

دوره آموزشی

فرآیند جوشکاری و بازرسی جوش

فرآیندهای متداول جوشکاری در ساختمان

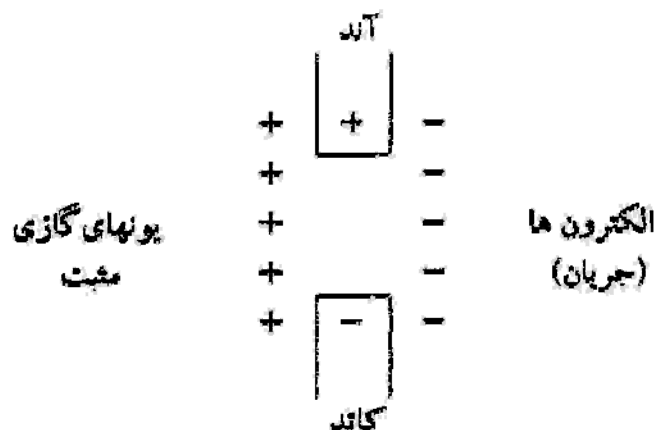
- جوشکاری قوسی با الکتروود روپوشدار **SMAW**
- جوشکاری قوسی فلزی با محافظت گاز **GMAW**
- جوشکاری قوسی زیر پودری **SAW**
- جوشکاری قوسی توپودری **FCAW**

اصول جوشکاری قوسی

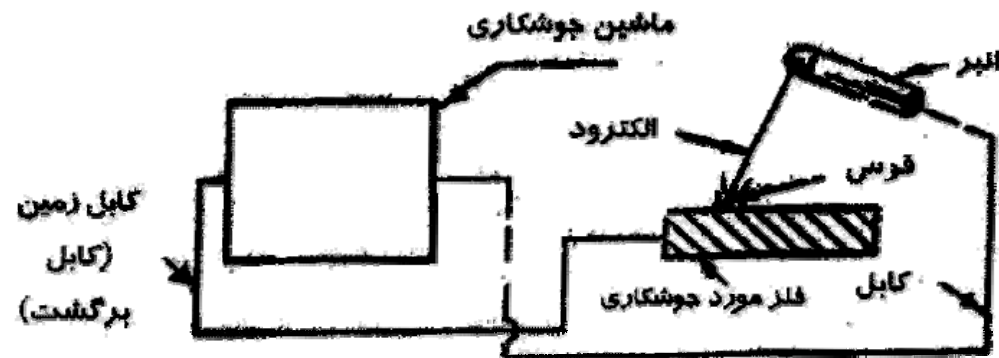
یونیزاسیون

• گازها در حالت عادی قابلیت هدایت الکتریسیته ندارند. ولی اگر تحت تاثیر عوامل خارجی از قبیل حرارت زیاد، حوزه الکتریکی و غیره قرار گیرند بعضی از اتمها الکترون از دست داده و بار مثبت پیدا می کنند و برخی از الکترونها وارد مدار اتمهای خنثی شده آنها را دارای بار منفی می سازند (تبدیل به یونهای منفی می شوند). این عمل **یونیزاسیون** نامیده می شود.

گاز یا هوا پس از یونیزه شدن قابلیت هدایت الکتریسیته پیدا می کند و هرچه شدت عمل یونیزاسیون بیشتر باشد، حرکت یونهای باردار سریعتر و قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر می گردد.

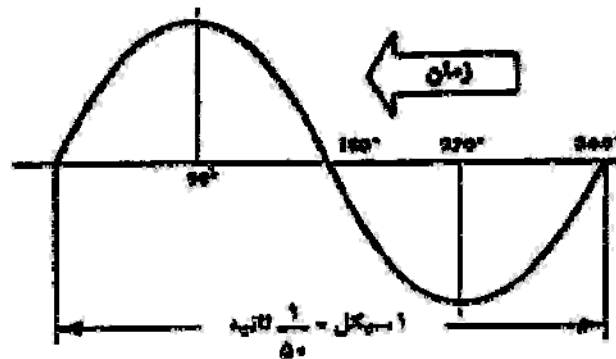


مدار جوشکاری



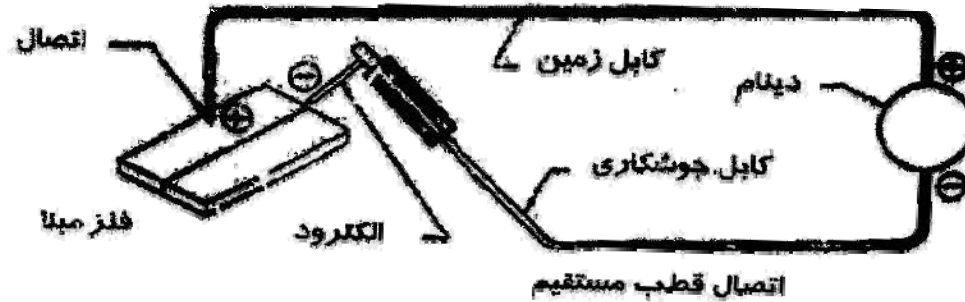
برق متناوب (AC)

Alternative Current

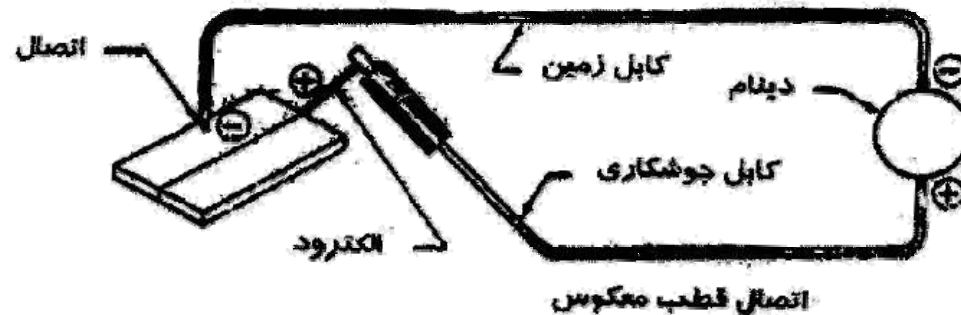


اتصال قطب ها

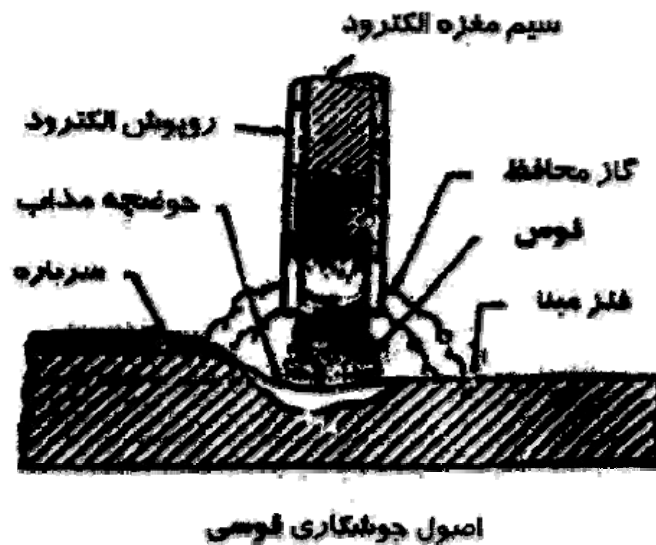
- در جوشکاری با برق مستقیم دو نوع اتصال بکار می رود.
الف- اتصال با قطب مستقیم ب- اتصال با قطب معکوس
در اتصال با قطب مستقیم (DCSP) قطب مثبت (آند) ماشین جوش به قطعه مورد جوشکاری و قطب منفی (کاتد) ماشین جوش به الکتروود متصل می شود. در اتصال با قطب مستقیم حدود دو سوم حرارت حاصله در فلز مبنا و یک سوم در الکتروود آزاد می شود.



- در اتصال با قطب معکوس (DCRP)، الکتروود به قطب مثبت ماشین جوش و قطعه به قطب منفی ماشین جوش متصل می گردد. در اتصال با قطب معکوس یک سوم حرارت حاصله در فلز مبنا و دو سوم در الکتروودها رها می شود.
در جوشکاری با جریان متناوب نظر به اینکه جهت جریان به تناوب عوض می شود، اتصال با قطب مستقیم یا معکوس مفهومی ندارد، در نتیجه نیمی از حرارت حاصل از قوس الکتریکی در الکتروود و نیمی دیگر در قطعه آزاد می شود.



جوشکاری قوسی با الکتروود روپوشدار



وظایف اصلی روپوش کلیه الکتروودها

- پایدار کردن قوس
- ایجاد گاز محافظ (دود)
- تشکیل پوسته محافظ (سرباره)

انواع روپوش الكتروڊ

A=روپوش اسیدی

B=روپوش قلیایی (بازی)=کم هیدروژن

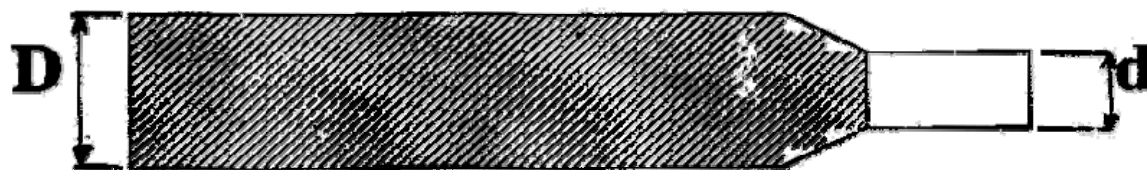
C=روپوش سلولزی

O=روپوش اکسیدی

R=روپوش روتیلی

ضخامت روپوش الكترودها

روپوش نازك = قطر روپوش از قطر ميله مغزه تا 20% بيشتر
روپوش متوسط = قطر روپوش از قطر ميله مغزه 20 تا 45% بيشتر
روپوش ضخيم = قطر روپوش از قطر ميله مغزه 45 تا 80% بيشتر
روپوش خيلي ضخيم = قطر روپوش از قطر ميله مغزه بيشتر از 80% بيشتر



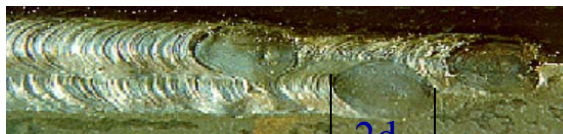
عوامل مهم جوشکاری

- شدت جریان
- طول قوس یا ولتاژ قوس
- سرعت پیشروی
- زاویه الکتروود

شدت جریان (آمپر) مناسب برای الکتروود روپوشدار استاندارد از نظر عددی تقریباً برابر یک‌هزارم قطر الکتروود بر حسب اینچ است.

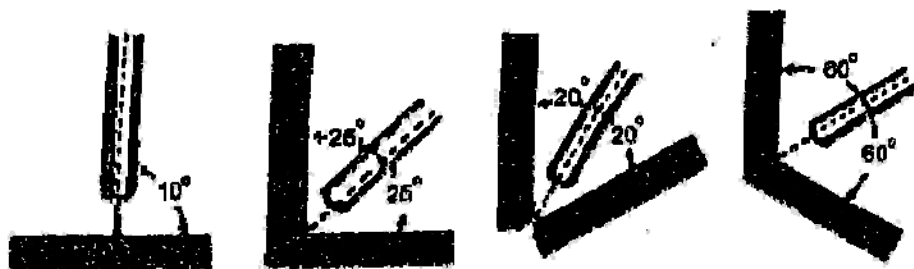
$$1/8 \text{ اینچ} = 0.125 \text{ اینچ} = 125 \text{ آمپر}$$

آمپر اعلام شده برای جوشکاری در حالت تخت است. در حالت عمودی و سقفی آمپر به میزان 10 تا 20% کمتر لازم است. طول قوس عبارتست از فاصله بین سر الکتروود تا سطح قطعه مورد جوشکاری به‌نگام برقراری قوس. طول قوس با ولتاژ قوس رابطه مستقیم دارد. به ازاء هر یک میلی‌متر طول قوس به 6.3 ولت نیاز است. طول قوس بایستی قدری کمتر از قطر الکتروود مورد استفاده باشد. سرعت پیشروی قوس با ضخامت فلز مورد جوشکاری، مقدار جریان و اندازه، شکل یا گرده دلخواه تغییر خواهد کرد.

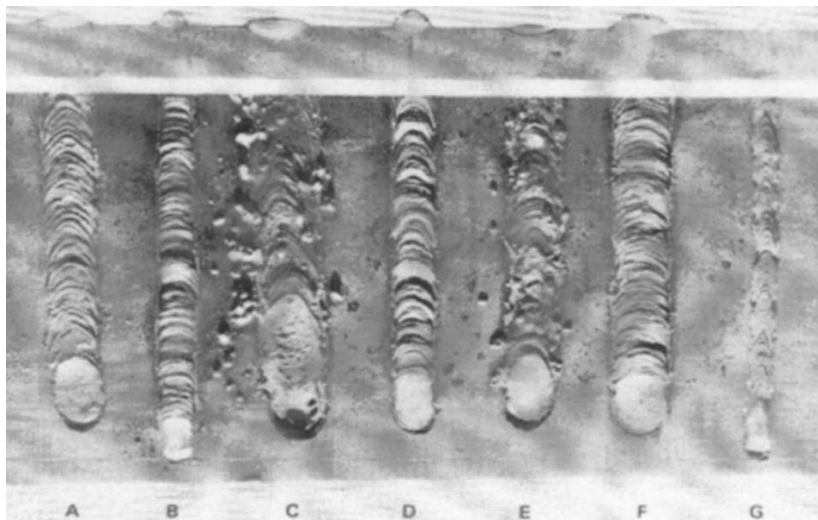


سرعت پیشروی $2d$ اسب = طول حوضچه مذاب، دو برابر قطر الکتروود

الکتروود در صفحه نیمساز دو صفحه جوش شونده قرار می‌گیرند. انحراف الکتروود از حالت عمودی تا 15 درجه بلامانع است.



عوامل مهم جوشکاری



دو نما از جوشهای انجام شده با الکتروود E6010 در شرایط مختلف A - آمپر، ولت و سرعت نرمال B - آمپر خیلی کم C - آمپر خیلی زیاد D - ولت خیلی کم E - ولت خیلی زیاد F - سرعت خیلی کم G - سرعت خیلی زیاد

| تغییرات کاری | صدای قوس | نفوذ - ذوب | سوختن الکتروود | ظاهر جوش |
|--|---|------------------------------|---|--|
| A - آمپر نرمال، ولت نرمال و سرعت نرمال | صدای پست پس از ترق ترق به اضافه خش خش پر انرژی نامنظم | نسبتاً عمیق و مشخص | ظاهر نرمال | ذوب عالی بدون روییم افتادگی |
| B - آمپر کم، ولت نرمال، سرعت نرمال | ترق و ترقو خیلی نامنظم، قدری صدای خش خش | نه چندان عمیق، نه چندان مشخص | نه چندان متفاوت با بالا | نفوذ کم |
| C - آمپر زیاد، ولت نرمال، سرعت نرمال | قدری صداهای انفجاری منظم | چاله گود و بلند | روپوش الکتروود با سرعت زیاد و بصورت نامنظم مصرف میشود | جوش پهن، نسبتاً نازک، ذوب خوب |
| D - ولت کم، سرعت نرمال، آمپر نرمال | هیس باصافه ترق و ترقو منظم | کم | روپوش خیلی نزدیک به چاله، روپوش با فلز مغایر تماس پیدا میکند و جوش منفذ دار میشود. الکتروود زود منجمد میگردد. | جوش روی ورق می نشیند، ولی نه چندان چشمگیر مثل مورد آمپر، قدری پهن تر |
| E - ولت زیاد، سرعت نرمال، آمپر نرمال | صدای خیلی نرم باصافه، هیس و قدری ترق و ترقو | پهن و چاله گود | به قطرات در انتهای الکتروود توجه شود، بال می زند و در چاله جوش می افتد | پاشیدگی - عریض |
| F - سرعت کم، آمپر نرمال، ولت نرمال | نرمال | چاله نرمال | نرمال | جوش پهن - روییم افتادگی زیاد فلز منبنا و فلز جوش تا ناحیه ی قابل ملاحظه ای داغ میشود |
| G - سرعت زیاد، آمپر نرمال، ولت نرمال | نرمال | چاله کوچک، با محدودی مشخص | نرمال | جوش باریک، پریدگی کناره کاهش اندازه ی جوش و مقدار پریدگی بستگی به زیادی سرعت و آمپر دارد |

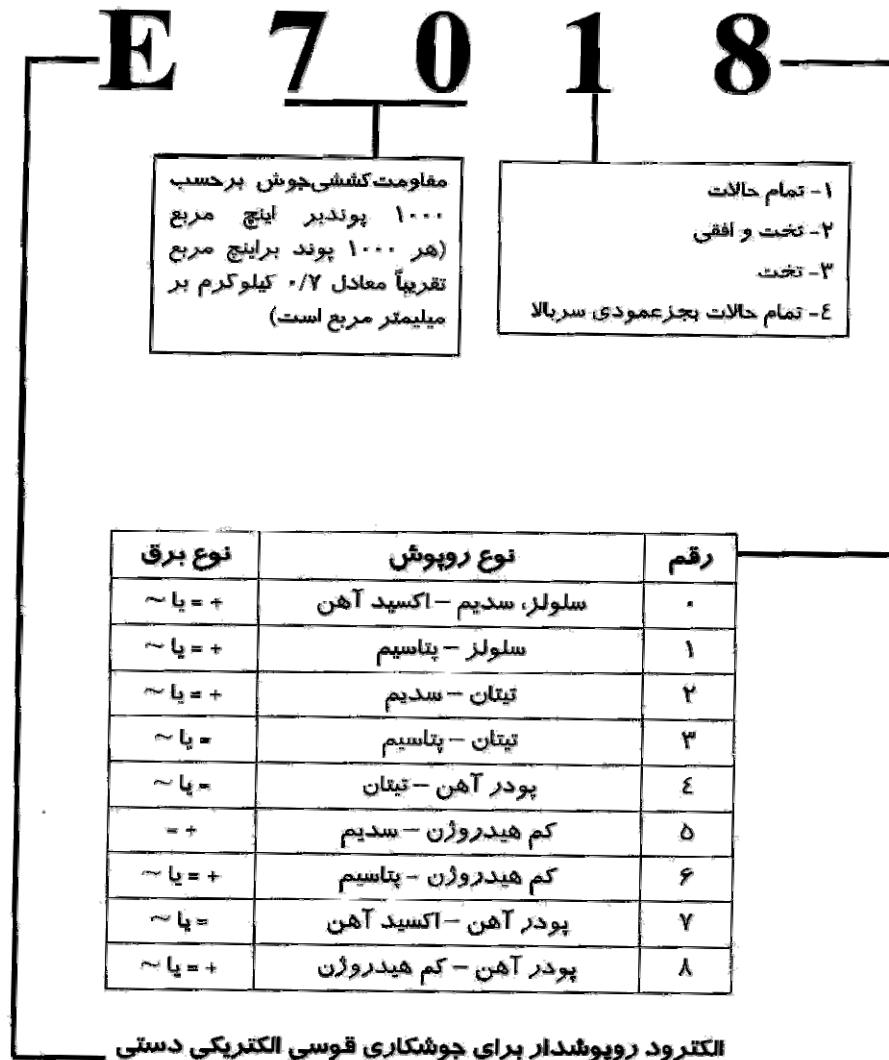
مزایای جوشکاری با الکتروود روپوشدار

- تجهیزات نسبتا ساده، ارزان و قابل حمل
- گاز محافظ(دود) که از سوختن مواد روپوش الکتروود حاصل می شود نسبت به فرآیندهایی که با گاز محافظ جداگانه محافظت می شوند، به وزش باد حساسیت کمتری دارد.
- کاربرد گسترده ای دارد (خالجوش زنی، جوشهای منقطع، جوشهای پیوسته، جوشهای قابل رادیو گرافی)
- در نواحی با دسترسی محدود نیز قابل استفاده است.
- برای جوشکاری بیشتر فلزات و آلیاژها مناسب است.
- قادر به تولید جوشهای با کیفیت بالا می باشد.

معایب جوشکاری با الکتروود روپوشدار

- نرخ رسوب در مقایسه با جوشکاری قوسی با سیم جوش قرقره ای (GMAW) و یا جوشکاری قوسی با سیم جوش توپودری، کم است.
- بخاطر نیاز به تعویض الکتروود (قطعه قوس، دورریز ته الکتروود، قرار دادن الکتروود جدید در انبر) پیوستگی جوشکاری مقدور نمی باشد.
- جوش با لایه ای از سرباره پوشیده شده که بایستی بعد از تمام کردن هر پاس، سرباره از روی جوش پاک شود.

طبقه بندی الکترودهای جوشکاری فولادها طبق AWS-A5.1



طبقه بندی الکترودهای جوشکاری فولادهای کم آلیاژ طبق AWS-A5.5

| وانادیوم | منگنز | نیکل | کرم | مولیبدن | پسوند |
|--|-----------|------------|--------------|--------------|-------|
| | | | | ۰/۴ تا ۰/۱۶۵ | A1 |
| | | | ۰/۴ تا ۰/۱۶۵ | ۰/۴ تا ۰/۱۶۵ | B1 |
| | | | ۱ تا ۱/۵ | ۰/۴ تا ۰/۱۶۵ | B2 |
| | | | ۲ تا ۲/۵ | ۰/۹ تا ۱/۲ | B3 |
| | | | ۱/۷۵ تا ۲/۲۵ | ۰/۴ تا ۰/۱۶۵ | B4 |
| | | | ۰/۴ تا ۰/۶ | ۱ تا ۱/۲۵ | B5 |
| | | ۲ تا ۲/۷۵ | | | C1 |
| | | ۳ تا ۳/۷۵ | | | C2 |
| ۰/۵۰ | | ۰/۸ تا ۱/۱ | ۰/۱۵ | ۰/۳۵ | C3 |
| | ۱ تا ۱/۷۵ | | | ۰/۲۵ تا ۰/۴۵ | D1 |
| | ۱/۶۵ تا ۲ | | | ۰/۲۵ تا ۰/۴۵ | D2 |
| حداقل ۰/۱ | حداقل ۱ | حداقل ۰/۵ | حداقل ۰/۳ | حداقل ۰/۲ | G |
| با درصدهای مختلفی از عناصر آلیاژی برای کاربردهای نظامی | | | | | M |

عناصری که در روپوش این الکترودها قرار داده می شود تا پس از جوشکاری به جوش منتقل شوند دارای خواص زیادی هستند که عمده آن عبارتست از:

-مولیبدن: برای حفظ مقاومت کششی جوش در درجه حرارت‌های بالا

-کرم: برای افزایش سختی جوش

-نیکل: برای حفظ مقاومت ضربه ای جوش در درجه حرارت‌های زیر صفر

-منگنز: برای افزایش استحکام کششی جوش

-وانادیوم: برای ریز کردن دانه ها و افزایش مقاومت به خوردگی

ضمناً الکترودهای با پسوند G چون از هر کدام از عناصر فوق قدری به‌مراه دارد. لذا برای کاربردهای عمومی مناسب تر است.

الکترودهای با پسوند M فقط برای کاربردهای نظامی طراحی شده اند.

مثال:

-الکتروده E7010-A1 مقداری مولیبدن دارد.

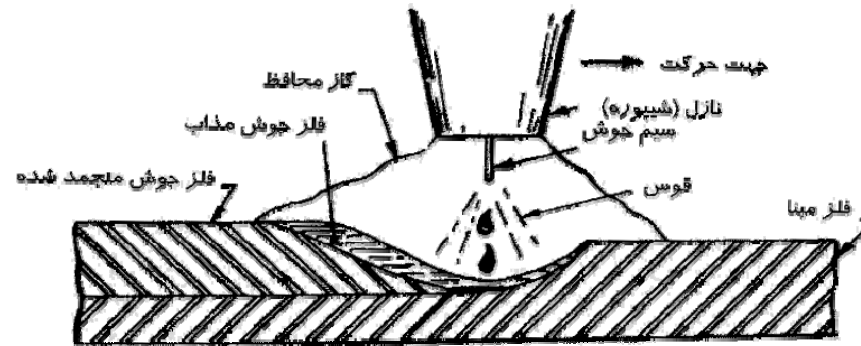
-الکتروده E8018-B2 مقداری مولیبدن و کرم دارد.

-الکتروده E8018-C1 مقداری نیکل دارد.

-الکتروده E9018-D2 مقداری مولیبدن و منگنز دارد.

-الکتروده E8018-G مقداری کمی از عناصر مولیبدن، کرم، منگنز، نیکل و وانادیوم دارد.

جوشکاری قوسی فلزی با حفاظت گاز GMAW



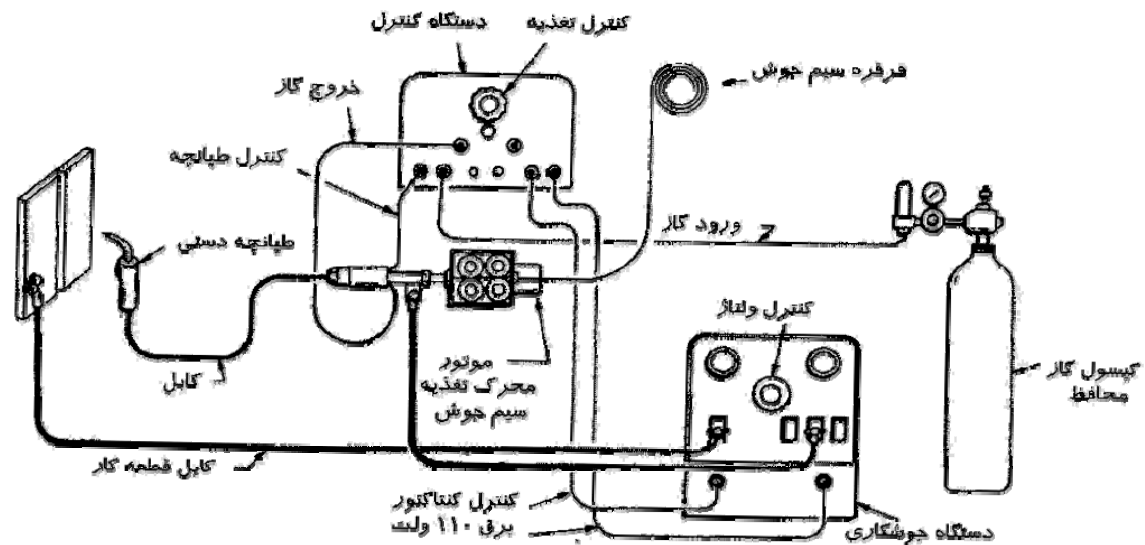
دیگرام فرایند (GMAW)

آرگون و هلیوم = گاز خنثی

Metal Inert Gas = MIG

Co₂ = گاز فعال

Metal Active Gas = MAG



نمودار GMAW

مزایای جوشکاری قوسی فلزی با حفاظت گاز

- نرخ رسوب بالا است.

- پایین بودن هزینه ها بخاطر کمتر بودن اتلاف سیم جوش، عدم لزوم سرباره پاک کنی، نداشتن اتلاف وقت جوشکار بخاطر تعویض الکتروود در مقایسه جوشکاری با الکتروود دستی

- حداقل دود و دم

- نسبت به فرآیند جوشکاری با الکتروود دستی، نفوذ عمیق تر بدست می آید.

- برای جوشکاری تمام فولادهای مورد استفاده در ساختمان کاربرد دارد.

معایب جوشکاری قوسی فلزی با حفاظت گاز

- هزینه ماشین آلات ، گاز محافظ و تعمیر و نگهداری بالاست.
- بخاطر اندازه طپانچه ممکن است دسترسی با اصل برای جوشکاری محدود شود.
- گاز محافظ به وزش باد حساس است.
- طول قوس محدودیت دارد.
- تجهیزات این فرآیند بخوبی تجهیزات جوشکاری با الکتروود دستی سیار نیست.

شناسایی سیم جوش GMAW (طبق AWS-A5.18)

سیم جوش مورد استفاده در این فرآیند جوشکاری از نوع مفتول توپر بوده که بصورت قرقره ای با قطرهای مختلف (معمولاً 1.2 میلیمتر یا 1.6 میلیمتر برای جوشکاری اسکلت های فلزی) ارائه می گردد.

مثال:

ER70S-6

E=سیم جوش برای جوشکاری با قوس الکتریکی

R=سیم جوش مفتولی یا ROD (بصورت قرقره ای)

70=مقاومت کششی جوش یعنی 70000 پوند بر اینچ مربع

S=سیم جوش توپر (SOLID)

6=معرف آنالیز شیمیایی سیم جوش (این رقم می تواند 2، 3، 4، 5، 6، 7 یا G باشد).

مزایای SAW

- مخفی بودن قوس (از نظر زیست محیطی خوب است).
- بالا بودن شدت جریان، زیاد بودن نفوذ، نیاز کمتر به آماده سازی لبه.
- نرخ رسوب بالا و سرعت جوشکاری زیاد است.
- هزینه برای جوشکاری هر متر طول نسبتاً کم است.
- عملکرد پودر به عنوان اکسیژن زدا.
- کم هیدروژن بودن فرآیند.
- به وزش باد حساسیت ندارد.
- حداقل آموزش مورد نیاز برای اپراتور.

معایب SAW

- هزینه اولیه سیم رسان، دستگاه جوشکاری، دستگاه های کنترل و تجهیزات انتقال پودر زیاد است.
- برای نگهداری پودر روی اتصال قراردادن اتصال جوش در حالت تخت یا حالت افقی ضروری است.
- سرباره روی جوش بایستی قبل از جوشکاری پاسهای بعدی پاک شود.
- بدلیل ورودی حرارت بالا، جوشکاری قوسی زیرپودری برای جوشکاری فولادهای با ضخامت کمتر از ۶ میلیمتر مناسب نیست.

طبقه‌بندی سیم جوش و پودر جوشکاری قوسی

زیرپودری AWS A5.17

الف - سیم جوش

سیم جوش مورد استفاده برای جوشکاری زیرپودری طبق استاندارد، الکتروود لخت نامیده می‌شود. بنابراین طبقه بندی این سیم جوش با E شروع می‌گردد. بعد از حرف E یک حرف دیگر نمایانگر مقدار درصد منگنز در سیم جوش می‌آید:

حرف L برای منگنز کم (تا حداکثر ۰/۶۰ درصد)

حرف M برای منگنز متوسط (تا حداکثر ۱/۴۵ درصد)

حرف H برای منگنز زیاد (تا حداکثر ۲/۲۵ درصد)

بعد از حرف مربوط به منگنز، عدد یک یا دو رقمی معرف درصد اسمی کربن جوش درج می‌گردد.

وقتی بدنبال درصد اسمی کربن حرف K بیاید معرف آن است که سیم جوش از جنس فولاد کشته با سیلیسیم است. (فولاد کشته = فولاد آرام)

$EL8$ یعنی سیم جوش کم منگنز با ۰/۰۸ درصد کربن

$EM12K$ یعنی سیم جوش با منگنز متوسط و ۰/۱۲ درصد کربن، آرام شده با سیلیسیم

$EH14$ یعنی سیم جوش پرمگنز با ۰/۱۴ درصد کربن

ب - پودر جوشکاری

پودر ($FLUX$) با حرف F مشخص می‌گردد و بدنبال آن یک رقم معرف ۱۰۰۰۰ پوند براینچ مربع مقاومت کششی جوش حاصل می‌آید و پس از آن یک رقم معرف درجه حرارت آزمایش ضربه برای تحمل ۲۷ ژول درج می‌شود.

$F60$ یعنی مقاومت کششی جوش ۶۰۰۰۰ پوند براینچ مربع، درجه حرارت آزمایش ضربه منهای صفر درجه فارنهایت.

$F62$ یعنی مقاومت کششی جوش ۶۰۰۰۰ پوند براینچ مربع، درجه حرارت آزمایش ضربه منهای ۲۰ درجه فارنهایت.

$F72$ یعنی مقاومت کششی جوش ۷۰۰۰۰ پوند براینچ مربع، درجه حرارت آزمایش ضربه منهای ۲۰ درجه فارنهایت.

$F74$ یعنی مقاومت کششی جوش ۷۰۰۰۰ پوند براینچ مربع، درجه حرارت آزمایش ضربه منهای ۴۰ درجه فارنهایت.

طبقه بندی سیم جوش توپودری طبقه AWS-A5.20

در طبقه بندی سیم جوشهای توپودری، T معرف سیم جوش لوله ای شکل است که داخل آن از پودر جوشکاری پر شده است.

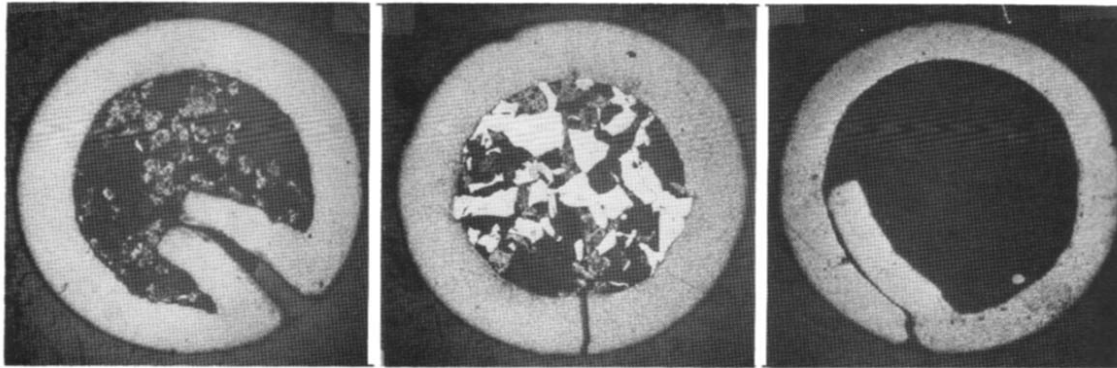
بعد از E مقاومت کششی جوش بصورت یک رقم ظاهر می شود. (۶ یعنی مقاومت کششی جوش ۶۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع، ۷ یعنی مقاومت کششی جوش ۷۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع).

بعد از رقم مربوط به مقاومت کششی جوش، عدد «۰» یا عدد «۱» می آید (۰ = جوشکاری در حالت تخت و افقی، ۱ = جوشکاری در همه حالتها تخت، افقی، عمودی و سقفی)

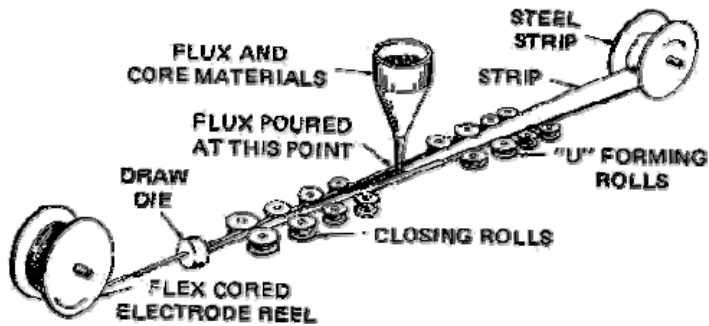
حرف T که بعد از آن می آید معرف لوله ای ($TUBULAR$) بودن سیم جوش است.

(توخالی = لوله ای = $TUBULAR$)

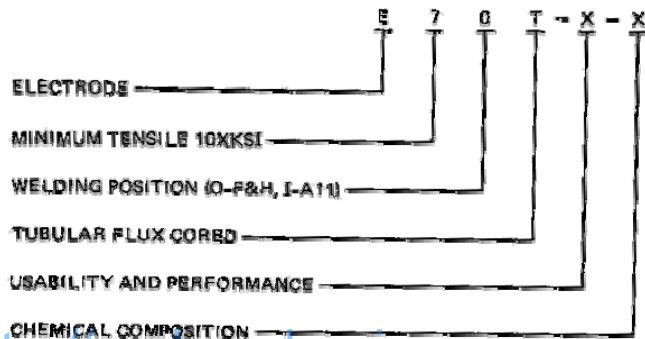
AWS-A5.20 طبقه بندی سیم جوش توپودری طبق



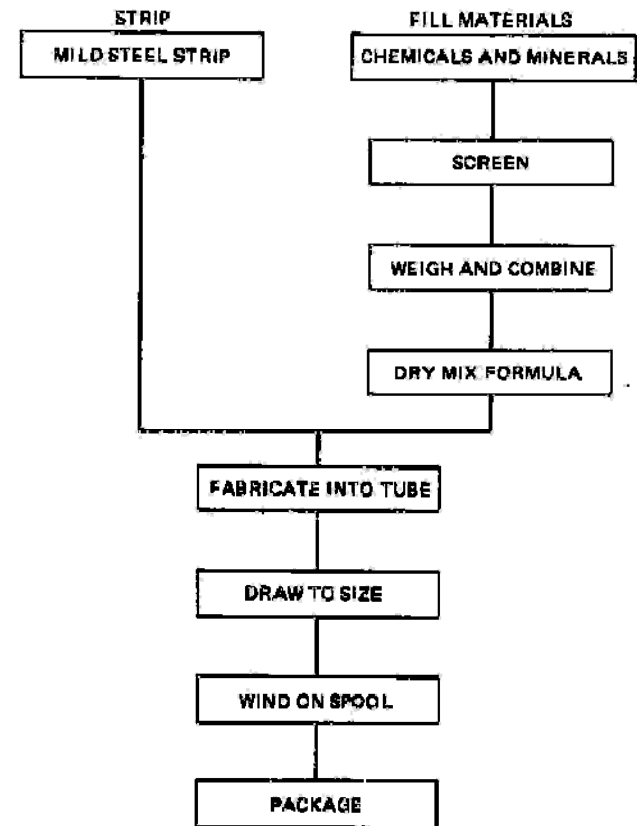
Cross section of various types of flux-cored electrodes.

