۱۵۲ تا ۲۰۳	از ٦/۰۰ تا ۸/۰۰

یادآوری:

۱- ضخامت پرتونگاری یک دیواره (برای اعضای قوطی شکل)

۲- فقط برای سازه‌های با اعضای قوطی‌شکل کاربرد دارد

جدول ٦-٥- الزامات نشانگر کیفیت تصویر (IQI) سیمی (بند ٦-١٧-١)

سمت فیلم[2] حداکثر ضخامت سیم		سمت منبع حداکثر ضخامت سیم		محدوده ضخامت اسمی مواد[1] به میلی‌متر	محدوده ضخامت اسمی مواد[1] به اینچ
میلی‌متر	اینچ	میلی‌متر	اینچ		
٠/٢٠	٠/٠٠٨	٠/٢٥	٠/٠١٠	تا ٦/٤	تا ٠/٢٥ اینچ
٠/٢٥	٠/٠١٠	٠/٣٣	٠/٠١٣	از ٦/٤ تا ٩/٥	از ٠/٢٥ تا ٠/٣٧٥
٠/٣٣	٠/٠١٣	٠/٤١	٠/٠١٦	از ٩/٥ تا ١٥/٩	از ٠/٣٧٥ تا ٠/٦٢٥
٠/٤١	٠/٠١٦	٠/٥١	٠/٠٢٠	از ١٥/٩ تا ١٩/٠	از ٠/٦٢٥ تا ٠/٧٥
٠/٥١	٠/٠٢٠	٠/٦٣	٠/٠٢٥	از ١٩/٠ تا ٣٨/١	از ٠/٧٥ تا ١/٥٠
٠/٦٣	٠/٠٢٥	٠/٨١	٠/٠٣٢	از ٣٨/١ تا ٥٠/٨	از ١/٥٠ تا ٢/٠٠
٠/٨١	٠/٠٣٢	١/٠٢	٠/٠٤٠	از ٥٠/٨ تا ٦٣/٥	از ٢/٠٠ تا ٢/٥٠
١/٠٢	٠/٠٤٠	١/٢٧	٠/٠٥٠	از ٦٣/٥ تا ١٠٢	از ٢/٥٠ تا ٤/٠٠
١/٢٧	٠/٠٥٠	١/٦٠	٠/٠٦٣	از ١٠٢ تا ١٥٢	از ٤/٠٠ تا ٦/٠٠
١/٦٠	٠/٠٦٣	٢/٥٤	٠/١٠٠	از ١٥٢ تا ٢٠٣	از ٦/٠٠ تا ٨/٠٠

تذکرات:

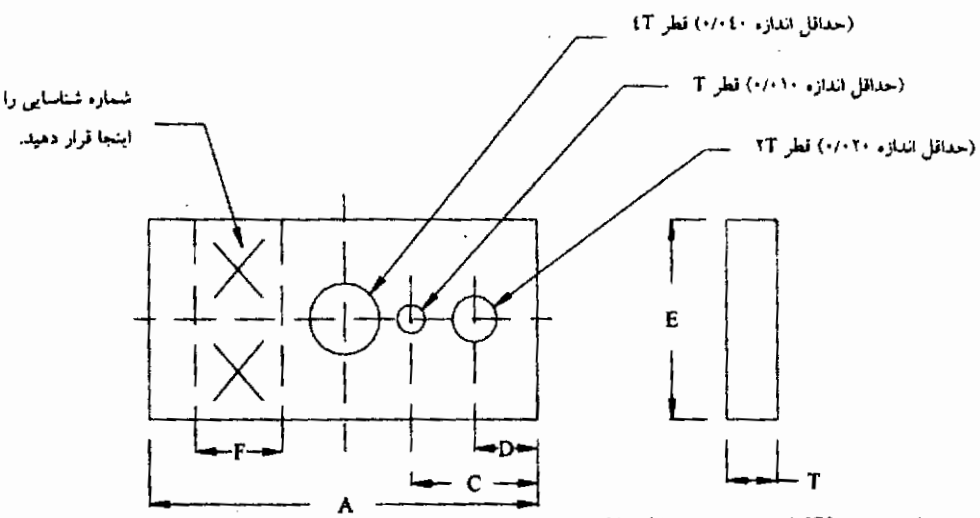
١- ضخامت پرتونگاری یک دیواره (برای اعضای قوطی شکل)

٢- فقط برای سازه‌های با اعضای قوطی شکل کاربرد دارد.

٦-١٧-٥- فناوری. پرتونگاری بایستی با استفاده از یک منبع تک که در مرکز و تا حد ممکن بسته به طول و پهنای ناحیه مورد آزمایش به جوش نزدیک باشد.

٦-١٧-٥-١- وضوح هندسی. منبع اشعه گاما، صرفنظر از اندازه بایستی توانایی برآورده نمودن محدودیت‌های ارایه‌شده در *آیین‌نامه مخازن تحت فشار* ASME، فصل پنجم بخش دوم را داشته باشد.

٦-١٧-٥-٢- فاصله منبع تا قطعه. فاصله منبع تا قطعه نبایستی کمتر از طول فیلم در یک صفحه باشد. این محدودیت در خصوص پرتوافکنی باز که مطابق بند ٦-١٧-٨-٢ انجام می‌شود، کاربرد ندارد.



طراحی برای IQIهای تا ۱۸۰ و نه شامل ۱۸۰

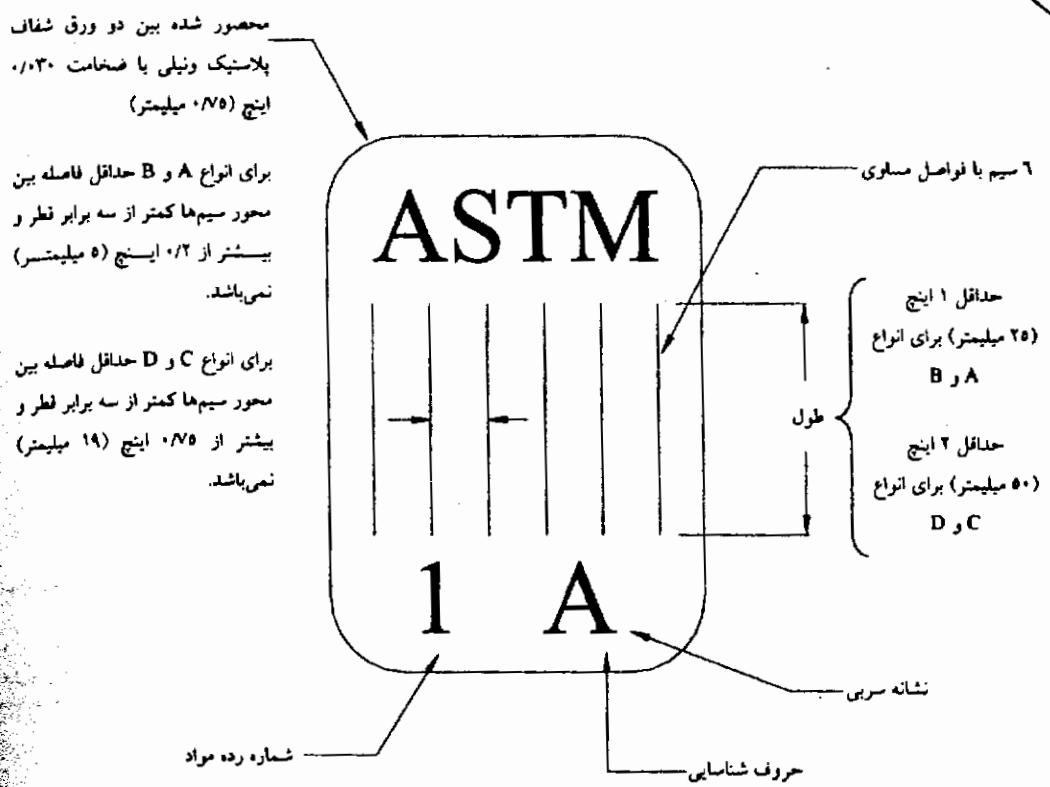
جدول ابعاد IQI (اینچ)							
رواداری ضخامت و قطر سوراخ IQI	F	E	D	C	B	A	شماره
±۰/۰۰۰۵	۰/۲۵۰ ±۰/۰۳۰	۰/۵۰۰ ±۰/۰۱۵	۰/۲۵۰ ±۰/۰۱۵	۰/۴۳۸ ±۰/۰۱۵	۰/۷۵۰ ±۰/۰۱۵	۱/۵۰۰ ±۰/۰۱۵	۵-۲۰
±۰/۰۰۲۵	۰/۲۵۰ ±۰/۰۳۰	۰/۵۰۰ ±۰/۰۱۵	۰/۲۵۰ ±۰/۰۱۵	۰/۴۳۸ ±۰/۰۱۵	۰/۷۵۰ ±۰/۰۱۵	۱/۵۰۰ ±۰/۰۱۵	۲۱-۵۹
±۰/۰۰۵	۰/۳۷۵ ±۰/۰۳۰	۱/۰۰۰ ±۰/۰۳۰	۰/۳۷۵ ±۰/۰۳۰	۰/۷۵۰ ±۰/۰۳۰	۱/۳۷۵ ±۰/۰۳۰	۲/۲۵۰ ±۰/۰۳۰	۶۰-۱۷۹
جدول ابعاد IQI (میلی‌متر)							
رواداری ضخامت و قطر سوراخ IQI	F	E	D	C	B	A	شماره
±۰/۰۱۲۷	۶/۳۵ ±۰/۷۶۲	۱۲/۷۰۰ ±۰/۳۸۱	۶/۳۵۰ ±۰/۳۸۱	۱۱/۱۲۵ ±۰/۳۸۱	۱۹/۰۵۰ ±۰/۳۸۱	۳۸/۱۰۰ ±۰/۳۸۱	۵-۲۰
±۰/۰۶۳۵	۶/۳۵ ±۰/۷۶۲	۱۲/۷۰۰ ±۰/۳۸۱	۶/۳۵۰ ±۰/۳۸۱	۱۱/۱۲۵ ±۰/۳۸۱	۱۹/۰۵۰ ±۰/۳۸۱	۳۸/۱۰۰ ±۰/۳۸۱	۲۱-۵۹
±۰/۱۲۷	۹/۵۲۵ ±۰/۷۶۲	۲۵/۴۰۰ ±۰/۷۶۲	۹/۵۲۵ ±۰/۷۶۲	۱۹/۰۵۰ ±۰/۷۶۲	۳۴/۹۲۵ ±۰/۷۶۲	۵۷/۱۵۰ ±۰/۷۶۲	۶۰-۱۷۹

یادآوری:

۱- IQI های ۵ تا ۹، 1T، 2T و 4T نیستند.

۲- سوراخ‌ها بایستی عمود بر IQI بوده و بدون پخ یا زاویه باشد.

شکل ۶-۹- طراحی نشانگر کیفیت تصویر سوراخ‌دار (IQI) (بند ۶-۱۷-۱)



اندازه‌های نشانگر کیفیت تصویر (نوع سیمی)

قطر سیم به اینچ (میلی‌متر)			
نوع A	نوع B	نوع C	نوع D
۰/۰۰۳۲ (۰/۰۸)	۰/۰۱۰ (۰/۲۵)	۰/۰۳۲ (۰/۸۱)	۰/۱۰ (۲/۵)
۰/۰۰٤ (۰/۱)	۰/۰۱۳ (۰/۳۳)	۰/۰٤۰ (۱/۰۲)	۰/۱۲۵ (۳/۲)
۰/۰۰۵ (۰/۱۳)	۰/۰۱٦ (۰/٤)	۰/۰۵۰ (۱/۲۷)	۰/۱٦۰ (٤/۰٦)
۰/۰۰٦۳ (۰/۱٦)	۰/۰۲۰ (۰/۵۱)	۰/۰٦۳ (۱/٦)	۰/۲۰ (۵/۱)
۰/۰۰۸ (۰/۲)	۰/۰۲۵ (۰/٦٤)	۰/۰۸۰ (۲/۰۳)	۰/۲۵ (٦/٤)
۰/۰۱۰ (۰/۲۵)	۰/۰۳۲ (۰/۸۱)	۰/۱۰۰ (۲/۵)	۰/۳۲ (۸)

شکل ٦-۱۰- نشانگر کیفیت تصویر (نوع سیمی) (بند ٦-۱۷-۱)

٦-۱۷-۵-۳- محدودیت‌های فاصله منبع تا قطعه. فاصله منبع تا قطعه نبایستی کمتر از هفت‌برابر ضخامت جوش به‌علاوه گرده و پشت‌بند در صورت وجود، باشد. همچنین هر قسمت از جوش مورد بازرسی نبایستی با زاویه بزرگتر از ۱/۲-۲٦ درجه نسبت به محور پرتو بر سطح جوش، تحت پرتوافکنی قرار گیرد.

٦-۱۷-٦- منابع. چشمه پرتوی اشعه X با قدرت حداکثر ٦۰۰ kvp و ایریدوم ۱۹۲ را می‌توان به عنوان یک منبع برای پرتونگاری تمام قطعات استفاده نمود. به شرطی که دارای قدرت نفوذ کافی باشد. چشمه کبالت ٦۰ فقط بایستی برای پرتونگاری قطعات با ضخامت بیشتر از ۲/۵ اینچ (٦۳/٦ میلی‌متر) مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از سایر منابع منوط به تأیید مهندس طراح می‌باشد.

٦-۱۷-۷- انتخاب و استقرار نشانگر کیفیت تصویر (IQI). نشانگرهای کیفیت تصویر بایستی مطابق جدول زیر انتخاب شده و در محل مورد بازرسی جوش قرار گیرد.

٦-۱۷-۸- فناوری. در پرتونگاری اتصالات جوشی فیلم‌ها باید به گونه‌ای شماره‌گذاری شده که امکان بازرسی کامل و پیوسته اتصال در قالب محدودیت‌های مشخص‌شده فراهم باشد. محدودیت‌های اتصال بایستی به روشنی در فیلم نشان داده شود. فیلم کوتاه، بریدگی کنار جوش بیش از حد ناشی از پراکندگی تابش یا هر روند دیگری که باعث تاریک شدن ناحیه‌ای از کل طول جوش گردد، موجب عدم قبولی فیلم پرتونگاری می‌گردد.

انتخاب و استقرار IQI

نوع IQI	10L اینچ ≥ T برابر		10L اینچ > T برابر		10L اینچ ≥ T نابرابر		10L اینچ > T نابرابر	
تعداد IQIها	سوراخ‌دار	سیمی	سوراخ‌دار	سیمی	سوراخ‌دار	سیمی	سوراخ‌دار	سیمی
غیرقوطی شکل	2	2	1	1	3	2	2	1
درز لوله [۳]	3	3	3	3	3	3	3	3
انتخاب استاندارد ASTM	E1025	E747	E1025	E747	E1025	E747	E1025	E747
جدول	٤-٦	٥-٦	٤-٦	٥-٦	٤-٦	٥-٦	٤-٦	٥-٦
شکل	۱۱-٦		۱۲-٦		۱۳-٦		۱٤-٦	

[۱] ضخامت اسمی فلز پایه (T1 و T2 اشکال) (به تذکر یک و دو زیر مراجعه شود)

[۲] طول جوش در محدود پرتونگاری هر فیلم

تذکرات:

۱- ضخامت روق پشت‌بند یا گرده جوش نبایستی در انتخاب IQI به عنوان قسمتی از جوش در نظر گرفته شود.

۲- در صورت استفاده از ورق پرکننده زیر IQI مطابق بند ٦-۱۷-۳- می‌توان مقدار T را افزایش داد.

۳- وقتی یک درز جوش محیطی کامل لوله با یک تابش پرتونگاری می‌شود و منبع تابش در وسط لوله قرار دارد، حداقل بایستی از سه IQI نوع سوراخ‌دار که در فواصل مساوی از یکدیگر قرار دارند استفاده نمود.

۶-۱۷-۸-۱- طول فیلم. فیلم باید دارای طول کافی بوده و بایستی حداقل ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی‌متر) از هر دو طرف ناحیه جوش مورد آزمایش بیرون بزند.

۶-۱۷-۸-۲- فیلم‌های رویهم. جوش‌های با طول بزرگتر از ۱٤ اینچ (۳۵۵ میلی‌متر) را می‌توان با استفاده از کاست فیلم‌های رویهم و یک تابش و یا یک کاست فیلم و چندین تابش، پرتونگاری نمود. الزامات بند ۶-۱۷-۵ بایستی به‌کار گرفته شود.

۶-۱۷-۸-۳- پراکندگی تابش. برای کنترل پراکندگی تابش یک علامت سربی به شکل "B" با ارتفاع ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی‌متر) و ضخامت ۱/۱۶ اینچ (۱/۶ میلی‌متر) بایستی به پشت کاست هر فیلم چسبانده شود. اگر تصویر "B" در فیلم ظاهر شود، فیلم مردود است.

۶-۱۷-۹- پهنای فیلم. پهنای فیلم بایستی برای نمایش تمام ناحیه جوش اتصال شامل ناحیه متأثر از حرارت کافی بوده و بایستی فضای اضافی کافی جهت قرار دادن IQIهای سوراخ‌دار یا سیمی و نیز حروف شناسایی بدون تداخل با یکدیگر داشته باشد.

۶-۱۷-۱۰- کیفیت فیلم‌ها. تمام فیلم‌ها بایستی عاری از هرگونه عیب و نقص شیمیایی یا مکانیکی بوده، که ایجاد پوشش نموده و یا با عدم پیوستگی‌ها اشتباه گرفته شود. این نواقص شامل ولی محدود به موارد زیر نمی‌باشد:

۱- تارشدگی

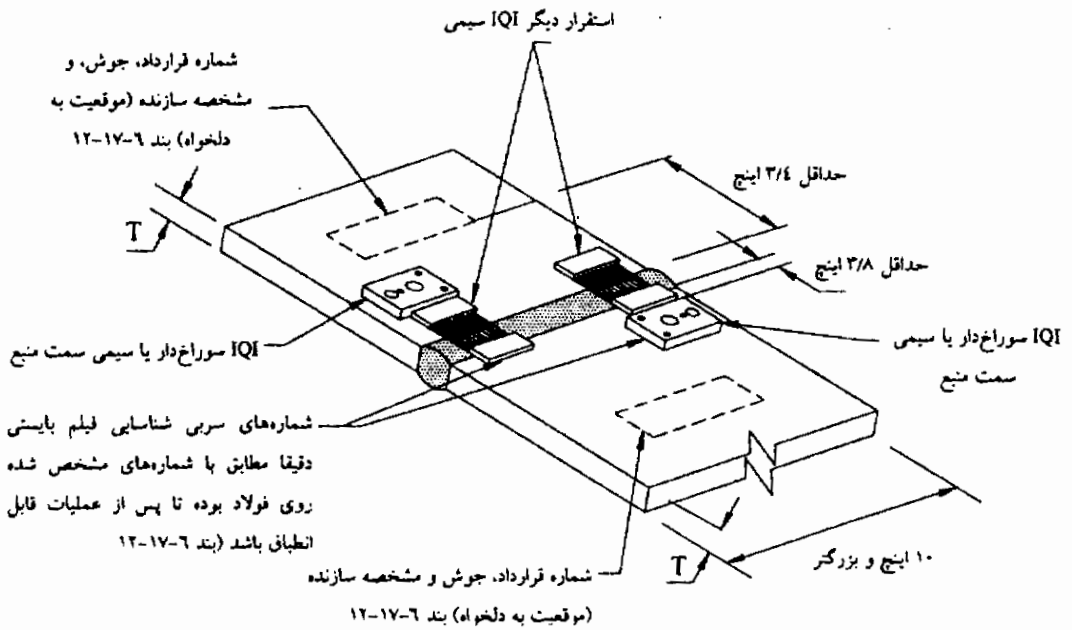
۲- عیوب ناشی از روند کار مانند رگه، لکه آب یا لکه‌های شیمیایی

۳- خراش، اثر انگشت، چروک، کثیفی، سیاهی و پارگی

٤- کمبود جزییات ناشی از تماس ضعیف فیلم به صفحه تشدیدکننده

۵- علایم اشتباه ناشی از صفحه تشدیدکننده معیوب یا اشتباهات داخلی

۶-۱۷-۱۱- محدودیت‌های چگالی. چگالی فیلم در خصوص نشانگر کیفیت تصویر سوراخ‌دار حداقل ۱/۸ برای پرتونگاری با یک منبع پرتوی X و حداقل ۲ برای پرتونگاری با منبع پرتوی گاما می‌باشد. برای مشاهده ترکیبی با فیلم دوتایی، حداقل چگالی ۲/۶ می‌باشد. فیلم از ترکیب بایستی حداقل چگالی ۱/۳ داشته باشد. حداکثر چگالی برای مشاهده تک یا ترکیبی، ٤ می‌باشد.



اینچ	٣/٨	٣/٤	١٠
میلی‌متر	١٠	١٩	٢٥٥

شکل ٦-١١- شناسایی فیلم پرتونگاری و موقعیت استقرار IQI های نوع سوراخ‌دار یا سیمی در قطعات با ضخامت تقریبا مساوی و طول ١٠ اینچ (٢٥٥ میلی‌متر) و بیشتر (بند ٦-١٧-٧)

٦-١٧-١١-١- چگالی D و H. چگالی اندازه‌گیری‌شده، چگالی D و H فیلم است که اندازه‌گیری تاریکی فیلم به شکل زیر است:

$$D = \log I_0/I$$

که:

D = چگالی D و H (چگالی فیلم)

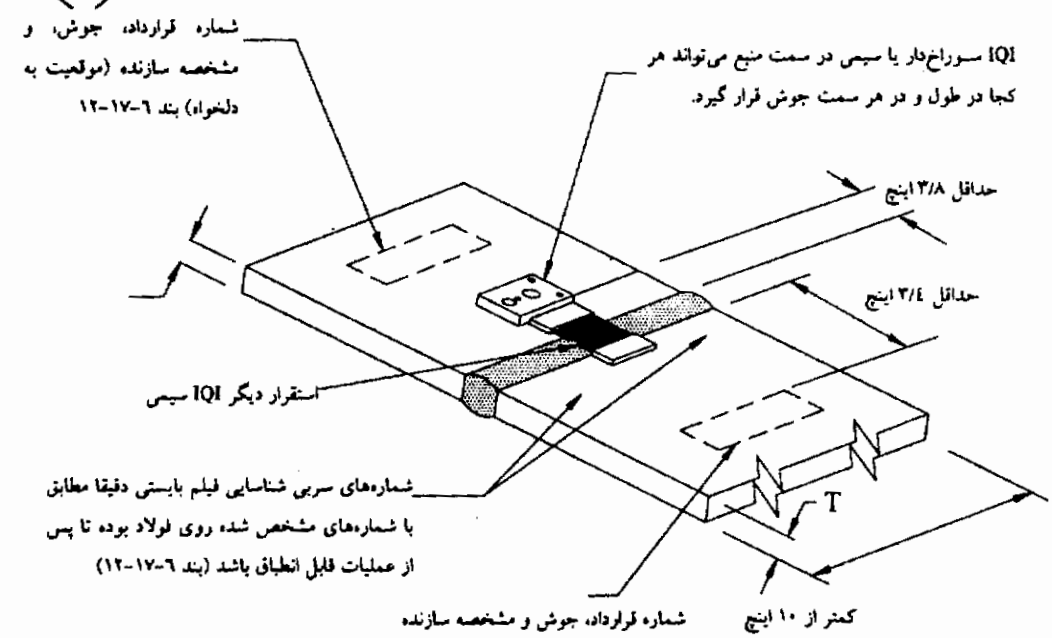
I_0 = شدت نور در فیلم و

I = شدت نور انتقال‌یافته از میان فیلم

٦-١٧-١١-٢- انتقال‌ها. وقتی که جوش ناحیه انتقال در ضخامت تحت پرتونگاری قرار می‌گیرد و ضخامت قطعه ضخیم‌تر سه‌برابر یا بیشتر از ضخامت قطعه نازکتر است، چگالی فیلم بایستی در حد ٣ تا ٤ در مقطع نازکتر باشد. در اینصورت بایستی از الزامات حداقل چگالی ارایه‌شده در بند ٦-١٧-١١ صرفنظر گردد.

۶-۱۷-۱۲- علایم شناسایی. یک علامت شناسایی فیلم پرتونگاری و دو علامت شناسایی موقعیت بایستی برای هر موقعیت پرتونگاری بر روی فولاد مشخص شود. یک علامت تطابق شناسایی فیلم و دو علامت شناسایی موقعیت و تمام آنچه بایستی در فیلم نشان داده شود، بایستی با استفاده از شماره و حروف سربی در فیلم نشان داده شده تا امکان تطابق آن با جوش و موقعیت مورد آزمایش فراهم شود. اطلاعات اضافی شناسایی می‌تواند در فاصله‌ای که از ۳/٤ اینچ (۱۹ میلی‌متر) به جوش نزدیک‌تر نباشد، از قبل چاپ شده و یا با استفاده از علایم سربی در فیلم مشخص گردد. اطلاعات لازمی که بایستی در فیلم باشد، شامل شماره قرارداد کارفرما، شناسایی شرکت مجری آزمایش پرتونگاری، شناسایی سازنده، شماره کار سازنده، تاریخ و تعداد دفعات تعمیر در صورت وجود، می‌باشد.

۶-۱۷-۱۳- قطعات لبه‌ای. در پرتونگاری اتصالات لب‌به‌لب با ضخامت بیشتر از ۱/۲ اینچ (۲۵ میلی‌متر) بایستی از قطعات لبه‌ای استفاده شود. قطعات لبه‌ای بایستی دارای طول کافی بوده به طوریکه از هر طرف نسبت به محور جوش حداقل به اندازه ضخامت جوش که نبایستی کمتر از ۲ اینچ (۵۱ میلی‌متر) باشد، ادامه داشته باشد و بایستی دارای ضخامت برابر یا بیشتر از ضخامت جوش باشند. حداقل پهنای قطعات لبه‌ای برابر نصف ضخامت جوش است که نبایستی از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) کمتر باشد. قطعات لبه‌ای بایستی در محور جوش و در مقابل ورقی که تحت آزمایش پرتونگاری می‌باشد، قرار گیرد و نبایستی بیشتر از ۱/۱٦ اینچ (۱/٦ میلی‌متر) برای حداقل طول قطعه لبه‌ای بازشدگی داشته باشد. قطعات لبه‌ای بایستی از فولادی که از نظر پرتونگاری شفاف است ساخته شده و دارای صافی سطح ۱۲۵ ANSI میکروانچ (۳ میکرومیلی‌متر) و یا صافتر باشد. (مراجعه به شکل ٦-۱۵)



اینچ	۳/۸	۳/٤	۱۰
میلی‌متر	۱۰	۱۹	۲۵۵

تذکر: استقرار دیگر IQI در سمت منبع فقط برای اعضای قوطی شکل کاربرد داشته و در سایر موارد منوط به تأیید مهندس طراح است.

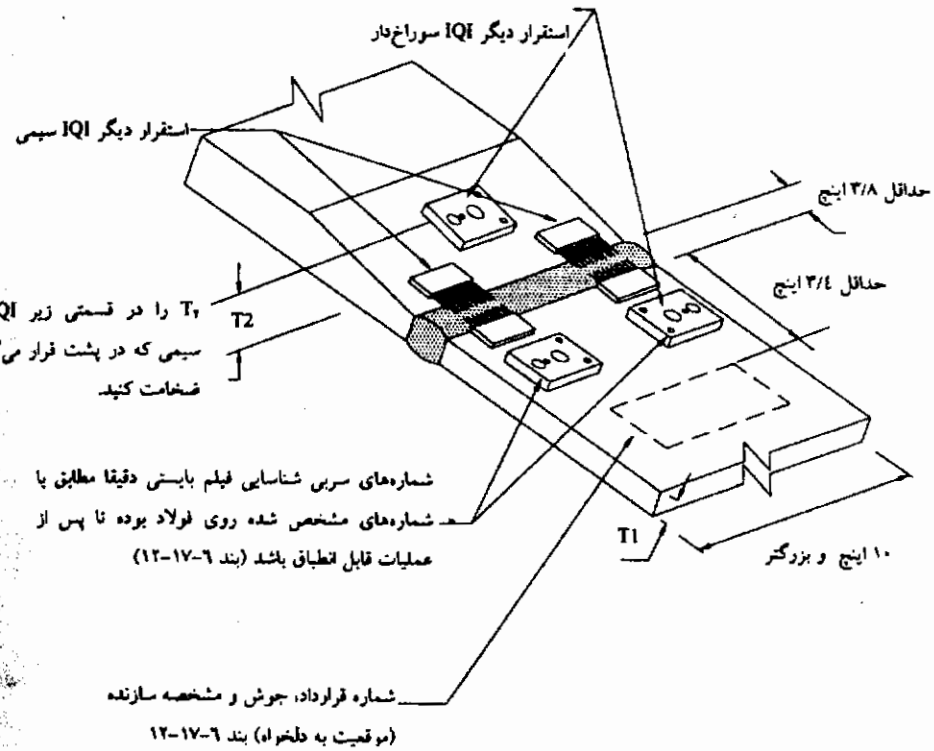
شکل ۶-۱۲- شناسایی فیلم پرتونگاری و موقعیت استقرار IQI های نوع سوراخ‌دار یا سیمی در قطعات با ضخامت تقریبا مساوی و طول کمتر از ۱۰ اینچ (۲۵۵ میلی‌متر)

۶-۱۸- الزامات اضافی آزمایش پرتونگاری اتصالات اعضای قوطی‌شکل

۶-۱۸-۱- جوش‌های محیطی اتصالات لب‌به‌لب. فناوری انجام آزمایش پرتونگاری جوش‌های محیطی اتصالات لب‌به‌لب اعضای قوطی‌شکل بایستی برای پوشش کل جوش کفایت نماید و ترجیحا بایستی به روش تابش تک‌جداره/ مشاهده تک‌جداره باشد. اگر دسترسی نبوده و یا قطر لوله اجازه ندهد، می‌توان از روش تابش دوجداره/ مشاهده تک‌جداره و یا روش تابش دوجداره/ مشاهده دوجداره استفاده نمود.

۶-۱۸-۱-۱- تابش تک‌جداره/ مشاهده تک‌جداره. منبع تابش در داخل لوله قرار گرفته و

فیلم در خارج از لوله قرار می‌گیرد. (مراجعه به شکل ٦-١٦). اگر الزامات فاصله منبع تا قطعه برآورده شود می‌توان از روش تابش باز استفاده نمود. در غیر اینصورت بایستی تابش، حداقل سه بار انجام شود. IQI می‌تواند در سمت منبع قرار گیرد. در صورت عدم امکان، می‌تواند در سمت فیلم قرار گیرد.



اینچ	۳/۸	۳/٤	۱۰
میلی‌متر	۱۰	۱۹	۲۵۵

تذکر: استقرار دیگر IQI در سمت منبع فقط برای اعضای قوطی شکل کاربرد داشته و در سایر موارد منوط به تایید مهندس طراح است.

شکل ٦-۱۳- شناسایی فیلم پرتونگاری و موقعیت استقرار IQI های نوع سوراخ‌دار یا سیمی در اتصالات انتقالی با طول ۱۰ اینچ (۲۵۵ میلی‌متر) و بزرگتر (بند ٦-۱۷-۷)

۶-۱۸-۱-۲- تابش دوجداره/ مشاهده تک‌جداره. اگر به دلیل عدم دسترسی و یا وضعیت هندسی اتصال امکان تابش تک‌جداره نباشد، منبع می‌تواند در بیرون از لوله و فیلم نیز بیرون از لوله در سمت مخالف منبع قرار گیرد. مراجعه به شکل ۶-۱۷. جهت پوشش کل جوش محیطی، احتیاج به حداقل سه تابش است. IQI می‌تواند در سمت فیلم قرار گیرد.

۶-۱۸-۱-۳- تابش دوجداره/ مشاهده دوجداره. اگر قطر خارجی لوله برابر ۱/۲-۳ اینچ (۸۹ میلی‌متر) و کمتر باشد، هر دو روش سمت منبع و سمت فیلم می‌تواند اعمال شده و هر دو جداره در یک فیلم مشاهده شود. منبع تابش با یک خروج از محوریت برابر حداقل هفت برابر قطر خارجی لوله قرار می‌گیرد. شعاع تابش نسبت به صفحه محور مرکزی جوش با خروج از محوریت قرار گرفته و با زاویه‌ای که تشخیص و جداسازی دو تصویر سمت منبع و سمت فیلم از یکدیگر فراهم باشد. نبایستی هیچ رویهم افتادگی دو ناحیه مورد تفسیر وجود داشته باشد، حداقل احتیاج به دو تابش با زاویه ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر می‌باشد. (مراجعه به شکل ۶-۱۸). جوش‌ها می‌تواند به صورت رویهم نیز پرتونگاری شود که در اینصورت احتیاج به حداقل سه تابش با زاویه ۶۰ درجه نسبت به یکدیگر است. (مراجعه به شکل ۶-۱۹). در هر دو روش فوق، IQI بایستی در سمت منبع قرار گیرد.

۶-۱۹- آزمایش، گزارش و فیلم‌های رویهم

۶-۱۹-۱- تجهیزات فراهم‌شده توسط پیمانکار. پیمانکار بایستی یک دستگاه مشاهده‌گر با قابلیت بازبینی نقطه‌ای فراهم نماید. مشاهده‌گر بایستی همراه با ابزاری جهت تنظیم اندازه نقطه تحت آزمایش باشد. مشاهده‌گر بایستی دارای قابلیت کافی جهت مشاهده فیلم با چگالی H و D برابر ٤ باشد. بازبینی فیلم بایستی در محیطی با نور کم انجام شود.

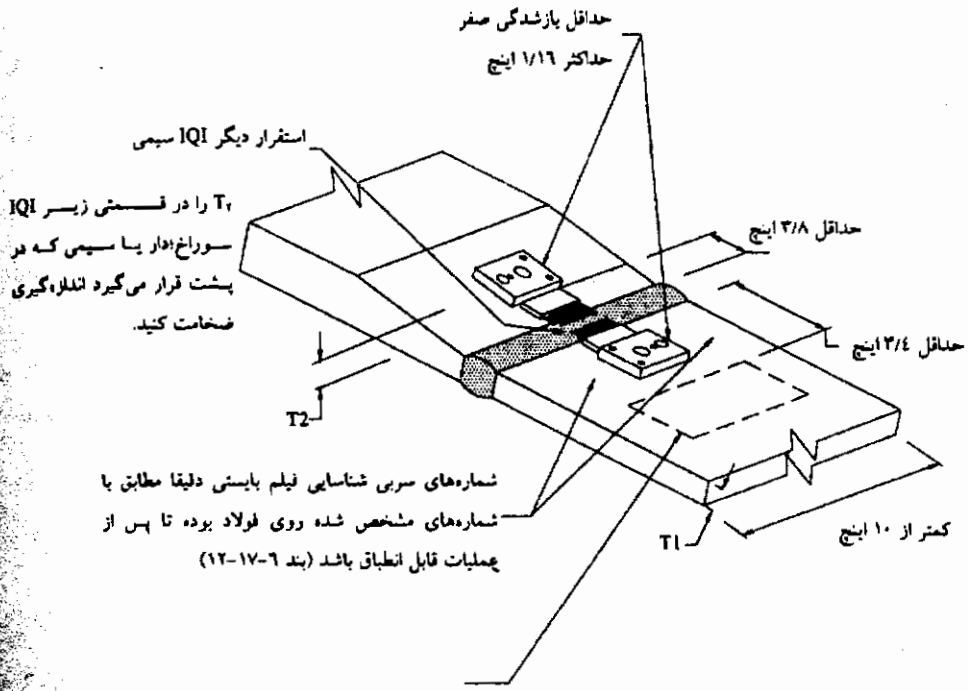
۶-۱۹-۲- گزارش‌ها. قبل از انجام پرتونگاری تمام فیلم‌های قبلی شامل فیلم‌هایی که در آن‌ها عیوب غیرقابل قبول قبل از تعمیر مشاهده شده‌است، همراه با یک گزارش تفسیری بایستی جهت بررسی بازرس از طرف پیمانکار ارایه شود.

۶-۱۹-۳- محافظت از گزارش‌ها. در اتمام کار، یک مجموعه از تمام فیلم‌های پرتونگاری شامل تمام فیلم‌هایی که در آن‌ها عیوب غیرقابل قبول قبل از تعمیر مشاهده شده‌است بایستی

به کارفرما تحویل گردد. مسؤولیت محافظت پیمانکار زمانی خاتمه می‌یابد که:

۱- کل این مجموعه را به کارفرما تحویل دهد.

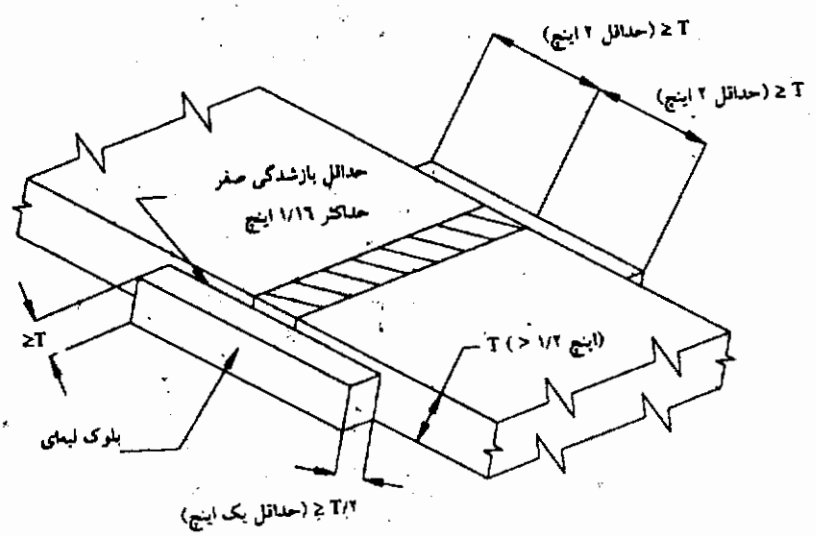
۲- یک‌سال پس از اتمام کار پیمانکار با اعلام کتبی به کارفرما.



اینچ	۳/۸	۳/٤	۱۰
میلی‌متر	۱۰	۱۹	۲۵۵

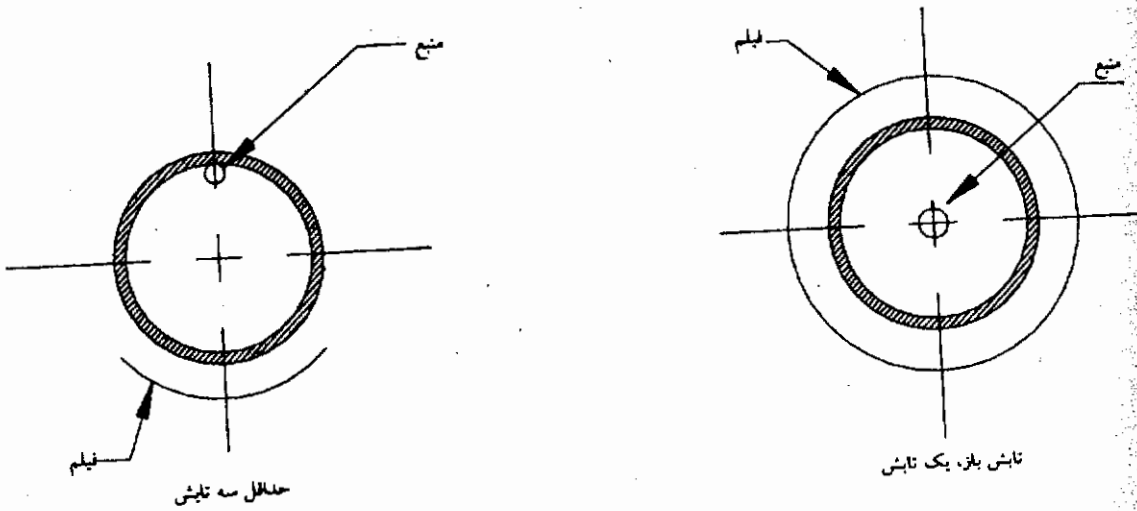
تذکر: استقرار دیگر IQI در سمت منبع فقط برای اعضای قوطی شکل کاربرد داشته و در سایر موارد منوط به تأیید مهندس طراح است.

شکل ٦-۱٤- شناسایی فیلم پرتونگاری و موقعیت استقرار IQI های نوع سوراخ‌دار یا سیمی در اتصالات انتقالی با طول کمتر از ۱۰ اینچ (۲۵۵ میلی‌متر) (بند ٦-۱۷-۷)

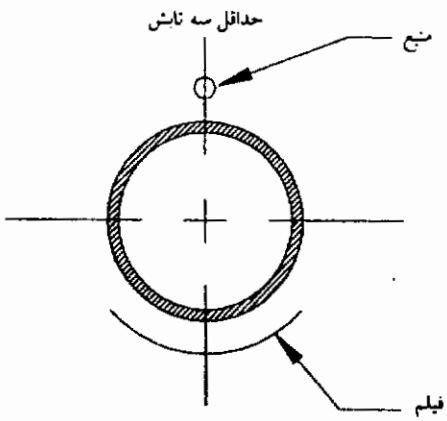


تذکر: T = حداکثر ضخامت جوش در اتصال

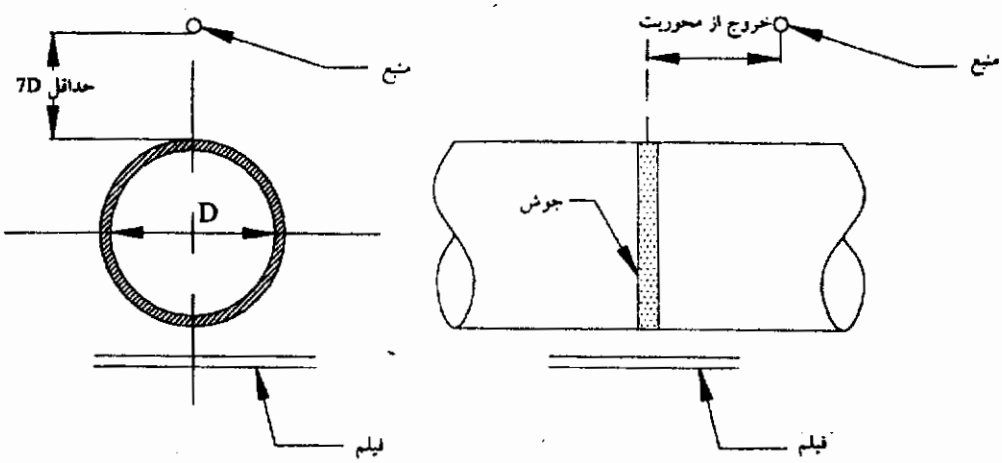
شکل ٦-١٥- قطعات لبه‌ای پرتوتگاری (بند ٦-١٧-١٣)



شکل ٦-١٦- تابش تک‌جداره/ مشاهده تک‌جداره (بند ٦-١٨-١-١)

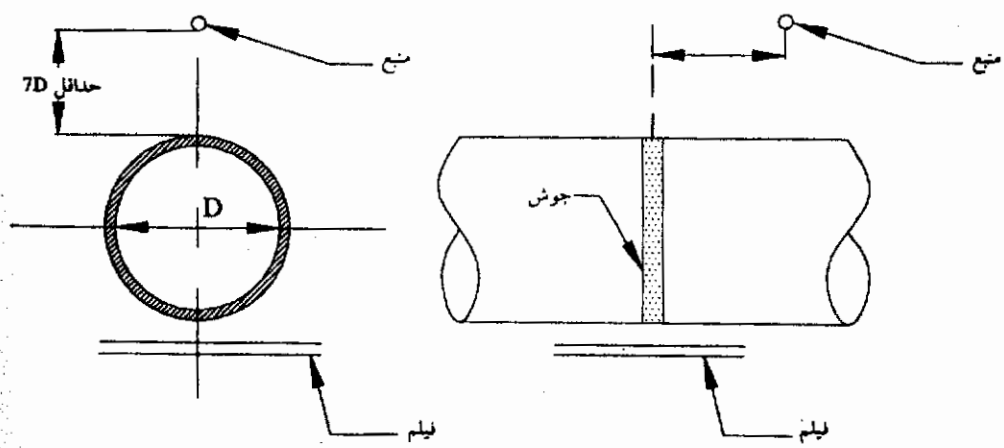


شکل ٦-١٧- تابش دوجداره/ مشاهده تک‌جداره (بند ٦-١٨-١-٢)



شکل ٦-١٨- تابش دوجداره/ مشاهده دوجداره (بیضوی)، حداقل احتیاج به دو تابش است.

(بند ٦-١٨-١-٣)



شکل ٦-١٩- تابش دوجداره/ مشاهده دوجداره، حداقل احتیاج به سه تابش است.

(بند ٦-١٨-١-٣)

بخش ج- آزمایش ماوراء صوت جوش‌های شیاری

٦-۲۰- مشخصات عمومی

٦-۲۰-۱- روش‌ها و آیین‌نامه‌ها. اگر انجام آزمایش ماوراء صوت مطابق بند ٦-١٤ لازم باشد، روش‌ها و آیین‌نامه‌هایی که در این بخش از آیین‌نامه ارایه شده‌است برای آزمایش ماوراء صوت جوش‌های شیاری و ناحیه متأثر از جوش از ضخامت ٥/١٦ اینچ (٨ میلی‌متر) تا ٨ اینچ (٢٠٣ میلی‌متر) کاربرد دارد. این روش‌ها و آیین‌نامه‌ها برای آزمایش لوله به لوله و اتصالات T، Y و K شکل کاربرد ندارد.

٦-۲۰-۲- تغییرات. با تأیید مهندس طراح تغییرات در روش انجام آزمایش، تجهیزات و استاندارد قبولی نسبت به آنچه در این بخش از آیین‌نامه ارایه شده مجاز است. این تغییرات شامل ضخامت‌های دیگر، ساختار جوش، ابعاد جستجوگر، فرکانس‌ها، مایع واسط، سطوح رنگی، روش‌های آزمایش و غیره می‌باشد. این تغییرات تصویب‌شده بایستی در گزارش‌های قرارداد، ارایه شود.

٦-۲۰-۳- تخلخل لوله‌ای. در جوشکاری سرباره الکتریکی و گاز الکتریکی، به منظور تشخیص تخلخل لوله‌ای استفاده از آزمایش پرتونگاری به عنوان مکمل آزمایش ماوراء صوت پیشنهاد می‌شود.

٦-۲۰-٤- فلز پایه. به‌کارگیری این روش‌ها جهت آزمایش‌های خرید فلز پایه مورد تمایل آیین‌نامه نمی‌باشد. گرچه بایستی عدم پیوستگی‌های مرتبط با جوشکاری (ترک، شکست لایه‌ای، تورق و غیره) در فلز پایه مجاور جوش، که مطابق الزامات این آیین‌نامه قابل قبول نمی‌باشد جهت اطلاع مهندس طراح گزارش شود.