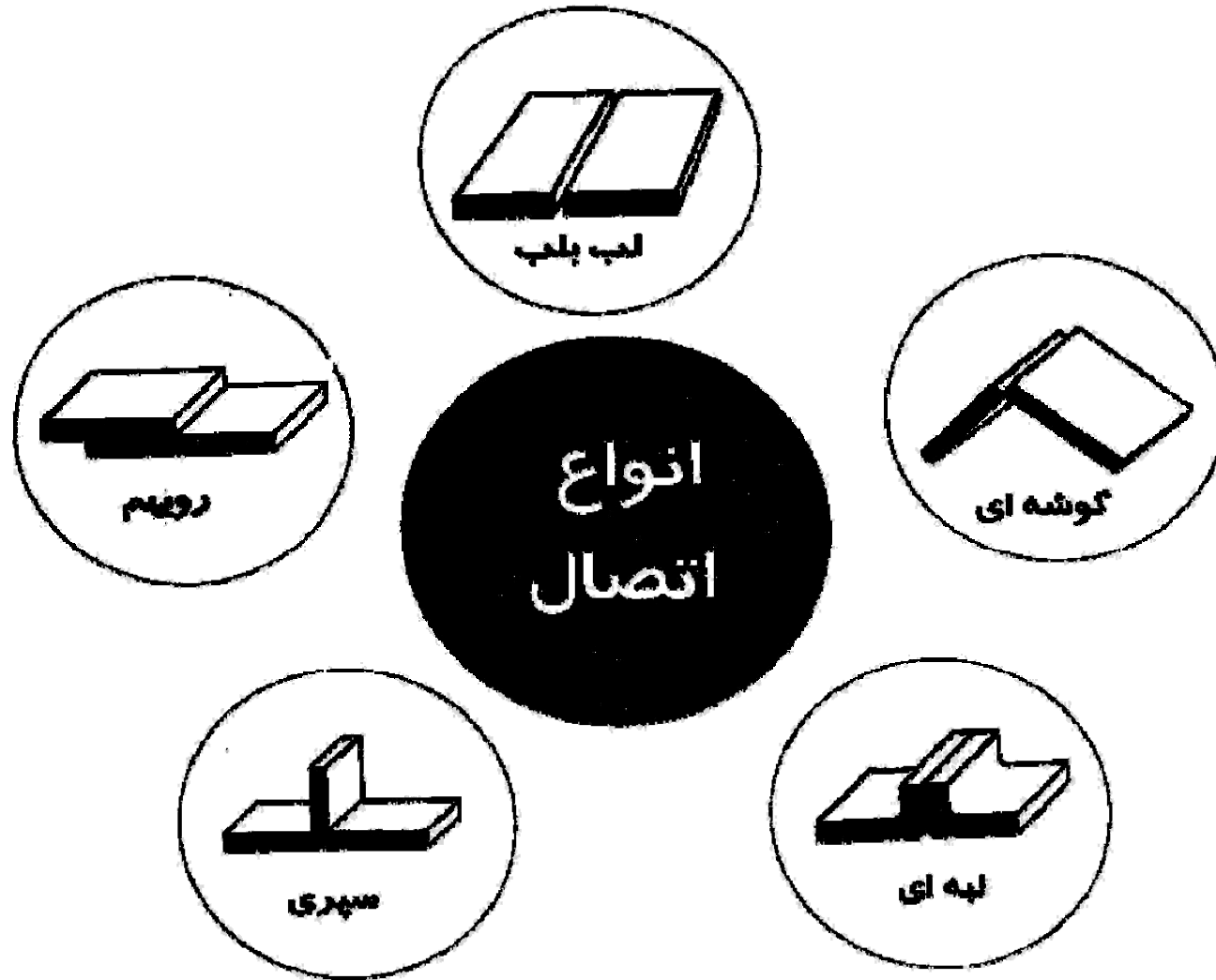


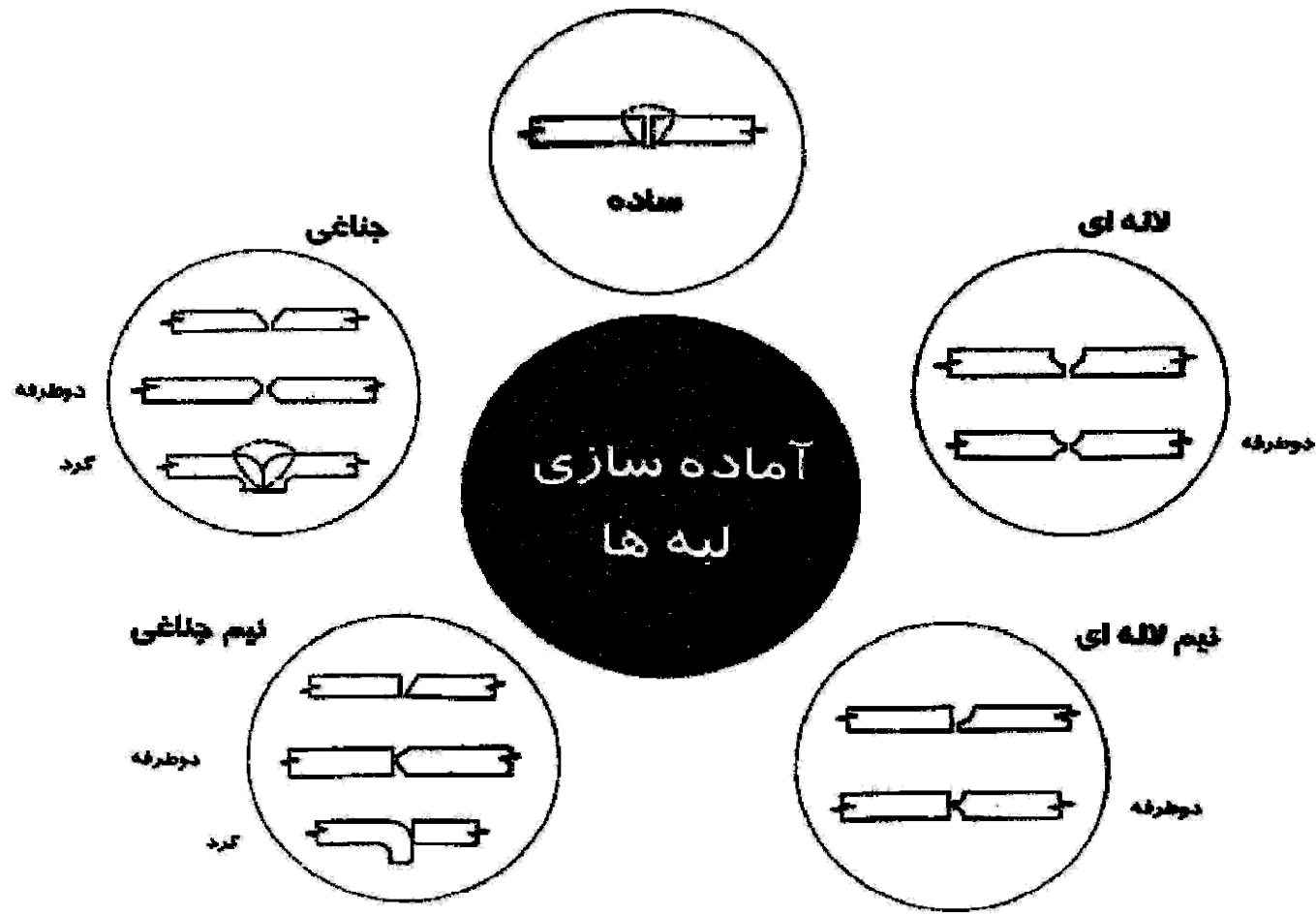
Simplified manufacturing operation to make tubular wire.



Flowchart for manufacturing tubular electrode wire.

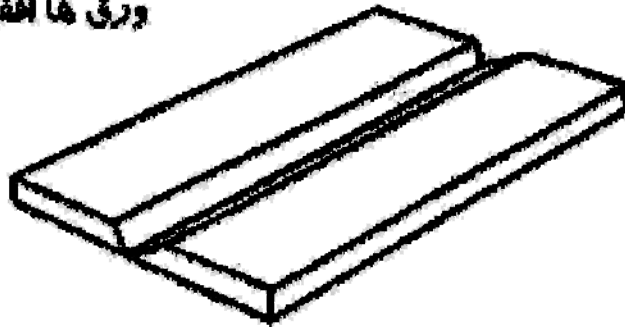






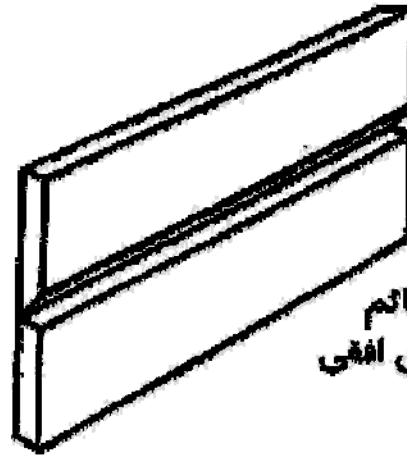
حالت‌های جوشهای شیاری

ورق‌ها افقی



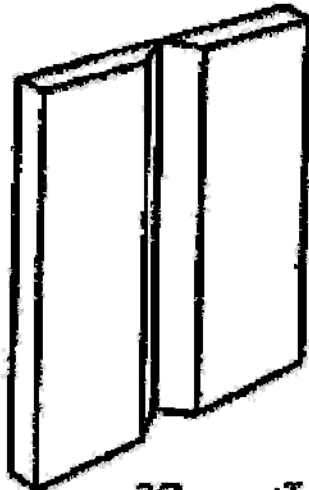
الف-حالت آزمون 1G

ورق‌ها قائم
محور جوش افقی



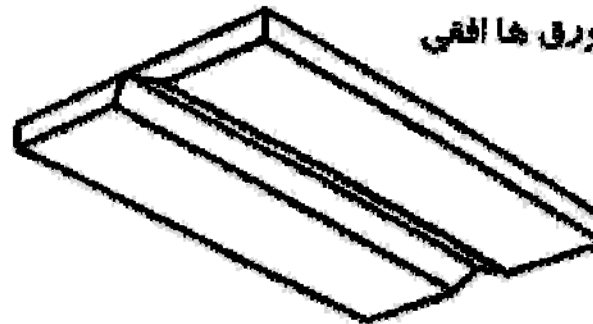
ب-حالت آزمون 2G

ورق‌ها قائم
محور جوش عمودی



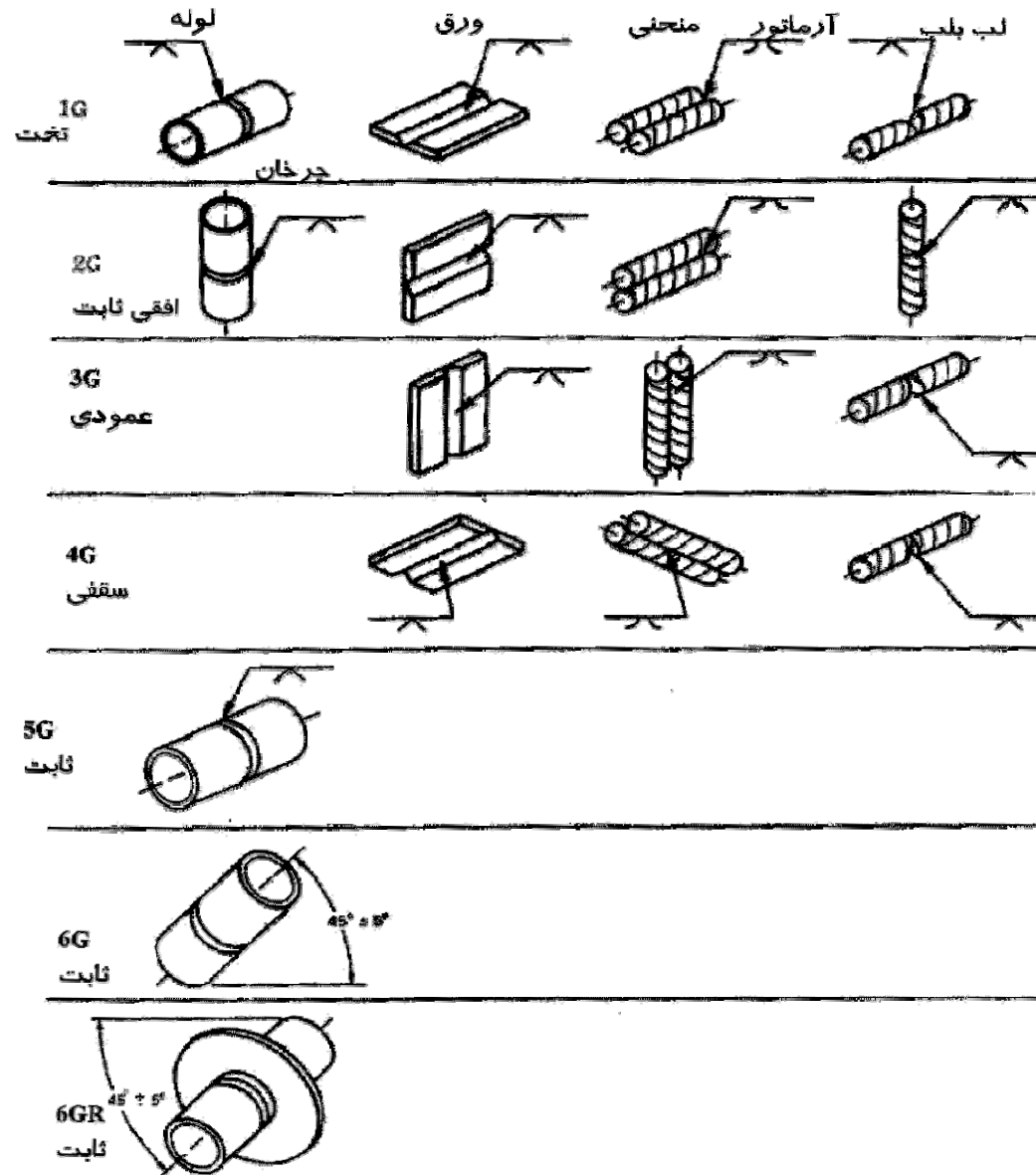
ج-حالت آزمون 3G

ورق‌ها افقی










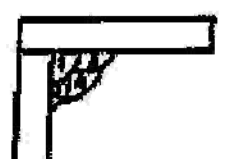



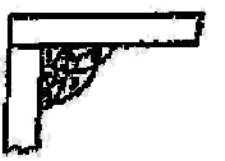
د-حالت آزمون 4G

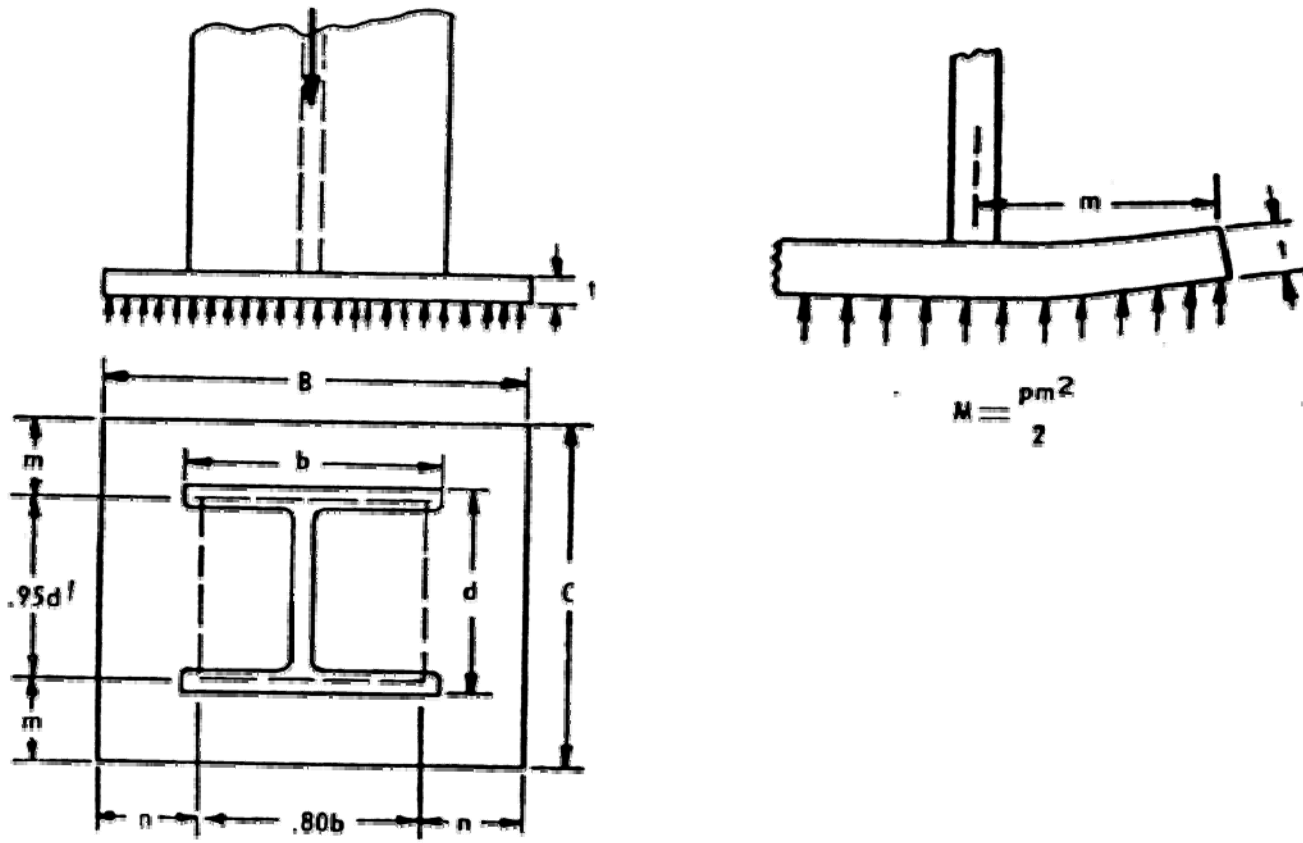
حالت‌های استاندارد آزمون جوش شیار



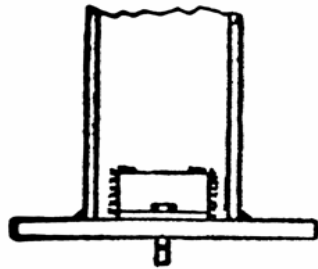
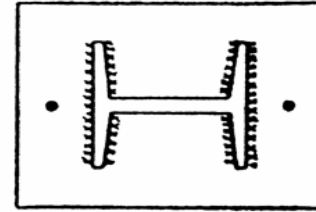
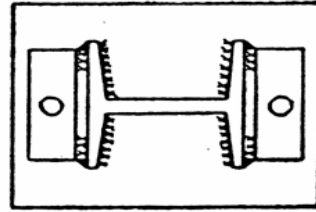
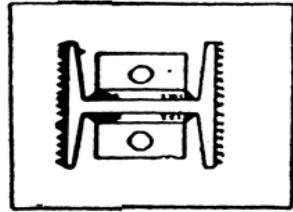
حداقل تعداد پاس جوش

حالت جوشکاری

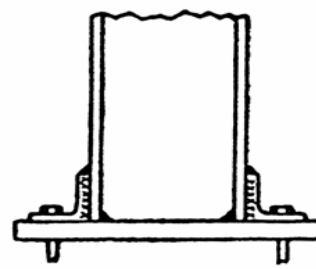
| اندازه گوشه | تخت 1F | افقی 2F | عمودی سربالا 3F | سقفی 4F |
|-------------------|---|--|---|---|
| 1/4 6 میلیمتر |  |  |  |  |
| 1/2 12 میلیمتر |  |  |  |  |
| 3/4 20 میلیمتر |  |  |  |  |



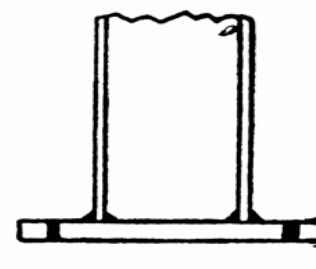
Determination of the size of column base plate.



(A)

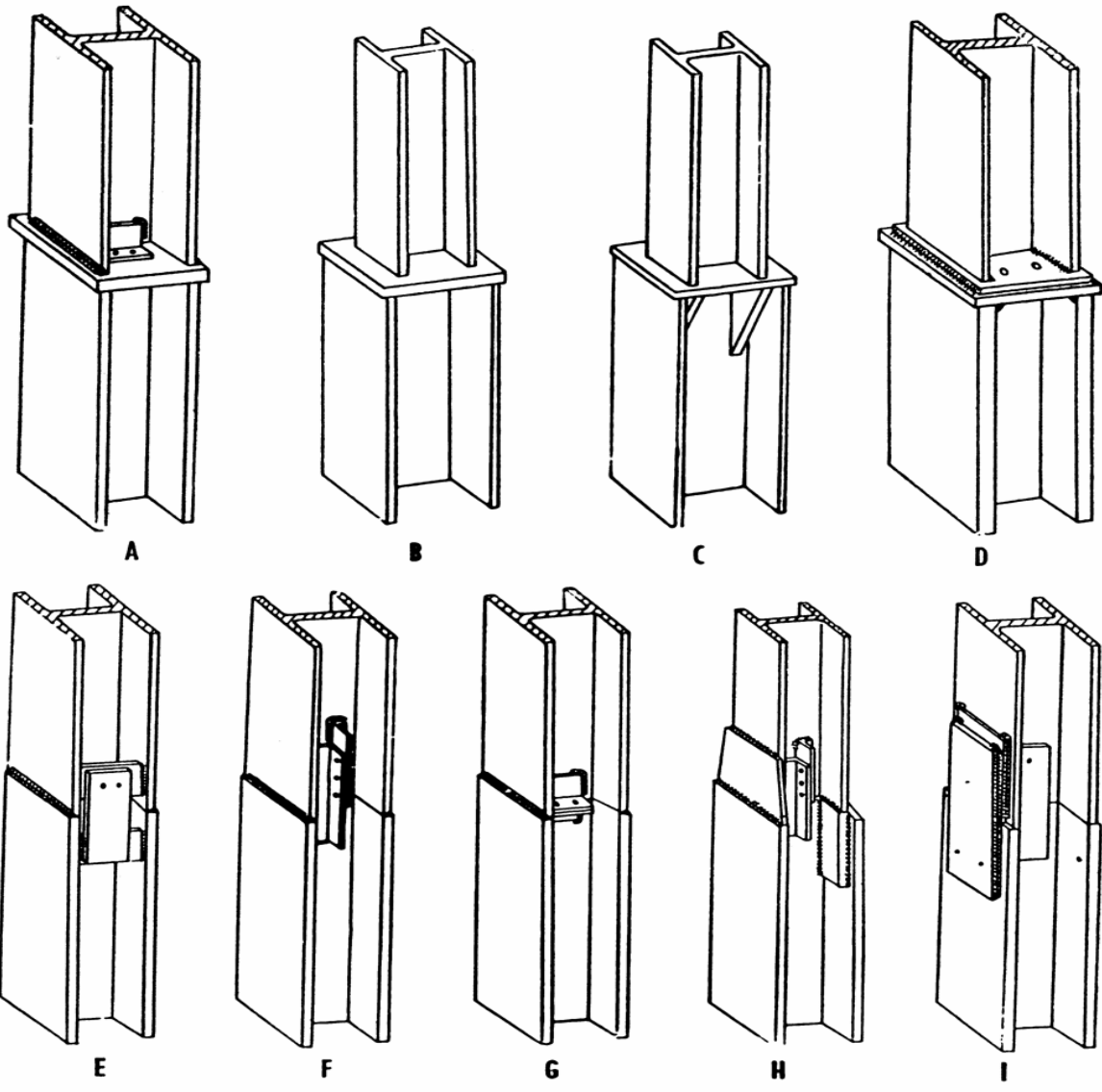


(B)

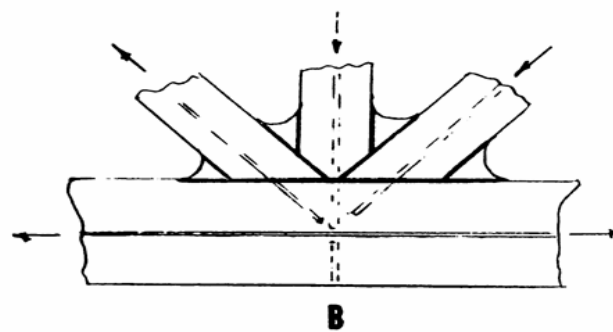
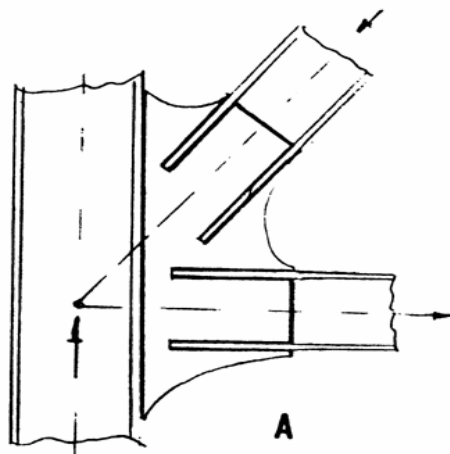


(C)

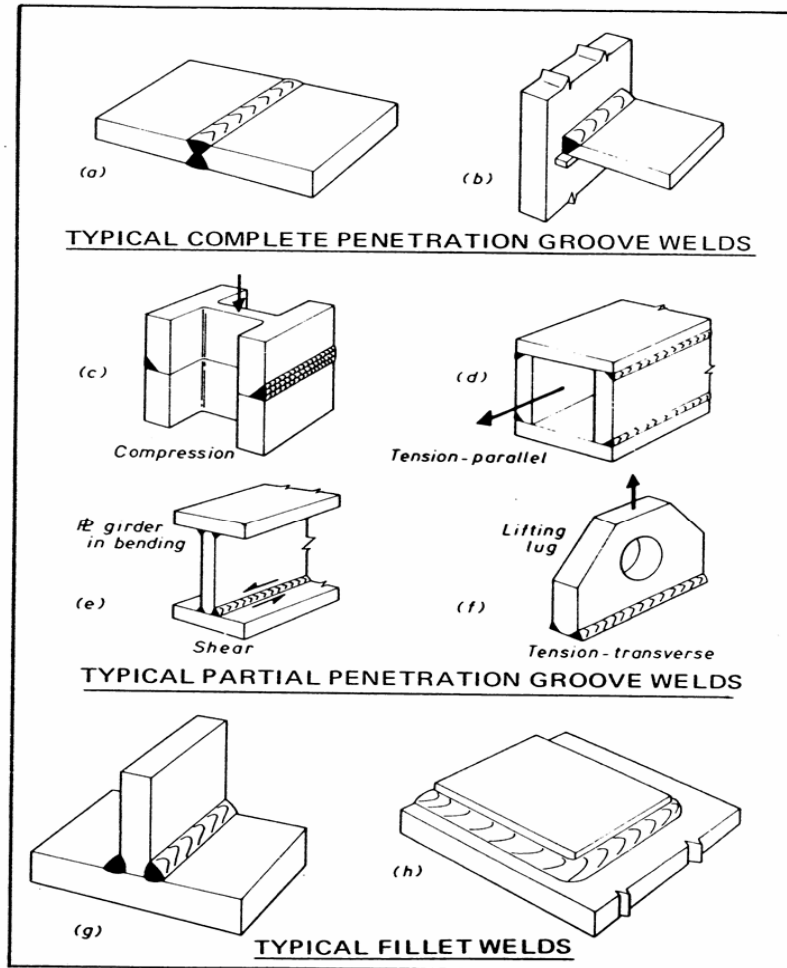
–Examples of welded column base plates.



-Typical column splices.

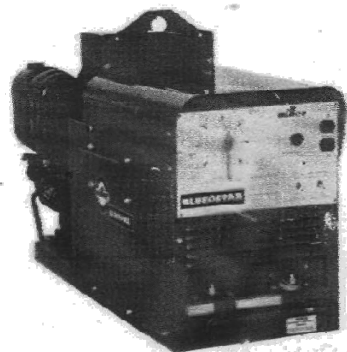


-Typical truss connections.

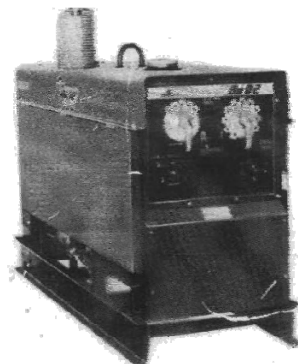


-Configurations of welded joints: (a) butt joint (b) tee joint (c) butt joint (d) corner joint (e) tee joint (f) tee joint (g) tee joint (h) lap joint.

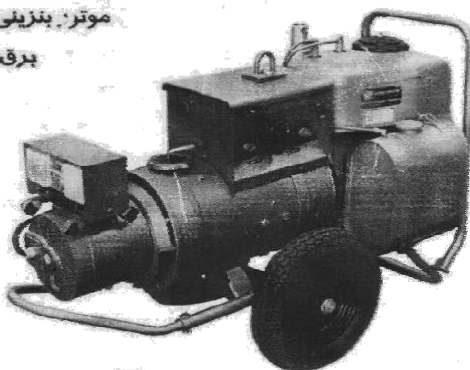
دستگاه‌های برق جوشکاری



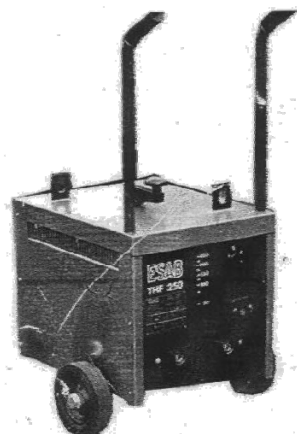
موتور بنزینی، ژنراتور بنزینی،
برق مستقیم



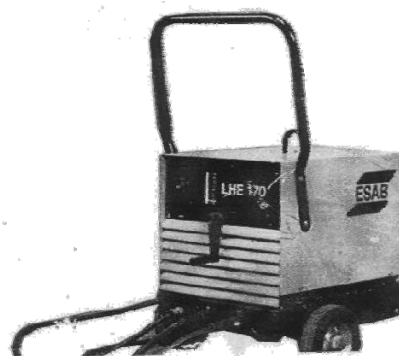
موتور دیزلی، ژنراتور
ژوئیلی، برق مستقیم



دینام، موتور ژنراتور برقی،
برق مستقیم



ترانس، ترانسفورماتور، برق متناوب



رکتیفایر، برق یکسو شده، برق مستقیم

مزایای دستگاه جوشکاری جریان مستقیم

- خطر کار با جریان مستقیم کمتر است.
- در محلهای تنگ و باریک و مرطوب جوشکاری با جریان مستقیم بهتر است.
- انتخاب قطب آزاد بوده و میتوان الکتروود را به مثبت یا منفی وصل کرده و با جریان مستقیم امکان تقسیم حرارت بصورت مفیدتری وجود دارد (در جوشکاری با جریان مستقیم حدود دوسوم از حرارت حاصله از قوس به قطب مثبت می‌رسد).
- انواع الکتروود (حتی مفتول ساده و الکتروود بدون روپوش) را میتوان با جریان مستقیم جوش داد.
- با استفاده از دستگاه مبدل با موتور سه فاز و یکسو کننده جریان، بار بروی هر سه فاز یکسان تقسیم نمی‌شود.

مزایای دستگاه جوشکاری جریان متناوب

- سرمایه اولیه تهیه وسایل و دستگاه‌های آن کمتر است.
- هزینه نگهداری دستگاه‌ها کمتر است.
- ضریب بهره الکتریکی آن بیشتر است.
- هزینه مصرف برق کمتر است.
- در جوشکاری جریان متناوب چون جهت جریان بطور متناوب عوض می‌شود حرارت حاصله از قوس بطور مساوی بهر دو قطعه (قطعه کار و الکتروود) می‌رسد.

پیش گرمایش

گرم کردن قطعه کار به درجه حرارت معین قبل از شروع جوشکاری=پیش گرمایش

مزایای پیش گرمایش

- کاهش سرعت سرد شدن
- کاهش انقباض و در نتیجه کاهش تنشهای انقباضی
- افزایش قابلیت نرمی در منطقه تاثیر حرارت
- افزایش فرار گاز هیدروژن از فلز جوش
- آسانتر شدن جوش بعلت سیلان بهتر و کم شدن حبس سرباره در داخل جوش

حداقل پیش‌پذیرفته شده درجه حرارت پیش‌گرمایش و بین‌پاسی

| C دسته بندی | مشخصات فنی فولاد | | فرآیند جوشکاری | ضخامت ضخیم‌ترین قطعه در نقطه جوشکاری | | حداقل درجه حرارت پیش‌گرمایش و بین‌پاسی | |
|----------------|---|--|--|---|--|--|--|
| | | | | in. | mm | *F | *C |
| | A | ASTM A 36 ASTM A 53 Grade B ASTM A 106 Grade B ASTM A 131 Grades A, B, CS, D, DS, E ASTM A 139 Grade B ASTM A 381 Grade Y35 ASTM A 500 Grade A ASTM A 501 Grade B | | ASTM A 516 ASTM A 524 ASTM A 529 ASTM A 570 All grades ASTM A 573 Grade 65 ASTM A 709 Grade 36 API 5L Grade B ABS Grade X42 Grades A, B, D, CS, DS Grade E | جوشکاری قوسی فلزی با الکتروود غیر کم‌هیدروژن Shielded metal arc welding with other than low-hydrogen electrodes | 1/8 to 3/4 incl. Over 3/4 thru 1-1/2 incl. Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl. Over 2-1/2 | 3 to 20 incl. Over 20 thru 38 incl. Over 38 thru 65 incl. Over 65 |
| B | ASTM A 36 ASTM A 53 Grade B ASTM A 106 Grade B ASTM A 131 Grades A, B, CS, D, DS, E, AH 32 & 36, DH 32 & 36, EH 32 & 36 ASTM A 139 Grade B ASTM A 381 Grade Y35 ASTM A 441 ASTM A 500 Grade A Grade B ASTM A 501 ASTM A 516 Grades 55 & 60, 65 & 70 ASTM A 524 Grades I & II ASTM A 529 ASTM A 537 Classes 1 & 2 | ASTM A 570 All grades ASTM A 572 Grades 42, 50 ASTM A 573 Grade 65 ASTM A 588 Grades A, B, C ASTM A 595 ASTM A 606 ASTM A 607 Grades 45, 50, 55 ASTM A 618 Grades I, II, III ASTM A 633 Grades A, B, C, D ASTM A 709 Grades 36, 50, 50W ASTM A 710 Grade A, Class 2 (>2 in. [50 mm]) ASTM A 808 ASTM A 913 ASTM A 992 API 5L Grade B Grade X42 Grades 42, 50 Grades 42, 50, 50T Grades 42, 50, 50T Grades AH 32 & 36, DH 32 & 36, EH 32 & 36 Grades A, B, D, CS, DS Grade E | جوشکاری قوسی فلزی با الکتروود کم‌هیدروژن جوشکاری زیرپودری جوشکاری قوسی فلزی گازی جوشکاری توپودری Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, gas metal arc welding, flux cored arc welding | 1/8 to 3/4 incl. Over 3/4 thru 1-1/2 incl. Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl. Over 2-1/2 | 3 to 20 incl. Over 20 thru 38 incl. Over 38 thru 65 incl. Over 65 | 32 50 150 225 | 0 10 65 110 |

(continued)

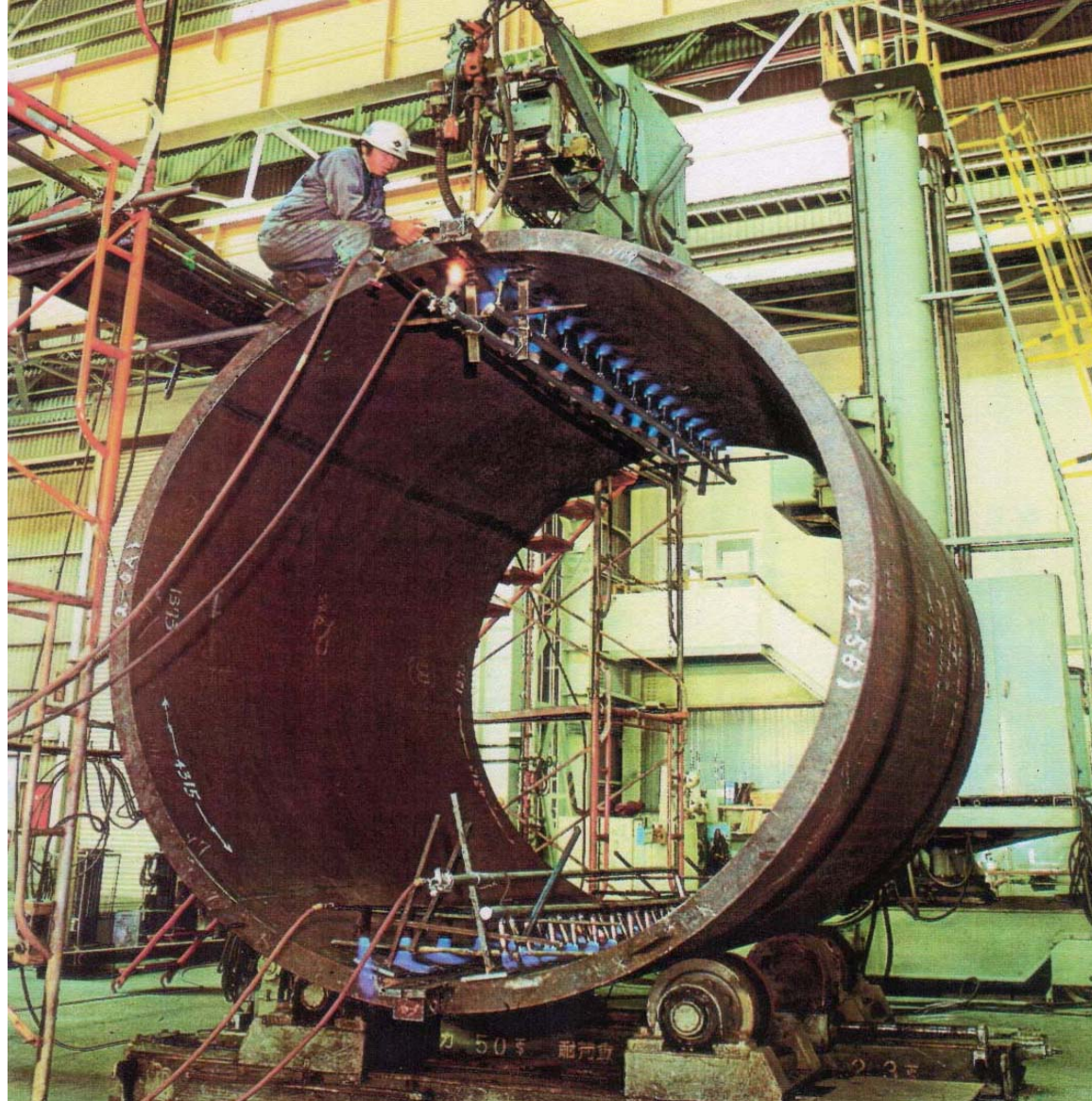
حداقل پیش پذیرفته شده درجه حرارت پیش گرمایش و بین پاسی

| دسته بندی | مشخصات فنی فولاد Steel Specification | فرآیند جوشکاری Welding Process | ضخامت ضخیم ترین قطعه در نقطه جوشکاری | | حداقل درجه حرارت پیش گرمایش و بین پاسی | |
|-----------|---|--|---|--|--|--|
| | | | in. | mm | °F | °C |
| | | | C | ASTM A 572 Grades 60, 65 ASTM A 633 Grade E API 5L Grade X52 ASTM A 913 ⁴ Grades 60, 65 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 ⁵ Grade 70W ASTM A 852 ³ API 2W Grade 60 API 2Y Grade 60 | Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, ² gas metal arc welding, flux cored arc welding | 1/8 to 3/4 incl. Over 3/4 thru 1-1/2 incl. Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl. Over 2-1/2 |
| D | ASTM A 710 Grade A (All classes) ASTM A 913 ⁴ Grades 50, 60, 65 | SMAW, SAW, GMAW, and FCAW with electrodes or electrode-flux combinations capable of depositing weld metal with a maximum diffusible hydrogen content of 8 ml/100 g (H ₈), when tested according to ANSI/ AWS A4.3. | <u>All thicknesses \geq 1/8 in. (3 mm)</u> | | <u>32</u> | <u>0</u> |

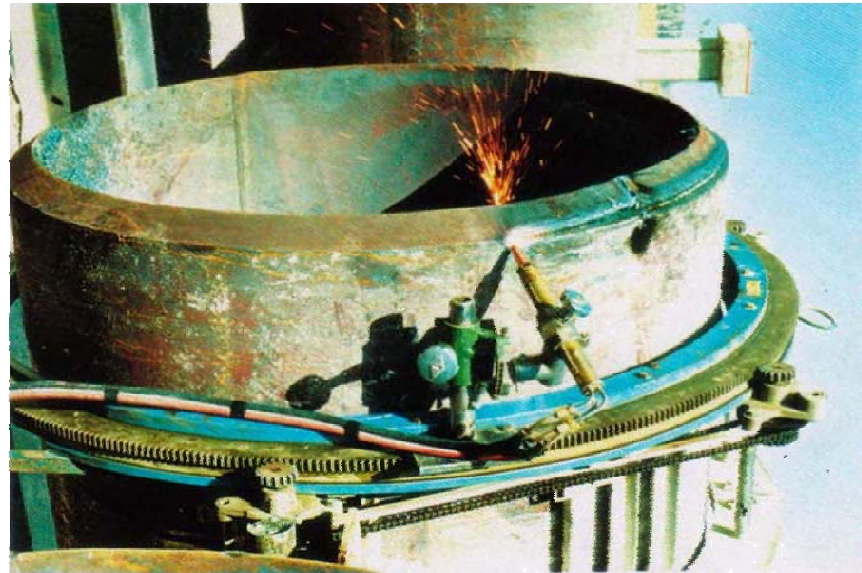
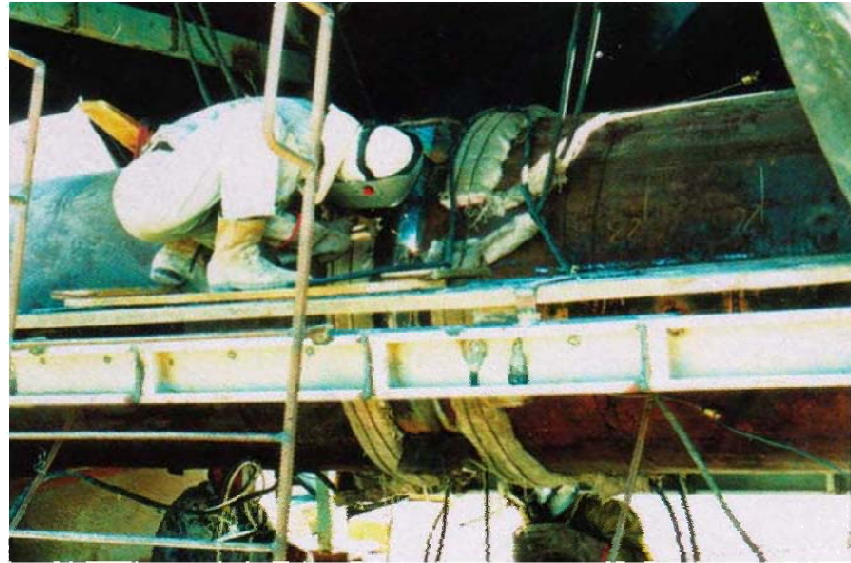
Notes:

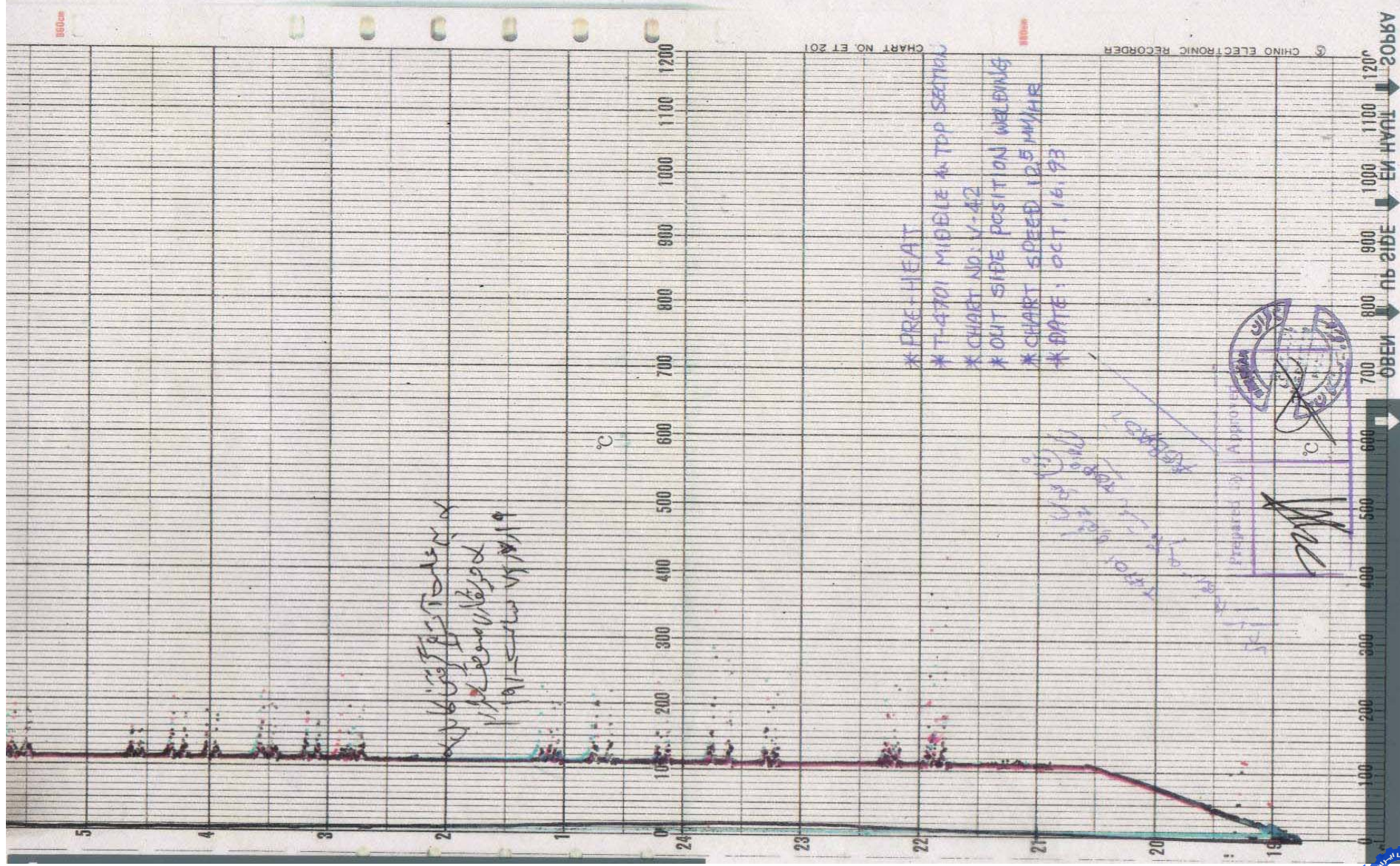
1. When the base metal temperature is below 32°F (0°C), the base metal shall be preheated to a minimum of 70°F (20°C) and the minimum interpass temperature shall be maintained during welding.
2. For modification of preheat requirements for submerged arc welding with parallel or multiple electrodes, see 3.5.3.
3. See 5.12.2 and 5.6 for ambient and base-metal temperature requirements.
4. The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A 913.
5. For ASTM A 709 Grade 70W and ASTM A 852 Grade 70, the maximum preheat and interpass temperatures shall not exceed 400°F (200°C) for thicknesses up to 1-1/2 in. (40 mm), inclusive, and 450°F (230°C) for greater thicknesses.

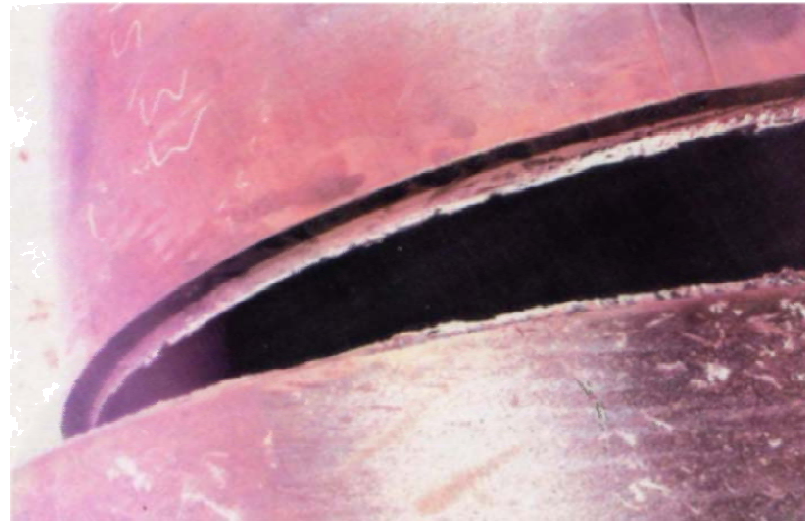




<http://mohandes-iran.com>







ورق فولادی ساختمان

طبق استاندارد آلمان دین ۱۷۱۰۰

مقاومت کششی نهایی=UTS
 $37=37\text{kg/mm}^2 = 3700 \text{ kg/cm}^2$

تقسیم بندی

از نظر اکسیژن گیری (سالم بودن مقطع)

جوشان=ناآرام=U=Rimming

آرام=R=Killed

ناآرام=UST37

نیمه آرام=ST37

آرام=RST37

از نظر کیفیتی (مقاومت به ضربه)

مقاومت ضربه ای عادی=ST37

مقاومت ضربه ای بیشتر از عادی=ST37-2

مقاومت ضربه ای خیلی بیشتر از عادی=ST37-3

جوشکاری ورق ST37

| ضخامت (میلیمتر) | نوع اتصال | الکتروود پیشنهادی |
|-----------------|------------|-------------------|
| تا خود 25 | عادی | E6013 |
| تا خود 25 | مهم | E7018 |
| بیشتر از 25 | عادی و مهم | E7018 |

فلز مبنای پیش پذیرفته شده-ترکیب فلز پرکننده برای مقاومت سازگار

الزامات مشخصات فولاد

| Group گروه | Steel Specification Requirements | | | | الزامات مشخصات فولاد | | | | | | |
|---------------|--|---------------------------|-----|-------------|----------------------|-------------------|--------------------|---|--|---|---|
| | مشخصات فنی فولاد Steel Specification ^{1,2} | حداقل مقاومت تسلیمی | | محدوده کششی | | فرآیند Process | AWS | طبقه بندی الکترود | | | |
| | | ksi | MPa | ksi | MPa | | مشخصات الکترود | | | | |
| I | ASTM A 36 ⁴ | 36 | 250 | 58-80 | 400-550 | SMAW | A5.1 | E60XX, E70XX | | | |
| | ASTM A 53 | A5.5 | 35 | 240 | 60 min | | 415 min | A5.5 ⁶ | E70XX-X | | |
| | ASTM A 106 | Grade B | 35 | 240 | 60 min | 415 min | SAW | A5.17 | F6XX-EXXX, <u>F6XX-FCXXX</u> , F7XX-EXXX, <u>F7XX-FCXXX</u> | | |
| | ASTM A 131 | Grades A, B, CS, D, DS, E | 34 | 235 | 58-71 | 400-490 | | A5.23 ⁶ | F7XX-EXXX-XX, <u>F7XX-ECXXX-XX</u> | | |
| | ASTM A 139 | Grade B | 35 | 241 | 60 min | 414 min | | GMAW | A5.18 | ER70S-X, <u>E70C-XC</u> , E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix are excluded) | |
| | ASTM A 381 | Grade Y35 | 35 | 240 | 60 min | 415 min | | | A5.28 ⁶ | <u>ER70S-XXX, E70C-XXX</u> | |
| | ASTM A 500 | Grade A | 33 | 228 | 45 min | 310 min | | | FCAW | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| | ASTM A 501 | Grade B | 42 | 290 | 58 min | 400 min | A5.29 ⁶ | <u>E6XTX-X, E6XT-XM</u> , <u>E7XTX-X, E7XTX-XM</u> | | | |
| | ASTM A 501 | Grade B | 36 | 250 | 58 min | 400 min | FCAW | A5.20 | | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) | |
| | ASTM A 516 | Grade 55 | 30 | 205 | 55-75 | 380-515 | | FCAW | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| | ASTM A 516 | Grade 60 | 32 | 220 | 60-80 | 415-550 | | | | FCAW | A5.20 |
| | ASTM A 524 | Grade I | 35 | 240 | 60-85 | 415-586 | | | FCAW | | A5.20 |
| | ASTM A 524 | Grade II | 30 | 205 | 55-80 | 380-550 | FCAW | | | | A5.20 |
| | ASTM A 529 | Grade 30 | 42 | 290 | 60-85 | 415-585 | | FCAW | | | A5.20 |
| | ASTM A 570 | Grade 30 | 30 | 205 | 49 min | 340 min | | | | FCAW | A5.20 |
| ASTM A 570 | Grade 33 | 33 | 230 | 52 min | 360 min | FCAW | | | A5.20 | | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ASTM A 570 | Grade 36 | 36 | 250 | 53 min | 365 min | | FCAW | | A5.20 | | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ASTM A 570 | Grade 40 | 40 | 275 | 55 min | 380 min | | | FCAW | A5.20 | | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ASTM A 570 | Grade 45 | 45 | 310 | 60 min | 415 min | | | | FCAW | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ASTM A 573 | Grade 65 | 35 | 240 | 65-77 | 450-530 | FCAW | | | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ASTM A 573 | Grade 58 | 32 | 220 | 58-71 | 400-490 | | FCAW | | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ASTM A 709 | Grade 36 ⁴ | 36 | 250 | 58-80 | 400-550 | | | FCAW | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| API 5L | Grade B | 35 | 240 | 60 | 415 | | | | FCAW | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| API 5L | Grade X42 | 42 | 290 | 60 | 415 | FCAW | | | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ABS | Grades A, B, D, CS, DS | | | 58-71 | 400-490 | | FCAW | | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |
| ABS | Grade E ³ | | | 58-71 | 400-490 | | | FCAW | | A5.20 | E6XT-X, <u>E6XT-XM</u> , E7XT-X, <u>E7XT-XM</u> (Electrodes with the -2, <u>-2M</u> , -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded) |

*ASTM A 570 Grade 50 has been deleted from Group I and added to Group II.

(continued)



فلز مبنای پیش پذیرفته شده-ترکیب فلز پرکننده برای مقاومت سازگار

| G r o u p P | Steel Specification Requirements | | | | الزامات مشخصات فولاد | | | | | | | |
|--------------------------------|--|----------------------------|---------|-------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---|---------|---------|---------|
| | مشخصات فنی فولاد Steel Specification ^{1,2} | حداقل مقاومت تسلیمی | | محدوده کششی | | فرآیند Process | Metal Requirements | | | | | |
| | | ksi | MPa | ksi | MPa | | AWS مشخصات الکترود | طبقه بندی الکترود | | | | |
| II | ASTM A 131 | Grades AH32, DH32, EH32 | 46 | 315 | 68-85 | 470-585 | SMAW | A5.1 | E7015, E7016, E7018, E7028 | | | |
| | | Grades AH36, DH36, EH36 | 51 | 350 | 71-90 | 490-620 | | A5.5 ⁶ | E7015-X, E7016-X, E7018-X | | | |
| | ASTM A 441 | | 40-50 | 275-345 | 60-70 | 415-485 | SAW | A5.17 | F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX | | | |
| | ASTM A 516 | Grade 65 | 35 | 240 | 65-85 | 450-585 | | | | | | |
| | | Grade 70 | 38 | 260 | 70-90 | 485-620 | A5.23 ⁶ | F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX | | | | |
| | ASTM A 537 | Class 1 | 45-50 | 310-345 | 65-90 | 450-620 | | | | | | |
| | ASTM A 570 | Grade 50 | 50 | 345 | 65 | 450 | GMAW | A5.18 | ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix are excluded) | | | |
| | | Grade 55 | 55 | 380 | 70 | 480 | | | | | | |
| | ASTM A 572 | Grade 42 | 42 | 290 | 60 min | 415 min | A5.28 ⁶ | ER70S-XXX, E70C-XXX | | | | |
| | ASTM A 572 | Grade 50 | 50 | 345 | 65 min | 450 min | | | | | | |
| | ASTM A 588 ⁶ | (4 in. [100 mm] and under) | 50 | 345 | 70 min | 485 min | FCAW | A5.20 | E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix are excluded) | | | |
| | ASTM A 595 | Grade A | 55 | 380 | 65 min | 450 min | | | | | | |
| | | Grades B and C | 60 | 415 | 70 min | 480 min | A5.29 ⁶ | E7XTX-X, E7XTX-XM | | | | |
| | ASTM A 606 ⁶ | | 45-50 | 310-340 | 65 min | 450 min | | | | | | |
| | ASTM A 607 | Grade 45 | 45 | 310 | 60 min | 410 min | API 2H | Grade 42 | 42 | 290 | 62-80 | 430-550 |
| | | Grade 50 | 50 | 345 | 65 min | 450 min | | | | | | |
| | | Grade 55 | 55 | 380 | 70 min | 480 min | API 2W | Grade 42 | 42-67 | 290-462 | 62 min | 427 min |
| | ASTM A 618 | Grades I, II, III | 46-50 | 315-345 | 65 min | 450 min | | | | | | |
| | ASTM A 633 | Grade A | 42 | 290 | 63-83 | 430-570 | Grade 50 | 50 | 345 | 65 min | 450 min | |
| | | Grades C, D | 50 | 345 | 70-90 | 485-620 | | | | | | |
| ASTM A 709 | Grade 50 | 50 | 345 | 65 min | 450 min | Grade 50W | 50 | 345 | 70 min | 485 min | | |
| | Grade 50W | 50 | 345 | 70 min | 485 min | | | | | | | |
| ASTM A 710 | Grade A, Class 2 > 2 in. (50 mm) | 55 | 380 | 65 min | 450 min | Grade 50T | 50-80 | 345-552 | 70 min | 483 min | | |
| ASTM A 808 | (2-1/2 in. [65 mm] and under) | 42 | 290 | 60 min | 415 min | | | | | | | |
| ASTM A 913 | Grade 50 | 50 | 345 | 65 min | 450 min | API 2Y | Grade 42 | 42-67 | 290-462 | 62 min | 427 min | |
| ASTM A 992 | | 50-65 | 345-450 | 65 | 450 | | | | | | | |
| API 2H | Grade 42 | 42 | 290 | 62-80 | 430-550 | Grade 50 | 50 | 345 | 70 min | 485 min | | |
| API 2W | Grade 42 | 42-67 | 290-462 | 62 min | 427 min | | | | | | | |
| | Grade 50 | 50-75 | 345-517 | 65 min | 448 min | Grade 50T | 50-80 | 345-552 | 70 min | 483 min | | |
| API 2Y | Grade 42 | 42-67 | 290-462 | 62 min | 427 min | | | | | | | |
| | Grade 50 | 50-75 | 345-517 | 65 min | 448 min | Grade 50T | 50-80 | 345-552 | 70 min | 483 min | | |
| API 5L | Grade X52 | 52 | 360 | 66-72 | 455-495 | | | | | | | |
| ABS | Grades AH32, DH32, EH32 | 45.5 | 315 | 71-90 | 490-620 | Grades AH36, DH36, EH36 ³ | 51 | 350 | 71-90 | 490-620 | | |
| | Grades AH36, DH36, EH36 ³ | 51 | 350 | 71-90 | 490-620 | | | | | | | |

(continued)

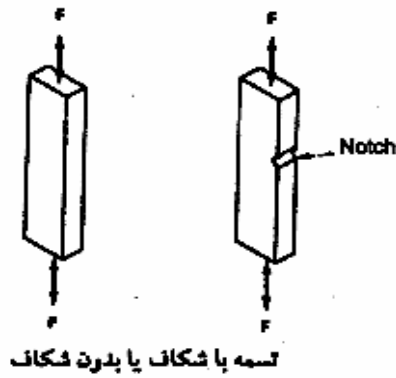
فلز مبنای پیش پذیرفته شده-ترکیب فلز پرکننده برای مقاومت سازگار

| G r o u p | Steel Specification Requirements | | | | | Metal Requirements | | | | | | |
|-------------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------|------|--------------------|--------------------------------|
| | مشخصات فنی فولاد Steel Specification ^{1, 2} | محدوده کششی | | حداقل مقاومت تسلیمی | | فرآیند | مشخصات الکترود | | | | | |
| | | ksi | MPa | ksi | MPa | | AWS | طبقه بندی الکترود | | | | |
| III | API 2W | Grade 60 | 60-90 | 414-621 | 75 min | 517 min | SMAW | A5.5 ⁶ | E8015-X, E8016-X, E8018-X | | | |
| | API 2Y | Grade 60 | 60-90 | 414-621 | 75 min | 517 min | | | | | | |
| | ASTM A 572 | Grade 60 | 60 | 415 | 75 min | 515 min | | | | | | |
| | | Grade 65 | 65 | 450 | 80 min | 550 min | | | | | | |
| | ASTM A 537 | Class 2 ⁵ | 46-60 | 315-415 | 80-100 | 550-690 | | | | SAW | A5.23 ⁶ | F8XX-EXXX-XX, F8XX-ECXXX-XX |
| | ASTM A 633 | Grade E ⁵ | 55-60 | 380-415 | 75-100 | 515-690 | | | | | | |
| | ASTM A 710 | Grade A, Class 2 ≤ 2 in. (50 mm) | 60-65 | 415-450 | 72 min | 495 min | | | | GMAW | A5.28 ⁶ | ER80S-XXX, E80C-XXX |
| | ASTM A 710 | Grade A, Class 3 > 2 in. (50 mm) | 60-65 | 415-450 | 70 min | 485 min | | | | | | |
| ASTM A 913 ⁸ | Grade 60 | 60 | 415 | 75 min | 520 min | FCAW | A5.29 ⁶ | E8XTX-X, E8XTX-XM | | | | |
| | Grade 65 | 65 | 450 | 80 min | 550 min | | | | | | | |
| IV | ASTM A 709 | Grade 70W | 70 | 485 | 90-110 | 620-760 | SMAW | A5.5 ⁶ | E9015-X, E9016-X, E9018-X, E9018-M | | | |
| | ASTM A 852 | | 70 | 485 | 90-110 | 620-760 | | | | | | |
| | SAW | A5.23 ⁶ | F9XX-EXXX-XX, F9XX-ECXXX-XX | | | | | | | | | |
| | | | | GMAW | A5.28 ⁶ | ER90S-XXX, E90C-XXX | | | | | | |
| FCAW | A5.29 ⁶ | E9XTX-X, E9XTX-XM | | | | | | | | | | |

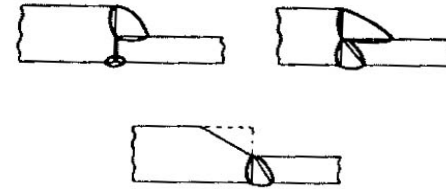
Notes:

1. In joints involving base metals of different groups, either of the following filler metals may be used: (1) that which matches the higher strength base metal, or (2) that which matches the lower strength base metal and produces a low-hydrogen deposit. Preheating shall be in conformance with the requirements applicable to the higher strength group.
2. Match API standard 2B (fabricated tubes) according to steel used.
3. When welds are to be stress-relieved, the deposited weld metal shall not exceed 0.05 percent vanadium.
4. Only low-hydrogen electrodes shall be used when welding ASTM A 36 or ASTM A 709 Grade 36 steel more than 1 in. (25 mm) thick for cyclically loaded structures.
5. Special welding materials and WPS (e.g., E80XX-X low-alloy electrodes) may be required to match the notch toughness of base metal (for applications involving impact loading or low temperature), or for atmospheric corrosion and weathering characteristics (see 3.7.3).
6. Filler metals of alloy group B3, B31, B4, B41, B5, B51, B6, B61, B7, B71, B8, B81, B9, or any BXXII grade in AWS A5.5, A5.23, A5.28, or A5.29 are not prequalified for use in the as-welded condition.
7. See Tables 2.3 and 2.5 for allowable stress requirements for matching filler metal.
8. The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A 913 Grade 60 or 65.
9. Filler metal properties have been moved to nonmandatory Annex O.
10. AWS ASM (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.

تمرکز تنش



تنش کششی در گوشه گلولی اتصال روییم



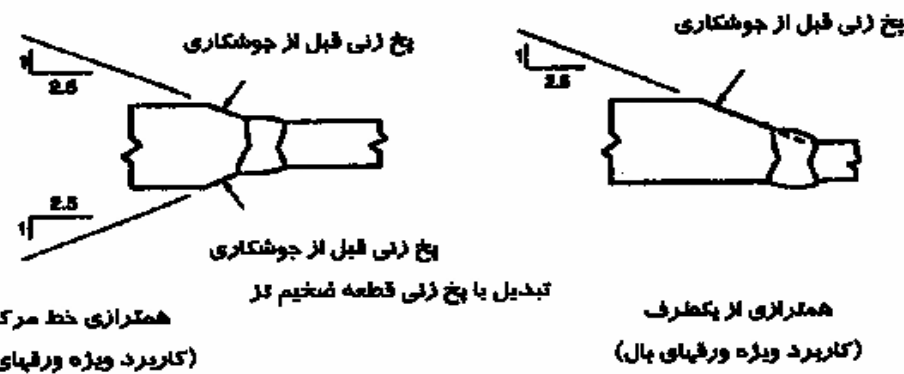
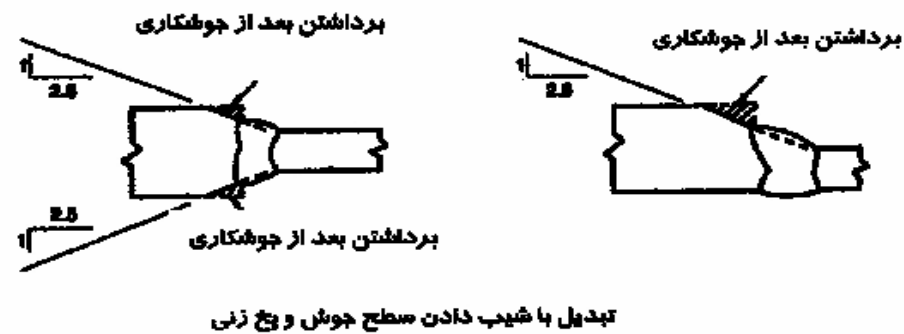
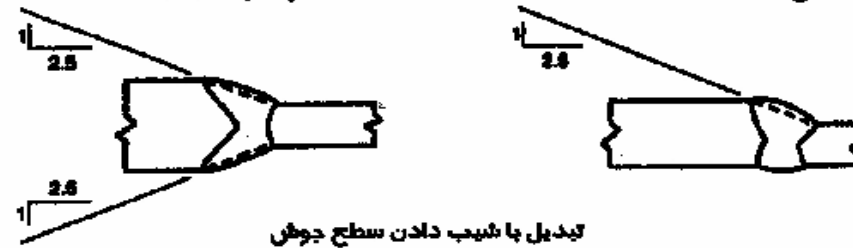
| | | | |
|---|------|-----|-----|
| اتصال سپری با جوش شیاری و یا گوشه ای | | | |
| الگوی تنش | | | |
| مقاومت کششی استاتیک | ٪۱۰۰ | ٪۸۰ | ٪۳۰ |
| مقاومت به خستگی | ٪۴۰ | ٪۲۵ | ٪۱۰ |
| مقاومت ضربه ای | ٪۸۵ | ٪۷۵ | ٪۱۰ |

شکل - الگوی تنش در اتصالات سپری

| | | | | |
|------------------------|------|-----|-----|-----|
| جوشهای شیاری لب بلب | | | | |
| الگوی تنش | | | | |
| مقاومت کششی استاتیک | ٪۱۰۰ | ٪۸۵ | ٪۷۰ | ٪۶۰ |
| مقاومت به خستگی | ٪۱۰۰ | ٪۳۵ | ٪۱۵ | ٪۱۰ |
| مقاومت ضربه ای | ٪۱۰۰ | ٪۸۰ | ٪۶۵ | ٪۴۰ |

الگوی تنش در اتصالات لب بلب

تبدیل ضخامت در اتصالات لب بلب ورقهای با ضخامت نامساوی



همترازی خط مرکزی
(کاربرد ویژه ورقهای جان)

همترازی از یکطرف
(کاربرد ویژه ورقهای بال)

یادآوری:

- ۱- شیار می تواند از هر نوع مجاز یا تایید صلاحیت شده باشد.
- ۲- شیب های نشان داده شده حداکثر مجاز می باشد.

بازرسی عواملی که در کیفیت جوش موثرند

نکاتی که قبل از جوشکاری، حین جوشکاری و بعد از جوشکاری با چشم کنترل میشوند.

کنترل قبل از جوشکاری

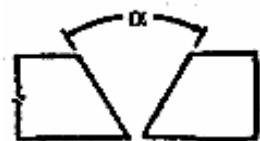
کنترل حین جوشکاری

کنترل بعد از جوشکاری

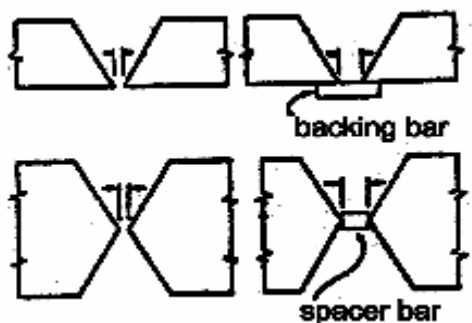
بازرسی قبل از جوشکاری = پیشگیری

بازرسی موقع جوشکاری = کنترل

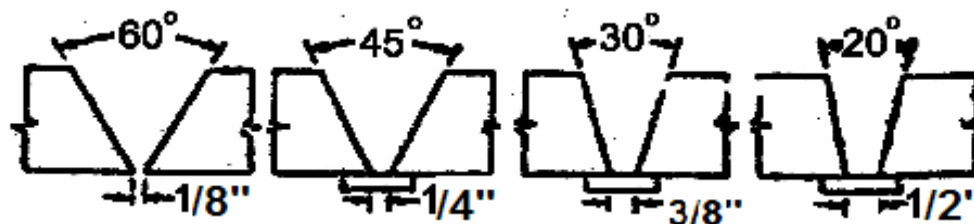
بازرسی بعد از جوشکاری = پذیرش یا اصلاح



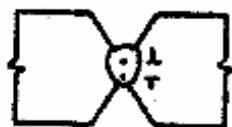
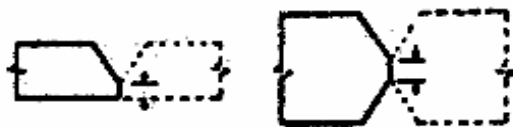
۱- درستی زاویه شیار



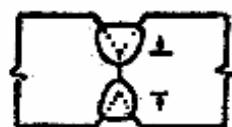
۲- باز بودن مناسب ریشه



۳- تیز نبودن لبه برای جوش شیاری



الف-جبهه ریشه خیلی کوچک
سختگی



ب-جبهه ریشه خیلی بزرگ
عدم نفوذ



ج-جبهه ریشه درست
نفوذ مناسب



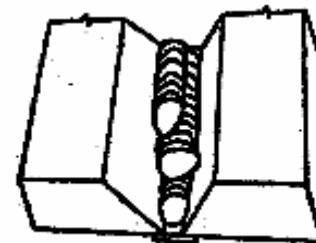
۴- در یک امتداد بودن

۵- پاک بودن اتصال

۶- نوع و اندازه صحیح الکتروود

۷- جریان جوشکاری و اتصال قطبی درست

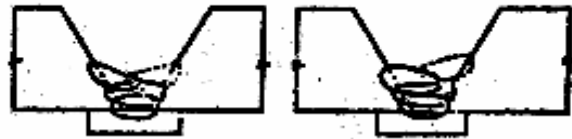
۸- خال جوش های درست



۹- ذوب خوب

10- درستی پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاسی

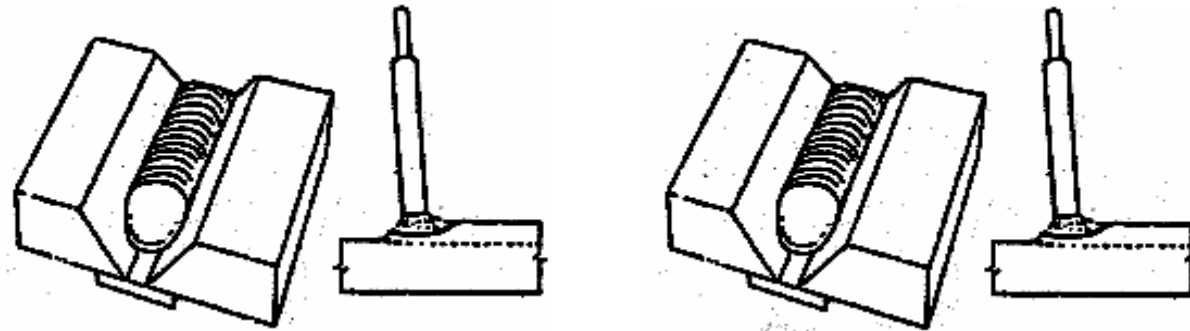
11- ترادف درست پاسها



ب - محفظه باقیمانده
بین لبه اتصال و پاس
قبلی کافی نبوده،
درست ذوب نمی شود
و ممکن است سرباره
در داخل جوش باقی
بماند.

الف - در پاسهای بعدی
مشکلی جهت ذوب
صحیح لبه اتصال و جوش
وجود ندارد.

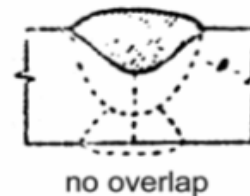
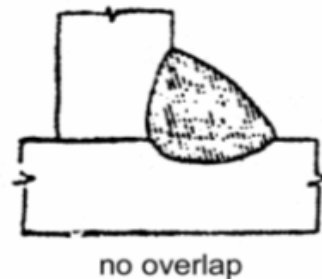
12- سرعت پیشرفت مناسب



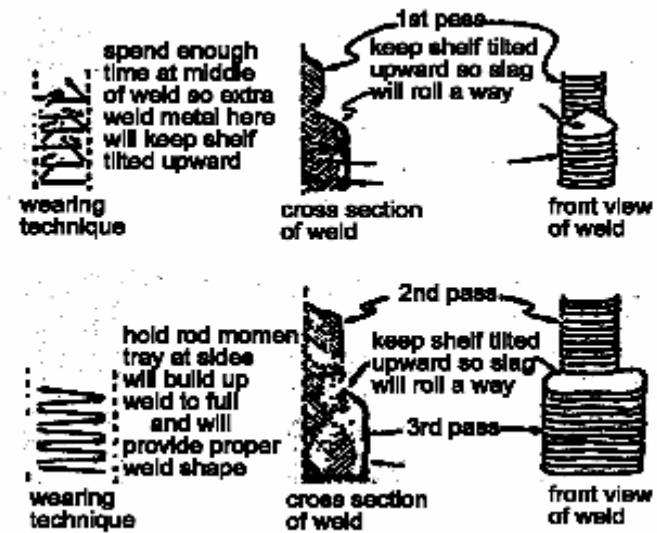
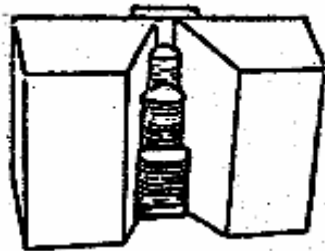
13- فقدان روپوشی



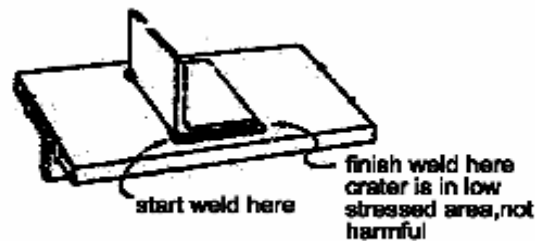
- الف- اگر روپوشی زیاد باشد
ممکن است قسمت ذوب نشده
در طول لبه باقی بماند.
- ب- ممکن است بریدگی در
طول ساق فوقانی جوش
نشان دهد. تشخیص این
قسمت با اثر رویچی در
طول لبه. ممکن است قسمت
ذوب نشده در طول لبه نشان
دهد. ممکن است زیر ریشه
اتصال نفوذ نکرده باشد.



□□ 14- کجی چاله جوش در جوشکاری عمودی



۱۵- چاله های پر شده



جوش در اینجا تمام شود
چاله در ناحیه با خستگی
کم قرار دارد و مضر
نخواهد بود.

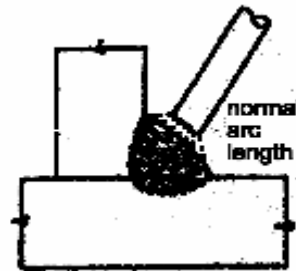
جوش از اینجا
شروع شود.



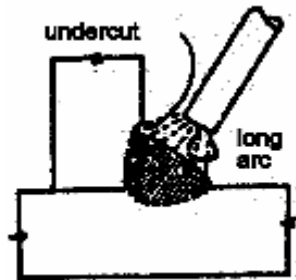
پر کردن چاله تا اندازه کامل اثر شکافی آنرا
در انتهای جوش نخواهد کاست.

اثر شکاف چاله بدتر
از اثر شروع جوش نیست.

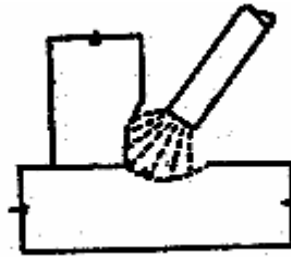
۱۶- فقدان بریدگی کناره



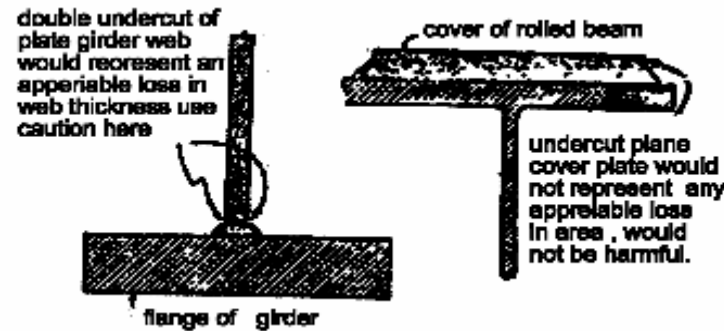
الف - بر اثر دمیدن قوس قسمتی از فلز مبنا ذوب میشود.



ب - اگر قوس خیلی بلند باشد، فلز جوش مذاب حاصل از انتهای الکترود ممکن است کم بیاید و بطور کامل این منطقه ذوب شده را پر نکند، بنابراین در طول ساق فوقانی جوش، بریدگی (گود افتادگی) بجا می ماند.



ج - اگر طول قوس به اندازه درستی کوتاه شود، فلز جوش مذاب از انتهای الکتروود بطور کامل این منطقه ذوب شده را پر خواهد کرد و بریدگی (گود افتادگی) بجای نخواهد گذاشت.



الف - در اینجا نیروی کششی اعمال شده عمود بر بریدگی است و افزایش خستگی محسوب میشود که ممکن است مضر باشد.

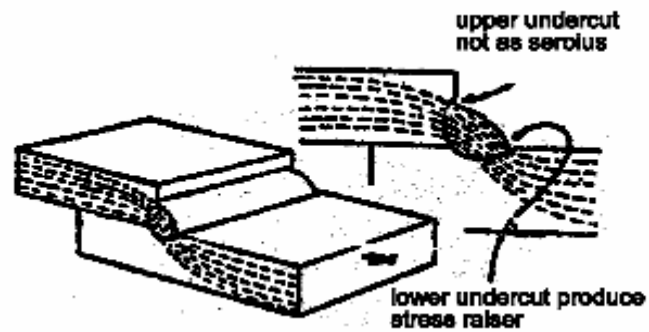


ب- در اینجا خستگیهای کششی محوری اعمال شده موازی با بریدگی هستند و افزایش خستگی محسوب نمیشود و مضر نخواهد بود.



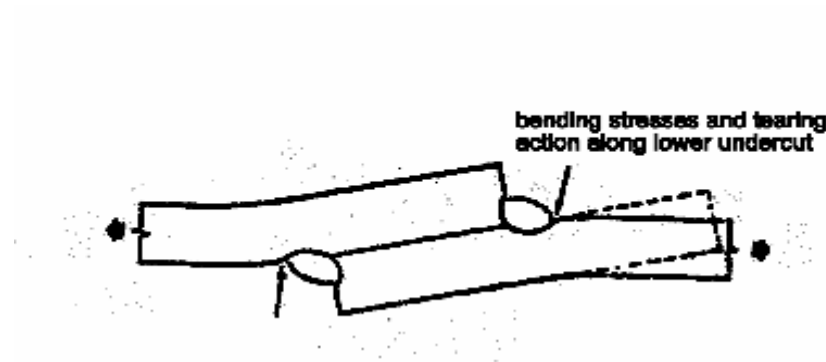
ج- در اینجا نیروی برشی اعمال شده موازی با بریدگی است و افزایش خستگی بحساب نمی آید و مضر نمی باشد.





بریدگی فوقانی غیرمهم

بریدگی تحتانی باعث افزایش خستگی میشود.