٦-۲۱- الزامات تأیید صلاحیت

به منظور برآورده ساختن الزامات بند ٦-١٤-٨ بازرس آزمایش ماوراءصوت بایستی تحت آزمون مشخص و عملی براساس الزامات این آیین‌نامه قرار گیرد. این آزمون بایستی توانایی بازرس را در به‌کارگیری الزامات این آیین‌نامه در تشخیص عدم پیوستگی‌ها نشان دهد.

۶-۲۲- تجهیزات ماوراءصوت

۶-۲۲-۱- الزامات تجهیزات. دستگاه ماوراءصوت بایستی از نوع ضربانی بوده و جهت استفاده با جستجوگرهای با فرکانس بین یک تا ۶ مگاهرتز مناسب باشد. نمایش بایستی از نوع "A" نمایش اصلاح شده ترسیمی باشد.

۶-۲۲-۲- خطی بودن محور افقی. خطی بودن محور افقی دستگاه بایستی برای کل مسیر صوت مورد استفاده، مطابق بند ۶-۳۰-۱ تأیید صلاحیت گردد.

۶-۲۲-۳- الزامات دستگاه‌های آزمایش. دستگاه آزمایش بایستی دارای پایدارکننده داخلی بوده به طوری که پس از گرم شدن و در صورت استفاده از باطری در طول شارژ باطری با توجه به تغییر اسمی ۱۵ درصد در ولتاژ ورودی حداکثر تغییرات بازتاب دستگاه در حد ±۱ دسی‌بل باشد. بایستی بر روی دستگاه ابزاری جهت هشدار دادن افت ولتاژ باطری قبل از خاموش شدن دستگاه وجود داشته باشد.

۶-۲۲-۴- کالیبراسیون دستگاه آزمایش. دستگاه آزمایش بایستی مجهز به تنظیم کنترل بهره کالیبره شده با گام ۱ تا ۲ دسی بل در محدودهٔ حداقل ۶۰ دسی‌بل باشد.

۶-۲۲-۵- محدوده نمایش. محدودهٔ دینامیکی نمایشگر دستگاه بایستی به گونه‌ای باشد که یک تغییر شدت در حد یک دسی بل براحتی قابل تشخیص باشد.

۶-۲۲-۶- جستجوگرهای موج مستقیم (موج طولی). جستجوگرهای موج مستقیم (موج طولی) بایستی دارای سطح فعال حداقل ۱/۲ اینچ مربع (۳۲۳ میلی‌متر مربع) و حداکثر ۱ اینچ مربع (۶۴۵ میلی‌متر مربع) باشد. جستجوگر بایستی مستطیل یا گرد باشد. جستجوگرها بایستی قابلیت تفکیک سه بازتاب را مطابق بند ۶-۲۹-۱-۳ دارا باشد.

۶-۲۲-۷- جستجوگرهای موج زاویه‌ای. جستجوگرهای موج زاویه‌ای بایستی شامل یک مبدل و یک گوه زاویه‌ای بوده که می‌تواند به صورت دو واحد جداگانه و یا یک واحد کامل باشد.

۶-۲۲-۷-۱- فرکانس. فرکانس جستجوگر بایستی بین ۲ تا ۲/۵ مگاهرتز باشد.

۶-۲۲-۷-۲- ابعاد جستجوگرها. کریستال جستجوگرها بایستی به شکل مربع یا مستطیل بوده

و پهنای آن می‌تواند بین ۵/۸ اینچ تا یک اینچ (۱۶ تا ۲۵ میلی‌متر) و ارتفاع آن از ۵/۸ اینچ تا ۱۳/۱۶ اینچ (۱۶ تا ۲۱ میلی‌متر) متغیر باشد (به شکل ٦-۲۰ مراجعه شود). حداکثر نسبت پهنا به ارتفاع بایستی ۱ تا ۱/۲ بوده و حداقل نسبت پهنا به ارتفاع بایستی ۱/۰ تا ۱/۰ باشد.

٦-۲۲-۷-۳- زوایا. جستجوگرها بایستی قابلیت ایجاد موج با زوایای ۷۰، ٦۰ و ٤۵ درجه با رواداری مثبت و منفی ۲ درجه مطابق بند ٦-۲۹-۲-۲ در مواد مورد آزمایش را دارا باشند.

٦-۲۲-۷-٤- نقطه شاخص. بر روی جستجوگرها بایستی به روشنی فرکانس، زاویه اسمی ارسال و نقطه شاخص مشخص شده باشد. تعیین موقعیت نقطه شاخص مطابق بند ٦-۲۹-۲-۱ است.

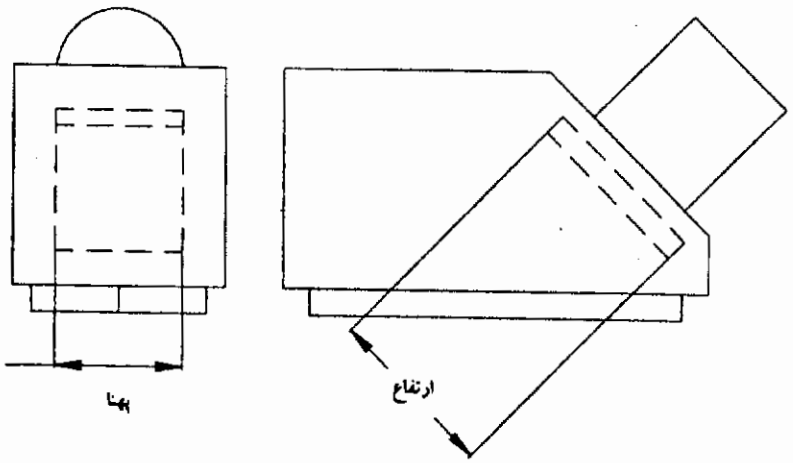
٦-۲۲-۷-۵- بازتاب‌های داخلی. حداکثر مقدار مجاز بازتاب‌های داخلی در جستجوگر مطابق بند ٦-۲٤-۳ می‌باشد.

٦-۲۲-۷-٦- فاصله لبه‌ای. ابعاد جستجوگر بایستی به گونه‌ای باشد که فاصله نقطه شاخص تا لبه جستجوگر از ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) بیشتر نشود.

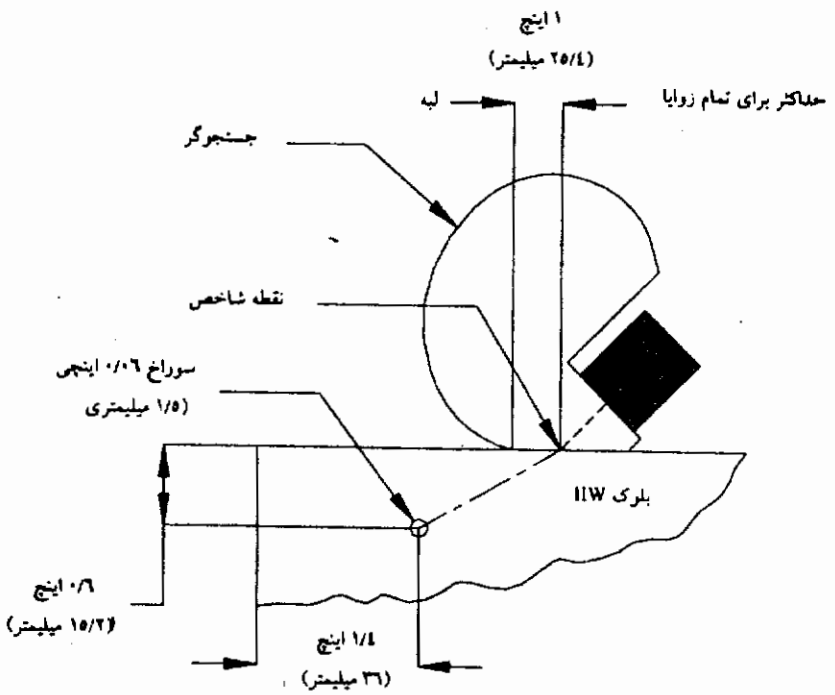
٦-۲۲-۷-۷- قطعه استاندارد IIW. روش تأیید صلاحیت با استفاده از قطعه مرجع IIW بایستی مطابق بند ٦-۲۹-۲-٦ و شکل ٦-۲۱ باشد.

٦-۲۳- قطعات استاندارد مرجع

٦-۲۳-۱- قطعه استاندارد IIW. جهت کالیبراسیون فاصله و حساسیت بایستی از قطعه مرجع ماوراءصوت مؤسسه بین‌المللی جوشکاری (IIW) مطابق شکل ٦-۲۲ استفاده شود. از قطعات دیگر نیز می‌توان استفاده نمود به شرط آنکه حساسیت مرجع ترکیبی دستگاه آزمایش و جستجوگر با آنچه که از قطعه استاندارد IIW به دست می‌آید معادل باشد. (برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.)



شکل ٦-٢٠- کریستال جستجوگر (بند ٦-٢٢-٧-٢)



شکل ٦-٢١- روش تعیین صلاحیت جستجوگر با استفاده از قطعه مرجع IIW (بند ٦-٢٢-٧-٢)

٦-٢٣-٢- بازتاب‌های ممنوع. استفاده از یک بازتاب «کنج» جهت کالیبراسیون ممنوع است.

٦-٢٣-٣- الزامات تفکیک‌پذیری. ترکیب دستگاه و جستجوگر بایستی قابلیت تفکیک
سوراخ در قطعه استاندارد آزمایش تفکیک پذیری EC مطابق شکل ٦-٢٣ را دارا باشد.

موقعیت قرارگیری جستجوگر در بند ٦-۲۹-۲-۵ ارائه شده است. تفکیک پذیری بایستی با استفاده از قرار دادن دستگاه در وضعیت معمولی آزمایش و دریافت علائم از سوراخ تا ارتفاع نصف صفحه نمایشگر ارزیابی گردد. تفکیک پذیری بایستی برای تشخیص علائم دریافتی از سه سوراخ کافی باشد.

٦-۲٤- تایید صلاحیت تجهیزات

٦-۲٤-۱- خطی بودن محور افقی. خطی بودن محور افقی دستگاه آزمایش، بایستی پس از هر ٤٠ ساعت استفاده از دستگاه مجددا مورد تأیید صلاحیت قرار گیرد. روش تأیید صلاحیت مطابق بند ٦-۳۰-۱ می‌باشد. (برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.)

٦-۲٤-۲- کنترل بهره. کنترل بهره دستگاه بایستی مطابق الزمات بند ٦-۲۲-٤ بوده و بایستی به منظور کالیبراسیون صحیح هر دو ماه مطابق بند ٦-۳۰-۲ کنترل شود. از سایر روش‌ها جهت تأیید صلاحیت کنترل بهره به شرطی که حداقل معادل بند ٦-۳۰-۲ باشد، می‌توان استفاده نمود.

٦-۲٤-۳- بازتاب‌های داخلی. حداکثر بازتاب‌های داخلی جستجوگر بایستی هر ٤٠ ساعت استفاده مطابق بند ٦-۳۰-۳ مورد بررسی قرار گیرد.

٦-۲٤-٤- کالیبراسیون جستجوگرهای زاویه‌ای. پس از هر ۸ ساعت استفاده از جستجوگرهای زاویه‌ای، بایستی با استفاده از قطعات مورد تأیید کالیبراسیون مورد بازرسی قرار گرفته تا از تخت بودن سطح تماس، صحت نقطه ورود امواج و زاویه خروج موج در حد رواداری مثبت و منفی ۲ درجه مطابق بندهای ٦-۲۹-۲-۱ و ٦-۲۹-۲-۲ اطمینان حاصل شود. جستجوگرهایی که مطابق این الزمات نباشد بایستی اصلاح شده یا جایگزین گردد.

٦-۲۵- کالیبراسیون برای آزمایش

٦-۲۵-۱- تنظیم کنترل مردودی. تمام عملیات کالیبراسیون و آزمایش‌ها بایستی در وضعیت خاموش کنترل مردودی انجام شود. استفاده از کنترل مردودی می‌تواند در خطی بودن شدت

دستگاه ایجاد تغییرات نموده و نتایج آزمایش را برهم بزند.

۶-۲۵-۲- فناوری. قبل از آزمایش هر جوش بایستی کالیبراسیون حساسیت و فاصله افقی توسط بازرس ماوراءصوت انجام گردد.

۶-۲۵-۳- کالیبراسیون مجدد. پس از تغییر فرد بازرس و یا حداکثر هر ۳۰ دقیقه یک بار در طول آزمایش و یا هرگونه اشکال در اتصال الکتریکی دستگاه تحت شرایط زیر بایستی، دستگاه مجددا کالیبره گردد:

۱- تغییر جستجوگر ۲- تغییر باطری

۳- تغییرات الکتریکی در خروجی ٤- تغییر در کابل

۵- خاموشی دستگاه

۶-۲۵-٤- آزمایش فلز پایه با استفاده از موج مستقیم. کالیبراسیون برای آزمایش فلز پایه با موج مستقیم بایستی با قراردادن جستجوگر در سطح A فلز پایه و طی مراحل زیر انجام گردد:

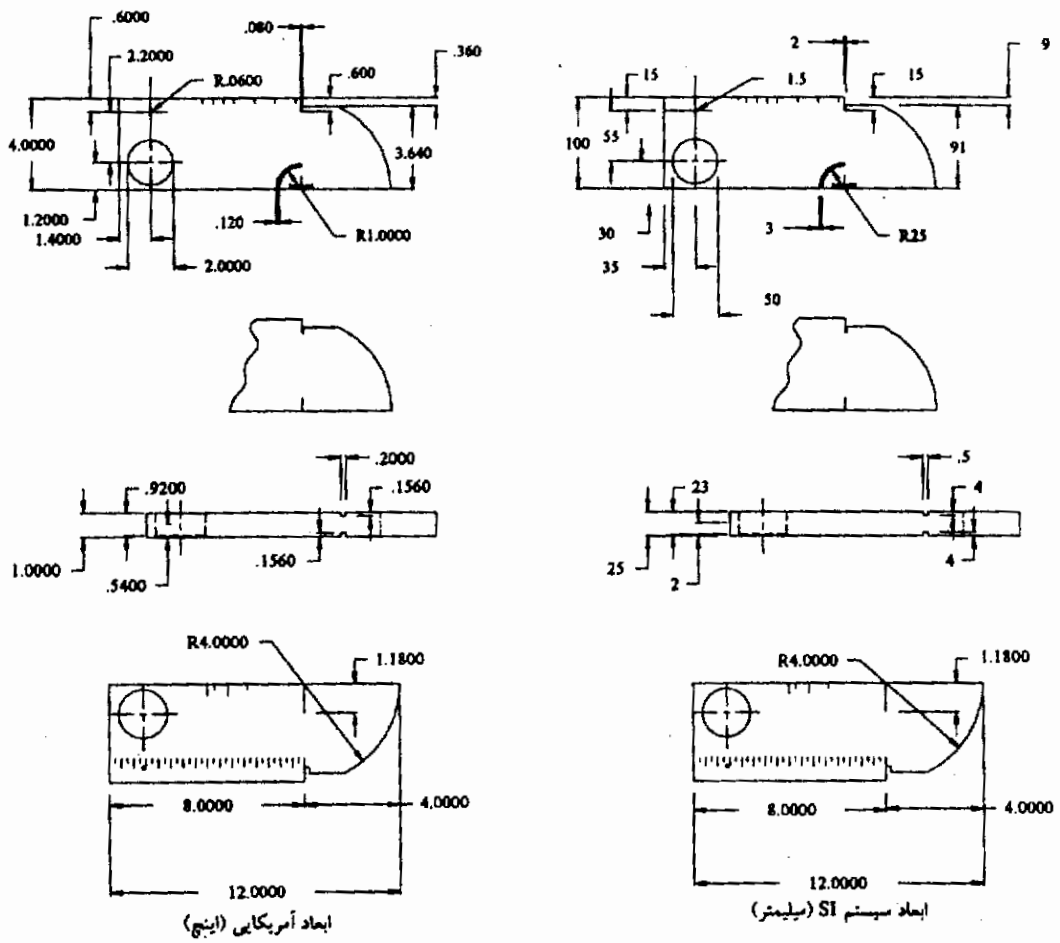
۶-۲۵-٤-۱- مقیاس. مقیاس افقی بایستی برای کالیبراسیون فاصله تنظیم‌شده تا بر روی صفحه نمایش حداقل تعداد دو ضخامت ورق را نشان دهد.

۶-۲۵-٤-۲- حساسیت. حساسیت بایستی در موقعیتی که عاری از هرگونه علائم باشد، تنظیم شود، به گونه‌ای که اولین انعکاس از سمت پشت ورق ۵۰ تا ۷۵ درصد ارتفاع کل صفحه نمایش باشد.

۶-۲۵-۵- کالیبراسیون آزمایش با استفاده از جستجوگر زاویه‌ای. کالیبراسیون آزمایش با استفاده از جستجوگر زاویه‌ای بایستی به صورت زیر اجرا شود (به ضمیمه ی به عنوان روش دیگر مراجعه شود) :

۶-۲۵-۵-۱- مقیاس افقی. مقیاس افقی بایستی به گونه‌ای تنظیم شود که نشان‌دهنده فاصله مسیر صوت با استفاده از قطعه استاندارد IIW و یا سایر قطعات مطابق بند ۶-۲۳-۱ باشد. کالیبراسیون فاصله بر روی نمایشگر بایستی با استفاده از مقیاس ۵ اینچ (۱۳۰ میلی‌متر) یا ۱۰ اینچ (۲۵۵ میلی‌متر) هر کدام که مناسب‌تر است، انجام شود. اگر بهرحال، ساختار اتصال و یا ضخامت اجازه آزمایش کامل جوش را در هر دو این وضعیت تنظیم ندهد، در این صورت

باید با استفاده از مقیاس ۱۵ یا ۲۰ اینچ (۳۸۰ یا ۵۱۰ میلی‌متر) انجام شود. موقعیت قرارگیری جستجوگر در بند ٦-۲۹-۲-۳ ارایه شده‌است.



ابعاد آمریکایی (اینچ)

ابعاد سیستم SI (میلیمتر)

تذکرات:

۱- رواداری ابعادی تمام سطوح چه در مراجع و چه در کالیبراسیون بایستی در حد ۰/۰۰۵± اینچ (۰/۱۳ میلی‌متر) باشد.

۲- زبری سطح درخصوص سطوحی که صوت به آن اعمال شده و یا از آن بازتاب می‌شود بایستی حداکثر در حد ۱۲۵ میکروانچ باشد.

۳- مواد بایستی مطابق ASTM A36 و یا معادل باشد.

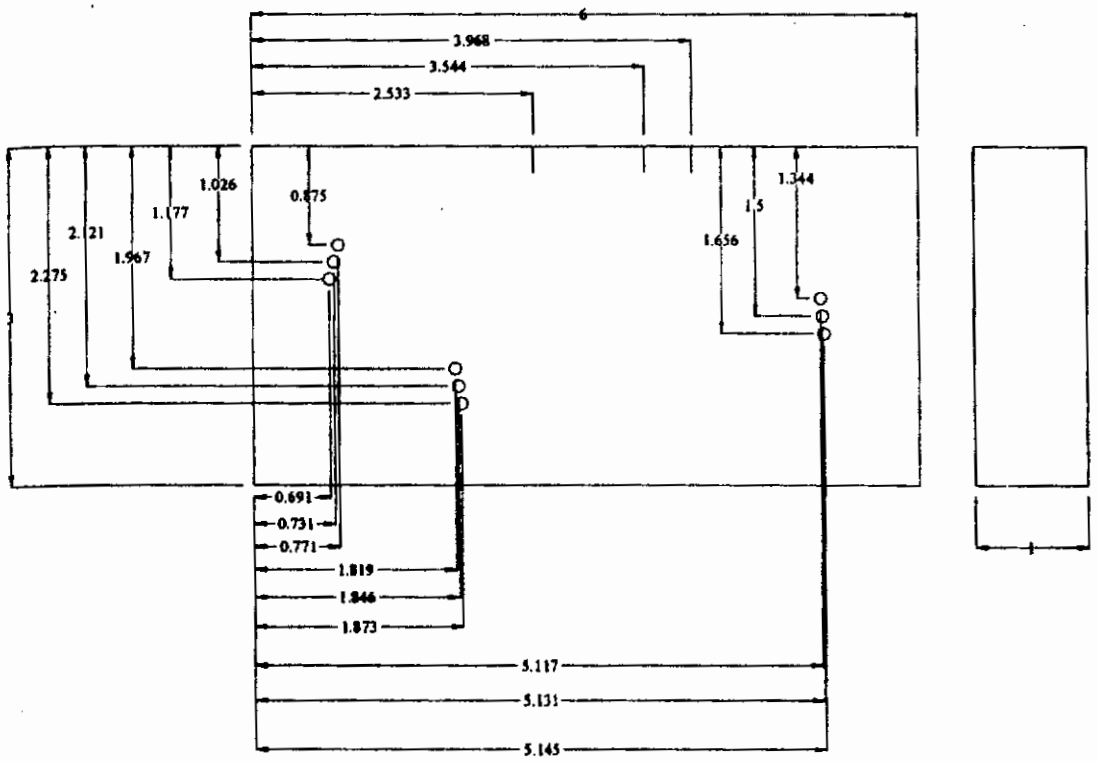
٤- تمام سوراخ‌ها بایستی دارای سطح نرم و کاملا ۹۰ درجه نسبت به سطوح جانبی سوراخ شود.

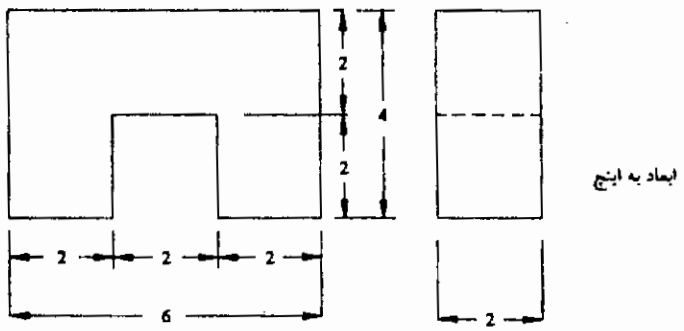
۵- بایستی خطوط اندازه و علائم شناسایی بر روی سطح بخوبی مشخص شده باشد.

٦- استفاده از سایر قطعات مرجع با ابعاد متفاوت و شیارهای متفاوت جهت کالیبراسیون فاصله مجاز می‌باشد.(مراجعه به ضمیمه ی)

۷- این تذکرات برای تمام اشکال ٦-۲۲ و ٦-۲۳ نیز کاربرد دارد.

شکل ٦-۲۲- قطعات مرجع ماوراء صوت انجمن بین‌المللی جوشکاری (IIW) (بند ٦-۲۳-۱)



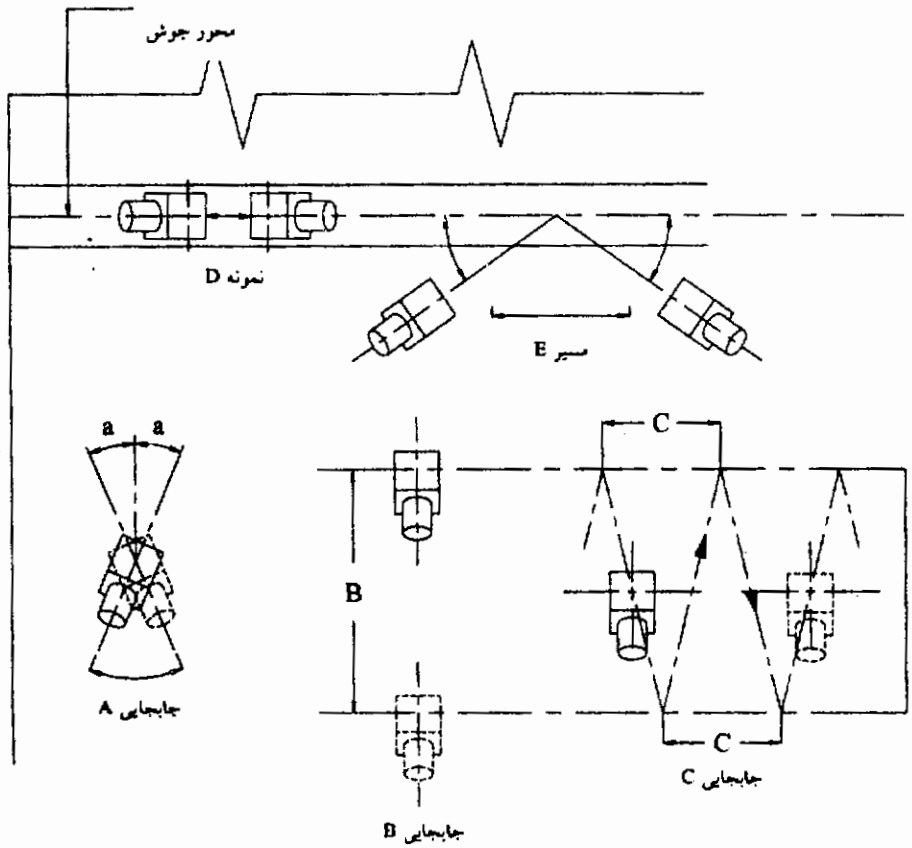


شکل ٦-۲۳- قطعات تعیین صلاحیت (بند ٦-۲۳-۳)

٦-۲۵-۵-۲- سطح مرجع صفر. حساسیت سطح مرجع صفر جهت ارزیابی ترک‌ها ("b" در گزارش آزمایش ماوراء صوت) بدین روش به دست می‌آید که کنترل بهره مطابق الزامات بند ٦-۲۲ به گونه‌ای تنظیم شود که حداکثر علامت افقی در نمایشگر ظاهر شود، مطابق بند ٦-۲۹-۲-٤. (به ضمیمه هفت مراجعه شود)

۶-۲۶- روش‌های انجام آزمایش

۶-۲۶-۱- خط "X". به موازات محور جوش یک خط به نام خط "X" جهت تعیین موقعیت ترک‌ها بایستی روی قطعه جوشی ترسیم شود. اندازه‌گیری‌های فاصله عمود از محور جوش بر مبنای این خط اندازه‌گیری شده که بر مبنای ابعاد شکل جزئیات اتصال برای جوش‌های اتصالات لب‌به‌لب در محور مرکزی اتصال و برای اتصالات سه پری و کنج در سطح نزدیک اتصال قرار می‌گیرد. (سطح مقابل سطح C).



تذکرات:

۱- همه الگوهای آزمایش نسبت به محور جوش متقارن هستند، به جز الگوی D که مستقیما بر روی محورجوش قرار می‌گیرد.

۲- در صورت امکان، آزمایش بایستی از دو طرف محور جوش انجام شود.

شکل ۶-۲۴- الگوهای بررسی آزمایش ماوراء صوت (بند ۶-۳۲)

۶-۲۶-۲- خط "Y". یک خط "Y" به همراه شماره شناسایی جوش بایستی به روشنی در کنار جوش مورد آزمایش ماوراء صوت بر روی فلز پایه ترسیم شود. این علامت‌گذاری برای منظورهای زیر کاربرد دارد:

۱- شناسایی جوش

۲- شناسایی سطح A

۳- اندازه‌گیری فاصله و جهت (+ یا -) از خط "X"

٤- اندازه‌گیری موقعیت از ابتدا یا انتهای جوش.

۶-۲۶-۳- تمیزی سطح. تمام سطوحی که جستجوگر بر روی آن‌ها حرکت می‌کند بایستی عاری از جرقه‌های جوش، کثیفی، روغن، (به غیر از مایع واسط)، رنگ بوده و دارای محیطی باشد که استفاده از ماده واسط امکان‌پذیر باشد.

۶-۲۶-٤- ماده واسط. از یک ماده واسط بین جستجوگر و قطعه مورد آزمایش بایستی استفاده شود. ماده واسط بایستی گلیسرین، چسب سلولزی و یا مواد مناسب دیگر با پایه آبی باشد. در قطعات کالیبراسیون می‌توان از روغن موتور سبک استفاده نمود.

۶-۲۶-۵- گستره آزمایش. تمام سطح فلز پایه که از آن برای آزمایش جوش، موج صوتی عبور می‌کند بایستی با استفاده از یک جستجوگر موج مستقیم مطابق بند ۶-۲۲-۶ برای عیوب ورقه‌ای مورد بازرسی قرار گیرد که بایستی مطابق بند ۶-۲۵-٤ کالیبره شده باشد. اگر در هر ناحیه‌ای از فلز پایه بازتاب پشتی دریافت نشود و یا یک علامت برابر یا بزرگ‌تر از ارتفاع بازتاب پشتی اصلی نمایان شود، در این صورت اندازه، موقعیت و عمق آن از سطح A بایستی تعیین شده و در گزارش آزمایش ماوراء صوت ارایه گردد و از روش دیگری جهت بررسی جوش استفاده شود.

۶-۲۶-۵-۱- اندازه بازتاب. روش ارزیابی بازتاب بایستی مطابق با بند ۶-۳۱-۱ باشد.

۶-۲۶-۵-۲- عدم دسترسی. اگر قسمتی از جوش جهت انجام آزمایش مطابق الزامات جدول ۶-۶ غیرقابل دسترس باشد، با توجه به گزارش تورق مطابق بند ۶-۲۵-۵، آزمایش بایستی با استفاده از یک روش و یا روش‌های بیشتر دیگری جهت بررسی کامل جوش مطابق زیر انجام شود:

۱- سطح جوش بایستی مطابق با بند ۵-۲٤-٤-۱ هموار و همتراز گردد.

۲- آزمایش بایستی از سطوح A و B انجام شود.

۳- بایستی از سایر جستجوگرهای زاویه‌ای استفاده شود.

٦-۲٦-٦- آزمایش جوش. جوش‌ها بایستی با استفاده از یک جستجوگر زاویه‌ای مطابق الزامات بند ٦-۲۲-۷ با زاویه مطابق جدول ٦-٦ و با یک دستگاه آزمایش که مطابق بند ٦-۲۵-۵ کالیبره شده باشد، آزمایش شوند. پس از کالیبراسیون و در حین انجام آزمایش، تنها تنظیم مجاز دستگاه، تنظیم سطح حساسیت می‌باشد. کنترل مردودی بایستی در وضعیت خاموش باشد. جهت بررسی جوش، سطح حساسیت بایستی مطابق با جداول ٦-۲ یا ٦-۳ هر کدام که کاربرد دارند، از سطح مرجع افزایش یابد.

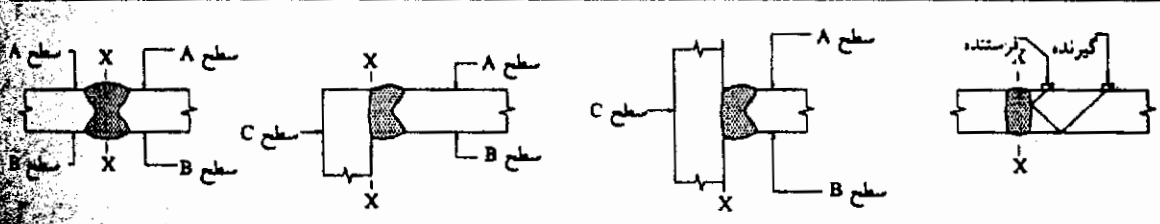
٦-۲٦-٦-۱- بررسی. زاویه آزمایش و روش بررسی بایستی مطابق با آنچه در جدول ٦-٦ نشان داده شده‌است، باشد.

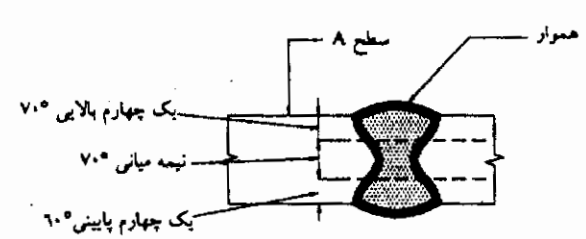
٦-۲٦-٦-۲- اتصالات لب‌به‌لب. تمام جوش‌های لب‌به‌لب بایستی از هر دو طرف محور جوش مورد آزمایش قرار گیرد. تمام جوش‌های گوشه یا سه پری بایستی فقط از یک سمت مورد آزمایش قرار گیرد. تمام جوش‌ها بایستی با استفاده از الگوهای بررسی قابل کاربرد شکل ٦-۲٤ مورد آزمایش قرار گرفته تا هر دو نوع عدم پیوستگی‌های طولی و عرضی قابل تشخیص باشد. هدف آن است که از تمام حجم جوش و ناحیه متأثر از حرارت، از دو جهت متقاطع موج صوت عبور کرده باشد، تا تمام جوش آزمایش شود.

٦-۲٦-٦-۳- حداکثر بازتاب. وقتی که یک بازتاب ناشی از وجود عدم پیوستگی در صفحه نمایشگر نمایان می‌شود، حداکثر بازتاب قابل حصول از عدم پیوستگی بایستی تنظیم شده تا یک بازتاب سطح مرجع افقی در نمایشگر ایجاد شود. این تنظیم بایستی با استفاده از کنترل بهره انجام شود و قرائت میزان دسی بل دستگاه بایستی به عنوان "سطح بازتاب a" برای محاسبه "نرخ بازتاب d" مورد استفاده قرار گیرد، مطابق آنچه در گزارش آزمایش نشان داده می‌شود.(به ضمیمه هفت مراجعه شود)

جدول ۶-۶- زاویه آزمایش (بند ۶-۲۶-۵-۲)

نمودار روش																					
ضخامت قطعه به اینچ (میلی‌متر)																					
نوع جوش	۵/۱۶ (۸/۰) تا ۱-۱/۲ (۳۸/۱)		>۱-۱/۲ تا ۱-۳/۴ (۴۴/۵)		>۱-۳/۴ تا ۲-۱/۲ (۶۳/۵)		>۲-۱/۲ تا ۳-۱/۲ (۸۸/۹)		>۳-۱/۲ تا ۴-۱/۲ (۱۱۴/۳)		>۴-۱/۲ تا ۵ (۱۲۷/۰)		>۵ تا ۶-۱/۲ (۱۶۵/۱)		>۶-۱/۲ تا ۷ (۱۷۷/۸)		>۷ تا ۸ (۲۰۳)			
	•		•		•		•		•		•		•		•		•			
لب‌به‌لب	۱	O	۱	F	۱G یا ۴	F	۱G یا ۵	F	۶ یا ۷	F	۸ یا ۱۰	F	۹ یا ۱۱	F	۱۲ یا ۱۳	F	۱۲	F		
سه پری	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	-	F یا XF		-
کنج	۱	O	۱ ۰	F یا XF	۱G یا ۴	F یا XF	۱G یا ۵	F یا XF	۶ یا ۷	F یا XF	۸ یا ۱۰	F یا XF	۹ یا ۱۱	F یا XF	۱۳ یا ۱۴	F یا XF	-	F یا XF		-
گاز الکتریکی و سرباره الکتریکی	۱	O	۱	O	۱G یا ۴	۱**	۱G یا ۳	P۱ یا P۳	۶ یا ۷	P۳	۱۱ یا ۱۵	P۳	۱۱ یا ۱۵	P۳	۱۱ یا ۱۵	P۳	۱۱ یا ۱۵**	P۳		





تذکرات:

۱- در صورت امکان تمام آزمایش‌ها بایستی از سطح A و با ساق اول انجام شود، در غیر این صورت مطابق جدول [illegible] شود.

۲- ناحیه ریشه اتصالات لب‌به‌لب با پشت‌بند با شیار یک طرفه که برداشتن پشت‌بند در مدارک قرارداد الزامی نیست، بایستی با ساق اول انجام شود، در صورت امکان با سطح A که مخالف پشت‌بند می‌باشد (برای بررسی کل جوش ممکن است سنگ زنی سطح جوش و یا انجام آزمایش اضافه از سطوح دیگر، لازم باشد)

۳- انجام آزمایش با ساق دوم یا سوم فقط برای برآورده نمودن الزامات این جدول یا در صورت عدم دسترسی به جوش، و یا برخورد به سایر نقاط جوش و یا پیروی از الزامات ۶-۲۶-۶-۲، انجام می‌شود.

٤- حداکثر از ساق سوم فقط در مواردی باید استفاده نمود که به دلیل هندسه و یا ضخامت اتصال انجام آزمایش با ساق اول یا دوم جهت بررسی کل جوش و ناحیه متأثر از جوش امکان‌پذیر نباشد.

۵- در جوش‌های کششی در سازه‌های تحت بار گذاری سیکلی، یک چهارم بالایی ضخامت بایستی با استفاده از ساق نهایی صوت عبوری از سطح B به سمت سطح A مورد آزمایش قرار گیرد و یک چهارم پایین ضخامت بایستی با استفاده از ساق نهایی صوت عبوری از سطح A به سمت B آزمایش شود همچنین، یک چهارم بالایی ضخامت بایستی با استفاده از ساق دوم از سطح A و یا ساق اول از سطح B به انتخاب پیمانکار مورد آزمایش قرار گیرد، مگر آنکه در مدارک قرارداد طور دیگری قید شده باشد.

٦- سطح جوش بایستی قبل از استفاده از روش‌های 14,12,9,8,6,1G یا ۱۵ همتراز شود. سطح A برای هر دو عضو متصل بایستی در یک صفحه باشد.

تعریف:

X- از سطح "C" کنترل شود.

G- سطح جوش همتراز شود.

O- الزامی نیست.

سطح A- سطحی از قطعه که اولین بررسی از آن صورت می‌گیرد (در اتصالات کنج و سه پری مطابق شکل)

سطح B- مخالف سطح A (همان صفحه)

سطح C- سطح مخالف جوش در اتصال سه پری یا کنج

* فقط زمانی لازم است که در جستجوی با سطح بررسی انتخابی از ستون اول، بازتاب ارتفاعی مرجع عدم پیوستگی در ناحیه اتصال فلز جوش و فلز پایه مشاهده شود.

** از کالیبراسیون فاصله ۱۵ اینچ (۳۸۰ میلی‌متر) یا ۲۰ اینچ (۵۱۰ میلی‌متر) استفاده شود.

P- از روش فرستنده و گیرنده برای بررسی بیشتر عدم پیوستگی‌های نیمه میانی ضخامت مواد استفاده می‌شود که فقط با استفاده از جستجوگرهای با زوایه ٤۵ یا ۷۰ درجه با مشخصات یکسان انجام می‌شود. کالیبراسیون بزرگی معمولا برای یک جستجوگر انجام می‌شود. وقتی از دو جستجوگر استفاده می‌شود، بایستی اطمینان حاصل شود که به دلیل متغیرهای دستگاه، تغییری در کالیبراسیون اتفاق نمی‌افتد.

F- علائم ناحیه اتصال فلز جوش به فلز پایه بایستی با استفاده از جستجوگر با زاویه ۷۰، ٦۰ یا ٤۵ درجه مورد بررسی بیشتر قرار گیرد. هر کدام که مسیر صورت نسبت به سطح عدم ذوب مورد انتظار به عمود نزدیک‌تر باشد.

تعریف روش

سطح ضخامت جوش			
شماره	یک چهارم بالا	نیمه میانی	یک چهارم پایین
۱	۷۰°	۷۰°	۷۰°
۲	۶۰°	۶۰°	۶۰°
۳	۴۵°	۴۵°	۴۵°
۴	۶۰°	۷۰°	۷۰°
۵	۴۵°	۷۰°	۷۰°
۶	۷۰°GA	۷۰°	۶۰°
۷	۶۰°B	۷۰°	۶۰°
۸	۷۰°GA	۶۰°	۶۰°
۹	۷۰°GA	۶۰°	۴۵°
۱۰	۶۰°B	۶۰°	۶۰°
۱۱	۴۵°B	۷۰°**	۴۵°
۱۲	۷۰°GA	۴۵°	۷۰°GB
۱۳	۴۵°B	۴۵°	۴۵°
۱۴	۷۰°GA	۴۵°	۴۵°
۱۵	۷۰°GA	۷۵°AB	۷۰°GB

۶-۲۶-۶-۴- ضریب کاهش. "ضریب کاهش C" در گزارش آزمایش از تفریق ۱ اینچ (۲۵ میلی‌متر) از فاصله مسیر صوت و ضرب نتیجه حاصل در۲ به دست می‌آید. این ضریب بایستی به نزدیک‌ترین عدد صحیح دسی بل گرد شود. مقادیر اعشار کوچک‌تر از ۱/۲ دسی بل بایستی به عدد صحیح کوچک‌تر و اعشار بزرگ‌تر از ۱/۲ دسی بل بایستی به عدد صحیح بزرگ‌تر گرد شود.

۶-۲۶-۶-۵- نرخ بازتاب. "نرخ بازتاب ، d" در گزارش آزمایش ماوراء صوت (ضمیمه هفت)، نماینده اختلاف جبری بین سطح علامت و سطح مرجع با اعمال ضریب کاهش به دسی بل بوده که به شرح زیر محاسبه می‌شود:

دستگاه با بهره به دسی بل: $a-b-c = d$

دستگاه با کاهش به دسی بل: b-a-c = d

۶-۲۶-۷- طول عدم پیوستگی. طول عدم پیوستگی‌ها بایستی با استفاده از روش ارایه شده در بند ۶-۳۱-۲ تعیین گردد.

۶-۲۶-۸- معیار قبولی یا رد. عدم پیوستگی‌های جوش بایستی براساس نرخ بازتاب آن و طول عدم پیوستگی براساس جدول ۶-۲ برای سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی و جدول ۶-۳ برای سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی مورد ارزیابی قبولی یا مردودی قرار گیرد. فقط عدم پیوستگی‌های مردود لازم است که در گزارش آزمایش ارایه شود، به جز آن دسته از جوش‌هایی که در مدارک قرارداد به نام "شکست بحرانی" مشخص شده باشد، نرخ قبولی تا ۶ دسی‌بل از حداقل نرخ مردودی، بایستی در گزارش آزمایش ارایه گردد.

۶-۲۶-۹- شناسایی نواحی مردود. تمام عدم پیوستگی‌های مردود بایستی برای طول کامل عدم پیوستگی بر روی جوش علامت‌گذاری شود. عمق عدم پیوستگی و نیز نرخ علامت آن بایستی نزدیک آن بر روی فلز پایه نوشته شود.

۶-۲۶-۱۰- تعمیر. جوش‌هایی که با استفاده از آزمایش ماوراء صوت غیرقابل قبول شناخته می‌شود بایستی با استفاده از روش‌های مجاز بند ۵-۲۶ این آیین‌نامه تعمیر گردد. نواحی تحت تعمیر بایستی مجددا مورد آزمایش ماوراء صوت قرار گرفته و یا در گزارش اولیه ارایه شود و یا در فرم جدید گزارش گردد.

۶-۲۶-۱۱- گزارش‌های آزمایش مجدد. ارزیابی آزمایش مجدد نواحی تعمیرشده بایستی در یک خط جدید فرم گزارش ارایه شود. اگر از فرم اولیه گزارش استفاده می‌شود، با علائم R_1، R_2 و ... R_n بایستی مشخص گردد. اگر از فرم جدید گزارش استفاده می‌شود، شماره گزارش بایستی با حرف R شروع شود.

۶-۲۷- آزمایش ماوراء صوت اتصالات Y,T و K شکل اعضای قوطی شکل

الزامات آزمایش ماوراء صوت ارایه‌شده در این بخش بیان‌کننده آخرین دستاوردهای انجام

آزمایش سازه‌های اعضای قوطی شکل، خصوصا اتصالات Y,T و K شکل می‌باشد. در آموزش و ارایه گواهینامه به بازرسین آزمایش ماوراء صوت و نیز روش‌های تعیین صلاحیت و تایید بایستی توجه خاص شود به تعیین ارتفاع علائم طولی با اندازه (H) کمتر از ارتفاع موج (به شکل ٦-٨ مراجعه شود) که از دقت کمتری نسبت به تعیین طول برخوردار بوده، وقتی که علائم از محدوده مرزی موجب بیرون می‌افتد.

٦-٢٧-١- دستورالعمل. آزمایش ماوراءصوت بایستی مطابق با یک دستورالعمل نوشته شده که توسط یک فرد با صلاحیت SNT-TC-1A سطح سه، که در خصوص آزمایش ماوراءصوت قطعات قوطی شکل تجربه داشته باشد، تهیه و یا تأیید شده باشد.

دستورالعمل بایستی مطابق با الزامات این بخش و قسمت ج باشد، قبل از استفاده دستورالعمل محدوده قبولی بایستی به تأیید مهندس طراح برسد، پرسنل بازرسی بایستی مطابق بند ٦-٢٧ تأیید صلاحیت شوند. دستورالعمل بایستی حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

١- نوع ساختار اتصال جوشی مورد آزمایش (به عنوان مثال، محدوده قطر، ضخامت و زاویه محلی بین دو سطح). روش‌های سنتی معمولا محدود به قطر ٣/٤-١٢ اینچ (٣٢٥ میلی‌متر) و بزرگ‌تر و ضخامت ١/٢ اینچ (٢/٧ میلی‌متر) و بالاتر با زاویه محلی بین دو سطح ٣٠ درجه یا بزرگ‌تر می‌باشد. از فناوری خاص جهت آزمایش قطعات کوچک‌تر به شرط آن که مطابق آنچه ارایه گردید مورد تأیید صلاحیت قرار گیرد، می‌توان استفاده نمود.

٢- محدوده قبولی برای هر نوع و اندازه از جوش

٣- نوع یا انواع تجهیزات آزمایش ماوراءصوت (سازنده و مدل)

٤- اطلاعات مربوط به جستجوگر شامل فرکانس، اندازه و نوع شکل سطح، زاویه شعاع و نوع گوه استفاده شده در جستجوگرهای زاویه‌ای. از سایر جستجوگرهای با فرکانس تا مگاهرتز و اندازه تا ١/٤ اینچ (٦ میلی‌متر) نیز به شرط آن که مطابق آنچه ارایه گردید مورد تأیید صلاحیت قرار گیرد، می‌توان استفاده نمود.

٥- نوع ماده واسط و شرایط آماده‌سازی سطح

٦- نوع قطعات کالیبراسیون مرجع

٧- روش انجام کالیبراسیون و دقت لازم برای فاصله، خطی بودن عمودی، تفرق، زاو

حساسیت و تفکیک‌پذیری

۸- کالیبراسیون دوره‌ای برای تمام موارد ذکرشده در بند ۷

۹- روش تعیین سلامت فلز پایه (مراجعه به بند ٦-۲۷-٤) و تعیین هندسه به عنوان تابعی از زاویه محلی بین دو سطح و ضخامت

۱۰-الگوی بررسی و حساسیت (مراجعه به بند ٦-۲۷-۵)

۱۱-اصلاح انتقال برای انحناء و زبری سطح (اگر روش بزرگی مورد استفاده قرار گیرد، مراجعه به بند ٦-۲۷-۳)

۱۲- روش‌های تعیین زاویه مؤثر (در قطعات منحنی)، تعیین ناحیه ریشه و تعیین موقعیت عدم پیوستگی

۱۳-روش تعیین طول و ارتفاع عدم پیوستگی

۱٤-روش تأیید عدم پیوستگی در مراحل برداشتن و تعمیر.