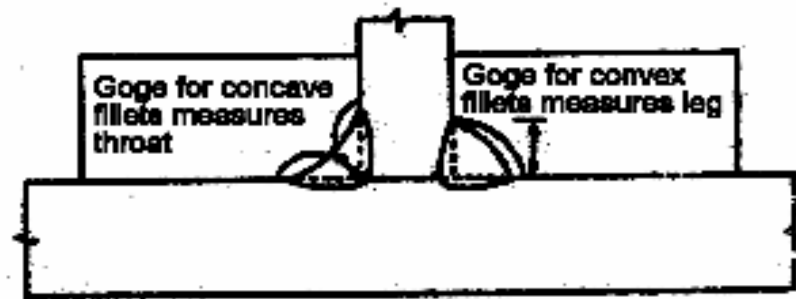


خستگی های خمشی و عمل
پاره شدن در بریدگی تحتانی



۱۷- برجسته نبودن جوشهای شیاری

۱۸- برجسته نبودن جوشهای شیاری



۱۹- فقدان ترک

بازرسی عواملی که در کیفیت جوش موثرند

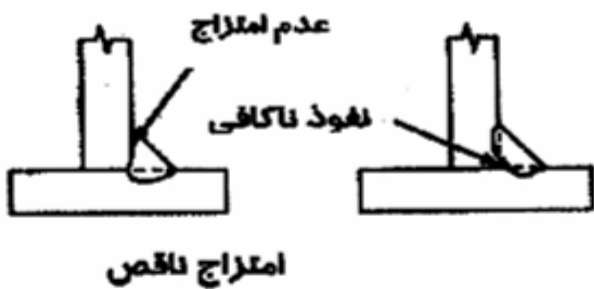
| شرح | قبل از جوشکاری | حین جوشکاری | بعد از جوشکاری |
|--|----------------|-------------|----------------|
| ۱ درستی زاویه شیار | ✓ | | |
| ۲ باز بودن مناسب ریشه | ✓ | | |
| ۳ تیز نبودن لبه برای جوش شیار | ✓ | | |
| ۴ در یک امتداد بودن | ✓ | | |
| ۵ پاک بودن اتصال | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۶ نوع و اندازه ی صحیح الکتروود | ✓ | | |
| ۷ جریان جوشکاری و اتصال قطبی درست | ✓ | | |
| ۸ دال جوش های درست | ✓ | | |
| ۹ ذوب خوب | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۰ درستی پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاس | ✓ | | |
| ۱۱ ترداف پاس ها (Sequence) | ✓ | | |
| ۱۲ سرعت پیشرفت مناسب | ✓ | | |
| ۱۳ فقدان روپوشی (لوجه ، Overlap) | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۴ کجی جاله جوش در جوشکاری عمودی | ✓ | | |
| ۱۵ جاله های پر شده (Crater) | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۶ فقدان بریدگی کناره (Undercut) | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۷ برجسته نبودن جوشهای شیار | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۸ کامل بودن اندازه جوشهای گوشه ای | ✓ | | |
| ۱۹ فقدان ترک | ✓ | ✓ | ✓ |

اشکالات در جوشکاری قوسی الکتریکی

| اشکال | علت | چاره |
|------------------------------|---|---|
| نفوذ ناقص | ۱- نقص طراحی اتصال ۲- خیلی زیاد بودن سرعت جوشکاری ۳- کافی نبودن شدت جریان جوشکاری ۴- خیلی بزرگ بودن اندازه الکترود | ۱- بررسی فاصله لبه‌ها در ریشه، اندازه رویه ریشه، زاویه شیار ۲- کم کردن سرعت جوشکاری ۳- زیاد کردن شدت جریان جوشکاری ۴- کاهش اندازه الکترود |
| ضعف ظاهر | ۱- خیلی زیاد یا کم بودن شدت جریان ۲- استفاده نادرست الکترود ۳- الکترود معيوب | ۱- تنظیم مقدار شدت جریان ۲- بررسی روش جوشکاری ۳- خشک کردن الکترود برای برطرف کردن رطوبت، تعویض الکترود |
| بریدگی کناره | ۱- خیلی زیاد بودن شدت جریان ۲- خیلی بلند بودن طول قوس ۳- نوسان نادرست الکترود ۴- خیلی تند بودن سرعت جوشکاری | ۱- استفاده از شدت جریان کمتر ۲- کوتاه کردن طول قوس ۳- تغییر زاویه نگهداری الکترود بطوریکه از نیروی قوس برای پر کردن بریدگی کناره استفاده شود. ۴- آهسته کردن سرعت جوشکاری |
| پاشیدگی زیاد | ۱- خیلی زیاد بودن شدت جریان ۲- خیلی بلند بودن طول قوس ۳- زیادی انحراف قوس ۴- الکترود معيوب | ۱- استفاده از شدت جریان کمتر ۲- کوتاه کردن طول قوس ۳- اصلاح انحراف قوس ۴- تعویض الکترود |
| انحراف قوس | ۱- میدان مغناطیسی، ایجاد شده هنگام استفاده از جریان دائم، سبب انحراف قوس میشود ۲- میدان مغناطیسی، ایجاد شده | ۱- استفاده از ماشین جریان متناوب ۲- بی اثر کردن انحراف با تغییر زاویه الکترود ۳- جابجا کردن یا دورساخته کردن گره اتصال زمین ۴- تعویض میز کار مغناطیسی ۵- استفاده از مهله پشت بند برنجی یا مسی |
| جوشهای شککننده | ۱- الکترود نادرست ۲- عملیات حرارتی نادرست ۳- جوشهای سخت شونده در هوا ۴- جمع شدن فلز مینا | ۱- استفاده از الکترود کم هیدروژن یا اوستنیتی ۲- استفاده از دوره های درست پیش گرمایش و پس گرمایش ۳- استفاده از الکترودهای اوستنیتی ۴- نفوذ کم عمق برسبیل هدایت لومس به حوضچه جوش |
| پیچیدگی و تاب برداشتن | ۱- جسم خارجی در اتصال | ۱- برطرف کردن زنگ، پوسته و سایر اجسام خارجی از لبه |

اشکالات در جوشکاری قوسی الکتریکی

| اشکال | علت | چاره |
|------------------------------|--|--|
| سرپاره در جوش | ۱- طراحی اتصال تورفتگی تیز ۲- زیاد بودن ویسکوزیته فلز مذاب، سرد شدن سریع، خیلی کم بودن درجه حرارت جوش | ۱- آماده سازی درست شیار قبل از جوشکاری هرپاس اجتناب از دوره هائی که نفوذ باقوس مشکل است. ۲- استفاده از پیش گرمایش و کسب ورودی حرارت بیشتر |
| جوشهای متخلخل | ۱- خیلی تند بودن سرعت جوشکاری ۲- خیلی کم بودن شدت جریان ۳- زیاد بودن گوگرد، فسفر، ناخالصیها ۴- الکترودهای معیوب | ۱- آهسته کردن سرعت جوشکاری ۲- افزایش مقدار شدت جریان ۳- استفاده از الکترودهای کم هیدروژن ۴- خشک کردن الکترود برای برطرف کردن رطوبت، تعویض الکترودها |
| جوشهای ترک دار | ۱- الکترود معیوب ۲- صلابت اتصال، تنش دار بودن جوش ۳- شکل مهره جوش ۴- چاله ها ۵- تند بودن سرعت سرد جوش | ۱- استفاده از الکترودهای کم هیدروژن ۲- طراحی مجدد اتصال، استفاده از پیش گرمایش و پس گرمایش، جوش بافته ای (جوش با نوسان دست) ۳- استفاده از حرکت آهسته در یا الکترود زود منجمد شونده تر برای حصول مهره محدب تر ۴- برگشت به عقب برای پر کردن چاله ها ۵- پیش گرم کردن و یا پس گرم کردن |
| پیچیدگی و تاب برداشتن | ۱- نادرستی طراحی جوش ۲- حرارت دیدن زیاد ۳- خیلی کند بودن سرعت جوشکاری ۴- نادرستی ترتیب و توالی جوشکاری ۵- گیره بندی ناقص | ۱- طراحی مجدد برای آزادی نیروهای انبساط و انقباض ۲- استفاده از شدت جریان کمتر و تسمه های خنک کن با کارائی بیشتر ۳- افزایش سرعت قوس ۴- بهبود ترتیب و توالی جوشکاری ۵- گیره بندی درست به تسمه خنک کن |



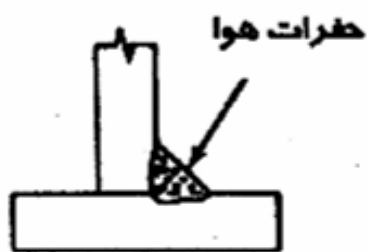
امتزاج ناقص



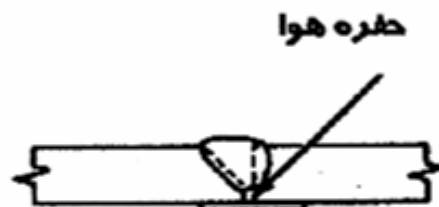
گود افتادگی



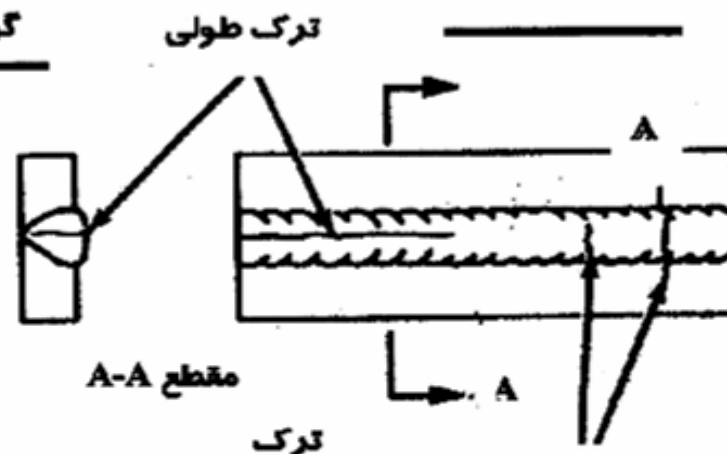
عدم نفوذ



تخلخل

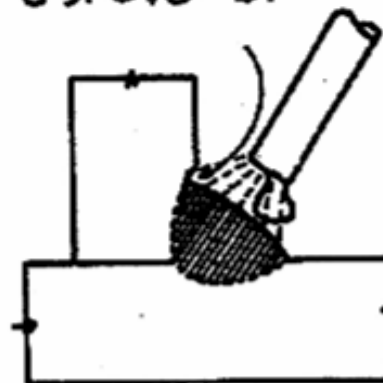
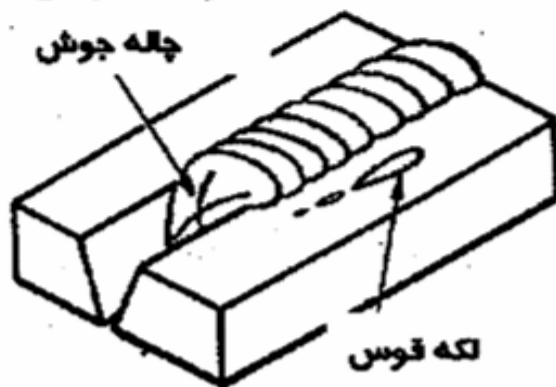


پشتت بلند

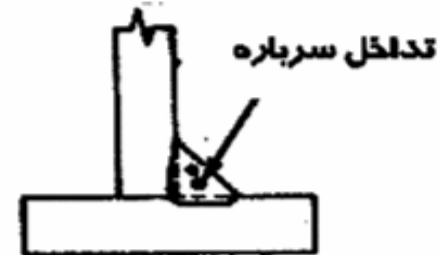


بریدگی پای جوش

ترک ستاره ای در



بریدگی پای جوش



تداخل سرباره

گروه بندی عیوب جوشکاری

گروه شماره ۱- ترک ها

گروه شماره ۲- حفره ها

گروه شماره ۳- آخال توپر

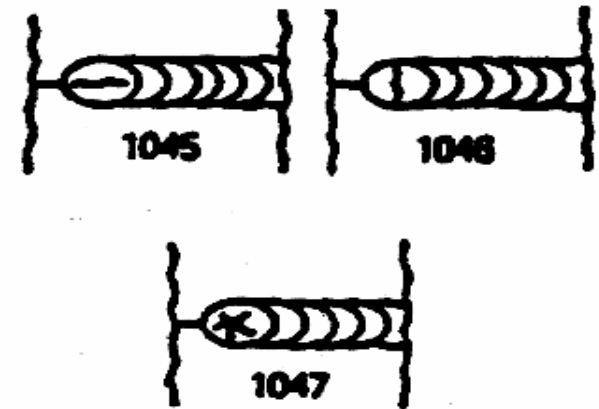
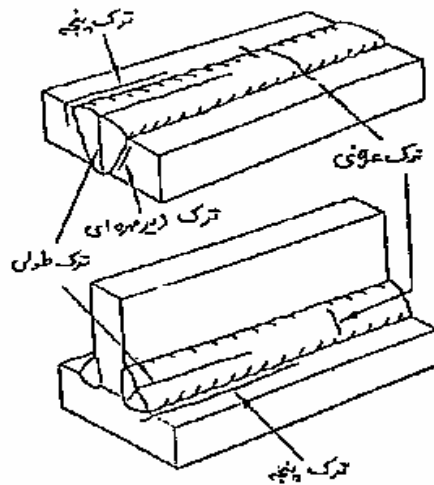
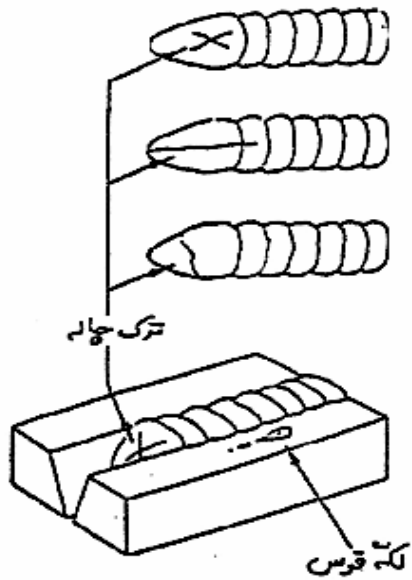
گروه شماره ۴- ذوب ناقص و نفوذ ناقص

گروه شماره ۵- شکل ناقص

گروه شماره ۶- عیوب متفرقه

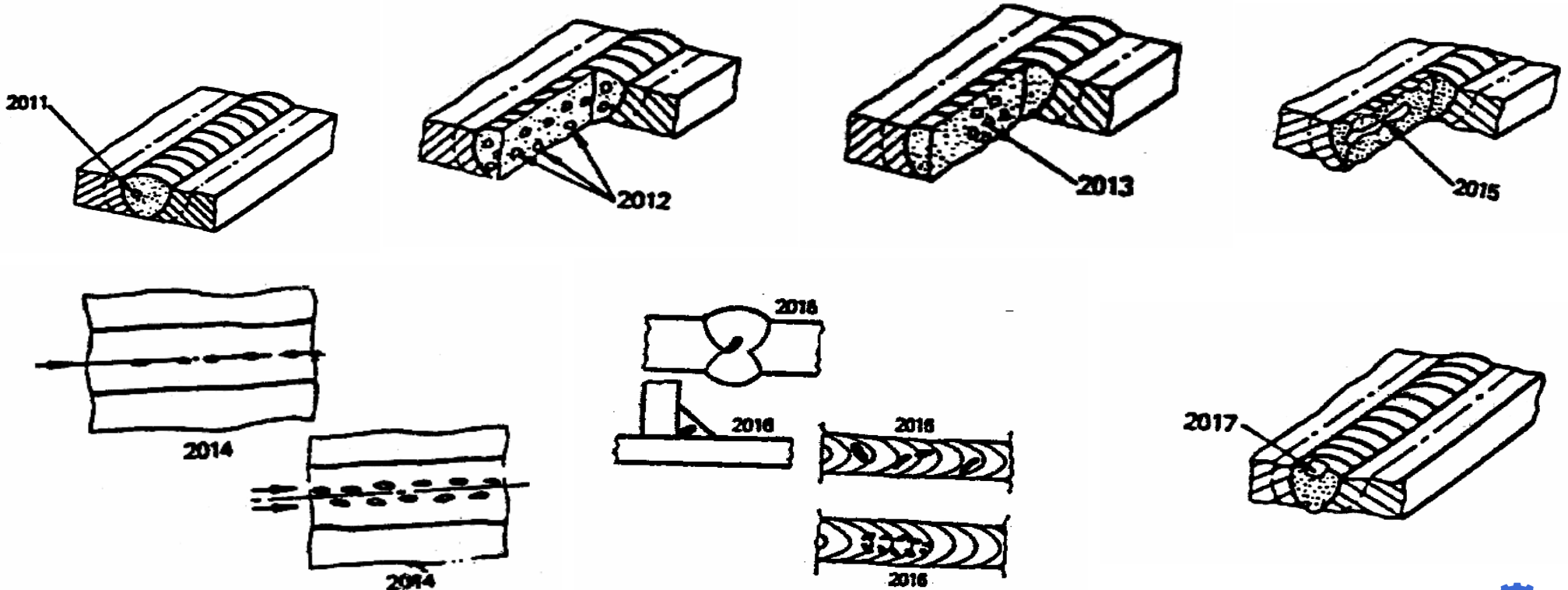
گروه شماره ۱- ترک ها

- ترک گلویی
- ترک عرضی
- ترک طولی
- ترک زیر مهره ای
- ترک چاله جوش
- ترک پنجه



گروه شماره ۲-حفره ها

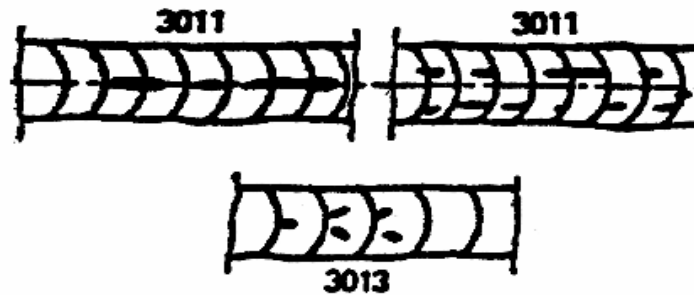
- منفذ گازی
- تخلخل با پخش یکنواخت
- تخلخل خطی
- سوراخ کرمی
- تخلخل
- تخلخل خوشه ای
- تخلخل لوله ای
- منفذ سطحی



گروه شماره ۳- آخال توپر

- آخال پودر
- آخال تنگستن

- آخال سرباره
- آخال اکسید

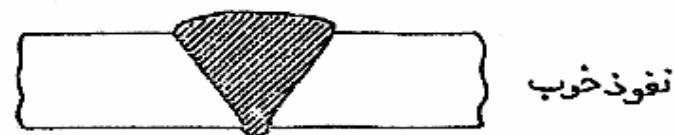
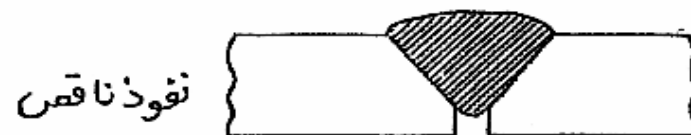
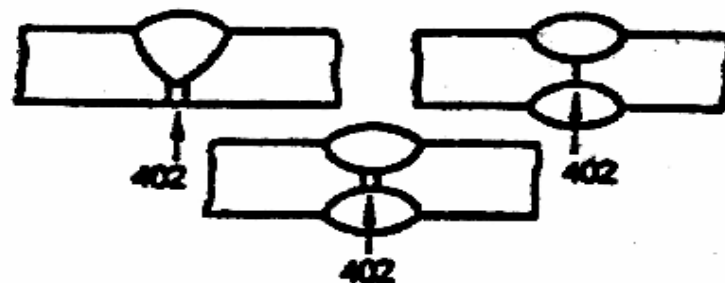
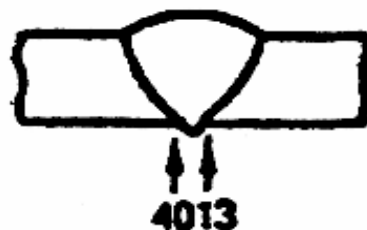


گروه شماره ۴- ذوب ناقص و نفوذ ناقص

- ذوب ناقص (دیواره جانبی، بین پاسی، در ریشه جوش)

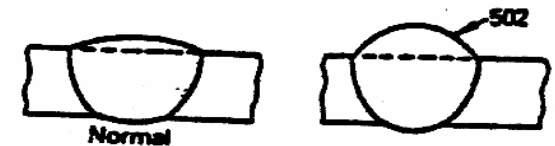
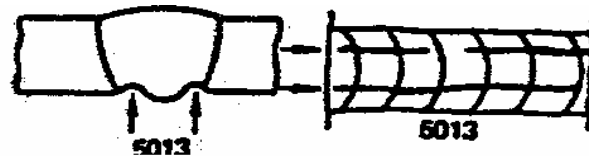
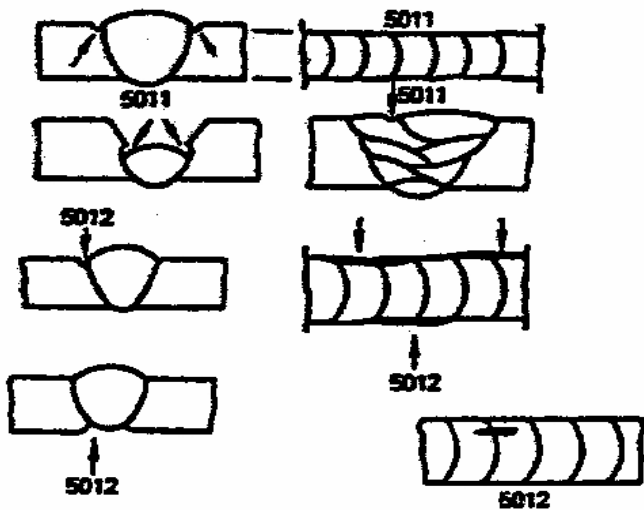
- ذوب نشدن لبه جوش

نفوذ ناقص

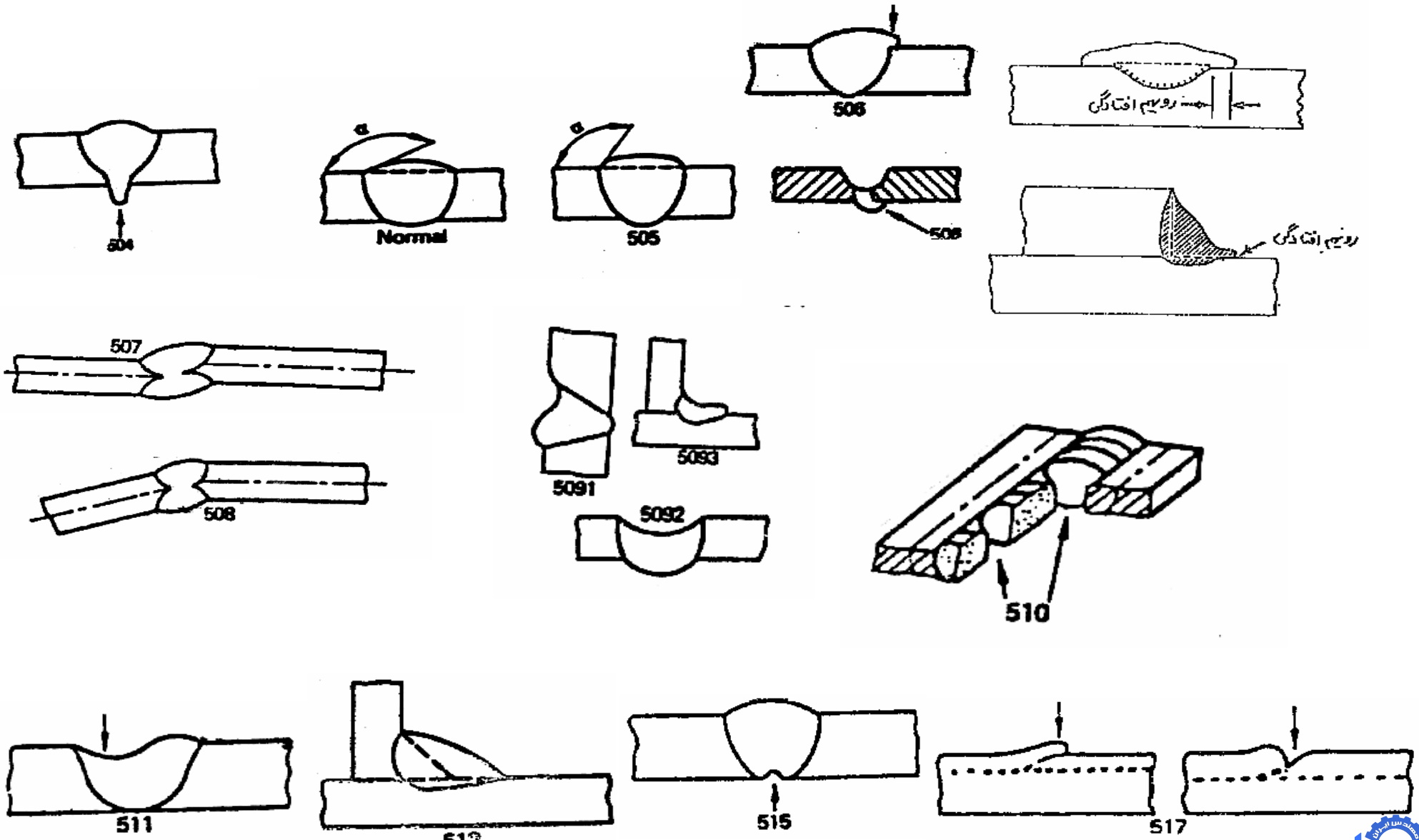


گروه شماره ۵- گروه شکل ناقص

- بریدگی کناره
- شیار انقباضی
- فلز جوش اضافی
- تحدب اضافی
- نیمرخ نادرست جوش
- نفوذ اضافی
- عدم همترازی جوش
- رویهم افتادگی
- عدم همترازی زاویه ای
- شیار کاملاً پرنشده
- سختگی سرتاسری
- گود افتادگی
- پهنای نامنظم
- نامتقارنی اضافی جوش گوشه ای
- تخلخل ریشه
- تقعر ریشه
- شروع مجدد ضعیف



گروه شکل ناقص



گروه شماره ۶- عیوب متفرقه

-جرقه هرز یا لکه قوس

-جرقه

-جرقه تنگستن

-سطح پاره شده

-علامت سنگ زنی

علامت چکش سرباره پاک کنی

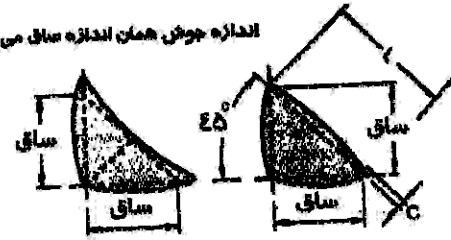
سنگ زنی اضافی

معیار پذیرش جوش اسکلت فلزی در بازرسی چشمی

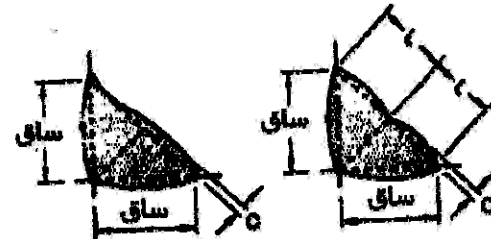
| انصافات نوله‌ای (تمام‌پارها) | بارگذاری دوره ای انصافات شیرنوله‌ای | بارگذاری استاندارد انصافات غیرنوله‌ای | دسته بندی عیب و معیار بازرسی |
|------------------------------------|--|--|---|
| X | X | X | ۱- مملوعیت ترک جوش نیاستی ترک داشته باشد. |
| X | X | X | ۲- ذوب جوش / فلز مینا بین لبه های مجاور جوش و بین فلز جوش و فلز مینا بایستی ذوب کامل وجود داشته باشد. |
| X | X | X | ۳- مقطع عرضی چاله جوش تمام چاله های جوش (به غیر از جوشهای گوشه ای منقطع خارج از طول موثرشان) بایستی تا مقطع عرضی کامل جوش پر شوند. |
| X | X | X | ۴- نیمرخ جوش نیمرخ جوش بایستی مطابق الگوی ارائه شده باشد. |
| X | X | X | ۵- زمان بازرسی در تمام فولادها، بازرسی چشمی جوشها می تواند بلافاصله بعد از آن که جوشهای تکمیل شده تا درجه حرارت محیط سرد شدند، شروع گردد. برای فولادهای <i>ASTM A514</i> و <i>ASTM A517</i> معیارپذیرش بر مبنای بازرسی بعد از ۴۸ ساعت پس از تکمیل جوش استوار است. |
| X | X | X | ۶- کمبود جوش جوش گوشه ای در هر جوش منفرد پیوسته مجاز است تا ۱/۵ میلیمتر کمتر از اندازه اسمی باشد. و در این صورت نیاز به اصلاح ندارد، بشرطی که قسمت کمبود جوش از ۱۰ درصد طول جوش بیشتر نباشد. در جوشهای جال به بال شاه تیرها، در طول مساوی دو برابر عرض بال هیچگونه کمبود در دو انتها مجاز نیست. |
| | | X | ۷- بریدگی کناره الف - برای قطعات با ضخامت کمتر از ۲۵ میلیمتر، عمق بریدگی کناره نیاستی از یک میلیمتر بیشتر باشد، مگر آنکه بریدگی های کناره با عمق حداکثر ۱/۵ میلیمتر در هر ۳۰۰ میلیمتر از طول جوش دارای مجموع طول بیشتر از ۵۰ میلیمتر نباشد. برای قطعات با ضخامت بیشتر از ۲۵ میلیمتر، عمق بریدگی کناره بایستی از ۱/۵ میلیمتر در طول جوش بیشتر نباشد. |
| X | X | | ب- در اعضای اصلی وقتی جوش عمود بر تنش کششی است، تحت هر شرایط بارگذاری طرح، عمق بریدگی کناره نیاستی از ۰/۲۵ میلیمتر بیشتر نباشد. در کلیه موارد دیگر، عمق بریدگی کناره نیاستی بیشتر از یک میلیمتر نباشد. |

| اتصالات لوله‌ای (تمام بارها) | بارگذاری دوره ای اتصالات غیرلوله‌ای | بارگذاری استاتیک اتصالات غیرلوله‌ای | دسته بندی عیب و معیار بازرسی |
|------------------------------------|--|--|---|
| | | X | <p>۸- تخلخل</p> <p>الف - جوشهای شیاری با نفوذ کامل در اتصالات لب بلب عمود بر جهت تنش کششی محاسبه شده نایستی تخلخل لوله ای قابل دید داشته باشند. برای تمام جوشهای شیاری دیگر و برای جوشهای گوشه ای، مجموع تخلخل لوله ای قابل دید با قطر یک میلیمتر یا بزرگتر نایستی در طول ۲۵ میلیمتر از جوش از ۱۰ میلیمتر بیشتر باشد و همچنین نایستی مجموع چنین عیبی در هر ۳۰۰ میلیمتر از طول جوش از ۱۹ میلیمتر بیشتر شود.</p> |
| X | X | | <p>ب - تعداد تخلخل لوله ای در جوشهای گوشه ای در هر ۱۰۰ میلیمتر طول جوش نایستی از یکی بیشتر باشد و حداکثر قطر تخلخل لوله ای قابل دید با قطر یک میلیمتر یا بزرگتر نایستی در طول ۲۵ میلیمتر از جوش از ۱۰ میلیمتر بیشتر باشد و همچنین نایستی مجموع چنین عیبی در هر ۳۰۰ میلیمتر از طول جوش از ۱۹ میلیمتر بیشتر شود.</p> |
| X | X | | <p>ج - جوشهای شیاری با نفوذ کامل در جوشهای لب بلب عمود بر جهت تنشهای کششی محاسبه شده نایستی دارای تخلخل لوله ای باشند. بریا تمام جوشهای شیاری دیگر، تعداد تخلخل لوله ای نایستی در هر ۱۰۰ میلیمتر طول از یکی بیشتر بوده و حداکثر قطر تخلخل نایستی از ۲ میلیمتر زیاد باشد.</p> |
| | | | <p>علامت (X) کاربرد پذیری نوع اتصال را نشان می دهد. خانه های بدون علامت ، نشانه عدم کاربرد پذیری است. این معیار براساس آیین نامه جوشکاری سازه های فولادی <i>AWS-D1.1-2000</i> تهیه شده است.</p> |

اندازه جوش همان اندازه ساق می باشد



تعریف مقاطع جوش گوشه



مقاطع قابل پذیرش جوش گوشه

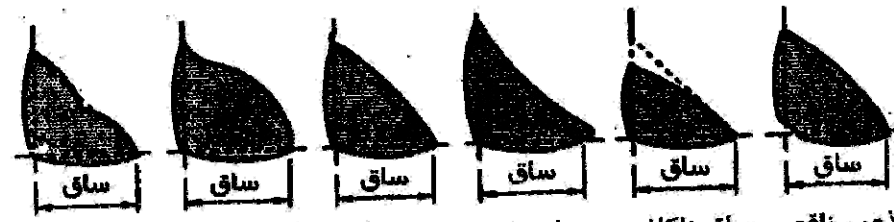
کرده جوش نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

اندازه ساق یا طول L

- $L \leq 8mm$
- $8 < L < 25mm$
- $L \geq 25mm$

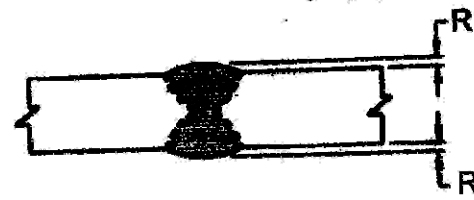
حداکثر کرده

- 1.6mm
- 3mm
- 5mm

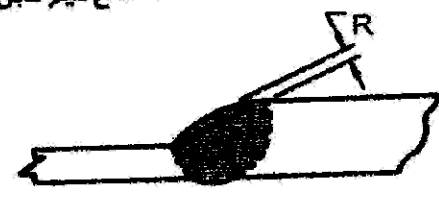


ذوب ناقص ساق ناکافی لوچه بریدگی کرده زیاد گروی ناکافی

مقاطع غیر قابل پذیرش جوش گوشه

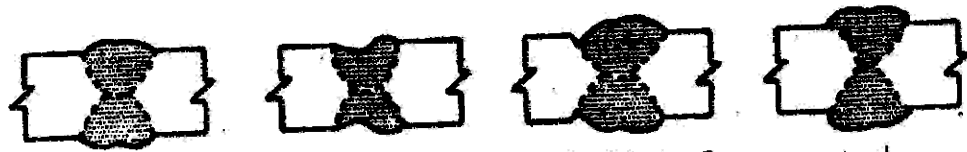


ورقها با ضخامت مساوی



ورقها با ضخامت نامساوی
حداکثر کرده مساوی ۳ میلیمتر است

مقاطع قابل پذیرش جوش شیباری



تحدب زیاد

گروی ناکافی

گود افتادگی زیاد

لوچه

مقاطع غیر قابل پذیرش جوش شیباری

معیار پذیرش عیوب در اسکلت فلزی

عیب مدور=طول عیب کمتر یا مساوی سه برابر عرض عیب
Rounded=مدور

عیب طویل شده = طول عیب بیشتر از سه برابر عرض عیب
Elongated = طویل شده

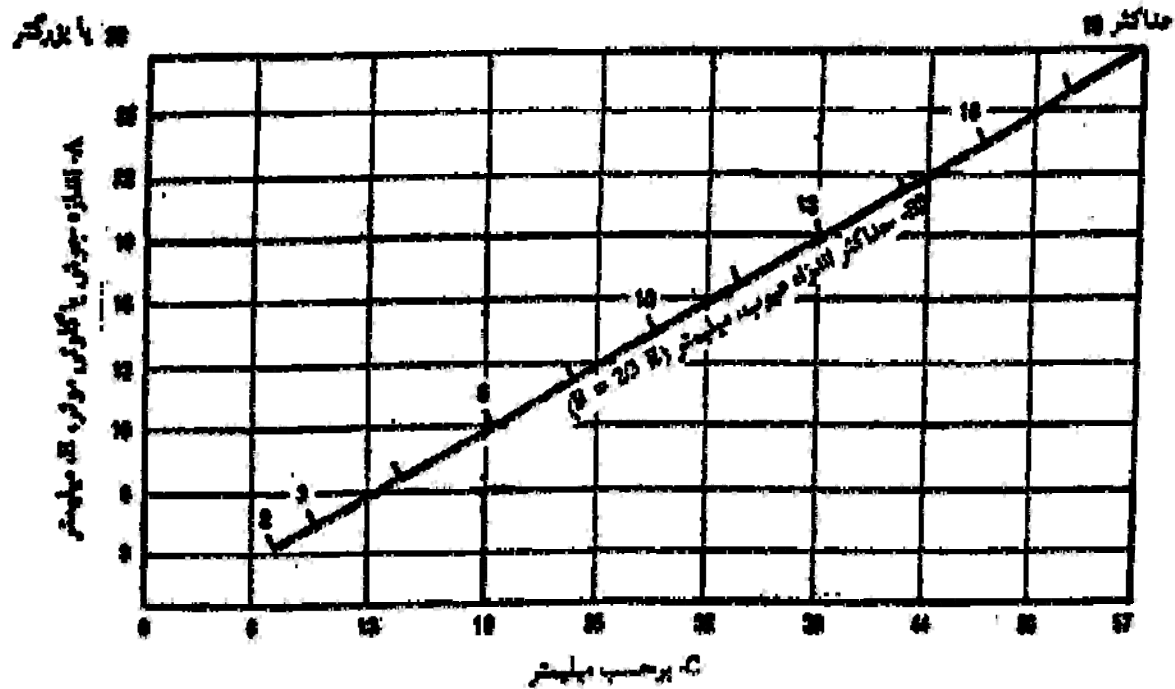
عیوب ردیف شده = چهار عیب مدور در یک راستا
Aligned=ردیف شده

عیوب پراکنده = چهار عیب مدور که در یک راستا نباشند
Scattered=پراکنده

عیوب خوشه ای = انبوهی از عیوب مدور یا تخریخ متمرکز در یک ناحیه
Cluster = خوشه ای

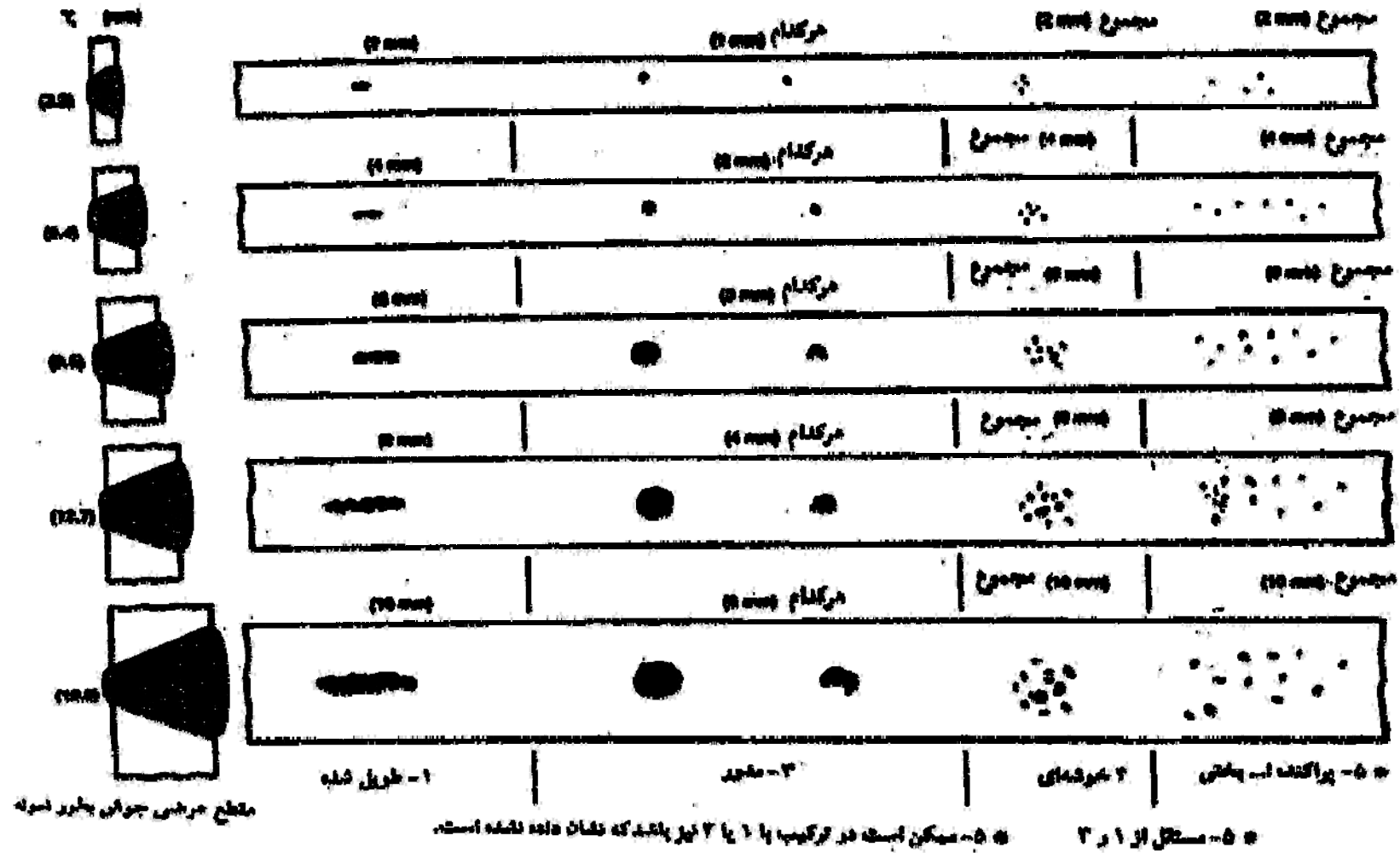
عیبهای غیرمجاز بایستی اندازه بیشتر از مقدار ارائه شده نداشته باشد و فاصله بین آنها از آنچه که داده شده کمتر نباشد.

- ۱- برای تعیین حداکثر اندازه حبوب مجاز در هر اتصال یا اندازه جوش، یک خط افقی رسم کنید تا با خط B برخورد کند.
- ۲- برای تعیین حداقل فاصله مجاز بین لبه‌های حبوب با هر اندازه بزرگتر از ۲ میلی‌متر، خطی عمودی از خط B رسم کنید تا با خط C برخورد کند.



C - حداقل فاصله اندازه‌گیری شده در امتداد محور طولی جوش بین لبه‌های منال یا حبوب نوع دومی (صیبه‌های بزرگتر یا صیبه‌های مجاور)، یا تا یک لب یا تا یک انتهای جوش متقاطع.