٦-۲۷-۲- پرسنل. وقتی اتصالات Y,T وK شکل مورد آزمایش قرار می‌گیرد، علاوه بر الزامات مشخص شده در بند ٦-۱٤-۸ بازرس ماوراءصوت بایستی نشان دهد که توانایی بکارگیری روش‌های خاص جهت آزمایش را دارد. بایستی آزمون عملی بر روی نمونه یک به یک قطعه مورد آزمایش که از نظر نوع جوش و محدوده زاویه بین دو سطح و ضخامت نماینده قطعه اصلی مورد آزمایش باشد، با استفاده از روش‌های مصوب انجام شود. نمونه یک به یک بایستی دارای عدم پیوستگی‌های طبیعی و مصنوعی بوده به طوری که علائم بالاتر و پایین تر از محدوده مردودی مشخص شود. عملکرد بازرس بایستی بر مبنای توانایی وی در تعیین اندازه و رده‌بندی هر نوع عدم پیوستگی و تعیین قبولی یا رد آن و تعیین موقعیت صحیح عدم پیوستگی‌های غیرقابل قبول در طول مقطع جوش باشد. حداقل ۷۰ درصد عدم پیوستگی‌های غیرقابل قبول بایستی توسط بازرس به عنوان غیرقابل قبول شناخته شود و عملکرد وی بایستی رضایت مهندس طراح را جلب نماید.

٦-۲۷-۳- کالیبراسیون. تأیید صلاحیت تجهیزات آزمایش ماوراءصوت و روش‌های کالیبراسیون بایستی مطابق با الزامات فصل ٦ بخش پ به جز موارد زیر باشد:

٦-۲۷-۳-۱- محدوده. محدوده (فاصله) کالیبراسیون بایستی حداقل شامل فاصله کل مسیر صوت مورد استفاده در آزمایش مشخص باشد، که می‌تواند شامل تنظیم مسیر صوت، فاصله سطحی یا عمق معادل زیر سطح تماس که در طول مقیاس افقی دستگاه نمایش داده می‌شود، مطابق با روش‌های مصوب باشد.

٦-۲۷-۳-۲- کالیبراسیون حساسیت. حساسیت استاندارد جهت آزمایش قطعات جوشی با استفاده از فناوری بزرگی بایستی برابر باشد با: حساسیت مبنا + اصلاح بزرگی + اصلاح انتقال. این کالیبراسیون بایستی حداقل برای هر اتصال مورد آزمایش، یک بار انجام شود. به جز آنکه در آزمایش مکرر قطعات با اندازه یکسان می‌تواند کالیبراسیون فرکانس بند ٦-۲۵-۳ انجام شود.

۱- حساسیت مبنا. ارتفاع سطح مبنا در صفحه نمایش با استفاده از حداکثر علامت از سوراخ با قطر ۰/۰٦۰ اینچ (۱/۵ میلی‌متر) در قطعه استاندارد IIW (یا سایر قطعات با کالیبراسیون حساسیت معادل) مطابق بند ٦-۲۵ (یا ٦-۲۹).

۲- اصلاح بزرگی فاصله. سطح حساسیت بایستی به گونه‌ای تنظیم شود که افت کاهش را در محدوده مسیر موج جبران نماید، با استفاده از یا منحنی‌های اصلاح بزرگی فاصله، ابزار الکترونیکی و یا مطابق بند ٦-۲٦-٦-٤. اگر از جستجوگرهای با فرکانس بالا استفاده می‌شود، بایستی از مقدار کاهش بیشتری استفاده شود. اصلاح انتقال می‌تواند جهت انجام آزمایش ماوراءصوت قطعات رنگ شده با ضخامت کمتر از ۰/۲۵ میلی‌متر مورد استفاده قرار گیرد.

٦-۲۷-٤- آزمایش فلز پایه. تمام ناحیه مورد آزمایش ماوراءصوت بایستی با استفاده از روش موج طولی جهت تشخیص بازتاب‌های تورق مورد بررسی قرار گیرد. قبل از آزمایش جوش، تمام نواحی که دارای عیب تورق است، بایستی علامت‌گذاری شده و بایستی توجه خاص در انتخاب زاویه جستجوگر و نیز فن بررسی جوش موجود در آن ناحیه اعمال شود. عدم پیوستگی‌های فلز پایه که فراتر از محدودیت‌های بند ۵-۱۵-۱-۱ می‌باشد، بایستی جهت اطلاع مهندس طراح یا بازرس گزارش شود.

۶-۲۷-۵- بررسی جوش. بررسی جوش در اتصالات Y,T و K شکل بایستی از سمت عضو شاخه‌ای صورت پذیرد. (به شکل ۶-۲۵ مراجعه شود). تمام آزمایش‌ها بایستی با استفاده از ساق اول یا دوم صورت گیرد. برای بررسی اولیه، حساسیت بایستی به اندازه ۱۲ دسی بل بیشتر از مقدار تعیین شده در بند ۶-۲۷-۳ برای حداکثر مسیر صوت باشد. ارزیابی علائم بایستی بر مبنای حساسیت استاندارد مرجع انجام شود.

۶-۲۷-۶- زاویه بهینه. علائمی که در ناحیه ریشه جوش‌های شیاری اتصالات لب‌به‌لب و در طول سطح ذوب تمام انواع جوش‌ها پیدا می‌شود، بایستی با استفاده از جستجوگرهای با زاویه ۷۰، ۶۰ یا ۴۵ درجه هر کدام که نسبت به سطح عدم ذوب مورد انتظار، به عمود نزدیک‌تر است مورد بررسی قرار گیرد.

۶-۲۷-۷- ارزیابی عدم پیوستگی. عدم پیوستگی‌ها بایستی با ترکیبی از روش حد شعاعی و فناوری بزرگی مورد ارزیابی قرار گیرد. ابعاد شامل طول و ارتفاع (اندازه عمق) یا بزرگی بایستی داده شود. بزرگی بایستی در ارتباط با "کالیبراسیون استاندارد" باشد. بعلاوه، عدم پیوستگی‌ها بایستی از نظر خطی بودن، صفحه‌ای بودن و یا کروی بودن با توجه به تغییرات بزرگی در حین حرکت جستجوگر بر روی یک قوس به مرکز بازتاب، طبقه‌بندی شود. موقعیت قرارگیری عدم پیوستگی در نیمرخ جوش و نیز در طول محور جوش از یک نقطه مبنا، بایستی تعیین گردد.

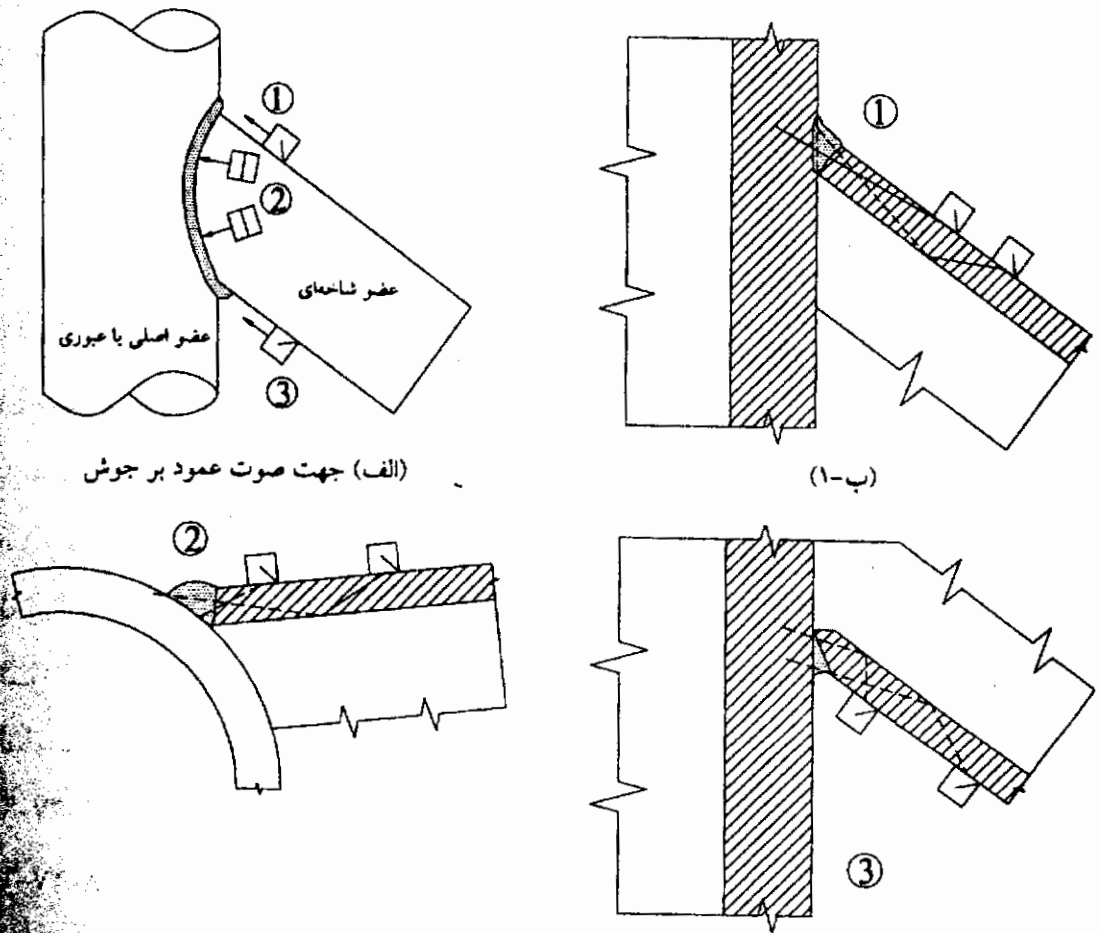
۶-۲۷-۸- گزارش‌ها

۶-۲۷-۸-۱- فرم‌ها. در زمان بازرسی بایستی یک گزارش که در آن کار و ناحیه مورد بازرسی به روشنی ارایه شده باشد، توسط بازرس آزمایش ماوراءصوت تکمیل گردد. یک گزارش جزئیات همراه با شکل که موقعیت در محور جوش، موقعیت در نیمرخ جوش، اندازه (یا نرخ علامت)، گستره، چرخش و رده‌بندی هر عدم پیوستگی با علامت قابل توجه را نشان دهد، بایستی تهیه شود.

۶-۲۷-۸-۲- عدم پیوستگی‌های گزارش‌شده. عدم پیوستگی‌هایی که از نظر اندازه غیرقابل قبول شناخته شده، همچنین آن‌هایی که در مورد ارزیابی آن‌ها تردید وجود دارد، بایستی گزارش شود.

۶-۲۷-۸-۳- بازرسی نیمه تمام. نواحیی که امکان انجام بازرسی کامل وجود ندارد به همراه دلیل عدم امکان انجام آزمایش نیز بایستی گزارش شود.

۶-۲۷-۸-٤- علامت‌گذاری مرجع. نقطه مرجع و موقعیت و گستره عدم پیوستگی‌های غیرقابل قبول بایستی بر روی قطعه کار علامت‌گذاری شود.



(ب) مسیر ۷. جهت پوشش کامل ناحیه جوش و ریشه در صورت لزوم از ساق اول یا دوم با زوایای مختلف استفاده شود

شکل ۶-۲۵- فنون بررسی (بند ۶-۲۷-۵)

۶-۲۸- تهیه و تنظیم گزارش‌ها

۶-۲۸-۱- محتوای گزارش‌های. در زمان بازرسی یک فرم گزارش شامل اطلاعات مر

کار و ناحیه مورد آزمایش بایستی توسط بازرس آزمایش ماوراءصوت تهیه شود. فرم گزارش مربوط به جوش‌های قابل قبول فقط به اطلاعات کافی جهت شناسایی جوش، بازرس (امضاء) و قبولی جوش احتیاج دارد. (یک نمونه فرم در ضمیمه هفت ارائه شده است.)

۶-۲۸-۲- گزارش‌های بازرسی اولیه. قبل از آزمایش ماوراءصوت یک جوش توسط پیمانکار، بایستی تمام گزارشات قبل شامل گزارشات عدم قبولی قبل از تعمیر آن جوش به بازرس ارایه شود.

۶-۲۸-۳- گزارش‌های کامل. در پایان کار، بایستی یک مجموعه کامل از تمام گزارش های آزمایش ماوراءصوت جوش‌ها، شامل گزارش‌های عدم قبولی قبل از تعمیر جوش از طرف پیمانکار در اختیار کارفرما قرار داده شود. تحت شرایط زیر از پیمانکار در قبال نگهداری و حفاظت از گزارش‌های سلب مسؤولیت می‌گردد:

۱- تحویل مجموعه کامل گزارش‌ها به کارفرما،

۲- گذشت یک سال کامل از زمان تکمیل کار پیمانکار و با اعلام کتبی به کارفرما.

۶-۲۹- کالیبراسیون با استفاده از قطعه IIW یا سایر قطعات مرجع مصوب

به بند ۶-۲۳ و اشکال ۶-۲۲ و ۶-۲۳ و ۶-۲۶ مراجعه شود.

۶-۲۹-۱- موج طولی

۶-۲۹-۱-۱- کالیبراسیون فاصله. برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.

۱- جستجوگر بایستی در موقعیت G از قطعه IIW قرار گیرد.

۲- دستگاه بایستی برای تولید علائم در یک اینچ (۲۵ میلی‌متر بر روی قطعه متریک)، ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر بر روی قطعه متریک)، ۳ اینچ (۷۵ میلی‌متر بر روی قطعه متریک)، ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر بر روی قطعه متریک) و غیره، تنظیم شود.

۶-۲۹-۱-۲- بزرگی. برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.

۱- جستجوگر بایستی در موقعیت G از قطعه IIW قرار گیرد.

۲- بهره بایستی به‌گونه‌ای تنظیم شود که حداکثر بازتاب از اولین انعکاس پشتی ۵۰ تا ۷۵ درصد ارتفاع صفحه نمایش شود.

۶-۲۹-۱-۳- تفکیک‌پذیری

۱- جستجوگر بایستی در موقعیت F از قطعه IIW قرار گیرد.

۲- جستجوگر و دستگاه بایستی تمام سه فاصله را از یکدیگر تفکیک نماید.

۶-۲۹-۱-٤- تأیید صلاحیت خطی بودن محور افقی. روش تأیید صلاحیت مطابق بند ۶-۲٤-۱ می‌باشد.

۶-۲۹-۱-۵- تأیید صلاحیت کنترل بهره (کاهش). روش تأیید صلاحیت مطابق بند ۶-۲٤-۲ و یا روش دیگر ارایه شده در بند ۶-۲٤-۲ می‌باشد.

۶-۲۹-۲- موج عرضی

۶-۲۹-۲-۱- نقطه شاخص. نقطه ارسال موج در جستجوگر بایستی به روش زیر کنترل شود:

۱- جستجوگر بایستی در موقعیت D از قطعه IIW قرار گیرد.

۲- جستجوگر بایستی حرکت داده شده تا علامت دریافتی از نیم‌دایره، حداکثر شود. نقطه‌ای که در مقابل شعاع قطعه کالیبراسیون بر روی جستجوگر قرار می‌گیرد، نقطه خروج صوت می‌باشد. (برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.)

۶-۲۹-۲-۲- زاویه. زاویه مسیر صوت جستجوگر بایستی با استفاده از روش زیر کنترل و یا تعیین گردد:

۱- برای زاویه ٤۰ تا ٦۰ درجه، جستجوگر بایستی در موقعیت B از قطعه IIW و برای ٦۰ تا ۷۰ درجه در موقعیت C از قطعه IIW قرار گیرد. (به شکل ۶-۲٦ مراجعه شود).

۲- برای هر زاویه، جستجوگر بایستی به سمت جلو و عقب حرکت داده شده تا علامت دریافتی از انحناء حداکثر شود. نقطه خروجی صوت جستجوگر بایستی با درجه‌های مشخص شده بر روی قطعه کالیبراسیون مقایسه شود. (رواداری ۲± درجه). (جهت روش‌های دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود)

۶-۲۹-۲-۳- روش کالیبراسیون فاصله. جستجوگر بایستی در موقعیت D از قطعه IIW قرار گیرد. (با هر زاویه‌ای). سپس دستگاه بایستی به‌گونه‌ای تنظیم شود که علایم در ٤ اینچ (۱۰۰ میلیمتر بر روی قطعه متریک) و ۸ اینچ (۲۰۰ میلیمتر بر روی قطعه متریک) یا ۱۹ اینچ ۲۲۵ میلیمتر بر روی قطعه متریک) در صفحه نمایش ظاهر شود. قطعه نوع یک

(۱۰۲ میلیمتر) و ۹ اینچ (۲۳۰ میلیمتر) و یا در قطعه نوع دو ٤ اینچ (۱۰۲ میلیمتر) و ۸ اینچ (۲۰۳ میلیمتر). (برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.)

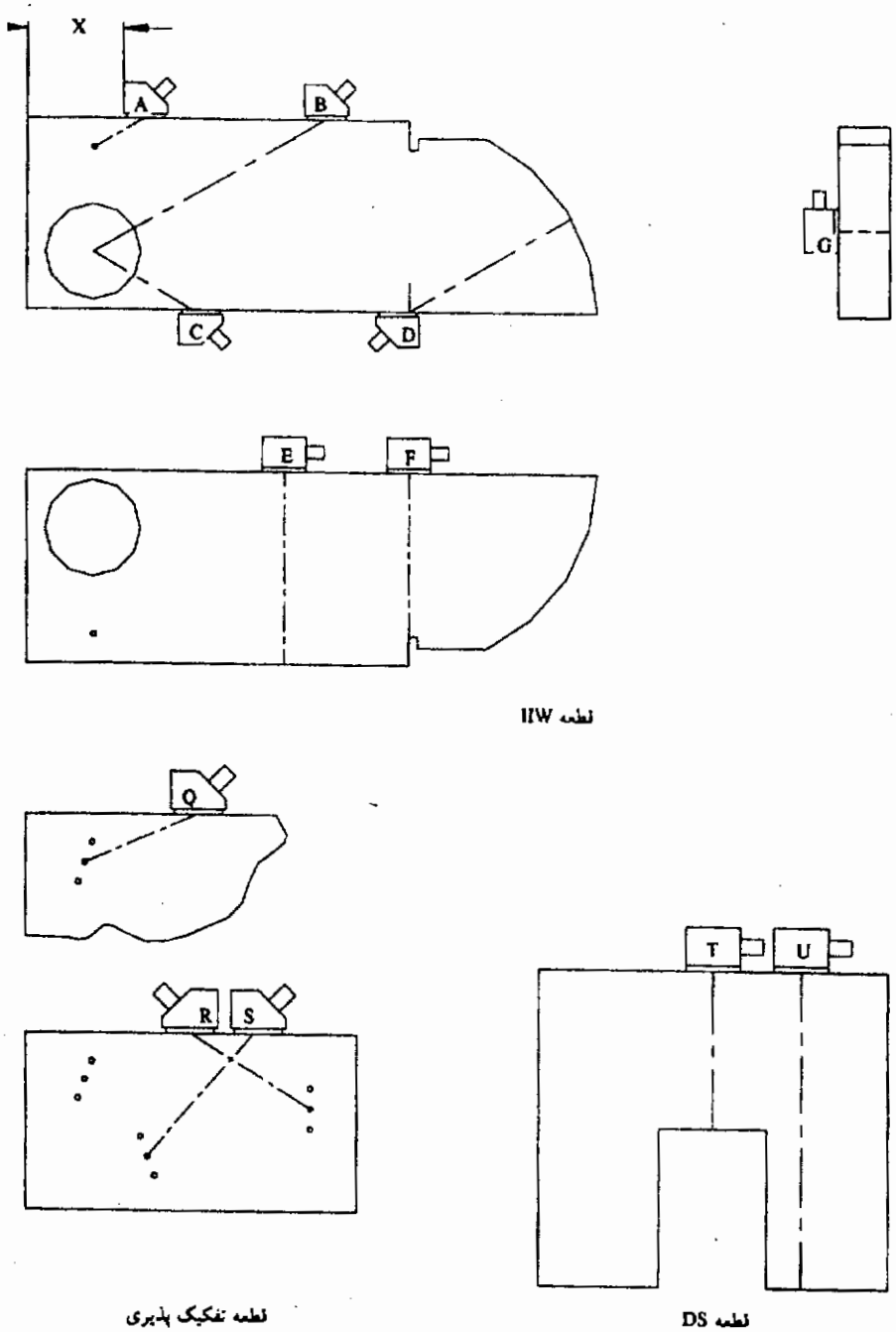
٦-۲۹-۲-٤- روش کالیبراسیون حساسیت یا بزرگی. جستجوگر بایستی در موقعیت A از قطعه IIW قرار گیرد (با هر زاویه‌ای). سپس حداکثر علامت از سوراخ ۰/۰٦ اینچ (۱/۵ میلیمتر) تنظیم شود تا علامت ارتفاعی خط مرجع افقی به‌دست آید (برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود). حداکثر دسی‌بل بدست آمده به عنوان "سطح مرجع، b" در گزارش آزمایش (ضمیمه هفت) مطابق بند ٦-۲۳-۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

٦-۲۹-۲-۵- تفکیک‌پذیری

۱- جستجوگر بایستی بر روی قطعه تفکیک‌پذیری RC برای زاویه ۷۰ درجه در موقعیت Q و برای ٦۰ درجه در موقعیت R و برای ٤۵ درجه در موقعیت S قرار گیرد.

۲- جستجوگر و دستگاه بایستی سه سوراخ آزمایشی را از یکدیگر تفکیک نماید، به عنوان حداقل، حداکثر علایم از سه سوراخ از یکدیگر تشخیص داده شود.

٦-۲۹-۲-٦- فاصله نزدیک جستجوگر. حداقل فاصله مجاز بین پنجه جستجوگر و لبه قطعه IIW بایستی به صورت زیر تعیین شود (مراجعه به شکل ٦-۱۲): برای جستجوگر ۷۰ درجه، (۵۰ میلیمتر) ۲ اینچ= X، برای جستجوگر ٦۰ درجه، (۳۷ میلیمتر) اینچ ۱ - ۷/۱٦ = X ، برای جستجوگر ٤۵ درجه (۲۵ میلیمتر) ۱ اینچ = X.



قطعه IIW

قطعه تفکیک پذیری

قطعه DS

شکل ٦-٢٦- موقعیت‌های قرارگیری جستجوگر (بند ٦-٢٩)

٦-٣٠- روش‌های تأیید صلاحیت دستگاه

٦-٣٠-١- روش خطی بودن محور افقی. تذکر: از آنجایی که این روش تأیید صلاحیت

استفاده از جستجوگر با شعاع مستقیم انجام می‌شود که تولید امواج طولی با سرعت تقریبا دو برابر امواج عرضی می‌کند، لازم است تا محدوده فاصله امواج برشی مورد استفاده در این روش نیز دو برابر شود.

مثال: استفاده از یک کالیبراسیون نمایشگر ۱۰ اینچ (۲۵۵ میلیمتر) در موج برشی احتیاج به ۲۰ اینچ (۵۱۰ میلیمتر) کالیبراسیون نمایشگر دارد.

جهت تأیید صلاحیت دستگاه بایستی مراحل زیر انجام شود (برای روش دیگر به ضمیمه ی مراجعه شود.) :

۱- یک جستجوگر شعاع مستقیم بایستی مطابق الزامات بند ٦-۲۲-٦ بر روی قطعه IIW یا DS در موقعیت G ، T یا U (مراجعه به شکل ٦-۲٦) قرار گرفته تا پنج بازتاب در محدوده تأیید صلاحیت به دست آید. (مراجعه به شکل ٦-۲٦)

۲- علایم اول و پنجم بایستی با استفاده از کالیبراسیون فاصله و تنظیم تأخیر صفر در موقعیت مناسب قرار داده شود.

۳- برای آزمایش موقعیت افقی، هر علامت بایستی با سطح مرجع با استفاده از کنترل بهره و یا کاهش تنظیم گردد.

٤- موقعیت علامت‌های میانی بایستی در محدود ۲ درصد پهنای نمایشگر اصلاح شود.

٦-۳۰-۲- صحت دسی‌بل

٦-۳۰-۲-۱- روش. تذکر: به منظور به‌دست آوردن صحت قرائت (±۱ درصد) ارتفاع علامت، نمایش بایستی در ۲ درصد فواصل به صورت عمودی بالا آمده و از نظر افقی در وسط صفحه باشد. این بالا آمدن بایستی در محدودهٔ ٦۰ درصد تا ۱۰۰ درصد ارتفاع صفحه نمایش باشد، که می‌تواند با استفاده از یک صفحه شفاف روی صفحه نمایشگر انجام می‌شود، اگر از این صفحه شفاف به عنوان بخشی از دستگاه استفاده می‌شود بایستی توجه شود تا نمایش عادی را پهن یا تار نکند.

یک جستجوگر شعاع مستقیم بایستی مطابق الزامات بند ٦-۲۲-٦ بر روی موقعیت "T" مطابق شکل ٦-۲٦ بر روی قطعه DS مطابق شکل ٦-۲۳ قرار گیرد.

کالیبراسیون فاصله بایستی به گونه‌ای تنظیم شود که اولین علامت بازتاب ۲ اینچ

(۵۰ میلیمتر) در وسط صفحه افقی قرار گیرد.

۳- با استفاده از تنظیم بهره و یا کنترل کاهش، علامت بایستی دقیقا و یا کمی بالاتر از ۴۰ درصد ارتفاع صفحه قرار بگیرد.

۴- جستجوگر بایستی به سمت موقعیت U حرکت داده شده، مراجعه به شکل ۶-۲۶، تا علامت دقیقا بر روی ۴۰ درصد ارتفاع صفحه قرار گیرد.

۵- بزرگی صوت بایستی به اندازه ۶ دسی‌بل با استفاده از کنترل کاهش و یا بهره کالیبره افزایش یابد. از نظر تئوری سطح علامت بایستی دقیقا در ۸۰ درصد ارتفاع صفحه قرار گیرد.

۶- قرائت دسی‌بل بایستی به عنوان "a" و درصد ارتفاع صفحه عملی تحت عنوان "b" از مرحله پنج گواهینامه گزارش می‌شود.(ضمیمه هفت)

۷- جستجوگر بایستی بیشتر به سمت موقعیت U حرکت داده شود، شکل ۶-۲۶، تا علامت دقیقا در ۴۰ درصد ارتفاع صفحه قرار گیرد.

۸- قدم پنجم تکرار می‌شود.

۹- قدم ششم تکرار می‌شود، به‌جز آنکه اطلاعات بایستی در خط بعدی گزارش درج گردد.

۱۰-فاصله قدم‌های ۷ و ۸ و ۹ بایستی آنقدر تکرار شده تا محدوده کامل کنترل بهره به‌دست آید (حداقل ۶۰ دسی‌بل)

۱۱-فاصله اطلاعات از ستون‌های "a" و "b" بایستی در معادله بند ۶-۳۰-۲-۲ و یا نموگرام توصیف شده در ۶-۳۰-۲-۳ به‌کار گرفته شده تا مقدار دسی‌بل اصلاح شده، محاسبه گردد.

۱۲-فاصله دسی‌بل اصلاح شده قدم ۱۱ بایستی در ستون "C" ثبت گردد.

۱۳-ستون "C" بایستی از ستون "a" کم شده و حاصل تفریق به عنوان مقدار خطا در ستون "d" ثبت گردد.

تذکر: این مقادیر ممکن است مثبت یا منفی باشد.

۱۴-اطلاعات شامل حداقل اطلاعات فرم ضمیمه هفت، به همراه واحد ارزیابی بایستی در یک جدول ثبت شود.

۱۵-روش ارزیابی این داده‌ها در مراحل ۱۶ تا ۱۸ ارایه شده‌است.

۱۶-اطلاعات دسی‌بل از ستون "e" بایستی به صورت عمودی و دسی‌بل قرائت شده از ستون "a" بایستی به صورت افقی به عنوان محورهای X و Y بایستی جهت ترسیم منحنی دسی‌بل بر روی فرم ضمیمه هفت مورد استفاده قرار گیرد.

۱۷-بزرگترین طول افقی، که با قرائت اختلاف دسی‌بل تعیین می‌شود، که در مستطیل با ارتفاع ۲ دسی‌بل قرار می‌گیرد، بیان کننده تطابق دستگاه با الزامات آیین‌نامه می‌باشد، حداقل محدوده مجاز ۶۰ دسی‌بل می‌باشد.

۱۸-از تجهیزاتی که مطابق با این حداقل الزام نیستند نیز می‌توان استفاده نمود به شرط آنکه در ارزیابی عدم پیوستگی‌های خارج از محدوده خطی قابل قبول دستگاه از ضرایب اصلاح استفاده شود و یا آزمایش جوش و ارزیابی ترک در محدوده خطی عمودی قابل قبول دستگاه باشد.

تذکر: از منحنی دسی‌بل (ستون "D") می‌توان به عنوان منحنی ضریب اصلاح استفاده نمود.

۶-۳۰-۲-۲- معادله دسی‌بل. معادله زیر جهت محاسبه دسی‌بل استفاده می‌شود:

$$dB_2 - dB_1 = 20 \times \log \frac{\%_2}{\%_1}$$

$$dB_2 = 20 \times \log \frac{\%_2}{\%_1} + dB_1$$

ستون dB_1 = a

ستون dB_2 = c

ستون b = ٪۱

۶-۳۰-۲-۳- ضمیمه هفت. تذکرات زیر جهت استفاده از نموگرام ضمیمه هفت کاربرد دارد:

۱- ستون‌های a، b، c، d و e بر روی فرم گواهینامه می‌باشد.

۲- مقیاس‌های A، B و C بر روی نموگرام است .

۳- نقاط صفر در مقیاس C بایستی با اضافه نمودن مقدار لازم در تنظیمات دستگاه از قبل تعیین گردد؛ به عنوان مثال صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و غیره.

٦-٣٠-٢-٤- روش. جهت استفاده از نموگرام بایستی به روش زیر عمل نمود:

١- یک خط راست بین قرائت دسی‌بل از ستون "a" به مقیاس C به درصد متناظر از ستون "b" به مقیاس A کشیده می‌شود.

٢- نقطه‌ای که خط راست مرحله اول خط مرکزی B را قطع می‌کند به عنوان نقطه مرکزی برای خط راست دوم استفاده می‌شود.

٣- خط راست دوم از نقطه درصد متوسط به مقیاس A به سمت نقطه مرکزی کشیده شده و تا دسی‌بل به مقیاس C ادامه می‌یابد.

٤- این نقطه در مقیاس C به عنوان دسی‌بل اصلاح شده در ستون C مورد استفاده قرار می‌گیرد.

٦-٣٠-٢-٥- نموگرام. به ضمیمه هفت مراجعه شود.

٦-٣٠-٣- روش بازتاب‌های داخلی

١- دستگاه را مطابق بند ٦-٢٥-٥- کالیبره کنید.

٢- جستجوگر را از روی قطعه کالیبراسیون بردارید بدون اینکه تغییری در تنظیمات دستگاه بدهید.

٣- مقدار بهره کالیبره یا کاهش را ٢٠ دسی‌بل بیشتر از سطح حساسیت مرجع افزایش دهید.

٤- در محدوده ١/٢ اینچ (١٣ میلیمتر) مسیر صوت در صفحه نمایشگر و بالای ارتفاع سطح مرجع بایستی عاری از علامت باشد.

٦-٣١- روش‌های تعیین اندازه عدم پیوستگی

٦-٣١-١- آزمایش موج مستقیم (طولی). اندازه عدم پیوستگی‌های تورق همیشه به راحتی قابل تعیین نیست، به‌خصوص آن‌هایی که از اندازه جستجوگر کوچکترند. اگر عدم پیوستگی بزرگتر از جستجوگر باشد، حذف کامل بازتاب پشتی اتفاق افتاده و کاهش ٦ دسی‌بل از شدت و اندازه‌گیری تا محور جستجوگر معمولا روش معقولی جهت تعیین لبه‌های عدم پیوستگی می‌باشد. گرچه، ارزیابی تقریبی اندازه عدم پیوستگی‌هایی که کوچکتر از جستجوگر بایستی با شروع از ناحیه بیرون عدم پیوسته و با استفاده از دستگاهی که مطابق بند ٦-٢٥-

کالیبره شده‌است و حرکت دادن جستجوگر به سمت عدم پیوستگی تا اینکه یک علامت در صفحه نمایش شروع به شکل‌گیری کند، انجام شود. در این نقطه فاصله نزدیک جستجوگر نشان‌دهنده لبه عدم پیوستگی است.

٦-٣١-٢- آزمایش موج زاویه‌ای (برشی). برای تعیین طول عدم پیوستگی‌هایی که دارای نرخ دسی‌بل بیشتر از رده D هستند، بایستی روش زیر به‌کار گرفته شود. طول این چنین عدم پیوستگی بایستی با اندازه‌گیری فاصله بین محور مرکزی جستجوگر در موقعیت‌هایی که بزرگی نرخ علامت ٥٠ درصد (٦ دسی‌بل) زیر نرخ قابل کاربرد رده عدم پیوستگی، افت می‌کند، تعیین شود. این طول بایستی به عنوان "طول عدم پیوستگی" در گزارش آزمایش ارایه گردد. اگر بزرگی عدم پیوستگی متفاوت باشد، این روش بایستی تکرار شده تا طول عدم پیوستگی‌های رده A، B و C تعیین گردد.

٦-٣٢- الگوهای بررسی (مراجعه به شکل ٦-٢٤)

٦-٣٢-١- عدم پیوستگی‌های طولی

٦-٣٢-١-١- مسیر بررسی A. زاویه چرخش درجه ١٠ = a.

٦-٣٢-١-٢- مسیر بررسی B. فاصله بررسی b بایستی به‌گونه‌ای باشد که نیمرخ جوش تحت آزمایش پوشش داده شود.

٦-٣٢-١-٣- مسیر بررسی C. فاصله حرکت بایستی تقریبا نصف پهنای جستجوگر باشد.

تذکر: مسیر A ، B و C در یک الگوی بررسی ترکیب می‌شود.

٦-٣٢-٢- عدم پیوستگی‌های عرضی

٦-٣٢-٢-١- جوش‌های همتراز. اگر گرده جوش‌ها همتراز می‌شود، الگوی بررسی D استفاده می‌شود.

٦-٣٢-٢-٢- جوش‌های غیرهمتراز. اگر گرده جوش همتراز نمی‌شود از الگوی بررسی E استفاده می‌شود. زاویه بررسی ١٥ = e درجه حداکثر.

تذکر: الگوی بررسی بایستی به‌گونه‌ای باشد که کل نیمرخ جوش پوشش داده شود.

٦-٣٢-٣- جوش‌های گاز الکتریکی و سرباره الکتریکی. (الگوهای بررسی اضافی)

الگوی بررسی E ، چرخش جستجوگر با زاویه بین ٤٥ تا ٦٠ درجه.

تذکر: الگوی بررسی بایستی به گونه‌ای باشد که کل نیمرخ جوش پوشش داده شود.

٦-٣٣- نمونه گواهینامه صحت دستی‌بل

به ضمیمه هفت مراجعه شود.

بخش چ- روش‌های دیگر آزمایش

٦-٣٤- الزامات عمومی

این بخش شامل روش‌های آزمایش غیرمخربی است که در بخش‌های ت، ث و ج فصل ٦ این آیین‌نامه نیامده است، روش‌های آزمایش غیرمخرب ارایه شده در این بخش به همراه دستورالعمل‌ها، تأیید صلاحیت‌ها و سایر مستندات بایستی به تأیید مهندس طراح برسد.

٦-٣٥- سیستم‌های پرتوافکنی تصویری شامل نمایش زمان واقعی

٦-٣٥-١- الزامات عمومی. آزمایش جوش‌ها می‌تواند با استفاده از روش‌های یونیزه کردن تابشی به غیر از پرتونگاری انجام شود، شامل روش تصویربرداری الکترونی، شامل سیستم‌های تصویری زمان واقعی، که بایستی به تأیید مهندس طرح برسد، حساسیت این آزمایش براساس تجهیزات مشاهده قابل دیدن می‌باشد. (اگر برای قبولی و رد مورد استفاده قرار گیرد) گزارش آن بایستی از الزامات پرتونگاری کمتر نباشد.

٦-٣٥-٢- روش‌ها. دستورالعمل‌های نوشته شده بایستی شامل متغیرهای اساسی زیر باشد:

١- شناسایی مشخص دستگاه شامل سازنده، مدل، سال ساخت و شماره سریال

٢- تنظیمات کنترل تابش مشخص و تصویربرداری برای هر ترکیبی از متغیرهای بیان شده در این بخش

٣- محدوده ضخامت جوش

٤- انواع اتصال جوشی
٥- سرعت بررسی
٦- فاصله جوش تا چشمه پرتو
٧- فاصله صفحه تبدیل تصویر تا جوش
٨- زاویه پرتوی X به جوش
٩- موقعیت IQI (سمت منبع یا سمت مشاهده‌گر)
١٠-نوع گزارش (گزارش تصویری، فیلم ثابت، فیلم متحرک و یا سایر روش‌های قابل قبول)
١١-پردازش به وسیله کامپیوتر (در صورت استفاده)
١٢-پهنای شعاع تابش

٦-٣٥-٣- تأیید صلاحیت روش. روش‌ها بایستی با استفاده از آزمایش تابش، تصویربرداری و سیستم گزارش‌دهی مورد تأیید صلاحیت قرار گرفته و تمام متغیرهای اساسی و وضعیت گزارش گردد. آزمایش تأیید صلاحیت نشان‌دهنده آن است که ترکیب متغیرهای اساسی می‌تواند حساسیت لازم را تأمین نماید. نتایج آزمایش بایستی در قالبی گزارش شود که برای آزمایش تولید قابل استفاده باشد. دستورالعمل بایستی توسط یک فرد با صلاحیت SNT-TC-1A سطح سه (مراجعه به بند ٦-٣٥-٤) تهیه و توسط مهندس طراح مورد تأیید قرار گیرد.

٦-٣٥-٤- تأیید صلاحیت پرسنل. علاوه بر تأیید صلاحیت‌های مطابق بند ٦-١٤-٧، تأیید صلاحیت به شرح زیر بایستی به‌کار گرفته شود:

- سطح سه- بایستی حداقل دارای سابقه شش ماه در استفاده از همان و یا دستگاه مشابه و روش آزمایش جوش در سازه و یا لوله‌های فلزی را دارا باشد.
- سطح یک یا دو- بایستی توسط فرد سطح سه بالا مورد تأیید صلاحیت قرار گرفته و حداقل سه ماه تجربه استفاده از همان و یا دستگاه مشابه و روش آزمایش جوش در سازه و یا لوله‌های فلزی را دارا باشد. تأیید صلاحیت بایستی شامل آزمون کتبی و عملی برای نشان دادن توانایی بازرس جهت استفاده از دستگاه و روش مشخص مورد استفاده در آزمایش تولید، باشد.

قابل قبول بوده و بایستی همانطور خم شده رها شوند.

تمام خم کردن‌ها و صاف کردن‌ها قبل از تکمیل جوشکاری گل‌میخ‌ها برای ساخت و بازرسی بایستی بدون اعمال حرارت باشد، مگر آنکه در مدارک قرارداد دیده شده و یا با تأیید مهندس طراح باشد.

۷-۸-٤- حد قبولی آزمایش پیچش. گل‌میخ‌های رزوه شده (نوع A) که به اندازه گشتاور گواه مطابق شکل ۷-۳ چرخیده و علامتی از شکست نداشته باشند، برای استفاده قابل قبولند.

۷-۸-٥- قضاوت مهندسی. اگر به قضاوت مهندس طراح، جوشکاری گل‌میخ‌ها در حین کار مطابق با الزامات آیین‌نامه نیست، اقدامات اصلاحی لازم بایستی از سوی پیمانکار صورت پذیرد. به هزینه پیمانکار بایستی تغییرات لازم در روند کار صورت گرفته تا از برآورده شدن الزامات آیین‌نامه اطمینان حاصل گردد.

۷-۸-٦- انتخاب کارفرما. بنا به انتخاب و هزینه کارفرما، پیمانکار در هر زمان بایستی نمونه‌های گل‌میخ مورد استفاده مطابق قرارداد را براساس روش مشخص شده در ضمیمه ط تحت آزمایش تأیید صلاحیت قرار دهد.

فصل ۸- تقویت و تعمیر سازه‌های موجود

۸-۱- مشخصات عمومی

تقویت و یا تعمیر یک سازه موجود بایستی شامل تغییرات لازم جهت برآورده نمودن الزامات طراحی مشخص شده توسط مهندس طراح باشد. مهندس طراح بایستی یک برنامه جامع برای انجام کار تهیه نماید. این برنامه‌ها بایستی حداقل شامل طراحی، اجرا، بازرسی و مستندسازی باشد. به‌جز آنچه که در این بخش مشخص شده‌است، تمام موارد این آیین‌نامه شامل صاف کردن اعضای تغییر شکل داده با عملیات حرارتی برای تقویت و تعمیر سازه‌های موجود به‌کار می‌رود.

۸-۲- فلز پایه

۸-۲-۱- تحقیق و بررسی. قبل از تهیه نقشه‌ها و مشخصات فنی جهت تقویت یا تعمیر سازه‌های موجود نوع فلز پایه به‌کار رفته در سازه اصلی بایستی یا از نقشه‌های موجود و مشخصات فنی و یا از انجام آزمایش بر روی نمونه فلز پایه تعیین گردد.

۸-۲-۲- جوش‌پذیری. جوش‌پذیری فلز پایه بایستی تعیین شود.

۸-۲-۳- سایر فلزات پایه. اگر فلزات پایه به غیر از آنچه که در جدول ۳-۱ فهرست شده‌است، به یکدیگر متصل می‌شوند، مهندس طراح بایستی در انتخاب نوع فلز پرکننده و مشخصات فنی روند جوشکاری توجه خاص داشته باشد.

۸-۳- طراحی برای تقویت و تعمیر

۸-۳-۱- روند طراحی. روند طراحی بایستی برمبنای موارد آیین‌نامه‌ای قابل کاربرد و مشخصات فنی باشد. مهندس طراح بایستی نوع و محدوده بررسی‌های لازم را جهت شناخت وضعیت سازه موجود جهت تقویت و یا تعمیر به منظور برآورده نمودن الزامات طراحی تعیین نماید.

۸-۳-۲- آنالیز تنش. ناحیه مورد تقویت و یا تعمیر بایستی مورد آنالیز تنش قرار گیرد. سطوح تنش بایستی برای تمام وضعیت‌های بارگذاری بار مرده و زنده تعیین گردد. به آسیب‌های تجمعی اعضاء ناشی از تحمل بارگذاری قبلی بایستی توجه خاص شود.

۸-۳-۳- تاریخچه خستگی. اعضای تحت بارهای سیکلی بایستی براساس الزامات تنش خستگی طراحی شوند. تاریخچه بارگذاری قبلی بایستی در طراحی در نظر گرفته شود. اگر تاریخچه بارگذاری قبلی در دسترس نباشد بایستی تخمین زده شود.

۸-۳-٤- ترمیم یا جایگزینی. درخصوص تعمیر بایستی تصمیم‌گیری شود که یا اعضاء معیوب به صورت موضعی ترمیم شوند و یا کل عضو جایگزین گردد.

۸-۳-۵- بارگذاری حین عملیات. مهندس طراح بایستی تعیین کند که آیا یک عضو تحت بار می‌تواند تحت عملیات گرم کردن، جوشکاری و یا برش حرارتی قرار بگیرد. در صورت لزوم بارها بایستی کاهش یابد. پایداری عمومی و محلی اعضا به واسطه تأثیرات انتقال حرارت میان اعضاء متقاطع بایستی کنترل گردد.

۸-۳-٦- اتصالات موجود. اتصالات موجود در سازه‌های نیازمند تقویت و یا تعمیر بایستی از نظر کفایت طراحی و یا نیاز به تقویت مورد ارزیابی قرار گیرد.

۸-۳-۷- استفاده از قطعات اتصال موجود. اگر محاسبات طراحی نشان دهد که پیچ‌ها یا پرچ‌ها در اثر جمع بارهای کل جدید تحت اثر تنش‌های بیش از حد قرار می‌گیرند، فقط بار مرده موجود بایستی در محاسبات لحاظ گردد. اگر پیچ‌ها یا پرچ‌ها در اثر بار مرده تنها تحت اثر تنش‌های بیش از حد قرار می‌گیرند و یا تحت اثر بارگذاری سیکلی قرار دارند در این‌صورت بایستی با اضافه نمودن فلز پایه مناسب و جوشکاری اتصال را تقویت نمود.

۸-٤- افزایش عمر خستگی

۸-٤-۱- روشها. روش‌های زیر برای بهسازی جزییات جوش که بایستی مطابق یک روش مستند به تأیید طراح برسد، مجاز می‌باشد:

۱- اصلاح مقطع. اصلاح سطح جوش با عملیات سنگ‌زنی با استفاده از یک صفحه سنگ کاربیدی به منظور به‌دست آوردن یک سطح مقعر با یک شیب انتقال ملایم از فلز پایه

به جوش.

۲- سنگ‌زنی پنجه. اصلاح پنجه جوش با عملیات سنگ‌زنی با استفاده از صفحه سنگ و یا سنگ‌زن مدادی.

۳- چکش‌کاری. چکش‌کاری سطح جوش و یا پنجه‌های جوش.

٤- اصلاح TIG. اصلاح پنجه جوش با استفاده از ذوب فلز جوش موجود در اثر حرارت ناشی از قوس الکتریکی GTAW. (فلز پرکننده استفاده نمی‌شود)

٥- سنگ‌زنی پنجه و چکش‌کاری. اگر هر دو عملیات با هم به‌کار برده شود، بسیار مناسب است.

۸-٤-۲- افزایش محدوده تنش. مهندس طراح بایستی افزایش مناسب برای محدوده تنش‌های مجاز تعیین نماید.

۸-٥- وضعیت فلز پایه

سطوح فلز پایه تحت تعمیر در تماس با فلز پایه جدید بایستی به خوبی تمیز شده و عاری از هرگونه گرد و خاک، زنگ و سایر مواد خارجی باشد، به‌جز آنکه فیلم رنگ باقی مانده پس از تمیزکاری مطابق SSPC SP۲ (تمیزکاری با ابزار دستی) بلامانع می‌باشد. نواحی چنین سطوحی که بایستی جوشکاری شود، حداقل به اندازه ۲ اینچ (٥۰ میلیمتر) از ریشه جوش عاری از هرگونه مواد خارجی و رنگ باشد.

۸-٥-۲- عدم پیوستگی‌های اعضا. اگر مهندس طراح لازم بداند، عدم پیوستگی‌های غیرقابل قبول در اعضایی که مورد تعمیر و یا تقویت قرار می‌گیرند بایستی قبل از انجام هرگونه عملیات حرارتی صاف کردن و یا انحناء دادن و یا جوشکاری، اصلاح شود.