الزامات کیفیتی جوش برای حبوب طویل شده تعیین شده بوسیله پرتونگاری برای اسکلت‌های فلزی فیبرلونه‌ای یا پارگذاری استاپک



مقطع عرضی جوانی بطور نمونه

۵- مستقل از ۱ و ۲
۵- می‌توان بسته به ترکیب با ۱ یا ۲ نیز باشد که نشان داده نشده است.

تساوی بر تونگاری حداکثر همواره قابل قبول

متغییر اساسی PQR اگر عوض نشود به تایید مجدد WPS نیاز دارد
برای فرایندهای GTAW ، FCAW ، GMAW ، SAW ، SMAW

| فرایند | | | | | متغییر اساسی تغییر کند، PQR به تجدید صلاحیت نیاز دارد |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| قوسی تنگستنی با حفاظت گاز (GTAW) | توپودری (FCAW) | قوسی فلزی با حفاظت گاز (GMAW) | زیر پودری (SAW) | الکتروود دستی (SMAW) | |
| فلز پرکننده | | | | | |
| | × | × | | × | ۱- افزایش مقاومت طبقه بندی فلز پرکننده |
| | | | | × | ۲- تغییر الکتروود SMAW از کم هیدروژن به غیر کم هیدروژن |
| × | × | | × | | ۳- تغییر از یک طبقه بندی الکتروودها سیم جوش و پودر به طبقه بندی الکتروود با سیم جوش و پودر دیگر (Note 2) |
| AWS A5.20 or A5.29 | AWS A5.20 or A5.2 | AWS A5.18 or A5.28 | AWS A5.17 or A5.23 | AWS A 5.1 or A5.5 | ۴- تغییر به طبقه بندی الکتروود یا سیم جوش و پودری که در (یادآوری A) آورده نشده است |
| × | | | | | ۵- اضافه شدن یا حذف فلز پرکننده |
| × | | | | | ۶- تغییر از تغذیه سیم سرد به تغذیه سیم گرم یا بالعکس |
| | | | × | | ۷- اضافه شدن یا حذف تکمیلی فلز پرکننده پودر شده یا دانه ای یا سیم بریده شده |
| | | | × | | ۸- اضافه شدن در مقدار تکمیلی فلز پرکننده پودر شده یا دانه ای یا سیم بریده شده |
| | | | × | | ۹- اگر محتوای آلیاژی فلز جوش به فلز پرکننده پودر شده تکمیلی بستگی داشته باشد، هر تغییر WPS که منتج به رسوب جوش با عناصر آلیاژی مهم بشود که با الزامات ترکیب شیمیایی WPS همخوانی نداشته باشد. |
| الکتروود یا سیم جوش | | | | | |
| بیشتر از ۱/۶ میلیمتر افزایش یا کاهش | هر افزایش | هر افزایش یا کاهش | هر افزایش (Note 3) | افزایش بیشتر از ۱/۸ میلیمتر | ۱۰- تغییر قطر اسمی سیم جوش |
| | × | × | × | | ۱۱- تغییر در تعداد سیم جوش |
| × | | | | | ۱۲- تغییر نوع الکتروود تنگستنی طبق AWS A5.12 |

| فرایند | | | | | متغیر اساسی تغییر کند، PQR به تجدید صلاحیت نیاز دارد |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
| الکتروود دستی (SMAW) | لر بودری (SAW) | فوسی فلزی با حفاظت گاز (GMAW) | توپودری (FCAW) | فوسی تنگسنگی با حفاظت گاز (GTAW) | |
| پارامترهای الکتریکی | | | | | |
| بیشتر از ۱۰٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۱۰٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۱۰٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۱۰٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۲۵٪ | ۱۳- تغییر در آمپر برای هر قطر مورد استفاده توصیه نشده است |
| | | | فاصله و آنتی که بودر آنتی یا مواد آب داده و برکشت شده استفاده می شود. | | ۱۴- تغییر در نوع برق (مستقیم یا متناوب) یا اتصال قطبی و حالت انتقال (فقط برای GMAW) |
| بیشتر از ۷۵٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۷٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۷٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۷٪ افزایش یا کاهش | به مقداری که توسط سازنده الکتروود توصیه نشده است | ۱۵- تغییر در ولتاژ برای هر قطر مورد استفاده |
| | بیشتر از ۱۰٪ | بیشتر از ۱۰٪ | بیشتر از ۱۰٪ | | ۱۶- افزایش سرعت تغذیه سیم برای هر قطر سیم (اگر آمپر توسط دستگاه کنترل نمی شود) |
| بیشتر از ۵۰٪ افزایش یا کاهش | بیشتر از ۲۵٪ افزایش یا کاهش (Note 4) | بیشتر از ۲۵٪ افزایش یا کاهش (Note 4) | بیشتر از ۱۵٪ افزایش یا کاهش | | ۱۷- تغییر سرعت حرکت (مگر آنکه کنترل گرمای ورودی لازم باشد) |
| هر تغییر (وقتی که آزمایش ضربه نشان می لازم است) | بیشتر از ۱۰٪ | بیشتر از ۱۰٪ | بیشتر از ۱۰٪ | بیشتر از ۱۰٪ | ۱۸- افزایش گرمای ورودی (پداوری ۵) |
| گاز محافظ | | | | | |
| | | | | | ۱۹- تغییر گاز محافظ از گاز تک به گاز تک دیگر یا گاز مخلوط یا در ترکیب درصدی اسمی مشخص شده مخلوط گاز یا به بدون گاز |
| مسواوی یا بیشتر از ۷۵٪ افزایش | مسواوی یا بیشتر از ۲۰٪ افزایش | مسواوی یا بیشتر از ۲۵٪ افزایش | مسواوی یا بیشتر از ۱۰٪ کاهش | | ۲۰- تغییر نرخ جریان (دبی) گاز (تغییر لیتر بر دقیقه کار) |
| | AWS A 5.20 or A 5.29 | AWS A 5.18 or A 5.28 | | | ۲۱- تغییر به گاز محافظی که در یادآوری A آورده نشده است |

| فرایند | | | | | متغیر اساسی تغییر کند، PQR به تجدید صلاحیت نیاز دارد. |
|--|-------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------|---|
| قوسی تنگستنی با حفاظت گاز (GTAW) | توپودری (FCAW) | قوسی فلزی با حفاظت گاز (GMAW) | زیر پودری (SAW) | الکتروود دستی (SMAW) | |
| پارامترهای زیر پودری | | | | | |
| | | | × | | ۲۲- تغییر بیشتر از ۱۰٪ یا ۳ میلیمتر هر کدام بزرگتر است، در فاصله طولی قوسها |
| | | | × | | ۲۳- تغییر بیشتر از ۱۰٪ یا ۳ میلیمتر هر کدام بزرگتر است، در فاصله جانبی قوسها |
| | | | × | | ۲۴- افزایش یا کاهش بیشتر از ۱۰ درجه در وضعیت زاویه‌ای سیم جوش موازی |
| | | | × | | ۲۵- برای SAW ماشینی یا خودکار، افزایش یا کاهش بیشتر از ۳ درجه در زاویه سیم جوش |
| | | | × | | ۲۶- برای SAW ماشینی یا خودکار، افزایش یا کاهش بیشتر از ۵ درجه عمود بر جهت حرکت |
| کلیات | | | | | |
| × | × | × | × | × | ۲۷- برای مساحت شیباری PQR افزایش یا کاهش بیشتر از ۲۵٪ تعداد پاس‌ها (یادآوری ۶) |
| × | × | × | × | × | ۲۸- تغییر در حالت جوشکاری که در جدول ۱-۴ تایید صلاحیت نشده است. |
| × | × | × | × | × | ۲۹- تغییر قطر یا ضخامت یا هر دو که در جدول ۲-۴ تایید صلاحیت نشده است. |
| × | × | × | × | × | ۳۰- تغییر در فلز مینا یا ترکیب فلزات مینا در PQR لیست نشده است یا در جدول ۲-۴ تایید نشده است. |
| × | × | × | × | × | ۳۱- جوشکاری عمودی: برای هر پاس از سربالا به سرازیر یا بالعکس |
| × | × | × | × | × | ۳۲- هر تغییر در نوع شیار (یعنی جناغی یکطرفه به جناغی دوطرفه)، تایید صلاحیت هر نفوذ کامل اتصال جوش شیبازی تایید صلاحیت می‌کند برای هر جزئیات شیار منطبق با الزامات ۳-۱۲ یا ۳-۱۳ |

| فرایند | | | | | تغییر اساسی تغییر کند، PQR به تجدید صلاحیت نیاز دارد |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| قوسی لنگستالی با حفاظت گاز (GTAW) | توپودری (FCAW) | قوسی فلزی با حفاظت گاز (GMAW) | زیر بودری (SAW) | الکتروود دستی (SMAW) | |
| کلیات | | | | | |
| x | x | x | x | x | ۳۳- تغییر در نوع شیار به شیار پنج نرده و بالعکس |
| x | x | x | x | x | ۳۴- تغییر متجاوز از ترانسپای ۱۶-۳، ۱۳-۳، ۴-۱۳-۳، ۴-۲۲-۵، ۲-۲۲-۴-۲۲-۴ شامل: الف- کاهش در زاویه شیار ب- کاهش در فاصله ریشه ج- افزایش در ریشه |
| x | x | x | x | x | ۳۵- حذف، ولی نه شامل، جوش پشت یا شیارزنی طرف پشت |
| بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | ۳۶- کاهش از درجه حرارت پیش گرم |
| بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد | | | | | ۳۷- افزایش از درجه حرارت بین پاسی |
| بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد | ۳۸- کاهش از درجه حرارت بین پاسی |
| x | x | x | x | x | ۳۹- اضافه کردن یا حذف عملیات حرارتی پس از جوشکاری |

یادآوری ها:

- ۱- علامت x نشانه آن است که مطلب مزبور به آن فرایند ارتباط دارد.
- ۲- تغییر با کاهش تراز مقاومت فلز پرکننده بدون تجدید صلاحیت WPS مجاز است.
- ۳- برای WPS با استفاده از بودر آلپازی، هر تغییر در قطر الکتروود، نیاز به تجدید صلاحیت WPS دارد.
- ۴- محدوده سرعت حرکت برای همه اندازه های جوش گوشه ای را میتوان با آزمایش تایید صلاحیت بزرگترین جوش گوشه ای تک پاسه و کوچکترین جوش گوشه ای چند پاسه تعیین نمود.
- ۵- ورودی حرارت از فرمول زیر بدست می آید.

$$H = \frac{60VI}{S}$$

که:

V = ولت

I = آمپر

S = سرعت (سانتیمتر بر دقیقه)

H = ورودی حرارت (ژول بر میلیمتر)

تایید صلاحیت WPS - جوشهای شیباری با نفوذ کامل اتصال :
تعداد و نوع آزمایش نمونه ها و محدوده ضخامت و قطر مجاز

| ۱- آزمون با ورق | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------|-------|----------|-----------|------------------------|
| ضخامت اسمی ورق (میلیمتر) | تعداد نمونه ها | | | | | ضخامت ورق (میلیمتر) |
| | ضخامت ورق، لوله مجاز (میلیمتر) | حداکثر | حداقل | خمش روپه | خمش پهلوی | |
| $3 \leq T \leq 10$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| $10 < T < 25$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| ۲۵ و بیشتر | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |

| ۲- آزمون با لوله | | | | | | |
|---|---|----------------|-----------|----------|-----------------------------------|---|
| اندازه اسمی یا قطر لوله (میلیمتر) | ضخامت اسمی دیواره T، میلیمتر | تعداد نمونه ها | | | | ضخامت اسمی ورق، لوله یا تیوب تایید صلاحیت شده، میلیمتر |
| | | خمش روپه | خمش پهلوی | خمش ریشه | نمونه کشش با مقطع باریک شده | |
| < 600 | $3 \leq T \leq 10$ | 2 | 2 | 2 | 2 | قطر آزمایش بیشتر 2T |
| | $10 < T < 20$ | 2 | 2 | 2 | 2 | قطر آزمایش بیشتر T/2 |
| | $T \geq 20$ | 2 | 2 | 2 | 2 | نامحدود |
| ≥ 600 | $3 \leq T \leq 10$ | 2 | 2 | 2 | 2 | قطر آزمایش بیشتر 2T |
| | $10 < T < 20$ | 2 | 2 | 2 | 2 | قطر آزمایش بیشتر T/2 |
| لوله های آزمون استاندارد | $50 \text{ mm OD} \times 6 \text{ mm WT}$ or $75 \text{ mm OD} \times 6 \text{ mm WT}$ | 2 | 2 | 2 | 2 | ۲۰ لغایت ۱۰۰ |
| | $150 \text{ mm OD} \times 14 \text{ mm WT}$ or $200 \text{ mm OD} \times 12 \text{ mm WT}$ | 2 | 2 | 2 | 2 | ۱۰۰ و بیشتر |

یادآوری ها:

- تمام ورق یا لوله آزمون بایستی بازرسی چشمی و آزمایش غیر مخرب شود. برای هر حالت تایید صلاحیت شده یک نمونه آزمون ورق یا لوله لازم است.
- برای جوش شیباری با لبه ی ساده، حداکثر ضخامت مورد تایید، به ضخامت ورق مورد آزمایش محدود میشود.
- تایید صلاحیت جوش شیباری با نفوذ کامل روی هر ضخامت با قطر، همه جوشهای گوشه یا شیباری با نفوذ نسبی به هر اندازه و ضخامت را تایید صلاحیت می کند.
- تایید صلاحیت با هر قطر لوله تمام عرض و عمق قوطی را تایید صلاحیت می کند.
- اگر مشخص شده، آزمایش ضربه بایستی طبق دستورالعمل انجام شود.

| تایید صلاحیت جوشکاری تولیدی قوطی | | | | | تایید صلاحیت جوشکاری تولیدی لوله | | | | | تایید صلاحیت جوشکاری تولیدی ورق | | | آزمون تایید صلاحیت | | |
|---|--|-----|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|---|--------------|-------|
| گوشه‌ای | شباری T, Y, K- | | شباری لب بلب | | گوشه‌ای | شباری T, Y, K- | | شباری لب بلب | | گوشه‌ای | شباری PJP | شباری CJP | حالتها | نوع جوش | |
| | PJP | CJP | PJP | CJP | | PJP | CJP | PJP | CJP | | | | | | |
| F F, H V OH | | | F F, H V OH | F F, H V OH | F F, H V OH | | | F F, H V OH | F F, H V OH | F F, H V OH | F F, H V OH | F F, H V OH | 1G 2G 3G 4G | CJP شباری | ورق |
| F F, H V OH | | | | | F F, H V OH | | | | | F F, H V OH | | | 1F 2F 3F 4F | گوشه ای | |
| برای جوشکاری انگشتانه / کام، فقط در حالتی که آزمون داده است، قبول می شود. | | | | | | | | | | | | | | انگشتانه کام | |
| F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | F F, H F, V, OH ALL ALL ALL | چرخان 1G 2G 5G (2G + 5G) 6G 6GR | شباری | چرخان |
| F F, H F, H F, H, OH ALL | | | | | F F, H F, H F, H, OH ALL | | | | | F F, H F, H F, H, OH ALL | | | چرخان 1F 2F چرخان 2F 4F 5F | گوشه ای | |

نمود کامل اتصال CJP
نمود نسبی اتصال PJP
مانع = مهار = (R)

لوله بصورت ۴۵ درجه 6G
لوله بصورت ۴۵ درجه با مانع 6GR
ALL همه حالتها

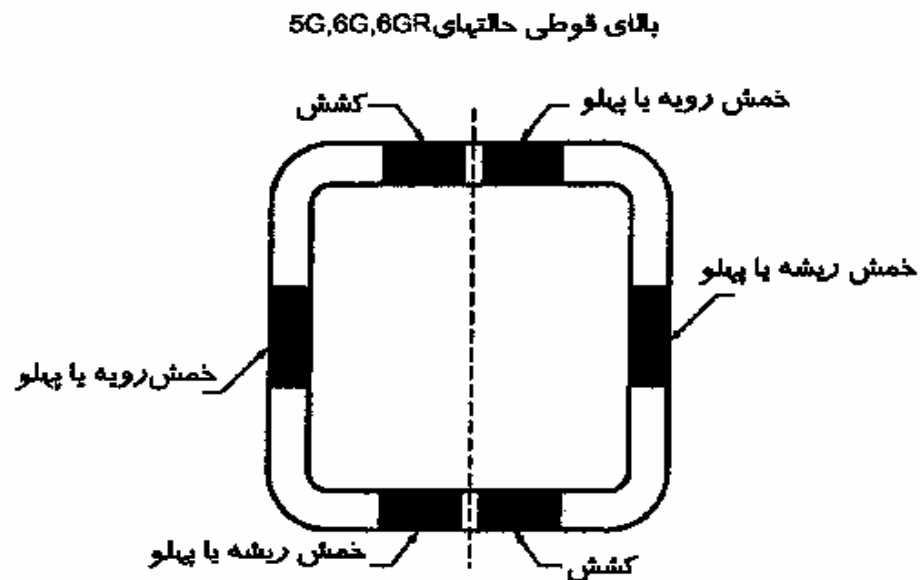
F = تخت
H = افقی
V = عمودی
OH = سقفی



جزئیات ب-لوله قطر ۱۵۰ یا ۲۰۰ میلیمتر جزئیات الف-لوله قطر ۵۰ یا ۷۵ میلیمتر

یادآوری: اگر آزمایش ضربه طبق قرارداد یا مشخصات فنی لازم باشد یا باید تعداد لوله ها را دو برابر کرد یا از لوله های بزرگتر استفاده نمود.

جای نمونه های آزمایش روی لوله جوش داده شده



جای نمونه آزمایش برای قوطی جوش داده شده

نغوذ کامل اتصال
 جهت نورد (اختیاری)



WHEN IMPACT TESTS ARE REQUIRED, THE SPECIMENS SHALL BE REMOVED FROM THEIR LOCATIONS, AS SHOWN IN ANNEX III, FIGURE III-1.

(1) LONGITUDINAL BEND SPECIMENS

(2) TRANSVERSE BEND SPECIMENS



NOTES:

1. THE GROOVE CONFIGURATION SHOWN IS FOR ILLUSTRATION ONLY. THE GROOVE SHAPE TESTED SHALL CONFORM TO THE PRODUCTION GROOVE SHAPE THAT IS BEING QUALIFIED.
2. ALL DIMENSIONS ARE MINIMUM.

جای نمونه های آزمایش روی ورق با ضخامت ۰۰ میلیمتر و کمتر ،
 تایید صلاحیت WPS



WHEN IMPACT TESTS ARE REQUIRED, THE SPECIMENS SHALL BE REMOVED FROM THEIR LOCATIONS, AS SHOWN IN ANNEX III, FIGURE III-1.

(1) LONGITUDINAL BEND SPECIMENS

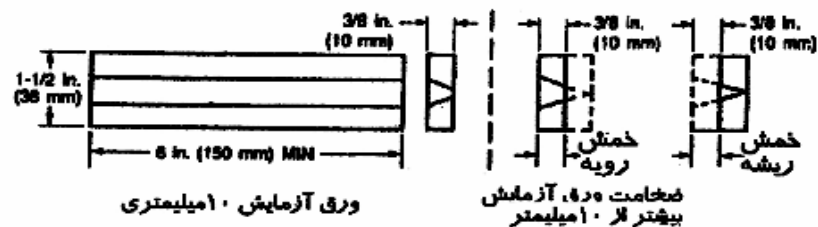
(2) TRANSVERSE BEND SPECIMENS



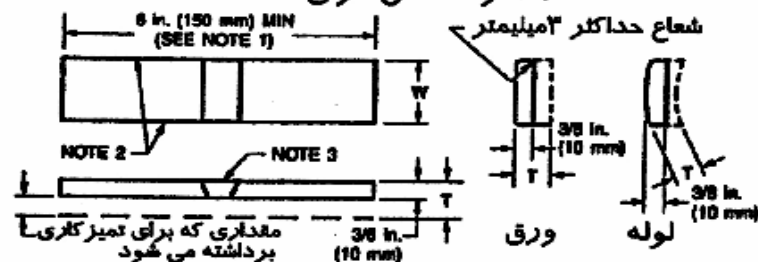
NOTES:

1. THE GROOVE CONFIGURATION SHOWN IS FOR ILLUSTRATION ONLY. THE GROOVE SHAPE TESTED SHALL CONFORM TO THE PRODUCTION GROOVE SHAPE THAT IS BEING QUALIFIED.
2. LONGER TEST PLATES MAY BE REQUIRED WHEN IMPACT TESTING ON CONTRACT DOCUMENTS OR IN SPECIFICATIONS. IMPACT SPECIMENS SHOULD BE REMOVED AT MID-LENGTH OF THE TEST WELD.
3. ALL DIMENSIONS ARE MINIMUM.

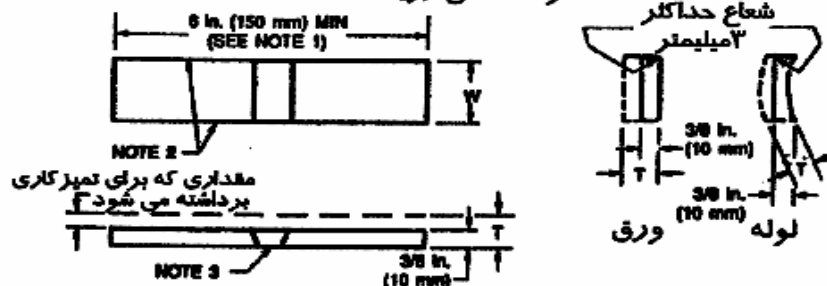
جای نمونه های آزمایش روی ورق جوش داده شده با ضخامت بیشتر از ۰.۱ میلیمتر
تایید صلاحیت WPS



۱- نمونه خمش طولی



نمونه خمش رویه



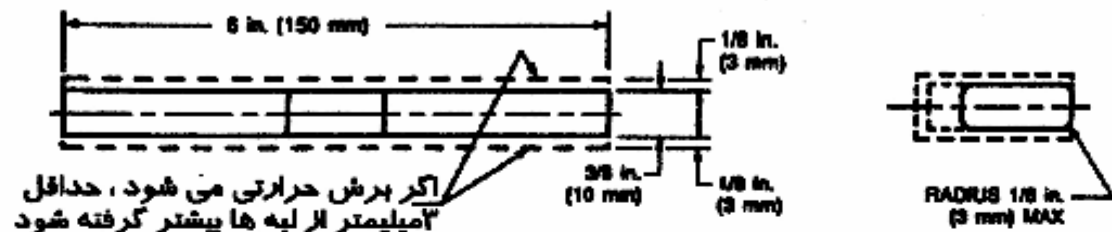
۲- نمونه خمش عرضی

| Dimensions | |
|---|------------------------------------|
| Test Weldment | Test Specimen Width, W in. (mm) |
| Plate | 1-1/2 (40) |
| Test pipe or tube ≤ 4 in. (100 mm) in diameter | 1 (25) |
| Test pipe or tube > 4 in. (100 mm) in diameter | 1-1/2 (40) |

Notes:

1. A longer specimen length may be necessary when using a wraparound type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 80 ksi (550 MPa) or more.
2. These edges may be thermal-cut and may or may not be machined.
3. The weld reinforcement and backing, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen (see S.24.4.1 and S.24.4.2). If a recessed backing is used, this surface may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the backing; in such a case, the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Cut surfaces shall be smooth and parallel.
4. T = plate or pipe thickness.
5. When the thickness of the test plate is less than 3/8 in. (10 mm), use the nominal thickness for face and root bands.

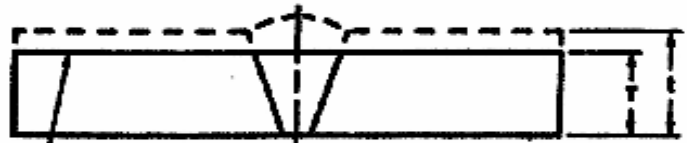
نمونه های خمش ریشه و رویه



اگر برش حرارتی می شود، حداقل ۳ میلیمتر از لبه ها بیشتر گرفته شود



RADIUS 1/8 in. (3 mm) MAX



اگر t از ۳ میلیمتر بیشتر شد این خط بریده شود. لبه ها ممکن است برش حرارتی شود



حداقل مقداری که لازم است رویه های دو طرف موازی شود ماشینکاری گردد.

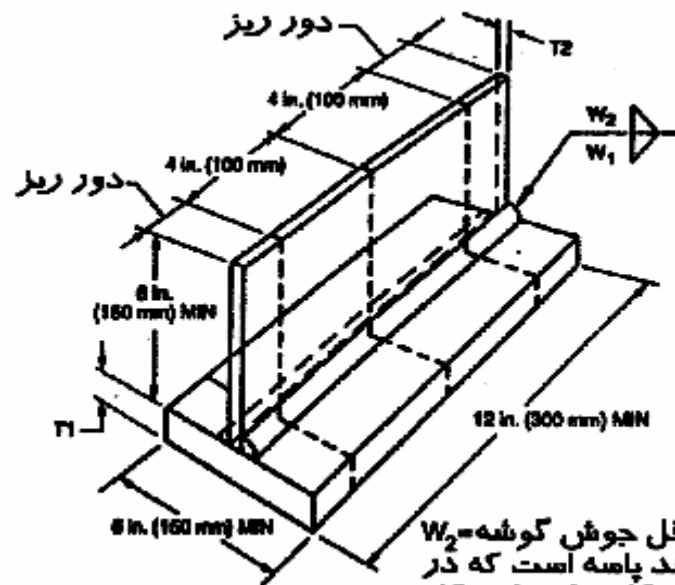
| L, in. | T, in. |
|--------------|------------|
| 3/8 to 1-1/2 | t |
| > 1-1/2 | See Note 2 |

| L, mm | T, mm |
|----------|------------|
| 10 to 38 | t |
| > 38 | See Note 2 |

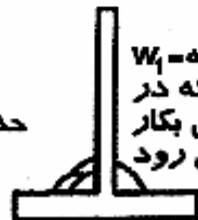
Notes:

1. A longer specimen length may be necessary when using a wraparound-type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 90 ksi (620 MPa) or more.
2. For plates over 1-1/2 in. (38 mm) thick, cut the specimen into approximately equal strips with T between 3/4 in. (20 mm) and 1-1/2 in. (38 mm) and test each strip.
3. t = plate or pipe thickness.

نمونه های خمش پهلو



حداقل جوش گوشه = W_2
چند پایه است که در
کار ساختمانی بکار
می رود



نمونه آزمایش ماکرو

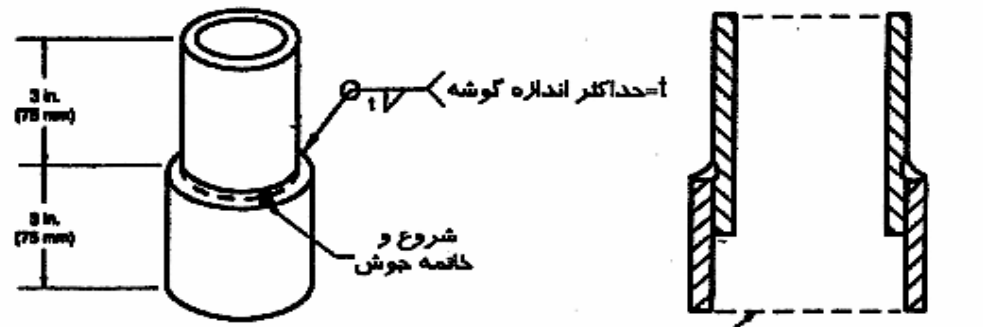
حداکثر جوش گوشه = W_1
تک پایه است که در
کار ساختمانی بکار
می رود

| اینچ | | |
|-----------|---------|---------|
| Weld Size | T1 min* | T2 min* |
| 3/16 | 1/2 | 3/16 |
| 1/4 | 3/4 | 1/4 |
| 5/16 | 1 | 5/16 |
| 3/8 | 1 | 3/8 |
| 1/2 | 1 | 1/2 |
| 5/8 | 1 | 5/8 |
| 3/4 | 1 | 3/4 |
| > 3/4 | 1 | 1 |

| میلیمتر | | |
|-----------|---------|---------|
| Weld Size | T1 min* | T2 min* |
| 5 | 12 | 5 |
| 6 | 20 | 6 |
| 8 | 25 | 8 |
| 10 | 25 | 10 |
| 12 | 25 | 12 |
| 16 | 25 | 16 |
| 20 | 25 | 20 |
| > 20 | 25 | 25 |

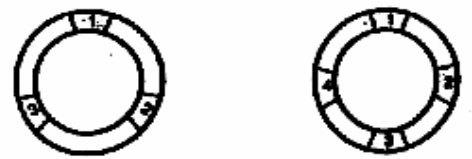
*Note: Where the maximum plate thickness used in production is less than the value shown in the table, the maximum thickness of the production pieces may be substituted for T1 and T2.

آزمایشات سلامت جوش گوشه برای تایید صلاحیت wps

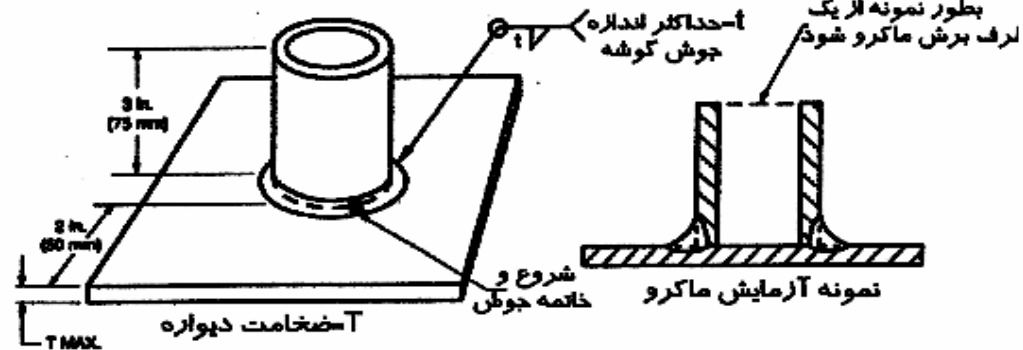


جزئیات الف- اتصال لوله به لوله

بطور نمونه از یک طرف برش ماکرو شود
حالت لازم را از جدول ۱-ع ببینید.
یادآوری: لوله بایستی ضخامت کافی داشته باشد تا ذوب و سوراخ نشود.



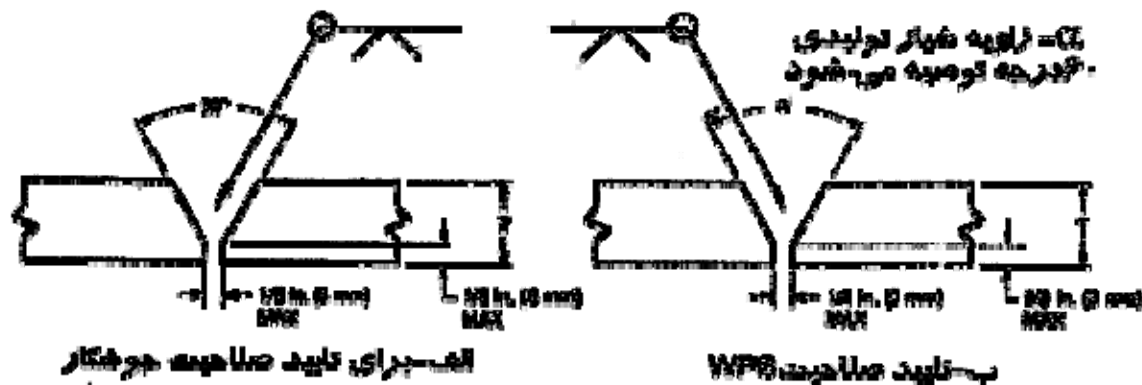
جای نمونه آزمایش روی لوله- تایید صلاحیت WPS



جزئیات ب- اتصال لوله به ورق

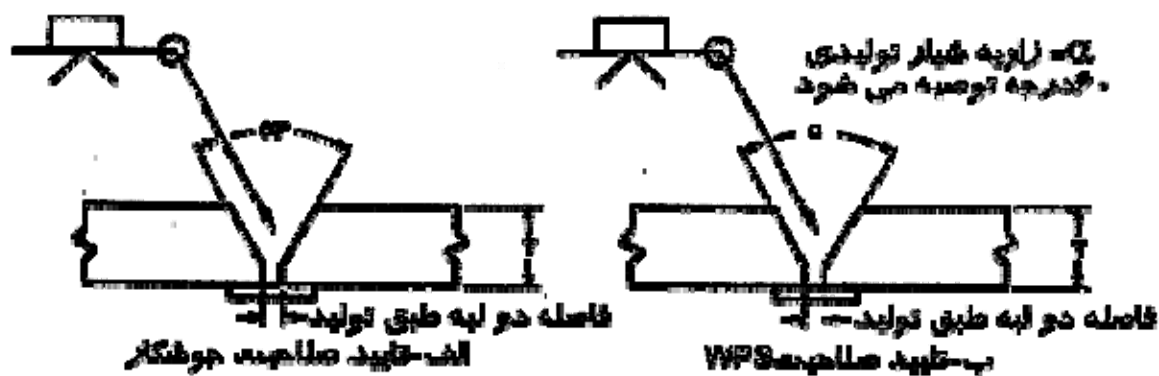
حالت لازم از جدول ۱-ع ملاحظه شود.
یادآوری: لوله بایستی ضخامت کافی داشته باشد تا ذوب و سوراخ نشود.
تمام ابعاد حداقل هستند.

آزمایش سلامت جوش گوشه ای لوله- تایید صلاحیت WPS



بادآوری T = ضخامت لوله یا قوطی تولید صلاحیت

اتصال لب پنب لوله ای-تایید صلاحیت جوشکار یا WPS بدون پشت بند



بادآوری T = ضخامت لوله یا قوطی تولید صلاحیت

اتصال لب پنب لوله ای-تایید صلاحیت جوشکار یا WPS با پشت بند

طرح بازرسی و آزمایشی (INSPECTION AND TEST PLAN = ITP)

| شماره | شرح بازرسی / آزمایش | بازرسی / آزمایش | | | |
|-------|---|-----------------|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۰۱ | کنارش آزمایش مواد یا گواهینامه مواد (گولفی انطباق) | R | R | M | x |
| ۰۲ | شلفالی مواد | S | W | M | x |
| ۰۳ | انبار کردن مواد و مواد مصرفی جوشکاری | S | W | M | x |
| ۰۴ | آزمون تایید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری | S | W | M | x |
| ۰۵ | آزمون تایید صلاحیت اجرایی جوشکار. اگر بازرسی به توانایی جوشکار شک داشته باشد، ممکن است تجدید صلاحیت جوشکار را بخواهد. | S | W | M | x |
| ۰۶ | بزرسی مواد جوشکاری | S | W | M | x |
| ۰۷ | آزمایش تولیدی جوش (در صورت لزوم) | S | W | M | x |
| ۰۸ | تایید صلاحیت پرسنل آزمایش غیرمخرب | R | R | M | x |
| ۰۹ | آزمایش غیرمخرب (PT, MT, UT, RT و غیره) (در صورت لزوم) | S | W | M | x |
| ۱۰ | مرور فیلم‌های پرتونگاری شده (در صورت لزوم) | R | R | M | x |
| ۱۱ | بزرسی چشمی و ابعادی (منجمله مونتاژ موقت) (در صورتیکه بازرسی لازم بدانند) | W | W | M | x |
| ۱۲ | بزرسی پوشش ضدزنگ / رنگ آمیزی و علامتگذاری | W | W | M | x |
| ۱۳ | بزرسی پوشش گالوانیزه، در صورت لزوم حین و بعد از گالوانیزه کردن | H | H | M | x |
| | منجمله بزرسی ابعادی | W | H | M | x |
| ۱۴ | اجرای تعمیرات عمده | S | W | M | x |
| ۱۵ | مهارت در کار نمیزی | W | W | M | x |
| ۱۶ | بزرسی کمی | H | H | M | x |
| ۱۷ | بازرسی چشمی و ابعادی نهایی | R | R | M | x |
| ۱۸ | مرور مدارک قبل از ترخیص | H | H | M | x |
| ۱۹ | بازرسی آماده سازی برای حمل | H | H | M | x |

بازرسی / آزمایش توسط: ۱- نماینده کارفرما ۲- نماینده خریدار ۳- سازنده ۴- ارائه مدارک فنی یا گولفی توسط سازنده

راهنمای نوع بازرسی:

- H** - نقطه توقف: اطلاعیه بازرسی لازم است. برای اینکه موارد بازرسی در حضور نماینده کارفرما و خریدار انجام می‌شود.
- W** - فعالیت‌های بازرسی توسط سازنده و با نظارت بازرسی انجام می‌شود اطلاعیه بازرسی لازم است. اگر بازرسی حضور نداشته باشد، سازنده بازرسی / آزمایش را می‌تواند طبق برنامه انجام دهد. مگر آنکه طور دیگری درخواست شده باشد.
- S** - حضور کارگاهی: اطلاعیه بازرسی لازم است. شروع عملیات نظارت می‌شود و عملیات بعدی به اختیار بازرسی و با توجه به نتایج بازرسی قبلی، نظارت می‌شود. مگر آنکه درصد بازرسی مشخص شده باشد.
- R** - مرور سوابق بازرسی و یا مدارک مشخص شده
- M** - بازرسی و آزمایش توسط سازنده
- X** - لازم است

کنترل کیفیت اسکلت فلزی

- ۱- فرآیند جوشکاری
- ۲- فلز مبنا
- ۳- فلز پرکننده
- ۴- حالت های جوشکاری
- ۵- خصوصیات الکتریکی
- ۶- تعداد جوشکاران
- ۷- سرهم کردن قطعات
- ۸- برطرف کردن ضmann موقت
- ۹- تمیزکاری
- ۱۰- پیش گرم کردن
- ۱۱- کیفیت فلز جوش
- ۱۲- تلاقی درز جوشها
- ۱۳- اطمینان از لایه به لایه نبودن ورقها
- ۱۴- برشکاری ورقها
- ۱۵- تمیزکردن سطوح مورد جوشکاری
- ۱۶- جفت و جوری و همترازی
- ۱۷- اتصالات موقت
- ۱۸- برداشتن اتصالات موقت
- ۱۹- شرایط جوی برای جوشکاری
- ۲۰- درزهای طولی و عرضی
- ۲۱- خالجوش
- ۲۲- خواسته های کلی جوش

خواسته های کلی جوش

- ۱- تمیزی سطوح جوش (حداقل فاصله ۲۵ میلیمتر)
- ۲- ترتیب و توالی صحیح (برای کنترل پیچیدگی)
- ۳- پاک کردن سرباره پاس قبلی
- ۴- پرهیز از قوس زنی هرز
- ۵- پرهیز از سنگ زنی اضافی
- ۶- دقت در شروع مجدد
- ۷- دقت در همترازی قطعات
- ۸- نچرخاندن لوله و جوشکاری بدون وقفه
- ۹- شماره گذاری درز جوشها

دستورالعمل آزمون تایید روش جوشکاری

| | |
|--------------------|--|
| هدف | - نمونه آزمایش |
| - طرح اتصال | - فلز مبنا |
| - روش جوشکاری | - الکتروود و سیم جوش |
| - سایر موارد | - بازرسی چشمی |
| - پرتونگاری | - برشکاری و آماده سازی برای آزمایشات مکانیکی |
| - آزمایشات مکانیکی | - تهیه و تنظیم برگ تایید روش جوشکاری |

-آزمایشات مکانیکی

از ورق جوش داده شده تعداد ۶ نمونه تهیه گردیده و آزمایشات مشروحه زیر روی آنها انجام شود.

الف- آزمایش کشش ۲ نمونه

ب- آزمایش خمش ریشه ۲ نمونه

ج- آزمایش خمش رویه ۲ نمونه

در صورتی که ضخامت نمونه $9/5$ تا 19 میلیمتر باشد میتوان بجای ۲ نمونه خمش رویه و ۲ نمونه خمش ریشه ، چهار نمونه خمش پهلو تهیه نمود. اگر ضخامت نمونه بیشتر از 19 میلیمتر باشد بجای خمش ریشه و خمش رویه فقط خمش پهلو انجام می شود).

-تهیه و تنظیم برگ تایید روش جوشکاری

| | |
|-------|--------|
| ریز | دور |
| کشش | آزمایش |
| ریشه | خمش |
| رویبه | خمش |
| ریشه | خمش |
| رویبه | خمش |
| کشش | آزمایش |
| ریز | دور |

فلز جوش

دستورالعمل آزمون تایید صلاحیت جوشکار

- | | |
|--------------------------|---|
| -هدف | -دامنه کاربرد |
| -استاندارد مرجع | -نمونه آزمایش (اتصالات لب بلب، اتصالات گوشه ای) |
| -طرح اتصال | -فلز مبنا |
| -روش جوشکاری | -الکتروود |
| -مطابقت آزمون با اجرا | -جهت پیشرفت جوشکاری |
| -علامت شناسائی | -بازرسی چشمی |
| -پرتونگاری | -آزمایش خمش |
| -آزمایش شکست | -مدارک لازم |
| -کارت صلاحیت و گواهینامه | -دامنه پوشش گواهینامه |

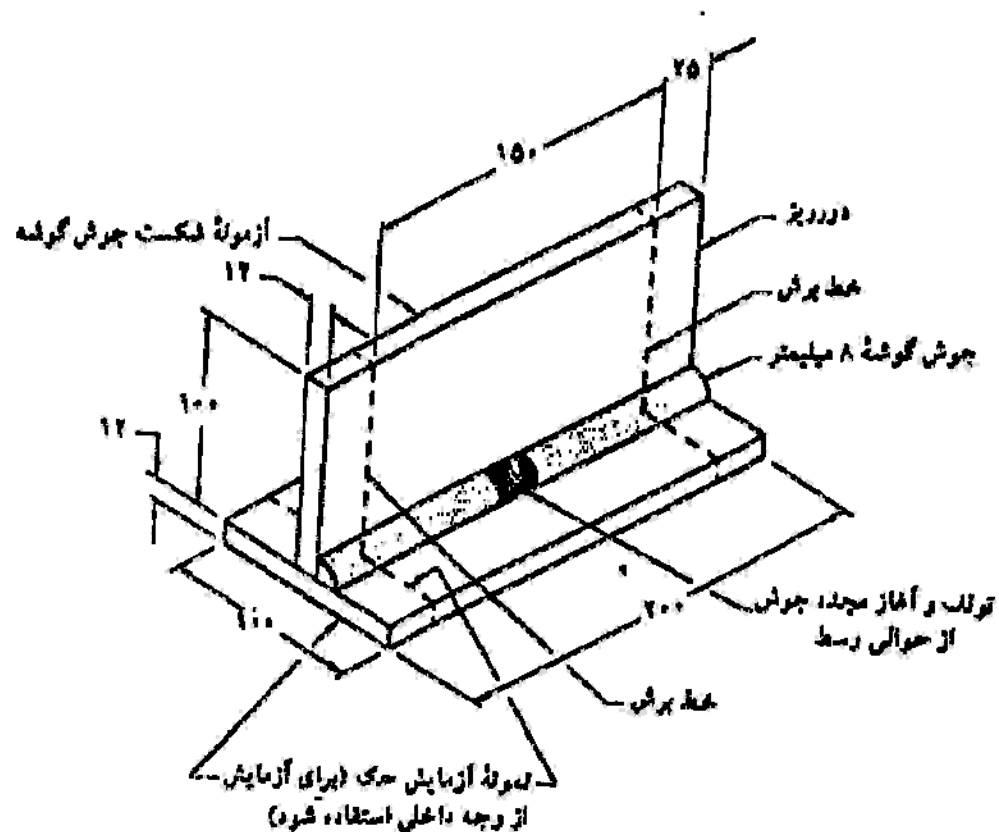
طبقه بندی الکترودها

گروه طبقه بندی الکترودهای روپوشدار جوشکاری قوسی الکتریکی دستی در جدول درج شده است. با توجه به شماره گروه نسبت به آزمون جوشکار اقدام شود. بعنوان مثال مشخصه گروه الکتروده $E6013$ برابر ۲ ($F2$) و مشخصه گروه الکتروده $E7018$ برابر ۴ ($F4$) است. جوشکاری که با الکتروده گروه ۴ (یعنی $E7018$) قبول شده باشد با الکتروده گروه ۲ (یعنی $E6013$) قبول است ولی جوشکاری که با الکتروده گروه ۲ (یعنی $E6013$) قبول شده باشد، مجاز به جوشکاری با الکتروده گروه بالاتر (یعنی $E7018$) نمی باشد.

| گروه | طبقه الکتروده طبقه AWS |
|------|--|
| F4 | EXX15 , EXX16 , EXX18 , EXX15-X EXX16-X , EXX18-X |
| F3 | EXX10 , EXX11 , EXX10-X , EXX11-X |
| F2 | EXX12 , EXX13 , EXX14 , EXX13-X |
| F1 | EXX20 , EXX24 , EXX27 , EXX28 EXX20-X , EXX27-X |

نماد XX مبین تراز مقاومتی ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ کیلوپوند بر اینچ مربع می باشد.

آزمون جوشکار برای جوشهای گوشه ای



تذکر:

۱ - ضخامت ورق و ابعاد حداقل می باشد.

۲ - از یکی از دو انتها می توان برای آزمایش حک استفاده نمود. انتهای دیگر دور ریخته می شود.

شکل ۵ - ۲۷ - آزمایش شکست جوش گوشه و آزمایش حک به منظور ارزیابی جوشکار انتخاب اول (بند

وضعیت جوشکاری برای آزمون جوشکار

جدول ۵-۵ - وضعیتهای جوشکاری برای ارزیابی جوشکاران برای جوشکاری ورق، لوله، و قوطی (بند ۵-۲۳)

CJP = جوش شیارى يا غير شيارى
 PJP = جوش شيارى يا غير شيارى

| وضعیت | آزمایش ارزیابی | | ورق | | لوله | | | | | | قوطی | | | | | |
|---|-------------------|-------|----------|----------|----------|----------------|----------|---------------|-----|----------|----------------|----------|---------------|-----|----------|----------|
| | شرح جوش | وضعیت | شیارى | شیارى | گوشه | شیارى لب به لب | | شیارى T, Y, K | | گوشه | شیارى لب به لب | | شیارى T, Y, K | | گوشه | |
| | | | CJP | PJP | CJP | PJP | CJP | PJP | CJP | PJP | CJP | PJP | CJP | PJP | CJP | PJP |
| شیارى | 1G | | F | F | F, H | F | F | | | F, H | F | F | | | F, H | F, H |
| | 2G | | F, H | F, H | F, H | F, H | F, H | | | F, H | F, H | F, H | F, H | | F, H | F, H |
| گوشه | 3G | | F, H, V | F, H, V | F, H, V | F, H, V | F, H, V | | | F, H, V | F, H, V | F, H, V | F, H, V | | F, H, V | F, H, V |
| | 4G | | F, OH | F, OH | F, H, OH | F, OH | F, OH | | | F, OH | F, OH | F, OH | F, OH | | F, OH | F, H, OH |
| گوشه | 3G+4G | | تمام | تمام | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| | 1F | | | | F | | | | | F | | | | | F | |
| گوشه | 2F | | | | F, H | | | | | F, H | | | | | F, H | |
| | 3F | | | | F, H, V | | | | | F, H, V | | | | | F, H, V | |
| گوشه | 4F | | | | F, H, OH | | | | | F, H, OH | | | | | F, H, OH | |
| | 3F+4F | | | | تمام | | | | | تمام | | | | | تمام | |
| جوش بگشاده فقط برای وضعیت آزمایشی ارزیابی می شود (۵-۲۷-۲) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| شیارى يا لوله | 1F دورلى | | F | F | F, H | F | F | | | F | F | F | F | | F | F, H |
| | 2G (قوطى يا لوله) | | F, H | F, H | F, H | F, H | F, H | | | F, H | F, H | F, H | F, H | | F, H | F, H |
| گوشه | 3G | | F, V, OH | F, V, OH | F, V, OH | F, V, OH | F, V, OH | | | F, V, OH | F, V, OH | F, V, OH | F, V, OH | | F, V, OH | F, V, OH |
| | 6G | | تمام | تمام | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| گوشه | 2G+3G | | تمام | تمام | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| | 10 تذکره ۱۰ | | | | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| گوشه | 6GR | | تمام | تمام | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| | شکل ۵-۲۵ | | | | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| گوشه | 6OR | | تمام | تمام | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| | شکل ۵-۲۵ و ۲۶-۵ | | | | تمام | تمام | تمام | | | تمام | تمام | تمام | تمام | | تمام | تمام |
| گوشه (لوله) | 1F دورلى | | | | F | | | | | F | | | | | F | |
| | 2F دورلى | | | | F, H | | | | | F, H | | | | | F, H | |
| گوشه | 2F | | | | F, H | | | | | F, H | | | | | F, H | |
| | 4F | | | | F, H, OH | | | | | F, H, OH | | | | | F, H, OH | |
| گوشه | 5F | | | | تمام | | | | | تمام | | | | | تمام | |
| | | | | | تمام | | | | | تمام | | | | | تمام | |

- ۱- جوش بگشاده فقط برای وضعیت آزمایشی ارزیابی می شود (۵-۲۷-۲)
- ۲- برای جوشهای یکطرفه بدون تسمه پشتبند و دو طرفه بدون شیار لوله، قابل ارزیابی نیست.
- ۳- برای جوشها با زاویه کوچکتر از ۳۰ درجه ارزیابی انجام نمی شود (بند ۱۰-۱۲-۲۲).
- ۴- برای ارزیابی مقطع قوس (شکل ۵-۲۵)، جوشکاری لوله ها با قطر بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر در ارزیابی می کند.
- ۵- برای ارزیابی وضعیت 6GR، نمونه قوطی یا لوله لازم است (شکل ۵-۲۵). اگر مقطع قوطی استفاده شود آزمایش حاک گوشه طبق شکل ۵-۲۶ لازم است.
- ۶- برای ارزیابی جوشهای بدون تسمه پشتبند و یا شیار لوله ریشه میزبان شکل ۵-۲۲ لازم است. برای ارزیابی جوشهای با تسمه و شیار لوله، هر یک از اشکال ۵-۲۳ و ۵-۲۴ قابل استفاده است.
- ۷- برای جوشهای یکطرفه بدون تسمه پشتبند و دو طرفه بدون شیار لوله، قابل ارزیابی نیست.
- ۸- برای جوشها با زاویه کوچکتر از ۳۰ درجه ارزیابی انجام نمی شود (بند ۱۰-۱۲-۲۲).
- ۹- برای ارزیابی مقطع قوس (شکل ۵-۲۵)، جوشکاری لوله ها با قطر بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر در ارزیابی می کند.
- ۱۰- برای ارزیابی وضعیت 6GR، نمونه قوطی یا لوله لازم است (شکل ۵-۲۵). اگر مقطع قوطی استفاده شود آزمایش حاک گوشه طبق شکل ۵-۲۶ لازم است.
- ۱۱- برای ارزیابی جوشهای بدون تسمه پشتبند و یا شیار لوله ریشه میزبان شکل ۵-۲۲ لازم است. برای ارزیابی جوشهای با تسمه و شیار لوله، هر یک از اشکال ۵-۲۳ و ۵-۲۴ قابل استفاده است.



ارزیابی جوشکار

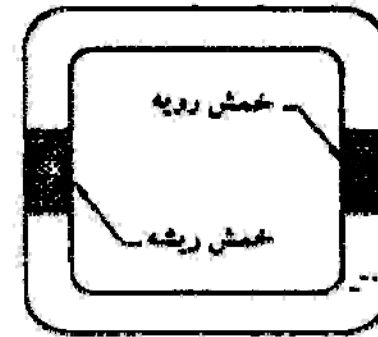
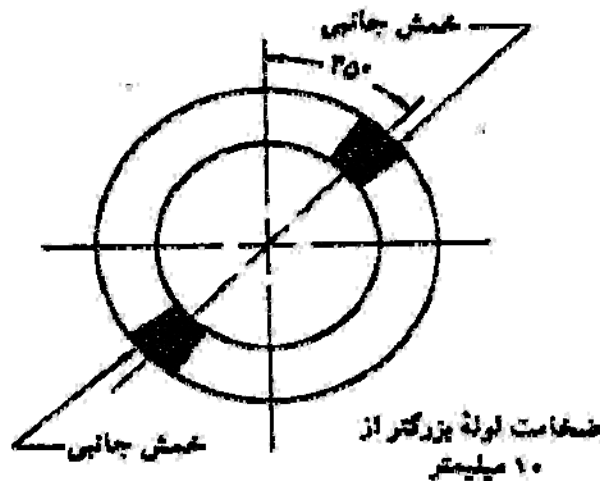
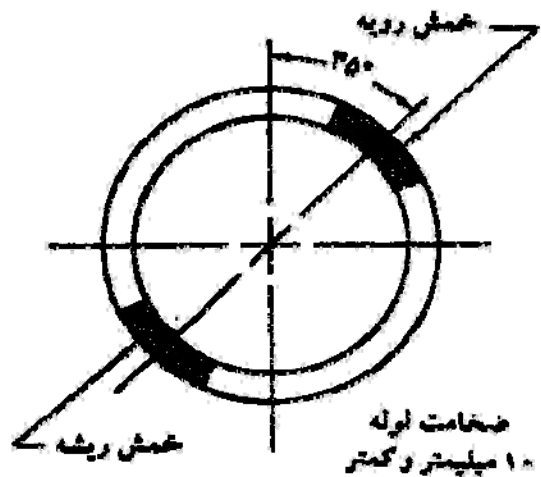
تعداد و نوع نمرته‌ها و آزمون‌ها برحسب ضخامت برای ارزیابی جوشکاران و اپراتورهای

| (۱) ورق | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|----------------|-------------|-------|------|-------------------------|----------------------|
| تعداد آزمون‌ها | | | | | | | |
| نوع جوش | ضخامت ورق آزمایشی (T) | بازرسی بینی | آزمایش خمش* | | | ضخامت آزمایشی شده | ضخامت شده |
| | | | ریشه | چاپنی | ریشه | | |
| شپاری | 10 | بله | 1 | 1 | 0 | 0 | $3b \geq 20 \max^T$ |
| شپاری | $10 \leq T < 25$ | بله | 0 | 0 | 2 | 0 | $3b \geq 2T \max^T$ |
| شپاری | > 25 | بله | 0 | 0 | 2 | 0 | نامحدود ^۲ |
| گوشه (انتخاب ۱) | 12 | بله | 0 | 0 | 0 | 1 | نامحدود ^۱ |
| گوشه (انتخاب ۲) | 10 | بله | 0 | 2 | 0 | 0 | نامحدود ^۲ |
| انگشانه | 10 | بله | 0 | 0 | 0 | 2 | نامحدود ^۲ |

تذکرات:

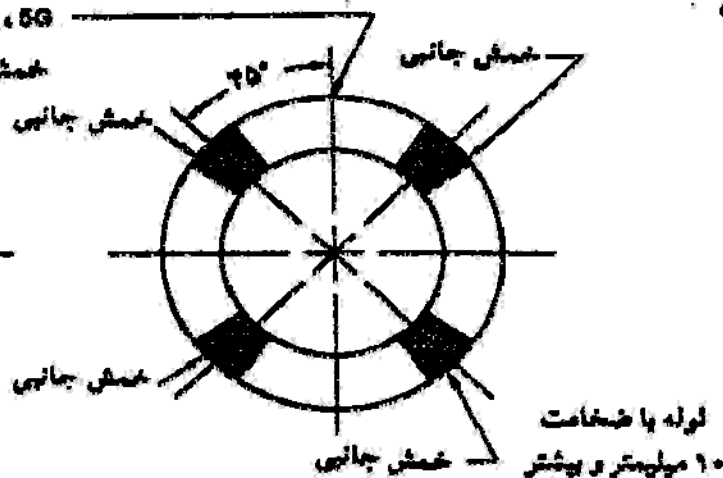
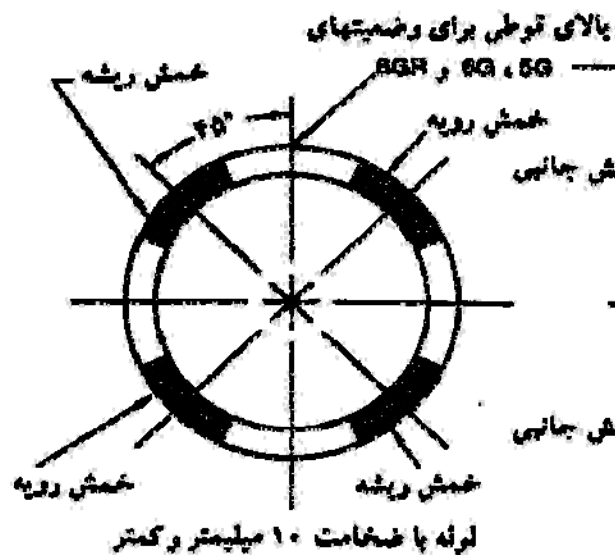
- ۱ - به اشکال ۲۷-۵ تا ۲۶-۵ (برحسب مورد) مراجعه شود.
 - ۲ - به اشکال ۲۸-۵ تا ۲۷-۵ (برحسب مورد) مراجعه شود.
 - ۳ - برای ارزیابی جوش گوشه با مصالح با ضخامت نامحدود به کار می‌رود.
- * در غیاب آزمایش خمش، می‌توان از آزمایش پرنونگاری استفاده نمود.

آزمون خمش برای ارزیابی جوشکار



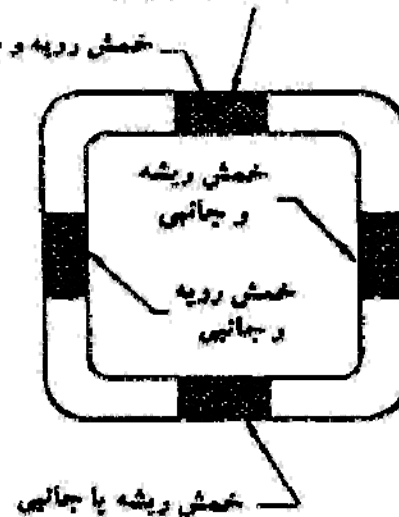
نمونه برای وضعیتهای 1G و 2G

بالای قوطی برای وضعیتهای 5G، 6G و 6GR



نمونه برای وضعیتهای 5G، 6G و 6GR

خمش رویه و جانبی



محل آزمونها بر روی قطعات آزمایشی لوله و قوطی برای ارزیابی جوشکاران (بند ۵ - ۲۶ - ۲).

پذیرش نتایج آزمایش

-آزمایش کشش جوش شیاری

در موارد ذیل ، نتیجه آزمایش کشش قابل قبول است:

الف - جوش پاره نشود و فلز مینا پاره شود.

ب- جوش پاره شود ولی مقاومت کششی مشخص شده برای فلز مینا بدست آید.

ج- کنار جوش (منطقه تاثیر حرارت) پاره شود ولی مقاومت کششی مشخص شده برای فلز مینا تامین گردد.

د- در صورتیکه نمونه خارج از جوش یا خط ذوب پاره شود ولی مقاومت کششی نمونه با آنچه که مشخص شده است بیشتر از ۵ درصد تفاوت داشته باشد، در آنصورت آزمایش قابل قبول نیست و بایستی تکرار شود.

پذیرش نتایج آزمایش

-آزمایش خمش جوش شیاری

قسمت بیرونی نمونه خم شده (سطح محدب نمونه خم شده) بایستی با چشم بصورت دقیق بازرسی شود.

طول ترک ایجاد شده در هر امتداد از $3/2$ میلیمتر بیشتر نباشد.

طول ترکهای کوتاه ۱ تا ۳ میلیمتری جمعاً از ۱۰ میلیمتر بیشتر نباشد.

اگر ترک از کناره نمونه (کنج نمونه) شروع شده باشد و مربوط به آماده سازی نمونه باشد تا طول ۶ میلیمتر مجاز است. ولی اگر ترک ناشی از سرباره (گل جوشکاری) باشد، طول $3/2$ میلیمتر مجاز است.

پذیرش نتایج آزمایش

-آزمایش شکست جوش گوشه ای

جوش گوشه ای بایستی قبل از شکست با چشم بازرسی شود و ظاهر یکنواخت و عاری از لوجه (*OVER-LAP*)، ترک و بریدگی غیرمجاز باشد. در سطح جوش نبایستی تخلخل دیده شود.

جوش گوشه ای شکسته شده (در محل شکست) بایستی امتزاج کامل جوش با جوش یا جوش با فلز مبنا داشته باشد و سرباره حبس شده یا حفره بزرگتر از ۲ میلیمتر نداشته باشد. در نمونه به طول ۱۵۰ میلیمتر، جمع طول آخال سرباره و یا حفره نبایستی از ۱۰ میلیمتر بیشتر باشد.

پذیرش نتایج آزمایش

-آزمایش مقطع بینی (آزمایش حک)

نمونه مقطع زده شده و پرداخت شده وقتی با محلول حک (اسید) آغشته و سپس تمیز گردید، بایستی ضوابط زیر را برآورده نماید:

۱-جوشهای گوشه باید کاملاً به ریشه درز نفوذ داشته باشند، لیکن لازم نیست فراتر از آن نفوذ نماید.

۲-حداقل اندازه ساق باید مساوی مقدار پیش بینی شده باشد.

۳-جوشهای گوشه و آزمایش حک در گوشه برای اتصالات T , Y و K با استفاده از لوله و قوطی باید دارای شرایط زیر باشند:

-بدون ترک.

-امتزاج کامل بین لایه های مجاور فلز جوش و بین فلز جوش و فلز پایه.

-انطباق هندسه جوش واقعی با هندسه جوش طرح باروادیهای مجاز

-عدم وجود بریدگی پای جوش با عمق بیش از یک میلیمتر

-مجموع طول حفرات با اندازه یک میلیمتر و بزرگتر، نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید.

-مجموع طول بزرگترین اندازه های تداخل گل جوشکاری (آخالها) نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید.

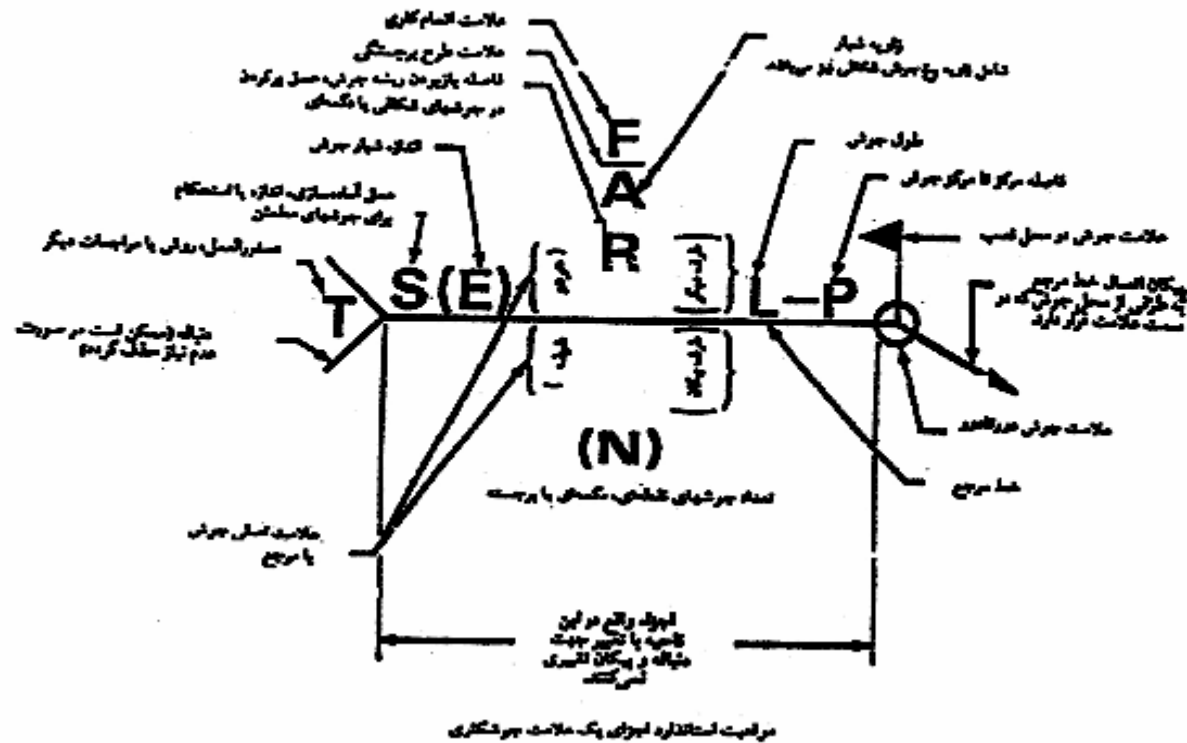
۴-جوشهای انگشترانه باید دارای شرایط زیر باشند:

-بدون ترک.

-امتزاج کامل با بدنه و ته انگشترانه

-مجموع طول تداخل گل جوشکاری (آخالها) ، نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید.

علائم قراردادی جوش



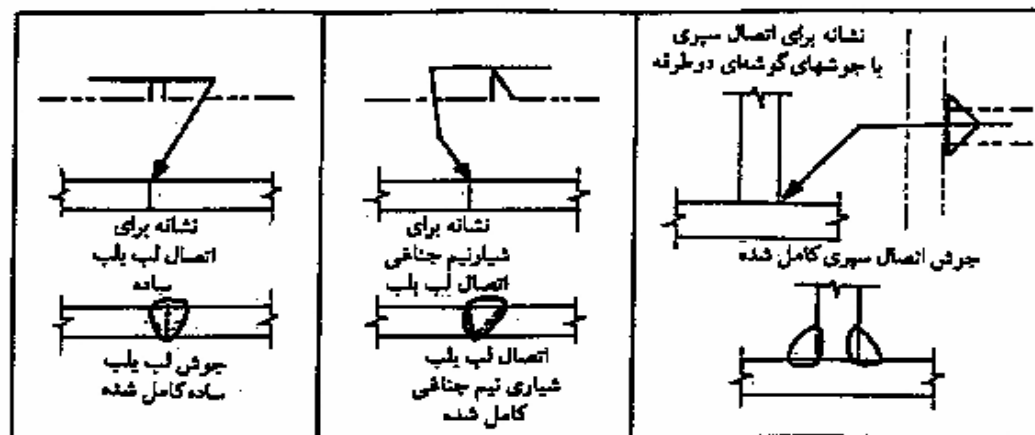
| Groove | | | | | | | |
|--------|-----|--------|------------|---------|-------------|------------|----------------|
| ساده | لوب | چنانگی | نیم چنانگی | لاله‌ای | نیم لاله‌ای | چنانگی گرد | نیم چنانگی گرد |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| گوشه‌ای | کام یا انگشتانه | میله‌ای | قطعه چرخ یا پرچسته | درزی | پشت یا پشت چرخ | روکنشی | فلانچی | |
|---------|-----------------|---------|--------------------|------|----------------|--------|--------|---------|
| | | | | | | | لبه‌ای | گوشه‌ای |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

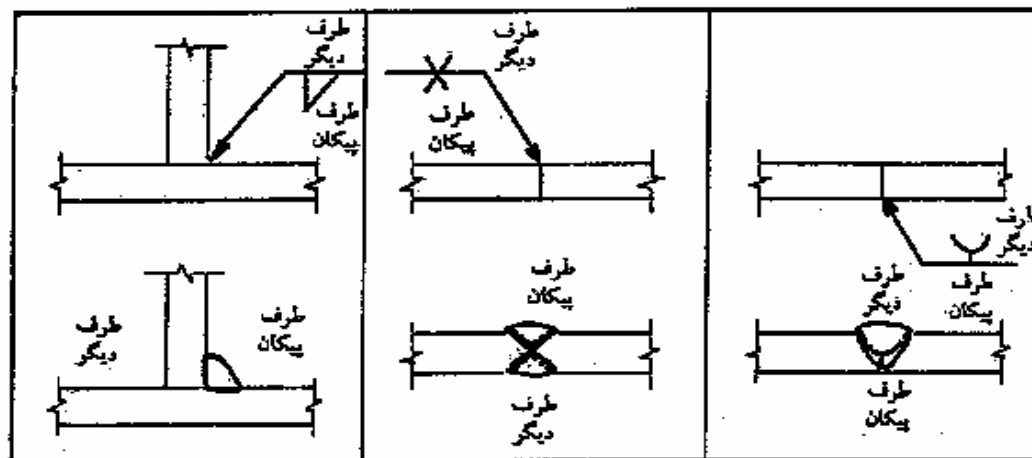
نشانه‌های اصلی چرخ. اینها قسمتی از نشانه چرخکاری کامل هستند.

(From ANSWERS A2.4.)

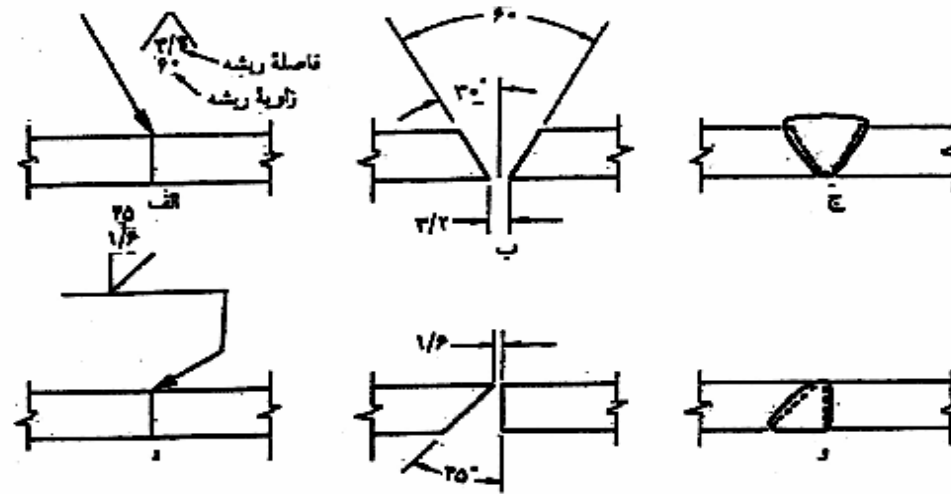
| WELD GROOVE TYPES | GROOVE WELDS | | | |
|-------------------|--------------|--------|--------|--------|
| | SINGLE | SYMBOL | DOUBLE | SYMBOL |
| SQUARE | | | | |
| V | | | | |
| BEVEL | | | | |
| U | | | | |
| J | | | | |
| FLARE V | | | | |
| FLARE BEVEL | | | | |



شکل ۱۱- مقایسه چند نشانه جوش و گوشه های واقعی. خطوط خیالی در نشانه جوش اصلی نشان داده نمی شوند. در اینجا نشان داده شده اند، اگرچه برای شرح آنکه نشانه جوش اصلی، نشانه کوچک شده آماده سازی لبه و یا نوع جوش بکار برده شده است. خط عمودی در نشانه های شیار نیم چنانگی و جوش گوشه ای در سمت چپ کشیده می شوند.



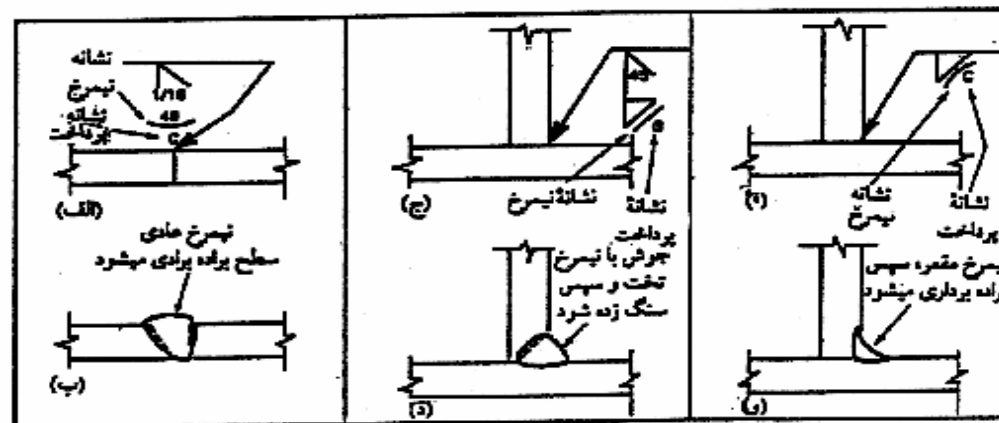
شکل ۱۲- جای قرار گرفتن نشانه جوش برای جوشکاری در طرف پیکان و طرف دیگر. طرفی از فلز که پیکان با آن تماس دارد طرف پیکان گفته میشود.



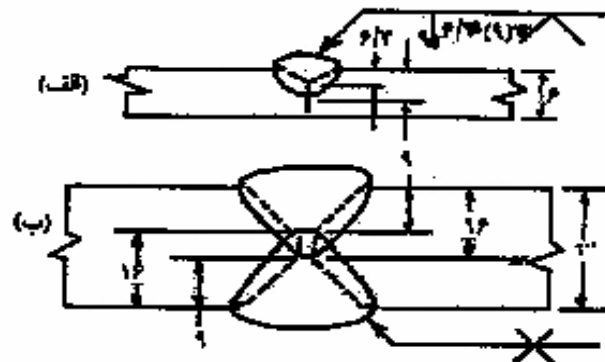
شکل ۱۳- فاصله ریشه و زاویه شیب (الف) و (د) نشانه جوش را برای جوش شیبی نشان می‌دهد (ب) و (ه) برش تک‌ها و چیدن برای جوشکاری را نشان می‌دهد. (ج) و (و) جوش کامل شده را نشان می‌دهد. شکستگی در پیکان در نقطه (د) تکه سمت چپ که بایستی بریده یا ماشینکاری خود را نشان می‌دهد

نشانه پرداخت

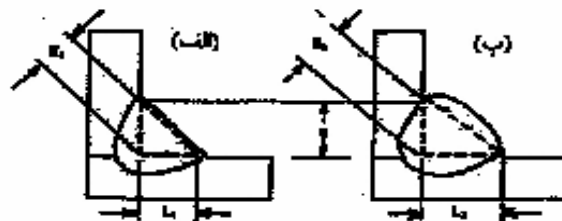
سنگ زنی = G براده برداری = C خورد = R ماشینکاری = M چکش زنی = H



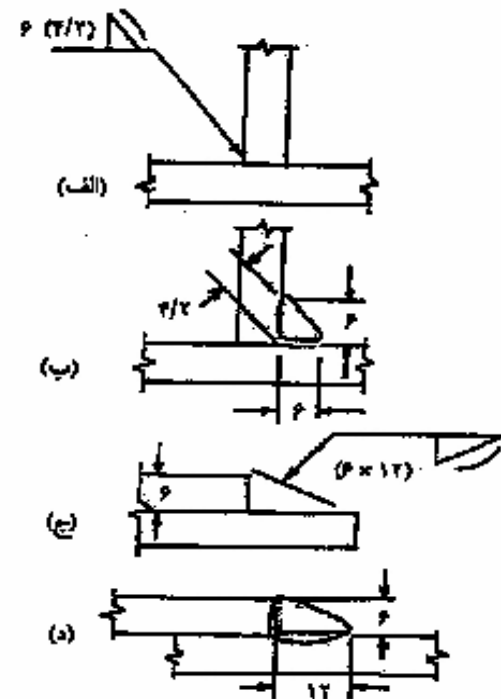
شکل ۱۴- نشانه تیسرخ جوش و پرداخت. در (الف) و (ج) و (د) نشانه‌های تیسرخ و پرداخت در نشانه جوش نشان داده شده است. (ب) و (د) و (و) شکل و پرداخت جوش کامل شده را نشان می‌دهد.



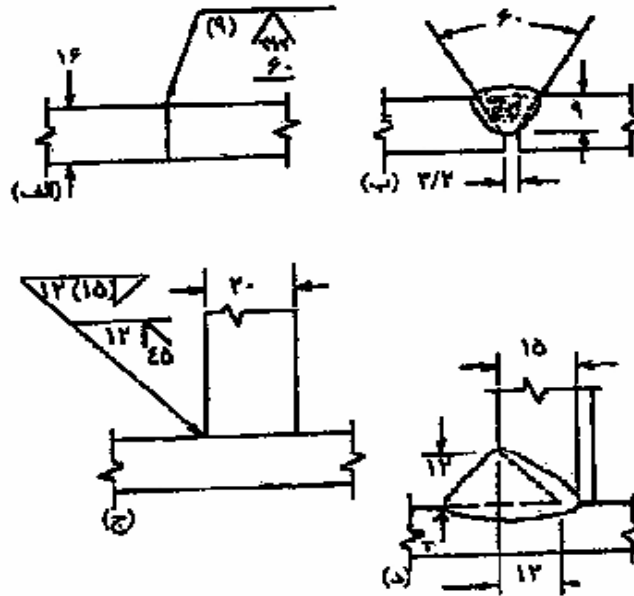
شکل ۱۵- عمق آماده سازی و اندازه جوش شیاری. در (الف) عمق آماده سازی ۶/۳ میلیمتر و اندازه جوش شیاری یا عمق نفوذ ۹ است. جوش در (ب) جوش دو طرفه است. عمق آماده سازی ۹ میلیمتر و اندازه شیاری جوش یا عمق نفوذ ۱۶ میلیمتر است.



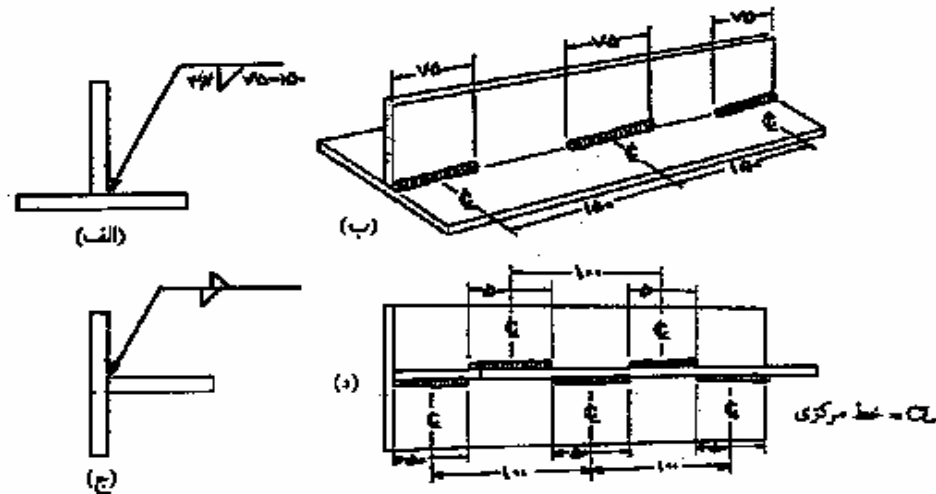
شکل ۱۶- گلوشی موثر و اندازه جوش گوشه‌ای. اندازه چسبای (B) از جوشهای گوشه‌ای در (الف) و (ب) قاطعاً یکی هستند. اگر چه، اندازه جوش (L) یا مثلث رسم شده در بین تیسرخ جوش و اندازه گلوشی موثر (B) در شکل (الف) کوچکتر از شکل (ب) هستند.



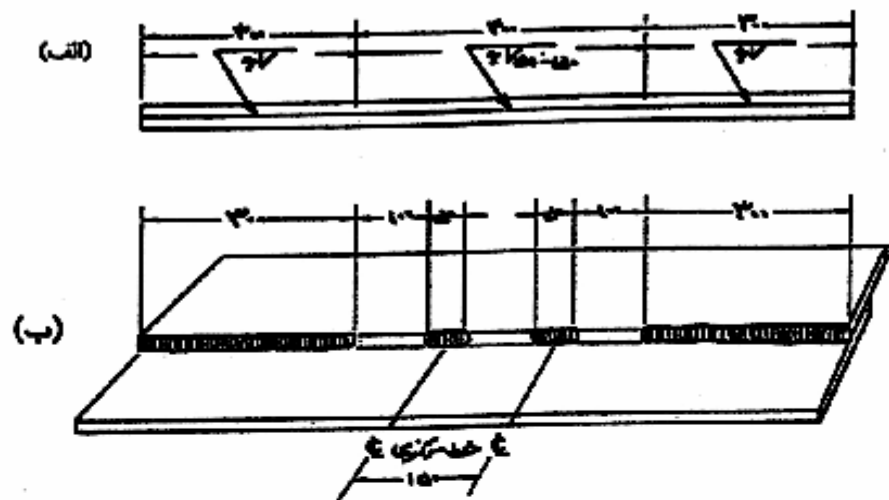
شکل ۱۷- اندازه جوش گوشه‌ای و گلوشی موثر.
الف - اندازه تکمی بیان می‌کند که ساق‌ها مساوی و به اندازه ۶ میلیمتر هستند. گلوشی موثر ۲/۲ میلیمتر است.
ب - جوش کامل شده را نشان می‌دهد.
ج - در اندازه نامساوی بودن اندازه ساق‌ها را نشان می‌دهد. اندازه ساق‌های مربوطه در نقشه جوشکاری نشان داده شده است.
د - جوش کامل شده را نشان می‌دهد.