۸-٥-۳- تعمیرات جوش. اگر نیاز به تعمیر جوش باشد بایستی مطابق الزامات بند ٥-۲٦ هر کدام که کاربرد دارند، عمل شود.

۸-٥-٤- فلز پایه با ضخامت ناکافی. فلز پایه با ضخامت ناکافی جهت تأمین اندازه جوش لازم و یا تأمین ظرفیت مقطع لازم بایستی با هر یک از روش‌های زیر که توسط مهندس طراح تعیین می‌گردد، اصلاح شود:

١- استفاده از فلز جوش جهت تأمین ضخامت لازم

٢- برشکاری فلز پایه تا رسیدن به ضخامت لازم

٣- تقویت با اضافه نمودن فلز پایه

٤- برداشتن و جایگزینی با ضخامت و یا مقاومت مناسب فلز پایه

٨-٥-٥- صاف‌کاری حرارتی. اگر از روش‌های صاف‌کاری حرارتی و یا انحناء دادن حرارتی استفاده می‌شود، حداکثر درجه حرارت ناحیه حرارت دیده که بایستی با استفاده از روش‌های مصوب اندازه‌گیری شود، نبایستی از ١١٠٠ درجه فارنهایت (٦٠٠ درجه سانتی‌گراد) برای فولاد آب‌دیده و بازپخت شده و ١٢٠٠ درجه فارنهایت (٦٥٠ درجه سانتی‌گراد) برای سایر فولادها تجاوز نماید. سرد شدن سریع فولاد با درجه حرارت بیش از ٦٠٠ درجه فارنهایت (٣١٥ درجه سانتی‌گراد) مجاز نمی‌باشد.

٨-٥-٦- ترتیب جوشکاری. در عملیات تقویت و یا تعمیر اعضا با استفاده از اضافه نمودن فلز پایه یا فلزجوش و یا هر دو، جوشکاری و ترتیب جوش بایستی تا حد امکان اجرایی به‌گونه‌ای باشد که اعمال حرارت حول محور خنثی عضو متعادل باشد تا تغییر شکل‌ها و تنش‌های پس‌ماند در حداقل ممکن باشد.

٨-٦- کیفیت

٨-٦-١- بازرسی چشمی. تمام اعضا و جوشکاری‌هایی که تحت تأثیر عملیات قرار گرفته‌اند بایستی مطابق با برنامه جامع مهندس طراح مورد بازرسی چشمی قرار گیرد.

٨-٦-٢- آزمایش غیرمخرب. روش انجام و محدوده آزمایش و حدم قبولی آزمایش غیرمخرب بایستی در مدارک قرارداد مشخص شود.

ضمیمه‌های حاوی اطلاعات اجباری

ضمیمه‌های ذیل بایستی به عنوان بخشی از آیین‌نامه در نظر گرفته شود.

ضمیمه الف) گلوگاه مؤثر

ضمیمه ب) گلوگاه مؤثر جوش گوشه در اتصالات سه‌پری مورب

ضمیمه ج) الزامات آزمایش ضربه

ضمیمه د) الزامات WPS

ضمیمه ه) الزامات کیفیت جوش در اتصالات کششی سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی

ضمیمه و) صفحه‌ای بودن جان تیرهای اصلی- سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی

ضمیمه ز) صفحه‌ای بودن جان تیرهای اصلی- سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی

ضمیمه ح) نمودارهای رطوبت- دما

ضمیمه ط) الزامات تأیید صلاحیت مجری جوشکاری گل میخ

ضمیمه ی) تأیید صلاحیت و کالیبراسیون دستگاه ماوراءصوت با استفاده از سایر قطعات مرجع مورد تأیید

ضمیمه ک) راهنمای تعیین درجه حرارت پیشگرمایش به روش دیگر

ضمیمه ل) علایم طراحی اتصالات با اعضای قوطی شکل

ضمیمه‌های حاوی اطلاعات غیراجباری

این ضمیمه‌ها به عنوان بخشی از آیین‌نامه نبوده و فقط به منظور اطلاع ارایه شده‌است.

ضمیمه یک) انتقال اتصال کوتاه

ضمیمه دو) راهنمای نویسندگان مشخصات فنی

ضمیمه سه) نمونه فرم‌های جوشکاری

ضمیمه چهار) زاویه بین دو سطح محلی

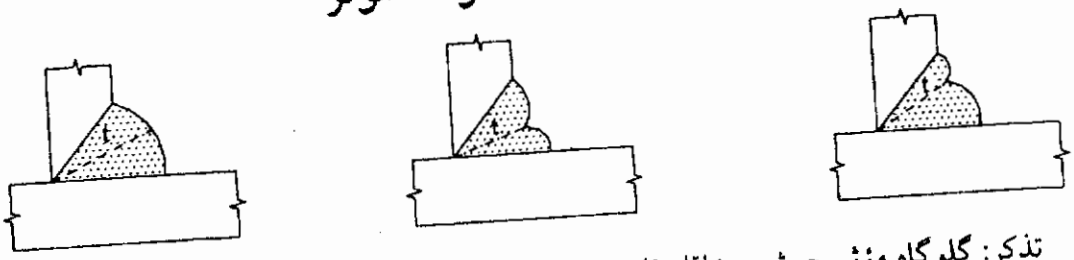
ضمیمه پنج) ویژگی‌های مقاومتی فلز پرکننده

ضمیمه شش) فلزات پایه و پرکننده مورد تایید آیین‌نامه که نیازمند انجام تعیین صلاحیت مطابق فصل ٤ می‌باشند

ضمیمه هفت) فرمهای بازرسی آزمایش ماوراء صوت و تایید صلاحیت دستگاه آزمایش

ضمیمه هشت) اصطلاحات و تعاریف

ضمیمه الف) گلوگاه مؤثر



تذکر: گلوگاه مؤثر جوش حداقل فاصله ریشه تا سطح جوش می‌باشد، با یا بدون کاهش ۱/۸ اینچ (۳ میلی‌متر) گرده جوش.

ضمیمه ب) گلوگاه مؤثر جوش گوشه در اتصالات سه‌پری مورب

در جدول ب-۱ ضرایب معادل ساق جوش برای محدوده زاویه بین دو سطح ۶۰ درجه تا ۱۳۵ درجه بدون در نظر گرفتن شکافت ریشه ارایه شده‌است. شکافت ریشه بزرگتر از ۱/۱۶ اینچ (۱/۶ میلی‌متر) ولی کوچکتر از ۳/۱۶ اینچ (۵ میلی‌متر) بایستی مستقیماً به اندازه ساق جوش اضافه شود. اندازه لازم جوش گوشه در اتصالات مورب با استفاده از ضریب معادل اندازه به ازای زاویه بین دو سطح مطابق مثال زیر محاسبه می‌گردد:

مثال (واحد اینچی)

داده‌ها: اتصال سه‌پری مورب، زاویه ۷۵ درجه، شکافت ریشه ۱/۱۶ (۰/۰۶۳ اینچ)

مطلوب: مقاومت معادل جوش گوشه قائم با اندازه ۵/۱۶ (۰/۳۱۳) اینچ

روش: (۱) برای زاویه ۷۵ درجه ضریب از جدول ب-۱ برابر ۰/۸۶ می‌باشد.

(۲) اندازه ساق معادل W، برای اتصال مورب، بدون شکافت ریشه:

W = ۰/۸۶ * ۰/۳۱۳ = ۰/۲۶۹ اینچ

(۳) با شکافت ریشه = ۰/۰۶۳ اینچ

(٤) اندازه ساق لازم و W برای جوش گوشه مورب [(۳) + (۲)=]: ۰/۰۳۲۲ اینچ

(۵) به اندازه عملی گرد می‌شود: W = ۳/۸ اینچ

مثال (واحد متریک)

داده‌ها: اتصال سه‌پری مورب، زاویه ۷۵ درجه، شکافت ریشه برابر ۱/۶ میلی‌متر

مطلوب: مقاومت معادل جوش گوشه قائم با اندازه ۸ میلی‌متر

روش: (۱) برای زاویه ۷۵ درجه ضریب از جدول ب-۱ برابر ۰/۸۶ می‌باشد

(۲) اندازه ساق معادل، W، برای اتصال مورب، بدون شکافت ریشه:

W = ۰/۸۶ * ۸/۰ = ٦/۹ میلی‌متر

(۳) با شکافت ریشه = ۱/۶ میلی‌متر

(٤) اندازه ساق لازم، W، برای جوش گوشه مورب [(۳) + (۲)] = ۸/۵ میلی‌متر

(۵) به اندازه عملی گرد می‌شود: W = ۹/۰ میلی‌متر

برای جوش‌های گوشه دارای ساق‌های مساوی (W_n)، فاصله ریشه اتصال تا سطح ترسیمی جوش (t_n) می‌تواند به روش زیر محاسبه شود:

برای شکافت ریشه بزرگتر از ١/١٦ اینچ (١/٦ میلی‌متر) و کوچکتر یا مساوی ٣/١٦ اینچ (٥ میلی‌متر) داریم:

$$t_n = \frac{W_n - R_n}{2\sin\frac{\Psi}{2}}$$

برای شکافت ریشه کوچکتر از ١/١٦ اینچ (١/٦ میلی‌متر):

$R_n =$ صفر و $t'_n = t_n$

که در آن (W_n) اندازه ساق جوش فاصله عمود بر سطح تا پنجه اتصال است و (R) شکافت ریشه می‌باشد. به شکل ٣-١١ مراجعه شود. شکافت ریشه قابل قبول در بند ٥-٢٢-١ تعریف شده‌است.

جدول ب-١) ضرایب اندازه ساق جوش گوشه معادل در اتصالات سه‌پری مورب

Ψ، زاویه بین دو سطح	٦٠°	٦٥°	٧٠°	٧٥°	٨٠°	٨٥°	٩٠°	٩٥°
اندازه مقایسه‌ای جوش گوشه برای همان مقاومت	٠/٧١	٠/٧٦	٠/٨١	٠/٨٦	٠/٩١	٠/٩٦	١/٠٠	١/٠٣
Ψ، زاویه بین دو سطح	١٠٠°	١٠٥°	١١٠°	١١٥°	١٢٠°	١٢٥°	١٣٠°	١٣٥°
اندازه مقایسه‌ای جوش گوشه برای همان مقاومت	١/٠٨	١/١٢	١/١٦	١/١٩	١/٢٣	١/٢٥	١/٢٨	١/٣١

ضمیمه ج) الزامات آزمایش ضربه

ج-١) مشخصات عمومی

ج-١-١) الزامات آزمایش ضربه و روش انجام آزمایش که در این ضمیمه ارایه شده‌است، فقط زمانی کاربرد دارد که در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی قرارداد مطابق بندهای ٥-٢٦-٥- (٣) (ج) و ٤-١-١-٣ و جدول ٣-١ این آیین‌نامه، مشخص شده باشد.

ج-١-٢) آزمایش ضربه شارپی یک آزمایش دینامیکی است که در آن نمونه انتخاب شده، پس از انتخاب، ماشین‌کاری شده و بر روی آن یک شیار (زخم) ایجاد شده و توسط دستگاهی که فقط به همین منظور طراحی شده‌است، شکسته شده و میزان جذب انرژی نمونه اندازه‌گیری می‌شود. مقادیر انرژی به‌دست آمده جنبه مقایسه‌ای داشته و نبایستی مستقیماً توسط مهندسین طراح در محاسبات مورد استفاده قرار گیرد.

ج-١-٣) اگر نیاز به انجام آزمایش ضربه در مدارک قرارداد مشخص شده باشد، مهندس طراح بایستی چندین جنبهٔ آزمایش شارپی را که مرتبط با شکست ترد می‌باشد، مدنظر قرار دهد. مهندس طراح بایستی دمای انجام آزمایش و حداقل متوسط انرژی آزمایش ضربه که برای سازه مناسب باشد را انتخاب نموده و حداقل دمای بهره‌برداری را پیش‌بینی نماید. به علاوه، مهندس طراح بایستی اثرات ناشی از افزایش ضخامت و یا افزایش مقاومت مصالح را بر مقادیر آزمایش ضربه، در نظر بگیرد. مهندس طراح بایستی اثرات ناشی از وضعیت جوشکاری که مرتبط با اعمال حرارت ورودی به ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) نمونه آزمایشی و همچنین چرخش نمونه آزمایشی که مرتبط با ویژگی‌های طولی و عرضی ناحیه متأثر از جوش می‌باشد را مدنظر قرار دهد. برای بحث بیشتر در این خصوص به کتاب جوشکاری AWS، جلد یک، چاپ هشتم، فصل یازدهم مراجعه شود.

ج-١-٤) آزمایش ضربه شارپی نمونه زخم‌دار (CVN) به طور گسترده‌ای در آزمایش‌های مکانیکی تولیدات فولادی، در تحقیق‌ها و مشخصات فنی خرید مصالح، در طول سه دهه اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. به‌علاوه، آنالیز شکست به جز چند استثناء نشان می‌دهد که شکست‌های بهره‌برداری در مقادیر کم انرژی [معمولاً ١٥ فوت پوند (٢٠/٣ ژول) یا کمتر]

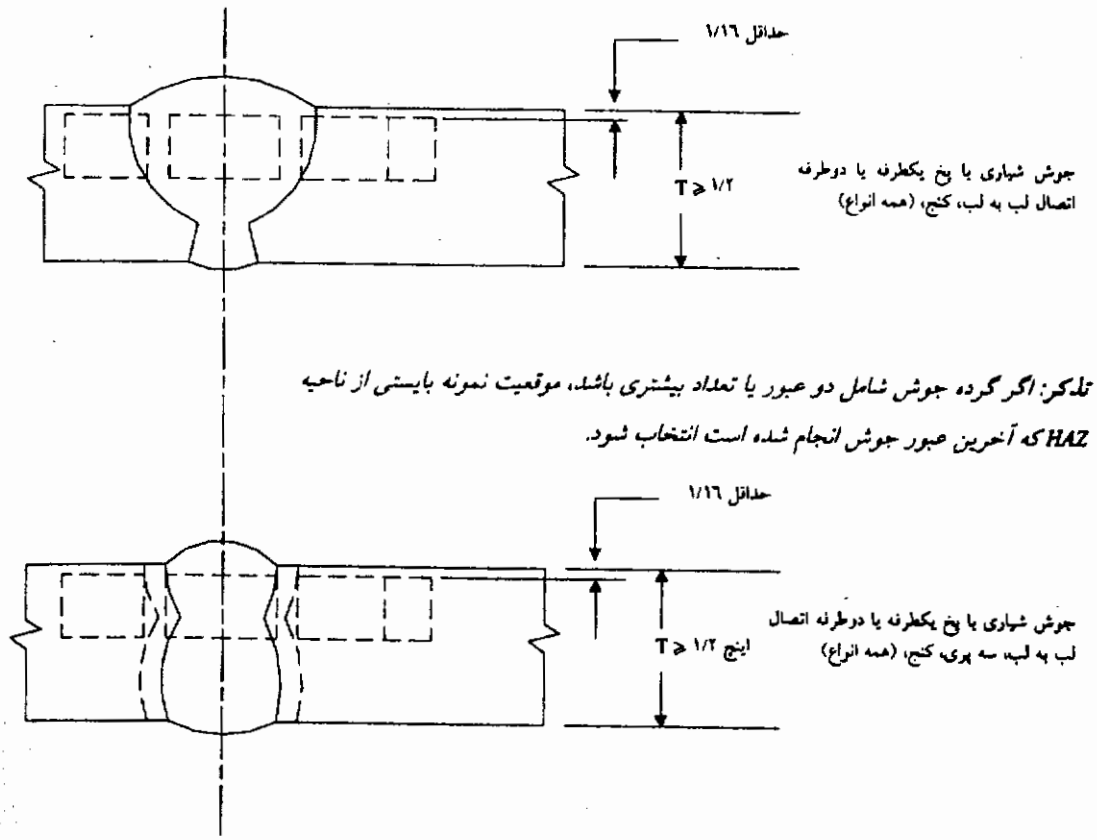
دمای شکست بهره‌برداری اتفاق می‌افتد. قابل توجه‌ترین آن‌ها مطالعات استاتیکی کشتی‌های WWII و کشتی‌های نفتکش T2 توسط اداره استانداردهای ملی آمریکاست که بین ورق‌هایی که شکست در آن‌ها شروع شد با ورق‌هایی که شکست در آن‌ها متوقف گردید، اختلاف فاحشی قابل ملاحظه بود.

ج-۱-۵) روش استاندارد انجام آزمایش ضربه نمونه زخم‌دار در ASTM E23 و A370 ارایه شده‌است. روش انجام آزمایش به طور مشخصی مرتبط با رفتار فلز است، وقتی در یک دمای مشخص تحت تنش‌های بیش از حد منفرد ناشی از میزان زیاد بارگذاری قرار می‌گیرد. رفتار فولادهای فریتی را نمی‌توان از ویژگی‌های آن‌ها تحت آزمایش کشش، وقتی تحت آزمایش ضربه قرار می‌گیرد، به خوبی پیش‌بینی کرد. این نوع مواد ممکن است در آزمایش کشش شکل‌پذیری معمولی نشان دهد (کرنش و کاهش سطح مقطع) ولی در آزمایش ضربه در وضعیت زخم‌دار ممکن است شکست ترد اتفاق بیفتد. برای بحث بیشتر در خصوص آزمایش ضربه نمونه زخم‌دار به ضمیمه ASTM E23 یا A370 مراجعه شود.

ج-۲) موقعیت نمونه آزمایشی

ج-۲-۱) موقعیت تهیه نمونه آزمایش شارپی مستقل بایستی مطابق شکل ج-۱ باشد، مگر آنکه در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی قرارداد مشخص شده باشد.

ج-۲-۲) موقعیت ایجاد زخم بر روی نمونه فلز جوش و ناحیه HAZ بایستی با استفاده از اولین ماشینکاری نمونه مربع ۱۰*۱۰ میلی‌متر با عمق مناسب مطابق شکل ج-۱ انجام شود. این نمونه‌ها بایستی با طول بلندتر تهیه شده تا امکان قرار دادن زخم در محل دقیق آن مسیر باشد. سپس نمونه‌ها بایستی با محلولی نظیر نیتال ۵ درصد شستشو شده تا موقعیت ناحیه متأثر از جوش و ناحیه ذوب به خوبی نمایان شود. سرانجام محور زخم بایستی در محور جوش برای نمونه‌های فلز جوش یا در ناحیه HAZ تا جایی که ممکن است ناحیه HAZ را قطع کند، قرار گیرد.



تذکر: اگر گرده جوش شامل دو عبور یا تعداد بیشتری باشد، موقعیت نمونه بایستی از ناحیه HAZ که آخرین عبور جوش انجام شده است انتخاب شود.

شکل ج-١) موقعیت نمونه‌های آزمایش ضربه WPS (بند ج-٢-١)

ج-٣) آزمایش ضربه

ج-٣-١) نمونه‌های آزمایش ضربه نمونه زخم‌دار بایستی از یک نمونه جوشی یکسان برداشته شود (شکل ٤-٧ تا ٤-١١)

ج-٣-٢) نمونه‌های آزمایش بایستی مطابق با استاندارد ASTM E23 یا ASTM A370 ماشینکاری و آزمایش شود.

ج-٣-٣) محور طولی نمونه‌ها بایستی محور جوش را قطع کند. پایه زخم بایستی عمود بر سطح باشد. وقتی ضخامت قطعه ١/٢ اینچ (١٢/٧ میلی‌متر) یا بیشتر است بایستی از نمونه استاندارد ١٠×١٠ میلی‌متر استفاده شود.

ج-٤) نتایج آزمایش

ج-٤-١) نتیجه آزمایش ضربه در هر موقعیت قطعه اصلی، متوسط نتایج نمونه‌های آزمایش شده مطابق جدول ج-١ می‌باشد.

ج-٤-٢) در صورتی‌که تعداد پنج نمونه آزمایش شود، بیشترین و کوچکترین مقدار صرفنظر می‌شود و نتیجه حاصل میانگین سر مقدار باقیمانده می‌باشد.

ج-٤-٣) نتایج بایستی مطابق و یا بیشتر از مقادیری باشد که در دمای آزمایش در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی قرارداد مشخص شده‌است.

ج-٥) آزمایش مجدد

ج-٥-١) اگر بیشتر از یک نمونه مقدار انرژی، کمتر از حداقل انرژی مشخص شده باشد، یا اگر میزان انرژی یک نمونه، کمتر از حداقل مقدار مجاز منفرد باشد، در اینصورت یک آزمایش مجدد بر روی سه نمونه اضافی (و یا پنج نمونه با صرفنظر کردن از کمترین و بیشترین) بایستی انجام شود که تمام نمونه‌ها بایستی بیشتر از مقدار حداقل متوسط باشد.

جدول ج) الزامات آزمایش ضربه (بند ج-٤-١)

روش جوشکاری	تعداد نمونه‌ها یا مجموعه برای هر موقعیت	دمای آزمایش	اندازه نمونه	حداقل مقدار مجاز متوسط یک مجموعه		حداقل مقدار مجاز برای یک نمونه منفرد از مجموعه	
			میلی‌متر	فوت پوند	ژول	فوت پوند	ژول
SMAW SAW GMAW FCAW ESW EGW	٣ (تذکر٢)	تذکر١	١٠×١٠	تذکر١	تذکر١	تذکر١	تذکر ١

تذکرات:

١- مقدار انرژی و دمای آزمایش بایستی در نقشه‌ها یا مشخصات فنی قرارداد مشخص شده باشد، برای شرایط خاص بایستی توجه شود، ضخامت بیشتر، مقاومت بیشتر و جهت نورد. (برای راهنمایی بیشتر به کتاب جوشکاری AWS مراجعه شود)

٢- تعداد دیگر مجاز نمونه‌ها برای هر موقعیت ٥ عدد می‌باشد. سپس از مقادیر حداقل و حداکثر صرفنظر می‌گردد.

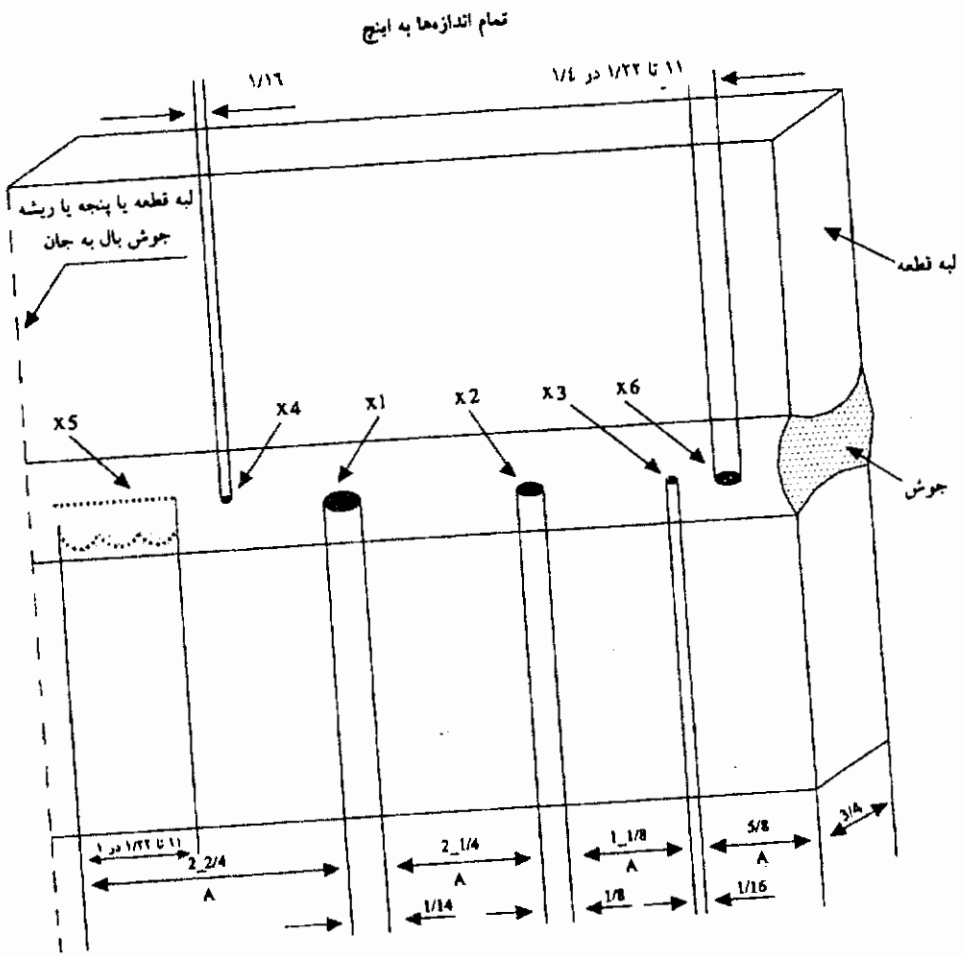
ضمیمه د) الزامات WPS

جدول د-١) الزامات آیین‌نامه که می‌تواند با آزمایش‌های تأیید صلاحیت WPS تغییر کند (بند ٤-١-١)

موضوع	بند مرتبط
فلز پایه	٣-٣
روش جوشکاری	٣-٢-٣
جزییات اتصالات جوشی	٣-١٣، ٣-١٢، ٣-١١، ٣-١٠، ٣-٩
الزامات فلز پرکننده	٣-٣
الزامات درجه حرارت پیش‌گرمایش و بین عبورها	٣-٥
الکترودهای SMAW	٥-٣-٢و ٥-٣-٢-١
حداکثر قطر الکترود SAW	جدول ٣-٧
مقطع عرضی جوش شیاری یا گوشه SAW	٣-٧-٢
الکترود و پودر جوشکاری برای SAW	٥-٣-٣-١
روش SAW با الکترود منفرد، الکترودهای موازی و الکترودهای چندتایی	جدول ٣-٧
سیم جوش برای GMAW و FCAW	٥-٣-٤
روش جوشکاری GMAW و FCAW با الکترود منفرد (تذکر: GMAW و FCAW با الکترودهای چندتایی، GMAW-S، GTAW و ESW وضعیت پیش‌تأیید ندارند)	جدول ٣-٧

تذکر: اگر WPS آزمایش شود سایر الزامات آیین‌نامه که در جدول فهرست نشده ممکن است تغییر کند. (بند ٣-١)

ضمیمه ه) الزامات کیفیت جوش در اتصالات کششی سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی



تذکرات:

۱- A- حداقل فاصله مجاز بین لبه‌های عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم ذوب یا تخلخل با اندازه ۱/۱٦ اینچ یا بزرگتر.

۲- X_1 – حداکثر قابل قبول تخلخل یا عدم پیوستگی ناشی از عدم ذوب برای اتصال با ضخامت ۳/٤ اینچ (به شکل ٦-٤ مراجعه شود).

۳- X_2، X_3، X_4 – تخلخل یا عدم پیوستگی ناشی از عدم ذوب ۱/۱٦ اینچ یا بزرگتر، ولی کوچکتر از حداکثر مجاز قطعات با ضخامت ۳/٤ اینچ.

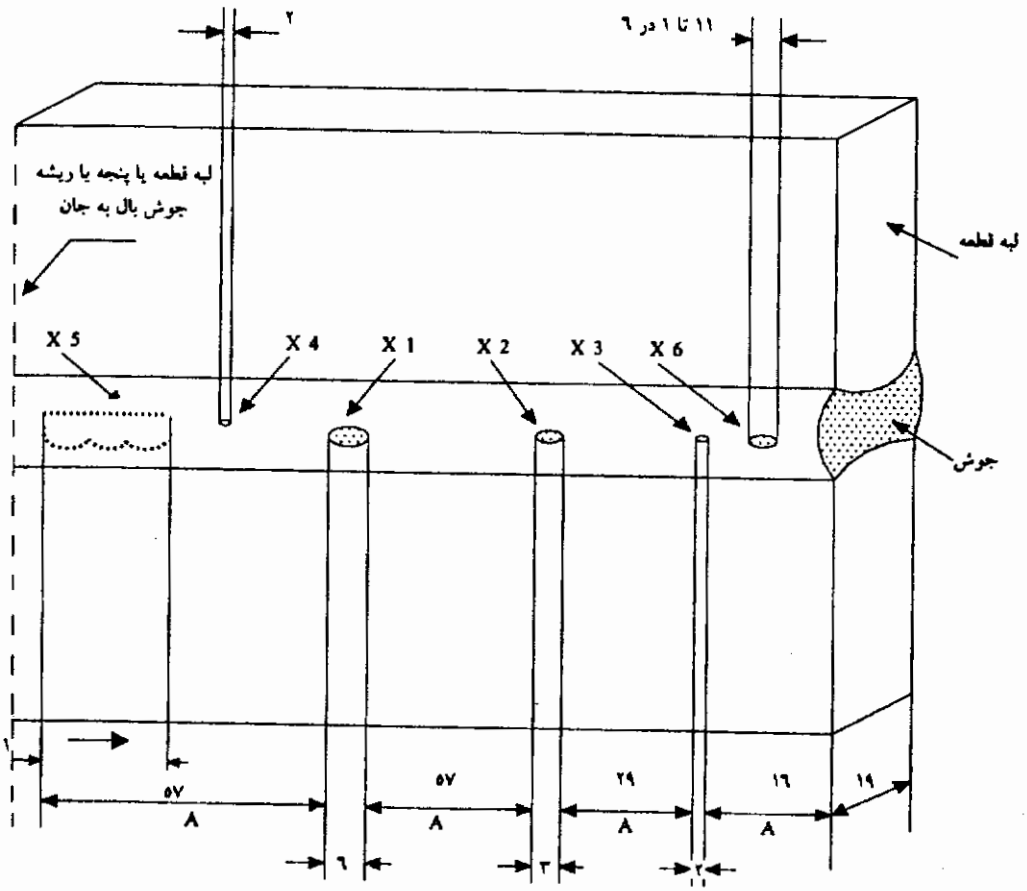
۴- X_5، X_6 – عدم پیوستگی ناشی از عدم ذوب یا تخلخل کوچکتر از ۱/۱٦ اینچ.

تفسیر:

۱-تخلخل یا عدم پیوستگی X_4 غیرقابل قبول است، زیرا حداقل فاصله مجاز تا لبه‌های این نوع عدم پیوستگی‌ها رعایت نشده (مراجعه به بند ٦-١٢-٢-١ و شکل ٦-٤)

۲-باقیمانده جوش قابل قبول است.

تمام اندازه‌ها به میلیمتر



تذکرات:

۱- حداقل فاصله مجاز بین لبه‌های عدم پیوستگی‌های ناشی از عدم ذوب یا تخلخل با اندازه ۱/٦ میلی‌متر یا بزرگتر.

۲- X_1 – حداکثر قابل قبول تخلخل یا عدم پیوستگی ناشی از عدم ذوب برای اتصال با ضخامت ۱۹ میلی‌متر (به شکل ٦-٤ مراجعه شود).

۳- X_2، X_3، X_4 – تخلخل یا عدم پیوستگی ناشی از عدم ذوب ۱/٦ میلی‌متر یا بزرگتر، ولی کوچکتر از حداکثر مجاز قطعات با ضخامت ۱۹ میلی‌متر.

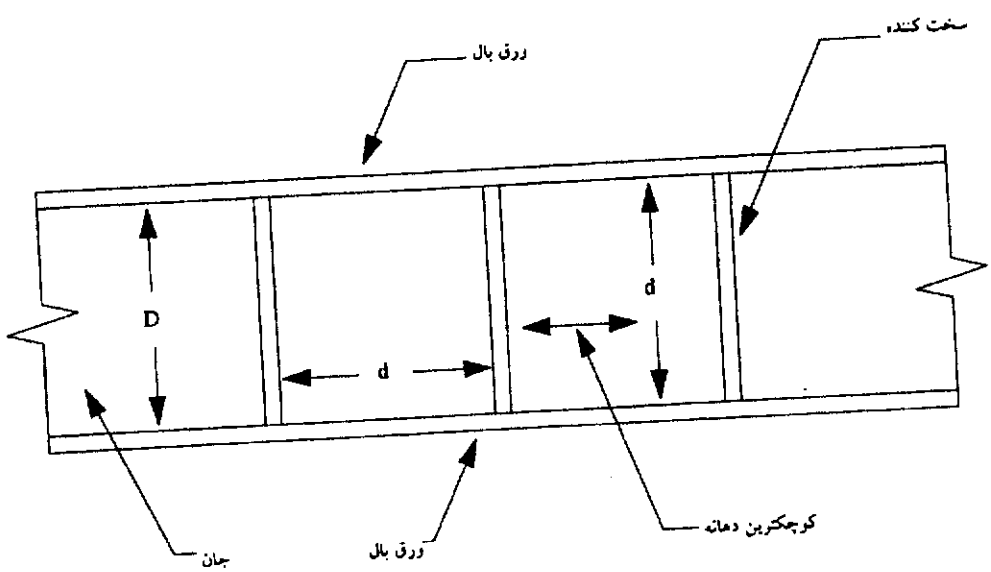
٤- X_5، X_6 – عدم پیوستگی ناشی از عدم ذوب یا تخلخل کوچکتر از ۱/٦ میلی‌متر.

تفسیر:

۱- تخلخل یا عدم پیوستگی X_4 غیرقابل قبول است، زیرا حداقل فاصله مجاز تا لبه‌های این نوع عدم پیوستگی‌ها رعایت نشده‌است. (مراجعه به بند ٦-١٢-٢-١ و شکل ٦-٤)

۲- باقیمانده جوش قابل قبول است.

ضمیمه و) صفحه‌ای بودن جان شاهتیرها- سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی



تذکرات:

۱- D = عمق جان

۲- d = کوچکترین اندازه دهانه

با سخت‌کننده‌های میانی در دو طرف جان																	
کوچکترین اندازه دهانه به اینچ																عمق جان به اینچ	ضخامت جان به اینچ
–	–	–	–	–	–	–	–	٥٠	٤٤	٣٨	٣١	٢٥	کمتر از ٤٧	٥/١٦
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٤٧ و بیشتر	
–	–	–	–	–	–	–	٦٣	٥٦	٥٠	٤٤	٣٨	٣١	٢٥	کمتر از ٥٦	٣/٨
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٥٦ و بیشتر	
–	–	–	–	–	–	٦٩	٦٣	٥٦	٥٠	٤٤	٣٨	٣١	٢٥	کمتر از ٦٦	٧/١٦
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٦٦ و بیشتر	
–	–	–	–	٨١	٧٥	٦٩	٦٣	٥٦	٥٠	٤٤	٣٨	٣١	٢٥	کمتر از ٧٥	١/٢
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٧٥ و بیشتر	
–	–	–	٨٨	٨١	٧٥	٦٩	٦٣	٥٦	٥٠	٤٤	٣٨	٣١	٢٥	کمتر از ٨٤	٩/١٦
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٨٤ و بیشتر	
–	–	٩٤	٨٨	٨١	٧٥	٦٩	٦٣	٥٦	٥٠	٤٤	٣٨	٣١	٢٥	کمتر از ٩٤	٥/٨
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٩٤ و بیشتر	
حداکثر تغییرات قابل قبول به اینچ (ادامه)																	
١-١/١٦	١	١٥/١٦	٧/٨	١٣/١٦	٣/٤	١١/١٦	٥/٨	٩/١٦	١/٢	٧/١٦	٣/٨	٥/١٦	١/٤				

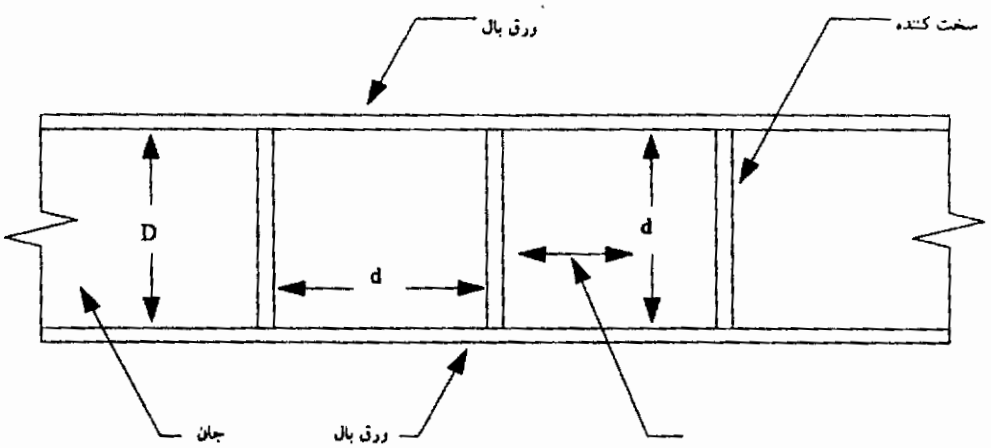
کوچکترین اندازه دهانه به متر																عمق جان به متر	ضخامت جان به میلی‌متر
–	–	–	–	–	–	–	١/٢٧	١/١٢	٠/٩٧	٠/٧٩	٠/٦٣	کمتر از ١/١٩	٨/٠
٢/١٦	٢/٠٣	١/٩٠	١/٧٨	١/٦٥	١/٥٢	١/٤٠	١/٢٧	١/١٤	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٦	٠/٦٣	٠/٥١	١/١٩ و بیشتر	
–	–	–	–	–	–	–	١/٦٠	١/٤٢	١/٢٧	١/١٢	٠/٩٧	٠/٧٩	٠/٦٣	کمتر از ١/٤٢	٩/٥
٢/١٦	٢/٠٣	١/٩٠	١/٧٨	١/٦٥	١/٥٢	١/٤٠	١/٢٧	١/١٤	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٦	٠/٦٣	٠/٥١	١/٤٢ و بیشتر	
–	–	–	–	–	–	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٢	١/٢٧	١/١٢	٠/٩٧	٠/٧٩	٠/٦٣	کمتر از ١/٦٨	١١/١
٢/١٦	٢/٠٣	١/٩٠	١/٧٨	١/٦٥	١/٥٢	١/٤٠	١/٢٧	١/١٤	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٦	٠/٦٣	٠/٥١	١/٦٨ و بیشتر	
–	–	–	–	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٢	١/٢٧	١/١٢	٠/٩٧	٠/٧٩	٠/٦٣	کمتر از ١/٩٠	١٢/٧
٢/١٦	٢/٠٣	١/٩٠	١/٧٨	١/٦٥	١/٥٢	١/٤٠	١/٢٧	١/١٤	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٦	٠/٦٣	٠/٥١	١/٩٠ و بیشتر	
–	–	–	٢/٢٤	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٢	١/٢٧	١/١٢	٠/٩٧	٠/٧٩	٠/٦٣	کمتر از ٢/١٣	١٤/٣
٢/١٦	٢/٠٣	١/٩٠	١/٧٨	١/٦٥	١/٥٢	١/٤٠	١/٢٧	١/١٤	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٦	٠/٦٣	٠/٥١	٢/١٣ و بیشتر	
		٢/٣٩	٢/٢٤	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٢	١/٢٧	١/١٢	٠/٩٧	٠/٧٩	٠/٦٣	کمتر از ٢/٣٩	١٥/٩
٢/١٦	٢/٠٣	١/٩٠	١/٧٨	١/٦٥	١/٥٢	١/٤٠	١/٢٧	١/١٤	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٦	٠/٦٣	٠/٥١	٢/٣٩ و بیشتر	
حداکثر تغییرات قابل قبول به میلی‌متر																	
٢٧/٠	٢٥/٤	٢٣/٨	٢٢/٢	٢٠/٦	١٩/٠	١٧/٥	١٥/٩	١٤/٣	١٢/٧	١١/١	٩/٥	٨/٠	٦/٤		

بدون سخت‌کننده میانی																	
ضخامت جان به اینچ	عمق جان به اینچ																
هر ضخامت	٣٨	٤٧	٥٦	٦٦	٧٥	٨٤	٩٤	١٠٣	١١٣	١٢٢	١٣١	١٤١	١٥٠	١٥٩	١٦٩	١٧٨	١٨٨
	حداکثر تغییرات مجاز به اینچ																
	١/٤	٥/١٦	٣/٨	٧/١٦	١/٢	٩/١٦	٥/٨	١١/١٦	٣/٤	١٣/١٦	٧/٨	١٥/١٦	١	١-١/١٦	١-١/٨	١-٣/١٦	١-١/٤
ضخامت جان به میلی‌متر	عمق جان به متر																
هر ضخامت	٠/٩٧	١/١٩	١/٤٢	١/٦٨	١/٩٠	٢/١٣	٢/٣٩	٢/٦٢	٢/٨٧	٣/١٠	٣/٣٣	٣/٥٨	٣/٨١	٤/٠٤	٤/٢٩	٤/٥٢	٤/٧٧
	حداکثر تغییرات مجاز به میلی‌متر																
	٦/٤	٨/٠	٩/٥	١١/١	١٢/٧	١٤/٣	١٥/٩	١٧/٥	١٩/٠	٢٠/٦	٢٢/٢	٢٣/٨	٢٥/٤	٢٧/٠	٢٨/٦	٣٠/٢	٣١/٧

با سخت‌کننده میانی فقط در یک طرف جان																	
ضخامت جان به اینچ	حمق جان به اینچ	کوچکترین اندازه دهانه به اینچ															
٥/١٦	کمتر از ٣١	٢٥	٣١	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٣١ و بیشتر	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٩	٦٣	٦٧	٧١		
٣/٨	کمتر از ٣٨	٢٥	٣١	٣٨	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٣٨ و بیشتر	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٩	٦٣	٦٧	٧١		
٧/١٦	کمتر از ٤٤	٢٥	٣١	٣٨	٤٤	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٤٤ و بیشتر	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٩	٦٣	٦٧	٧١		
١/٢	کمتر از ٥٠	٢٥	٣١	٣٨	٤٤	٥٠	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٥٠ و بیشتر	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٩	٦٣	٦٧	٧١		
٩/١٦	کمتر از ٥٦	٢٥	٣١	٣٨	٤٤	٥٠	٥٦	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٥٦ و بیشتر	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٩	٦٣	٦٧	٧١		
٥/٨	کمتر از ٦٣	٢٥	٣١	٣٨	٤٤	٥٠	٥٦	٦٣	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	٦٣ و بیشتر	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٤	٣٨	٤٢	٤٦	٥٠	٥٤	٥٩	٦٣	٦٧	٧١		
	حداکثر تغییرات مجاز به اینچ																
	١/٤	٥/١٦	٣/٨	٧/١٦	١/٢	٩/١٦	٥/٨	١١/١٦	٣/٤	١٣/١٦	٧/٨	١٥/١٦	١	١-١/١٦			

ضخامت جان به میلی‌متر	عمق جان به متر	کوچکترین اندازه دهانه به متر														
۸/۰	کمتر از ۰/۷۸	۰/۶۳	۰/۷۹	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	۰/۷۸ و بیشتر	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۷٤	۰/۸٦	۰/۹۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۷۰	۱/۸۰
۹/۵	کمتر از ۰/۹۷	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۹۷	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	۰/۹۷ و بیشتر	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۷٤	۰/۸٦	۰/۹۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۷۰	۱/۸۰
۱۱/۱	کمتر از ۱/۱۲	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۱۲	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	۱/۱۲ و بیشتر	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۷٤	۰/۸٦	۰/۹۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۷۰	۱/۸۰
۱۲/۷	کمتر از ۱/۲۷	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۱۲	۱/۲۷	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	۱/۲۷ و بیشتر	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۷٤	۰/۸٦	۰/۹۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۷۰	۱/۸۰
۱٤/۳	کمتر از ۱/٤۲	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۱۲	۱/۲۷	۱/٤۲	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	۱/٤۲ و بیشتر	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۷٤	۰/۸٦	۰/۹۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۷۰	۱/۸۰
۱۵/۹	کمتر از ۱/٦۰	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۱۲	۱/۲۷	۱/٤۲	۱/٦۰	–	–	–	–	–	–	–	–
	۱/٦۰ و بیشتر	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۷٤	۰/۸٦	۰/۹۷	۱/۰۷	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۷۰	۱/۸۰
حداکثر تغییرات مجاز به میلی‌متر																
		٦/٤	۸/۰	۹/۵	۱۱/۱	۱۲/۷	۱٤/۳	۱۵/۹	۱۷/۵	۱۹/۰	۲۰/٦	۲۲/۲	۲۳/۸	۲۵/٤	۲۷/۰	

ضمیمه ز) صفحه‌ای بودن جان شاهتیرها- سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی



تذکرات:

۱- D = عمق جان

۲- d = کوچکترین اندازه دهانه

با سخت‌کننده‌های میانی در هر دو طرف جان، شاهتیرهای میانی																ضخامت جان به اینچ
حداقل اندازه دهانه به اینچ																عمق جان به اینچ
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	کمتر از ۴۷
۹۸	۹۲	۸۶	۸۱	۷۵	۶۹	۶۳	۵۸	۵۲	۴۶	۴۰	۳۵	۲۹	۲۳			۴۷ و بیشتر
–	–	–	–	–	–	–	–	–	۵۸	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	کمتر از ۵۶		۵/۱۶
۹۸	۹۲	۸۶	۸۱	۷۵	۶۹	۶۳	۵۸	۵۲	۴۶	۴۰	۳۵	۲۹	۲۳	۵۶ و بیشتر		۳/۸
–	–	–	–	–	–	–	–	۶۵	۵۸	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	کمتر از ۶۶		۷/۱۶
۹۸	۹۲	۸۶	۸۱	۷۵	۶۹	۶۳	۵۸	۵۲	۴۶	۴۰	۳۵	۲۹	۲۳	۶۶ و بیشتر		۷/۱۶
–	–	–	–	–	–	۷۹	۷۲	۶۵	۵۸	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	کمتر از ۷۵		۱/۲
۹۸	۹۲	۸۶	۸۱	۷۵	۶۹	۶۳	۵۸	۵۲	۴۶	۴۰	۳۵	۲۹	۲۳	۷۵ و بیشتر		۱/۲
–	–	–	–	–	۸۶	۷۹	۷۲	۶۵	۵۸	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	کمتر از ۸۴		۹/۱۶
۹۸	۹۲	۸۶	۸۱	۷۵	۶۹	۶۳	۵۸	۵۲	۴۶	۴۰	۳۵	۲۹	۲۳	۸۴ و بیشتر		۹/۱۶
–	–	–	–	۹۳	۸۶	۷۹	۷۲	۶۵	۵۸	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	کمتر از ۹۴		۵/۸
۹۸	۹۲	۸۶	۸۱	۷۵	۶۹	۶۳	۵۸	۵۲	۴۶	۴۰	۳۵	۲۹	۲۳	۹۴ و بیشتر		۵/۸
حداکثر تغییرات قابل قبول به اینچ																
۱-۱/۱۶	۱	۱۵/۱۶	۷/۸	۱۳/۱۶	۳/۴	۱۱/۱۶	۵/۸	۹/۱۶	۱/۲	۷/۱۶	۳/۸	۵/۱۶	۱/۴			

حداقل اندازه دهانه به اینچ																ضخامت جان به میلی‌متر	عمق جان به متر
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	١/٢٧	١/٠٩	٠/٩١	٠/٧٤	کمتر از ١/١٩	٨/٠
٢/٤٩	٢/٣٤	٢/١٨	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٧	١/٣٢	١/١٧	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٤	٠/٥٨	١/١٩ و بیشتر			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	١/٤٧	١/٢٧	١/٠٩	٠/٩١	٠/٧٤	کمتر از ١/٤٢	٩/٥		
٢/٤٩	٢/٣٤	٢/١٨	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٧	١/٣٢	١/١٧	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٤	٠/٥٨	١/٤٢ و بیشتر			
–	–	–	–	–	–	–	–	١/٦٥	١/٤٧	١/٢٧	١/٠٩	٠/٩١	٠/٧٤	کمتر از ١/٦٨	١١/١		
٢/٤٩	٢/٣٤	٢/١٨	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٧	١/٣٢	١/١٧	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٤	٠/٥٨	١/٦٨ و بیشتر			
–	–	–	–	–	–	٢/٠٠	١/٨٣	١/٦٥	١/٤٧	١/٢٧	١/٠٩	٠/٩١	٠/٧٤	کمتر از ١/٩٠	١٢/٧		
٢/٤٩	٢/٣٤	٢/١٨	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٧	١/٣٢	١/١٧	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٤	٠/٥٨	١/٩٠ و بیشتر			
–	–	–	–	–	٢/١٨	٢/٠٠	١/٨٣	١/٦٥	١/٤٧	١/٢٧	١/٠٩	٠/٩١	٠/٧٤	کمتر از ٢/١٣	١٤/٣		
٢/٤٩	٢/٣٤	٢/١٨	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٧	١/٣٢	١/١٧	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٤	٠/٥٨	٢/١٣ و بیشتر			
				٢/٣٦	٢/١٨	٢/٠٠	١/٨٣	١/٦٥	١/٤٧	١/٢٧	١/٠٩	٠/٩١	٠/٧٤	کمتر از ٢/٣٩	١٥/٩		
٢/٤٩	٢/٣٤	٢/١٨	٢/٠٦	١/٩٠	١/٧٥	١/٦٠	١/٤٧	١/٣٢	١/١٧	١/٠٢	٠/٨٩	٠/٧٤	٠/٥٨	٢/٣٩ و بیشتر			
حداکثر تغییرات قابل قبول به میلی‌متر																	
٢٧/٠	٢٥/٤	٢٣/٨	٢٢/٢	٢٠/٦	١٩/٠	١٧/٥	١٥/٩	١٤/٣	١٢/٧	١١/١	٩/٥	٨/٠	٦/٤				

با سخت‌کننده‌های میانی فقط در یک‌طرف جان و شاهتیرهای سمت‌نما (کناری)

کوچکترین اندازه دهانه به اینچ																ضخامت جان به اینچ	عمق جان به اینچ
													٣٨	٣٠		٥/١٦	کمتر از ٣١
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٣١ و بیشتر			
												٣٨	٣٠	کمتر از ٣٨	٣/٨		
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٣٨ و بیشتر			
											٤٥	٣٨	٣٠	کمتر از ٤٤	٧/١٦		
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٤٤ و بیشتر			
										٥٣	٤٥	٣٨	٣٠	کمتر از ٥٠	١/٢		
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٥٠ و بیشتر			
									٦٠	٥٣	٤٥	٣٨	٣٠	کمتر از ٥٦	٩/١٦		
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٥٦ و بیشتر			
								٦٨	٦٠	٥٣	٤٥	٣٨	٣٠	کمتر از ٦٣	٥/٨		
٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	٦٣ و بیشتر			
حداکثر تغییرات قابل قبول به اینچ																	
١-١/١٦	١	١٥/١٦	٧/٨	١٣/١٦	٣/٤	١١/١٦	٥/٨	٩/١٦	١/٢	٧/١٦	٣/٨	٥/١٦	١/٤				

کوچکترین اندازه دهانه به متر																عمق جان به متر	ضخامت جان به میلی‌متر
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۹۷				کمتر از ۰/۷۸	۸/۰
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۰/۷۸ و بیشتر			
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۷۶	کمتر از ۰/۹۷	۹/۵		
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۰/۹۷ و بیشتر			
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۱/۱۴	۰/۷۶	کمتر از ۱/۱۲	۱۱/۱		
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۱/۱۲ و بیشتر			
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۱/۳۵	۱/۱۴	۰/۷۶	کمتر از ۱/۲۷	۱۲/۷		
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۱/۲۷ و بیشتر			
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱ ٤۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۱/۱۴	۰/۷۶	کمتر از ۱/۴۲	۱۴/۳		
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۱/۴۲ و بیشتر			
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۱/۱۴	۰/۷۶	کمتر از ۱/۶۰	۱۵/۹		
۲/۱۶	۲/۰۳	۱/۹۰	۱/۷۸	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۰	۱/۲۷	۱/۱۴	۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۱/۶۰ و بیشتر			
حداکثر تغییرات قابل قبول به میلی‌متر																	
۲۷/۰	۲۵/۴	۲۳/۸	۲۲/۲	۲۰/۶	۱۹/۰	۱۷/۵	۱۵/۹	۱۴/۳	۱۲/۷	۱۱/۱	۹/۵	۸/۰	۶/۴				

با سخت‌کننده‌های مبانی فقط در یک طرف جان، شاهتیرهای مبانی																			
کوچکترین اندازه دهانه به اینچ																		عمق جان به اینچ	ضخامت جان به اینچ
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۳۱ و بیشتر	
														۳۱	۲۵			کمتر از ۳۱	۵/۱۶
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۳۸ و بیشتر	
														۳۸	۲۵	۳۱		کمتر از ۳۸	۳/۸
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۴۴ و بیشتر	
														۴۴	۳۸	۳۱	۲۵	کمتر از ۴۴	۷/۱۶
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۴۴ و بیشتر	
									۵۰	۴۴	۳۸	۳۱	۲۵					کمتر از ۵۰	۱/۲
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۵۰ و بیشتر	
								۵۶	۵۰	۴۴	۳۸	۳۱	۲۵					کمتر از ۵۶	۹/۱۶
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۵۶ و بیشتر	
							۶۳	۵۶	۵۰	۴۴	۳۸	۳۱	۲۵					کمتر از ۶۳	۵/۸
۷۱	۶۷	۶۳	۵۹	۵۴	۵۰	۴۶	۴۲	۳۸	۳۴	۲۹	۲۵	۲۱	۱۷					۶۳ و بیشتر	
حداکثر تغییرات قابل قبول به اینچ																			
۱-۱/۱۶	۱	۱۵/۱۶	۷/۸	۱۳/۱۶	۳/۴	۱۱/۱۶	۵/۸	۹/۱۶	۱/۲	۷/۱۶	۳/۸	۵/۱۶	۱/۴						

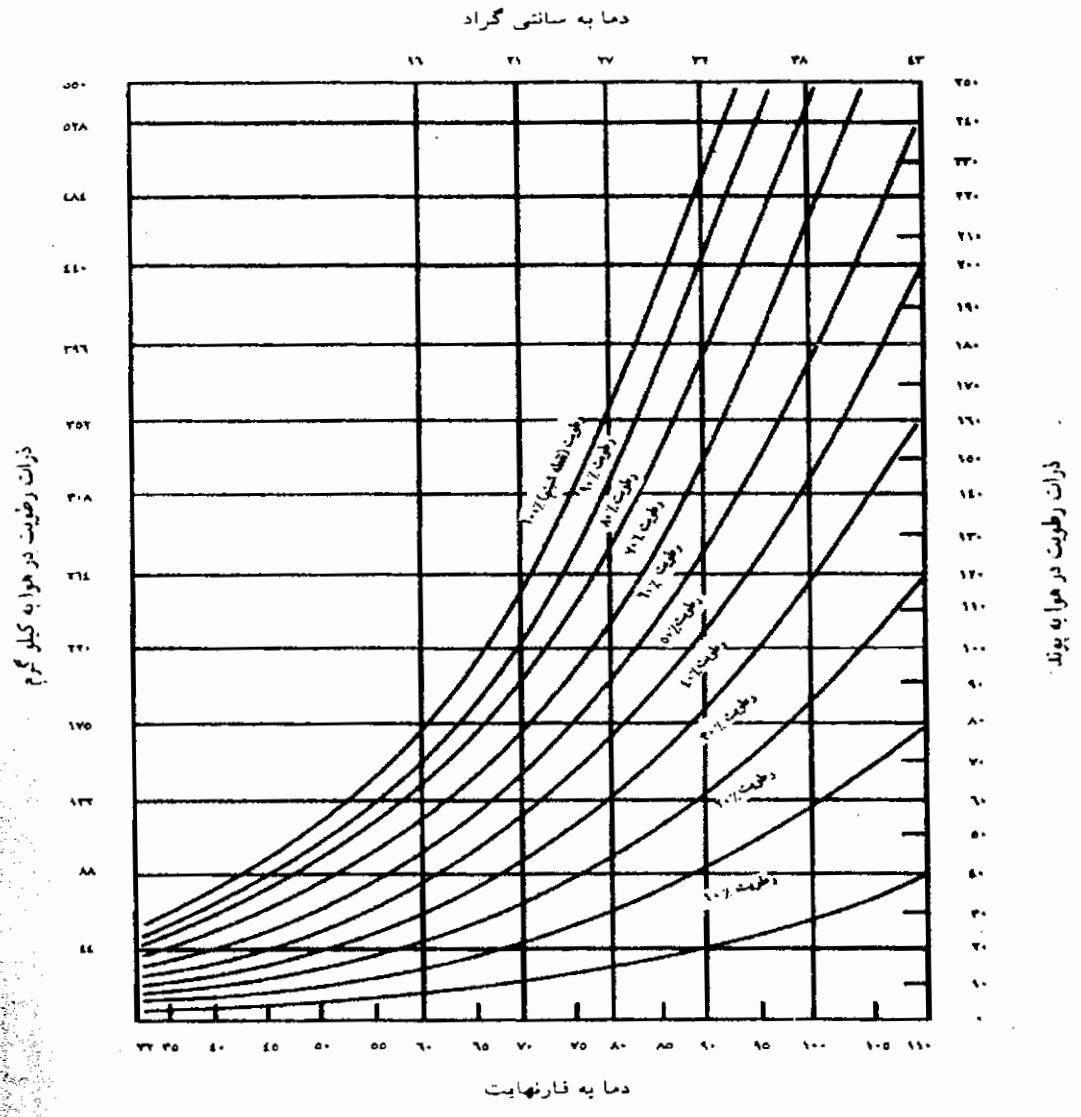
کوچکترین اندازه دهانه به متر															عمق جان به متر	ضخامت جان به میلی‌متر
															کمتر از ۰/۷۸	۸/۰
۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۵۰	۱ ۳۷	۱ ۲۷	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۸۶	۰/۷٤	۰/۶۳	۰/۵۳	۰/۴۳		۰/۷۸ و بیشتر	
											۰/۹۷	۰/۷۹	۰/۶۳		کمتر از ۰/۹۷	۹/۵
۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۵۰	۱ ۳۷	۱ ۲۷	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۸۶	۰/۷٤	۰/۶۳	۰/۵۳	۰/۴۳		۰/۹۷ و بیشتر	
											۱/۱۲	۰/۹۷	۰/۶۳		کمتر از ۱/۱۲	۱۱/۱
۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۵۰	۱ ۳۷	۱ ۲۷	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۸۶	۰/۷٤	۰/۶۳	۰ ۵۳	۰/۴۳		۱/۱۲ و بیشتر	
											۱/۲۷	۰/۹۷	۰/۶۳		کمتر از ۱/۲۷	۱۲/۷
۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۵۰	۱ ۳۷	۱ ۲۷	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۸۶	۰/۷٤	۰/۶۳	۰ ۵۳	۰/۴۳		۱/۲۷ و بیشتر	
										۱/۴۲	۱/۲۷	۱/۱۲	۰/۹۷	۰/۷۹	کمتر از ۱/۴۲	۱٤/۳
۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۵۰	۱/۳۷	۱ ۲۷	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۸۶	۰/۷٤	۰/۶۳	۰/۵۳	۰/۴۳		۱/۴۲ و بیشتر	
								۱/۶۰	۱/۲۷	۱/۱۲	۰/۹۷	۰/۷۹	۰/۶۳		کمتر از ۱/۶۰	۱۵/۹
۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۵۰	۱/۳۷	۱ ۲۷	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۸۶	۰/۷٤	۰/۶۳	۰ ۵۳	۰/۴۳		۱/۶۰ و بیشتر	
حداکثر تغییرات قابل قبول به متر																
۲۷/۰	۲۵/٤	۲۳/۸	۲۲/۲	۲۰/۶	۱۹/۰	۱۷/۵	۱٤/۳	۱۵/۹	۱۲/۷	۱۱/۱	۹/۵	۸/۰	۶/٤			

با سخت‌کننده‌های میانی در هر دو طرف جان، شاهتیرهای سمت‌نما (کناری)																
کوچکترین اندازه دهانه به اینچ															عمق جان به اینچ	ضخامت جان به اینچ
															کمتر از ٤۷	۵/۱۶
۱۱۲	۱۰۵	۹۸	۹۲	۸۵	۷۹	۷۱	۶۶	۵۹	۵۳	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶		٤۷ و بیشتر	
										۵۷	۴۹	۴۱	۳۳		کمتر از ۵۶	۳/۸
۱۱۲	۱۰۵	۹۸	۹۲	۸۵	۷۹	۷۱	۶۶	۵۹	۵۳	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶		۵۶ و بیشتر	
								۷۳	۶۵	۵۷	۴۹	۴۱	۳۳		کمتر از ۶۶	۷/۱۶
۱۱۲	۱۰۵	۹۸	۹۲	۸۵	۷۹	۷۱	۶۶	۵۹	۵۳	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶		۶۶ و بیشتر	
							۸۱	۷۳	۶۵	۵۷	۴۹	۴۱	۳۳		کمتر از ۷۵	۱/۲
۱۱۲	۱۰۵	۹۸	۹۲	۸۵	۷۹	۷۱	۶۶	۵۹	۵۳	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶		۷۵ و بیشتر	
						۸۹	۸۱	۷۳	۶۵	۵۷	۴۹	۴۱	۳۳		کمتر از ۸٤	۹/۱۶
۱۱۲	۱۰۵	۹۸	۹۲	۸۵	۷۹	۷۱	۶۶	۵۹	۵۳	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶		۸٤ و بیشتر	
					۹۸	۸۹	۸۱	۷۳	۶۵	۵۷	۴۹	۴۱	۳۳		کمتر از ۹٤	۵/۸
۱۱۲	۱۰۵	۹۸	۹۲	۸۵	۷۹	۷۱	۶۶	۵۹	۵۳	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶		۹٤ و بیشتر	
حداکثر تغییرات قابل قبول به اینچ																
۱-۱/۱۶	۱	۱۵/۱۶	۷/۸	۱۳/۱۶	۳/٤	۱۱/۱۶	۵/۸	۹/۱۶	۱/۲	۷/۱۶	۳/۸	۵/۱۶	۱/٤			

ضخامت جان به میلی‌متر	عمق جان به متر	کوچکترین اندازه دهانه به متر														
٨/٠	کمتر از ١/١٩	٠/٨٤	١/٠٤	١/٢٤												
	١/١٩ و بیشتر	٠/٦٦	٠/٨٤	٠/٩٩	١/١٩	١/٣٥	١/٥٠	١/٦٨	١/٨٣	٢/٠١	٢/١٦	٢/٣٤	٢/٤٩	٢/٦٧	٢/٨٤	
٩/٥	کمتر از ١/٤٢	٠/٨٤	١/٠٤	١/٢٤	١/٤٥											
	١/٤٢ و بیشتر	٠/٦٦	٠/٨٤	٠/٩٩	١/١٩	١/٣٥	١/٥٠	١/٦٨	١/٨٣	٢/٠١	٢/١٦	٢/٣٤	٢/٤٩	٢/٦٧	٢/٨٤	
١١/١	کمتر از ١/٦٨	٠/٨٤	١/٠٤	١/٢٤	١/٤٥	١/٦٥	١/٨٥									
	١/٦٨ و بیشتر	٠/٦٦	٠/٨٤	٠/٩٩	١/١٩	١/٣٥	١/٥٠	١/٦٨	١/٨٣	٢/٠١	٢/١٦	٢/٣٤	٢/٤٩	٢/٦٧	٢/٨٤	
١٢/٧	کمتر از ١/٩٠	٠/٨٤	١/٠٤	١/٢٤	١/٤٥	١/٦٥	١/٨٥	٢/٠٦								
	١/٩٠ و بیشتر	٠/٦٦	٠/٨٤	٠/٩٩	١/١٩	١/٣٥	١/٥٠	١/٦٨	١/٨٣	٢/٠١	٢/١٦	٢/٣٤	٢/٤٩	٢/٦٧	٢/٨٤	
١٤/٣	کمتر از ٢/١٣	٠/٨٤	١/٠٤	١/٢٤	١/٤٥	١/٦٥	١/٨٥	٢/٠٦	٢/٢٦							
	٢/١٣ و بیشتر	٠/٦٦	٠/٨٤	٠/٩٩	١/١٩	١/٣٥	١/٥٠	١/٦٨	١/٨٣	٢/٠١	٢/١٦	٢/٣٤	٢/٤٩	٢/٦٧	٢/٨٤	
١٥/٩	کمتر از ٢/٣٩	٠/٨٤	١/٠٤	١/٢٤	١/٤٥	١/٦٥	١/٨٥	٢/٠٦	٢/٢٦	٢/٤٩						
	٢/٣٩ و بیشتر	٠/٦٦	٠/٨٤	٠/٩٩	١/١٩	١/٣٥	١/٥٠	١/٦٨	١/٨٣	٢/٠١	٢/١٦	٢/٣٤	٢/٤٩	٢/٦٧	٢/٨٤	
حداکثر تغییرات قابل قبول به میلی‌متر																
		٦/٤	٨/٠	٩/٥	١١/١	١٢/٧	١٤/٣	١٥/٩	١٧/٥	١٩/٠	٢٠/٦	٢٢/٢	٢٣/٨	٢٥/٤	٢٧/٠	

بدون سخت‌کننده‌های میانی، شاهتیرهای میانی و سمت‌نما (کناری)																		
ضخامت جان به اینچ		عمق جان به اینچ																
هر ضخامت	٣٨	٤٧	٥٦	٦٦	٧٥	٨٤	٩٤	١٠٣	١١٣	١٢٢	١٣١	١٤١	١٥٠	١٥٩	١٦٩	١٧٨	١٨٨
حداکثر تغییرات قابل قبول به اینچ																		
	١/٤	٥/١٦	٣/٨	٧/١٦	١/٢	٩/١٦	٥/٨	١١/١٦	٣/٤	١٣/١٦	٧/٨	١٥/١٦	١	١-١/١٦	١-١/٨	١-٣/١٦	١-١/٤	
ضخامت جان به میلی‌متر		عمق جان به متر																
هر ضخامت	٠/٩٧	١/١٩	١/٤٢	١/٦٨	١/٩٠	٢/١٣	٢/٣٩	٢/٦٢	٢/٨٧	٣/١٠	٣/٣٣	٣/٥٨	٣/٨١	٤/٠٤	٤/٢٩	٤/٥٢	٤/٧٧	
حداکثر تغییرات قابل قبول به میلی‌متر																		
	٦/٤	٨/٠	٩/٥	١١/١	١٢/٧	١٤/٣	١٥/٩	١٧/٥	١٩/٠	٢٠/٦	٢٢/٢	٢٣/٨	٢٥/٤	٢٧/٠	٢٨/٦	٣٠/٢	٣١/٧	

ضمیمه ح) نمودارهای دما- رطوبت

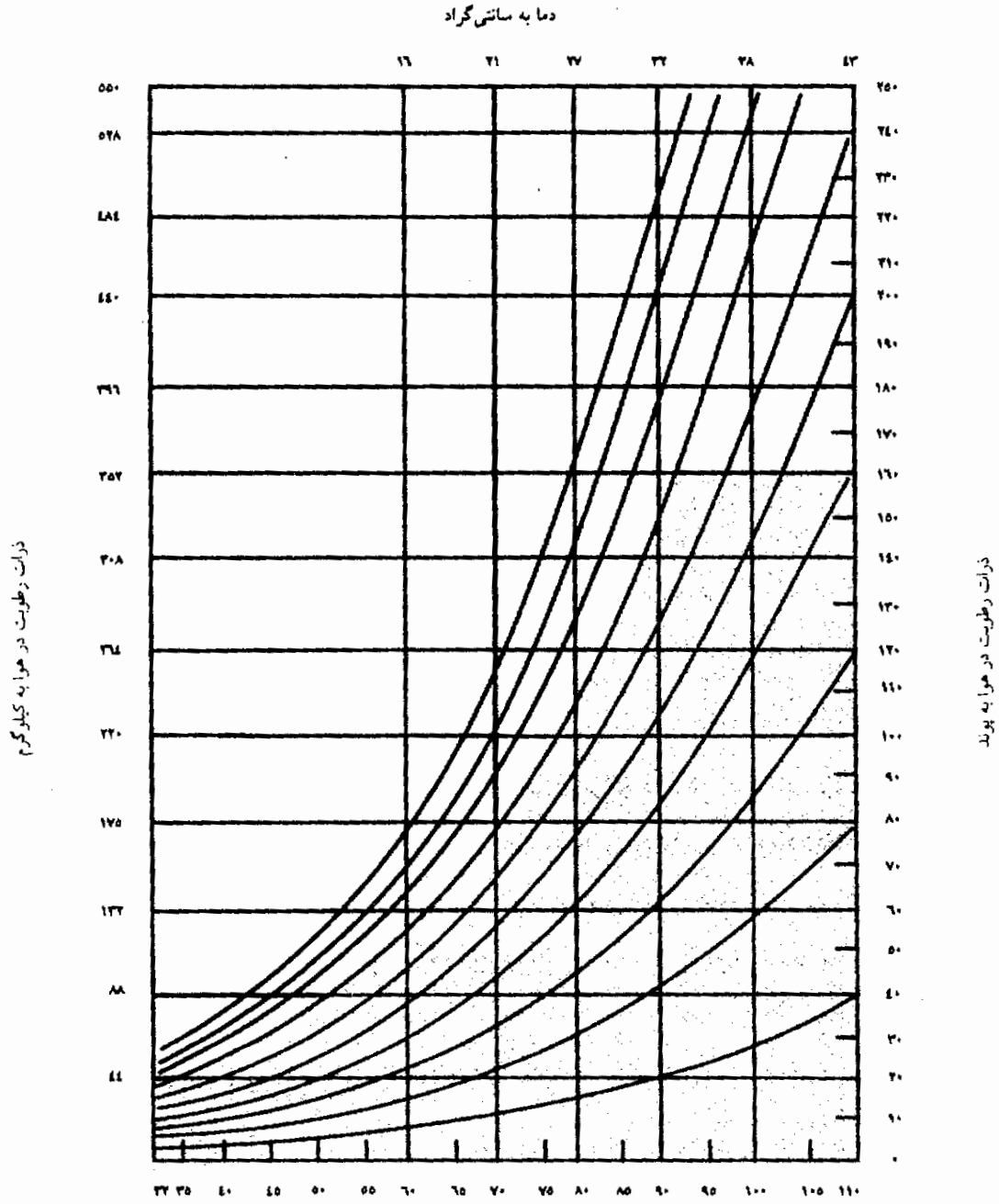


تذکرات:

۱- به‌جای این نمودار می‌توان از سایر نمودارهای استاندارد استفاده نمود.

۲- برای یک مثال کاربرد نمودار در تعیین وضعیت رطوبت الکترودها، به شکل ح-۲ مراجعه شود.

شکل ح-۱- نمودار رطوبت دما که کنار برنامه آزمایش جهت تعیین زمان در معرض هوا بودن الکترودهای کم هیدروژن کاربرد دارد (بند ۵-۳-۲-۳)



مثال: الکترودی که در دمای ۹۰ درجه فارنهایت (۳۲ درجه سانتیگراد) و رطوبت ۷۰ درصد آزمایش شده‌است را می‌توان در شرایط هاشور زده شده شکل استفاده نمود.

شکل ح-۲ کاربرد نمودار رطوبت- دما در تعیین زمان در معرض هوا بودن الکترودهای کم‌هیدروژن (بند ۵-۳-۲-۳)

ضمیمه ط) الزامات تأیید صلاحیت مجری جوشکاری گل میخ

ط-١) هدف

هدف از این الزامات ارایه آزمایش‌های لازم جهت تأیید صلاحیت و ارایه گواهینامه به مجری گل میخ است تا در شرایط کارخانه و کارگاه پای کار مجاز به جوشکاری گردد.

ط-٢) مسؤولیت آزمایش‌ها

مجری گل میخ مسؤول انجام تمام آزمایش‌های تأیید صلاحیت می‌باشد. این آزمایش‌ها می‌تواند توسط مؤسسه مستقل دیگر مورد تأیید مهندس طراح انجام شود. مؤسسه مستقل انجام دهنده آزمایش‌ها بایستی یک گزارش گواهینامه به مجری گل میخ بدهد که در آن روش‌ها و نتایج آزمایش‌ها مطابق فهرست بند ط-١٠ ارایه شده باشد.

ط-٣) گستره تأیید صلاحیت

تأیید صلاحیت بایستی برای هندسه یکسان، محافظ قوس الکتریکی، دارا بودن قطر یکسان و قطرهای کوچکتر از ١/٨ اینچ (٣ میلی‌متر) انجام شود. تأیید صلاحیت برای فولاد گل میخ نوع ASTM A108 به شرط آنکه تمام سایر الزامات مطابقت داشته باشد، سایر رده‌های فولاد A108 را تأیید صلاحیت می‌کند (بند ٧-٢-٦).

ط-٤- مدت اعتبار تأیید صلاحیت

تأیید صلاحیت برای یک اندازه از گل میخ با پوشش قوس الکتریکی تا زمانی که مجری تغییری در هندسه، مواد، محافظ قوس الکتریکی که مشخصه‌های جوش را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نداده است، معتبر می‌باشد.

ط-٥- آماده‌سازی نمونه‌ها

ط-٥-١- نمونه آزمایشی بایستی با استفاده از نماینده گل میخ‌های جوشی بر روی ورق

مشخصات ASTM A36 و یا هر فولاد دیگر فهرست شده در جدول ۳-۱ یا ضمیمه شش انجام شود. اگر جوشکاری از میان عرشه انجام می‌شود، نمونه آزمایشی نیز بایستی با عرشه نماینده آنچه در عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد، آزمایش شود. جوشکاری بایستی در وضعیت تخت انجام شود (سطح ورق افقی باشد). آزمایش برای گل میخ‌های رزوه شده بایستی بر روی نمونه‌های بدون رزوه انجام شود.

ط-۵-۲- گل میخ‌ها بایستی با منبع قدرت، تپانچه جوشکاری و یا دستگاه خودکار بسته به توصیه سازنده گل میخ جوشکاری شود. برای هر نمونه ولتاژ جوشکاری، شدت جریان و زمان (بند ط-٦) بایستی اندازه‌گیری و گزارش شود.

ط-٦- تعداد نمونه‌های آزمایشی

ط-٦-۱- برای گل میخ‌های با قطر ۷/۸ اینچ (۲۲/۲ میلی‌متر) یا کمتر، تعداد ۳۰ نمونه پیوسته بایستی با زمان بهینه ثابت جوشکاری شود اما با جریان ۱۰ درصد بالای مقدار بهینه، برای گل میخ‌های با قطر بیشتر از ۷/۸ اینچ (۲۲/۲ میلی‌متر)، ۱۰ نمونه آزمایشی پیوسته با زمان بهینه ثابت بایستی جوشکاری شود. جریان و زمان بهینه بایستی وسط محدوده عادی پیشنهادی سازنده باشد.

ط-٦-۲- برای گل میخ‌های با قطر ۷/۸ اینچ (۲۲/۲ میلی‌متر) یا کمتر، ۳۰ نمونه آزمایشی بایستی بطور پیوسته با زمان بهینه ثابت جوشکاری شود، اما با جریان ۱۰ درصد کمتر از مقدار بهینه، برای گل میخ‌های با قطر بیشتر از ۷/۸ اینچ (۲۲/۲ میلی‌متر)، ۱۰ نمونه آزمایشی بایستی بطور پیوسته با زمان بهینه ثابت جوشکاری شده اما شدت جریان ۵ درصد زیر مقدار بهینه باشد.

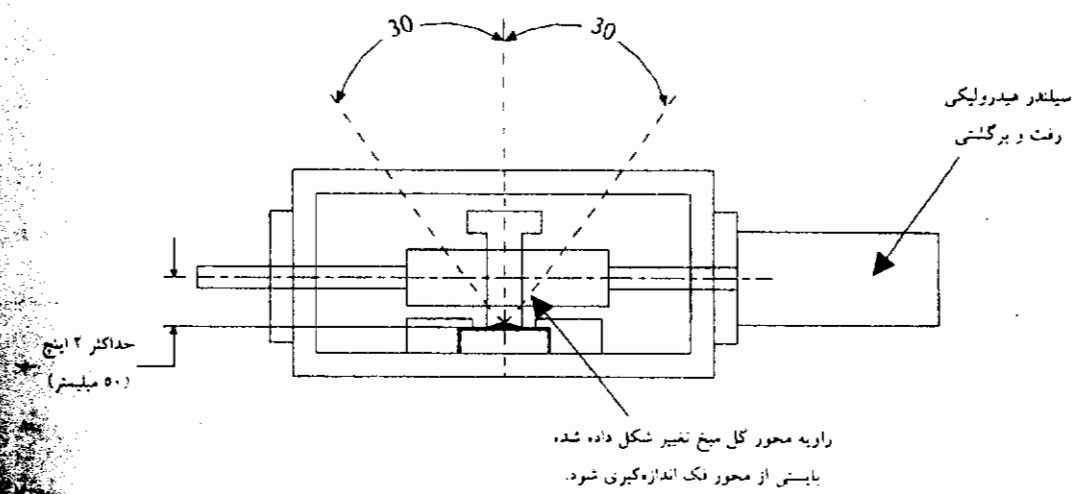
ط-۷- آزمایش‌ها

ط-۷-۱- آزمایش‌های کششی. ۱۰ نمونه از گل میخ‌های جوش شده مطابق بند ط-٦-۱ و ۱۰ نمونه مطابق بند ط-٦-۲ بایستی در پایه نگهدارنده مشابه شکل ۷-۲ تحت آزمایش کشش قرار

گیرد. اگر تمام نمونه‌های آزمایشی دارای مقاومت کششی بالای حداقل مشخص شده در بند ۷-۳-۱ باشند، گل میخ‌ها تأیید صلاحیت می‌شود.

ط-۷-۲- آزمایش‌های خمش. (گل میخ‌های با قطر ۷/۸ اینچ [۲۲/۲ میلی‌متر] و کمتر)

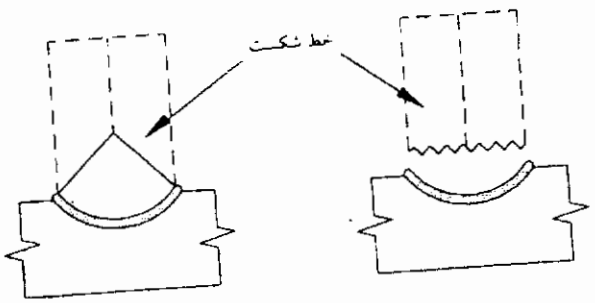
۲۰ نمونه جوش‌شده مطابق بند ط-٦-۱ و ۲۰ نمونه جوش‌شده مطابق بند ط-٦-۲ بایستی تحت آزمایش خمش با زاویه ۳۰ درجه در جهات خلاف یکدیگر قرار گرفته تا شکست اتفاق بیفتد. گل میخ‌ها بایستی در یک دستگاه خم مطابق شکل ط-۱ خم شود، بجز آنکه گل میخ‌های با قطر کمتر از ۱/۲ اینچ (۱۲/۷ میلی‌متر)، به دلخواه می‌تواند در دستگاه مطابق شکل ط-۲ خم شود. اگر در تمام نمونه‌های آزمایشی، شکست در ورق و یا بدنه گل میخ اتفاق افتاده و نه در ناحیه جوش یا ناحیه متأثر از جوش گل میخ تأیید صلاحیت می‌شود. تمام نمونه‌های آزمایشی گل میخ با قطر بیشتر از ۷/۸ اینچ (۲۲/۲ میلی‌متر) بایستی فقط تحت آزمایش کششی قرار گیرد.



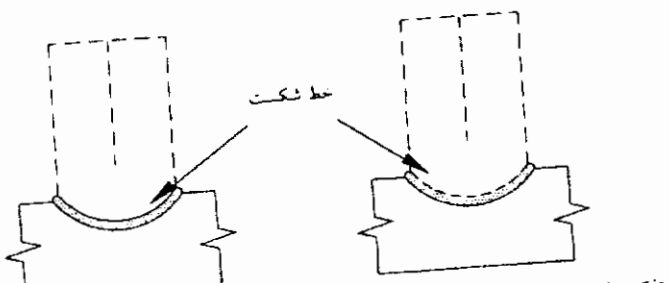
تذکرات:

۱- گل میخ در نگهدارنده قرار گرفته و تا ۳۰ درجه در جهات مخالف خم می‌شود.

۲- بارگذاری می‌تواند توسط سیلندر هیدرولیکی و یا با دستگاه کششی و در نگهدارنده مناسب صورت گیرد.

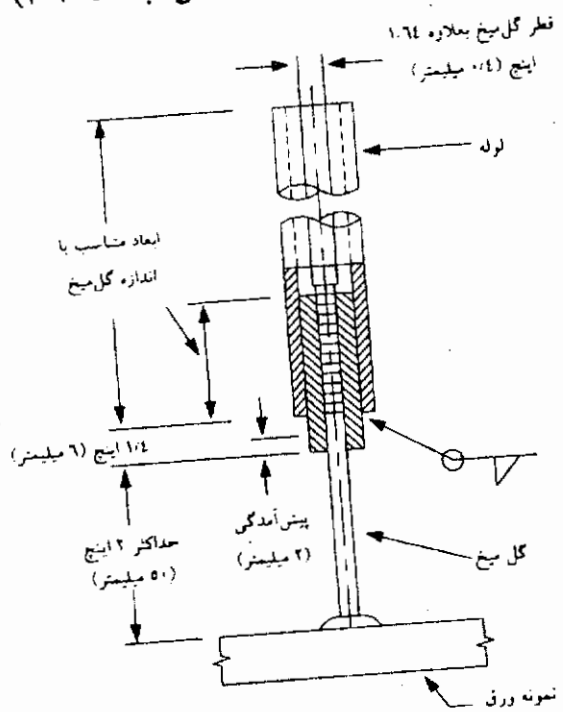


انواع شکست بدنه گل میخ



انواع شکست جوش

شکل ط-۱- دستگاه آزمایش خمش (بند ط-۷-۲)



شکل ط-۲- دستگاه پیشنهادی جهت آزمایش تأیید صلاحیت گل میخ‌های کوچک (بند ط-۷-۲)

ط-۸- آزمایش مجدد

اگر در هر یک از گروه‌های نمونه آزمایشی مطابق بند ط-۷-۲ شکست در جوش و یا ناحیه متأثر از حرارت اتفاق بیافتد و یا در مقاومت کششی کمتر از مقدار مجاز در هر یک از گروه‌های نمونه آزمایشی مطابق بند ط-۷-۱، یک گروه نمونه جدید (مطابق آنچه در بندهای ط-٦-۱ و یا ط-٦-۲ مشخص شده) بایستی آماده و آزمایش شود. اگر شکست مجدداً اتفاق بیافتد، آزمایش تأیید صلاحیت گل میخ مردود است.

ط-۹- قبولی

برای تأیید صلاحیت مجری گل میخ در ترکیب با جوشکاری با قوس الکتریکی محافظت شده، تمام نمونه‌های گروه‌های ۳۰ عددی گل میخ بایستی تحت آزمایش و یا آزمایش مجدد، مطابق با الزامات بند ط-۷ باشد. تأیید صلاحیت برای یک قطر از گل میخ بایستی به عنوان تأیید صلاحیت همان قطر از گل میخ درنظر گرفته شود. (مراجعه به بند ط-۳ هندسه گل میخ، مواد و محافظ قوس الکتریکی)

ط-۱۰- اطلاعات تأیید صلاحیت مجری

اطلاعات گزارش آزمایش بایستی شامل موارد زیر باشد:

۱- نقشه‌هایی که نشان‌دهنده، شکل، ابعاد با رواداری‌ها، محافظ قوس الکتریکی باشد.

۲- یک توصیف کامل از مواد به‌کار رفته در گل میخ شامل تعداد و نوع محافظ و توصیفی از قوس الکتریکی.

۳- گزارشات تأییدشده نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی لازم.

ضمیمه ی) تأیید صلاحیت و کالیبراسیون دستگاه ماوراءصوت با استفاده از سایر قطعات مرجع مورد تأیید (مراجعه به شکل ی-۱)

ی-۱- امواج طولی

ی-۱-۱- کالیبراسیون فاصله

ی-۱-۱-۱- جستجوگر بایستی در موقعیت H بر روی قطعه DC یا موقعیت M بر روی قطعه DSC قرار گیرد.

ی-۱-۱-۲- دستگاه بایستی به گونه‌ای تنظیم شود تا علایم در یک اینچ (۲۵ میلی‌متر)، ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر)، ۳ اینچ (۷۵ میلی‌متر)، ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) و غیره در نمایشگر قرار گیرد.

تذکر: این روش یک فاصله ۱۰ اینچ (۲۵۵ میلی‌متر) را در صفحه نمایشگر کالیبره می‌کند و بسته به سایر فواصل مجاز مطابق بند ٦-۲۵-٤-۱ می‌تواند تغییر کند.

ی-۱-۲- **بزرگی.** با قراردادن جستجوگر در موقعیتی مطابق بند ی-۱-۱، بهره بایستی بگونه‌ای تنظیم شود که اولین علامت از بازتاب پشتی در ۵۰ تا ۷۵ درصد ارتفاع صفحه نمایشگر به دست آید.

ی-۲- امواج عرضی (برشی)

ی-۲-۱- کنترل نقطه شاخص ورود صوت

ی-۲-۱-۱- جستجوگر بایستی در موقعیت J یا L در قطعه DSC یا موقعیت I در قطعه DC قرار داده شود.

ی-۲-۱-۲- جستجوگر بایستی حرکت داده شده تا علامت دریافتی از قوس مقابل حداکثر گردد.

ی-۲-۱-۳- نقطه‌ای از جستجوگر که در مقابل خط روی قطعه استاندارد می‌باشد نمایشگر نقطه ورود صوت می‌باشد.

تذکر: برای تمام کنترل‌های زاویه و فاصله بعدی از این نقطه بایستی استفاده شود.

ی-۲-۲- کنترل زاویه مسیر صوت

ی-۲-۲-۱- جستجوگر بایستی در موقعیت‌های زیر قرار گیرد:

موقعیت K بر روی قطعه DSC برای ٤٥ تا ٧٠ درجه

موقعیت N بر روی قطعه SC برای ٧٠ درجه

موقعیت O بر روی قطعه SC برای ٤٥ درجه

موقعیت P بر روی قطعه SC برای ٦٠ درجه

ی-۲-۲-۲- جستجوگر بایستی به سمت عقب و جلو حرکت داده شده تا حداکثر علامت از قوس مقابل دریافت گردد.

ی-۲-۲-۳- نقطه ورود صوت جستجوگر بایستی با زوایای مشخص‌شده بر روی قطعه کالیبراسیون با رواداری ۲ درجه مقایسه گردد.

ی-۲-۳- کالیبراسیون فاصله

ی-۲-۳-۱- جستجوگر بایستی در موقعیت L از قطعه DSC (مطابق شکل ی-۱) قرار داده شود، دستگاه بایستی به گونه‌ای تنظیم شود تا علائم در یک ۳ اینچ (۷۵ میلی‌متر) و ۷ اینچ (۱۸۰ میلی‌متر) در صفحه نمایشگر دریافت شود.

ی-۲-۳-۲- جستجوگر (با هر زاویه‌ای) بایستی در موقعیت J قطعه DSC قرار گیرد. دستگاه بایستی بگونه‌ای تنظیم شود تا علائم در یک اینچ (۲۵ میلی‌متر)، ٥ اینچ (۱۳۰ میلی‌متر)، ۹ اینچ (۲۳۰ میلی‌متر) در صفحه نمایشگر دریافت شود.

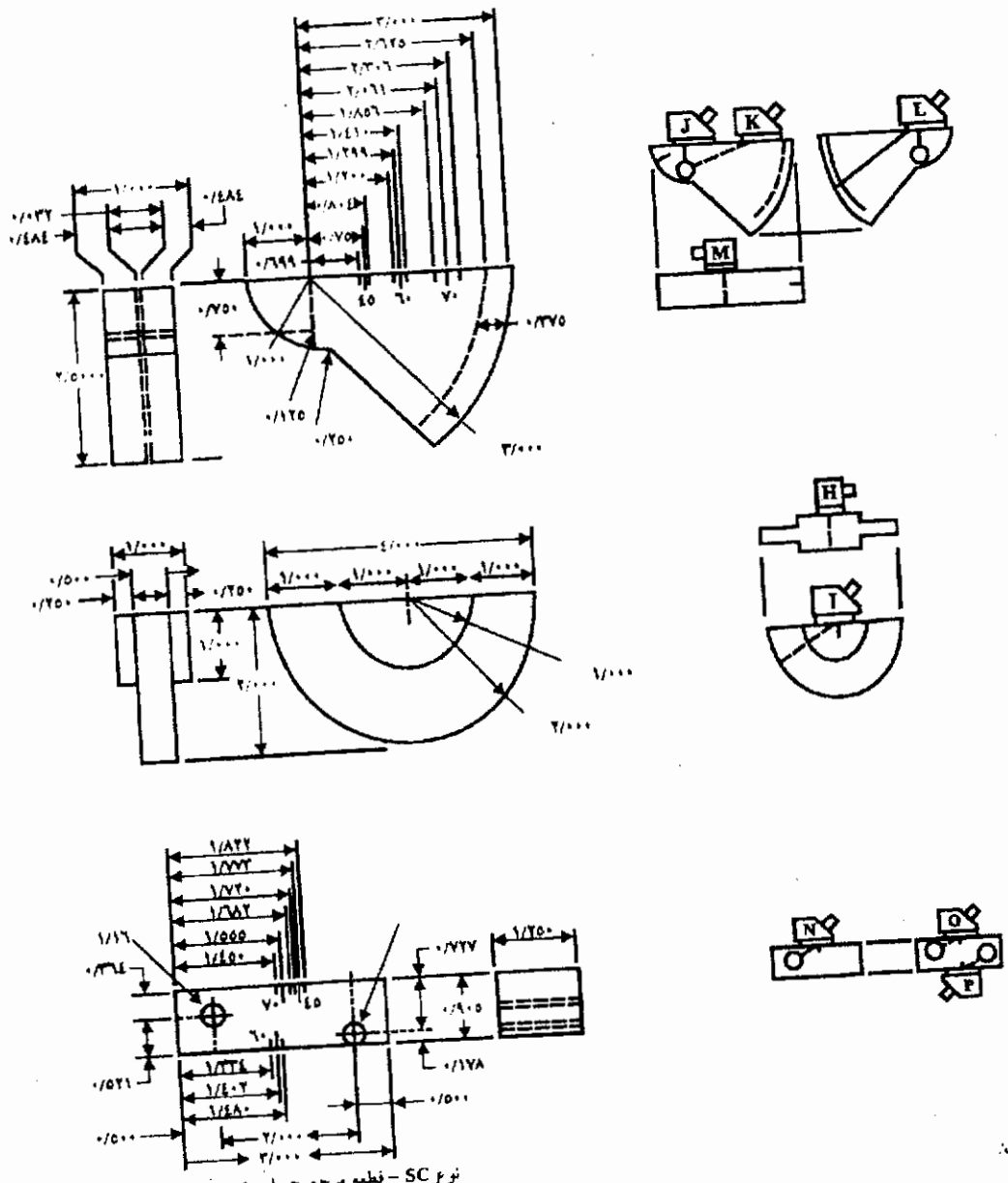
ی-۲-۳-۳- جستجوگر (با هر زاویه‌ای) بایستی در موقعیت I قطعه DC قرار گیرد. دستگاه بایستی بگونه‌ای تنظیم شود تا علائم در یک اینچ (۲۵ میلی‌متر)، ۲ اینچ (٥٠ میلی‌متر)، ۳ اینچ (۷٥ میلی‌متر)، ٤ اینچ (۱۰۰ میلی‌متر) و غیره در صفحه نمایشگر دریافت شود.

تذکر: این روش یک فاصله ۱۰ اینچ (۲٥٥ میلی‌متر) را در صفحه نمایشگر کالیبره می‌کند که برای سایر فواصل مجاز مطابق بند ٦-۲٥-٥-۱ می‌تواند تغییر کند.

ی-۲-٤- کالیبراسیون بزرگی یا حساسیت

ی-۲-٤-۱- جستجوگر (با هر زاویه) بایستی در موقعیت L قطعه DSC قرار گیرد. حداقل علامت دریافتی از سوراخ ۱/۳۲ اینچ (۱ میلی‌متر) بایستی به‌گونه‌ای تنظیم شده که یک ح

افقی مرجع ارتفاعی به دست آید.



نوع SC – قطعه مرجع حساسیت

تذکرات:

۱- رواداری ابعادی در تمام سطوح و یا جزئیات ۰/۰۰۵ اینچ (۰/۱۳ میلی‌متر) می‌باشد.

۲- زبری حداکثر تمام سطوح که صوت از آن عبور می‌کند یا بازتاب می‌شود ۱۲۵ میکروانچ است.

۳- تمام قطعات از جنس ASTM A36 و یا معادل می‌باشد.

٤- تمام سوراخ‌ها بایستی دارای سطح داخلی نرم و به صورت قائم ۹۰ درجه نسبت به سطح سوراخ نشده باشد.

٥- خطوط درجه و علائم شناسایی بایستی بر روی سطح قطعه ایجاد شود.

شکل ی-۱- سایر قطعات مصوب و انواع موقعیت‌های قرارگیری جستجوگر (بند ی-۲-۳-۱)

ی-۲-٤-۲- جستجوگر بایستی در موقعیت‌های زیر از قطعه SC قرار گیرد:

موقعیت N برای ۷۰ درجه

موقعیت O برای ٤٥ درجه

موقعیت P برای ٦۰ درجه

حداکثر علامت از سوراخ ۱/۱٦ اینچ (۱/٦ میلی‌متر) بایستی بگونه‌ای تنظیم شود که یک خط افقی مرجع ارتفاعی به دست آید.

ی-۲-٤-۳- مقدار دسی بل قرائت شده در بندهای ی-۲-٤-۱ یا ی-۲-٤-۲ بایستی به عنوان "سطح مرجع"، "b" در گزارش آزمایش ضمیمه هفت مطابق بند ٦-۲۳-۱ استفاده شود.