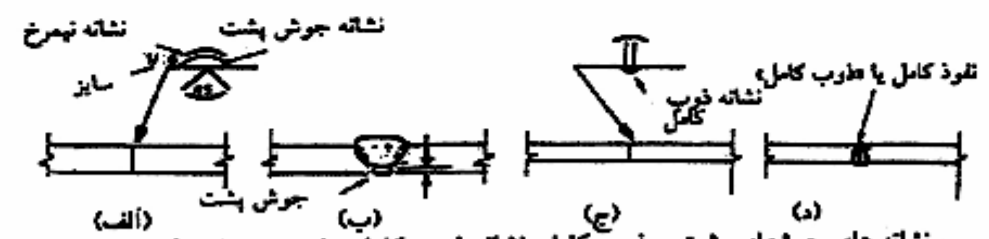
اندازه جوش شیاری در شکل (الف) و (ج) اندازه جوش شیاری یا عمل نفوذ در پراکنش نشان داده شده است. توجه شود در شکل (ب) اندازه جوش شیاری کمتر از ضخامت فلز است. در شکل (د) اندازه جوش شیاری بیشتر از عمل آماده سازی است.



طول و ایماه چرخش. (الف) - به جای طول (۷۵) و گام ۱۵۰ روی نشانه جوش توجه شود. (ب) - جوش نشان می دهد تکه جوشهای ۷۵ میلیمتری که فاصله ۱۵۰ میلیمتری از مرکز تا مرکز جوشها قرار دارند. (ج) و (د) جوش چپ و راست (شترتیمی). در (ج) به نشانههای چپ و راست گوشه توجه شود.



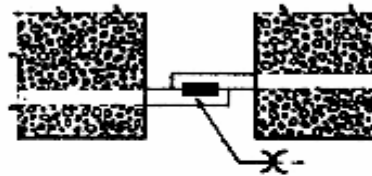
- جوشهای پیوسته و منقطع. توجه شود که ابعاد در بالای نقشه جوشکاری استفاده از نشانه جوشکاری را به فاصله نشان داده شده محدود می کند. همچنین توجه شود که فاصله بین جوش پیوسته و منقطع مساوی است با گام منهای طول یک جوش منقطع (در اینجا ۱۰۰ میلیمتر).



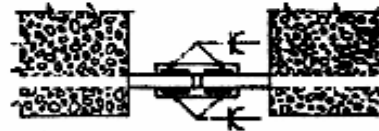
- نشانه های جوشهای پشت و ذوب کامل. نشانه ذوب کامل برای جوشهایی بکار می رود که فقط از یکطرف جوشکاری شده و نیاز به ۱۰۰ درصد نفوذ دارند، همانطور که در (ج) و (د) نشان داده شده است. جوش پشت برای بدست آوردن ۱۰۰ درصد نفوذ وقتی بکار برده می شود که جوشکاری از دو طرف امکان پذیر است، همانطور که در (الف) و (ب) نشان داده شده است. توجه شود که نشانه های نیمرخ و ابعاد ممکن است با این نشانه ها بکار برده شوند، همانند (الف) و (ج).



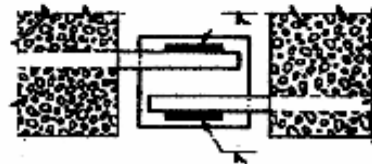
DIRECT BUTT SPLICE—CAN USE VARIOUS WELD JOINTS



LAP SPLICE—SINGLE OR DOUBLE WELD



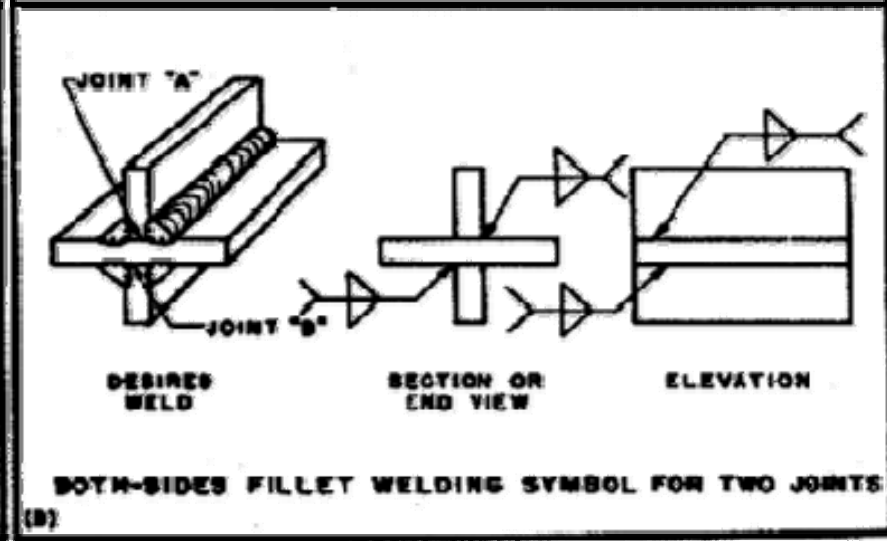
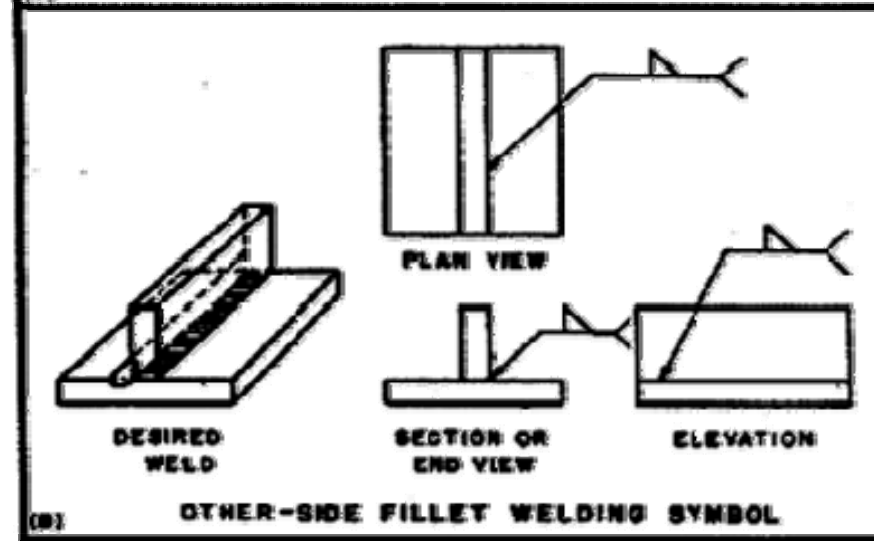
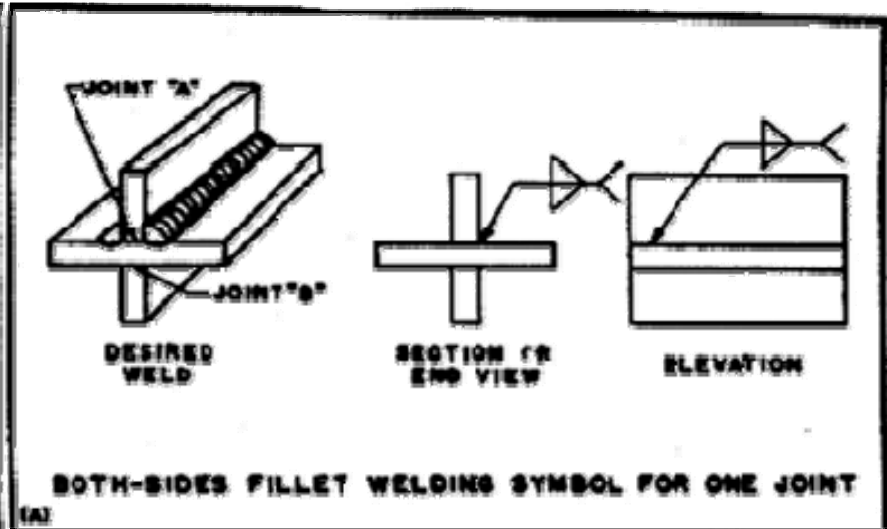
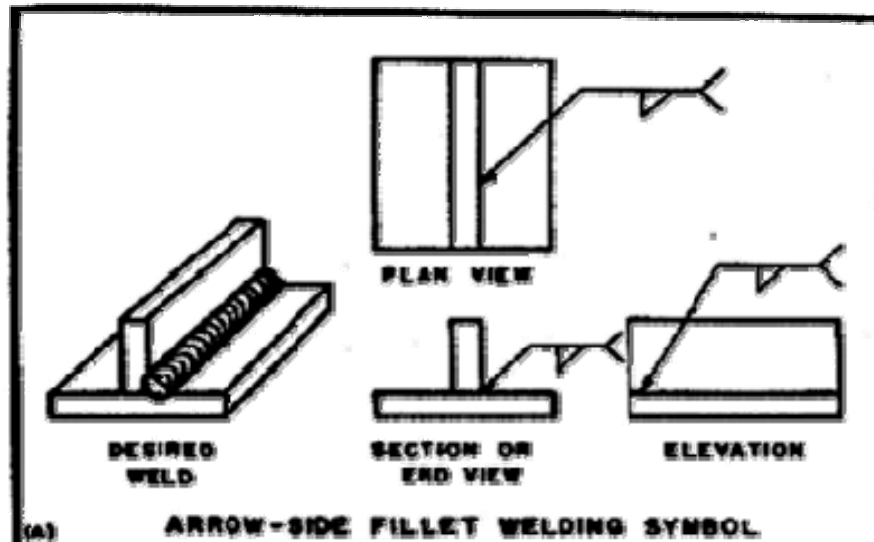
INDIRECT BUTT SPLICE—USE ANGLE OR BAR



INDIRECT LAP SPLICE—AVOID EXCESSIVE ECCENTRICITY

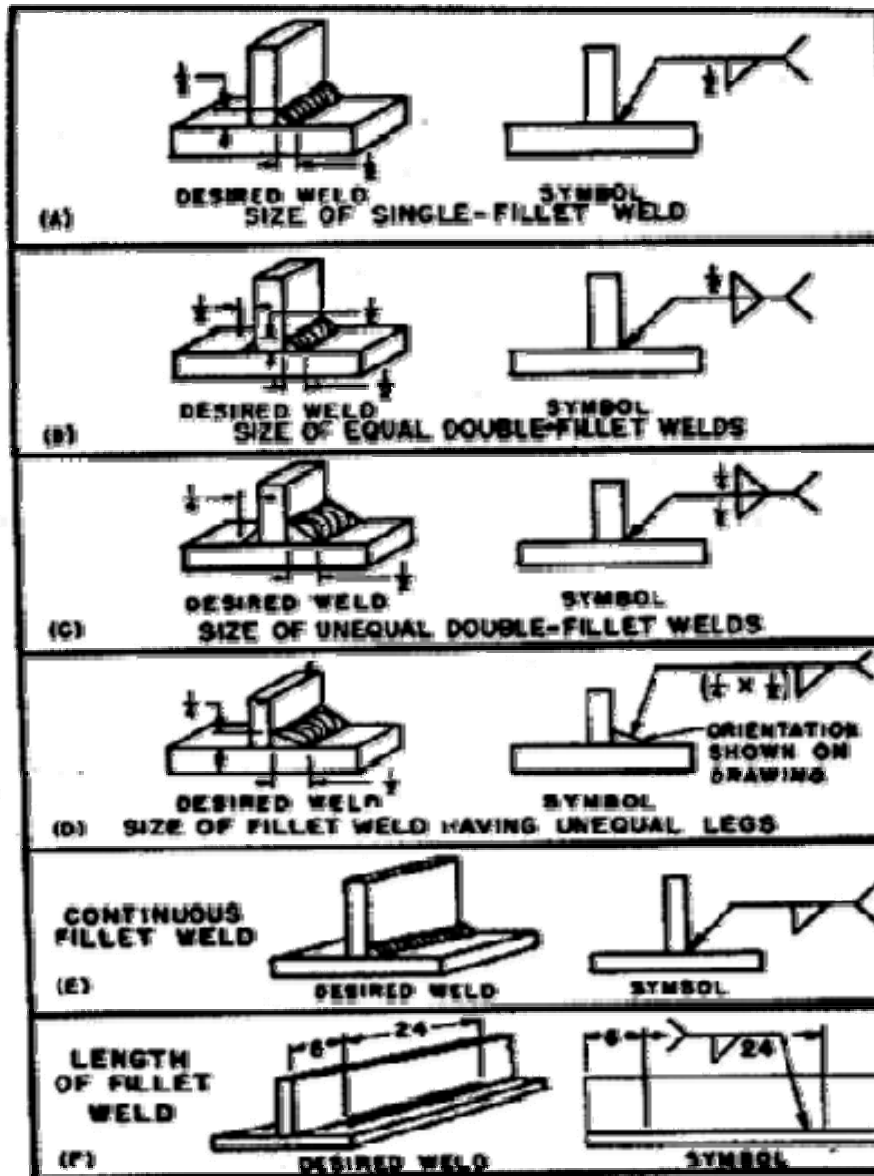
splices.

Types of reinforcing bar

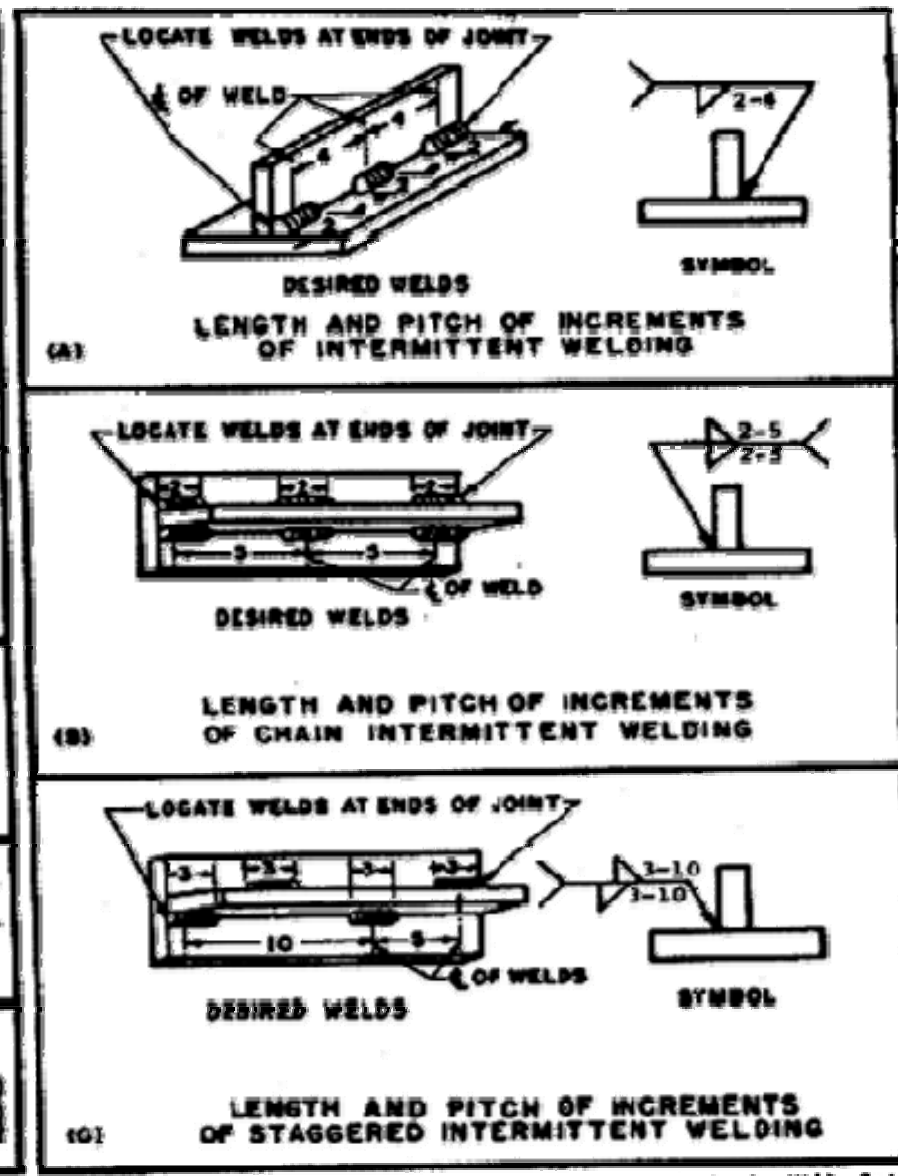


American Welding Society
Application of fillet welding symbol.

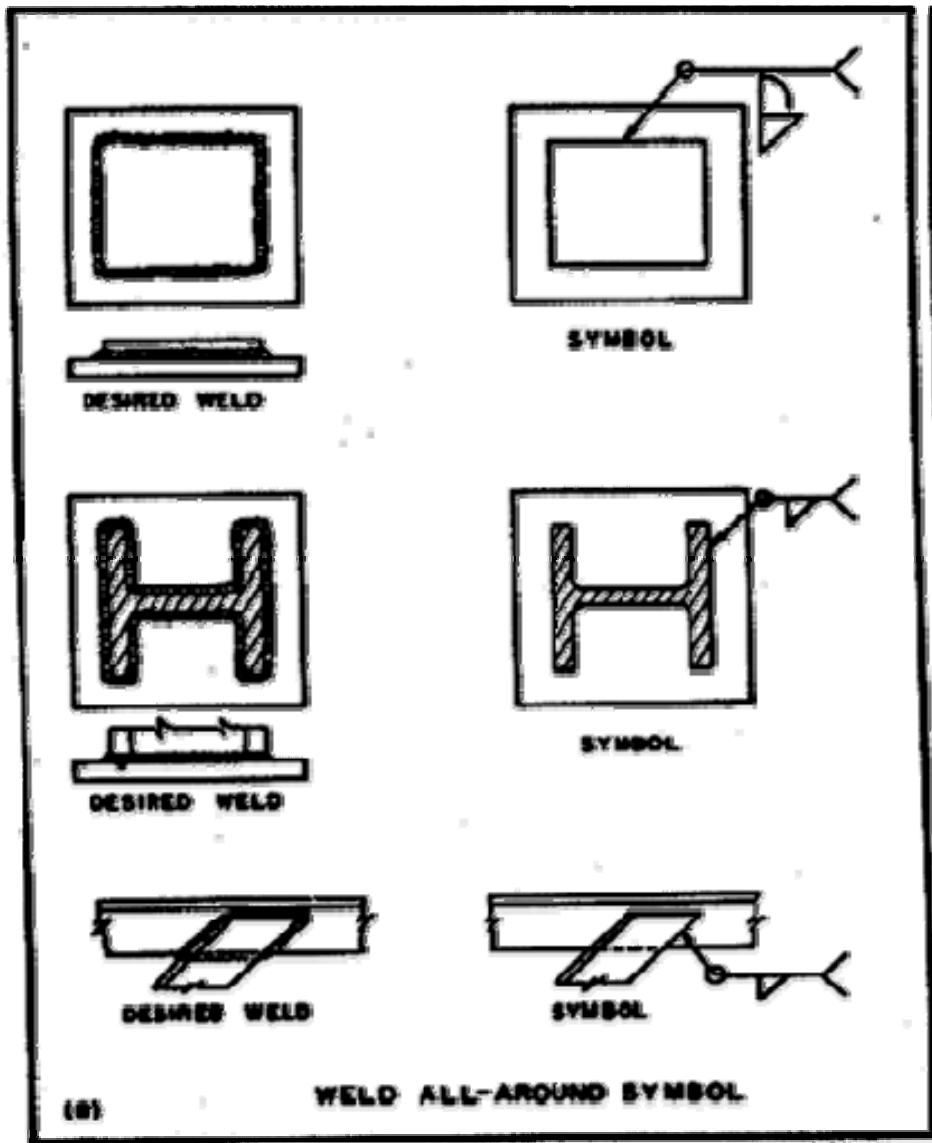
American Welding Society
Application of fillet welding symbol.



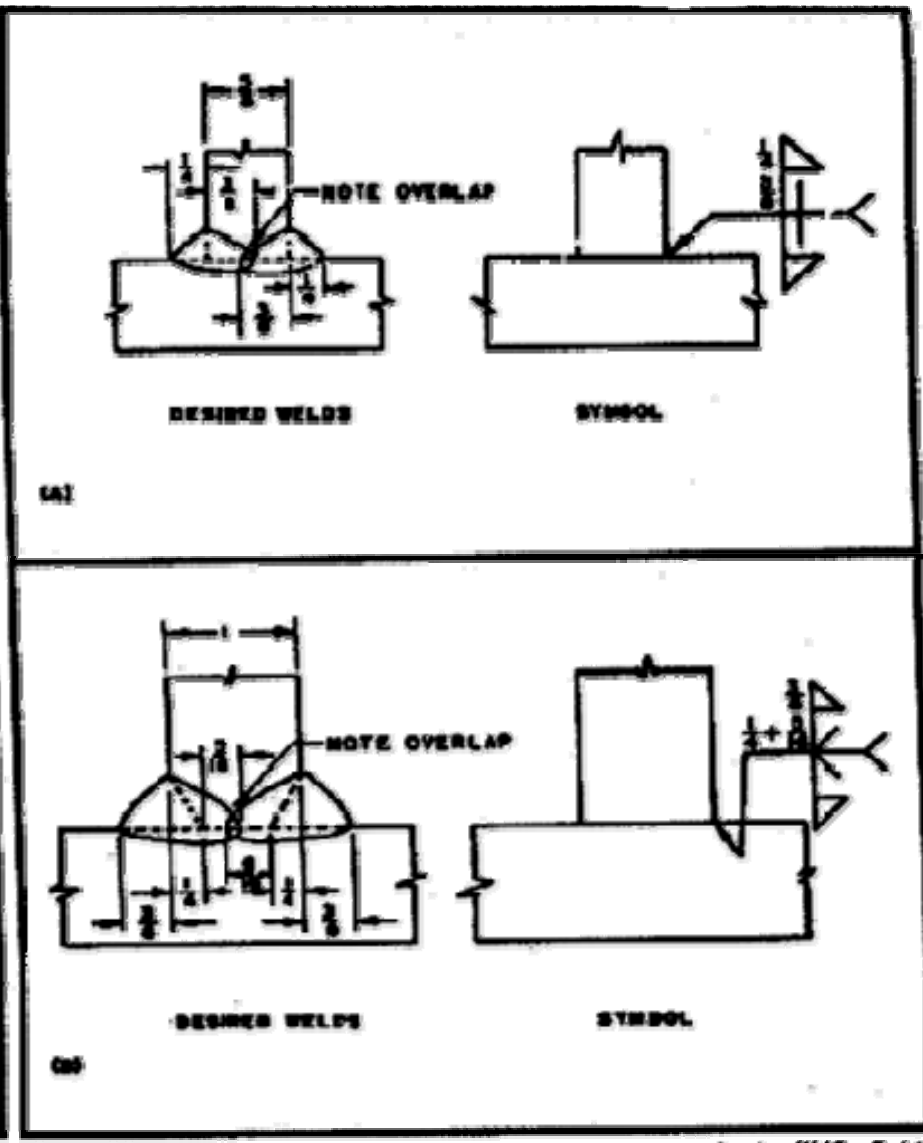
American Welding Society



American Welding Society



American Welding Society
Designation of extent of welding.



American Welding Society
Designation of size of combined welds with specified root penetration.

بازرسی چشمی

کنترل وضعیت قطعات از نظر شکل ظاهری ، اندازه ها ، وجود یا عدم وجود عیب قابل رویت چه با چشم غیر مسلح ، چه با ذره بین **بازرسی چشمی** گفته می شود.

وسایل بازرسی چشمی عبارتند از:
چراغ قوه ، شابلن ، متر ، خط کش ، ذره بین

بازرسی چشمی جوش

- بازرس جوش بایستی با موارد زیر آشنا باشد:
- تمامی مدارک و اسناد قابل کاربرد
- استاندارد اجرایی کار
- تمام فازهای عملیات کارگاهی
- ابزارها و دستگاههای اندازه گیری

بازرسی قبل از جوشکاری

- بازرسی قبل از جوشکاری
- بررسی قبل از سوار کردن قطعات
- استاندارد کاربردی
- برگه های دستورالعمل
- نقشه ها
- تائید صلاحیت جوشکاران
- ترکیب مواد
- شرایط مواد
- نوع آماده سازی لبه، روش و پرداخت
- مواد مصرفی یعنی نوع الکترودها، سیم جوش ها، پودرها، گازهای محافظ (ترکیب) و الزامات ویژه خشک کردن الکترودها
- فرایند یا فرایندهای جوشکاری

بررسی بعد از سوار کردن قطعات

۱- اندازه انحراف، تلرانس ها ، نوع پشت بند

۲- هم راستایی، خالجوش ها، تکه های پل زنی و غیره

۳- تمیزی

۴- پیش گرم کردن

بازرسی خوب قبل از جوشکاری می تواند شرایطی را که می تواند به تشکیل عیب منجر شود، برطرف نماید.

بازرسی حین جوشکاری

حین جوشکاری می توان موارد زیر را بررسی نمود:

- ۱- فرایند جوشکاری
- ۲- درجه حرارت پیش گرم کردن و درجه حرارت بین پاسی
- ۳- تمیزکاری بین پاسی
- ۴- آماده سازی اتصال
- ۵- فلز پرکننده
- ۶- کنترل پیچیدگی
- ۷- پاس ریشه و پاس های بعدی
- ۸- شدت جریان و ولتاژ جوشکاری
- ۹- براده برداری، سنگ زنی، شیارزنی
- ۱۰- پودرها و گازهای محافظ
- ۱۱- انطباق با برگه دستورالعمل جوش و استاندارد کاربردی

بازرسی بعد از جوشکاری

بعد از جوشکاری می توان موارد زیر را بررسی کرد :

۱- دقت ابعادی

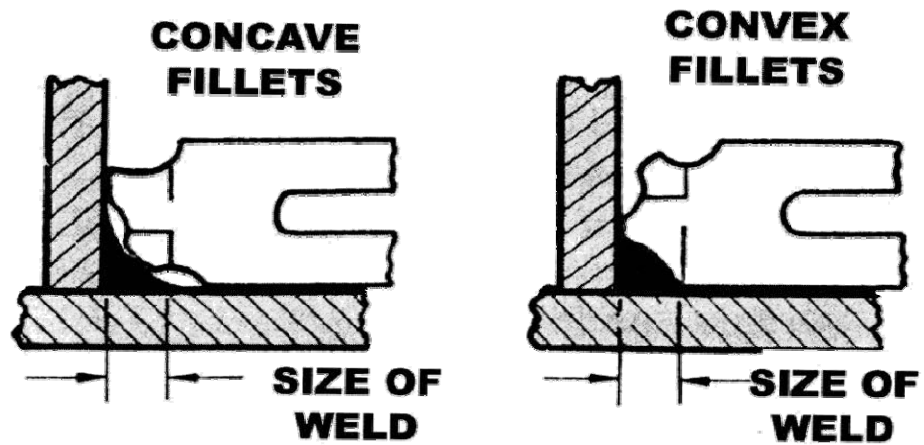
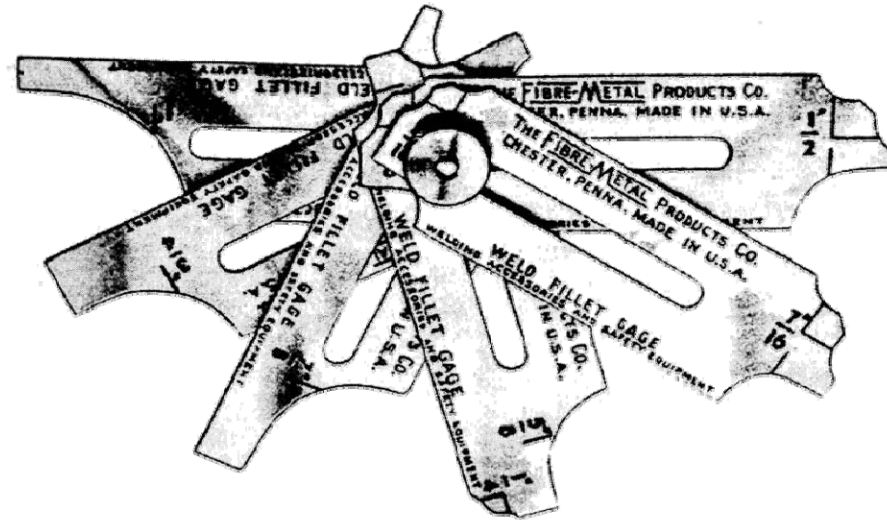
۲- تطابق با نقشه ها و الزامات استاندارد

۳- پذیرش جوش با توجه به ظاهر آن

۴- عملیات حرارتی پس از جوشکاری

۵- تعمیرات

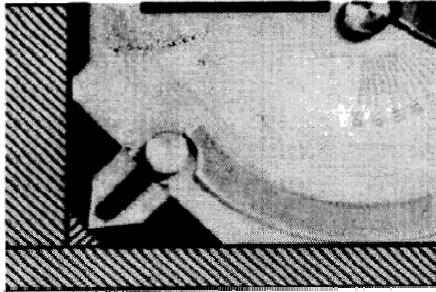
الگوهای بازرسی جوش



الگوهای فوق برای اندازه گیری و بازرسی گوشه‌های محدب و مقعر از $\frac{1}{2}$ تا ۱ اینچ بکار می‌روند.

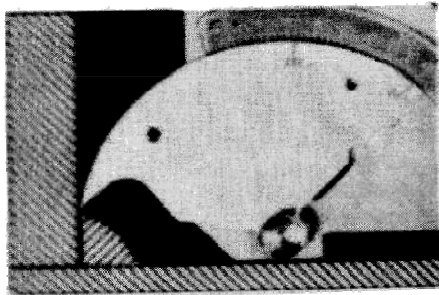
گلوئی جوش گوشه ای

FILLET WELD THROAT



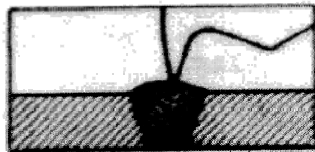
طول ساق جوش گوشه ای

FILLET WELD LEG LENGTH



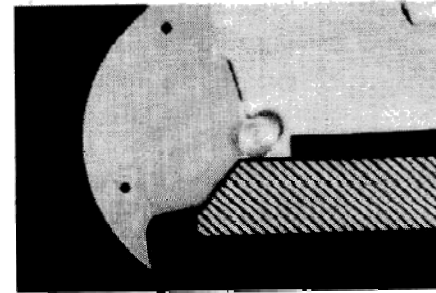
ارتفاع گرده جوش

EXCESS WELD METAL



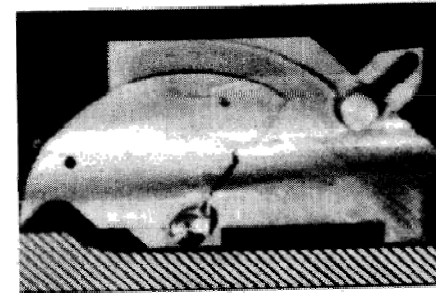
زاویه آماده سازی لبه

ANGLE OF PREPARATION



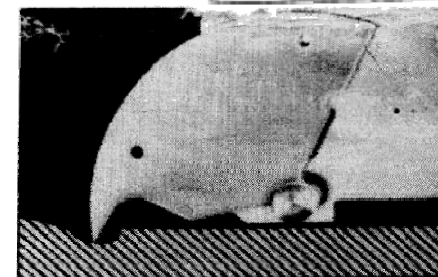
عدم همترازی

MISALIGNMENT

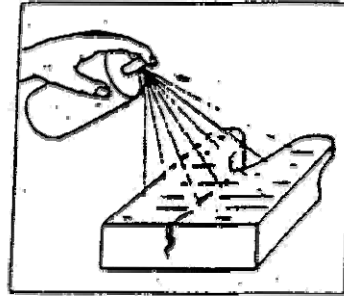
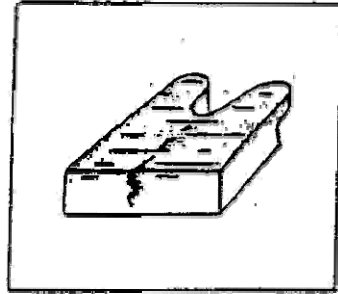


بریدگی کنار جوش

UNDERCUT

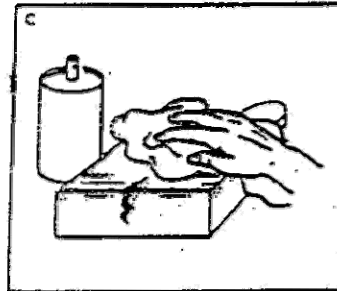
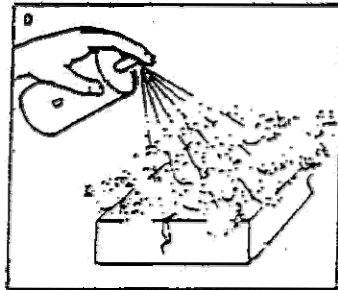


مراحل آزمایش با مایع نافذ در شکلهای زیر نشان داده شده است.
 برای اطمینان از خوب دیدن، مایع نافذ، حاوی ماده رنگی است که به آسانی در
 نور سفید دیده می شود یا حاوی ماده فلورسنت است که در نور سیاه (ماوراء بنفش)
 دیده می شود.



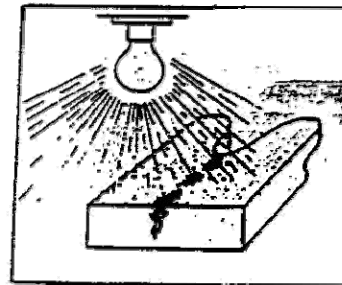
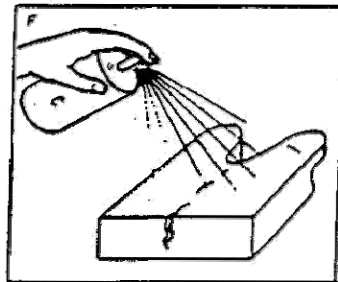
الف- مایع نافذ به سطح اعمال می گردد.

ب- به مایع نافذ فرصت نفوذ به داخل دهانه باز داده می شود.



ج- مایع نافذ از روی سطح پاک می شود.

د- مایع ظاهر کننده برای بیرون کشیدن مایع نافذ از دهانه اعمال می گردد.

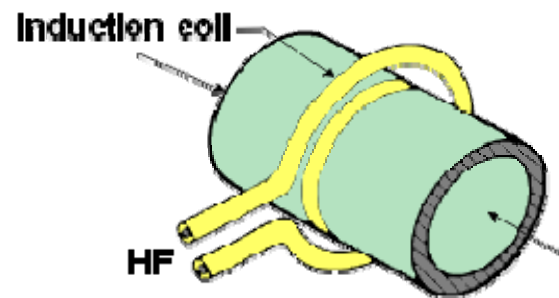
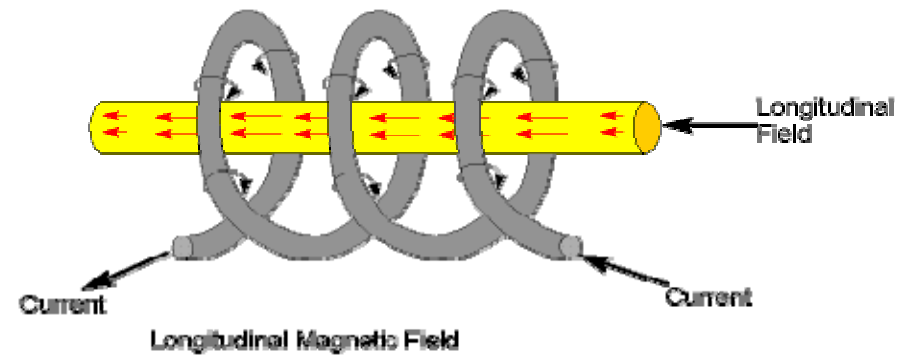
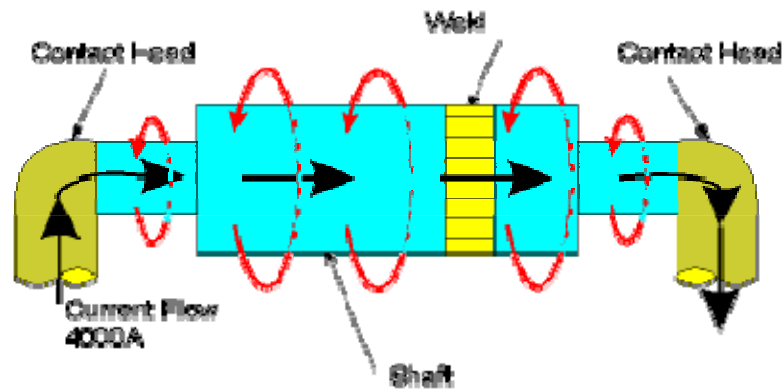


ه- نمونه بطور چشمی امتحان می شود.

و- تمیز کاری نهایی انجام می شود.