ی-۳- روش خطی بودن محور افقی

تذکر: از آنجایی که در این روش تأیید صلاحیت از جستجوگر موج مستقیم استفاده می‌شود که تولید امواج طولی می‌کند و سرعت موج طولی تقریباً دو برابر موج برشی است، لذا لازم است محدوده فاصله موج برشی مورد استفاده در این روش دو برابر گردد.

ی-۳-۱- یک جستجوگر موج مستقیم مطالق الزامات بند ٦-۲۲-٦ بایستی در موقعیت‌های زیر قرار گیرد:

موقعیت G از قطعه IIW (شکل ٦-۱۱)　　موقعیت H از قطعه DC (شکل ی-۱)

موقعیت M از قطعه DSC (شکل ی-۱)　　موقعیت T یا U از قطعه DS (شکل ٦-۱۱)

ی-۳-۲- حداقل پنج بازتاب پشتی در محدوده تأیید صلاحیت بایستی دریافت شود.

ی-۳-۳- علائم اولی و پنجمی بایستی با استفاده از تنظیم تأخیر صفر و کالیبراسیون فاصله در موقعیت مناسب خود قرار گیرد.

ی-۳-٤- برای آزمایش موقعیت افقی، هر علامت بایستی نسبت به سطح مرجع با استفاده از کنترل بهره یا کاهش، تنظیم شود.

ی-۳-۵- موقعیت تغییر شکل‌های علامت‌های میانی بایستی در محدوده ۲± درصد پهنای صفحه نمایشگر اصلاح شود.

ضمیمه ک) راهنمای تعیین درجه حرارت پیشگرمایش به روش دیگر

ک-۱- مقدمه

هدف از این راهنما ارایه برخی از روش‌های دیگر جهت تعیین پیشگرمایش به منظور اجتناب از ترک سرد می‌باشد، روش‌ها بر مبنای آزمایشات انجام‌شده در طول سال‌ها در آزمایشگاه‌های معتبر سراسر دنیا بر روی نمونه‌های با مقیاس کوچک می‌باشد. هیچ روشی برای تعیین وضعیت بهینه برای تمام موارد نمی‌باشد ولی این راهنما ضرایب مهمی را نظیر سطح هیدروژن و خصوصیات شیمیایی فولاد را در نظر می‌گیرد که الزامات ارایه شده در جدول ۳-۲ آن را شامل نمی‌شود. بنابراین راهنما ممکن است دارای مقادیری باشد که در جدول ۳-۲ به طور کامل پوشش داده نشده باشد.

در استفاده از این راهنما به عنوان یک روش دیگر از جدول ۳-۲، بایستی توجه خاص به فرضیات مقادیر انتخابی و تجربه‌های گذشته معطوف گردد.

ک-۲- روش‌ها

دو روش جهت تخمین وضعیت جوشکاری، به منظور جلوگیری از ترک سرد مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱- کنترل سختی ناحیه متأثر از حرارت

۲- کنترل هیدروژن

ک-۳- کنترل سختی ناحیه متأثر از حرارت

ک-۳-۱- موارد ارایه شده در این راهنما فقط برای جوش‌های گوشه کاربرد دارد.

ک-۳-۲- این روش بر این پایه استوار است که اگر سختی ناحیه متأثر از حرارت کمتر از برخی مقادیر بحرانی نگه داشته شود، ترک ایجاد نمی‌شود، که با کنترل نرخ سرد شدن قطعه، زیر یک دمای بحرانی بسته به خاصیت سختی‌پذیری فولاد پایه، به دست می‌آید. فولادهای با

خاصیت سختی‌پذیری زیاد می‌تواند HAZ سخت را در نرخ‌های سرد شدن کمتری ایجاد نماید. در متون فنی معادلات و نمودارهای مختلف در خصوص ارتباط نرخ سرد شدن جوش به ضخامت قطعه فولادی، نوع جوش، وضعیت و متغیرهای جوشکاری وجود دارد.

ک-۳-۳- انتخاب سختی بحرانی به عوامل مختلفی نظیر نوع فولاد، سطح هیدروژن، گیرداری اتصال و شرایط بهره‌برداری بستگی دارد. نتایج آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های جوش نشان می‌دهد که ترک HAZ در شرایطی که سختی ویکرز کمتر از ۳۵۰ واحد باشد، حتی با استفاده از الکترودهای با هیدروژن زیاد، اتفاق نمی‌افتد. با استفاده از الکترودهای کم هیدروژن تا سختی حدود ٤۰۰ واحد ویکرز ترک ایجاد نمی‌شود. این سختی، ممکن است در شرایطی که احتمال ترک ناشی از تنش‌خوردگی، شکست ترد، و یا سایر احتمالات ایمنی سازه مقدار مناسبی نباشد.

نرخ سردشدن بحرانی در یک سختی مشخص می‌تواند تقریباً با کربن معادل فولاد در ارتباط مستقیم باشد. (مراجعه به شکل ک-۲). از آنجاییکه ارتباط تقریبی است، ممکن است منحنی نشان داده شده در شکل ک-۲ برای فولادهای کربنی و یا کربن- منگنزی محافظه کارانه باشد. در برخی فولادهای کم آلیاژ خصوصاً آن‌هایی که دارای نیوبیوم هستند، ممکن است بیشتر از مقادیر شکل ک-۲ خاصیت سختی‌پذیری داشته و استفاده از منحنی‌های سطحی کمتر توصیه می‌شود.

ک-۳-٤- گرچه روش می‌تواند جهت تعیین سطح پیشگرمایش مورد استفاده قرار گیرد، ولی می‌تواند جهت تعیین حداقل حرارت ورودی (و بنابراین حداقل اندازه جوش) بکار رود. خصوصاً جهت تعیین حداقل اندازه جوش تک عبوره که می‌تواند بدون پیش گرمایش انجام شود، بسیار مفید است.

ک-۳-۵- در بسیاری از موارد در جوش‌های گوشه با الکترودهای غیرمقاومت بالا و معمولاً با هیدروژن کم، در جوشکاری SMAW ، GMAW ، FCAW و SAW تجربه نشان داده است که مقادیر حرارت ورودی تعیین شده با این روش برای جلوگیری از ایجاد ترک کفایت می‌نماید.

ک-۳-٦- با توجه به اینکه این روش بسته به کنترل سختی ناحیه HAZ می‌باشد، سطح

هیدروژن و گیرداری به طور مستقیم در نظر گرفته نمی‌شود.

ک-۳-۷- این روش برای فولادهای آب‌دیده و بازپخت‌شده کاربرد دارد. بـرای محدودیت‌ها به ک-۵-۲ (۳) مراجعه شود.

ک-٤- کنترل هیدروژن

ک-٤-۱- روش کنترل هیدروژن بر این پایه استوار است که اگر متوسط تعداد هیدروژن باقی‌مانده در اتصال وقتی به دمای حدود ۱۲۰ درجه فارنهایت (۵۰ درجه سانتی‌گراد) سرد می‌شود، از مقادیر بحرانی که بسته به مشخصات شیمیایی فولاد دارد، بیشتر نباشد، ترک ایجاد نمی‌شود. با این روش مقدار پیش‌گرمایش لازم جهت خروج هیدروژن از اتصال تعیین می‌گردد.

ک-٤-۲- این روش بر پایه نتایج حاصل از آزمایش بر روی نمونه‌های جوش شیاری با نفوذ کامل گیردار می‌باشد. فلز جوش مورد استفاده در نمونه‌ها با فلز پایه همخوانی داشته است. این روش بر روی نمونه‌های جوش گوشه انجام نشده‌است، گرچه با در نظر گرفتن گیرداری می‌تواند برای این جوش‌ها نیز سازگار گردد.

ک-٤-۳- تعیین سطح گیرداری و سطح هیدروژن اولیه در حوضچه مذاب جوش، برای روش کنترل هیدروژن لازم است، در این راهنما گیرداری در سه سطح بالا، متوسط و کم رده‌بندی شده که بسته به تجربه بایستی تعیین گردد.

ک-٤-٤- روش کنترل هیدروژن بر پایه یک جوش تک عبوره پاس ریشه با حرارت ورودی کم است که می‌تواند در ناحیه HAZ ایجاد سختی نماید. بنابراین روش خصوصاً برای فولادهای با مقاومت بالا و کم آلیاژ با خاصیت سختی‌پذیری زیاد مناسب است. در نتیجه چون فرض می‌شود که ناحیه HAZ به طور کامل سخت شود، لذا میزان پیش گرمایش برای فولادهای کربنی محافظه‌کارانه می‌باشد.

ک-۵- انتخاب روش

ک-۵-۱- به عنوان راهنما روش زیر جهت انتخاب هر یک از روش‌های کنترل هیدروژن و

کنترل سختی پیشنهاد می‌شود. کربن معادل را تعیین نمایید:

$$CE = C + \frac{(Mn+Si)}{٦} + \frac{(Cr+Mo+V)}{٥} + \frac{(Ni+Cu)}{١٥}$$

جهت تعیین موقعیت ناحیه فولاد در شکل ک-۱ (مراجعه به بند ک-٦-۱-۱ برای روش‌های مختلف به دست آوردن آنالیز شیمیایی)

ک-۵-۲- مشخصه‌های هر ناحیه و عملکرد پیشنهادی به قرار زیر است:

۱- ناحیه الف- ترک غیرمحتمل است، اما ممکن است در موارد هیدروژن بالا و یا گیرداری بالا اتفاق بیافتد.

از روش کنترل هیدروژن جهت تعیین پیشگرمایش فولاد در این ناحیه استفاده کنید.

۲- ناحیه ب- برای جوش‌های گوشه یک عبوره بدون پیشگرمایش از روش کنترل سختی با استفاده از انرژی حرارتی ورودی بایستی استفاده شود. اگر تعیین انرژی حرارتی ورودی عملی نباشد از روش کنترل هیدروژن استفاده کنید. برای جوش‌های شیاری روش کنترل هیدروژن بایستی تعیین‌کننده پیش گرمایش باشد. برای فولادهای با کربن بالا، در جوش‌های گوشه و شیاری ممکن است حداقل انرژی جهت کنترل سختی و پیشگرمایش جهت کنترل هیدروژن لازم باشد.

۳- ناحیه ج- از روش کنترل هیدروژن بایستی استفاده شود. اگر حرارت ورودی محدود شده باشد (به عنوان مثال در فولادهای آب‌دیده و بازپخت‌شده)، روش کنترل هیدروژن بایستی تعیین‌کننده پیش‌گرمایش باشد.

ک-٦- راهنمای جزئیات

ک-٦-۱- روش سختی

ک-٦-۱-۱- کربن معادل بایستی به صورت زیر محاسبه شود:

$$CE = C + \frac{(Mn+Si)}{٦} + \frac{(Cr+Mo+V)}{٥} + \frac{(Ni+Cu)}{١٥}$$

آنالیز شیمیایی می‌تواند از روش‌های ذیل به دست آید:

۱- گواهینامه‌های سازنده فولاد

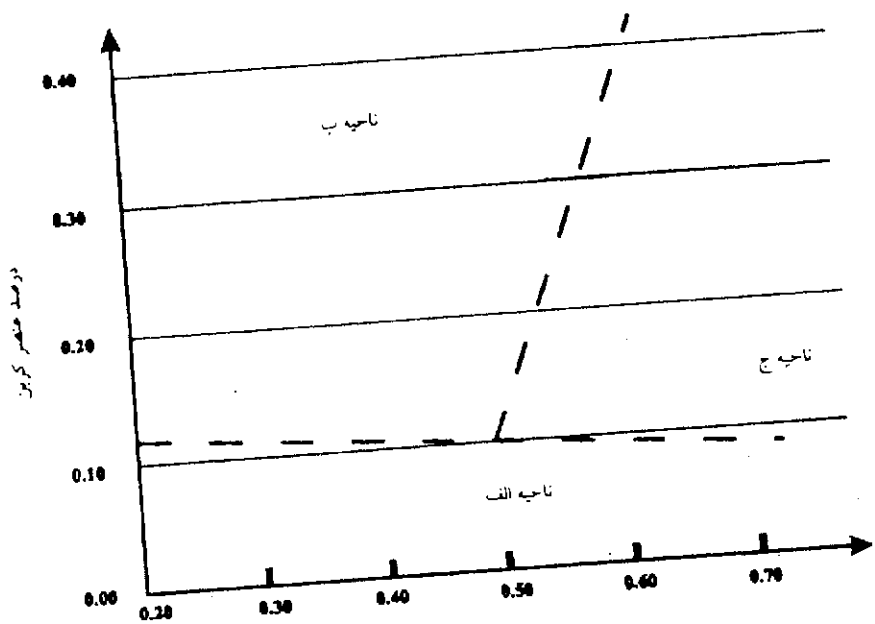
۲- خصوصیات شیمیایی تولید

۳- مشخصات شیمیایی (با استفاده از حداکثر مقادیر)

٤- آزمایشات مصرف‌کننده (آنالیز شیمیایی)

ک-٦-١-٢- نرخ سرد شدن بحرانی برای سختی حداکثر HAZ انتخابی ٤٠٠ یا ٣٥٠ ویکرز بایستی از شکل ک-٢ تعیین گردد.

ک-٦-١-٣- با استفاده از ضخامت‌های "بال" و "جان" واقعی و انتخاب نمودار مناسب شکل ک-٣ حداقل انرژی ورودی برای جوش‌های گوشه تک عبوره تعیین می‌گردد. این حداقل انرژی برای روش جوشکاری زیرپودری کاربرد دارد.

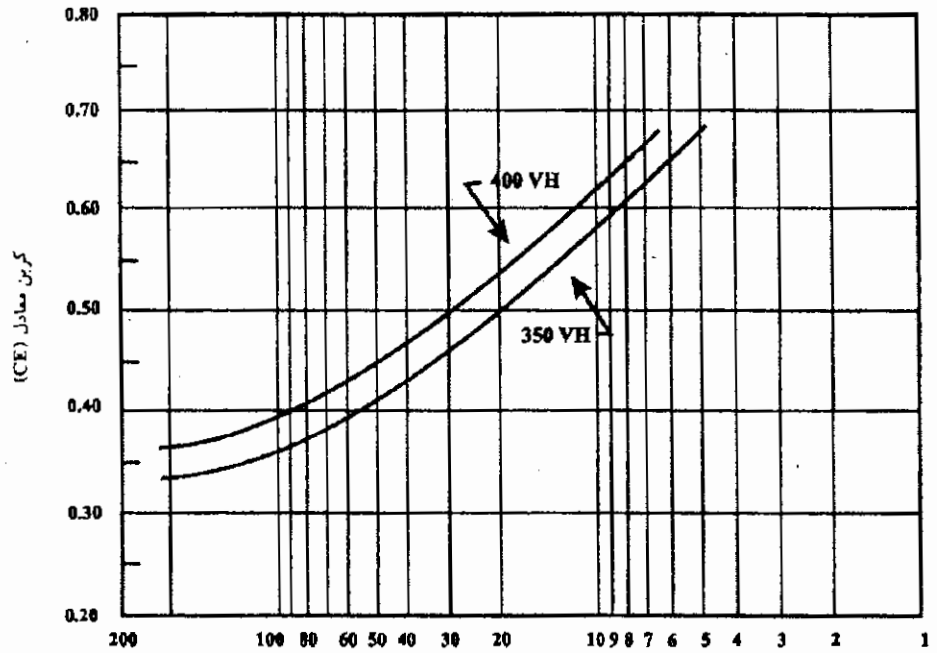


تذکرات:

کربن معادل (CE) $CE = C + (Mn + Si)/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$

برای مشخصه‌های نواحی به بند ک-٥-٢ (١)، (٢) یا (٣) مراجعه شود.

شکل ک-١- نواحی رده‌بندی فولادها (بند ک-٥-١)



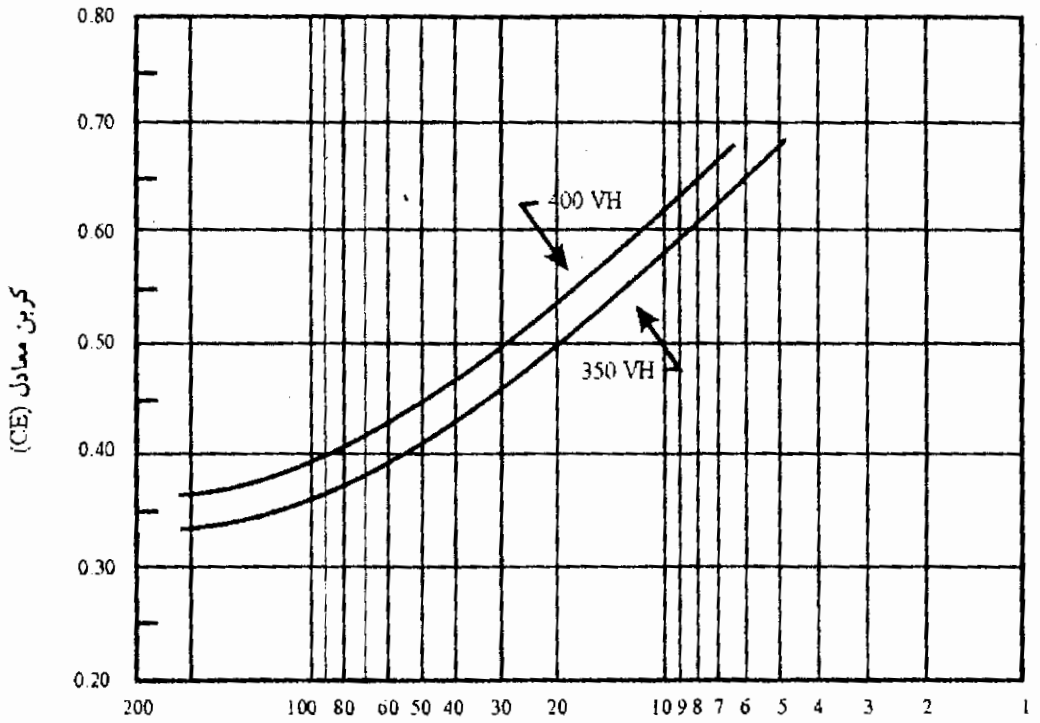
تذکر:

کربن معادل (CE) $CE: C + (Mn + Si)/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$

شکل ک-۲- نرخ سردشدن بحرانی برای سختی ۳۵۰ و ٤۰۰ ویکرز (بند ک-۳-۳)

ک-٦-۱-٤- برای سایر منظورها، حداقل انرژی ورودی در جوش‌های گوشه تک عبوره با روش جوشکاری زیرپودری (SAW) را می‌توان با استفاده از ضرایب زیر در انرژی تخمین زده شده مطابق بند ک-٦-۱-۳ تعیین نمود.

روش جوشکاری	ضریب
SAW	۱
SMAW	۱/۵۰
GMAW,FCAW	۱/۲۵



ک-٦-١-٥- در شکل ک-٤ می‌توان اندازه جوش را به عنوان تابعی از انرژی ورودی تعیین نمود.

ک-٦-٢- روش کنترل هیدروژن

ک-٦-٢-١- مقدار مشخصه ترکیب شیمیایی، P_{cm} بایستی به شکل زیر محاسبه گردد:

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{٣٠} + \frac{Mn}{٢٠} + \frac{Cu}{٢٠} + \frac{Ni}{٦٠} + \frac{Cr}{٢٠} + \frac{Mo}{١٥} + \frac{V}{١٠} + 5B$$

آنالیز شیمیایی بایستی مطابق بند ک-٦-١-١ تعیین شود.

ک-٦-٢-٢- سطح هیدروژن بایستی به شرح زیر تعیین و تعریف شود:

١- H_1 بسیار کم هیدروژن. این نوع الکترودها با حداکثر ٠/٢ درصد جذب رطوبت پوشش مطابق A5.5 و AWS A5.1، کمتر از ٥ میلی‌متر در ١٠٠ گرم فلز مذاب هیدروژن منتشر می‌کنند، مطابق اندازه‌گیری به روش ISO 3690-1976 مقدار رطوبت پوشش می‌تواند با آزمایش هر نوع، یا ترکیب سیم/ پودر پس از خارج کردن از بسته‌بندی و قرار گرفتن در معرض هوا در مدت مورد نظر تعیین شود. برای این منظور می‌توان به روش زیر عمل نمود: الف) الکترودهای کم هیدروژن که از بسته‌بندی خارج شده و به مدت یک ساعت

در گرم‌خانه با دمای ۷۰۰-۸۰۰ درجه فارنهایت (۳۷۰-٤۳۰ درجه سانتیگراد) پخته شده و برای دو ساعت پس از خروج از گرمخانه جهت استفاده در معرض هوا باشد.

ب) جوشکاری به روش GMAW با سیم جوش تمیز

۲- H_2 کم هیدروژن. این نوع الکترودها با حداکثر ۰/٤ درصد جذب رطوبت پوشش مطابق AWS A5.1 ۱ کمتر از ۱۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم فلز مذاب هیدروژن منتشر می‌کنند، مطابق اندازه‌گیری به روش ISO 3690-1976 مقدار رطوبت پوشش می‌تواند با آزمایش هر نوع، یا ترکیب سیم/ پودر پس از خارج نمودن از بسته‌بندی و قرار گرفتن در معرض هوا در مدت مورد نظر تعیین شود. برای این منظور، شرایط زیر می‌تواند فرض شود:

الف) الکترودهای کم هیدروژن که مطابق بند ۵-۳-۲-۱ از بسته‌بندی خارج شده و به مدت چهار ساعت پس از خارج شدن مورد استفاده قرار گیرد.

ب) جوشکاری زیرپودری با پودر خشک

۳- H_3 بدون کنترل هیدروژن. تمام سایر الکترودها که مطابق شرایط H_1 و H_2 نباشد.

ک-٦-۲-۳- شاخص قابلیت جذب گروهی بایستی از جدول ک-۱ تعیین گردد.

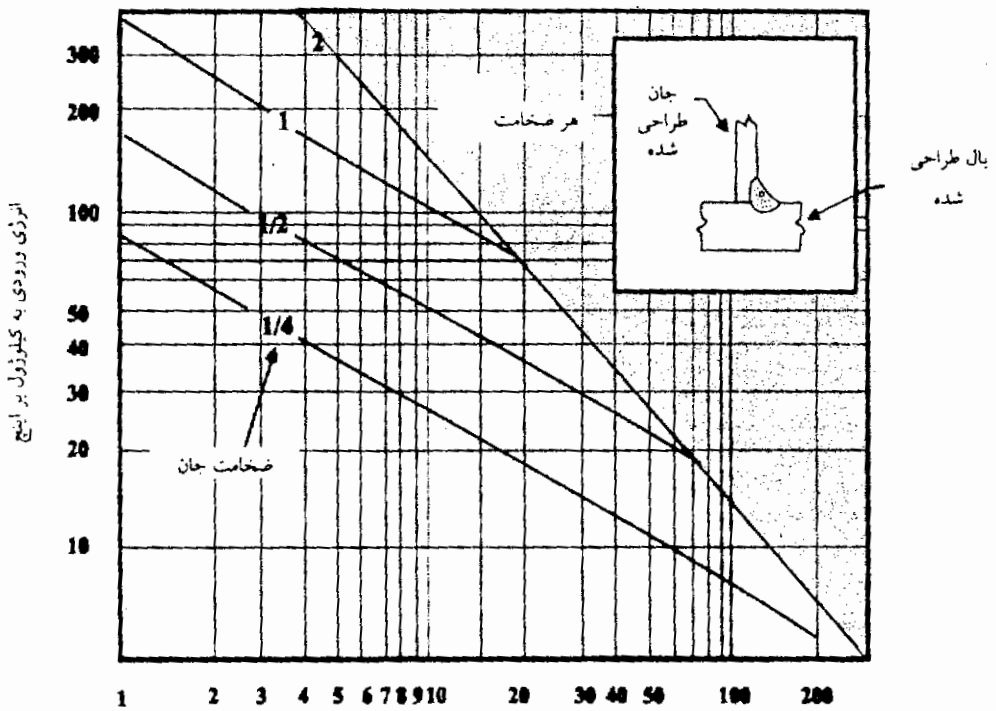
ک-٦-۲-٤- حداقل دمای پیشگرمایش و بین عبورها. جدول ک-۲ حداقل دمای پیشگرمایش و بین عبورها را ارایه می‌دهد که بایستی مورد استفاده قرار گیرد. جدول ک-۲ در سه سطح گیرداری ارایه شده‌است. سطح گیرداری مورد استفاده بایستی مطابق با بند ک-٦-۲-۵ تعیین گردد.

ک-٦-۲-۵- گیرداری. رده‌بندی انواع جوش‌ها از نظر گیرداری بایستی براساس تجربه، قضاوت مهندسی، تحقیق و یا محاسبه تعیین گردد. سه سطح گیرداری وجود دارد:

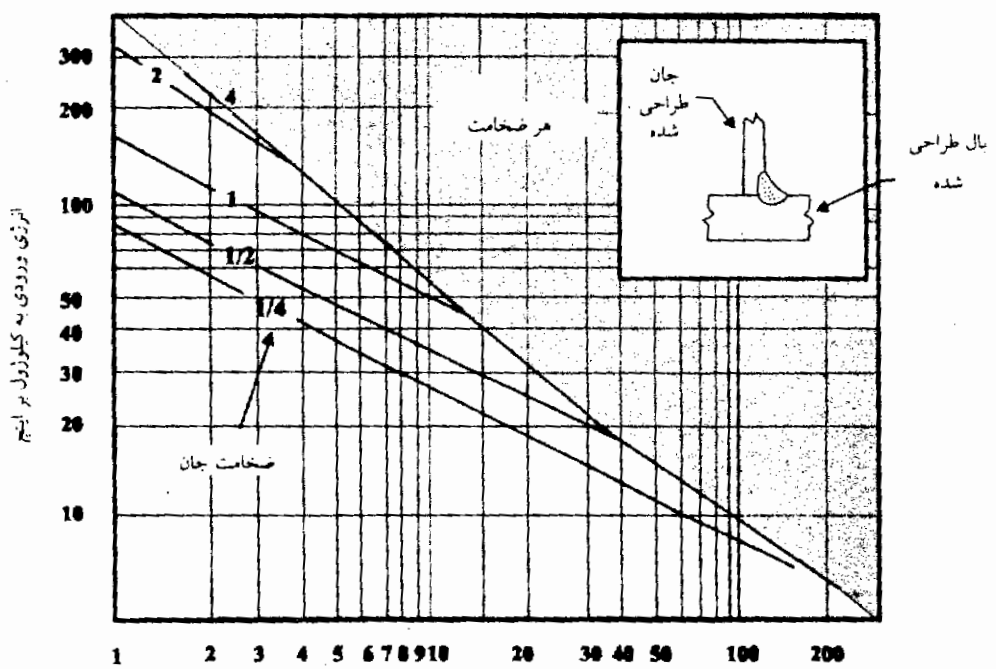
۱- گیرداری کم. این سطح توصیف‌کننده جوش‌های شیاری و گوشه معمولی است که آزادی حرکت اعضا وجود دارد.

۲- گیرداری متوسط. این سطح توصیف کننده جوش‌های شیاری و گوشه در اتصالاتی است که به دلیل اتصال قبلی به سازه، آزادی حرکت کمتری وجود دارد.

۳- گیردار بالا. این سطح توصیف‌کننده جوش‌هایی است که تقریباً آزادی حرکت برای اعضای جوشی وجود ندارد (نظیر تعمیر جوش خصوصاً در قطعات با ضخامت زیاد)



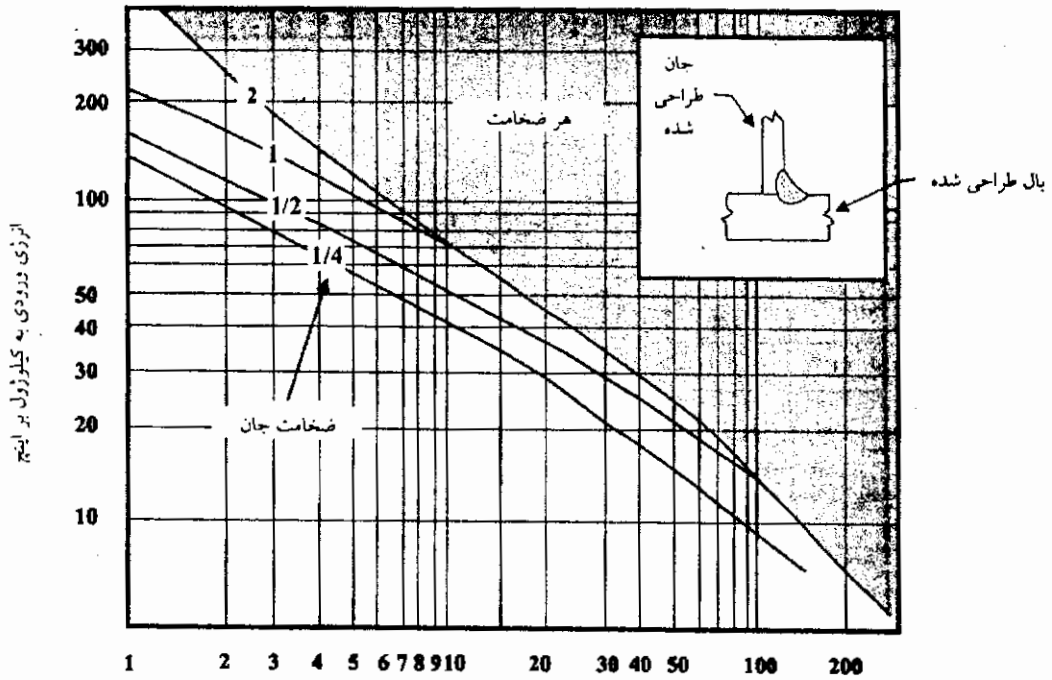
الف) جوش گوشه SAW تک عبوره در اتصال جان به بال با ضخامت مساوی



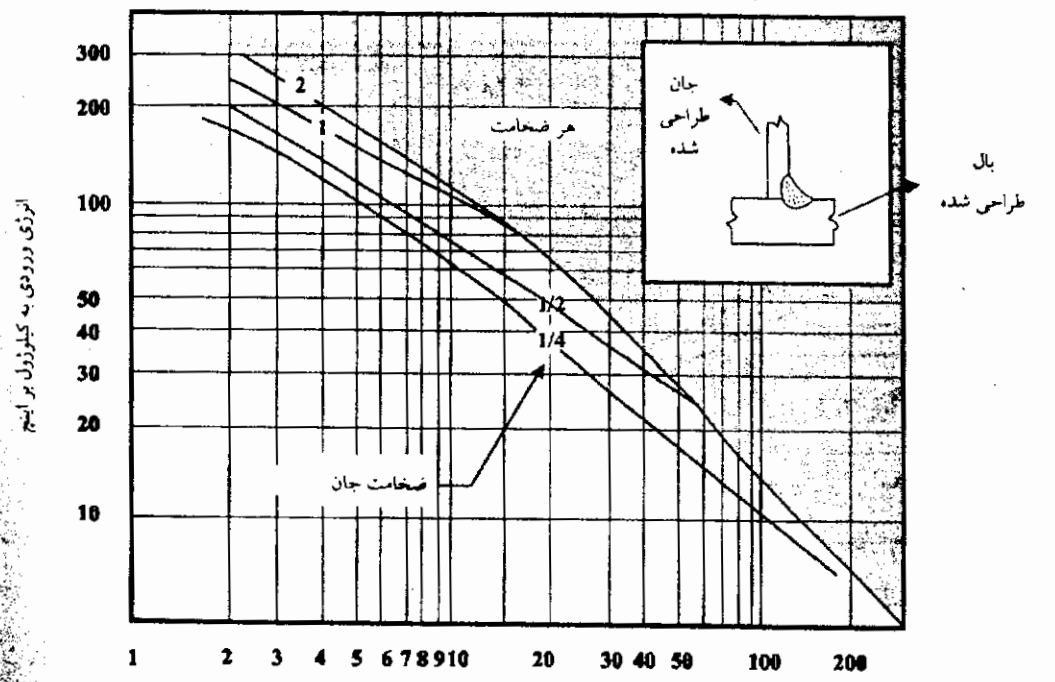
ب) جوش گوشه SAW تک عبوره در اتصال بال به ضخامت ۱/٤ اینچ به جان با ضخامت‌های مختلف

تذکر: انرژی ورودی به دست آمده از نمودار برای کاربردهای عملی مناسب نیست.

شکل ک-۳- نمودار تعیین نرخ سردشدن برای جوش گوشه تک عبوره به روش جوشکاری زیرپودری (بندک-٦-۱-۳)



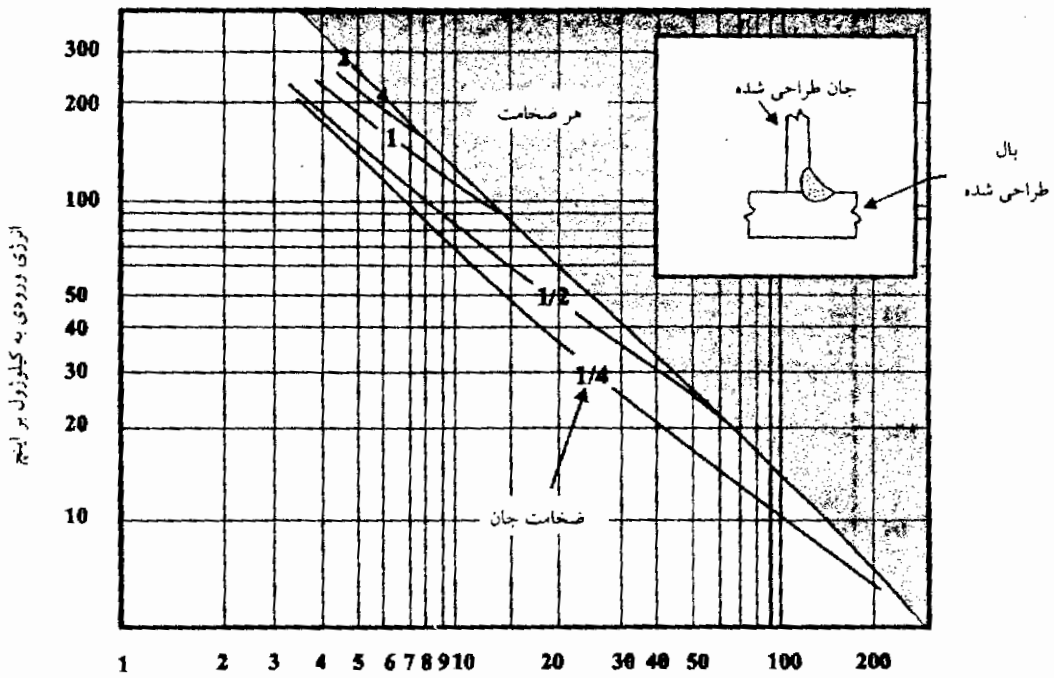
(ج) جوش گوشه SAW تک عبوره در اتصال بال به ضخامت ۱/۲ اینچ به جان با ضخامت‌های مختلف



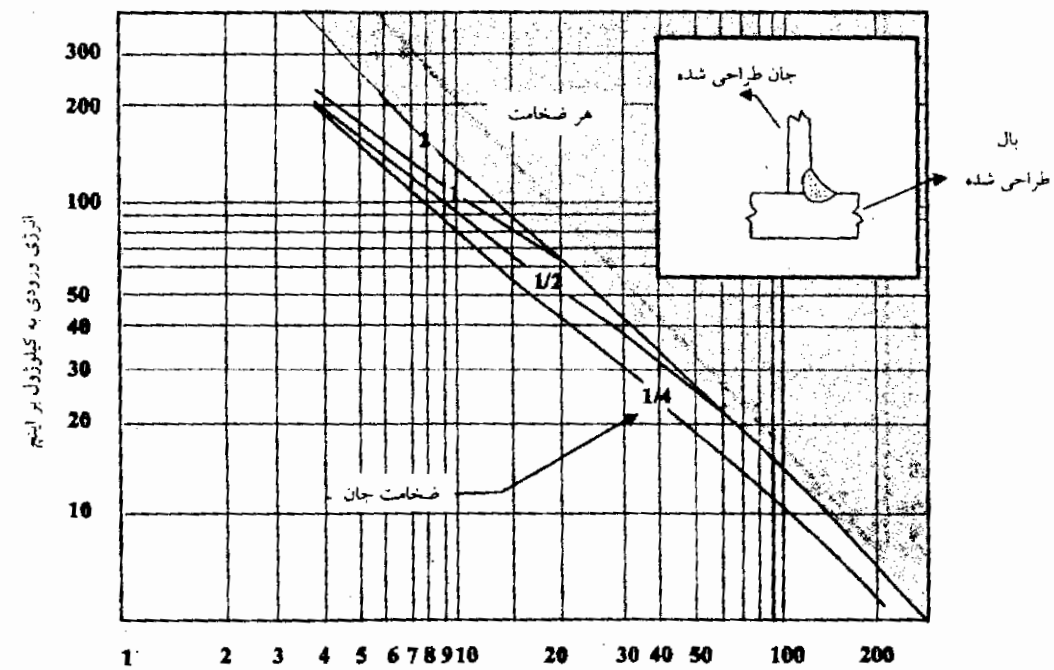
(د) جوش گوشه SAW تک عبوره در اتصال بال به ضخامت ۱ اینچ به جان با ضخامت‌های مختلف

تذکر: انرژی ورودی به دست آمده از نمودار برای کاربردهای عملی مناسب نمی‌باشد

ادامهٔ شکل ک-۳- نمودار تعیین نرخ سردشدن برای جوش گوشه تک عبوره به روش جوشکاری زیرپودری (بندک-۶-۱-۳)



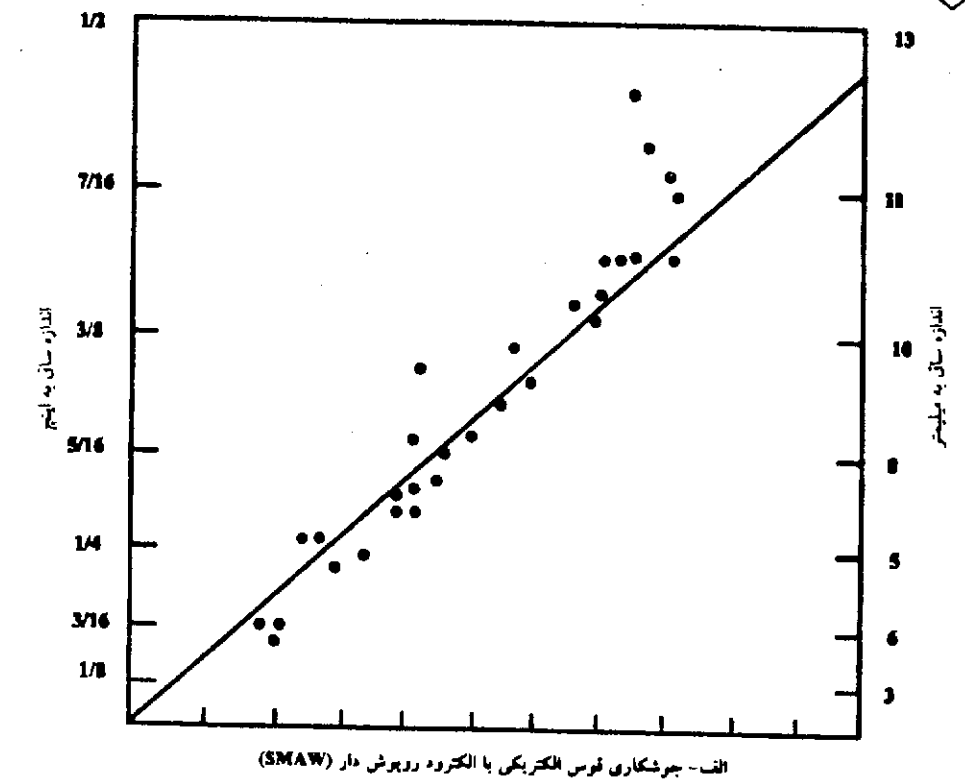
ط جوش گوشه SAW تک عبوره در اتصال بال به ضخامت ۲ اینچ به جان با ضخامت‌های مختلف



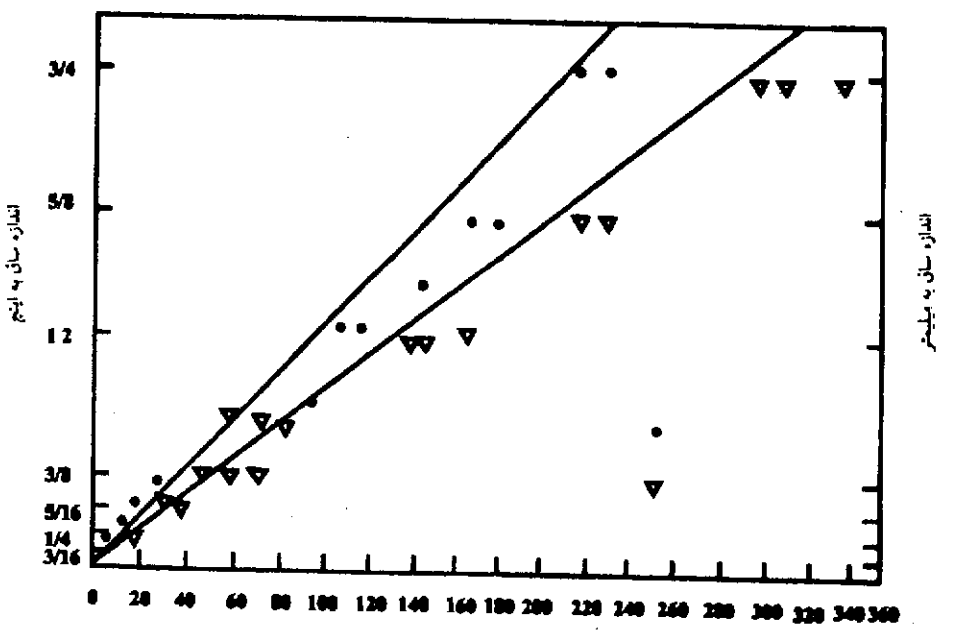
تذکر: انرژی ورودی به دست آمده از نمودار برای کاربردهای عملی مناسب نمی‌باشد.

ادامهٔ شکل ک-۳- نمودار تعیین نرخ سردشدن برای جوش گوشه تک عبوره به روش جوشکاری

(به بند ک-۶-۱-۳)



الف- جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش دار (SMAW)



ب- جوشکاری زیرپودری (SAW)

شکل ک-٤- ارتباط بین اندازه جوش گوشه و انرژی ورودی (بند ک-٦-١-٥)

جدول ک-۱) شاخص قابلیت جذب گروهی به عنوان تابعی از سطح هیدروژن "H" و مشخصه ترکیب شیمیایی P_{cm} (بند ک-٦-٢-٣)

شاخص قابلیت جذب گروهی					
P'_{cm} ـ کربن معادل					
سطح هیدروژن، H	<۰/۱۸	<۰/۲۳	<۰/۲۸	<۰/۳۳	<۰/۳۸
H1	A	B	C	D	E
H2	B	C	D	E	F
H3	C	D	E	F	G

تذکرات:

۱- $P_{cm} = C + \frac{si}{۳۰} + \frac{Mn}{۲۰} + \frac{Cu}{۲۰} + \frac{Ni}{٦۰} + \frac{Cr}{۲۰} + \frac{Mo}{۱۵} + \frac{7}{۱۰} + 5B$

۲- *شاخص قابلیت جذب-* $۱۲P_{cm} + \log_{۱۰} H$

۳- *اخص قابلیت جذب گروهی A تا G از ترکیب سطح هیدروژن H و مشخصه ترکیب شیمیایی مطابق معادله تذکر ۲ به‌دست می‌آید. مقادیر دقیق عددی از فرمول تذکر ۲ بدست می‌آید با استفاده از مقادیر زیر به عنوان H بر مبنای میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم فلز جوش (مراجعه به بند ک-٦-۲-۲-الف، ب و ج)* $H۳ - ۳۰$، $H۲ - ۱۰$، $H۱ - ۵$

٤- *شاخص قابلیت جذب گروهی برای محدوده‌های مختلف با استفاده از حروف A تا G ارایه شده که محدوده‌های زیر را پوشش می‌دهد.* $F = ۵/۱ - ۵/۵, G = ۵/٦ - ۷/۰$، $D = ٤/۱ - ٤/۵, E = ٤/٦ - ۵/۰$، $A = ۳/۰$، $B = ۳/۱ - ۳/۵, C = ۳/٦ - ٤/۰$ *این شاخص با استفاده از جدول ک-۲ در کنار گیرداری و ضخامت، حداقل دمای پیش‌گرمایش و بین عبورها را تعیین می‌نماید.*

جدول ک-۲) حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورها برای سه سطح گیرداری (بند ک-٦-۲-٤)

سطح گیرداری	ضخامت به اینچ*	حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورها به فارنهایت						
		شاخص قابلیت جذب گروهی						
		A	B	C	D	E	F	G
کم	< ۳/۸	< ٦٥	< ٦٥	< ٦٥	> ٦٥	١٤٠	٢٨٠	٣٠٠
	۳/۸-۳/٤	< ٦٥	< ٦٥	٦٥	١٤٠	٢١٠	٢٨٠	٣٠٠
	۳/٤-۱-۱/۲	< ٦٥	< ٦٥	٦٥	١٧٥	٢٣٠	٢٨٠	٣٠٠
	۱-۱/۲-۳	٦٥	٦٥	١٠٠	٢٠٠	٢٥٠	٢٨٠	٣٠٠
	>۳	٦٥	٦٥	١٠٠	٢٠٠	٢٥٠	٢٨٠	٣٠٠
متوسط	< ۳/۸	< ٦٥	< ٦٥	< ٦٥	< ٦٥	١٦٠	٢٨٠	٣٢٠
	۳/۸-۳/٤	< ٦٥	< ٦٥	٦٥	١٧٥	٢٤٠	٢٩٠	٣٢٠
	۳/٤-۱-۱/۲	< ٦٥	٦٥	١٦٥	٢٣٠	٢٨٠	٣٠٠	٣٢٠
	۱-۱/۲-۳	٦٥	١٧٥	٢٣٠	٢٦٥	٣٠٠	٣٠٠	٣٢٠
	>۳	٢٠٠	٢٥٠	٢٨٠	٣٠٠	٣٢٠	٣٢٠	٣٢٠
زیاد	< ۳/۸	< ٦٥	< ٦٥	< ٦٥	١٠٠	٢٣٠	٣٠٠	٣٢٠
	۳/۸-۳/٤	< ٦٥	٦٥	١٥٠	٢٢٠	٢٨٠	٣٢٠	٣٢٠
	۳/٤-۱-۱/۲	٦٥	١٨٥	٢٤٠	٢٨٠	٣٠٠	٣٢٠	٣٢٠
	۱-۱/۲-۳	٢٤٠	٢٦٥	٣٠٠	٣٠٠	٣٢٠	٣٢٠	٣٢٠
	>۳	٢٤٠	٢٦٥	٣٠٠	٣٠٠	٣٢٠	٣٢٠	٣٢٠

* ضخامت قطعه ضخیم‌تر اتصال

سطح گیرداری	ضخامت به میلیمتر*	شاخص قابلیت جذب گروهی						
		A	B	C	D	E	F	G
کم	< ۹/۵	< ١٨	< ١٨	< ١٨	< ١٨	٦٠	١٣٨	١٤٩
	۹/۵-۱۹	< ١٨	< ١٨	١٨	٦٠	٩٩	١٣٨	١٤٩
	۱۹-۳۸/۱	< ١٨	< ١٨	١٨	٧٩	١١٠	١٣٨	١٤٩
	۳۸/۲-۷٦/۲	١٨	١٨	٣٨	٩٣	١٢١	١٣٨	١٤٩
	>۷٦/۲	١٨	١٨	٣٨	٩٣	١٢١	١٣٨	١٤٩
متوسط	< ۹/۵	< ١٨	< ١٨	< ١٨	< ١٨	٧١	١٣٨	١٦٠
	۹/۵-۱۹	< ١٨	< ١٨	١٨	٧٩	١١٥	١٤٣	١٦٠
	۱۹-۳۸/۱	١٨	١٨	٧٤	١١٠	١٣٨	١٤٩	١٦٠
	۳۸/۲-۷٦/۲	١٨	٧٩	١١٠	١٢٩	١٤٩	١٤٩	١٦٠
	>۷٦/۲	٩٣	١٢١	١٣٨	١٤٩	١٦٠	١٦٠	١٦٠
زیاد	< ۹/۵	< ١٨	< ١٨	١٨	٣٨	١١٠	١٤٩	١٦٠
	۹/۵-۱۹	< ١٨	١٨	٦٦	١٠٤	١٣٨	١٦٠	١٦٠
	۱۹-۳۸/۱	١٨	٨٥	١١٦	١٣٨	١٤٩	١٦٠	١٦٠
	۳۸/۲-۷٦/۲	١١٦	١٢٩	١٤٩	١٤٩	١٦٠	١٦٠	١٦٠
	>۷٦/۲	١١٦	١٢٩	١٤٩	١٤٩	١٦٠	١٦٠	١٦٠

* ضخامت قطعه ضخیم‌تر اتصال

ادامهٔ جدول ک-۲) حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورها به سانتی‌گراد

ضمیمه ل) علایم طراحی جوش اتصالات با اعضای قوطی شکل

معنی	علامت	معنی	علامت
تنش محوری عضو شاخه‌ای	f_a	پارامتر بیضی‌شدگی عضو اصلی	α
تنش محوری عضو اصلی	f_a	پهنای مقطع توخالی مستطیلی	a
تنش خمشی عضو شاخه‌ای	f_b	ضریب تبدیل a به sinθ	a_s
تنش خمشی عضو اصلی	f_b	پهنای عرضی مقطع توخالی مستطیلی	b
تنشی اسمی، خمش صفحه‌ای	f_{by}	پهنای مؤثر عضو شاخه‌ای در عضو عبوری	$b_{ei}(b_{e(ov)})$
تنش اسمی، خمش خارج از صفحه‌ای	f_{bz}	پهنای مؤثر عضو شاخه‌ای در عضو اصلی	b_{eo} (b_o)
تنش اسمی عضو شاخه‌ای	f_a	پهنای مؤثر عضو شاخه‌ای برای برش سوراخ‌کننده بیرونی	B_{eoi} (b_{ep})
فاصله در اتصالات K شکل	g	پهنای مؤثر در فاصله اتصالات K شکل	b_{gap}
عمق جان	H	ضریب تبدیل قطر d_b به D	β
پارامتر شکل‌پذیری عضو اصلی	γ	ضریب تبدیل r_b به D (مقاطع دایروی)	
ضریب تبدیل R به t_o (مقاطع دایروی)		ضریب تبدیل b به D (مقاطع جعبه‌ای)	
ضریب تبدیل D به $2t_o$ (مقاطع جعبه‌ای)		پهنای مؤثر بدون بعد در فاصله اتصالات K شکل	β_{gap}
نسبت شعاع به ضخامت قوطی در انتقال	γ_b	پهنای مؤثر بدون‌بعد در برش سوراخ‌کننده بیرونی	β_{eop}
γ عضو عبوری (برای اتصالات رویهم)	γ_i	β مؤثر برای سطح پلاستیک عضو اصلی اتصال K شکل	β_{eff}
قطر داخلی	ID	اندازه کنج	c
ساختار اتصال	K	قطر بیرونی (OD) قوطی دایروی یا پهنای بیرونی اعضای اصلی (مقاطع جعبه‌ای)	D
ضریب طول	K_a	ضریب تجمعی خرابی خستگی $\sum \frac{n}{N}$	D
ضریب مقطع	K_b	قطر عضو شاخه‌ای	d_b
پارامتر حساسیت متقابل	λ	ضریب تبدیل a_s به D	η
اندازه جوش گوشه‌نشان داده شده در جزییات الف	L	محدوده کل کرنش	ε_{TR}
		اندازه جوش گوشه پنجه‌ای	F
طول اتصال	L	حداقل مقاومت کششی فلزجوش رده‌بندی شده	F_{EXX}
ضریب بار (ضریب ایمنی نسبی برای بار در LRFD)	LF	مقاومت تسلیم فلزپایه	F_y
طول جوش عملی وقتی عضو شاخه‌ای در تماس با عضو اصلی است.	l_1	مقاومت تسلیم عضو اصلی	F_{yo}
طول جوش رویهم یکطرف عضو اصلی	l_2		

معنی	علامت	معنی	علامت
محدوده کل تنش کششی/ فشاری، خمش یا هر دو	TCBR	گشتاور اعمالی	M
ضخامت جدار قوطی	t	گشتاور در عضو اصلی	M_c
ضخامت جدار عضو شاخه‌ای برای تعیین اندازه جوش شیاری با نفوذ کامل و عضو نازک‌تر برای تعیین اندازه جوش شیاری با نفوذ نسبی و گوشه	t_b	گشتاور نهایی	M_u
ضخامت جدار عضو اصلی اتصال	t_c	تعداد سیکل بار	n
اندازه جوش (گلوگاه مؤثر)	t_w	تعداد سیکل مجاز در محدوده تنش	N
t_w تعریف شده در بند ۲-٤٠-۱-٦	t'_w	قطر خارجی	OD
نسبت ضخامت شاخه به اصلی، ضریب تبدیل t_b به t_c	τ	زاویه پخ	ω
عبوری t / رویهم‌آمدگی t	τ_t	نیروی محوری در عضو شاخه‌ای	P
زاویه بین محورهای دو عضو، زاویه بین محورهای تقاطع مهاربندها	θ	نیروی محوری در عضو اصلی	P_c
نسبت تنش محوری و خمش به تنش مجاز در نقطه مورد بررسی در عضو اصلی	$\overline{U}$	نیروی نهایی	P_u
تنش برشی سوراخ‌کننده	V_p	جزء نیروی مستقل عضو عمود بر محور عضو اصلی	$P_\perp$
تنش مجاز جوش بین اعضای شاخه‌ای	V_w	طول رویهم آمدگی عضو	p
پهنای جوش پشت‌بند	W	مقدار رویهم‌آمدگی	q
متغیر ریاضی $\frac{1}{2\pi \sin\theta}$	x	زاویه اتصال	ϕ
ساختار اتصال	Y	ضریب تبدیل قطر به محیط دایره	π
متغیر ریاضی $\frac{1}{3\pi}\cdot\frac{3-\beta^2}{2-\beta^2}$	y	زاویه محلی دو سطح	Ψ
اندازه کاهش Z	Z	زاویه محلی در سطح تغییر یافته در انتقال	$\overline{\Psi}$
ضریب تبدیل فاصله به D	ξ	تعریف‌کننده هندسه	Q_b
شعاع مؤثر تداخل	r	عبارت تقابل تنش	Q_f
شعاع شاخه	r_b	تعریف‌کننده هندسه عضو شاخه‌ای و مسیر نیرو	Q_q
شعاع گلوگاه مؤثر جوش	r_m	شعاع خارجی، عضو اصلی	R
ضریب تمرکز تنش	SCF	شکافت ریشه	R
جمع طول جوش‌های عملی	$\sum l_i$	موقعیت زاویه‌ای در عضو شاخه‌ای	p
ساختار اتصال	T	شعاع کنج مقطع توخالی مستطیلی	r_i

ضمیمه یک) انتقال اتصال کوتاه

انتقال اتصال کوتاه نوعی از انتقال فلز در روش جوشکاری قوس‌الکتریکی با گاز محافظ می‌باشد که در آن فلز مذاب از الکترود مصرفی در طول اتصال کوتاه متوالی انتقال می‌یابد. انتقال اتصال کوتاه کمترین میزان شدت جریان و قطر الکترود را در روش جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ مورد استفاده قرار می‌دهد. انواع محدوده‌های مختلف شدت جریان در جدول یک-۱ ارایه شده‌است. این نوع از انتقال با ایجاد یک حوضچه مذاب کوچک با قابلیت منجمد شدن سریع برای اتصال قطعات نازک مناسب می‌باشد، همچنین برای پر کردن پاس ریشه اتصالات با شکافت ریشه زیاد. وقتی حرارت ورودی به قطعه بسیار کم باشد، تغییر شکل‌های ورق نیز کم است.

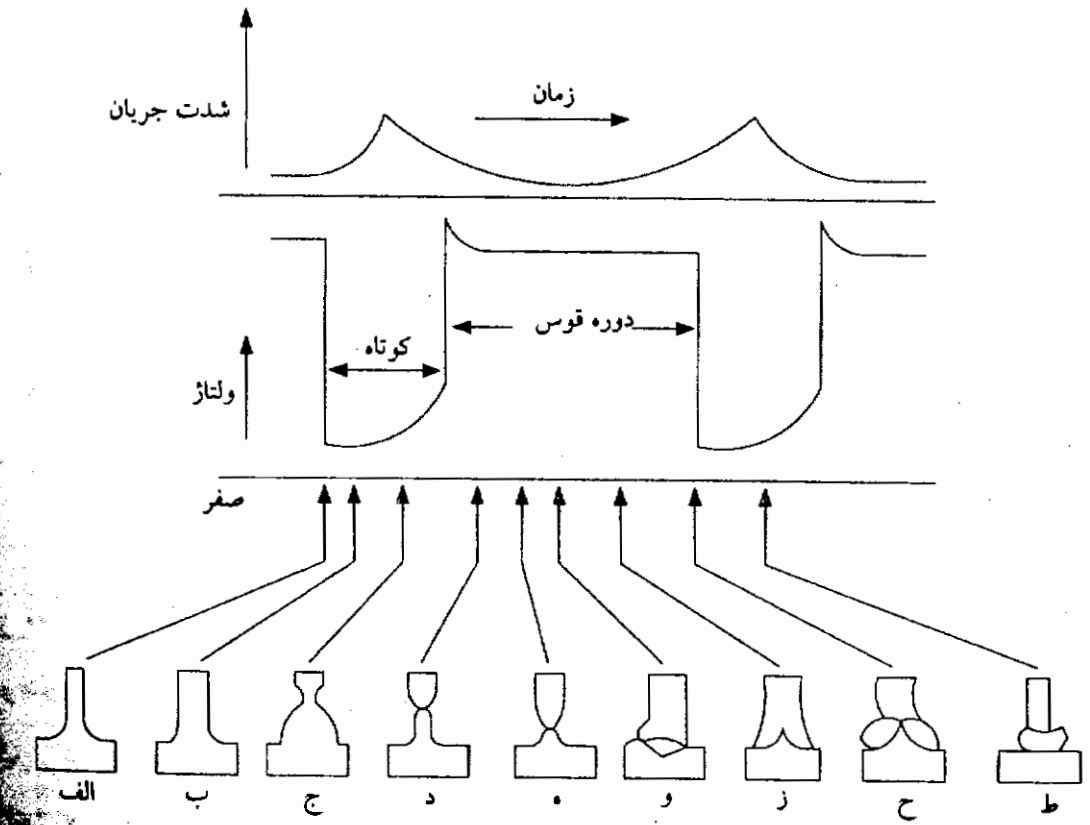
جدول یک-۱) محدودهٔ شدت جریان به روش انتقال اتصال کوتاه در جوشکاری فولاد به روش GMAW

شدت جریان به آمپر*				قطر الکترود	
وضعیت عمودی و بالاسری		وضعیت تخت و افقی			
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	میلیمتر	اینچ
۱۲۵	۵۰	۱۵۰	۵۰	۰/۸	۰/۰۳۰
۱۵۰	۷۵	۱۷۵	۷۵	۰/۹	۰/۰۳۵
۱۷۵	۱۰۰	۲۲۵	۱۰۰	۱/۲	۰/۰۴۵

* الکترود متصل به قطع مثبت می‌باشد.

فلز فقط در یک دوره کوتاه از الکترود به قطعه کار منتقل می‌شود که الکترود در تماس با حوضچه مذاب قرار می‌گیرد و فلز جوش در طول قوس الکتریکی انتقال نمی‌یابد. الکترود با یک نرخ ثابت در محدوده ۲۰ تا ۲۰۰ بار در ثانیه با حوضچه مذاب اتصال می‌یابد. ترتیب مراحل در انتقال فلز و شدت جریان و ولتاژ متناظر در شکل یک-۱ نشان داده شده‌است، به محض اتصال سیم‌جوش، به فلز جوش، شدت جریان الکتریکی افزایش می‌یابد و در صورت عدم تشکیل قوس شروع به افزایش می‌کند. (مطابق شکل ۵ از یک-۱). افزایش شدت جریان بایستی جهت مذاب نگهداشتن نوک الکترود تا انتقال فلز پرکننده کافی باشد. همچنین نبایستی

آنقدر سریع اتفاق افتد که ایجاد پاشش جرقه‌های جوش کند. میزان نرخ افزایش شدت جریان با استفاده از امکانات تنظیم منبع انرژی صورت می‌پذیرد. مقدار خودالقایی لازم بستگی به مقاومت الکتریکی اتصال کوتاه و محدودهٔ دمای الکترود مذاب دارد. مقدار ولتاژ اتصال باز منبع انرژی بایستی به اندازه کافی کم بوده تا قوس الکتریکی در وضعیت‌های جوشکاری موجود نتواند ادامه داشته باشد. بخشی از انرژی لازم جهت نگهداری قوس الکتریکی توسط ذخیره انرژی در طول اتصال کوتاه تأمین می‌شود. از آنجاییکه انتقال فلز فقط در طول اتصال کوتاه انجام می‌شود، گاز محافظ اثر بسیار کمی در این نوع انتقال دارد. در این روش می‌تواند جرقه‌های جوشکاری ایجاد شود که معمولاً به دلیل نیروی الکترومغناطیس نوک الکترود مذاب و یا عدم پوشش یکنواخت گاز محافظ اتفاق می‌افتد.



شکل یک-۱- نمودار انتقال اتصال کوتاه

ضمیمه دو) راهنمای نویسندگان مشخصات فنی

در مدارک قرارداد، بیان اینکه تمام جوشکاری‌ها بایستی مطابق با آیین‌نامه ANSI/AWS D1.1 انجام شود، فقط الزامات اجباری آیین‌نامه را پوشش می‌دهد. سایر موارد آیین‌نامه به دلخواه می‌باشد و فقط زمانی به‌کار می‌آید که مشخص شده باشد. جدول زیر حاوی برخی از موارد انتخابی است که بیشتر مورد استفاده قرار گرفته و مثال‌هایی از چگونگی مشخص شدن آن‌ها ارایه گردیده است.

نوع مشخص شدن	مورد انتخابی
بازرسی ساخت/ نصب توسط کارفرما انجام می‌شود یا بازرسی ساخت/ نصب توسط یک مؤسسه بازرسی مورد تأیید کارفرما انجام می‌شود. *تذکر: اگر بازرسی ساخت/ نصب توسط کارفرما و یا مؤسسه بازرسی مورد تأیید کارفرما انجام می‌شود، جزییات گستره بازرسی به‌طور کامل بایستی ارایه گردد.*	بازرسی ساخت/ نصب [اگر در مسؤولیت پیمانکار نباشد (بند۶-۱-۱)]
بازرسی به منظور تأیید (بند ۶-۱-۲) بایستی توسط پیمانکار انجام شود یا بازرسی به منظور تأیید، توسط کارفرما انجام می‌شود یا بازرسی به منظور تأیید، توسط یک مؤسسه بازرسی مورد تأیید کارفرما انجام می‌شود یا از بازرسی به منظور تأیید، صرفنظر می‌گردد.	بازرسی به منظور تأیید (بند ۶-۱-۲)

نوع مشخص شدن	مورد انتخابی
مشخصات عمومی آزمایشات غیرمخرب: برای هر نوع اتصال و [به غیر از بازرسی چشمی [بند ٦-١٤] و نوع تنش (کششی فشاری یا برشی)] نوع آزمایش غیرمخرب مورد استفاده، گستره بازرسی، هر نوع فناوری خاص مورد استفاده و حد قبولی را مشخص کنید. ساخت سازه‌های تحت بارگذاری استاتیکی: جوش‌های شیاری در اتصالات لب به لب کششی در اتصالات قاب‌های خمشی- ٢٥ درصد آزمایش ماوراءصوت برای هر چهار اتصال اول و برای سایر اتصالات تا ١٠ درصد کاهش می‌یابد. حد قبولی مطابق جدول ٦-٢ می‌باشد. جوش‌های گوشه- آزمایش ذرات مغناطیسی- ١٠ درصد طول هر جوش آزمایش شود - حد قبولی – جدول ٦-١ ساخت سازه‌های تحت بارگذاری سیکلی: وصله‌های کششی با اتصالات لب به لب- ١٠٠ درصد آزمایش ماوراء صوت یا ١٠٠ درصد آزمایش پرتونگاری- حد قبولی آزمایش ماوراء صوت مطابق بند ٦-١٣-٢ و آزمایش پرتونگاری مطابق بند ٦-١٢-٢ می‌باشد. جوش‌های با نفوذ کامل کنج در اعضای تحت بارگذاری محوری: تنش‌های کششی- ١٠٠ درصد آزمایش ماوراءصوت، الگوی بررسی D یا E- حد قبولی- جدول ٦-٣ تنش‌های فشاری- ٢٥ درصد آزمایش ماوراءصوت، مسیر بررسی A، B یا C - حد قبولی- جدول ٦-١ جوش‌های گوشه- آزمایش ذرات مغناطیسی- بازرسی ١٠ درصد طول هر جوش - حد قبولی بند٦-١٢-١ یا در صورت مردود شدن بخشی از جوشی که کمتر از ١٠٠ درصد بازرسی شده‌است نیازمند بازرسی ١٠٠ درصد آن جوش می‌باشد یا در صورت مردود شدن بخشی از جوشی که به صورت مقطعی مورد بازرسی قرار گرفته است، نیازمند بازرسی دو طرف عیب به اندازه طول مقطع می‌باشد.	آزمایشات غیرمخرب (٦-١٥-٣)

ضمیمه سه) نمونه فرم‌های جوشکاری

دراین ضمیمه نمونه فرم شامل مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS) ، گزارش تأیید صلاحیت روند جوشکاری (PQR) و گزارش تأیید صلاحیت جوشکار (WQR) ارایه گردیده است.

مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

در وضعیت پیش‌تأیید ☐ در وضعیت تأیید صلاحیت با آزمایش ☐

نام شرکت: ..... شماره: .....

روش جوشکاری: ..... تجدیدنظر: ..... توسط: ..... تاریخ: .....

شماره PQR پشتیبان: ..... تأییدکننده: ..... تاریخ:

ساختار اتصال
جوشکاری دستی ☐ جوشکاری ماشینی ☐
جوشکاری خودکار ☐ جوشکاری نیمه خودکار ☐

نوع اتصال: .....
جوش یکطرفه ☐ جوش دوطرفه ☐ وضعیت جوشکاری عمودی از بالا به پایین ☐
پشت‌بند دارد ☐ ندارد ☐ از پایین به بالا ☐

نوع مواد پشت‌بند: .....

مشخصه‌های الکتریکی

تخلیه جوش از پشت انجام می‌شود ☐ نمی‌شود ☐ جریان: DCEN ☐ DCEP ☐ AC ☐

اندازه شکافت ریشه: ..... اندازه پیشانی شیار: .....

تکنیک جوشکاری

جوش هلالی ☐ جوش زنجیری ☐
جوش مستقیم ☐

مشخصات فلز پایه

مشخصات فلز پایه: .....

نوع و رده فولاد: .....

ضخامت فلز پایه: .....

تعداد الکترودها: .....

روش تمیزکاری: .....

مشخصات فلزجوش

مشخصات الکترود مصرفی: .....

رده‌بندی الکترود: .....

الکترود معمولی ☐ الکترود کم هیدروژن ☐

پیشگرمایش

حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و درجه حرارت بین عبورها:

سایر مشخصه‌ها:

مشخصات گاز: .....

ترکیب گاز: .....

مشخصات محافظ

مشخصات پودر جوشکاری: .....

میزان جریان گاز: .....

جزییات شکل اتصال	سرعت حرکت	ولتاژ	آمپراژ	قطبیت	قطر الکترود	روش	شماره عبور

گزارش تأیید صلاحیت روند جوشکاری(PQR)

شماره: .....

فرم نتایج آزمایش

آزمایش کشش

شماره نمونه	پهنا	ضخامت	سطح مقطع	نیروی کششی نهایی	مقاومت نهایی	نوع شکست و موقعیت

آزمایش خمش

شماره نمونه	نوع خمش	نتیجه	توضیحات

بازرسی چشمی

ظاهر جوش: .....

بریدگی کنارجوش: .....

تخلخل: .....

گرده جوش: .....

تاریخ بازرسی: .....

نام بازرس: .....

سایر آزمایش‌ها: .....

نام جوشکار: ..... کد جوشکار: .....

آزمایش پرتونگاری- ماوراء صوت

شماره گزارش RT: ..... نتیجه: .....

شماره گزارش UT: ..... نتیجه: .....

آزمایش سلامت جوش

حداقل اندازه چند عبوره — حداکثر اندازه تک عبوره

آزمایش سلامت جوش — آزمایش سلامت جوش

۱ ..... ۲ ..... — ۱ ..... ۲ .....

۳ ..... — ۳ .....

آزمایش کشش مغزجوش

نام آزمایشگاه: ..... مقاومت کششی .....

نام مسؤول آزمایشگاه: ..... حد جاری شدن .....

گزارش آزمایشگاه شماره: ..... کرنش .....

صحت روند جوشکاری و انجام تأیید صلاحیت براساس آیین‌نامه جوشکاری سازه‌های فولادی AWS D1.1 سال (.....) تأیید می‌شود.

امضاء: سمت:

تاریخ:

گزارش تأیید صلاحیت جوشکار، دستگاه جوشکار یا خال جوشکار

جای عکس

نوع جوشکار: ..... نام جوشکار: ..... کد شناسایی: .....

شماره مشخصات فنی روند جوشکاری: ..... تاریخ: .....

متغیرها	مقدار عملی تأیید صلاحیت	محدوده تأیید صلاحیت
روش جوشکاری:	.....	.....
وضعیت جوشکاری:	.....	.....
اتصال پشت‌بند دارد ☐ ندارد ☐		
مشخصات فلز پایه:	.....	.....
ضخامت:	.....	.....
مشخصات الکترود مصرفی:	.....	.....
رده‌بندی الکترود:	.....	.....
شماره F:	.....	.....
نوع گاز/ پودر جوشکاری:	.....	.....

بازرسی چشمی

قابل قبول ☐ غیرقابل قبول ☐

نتایج آزمایش

نوع آزمایش	نتیجه

نتایج آزمایش جوش گوشه

ظاهر جوش: ..... اندازه جوش گوشه: .....

آزمایش شکست جوش گوشه: ..... آزمایش سلامت جوش: .....

نام بازرس: ..... تاریخ: .....

نتایج آزمایش پرتونگاری

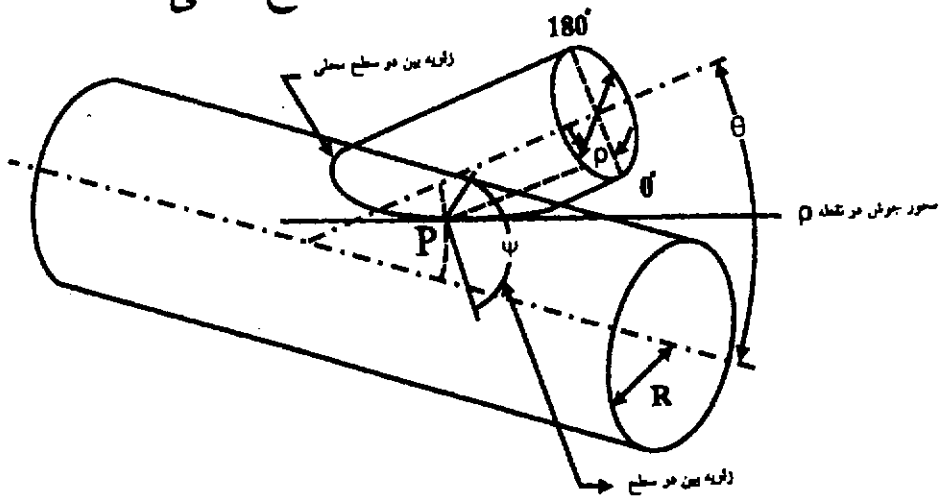
شماره فیلم: ..... نتیجه: ..... توضیحات: .....

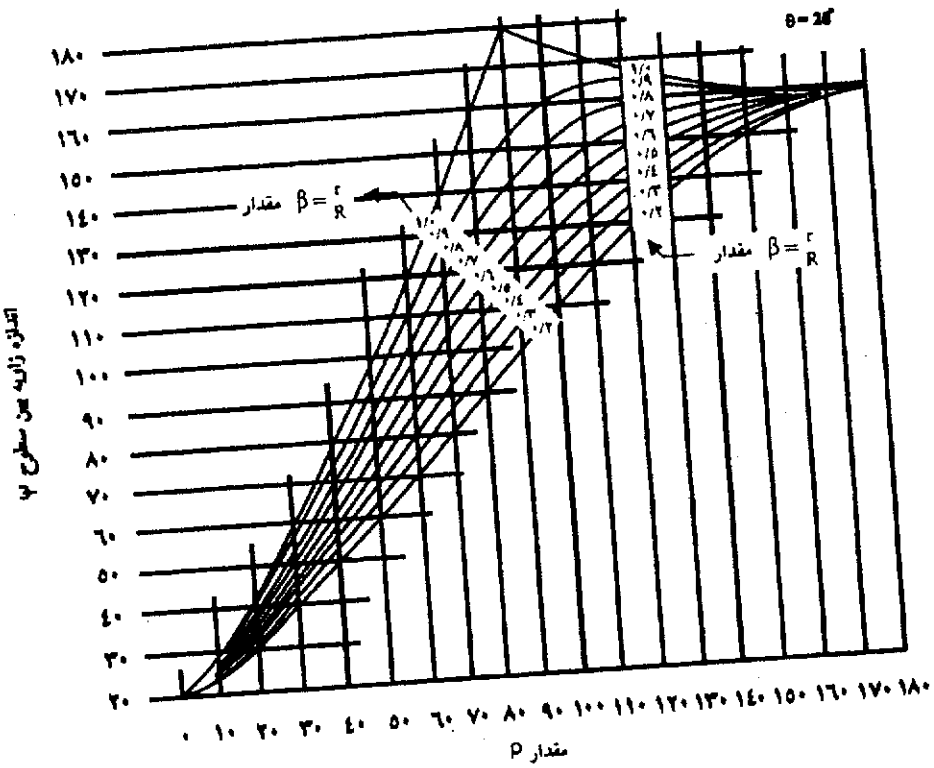
صحت انجام تأیید صلاحیت جوشکار براساس آیین‌نامه جوشکاری سازه‌های فولادی AWS D1.1 سال (.....) تأیید می‌شود.

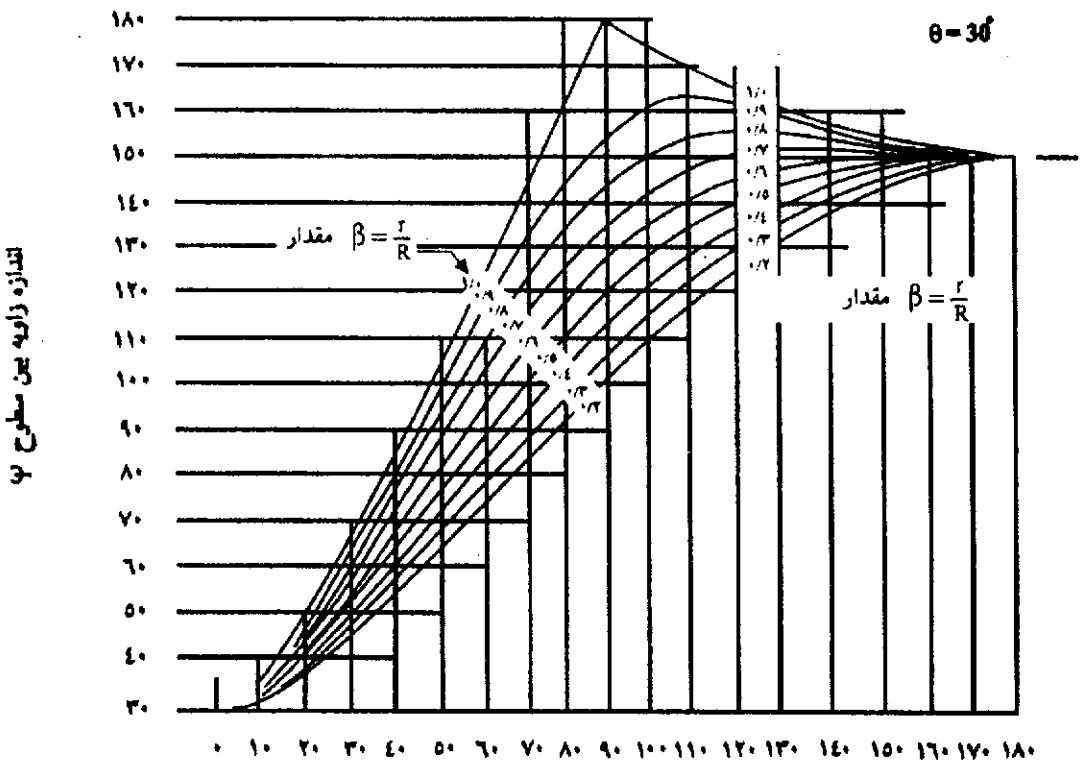
امضاء: سمت:

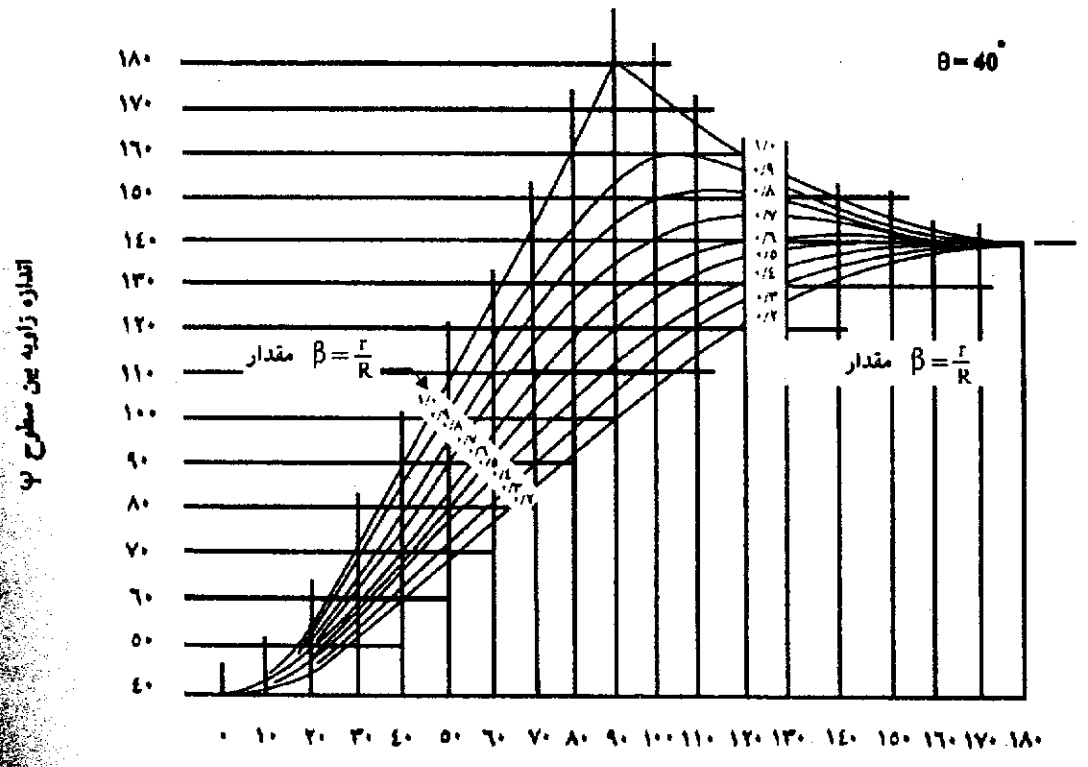
تاریخ:

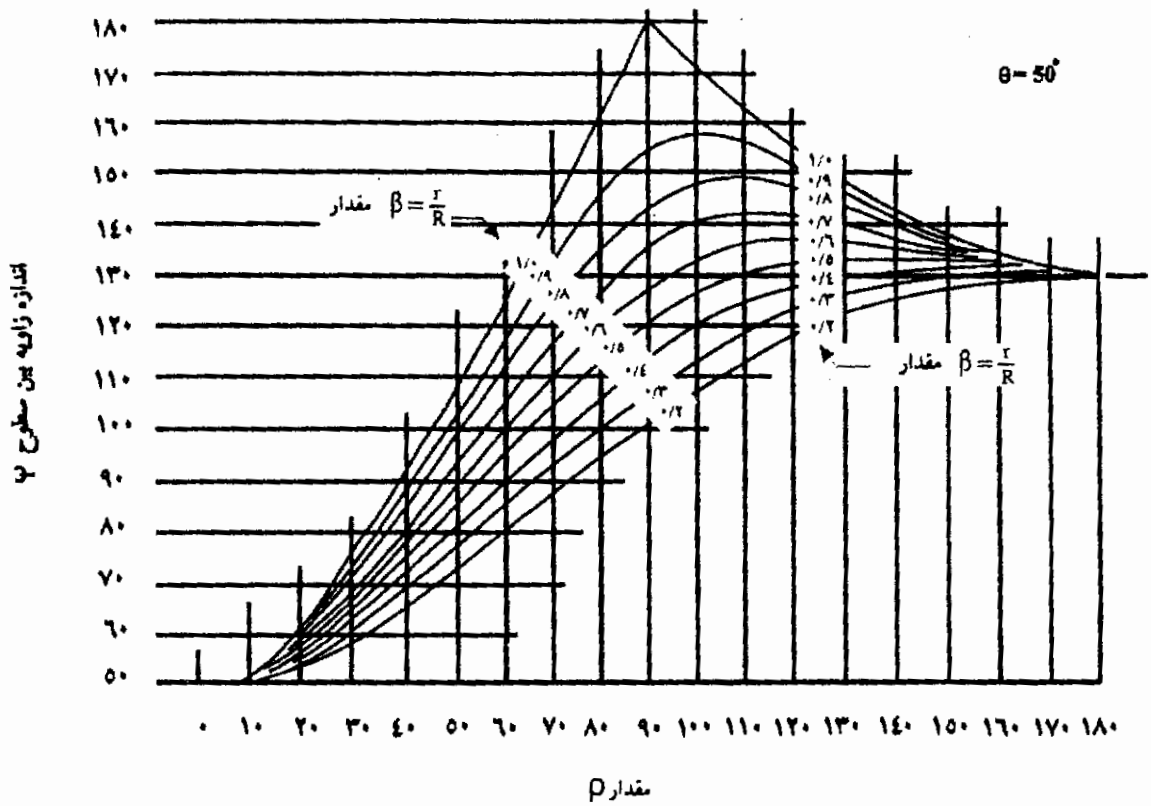
ضمیمه چهار) زاویه بین دو سطح محلی

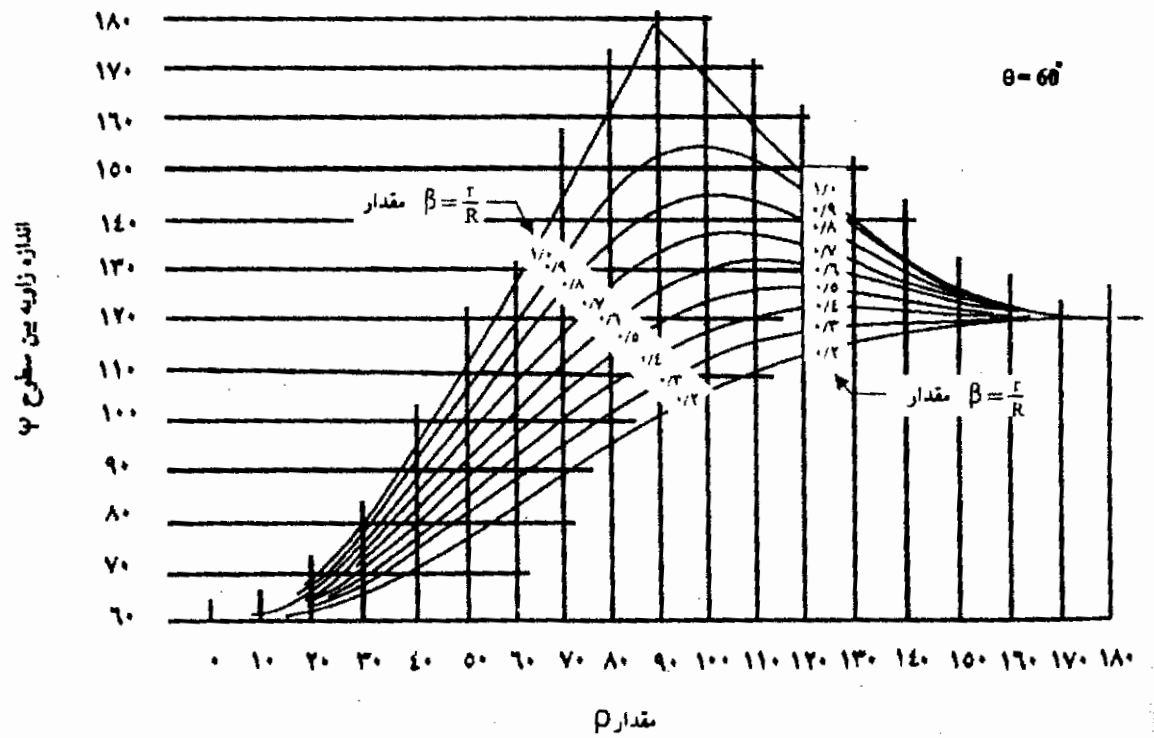


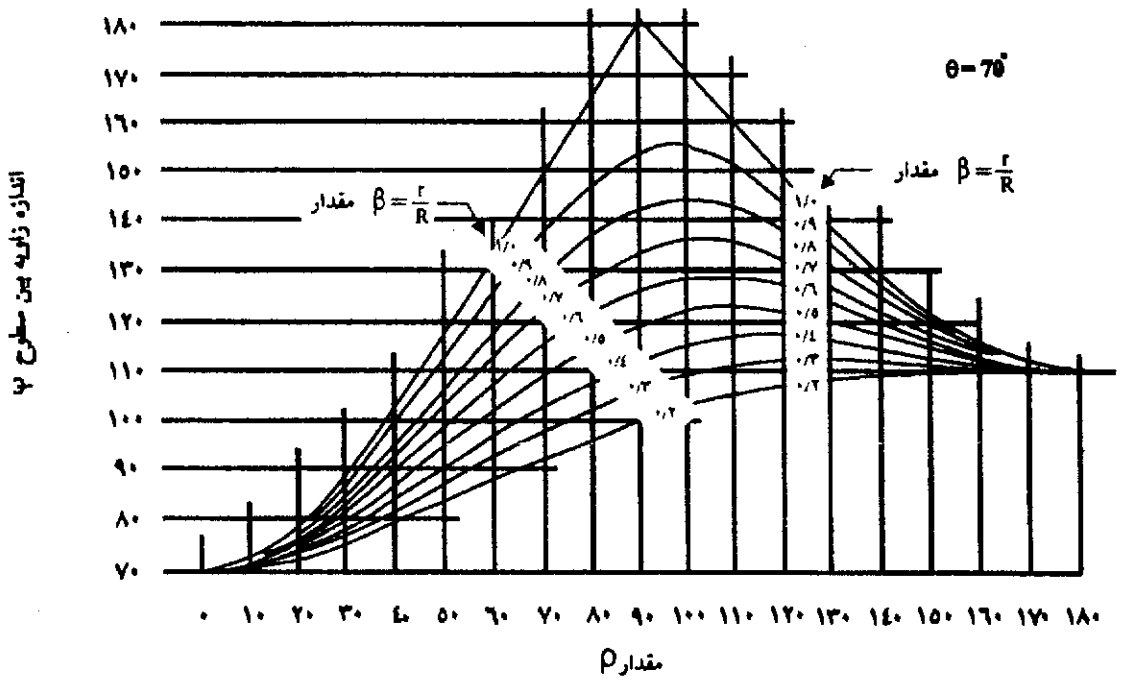


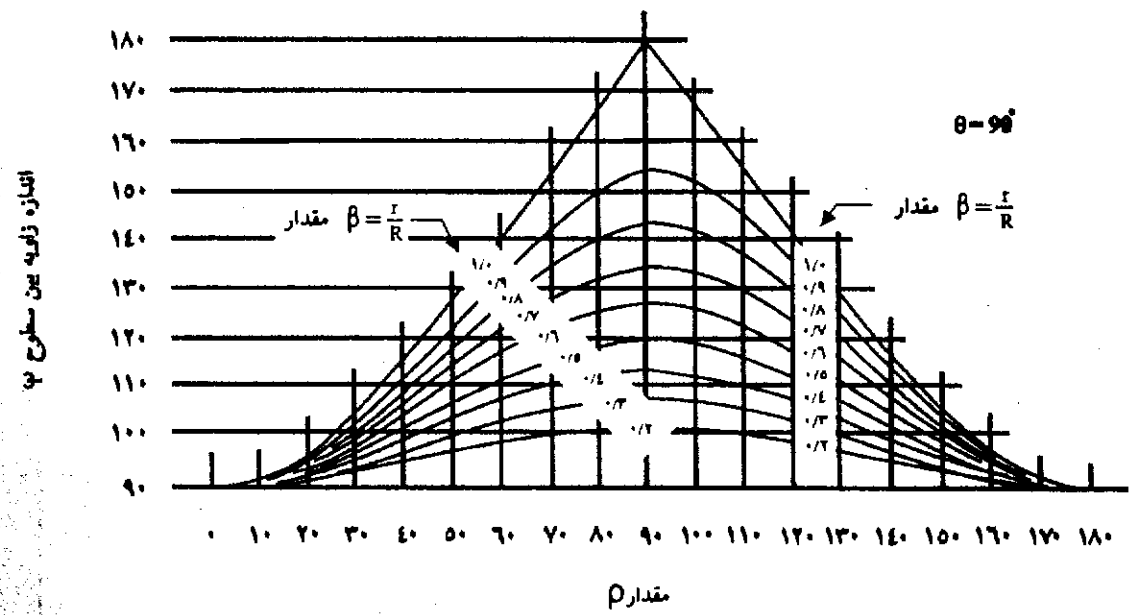

θ=30°
اندازه زاویه بین سطوح ψ
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار ρ


θ=40°
اندازه زاویه بین سطوح ψ
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار ρ


θ= 50°
اندازه زاویه بین سطوح ϕ
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار ρ


θ= 60°
اندازه زاویه بین سطوح ϕ
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار ρ


θ=70°
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
اندازه زاویه بین سطوح ψ
۱۸۰ ۱۷۰ ۱۶۰ ۱۵۰ ۱۴۰ ۱۳۰ ۱۲۰ ۱۱۰ ۱۰۰ ۹۰ ۸۰ ۷۰
۰ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ ۵۰ ۶۰ ۷۰ ۸۰ ۹۰ ۱۰۰ ۱۱۰ ۱۲۰ ۱۳۰ ۱۴۰ ۱۵۰ ۱۶۰ ۱۷۰ ۱۸۰
مقدار ρ


θ=90°
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
مقدار $\beta=\frac{r}{R}$
اندازه زاویه بین سطوح ψ
۱۸۰ ۱۷۰ ۱۶۰ ۱۵۰ ۱۴۰ ۱۳۰ ۱۲۰ ۱۱۰ ۱۰۰ ۹۰
۰ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ ۵۰ ۶۰ ۷۰ ۸۰ ۹۰ ۱۰۰ ۱۱۰ ۱۲۰ ۱۳۰ ۱۴۰ ۱۵۰ ۱۶۰ ۱۷۰ ۱۸۰
مقدار ρ

ضمیمه پنج) ویژگی‌های مقاومتی فلز پرکننده

اطلاعات این ضمیمه از آیین‌نامه‌های AWS A5.X استفاده شده‌است. مقادیر ارایه شده فقط به منظور استفاده مرجعی بوده و به منظور دستیابی به این مقادیر مقاومتی سایر متغیرهای روش‌های جوشکاری بایستی کنترل گردد.

AWS A5.1-91 ، مشخصات فنی الکترودها در روش جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار

رده بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی (ksi)
E6010	٦٠	٤٨
E6011	٦٠	٤٨
E6013	٦٠	٤٨
E6013	٦٠	٤٨
E6019	٦٠	٤٨
E6020	٦٠	٤٨
E6022	٦٠	٣/٤
E6027	٦٠	٤٨
E7014	٧٠	٥٨
E7015	٧٠	٥٨
E7016	٧٠	٥٨
E7018	٧٠	٥٨
E7024	٧٠	٥٨
E7027	٧٠	٥٨
E7028	٧٠	٥٨
E7018M	٧٠	٥٣ تا ٧٢
E7048	٧٠	٥٨

AWS A5.5-96، مشخصات فنی الکترودهای فولادی کم آلیاژ برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار

رده‌بندی AWS	مقاومت کششی اسمی(ksi)	مقاومت تسلیم اسمی(ksi)
E7010-P1	۷۰	۶۰
E7010-A1	۷۰	۵۷
E7010-G	۷۰	۵۷
E7011-A1	۷۰	۵۷
E7011-G	۷۰	۵۷
E7015-X	۷۰	۵۷
E7015-B2L	۷۵	۵۷
E7015-G	۷۰	۵۷
E7016-X	۷۰	۵۷
E7016-B2L	۷۵	۵۷
E7016-G	۷۰	۵۷
E7018-X	۷۰	۵۷
E7018-B2L	۷۵	۵۷
E7020-A1	۷۰	۵۷
E7020-G	۷۰	۵۷
E7027-A1	۷۰	۵۷
E7027-G	۷۰	۵۷
E8010-P1	۸۰	۶۷
E8010-G	۸۰	۶۷
E8011-G	۸۰	۶۷
E8013-G	۸۰	۶۷
E8015-X	۸۰	۶۷
E8015-B3L	۸۰	۶۷
E8015-G	۸۰	۶۷
E8016-X	۸۰	۶۷
E8016-C3	۸۰	۶۸ تا ۸۰

AWS A5.5-96 ، مشخصات فنی الکترودهای فولادی کم آلیاژ برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار

رده‌بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی (ksi)
E8016-C4	٨٠	٦٧
E8016-G	٨٠	٦٧
E8018-X	٨٠	٦٧
E8018-B3LS	٨٠	٦٧
E8018-C3	٨٠	٨٠ تا ٦٨
E8018-C4	٨٠	٦٧
E8018-NMI	٨٠	٦٧
E8018-W2	٨٠	٦٧
E8018-G	٨٠	٦٧
E9010-G	٩٠	٧٧
E9011-G	٩٠	٧٧
E9013-G	٩٠	٧٧
E9015-X	٩٠	٧٧
E9015-G	٩٠	٧٧
E9016-X	٩٠	٧٧
E9016-G	٩٠	٧٧
E9018M	٩٠	٩٠ تا ٦٨
E9018-X	٩٠	٧٧
E9018-G	٩٠	٧٧
E10010-G	١٠٠	٨٧
E10011-G	١٠٠	٨٧
E10013-G	١٠٠	٨٧
E10015-X	١٠٠	٨٧
E10015-G	١٠٠	٨٧
E10016-X	١٠٠	٨٧
E10016-G	١٠٠	٨٧

AWS A5.5-96، مشخصات فنی الکترودهای فولادی کم آلیاژ برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار

رده‌بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی (ksi)
E10018-M	۱۰۰	۸۸ تا ۱۰۰
E10018-X	۱۰۰	۸۷
E10018-G	۱۰۰	۸۷
E11010-G	۱۱۰	۹۷
E11011-G	۱۱۰	۹۷
E11013-G	۱۱۰	۹۷
E11015-G	۱۱۰	۹۷
E11016-G	۱۱۰	۹۷
E11018-G	۱۱۰	۹۷
E11018M	۱۱۰	۹۸ تا ۱۱۰
E12010-G	۱۲۰	۱۰۷
E12011-G	۱۲۰	۱۰۷
E12013-G	۱۲۰	۱۰۷
E12015-G	۱۲۰	۱۰۷
E12016-G	۱۲۰	۱۰۷
E12018-G	۱۲۰	۱۰۷
E12018M	۱۲۰	۱۰۸ تا ۱۲۰
E12018M1	۱۲۰	۱۰۸ تا ۱۲۰

AWS A5.17-97، مشخصات فنی سیم جوش فولاد کربنی و پودر جوشکاری در روش جوشکاری زیرپودری

رده‌بندی پودر جوشکاری	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی(ksi)
F6XX-EXXX-X	۶۰ تا ۸۰	۴۸
F7XX-EXXX-X	۷۰ تا ۹۵	۵۸

از حرف "X" در بسیاری از جداول استفاده شده که نماینده سایر مشخصه‌ها نظیر عملیات

حرارتی، خصوصیات آزمایش ضربه و سایر مشخصات الکترود می‌باشد.

AWS A5.18-93 ، مشخصات فنی سیم جوش فولاد کربنی

برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ

رده بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی (ksi)
ER70S-2	۷۰	۵۸
ER70S-3	۷۰	۵۸
ER70S-4	۷۰	۵۸
ER70S-5	۷۰	۵۸
ER70S-6	۷۰	۵۸
ER70S-7	۷۰	۵۸
ER70C-3X	۷۰	۵۸
ER70C-6X	۷۰	۵۸
ER70C-G (X)	۷۰	۵۸
ER70C-GS (X)	۷۰	مشخص‌نشده

AWS A5.20-95 ، مشخصات فنی الکترودهای فولاد کربنی برای روش جوشکاری توپودری

رده بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی(ksi)
E7XT-1	٧٠	٥٨
E7XT-2	٧٠	مشخص‌نشده
E7XT-3	٧٠	مشخص‌نشده
E7XT-4	٧٠	٥٨
E7XT-5	٧٠	٥٨
E7XT-6	٧٠	٥٨
E7XT-7	٧٠	٥٨
E7XT-8	٧٠	٥٨
E7XT-9	٧٠	٥٨
E7XT-10	٧٠	٥٨
E7XT-11	٧٠	مشخص‌نشده
E7XT-12	٧٠ تا ٩٠	٥٨
E6XT-13	٦٠	مشخص‌نشده
E7XT-13	٧٠	مشخص‌نشده
E7XT-14	٧٠	مشخص‌نشده
E6XT-G	٦٠	٤٨
E7XT-G	٧٠	٥٨
E6XT-GS	٦٠	مشخص‌نشده
E7XT-GS	٧٠	مشخص‌نشده

AWS A5.23-97، مشخصات فنی الکترودهای فولاد کم آلیاژ و پودر جوشکاری در روش جوشکاری زیرپودری

رده‌بندی ترکیب سیم جوش با پودر جوشکاری	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی (ksi)
F6XX-EXX-XX	٧٠ تا ٩٥	٥٨
F8XX-EXX-XX	٨٠ تا ١٠٠	٦٨
F9XX-EXX-XX	٩٠ تا ١١٠	٧٨
F10XX-EXX-XX	١٠٠ تا ١٢٠	٨٨
F11XX-EXX-XX	١١٠ تا ١٣٠	٩٦
F12XX-EXX-XX	١٢٠ تا ١٤٠	١٠٨

AWS A5.28-93 ، مشخصات فنی الکترودهای فولاد کم آلیاژ برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ

رده بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی (ksi)
ER70S-B2L	٧٥	٥٨
E70C-B2L	٧٥	٥٨
ER70S-A1	٧٥	٥٨
ER80S-B2	٨٠	٦٨
E80C-B2	٨٠	٦٨
ER80S-B3L	٨٠	٦٨
ER80C-B3L	٨٠	٦٨
ER90S-B3	٩٠	٧٨
E90C-B3	٩٠	٧٨
ER80S-B6	٨٠	٦٨
ER80S-B8	٨٠	٦٨
ER90S-B9	٩٠	٦٠
E70C-Ni2	٧٠	٥٨
ER80S-Ni1	٨٠	٦٨
E80C-Ni1	٨٠	٦٨
ER80S-Ni2	٨٠	٦٨
E80C-Ni2	٨٠	٦٨
ER80S-Ni3	٨٠	٦٨
E80C-Ni3	٨٠	٦٨
ER80S-D2	٨٠	٦٨
ER90S-D2	٩٠	٧٨
E90C-D2	٩٠	٧٨
ER100S-1	١٠٠	٨٨
ER110S-1	١١٠	٩٥
ER120S-1	١٢٠	١٠٥
ER705S-G	٧٠	مشخص نشده

E70C-G	۷۰	مشخص‌نشده
ER80S-G	۸۰	مشخص‌نشده
E80C-G	۸۰	مشخص‌نشده

AWS A5.28-93: مشخصات فنی الکترودهای فولاد کم آلیاژ

برای روش جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ

رده بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی(ksi)
ER90S-G	۹۰	مشخص‌نشده
E90C-G	۹۰	مشخص‌نشده
ER100S-G	۱۰۰	مشخص‌نشده
E100C-G	۱۰۰	مشخص‌نشده
ER110S-G	۱۱۰	مشخص‌نشده
E110C-G	۱۱۰	مشخص‌نشده
ER120S-G	۱۲۰	مشخص‌نشده
ER120C-G	۱۲۰	مشخص‌نشده

AWS A5.29-98 ، مشخصات فنی الکترودهای فولادی کم آلیاژ برای روش جوشکاری توپودری

رده بندی AWS	مقاومت کششی اسمی (ksi)	مقاومت تسلیم اسمی(ksi)
E6XTX-X	٦۰ تا ۸۰	۵۰
E7XTX-X	۷۰ تا ۹۰	۵۸
E8XTX-X	۸۰ تا ۱۰۰	٦۸
E9XTX-X	۹۰ تا ۱۱۰	۷۸
E10XTX-X	۱۰۰ تا ۱۲۰	۸۸
E10XTX-K9	۱۰۰	۸۲ تا ۹۷
E10XTX-K9	۱۱۰ تا ۱۳۰	۹۸
E11XTX-X	۱۲۰ تا ۱٤۰	۱۰۸
EXXXTX-G	۵۸	مشخص‌نشده
EXXXTG-X	۵۸	مشخص‌نشده
EXXXTG-G	۵۸	مشخص‌نشده

ضمیمه شش) فلزات پایه و پرکننده مورد تائید آیین‌نامه، نیازمند تعیین صلاحیت مطابق فصل ٤

از فولادهای فهرست شده در ضمیمه شش بشرط آنکه مطابق آزمایشهای تعیین صلاحیت فصل ٤ دستورالعمل روش جوشکاری مورد تائید صلاحیت قرار گیرد، می‌توان استفاده نمود. این دستورالعمل روش جوشکاری بایستی با استفاده از فلز پرکننده متناظر و حداقل محدودیت‌های درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری تهیه شود. از سایر فلزات پرکننده و درجه‌های حرارت با تائید مهندس طراح و یا انجام آزمایش‌های تائید صلاحیت WPS مطابق فصل ٤ می‌توان استفاده نمود. برای تائید صلاحیت سایر فولادهای مورد تائید آیین‌نامه به جدول ٤-۷ مراجعه شود.

حداقل درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری [۲،۴]		ضخامت فلز پایه، T		فلز پرکننده سازگار ۲ و ۱				فلز پایه				
					محدوده مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		محدودهٔ مقاومت کششی		حداقل مقاومت تسلیم		مشخصات
°C	°F	میلیمتر	اینچ	مشخصات و رده‌بندی	Mpa	Ksi	Mpa	Ksi	Mpa	Ksi	Mpa	Ksi	
				SMAW AWS A5.5 E8015-X, E8016-X	حداقل ۴۶۰ تا ۵۵۰	حداقل ۶۷ تا ۸۰			حداقل ۵۲۰	حداقل ۷۰	۴۱۵	۶۰	ASTM A871 Grades 60,65
				E8018-X	۵۵۰ تا ۶۹۰	۸۰ تا ۱۰۰	۴۶۰	۶۷	حداقل ۵۵۰	حداقل ۸۰	۴۵۰	۶۵	
				SAW A5.23 F8XX-EXX-XX	جداقل ۵۵۰	حداقل ۸۰	۴۷۰	۶۸					
				GMAW A5.28 ER80S-X	۵۵۰ تا ۶۹۰	۸۰ تا ۱۰۰	۴۷۰	۶۸					
				FCAW A5.29 E8XTX-X			۴۷۰	۶۸					
۱۰	۵۰	تا ۱۹	تا ۳/۴	SMAW AWS A5.5 E10015-X, E10016-X, E10018-X	حداقل ۶۹۰	حداقل ۱۰۰	۶۰۰	۸۷	۶۹۰ تا ۸۹۵	۱۰۰ تا ۱۳۰	۶۲۰	۹۰	بالای ۱/۲-۲ اینچ ASTM A514
۵۰	۱۲۵	بالای ۱۹ تا ۳۸/۱	بالای ۳/۴ تا ۱-۱/۲	SAW AWS A5.23 F10XX-EXX-XX	۶۹۰ تا ۸۳۰	۱۰۰ تا ۱۲۰	۶۱۰	۸۸	۶۹۰ تا ۸۹۵	۱۰۰ تا ۱۳۰	۶۲۰	۹۰	ASTM A709 Grades 100, 100W بالای ۱/۲-۲ اینچ تا ۴ اینچ (۶۳/۵ تا ۱۰۲ میلیمتر)
۸۰	۱۷۵	بالای ۳۸/۱ تا ۶۳/۵	بالای ۱-۱/۲ تا ۱۲/۲	GMAW, GTAW AWS A5.28 ER100S-X	حداقل ۶۹۰	حداقل ۱۰۰	۶۱۰ تا ۷۰۰	۸۸ تا ۱۰۲	حداقل ۶۲۰	حداقل ۹۰	۵۵۰	۸۰	ASTM A710 Grade a.Class 1 ۳/۴ اینچ (۱۹ میلیمتر) ≤
				FCAW AWS A5.29 E10XTX-X	۶۹۰ تا ۸۳۰	۱۰۰ تا ۱۲۰	۶۰۵	۸۸	حداقل ۵۸۵	حداقل ۸۵	۵۱۵	۷۵	ASTM A710 Grade a.Class 3 ۲ اینچ (۵۰/۸ میلیمتر) ≤
۱۰۷	۲۲۵	بالای ۶۳/۵	بالای ۱/۲-۲	SMAW AWS A5.5 E110115-X, E11016-X, E110018-X	حداقل ۷۶۰	حداقل ۱۱۰	۶۷۰	۹۷	۷۶۰ تا ۸۹۵	۱۰۰ تا ۱۳۰	۶۹۰	۱۰۰	ASTM A514 ۲-۱/۲ اینچ (۶۳/۵ میلیمتر و کمتر)
				SAW AWS A5.23 F11XX-EXX-XX	۷۶۰ تا ۹۰۰	۱۱۰ تا ۱۳۰	۶۸۰	۹۸	۷۲۵ تا ۹۳۰	۱۰۵ تا ۱۳۵	۶۲۰	۹۰ تا ۱۰۰	ASTM A517
				GMAW, GTAW AWS A5.28 ER110S-X	حداقل ۷۶۰	حداقل ۱۱۰	۶۶۰ تا ۷۴۰	۹۵ تا ۱۰۷	۷۶۰ تا ۸۹۵	۱۱۰ تا ۱۳۰	۶۹۰ تا ۶۹۰	۱۰۰	ASTM A709 Grades 100, 100 W ۲-۱/۲ اینچ (۶۳/۵ میلیمتر) و کمتر
				FCAW AWS A5.29 E11XTX-X	۷۶۰ تا ۹۰۰	۱۱۰ تا ۱۳۰	۶۷۵	۹۸					

تذکرات:

۱- اگر جوشها تنش زدایی می‌شوند، فلز جوش جایگزین نبایستی بیشتر از ۰/۰۵ درصد حاوی وانادیوم باشد. مراجعه به بند ۵-۸

۲- اگر در مشخصات فنی و یا مدارک قرارداد مشخص شده باشد، فلز جوش مذاب بایستی ۲۰ فوت .پوند (۲۷/۱ ژول) در صفر درجه فارنهایت (۱۸ درجه سانتیگراد) در آزمایش ضربه شاربی جذب انرژی داشته باشند. روش انجام آزمایش ضربه مطابق ضمیمه ج می‌باشد.

۳- اگر درجه حرارت فلز پایه کمتر از ۳۲ درجه فارنهایت (صفر درجه سانتیگراد) باشد، فلز پایه بایستی حداقل ۷۰ درجه فارنهایت (۲۱ درجه سانتیگراد) پیشگرمایش شده و این درجه حرارت حداقل در طول جوشکاری باقی بماند.

٤- برای فولادهای ASTM A٥١٩ و A٥١٧ و A٧٠٩ رده‌های ١٠٠ و ١٠٠W حداکثر درجه حرارت پیشگرمایش و بین عبورهای جوشکاری برای ضخامت‌های برابر یا بزرگتر از ۱/۲-۱ اینچ (۳۸/۱ میلیمتر) نبایستی از ٤٠٠ درجه فارنهایت (۲۰۵ درجه سانتیگراد) بیشتر شود و برای ضخامت‌های بالاتر حداکثر درجه حرارت ٤٥٠ درجه فارنهایت (۲۳۰ درجه سانتیگراد) می‌باشد.

ضمیمه هفت) فرمهای بازرسی آزمایش ماوراء صوت و تائید صلاحیت دستگاه آزمایش

گزارش آزمایش ماوراء صوت جوش

پروژه: ..... شماره گزارش: .....

شکل اتصال: ..... مشخصه جوش: .....

نوع اتصال AWS: .....ضخامت مصالح: .....

الزامات کیفی روش: .....

جوشکاری: .....(بند) :.....

توضیحات: .....

.....

شماره خط	شماره تشخیص	زاویه جستجوگر	از سطح	ساق	دسی بل				ناپیوستگی					ارزیابی ناپیوستگی	توضیحات
					سطح تشخیص a	سطح مرجع b	ضریب کاهندگی c	نرخ عیب d	طول	طول مسیر صوت	عمق از سطح A	فاصله از X	فاصله از Y		
۱															
۲															
۳															
٤															
٥															
٦															
۷															
۸															
۹															
۱۰															

ما امضاء کنندگان زیر تائید می‌نماییم که موارد ارائه شده در این گزارش صحیح بوده و جوشها مطابق الزامات فصل ٦ بخش ج آیین‌نامه AWSI/AWS D101 آماده‌سازی و آزمایش شده است.

تاریخ آزمایش: ..... سازنده: ..... بازرس: .....

تائید: ..... تاریخ: .....

گزارش دستگاه آزمایش ماوراء صوت

دستگاه ماوراء صوت: ..... تاریخ: .....

مدل: .....شماره سریال: ..... توسط: .....

جستجوگر: ..... اندازه: ..... نوع : .....

ردهٔ ASNT : ..... فرکانس : ..... MHz

توضیحات: .....

شماره	a قرائت دسی بل	b مقیاس ٪	c قرائت اصلاح شده	d خطای دسی‌بل	e خطای تجمعی دسی‌بل
۱					
۲					
۳					
٤					
٥					
٦					
۷					
۸					
۹					
۱۰					
۱۱					
۱۲					
۱۳					
۱٤					
۱٥					
۱٦					
۱۷					
۱۸					
۱۹					
۲۰					

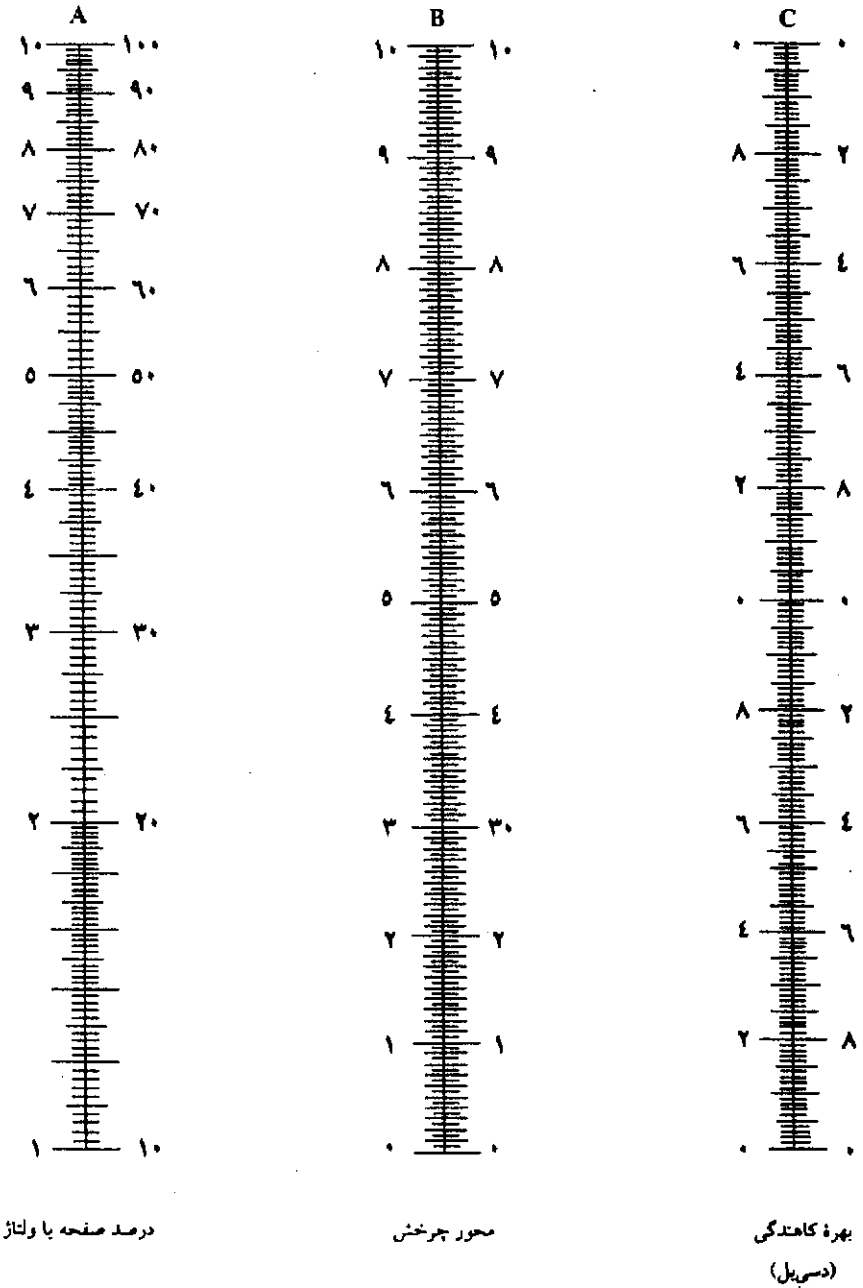
محدوده تائید صلاحیت ٪ (متوسط): ..... ٪

کل ..... دسی‌بل تا ..... دسی‌بل = ... دسی‌بل خطای کل ..... دسی‌بل

کل ..... دسی‌بل تا ..... دسی‌بل = ... دسی‌بل خطای کل ..... دسی‌بل

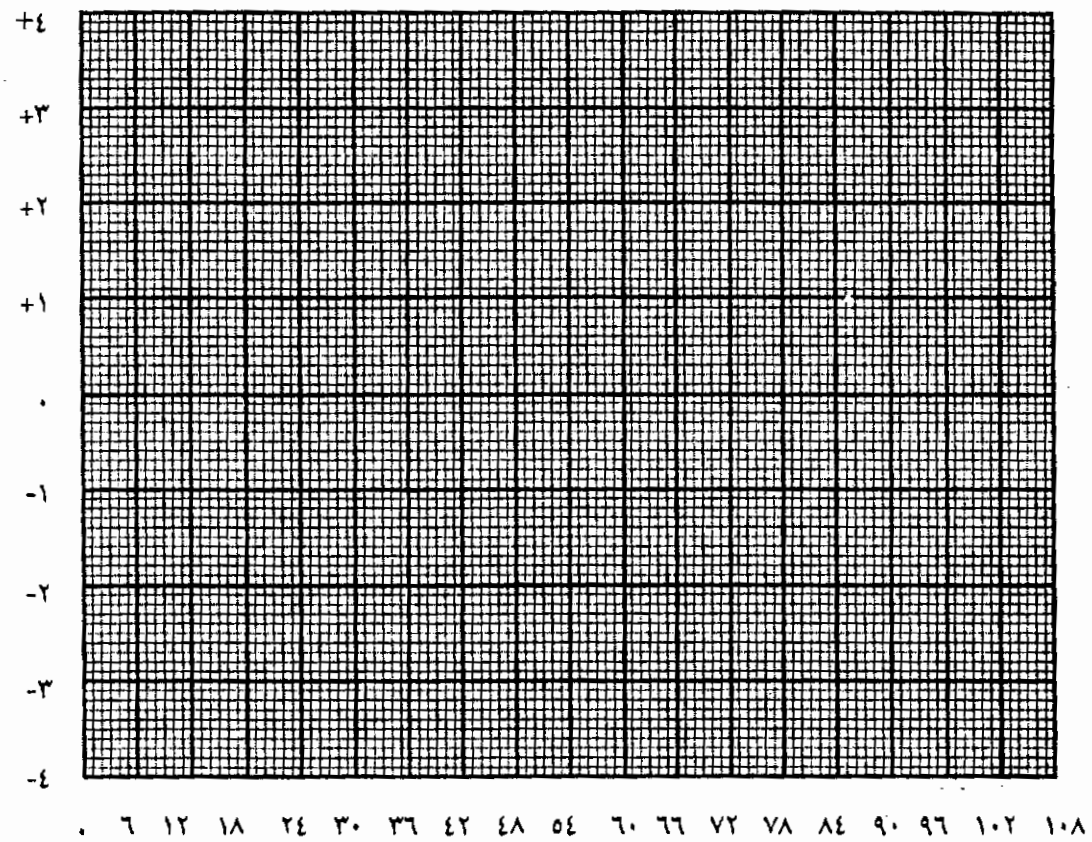
نموگرام مقادیر (کاهندگی یا بهره) دسی‌بل

نموگرام مقادیر کاهندگی یا بهره (دسی‌بل)



ارزیابی دقت دسی‌بل

خطای تجمعی دسی‌بل e



قرائت دسی‌بل a

ضمیمه هشت) اصطلاحات و تعاریف

آزمایش پرتونگاری **Radiography Test**

یکی از انواع آزمایش‌های غیرمخرب برای تشخیص عیوب در جوش می‌باشد که اشعه ایکس یا گاما از داخل قطعه مورد آزمایش عبور داده می‌شود. در صورتی که عدم پیوستگی در مسیر اشعه وجود داشته باشد، شدت اشعه گسیل‌شده در نقطه مقابل بیشتر شده و تصویری از عدم پیوستگی در فیلم تشکیل می‌گردد.

آزمایش مشاهده مقطع عرضی جوش **Macroetch Test**

یکی از انواع آزمایش‌های مخرب می‌باشد به طوری که مقطع جوش برش داده شده و سطح مقطع را پس از صیقلی کردن به کمک محلول‌های شیمیایی خاص حکاری می‌کنند. سپس با چشم غیرمسلح نفوذ جوش و همچنین ساختار بلوری جوش را مورد بازرسی قرار می‌دهند.

آزمایش خمش جانبی **Side Bend Test**

یکی از انواع آزمایش‌های مخرب و نوعی آزمایش خمش می‌باشد که کناره جوش در محیط خارجی قوس خمش قرار گرفته و در نتیجه تحت کشش حداکثر قرار می‌گیرد.

آزمایش خمش ریشه **Root Bend Test**

یکی از انواع آزمایش‌های مخرب و نوعی آزمایش خمش می‌باشد که ریشه جوش در محیط خارجی قوس خمش قرار گرفته و در نتیجه تحت کشش حداکثر قرار می‌گیرد.

آزمایش خمش گرده **Face Bend Test**

یکی از انواع آزمایش‌های مخرب و نوعی آزمایش خمش می‌باشد که گرده جوش در محیط خارجی قوس خمش قرار گرفته و در نتیجه تحت کشش حداکثر قرار می‌گیرد.

آزمایش ذرات مغناطیسی **Magnetic Particle Test**

یکی از انواع آزمایش‌های غیرمخرب است که با ایجاد میدان مغناطیسی در قطعه کار و پاشیدن محلول روغنی که در آن پودر آهن شناور است و ایجاد قطبین مغناطیسی در دو طرف قطعه می‌توان عیوب را به صورت تجمع یا تفرق براده‌های آهن تشخیص داد.

آزمایش غیرمخرب

Non-destructive Test

نوعی آزمایش است که هیچگونه تأثیر مخرب شامل تهیه نمونه آزمایشی از قطعه نمی‌باشد.

آزمایش کشش مقطع باریک‌شده

Reduced-Section tension Test

یکی از انواع آزمایش‌های مخرب است به طوری که جهت هدایت گسیختگی، در ناحیه‌ای از وسط نمونه آزمایشی که شامل درز جوش می‌شود مقطع باریک‌تر می‌شود. نمونه تحت کشش قرار گرفته تا در ناحیه‌ای در محدوده باریک‌شده گسیخته شود.

آزمایش ماوراءصوت

Ultrasonic Test

یکی از انواع آزمایش‌های غیرمخرب است که با ارسال و دریافت امواج صوتی با فرکانس بالا از داخل قطعه همراه است. پس از ارسال موج در داخل قطعه و برخورد با عدم پیوستگی موج ارسالی با شدت بیشتری دریافت شده و عدم پیوستگی قابل تشخیص خواهد بود.

آزمایش مایعات نفوذی

Liquid Penetration Test

یکی از انواع آزمایش‌های غیرمخرب است که با استفاده از سه نوع مایع پاک‌کننده، نفوذکننده و ظاهرکننده ترک‌های سطحی قطعه قابل تشخیص می‌باشد.

پس از پاک کردن سطح قطعه و پاشیدن مایع نافذ، در ترک‌های سطحی نفوذ کرده و پس از تمیز کردن مجدد سطح قطعه و پاشیدن مایع ظاهرکننده، مایع نفوذ کرده در ترک‌ها بر سطح قطعه آشکار می‌گردد.

آزمایش مخرب

Destructive Test

این نوع آزمایش با تخریب موضعی قطعه و تهیه نمونه آزمایشگاهی همراه می‌باشد. نظیر آزمایش خمش ریشه جوش، آزمایش خمش گرده جوش، آزمایش خمش جانبی جوش و غیره.

آزمایش مغزجوش

All – weld - Metal Tension Test

نوعی آزمایش مخرب و از انواع آزمایش کشش است که با تهیه نمونه آزمایشی از درز جوش همراه است به طوری که نمونه تهیه شده از فلز جوش خالص می‌باشد.

آماده‌سازی

Preparation

عملیاتی نظیر تمیز کاری، پخ زدن، سنگ زدن و صاف و هموار نمودن سطح لبه اتصال می‌باشد

که بسته به شکل اتصال زاویه شیار، شعاع شیار و پیشانی شیار ایجاد می‌گردد.

آمپراژ **Amperage**

واحد اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی است که به عنوان یکی از متغیرهای اساسی در مشخصات فنی روند جوشکاری برای هر قطر و نوعی از الکترود در هر عبور مشخص می‌گردد.

اتصال **Connection**

محل به هم پیوستگی اعضا یا لبه‌های اعضایی است که به یکدیگر جوش می‌شوند.

اتصال سه‌پری **T Joint**

نوعی از اتصال است که پس از اتصال قطعات به شکل حرف T قرار می‌گیرند که می‌تواند به صورت مورب یا قائم باشد.

اتصال روی‌هم **Overlap Joint**

نوعی از اتصال است که قطعات در ناحیه‌ای از عرض یا طول به رویهم قرار می‌گیرند به طوری که زاویه بین دو قطعه ۱۳۵ درجه تا ۱۸۰ درجه می‌باشد.

اتصال کنج **Corner Joint**

اتصال بین انتها یا لبه‌های دو قطعه که زاویه‌ای بیشتر از ۳۰ درجه ولی کمتر از ۱۳۵ درجه در منطقه اتصال با یکدیگر تشکیل می‌دهند.

اتصال لب‌به‌لب **Butt Joint**

اتصال بین انتها یا لبه‌های دو قطعه که تقریباً در یک صفحه قرار می‌گیرند به طوری‌که زاویه بین دو قطعه ۱۳۵ درجه تا ۱۸۰ درجه می‌باشد.

الکترود روپوش‌دار **Shielded Metal**

نوعی از الکترود است که سطح فلز پرکننده با موادی پوشانده شده‌است که حین ذوب ایجاد سرباره یا گاز کرده و محافظت حوضچه مذاب را به عهده می‌گیرد. الکترودها دارای روپوش‌های مختلف از انواع سلولزی، روتیلی، قلیایی اسیدی و غیره می‌باشد.

الکترود با هیدروژن پایین **Low Hydrogen Electrode**

الکترود روپوش‌داری است که روپوش آن بر مبنای کربنات کلسیم و فلوئورور کلسیم است به

طوری‌که هنگام ذوب مقدار بسیار کمی گاز هیدروژن آزاد می‌کند تا احتمال ایجاد ترک و تخلخل در جوش کاهش یابد.

اندازه جوش شیاری
Groove Weld Size

مقدار نفوذ جوش در شیار می‌باشد که بسته به ساختار اتصال و روش جوشکاری برابر یا کوچکتر از ضخامت قطعه جوش‌شونده می‌باشد.

اندازه جوش گوشه
Fillet Weld Size

طول ضلع بزرگترین مثلث قائم‌الزاویه‌ای است که بتواند در داخل مقطع جوش محاط شود.

بازرسی چشمی
Visual Inspection

یکی از روش‌های بازرسی غیرمخرب است که با نگاه‌کردن دقیق و آگاهانه به جوش می‌توان بعضی عیوب ظاهری جوش را تشخیص داد.

بریدگی کنار جوش
Undercut

یکی از عیوب جوش است به طوری‌که در اثر حرارت زیاد فلز پایه در سطح بزرگتری ذوب شده و شیاری در فلز پایه مجاور پنجه جوش در طول خط جوش ایجاد می‌گردد.

پیشانی شیار
Groove face

قسمت بدون پخ شیار که مجاور ریشه درز جوش می‌باشد.

پشت‌بند
Backing

قطعه یا موادی که پشت درز جوش قرار گرفته و از ریزش فلز جوش مذاب جلوگیری می‌کند.

پودر جوشکاری
Flux

پودری است که در جوشکاری زیر پودری استفاده شده و از حوضچه مذاب محافظت می‌کند.

پیش‌تأیید
Prequalification

با رعایت ضوابط و مقررات آیین‌نامه در وضعیت پیش‌صلاحیت نیازی به تأیید صلاحیت مشخصات فنی روند جوشکاری با آزمایش نمی‌باشد.

پیش‌گرمایش
Preheat

حرارت دادن فلز پایه قبل از جوشکاری یا برشکاری است و به منظور کنترل سرعت سردشدن یا متعادل کردن حرارت در قطعه جهت جلوگیری از ایجاد ترک یا تغییر ساختار بلوری قطعه

می‌باشد.

پیمانکار **Contractor**

شخص حقیقی یا حقوقی که انجام کار یا پروژه‌ای را طبق پیمانی به طور مقاطعه به عهده می‌گیرد.

تأیید صلاحیت جوشکار **Welder Qualification**

مجموعه آزمایش‌های لازم جهت تأیید توانایی جوشکار در ایجاد جوش مناسب با روش جوشکاری و در وضعیت جوشکاری مشخص می‌باشد.

تأیید صلاحیت روند جوشکاری **Welding Procedure Qualification**

مجموعه آزمایش‌های لازم جهت تأیید صلاحیت پارامترهای تعیین‌شده در مشخصات فنی روند جوشکاری است تا تأیید شود که با انجام جوشکاری با چنین روندی جوش اجراشده مطابق جوش طراحی‌شده خواهد بود.

تخلخل **Porosity**

یکی از عیوب در جوش می‌باشد به طوری‌که وقتی فلز جوش شروع به سردشدن می‌کند گازهای جذب‌شده را آزاد می‌کند و اگر این گازها قبل از اینکه فلز جوش منجمد شود به سطح راه نیابند در فلز منجمد مجبوس می‌گردند و حفره‌های گازی کوچک به‌جا می‌گذارند.

تخلیه جوش از پشت **Backgouge**

عملیاتی شامل شیارزدن و سنگ‌زدن جوش از پشت در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل می‌باشد تا به فلز سالم رسیده و مجدداً جوشکاری شود. این عملیات از الزامات جوش‌های شیاری با نفوذ کامل است که بدون پشت‌بند اجرا می‌شوند.

ترتیب جوشکاری **Welding Sequance**

تقدم و تأخر در جوشکاری اعضا می‌باشد که به منظور جلوگیری از ایجاد تغییر شکل‌های ناخواسته در اعضای جوشی رعایت آن لازم است.

ترک **Crack**

گسیختگی بین اتم‌ها در مقیاس میکروسکوپی یا ماکروسکوپی است و از خطرناکترین نوع عیب در فلز جوش یا فلز مبنا می‌باشد که با انجام آزمایش‌های غیرمخرب مختلف قابل

تشخیص است.

تمیزکاری **Cleaning**

مجموعه عملیات پاک‌کردن و زدودن ناخالصی، روغن، زنگ، گل جوش و هر ماده خارجی دیگر و همچنین سنگ‌زدن و صاف و هموارنمودن پلیسه‌ها، جرقه‌ها کنگره‌ها و سایر ناهمواری‌ها از روی سطوح جوش‌شونده قبل از جوشکاری و از روی سطوح جوش نهایی بعد از اتمام جوشکاری می‌باشد.

تنش تسلیم **Yield Stress**

مقدار تنشی است که در آن تغییر شکل دائمی حاصل می‌شود که با انجام آزمایش کشش قابل تعیین است.

جرقه **Spatter**

ذرات فلزی مذاب که هنگام جوشکاری به اطراف پاشیده می‌شود و قسمتی از جوش را تشکیل نمی‌دهد و باید از سطح فلز پایه یا فلز جوش برداشته شوند.

جوش **Weld**

اتصال موضعی فلز که در آن اتصال با حرارت‌دادن به میزان مناسب با کاربرد یا بدون کاربرد فشار با استفاده از فلز پرکننده یا بدون فلز پرکننده صورت می‌گیرد.

جوش انگشتانه **Slot Weld**

جوشی است که در داخل سوراخ‌هایی دایره‌ای شکل در یکی از دو عضو در اتصال رویهم اجرا می‌شود که ممکن است کل ضخامت قطعه سوراخ‌شده یا قسمتی از آن با جوش پر می‌شود.

جوش شیاری **Groove Weld**

جوشی است که در شیار بین دو عضو مورد جوشکاری با هر یک از اتصالات لب‌به‌لب سه‌پری یا کنج انجام می‌شود.

جوش شیاری با نفوذ کامل **Complete Joint Penetration Groove Weld**

جوش شیاری که در تمام ضخامت یکی از اعضای مورد جوشکاری نفوذ کرده باشد، که یا باید از پشت‌بندی مناسب استفاده شود یا عملیات تخلیه جوش از پشت انجام گردد.

جوش شیاری بین لبه‌های گرد **Flare Groove Weld**

جوش شیاری که در شیار حاصل از لبه یک قطعه مدور و غیرمدور یا دو قطعه مدور مجاور هم در یک اتصال اجرا می‌گردد.

جوش کام **Plug Weld**

جوشی که در سوراخ لوبیایی دراز یکی از دو عضو در اتصال رویهم انجام می‌شود که ممکن است کل ضخامت قطعه سوراخ‌شده یا قسمتی از آن با جوش پر شود.

جوش کارخانه‌ای **Shop Weld**

جوشی که در محل کارخانه ساخت+ قطعات اجرا می‌شود که معمولاً تحت بازرسی و کنترل دقیق‌تری قرار گرفته و روی زمین اجرا می‌گردد.

جوش کارگاهی **Field Weld**

جوشی که در محل اجرای نصب و برپایی سازه فلزی و معمولاً در ارتفاع اجرا می‌گردد.

جوشکاری زیرپودری **Submerged Arc Welding**

نوعی از جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود بدون روپوش است که به طور خودکار با قوس الکتریکی تغذیه و حرارت قوس بین فلز الکترود یا الکترودها و قطعه کار اتصال می‌کند و نوک الکترود و قوس در توده‌ای از پودر و سرباره مستغرق و مخفی است.

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار **Shielded Metal Arc Welding**

متداولترین نوع جوشکاری قوس الکتریکی است که به آن جوشکاری دستی نیز اطلاق می‌شود و اتصال با حرارت دادن توسط قوس الکتریکی بین الکترود روپوش‌دار و قطعه کار و حفاظت قوس با ایجاد سرباره و گازهای ایجادشده از روپوش الکترود صورت می‌گیرد.

جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ **Gras Metal Arc Welding**

نوعی از جوشکاری قوس الکتریکی است که اتصال با ذوب‌کردن توسط حرارت حاصل از قوس الکتریکی بین الکترود فلزی بدون روپوش و قطعه کار و حفاظت قوس توسط یک گاز یا مخلوطی از گازها صورت می‌گیرد.

جوش گوشه **Fillet Weld**

جوشی با مقطع مثلثی شکل است که بر روی دو سطح تقریباً قائم در یک اتصال اجرا می‌گردد.

جوش منقطع **Intermittent Weld**

جوشی که در تمام طول اتصال پیوسته نبوده بلکه به طور منقطع ولی در فواصل مساوی و یکنواخت در سراسر اتصال اجرا می‌گردد.

چشمه جوش **Crater**

چاله‌هایی که در نقطه اتمام جوشکاری با یک الکترود به علت جداکردن سریع الکترود از سطح قطعه ایجاد شده و معمولاً ترک‌هایی به شکل ستاره در آن ایجاد می‌گردد.

خال جوش **Tack Weld**

جوش‌هایی با طول کوچک که به طور موقتی جهت نگاه داشتن قطعات در راستای صحیح اجرا می‌گردد.

خال جوشکار **Tack Welder**

شخصی که فقط مجاز به اجرای خال جوش بوده و برای این کار با آزمایش تأیید صلاحیت می‌شود.

درجه حرارت پیش‌گرمایش **Preheat Temperature**

میزان حرارت لازم جهت پیش‌گرمایش قطعه کار که بسته به ضخامت قطعه و روش جوشکاری تعیین می‌گردد.

ذوب **Fusion**

تبدیل به سیال شدن فلز پرکننده و فلز پایه در یکدیگر می‌باشد که اتصال نتیجه آن است.

ذوب کامل **Complete Fusion**

ذوبی است که روی تمامی سطوح و ضخامت فلز پایه و بین کلیه لایه‌های جوش اتفاق می‌افتد.

ذوب ناقص **Incomplete Fusion**

یکی از عیوب جوش می‌باشد به طوری‌که در تمامی سطوح و ضخامت فلز پایه و یا بین کلیه لایه‌های جوش عمل ذوب به طور کامل انجام نمی‌شود و باعث ایجاد عدم پیوستگی در اتصال جوشی می‌گردد.

روش جوشکاری **Welding Proccess**

فرآیند اتصال فلزی که با استفاده از حرارت، فشار، فلز پرکننده یا بدون هر یک از آن‌ها اتصال صورت می‌گیرد.

رویهم افتادگی **Overlaping**

یکی از عیوب جوش است به طوری‌که اگر الکترود با سرعت زیاد ذوب شود و یا سرعت حرکت جوشکاری کم باشد و یا زاویه الکترود نسبت به قطعه کار مناسب نباشد، فلز جوش تمایل به جمع‌شدن در پنجه جوش دارد و باعث ایجاد رویهم‌افتادگی در طول خط جوش می‌گردد.

زاویه شیار **Groove Angle**

زاویه‌ای است که بسته به ساختار اتصال در لبه عضو مورد جوشکاری و در صفحه ضخامت عضو ایجاد می‌گردد.

ساق جوش گوشه **Fillet Weld Leg**

اندازه ضلع مثلث قائم‌الزاویه مقطع جوش گوشه است که اندازه جوش گوشه با آن مشخص می‌گردد و همان بعد جوش گوشه است.

شکافت ریشه **Root Opening**

فاصله بین لبه یا پیشانی شیار یک عضو تا لبه یا پیشانی شیار عضو دیگر در انواع اتصال با جوش شیاری می‌باشد.

شیار **Groove**

درزی است که با آماده‌سازی لبه قطعاتی که با جوش شیاری متصل می‌گردند، ایجاد می‌شود به طوری‌که پس از سرهم کردن قطعات اتصال به صورت یک شکافت است که با جوش پر می‌شود.

ضخامت گلوگاه مؤثر جوش گوشه **Fillet Weld Effective Throat**

ارتفاع وارد بر وتر مثلث مقطع جوش می‌باشد.

عدم پیوستگی **Discontinuity**

هر نوع گسستگی یا ناپیوستگی در فلز جوش یا فلز پایه نظیر ترک، تخلخل و غیره می‌باشد.

فرد جوشکار **Welder**

کسی که قابلیت انجام عملیات جوشکاری دستی یا نیمه خودکار را دارد و صلاحیت او با آزمایش تأیید گردد.

فلز پایه **Base Metal**

فلزی است که تحت عملیات جوشکاری قرار می‌گیرد.

فلز پرکننده **Filler Metal**

فلزی است که با ذوب شدن به صورت فلز جوش رسوب کرده و ایجاد اتصال می‌کند.

فلز جوش **Weld Metal**

در حین جوشکاری فلز پرکننده ذوب و مجدداً منجمد شده و فلز جوش را تشکیل می‌دهد.

قطبیت **Polarity**

نحوه اتصال الکتریکی قطعه کار و الکترود به قطب‌های منفی یا مثبت است که بسته به نوع الکترود متفاوت است.

گرده جوش **Weld Reinforcement**

فلز جوشی است که خارج از سطح تخت مقطع جوش رسوب می‌کند.

گزارش تأیید روند جوشکاری **Procedure Qualification Record**

نتایج آزمایش‌های تأیید صلاحیت مشخصات فنی روند جوشکاری است که به عنوان گزارش تأیید روند جوشکاری توسط پیمانکار ارایه می‌گردد.

گل جوش **Slag**

مواد ناخالصی غیرفلزی مذاب که روی سطح فلز مذاب شناور می‌شود و پس از اتمام جوشکاری سرد و منجمد شده که باید از سطح کل جوش‌ها برداشته شود.

لایه جوش **Weld Layer**

قشر فلزی جوش می‌باشد که در هر عبور جوش رسوب می‌کند و باید دارای نفوذ کافی به فلز پایه یا دیگر لایه‌های جوش باشد.

مشخصات فنی روند جوشکاری **Welding Procedure Specification**

مقادیر کلیه متغیرهای جوشکاری در مشخصات فنی روند جوشکاری دقیقاً مشخص شده و

عملیات جوشکاری باید براساس آن انجام گیرد. مشخصات فنی روند جوشکاری باید توسط پیمانکار ارایه شده و به یکی از روش‌های پیش‌تأیید یا تأیید صلاحیت با آزمایش، تعیین صلاحیت گردد.

مقاومت کششی الکترود **Electrode Tensile Strength**

مقاومت کششی فلز جوش است که با انجام آزمایش کشش مغز جوش تعیین می‌گردد.

مواد مصرفی جوشکاری **Welding Consumables**

مواد مصرفی جوشکاری شامل الکترود، پودر جوشکاری، گاز و غیره می‌باشد که در جوشکاری مورد مصرف قرار می‌گیرند.

مونتاژ **Assembling**

مجموعه عملیات سرهم کردن قطعات جهت ایجاد اتصال بین اعضا می‌باشد که با خال جوش یا قیود مناسب دیگر در راستای مشخص قرار می‌گیرند.

ورق پرکننده **Filler Plate**

در بعضی اتصالات جوشی به منظور جبران کمبود ضخامت یکی از ورق‌های اصلی اتصال از آن استفاده می‌شود و بسته به ضخامت آن به طور مستقل به اتصال جوش می‌شود و یا با ورق اتصال مشترکاً جوش می‌شود.

وضعیت جوشکاری **Welding Position**

حالت جوشکاری و نوع قرار گرفتن الکترود نسبت به قطعات مورد جوشکاری و محور جوش است که در وضعیت‌های تخت، افقی، عمودی و بالاسری تعریف می‌شود.

ولتاژ **Voltage**

واحد اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی است که به عنوان یکی از متغیرهای اساسی در مشخصات فنی روند جوشکاری برای هر قطر و نوعی از الکترود در هر عبور مشخص می‌گردد.