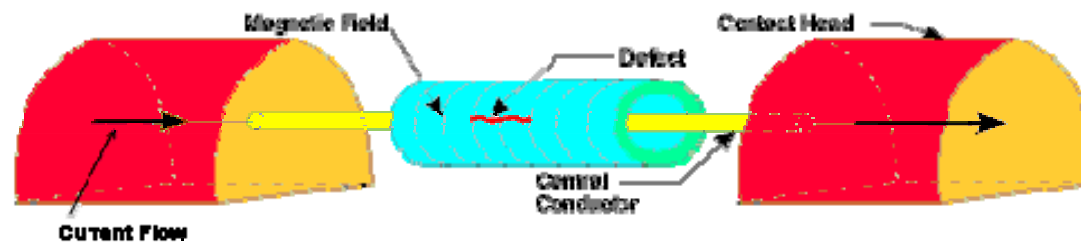
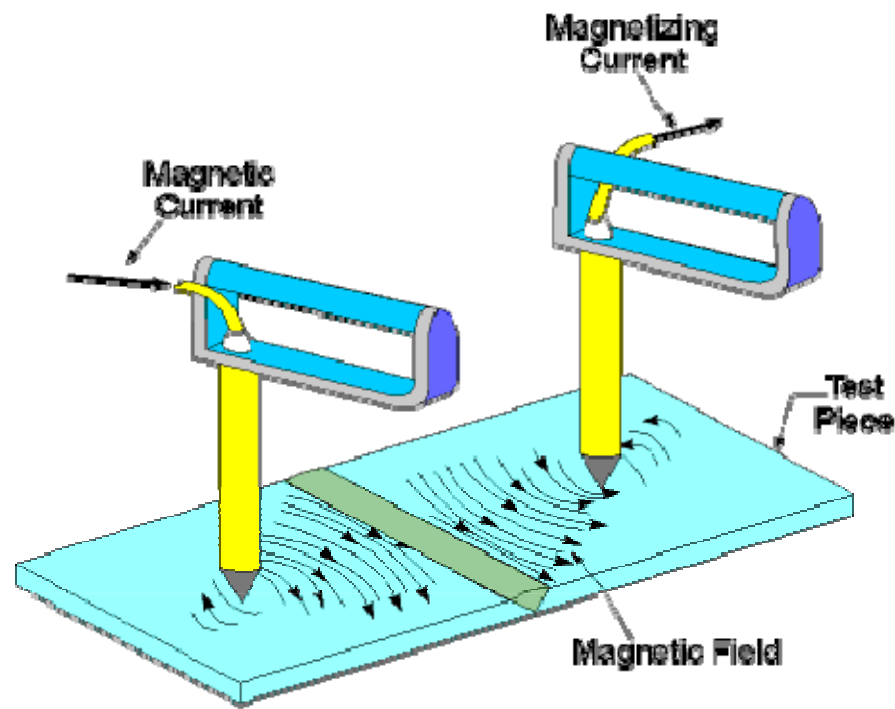
آزمایش با مایع نافذ

آزمایش مغناطیسی

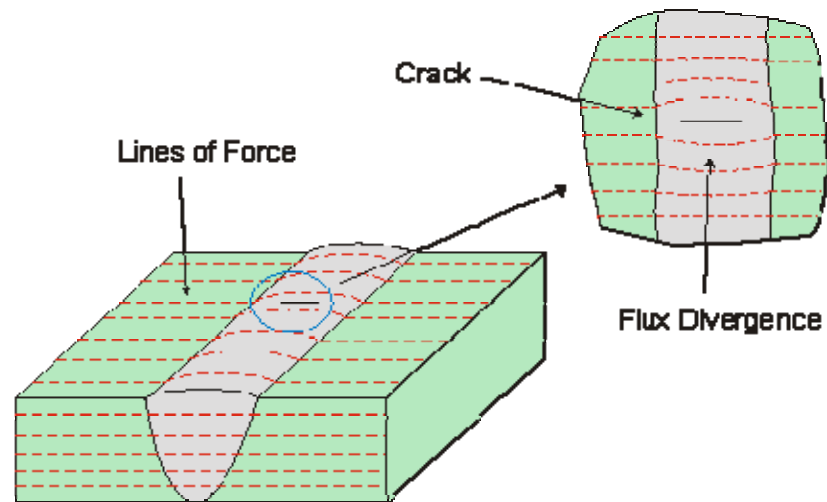
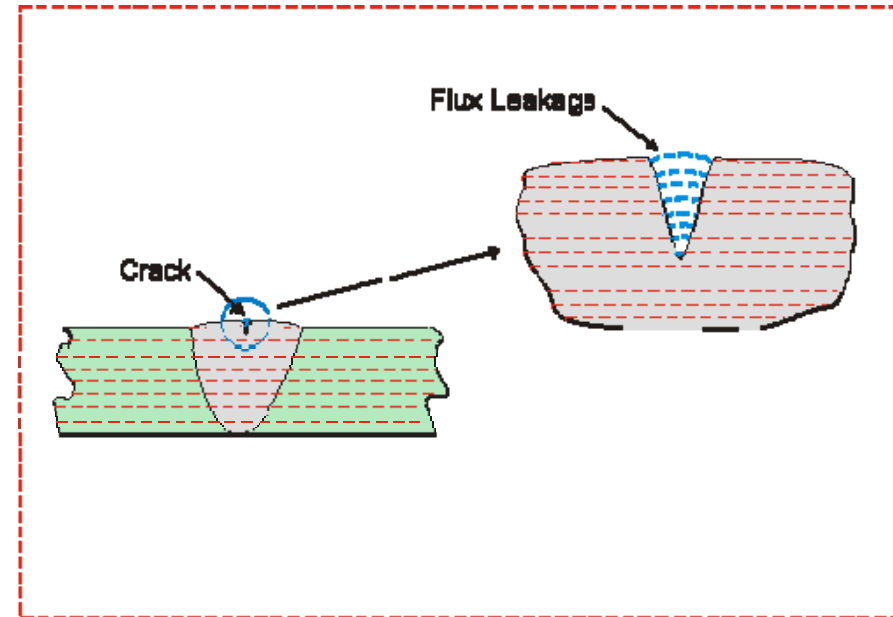
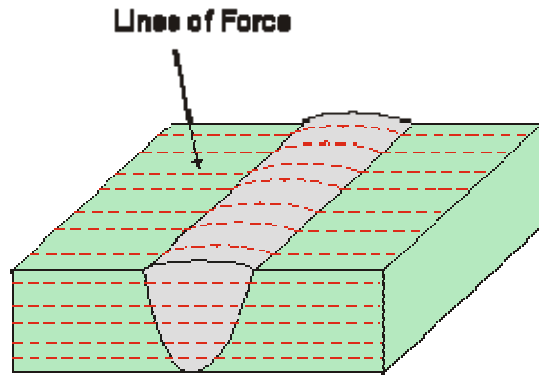


Pipe butt

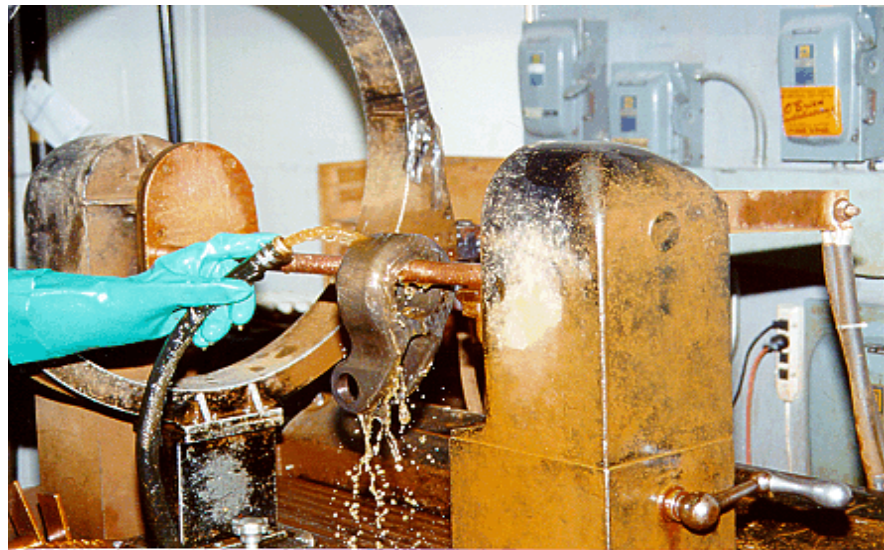
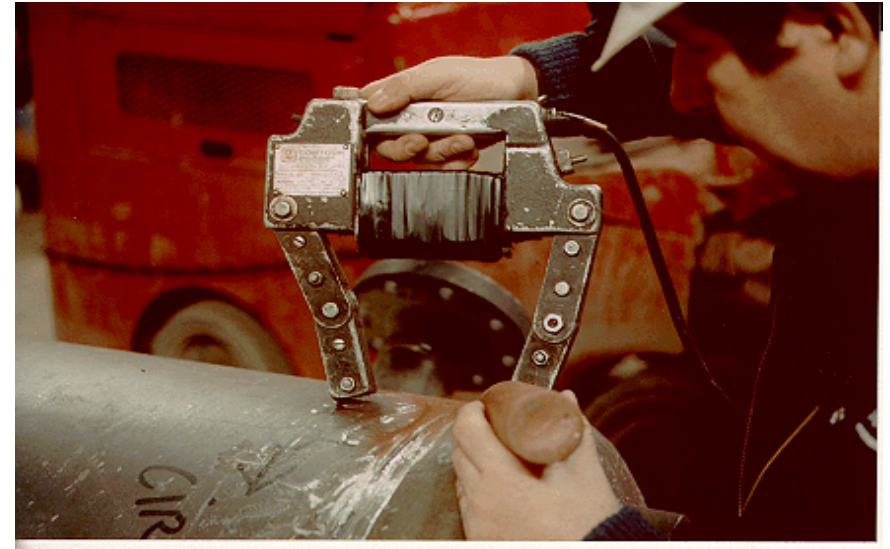
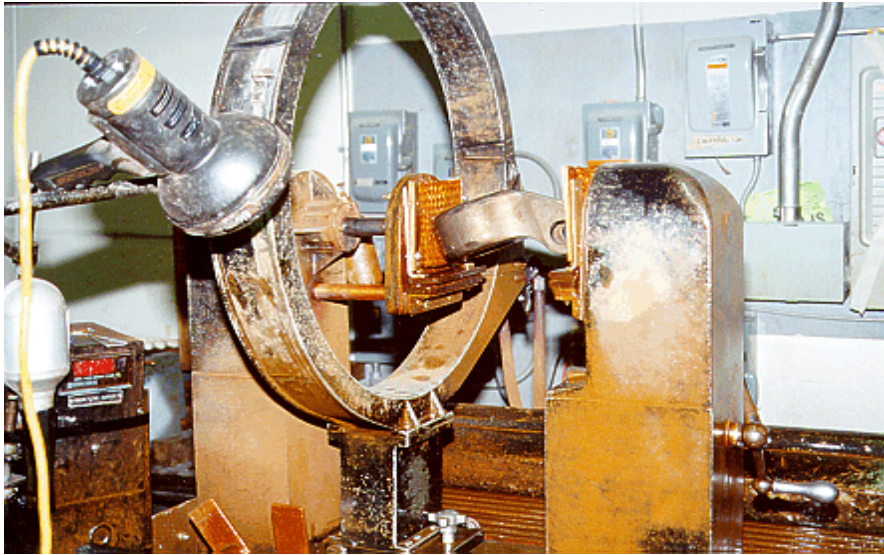
آزمایش مغناطیسی



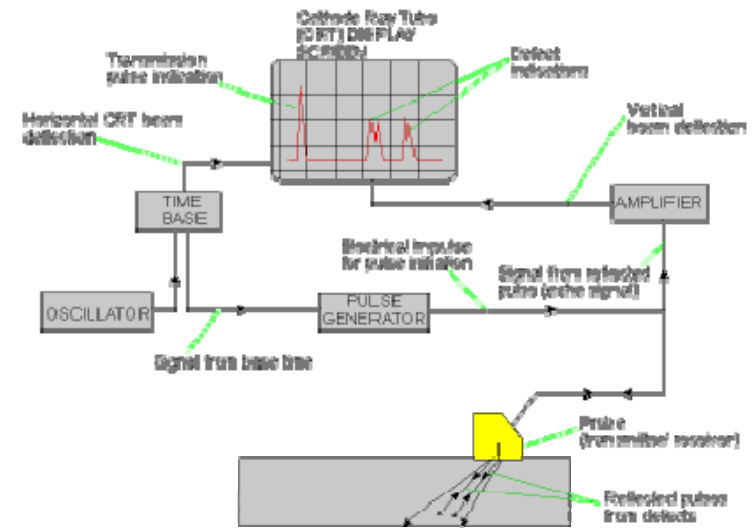
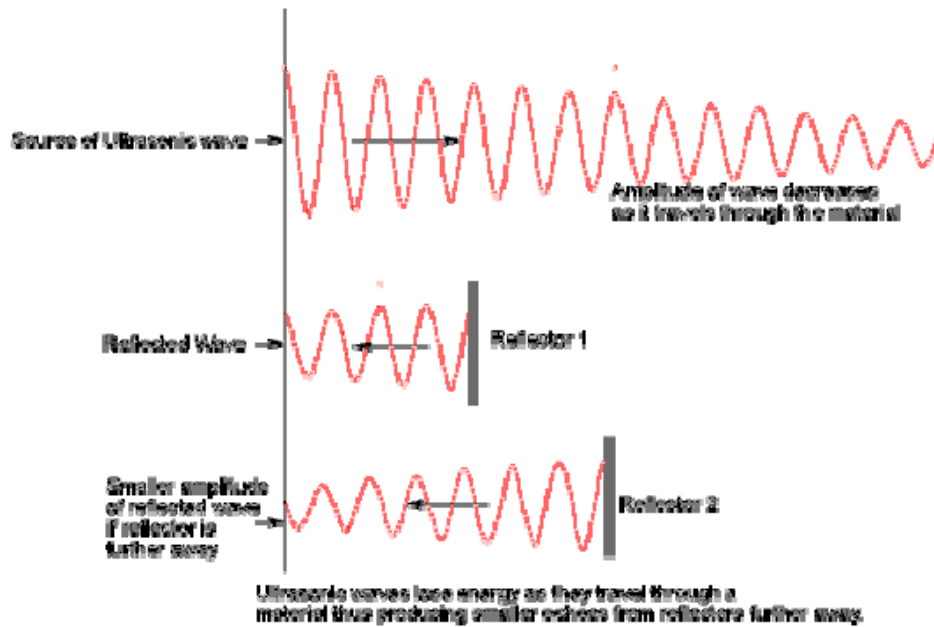
آزمایش مغناطیسی



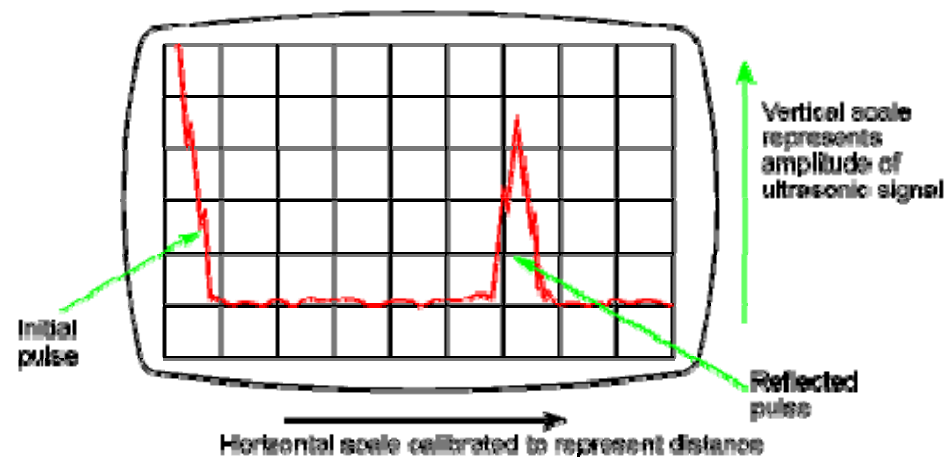
آزمایش مغناطیسی



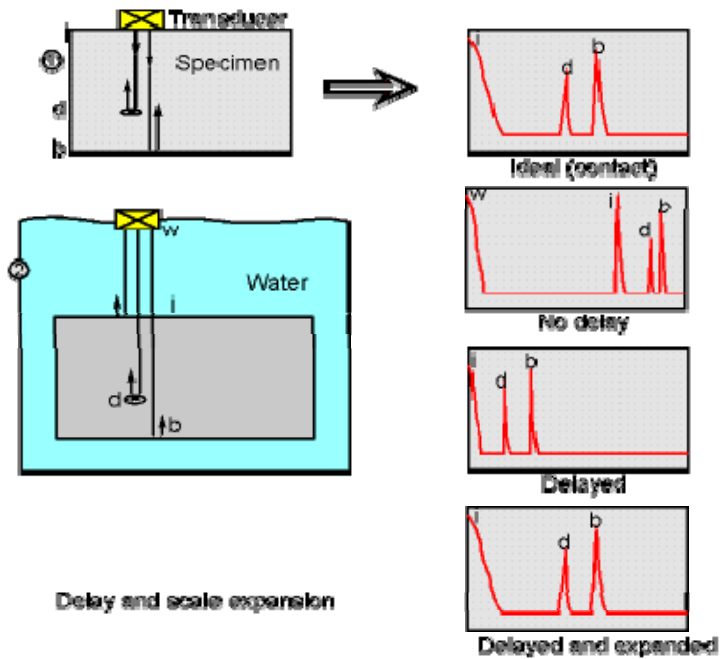
آزمایش آتراسونیک



Block diagram of basic ultrasonic pulse-echo equipment



آزمایش آلتراسونیک



Delay and scale expansion

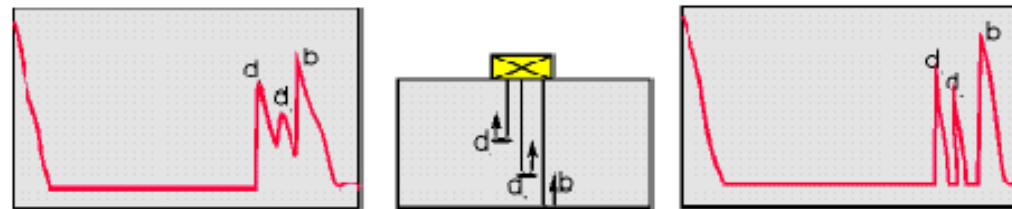
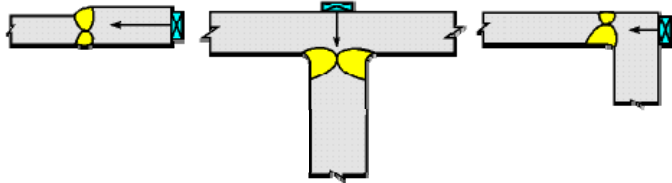
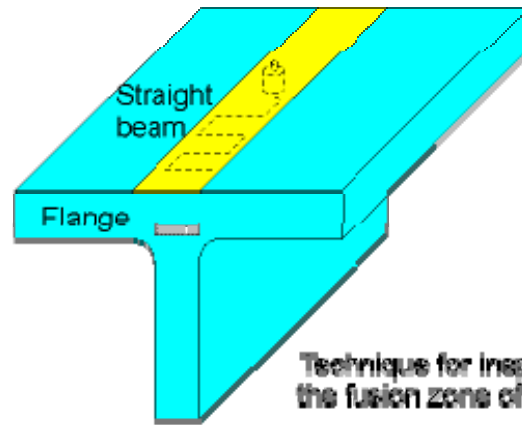


Figure 15. Examples of poor (left) and good (right) resolution.

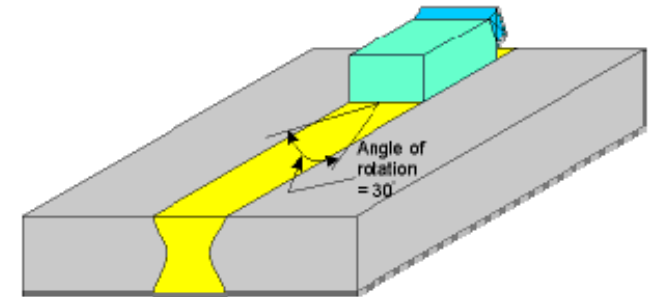
آزمایش آلتراسونیک



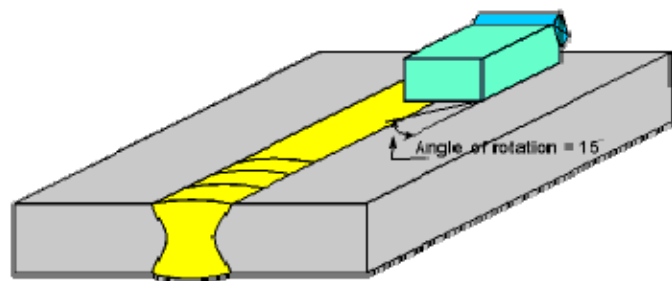
Normal probes for weld testing



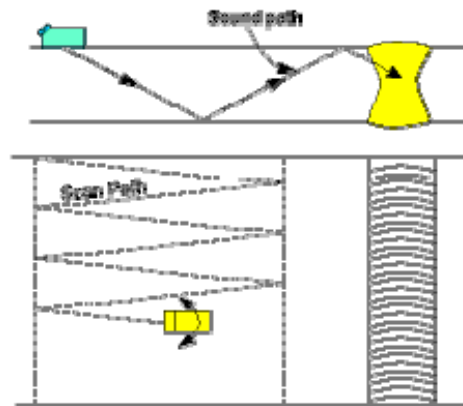
Technique for inspecting the fusion zone of T-joint



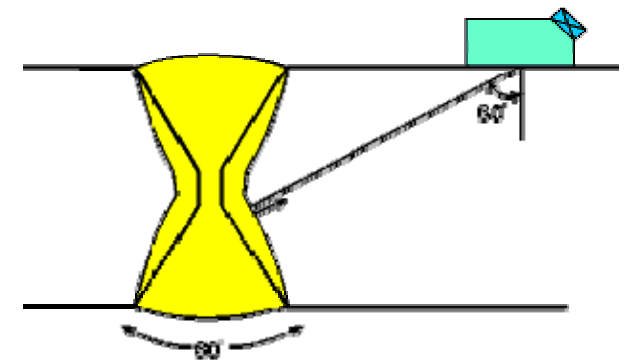
Supplementary technique for inspecting butt joints for suspected cross-cracking when the weld bead is ground flush



Supplementary technique for inspecting butt joints for suspected transverse cracking when the weld bead is not ground flush

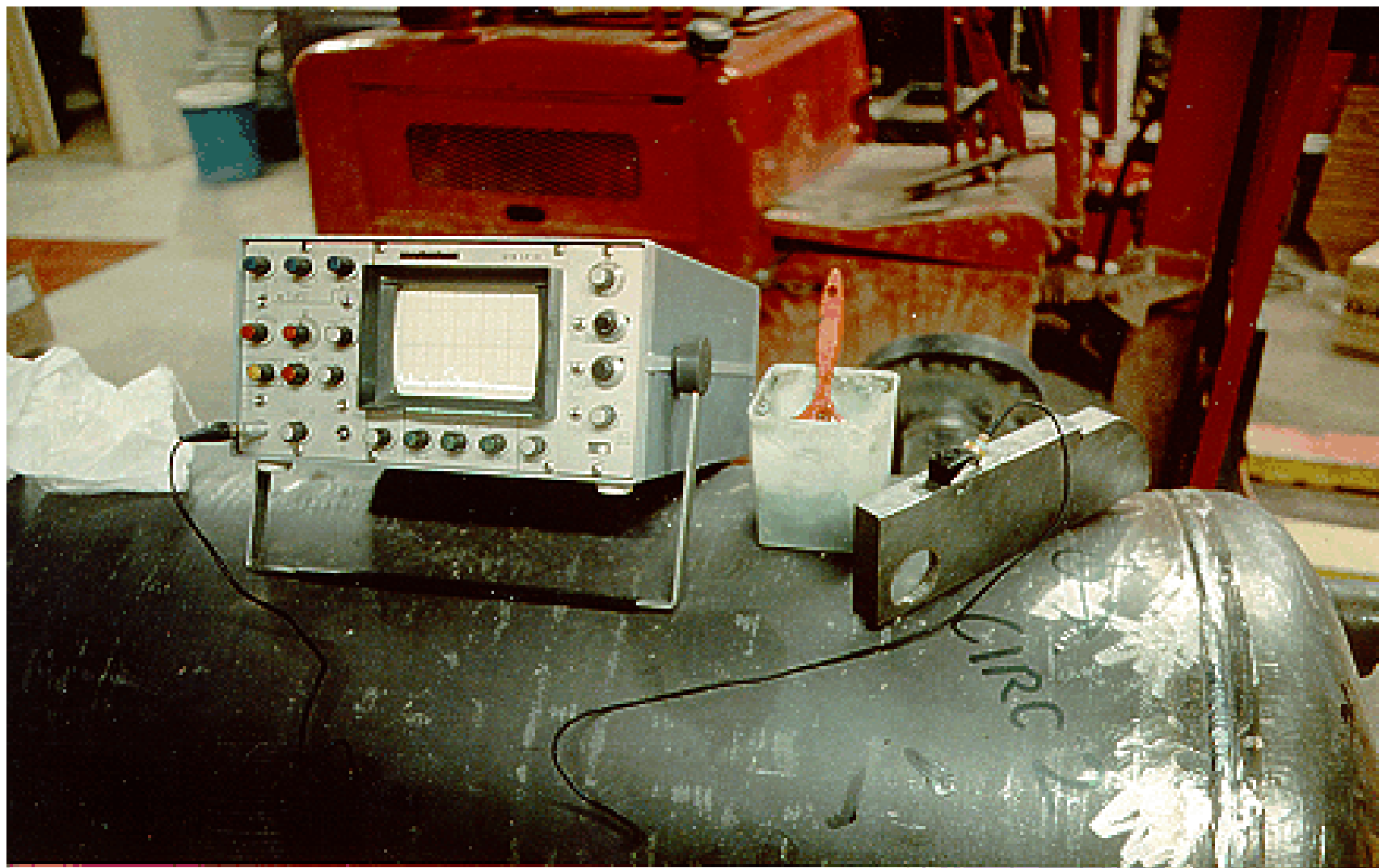


Inspecting butt joints with angle beams

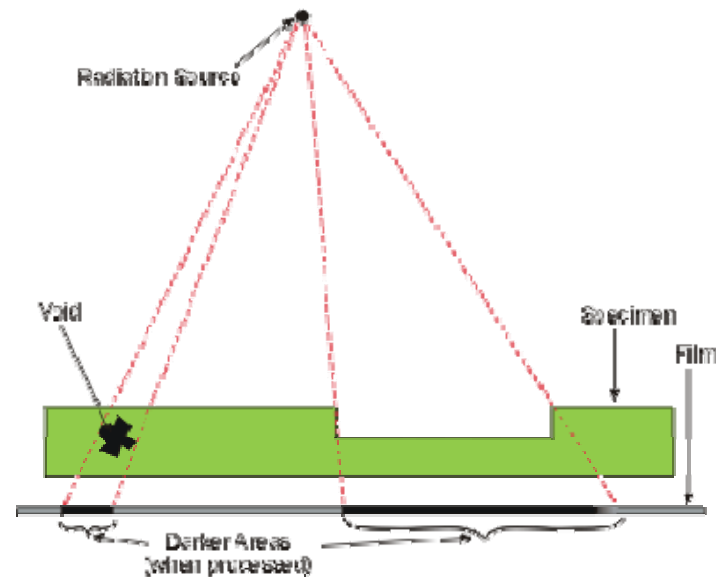
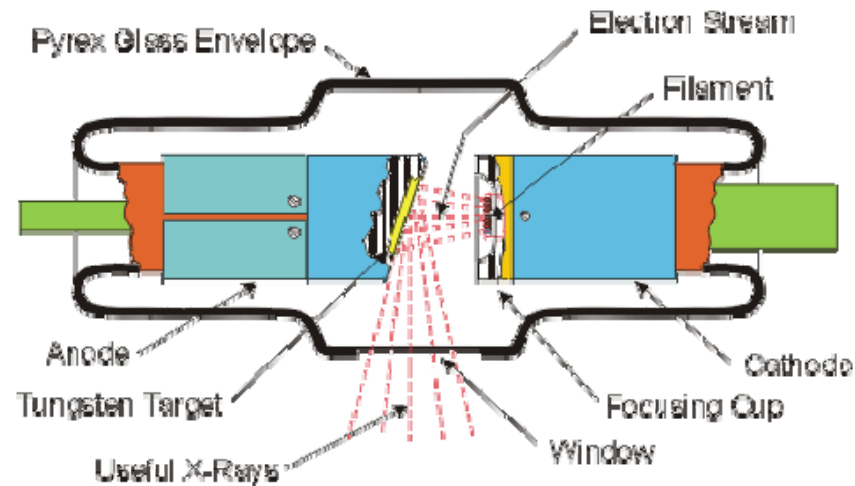


Probe angle chosen to match groove angle to give optimum reflection

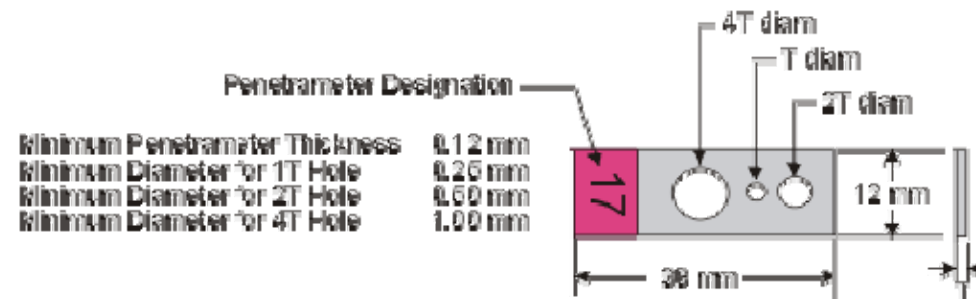
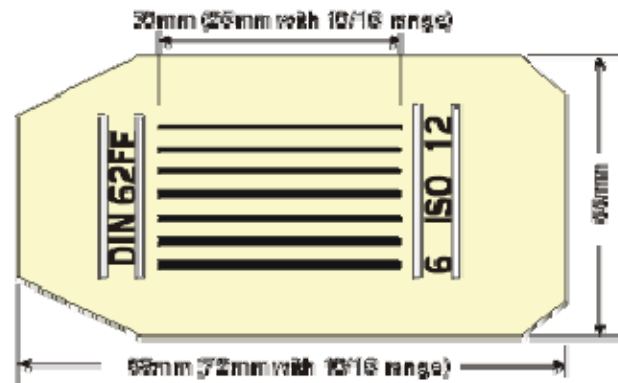
آزمایش آلتراسونیک



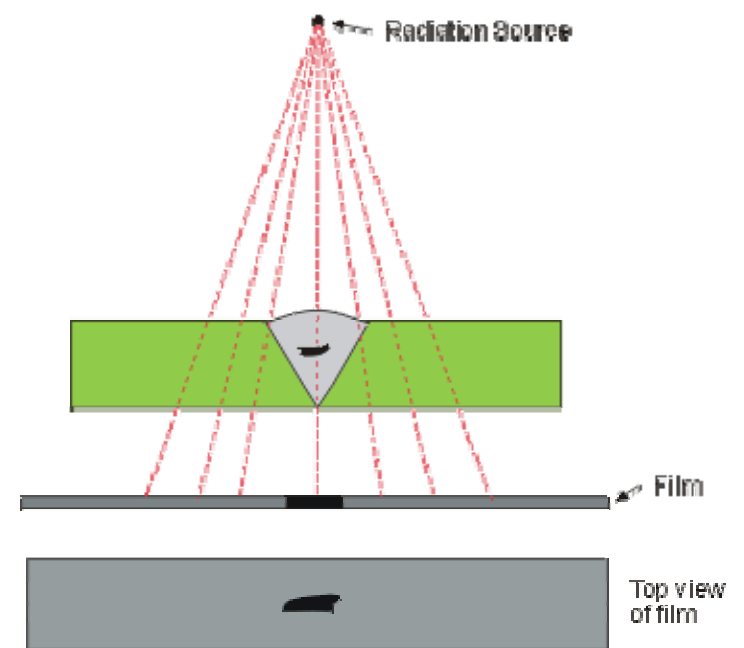
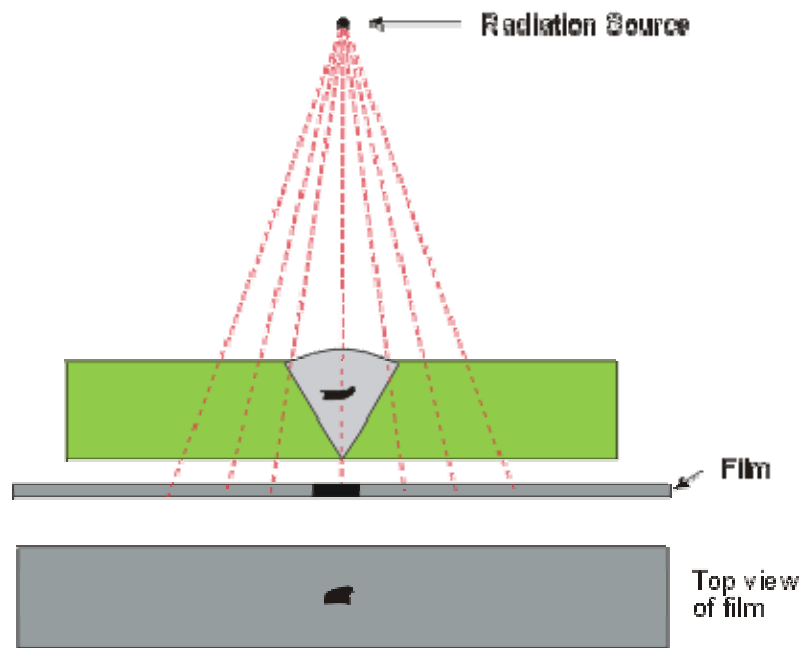
آزمایش رادیوگرافی



آزمایش رادیوگرافی



آزمایش رادیوگرافی

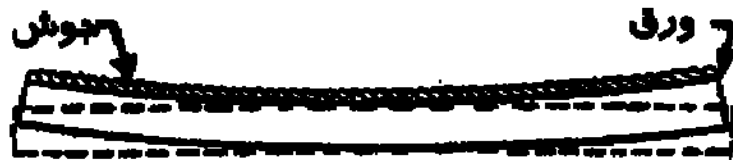


آزمایش رادیوگرافی



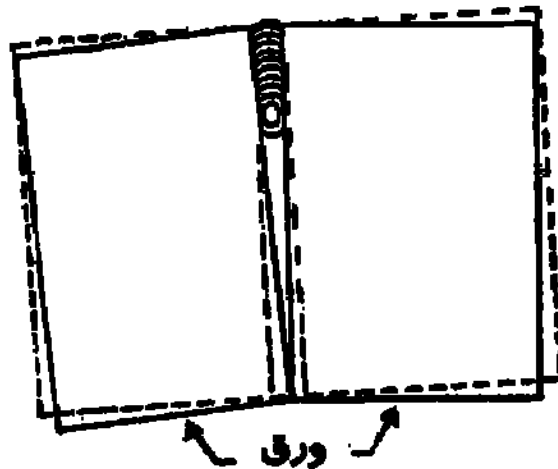
انواع پیچیدگی در جوشکاری

طولی

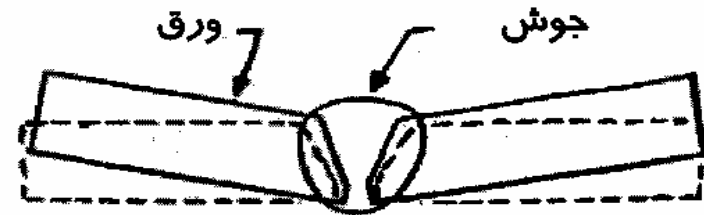


خط چین = قبل از جوشکاری

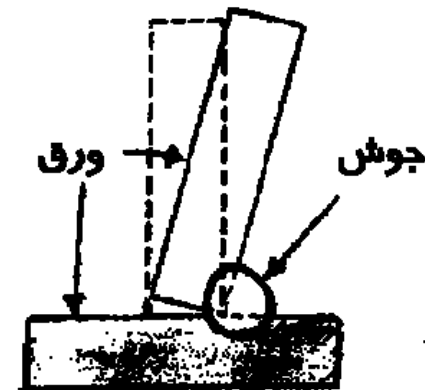
خط پر = بعد از جوشکاری



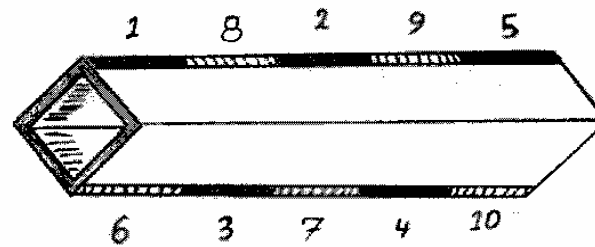
عرضی



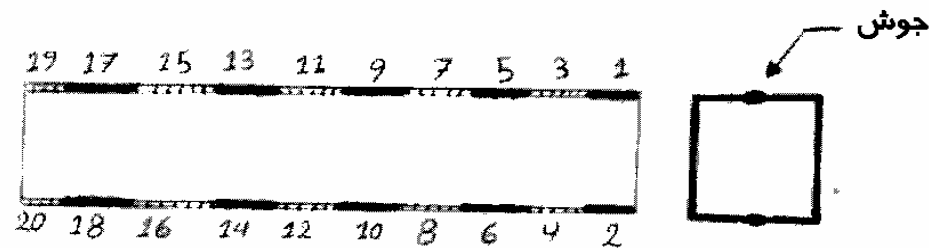
زاویه ای



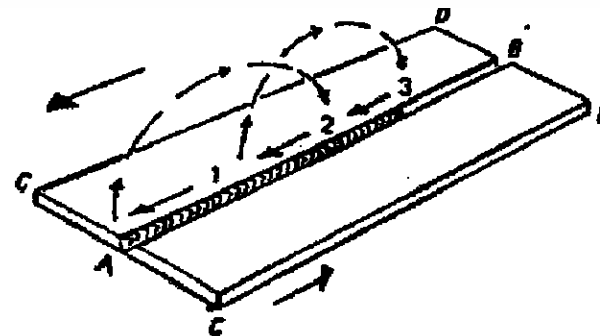
کنترل پیچیدگی



۱- ترتیب و توالی جوشکاری ساخت قوطی از نبشی (برگشت به عقب پرشی)

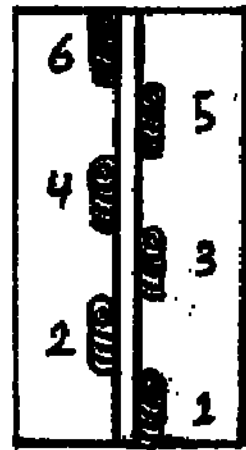


۲- ترتیب و توالی جوشکاری ساخت قوطی از ناودانی

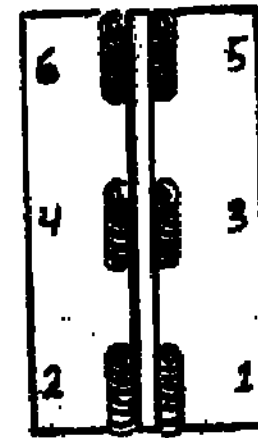


۳- ترتیب و توالی جوشکاری برگشت به عقب، برای کنترل پیچیدگی طولی در هر سه مورد بالا، طول جوش به قسمت های ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتری (در جوش با الکتروود دستی) و ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر (در جوش با سیم جوش فرقره ای) تقسیم می شود و به نوبت مطابق شمارهها توسط یک نفر جوشکار یا دو نفر جوشکار (بطور همزمان) جوشکاری می گردد.

کنترل پیچیدگی در جوش گوشه ای دو طرفه



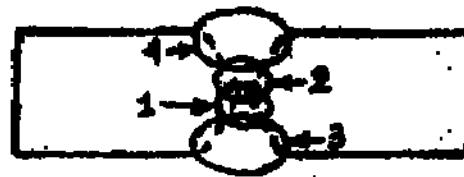
روش شطرنجی



روش زنجیری

در هر دو مورد بالا، طول جوش به قسمت های ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتری (در جوش با الکتروود دستی) و ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتری (در جوش با سیم جوش قرقره ای) یا دو نفر جوشکار (بطور همزمان) جوشکاری می گردد.

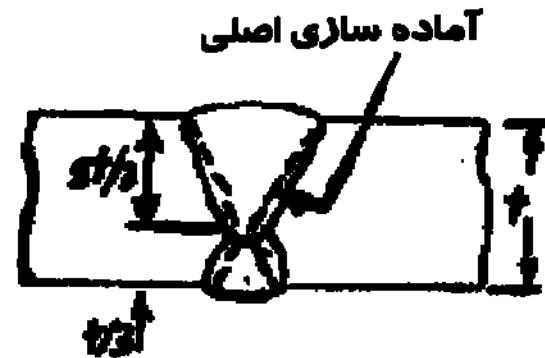
کنترل پیچیدگی جوشهای لب بلب



ترتیب و توالی
جوشکاری دو طرفه



جناغ های مساوی



جناغ های نامساوی (یک سوم و دو سوم ضخامت)

ایمنی در جوشکاری برق

- ۱- هرگز هنگام کار نبایستی لباس با آستین برگردان یا تازده و یا لباس جیب باز بپوشید.
- ۲- کف محل جوشکاری را همیشه خشک نگاهدارید.
- ۳- هرگز ماشین جوشکاری را خودتان سوار نکنید. برای اینکار از شخصی مجرب کمک بگیرید.
- ۴- حین انجام جوشکاری بایستی خود و دیگران را از اشعه های زیان بخش محافظت نمائید.
- ۵- در موقع جوشکاری با برق پوست بدن خود را از اشعه مادون قرمز محافظت نمائید.
- ۶- هوای کارگاه را تهویه و تعویض نمائید.
- ۷- چشمان خود را از اشعه یا جرقه ها محافظت نمائید.
- ۸- هیچوقت شیشه ماسک را با شیشه های رنگ شده تعویض نکنید.
- ۹- به کابل اتصال زمین توجه زیاد معطوف داشته و یقین حاصل کنید که بطور مناسب محکم شده است.
- ۱۰- هنگام جوشکاری از پوشیدن دستکش حفاظتی - آستین و ساق بند نسوز غفلت نکنید.
- ۱۱- طول و جنس کابل اهمیت زیادی دارد و مواظب باشید که روکش کابل هیچگونه آسیبی نبیند.
- ۱۲- هنگام کار با ماشین جوشکاری از لباس و کفشهای حفاظتی استفاده نمائید.
- ۱۳- هیچوقت گیره الکترودی را که مخصوص کارهای سبک می باشد برای کارهای سنگین بکار نبرید.
- ۱۴- هرگز فنر ماریچ گیره الکترودی را با فنر دیگر عوض نکنید.
- ۱۵- برای عوض کردن الکترود از دستکش استفاده کنید.
- ۱۶- برای خنک کردن گیره از آب یا مایع دیگر استفاده نکنید.
- ۱۷- مو و لباس خود را از جرقه هائی که حین کار ایجاد می شوند محفوظ نگاهدارید.
- ۱۸- کپسولهای گاز و مایعات قابل اشتعال را در نزدیک محل جوشکاری قرار ندهید.

ایمنی در جوشکاری برق

- ۱۹- هرگز بدون استفاده از ماسک محافظ شروع به جوشکاری ننمائید.
- ۲۰- اشعه ماوراء بنفش برای کسی که خود را با وسایل ایمن محافظت نکرده باشد بسیار زیان آور است.
- ۲۱- اگر پوست بدن به اندازه کافی با لباس محافظت نگردد اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش باعث سوختگی های دردناک خواهد شد.
- ۲۲- هیچوقت از فاصله کمتر از ۶ متر به قوس الکتریکی نگاه نکنید مگر اینکه چشمهای خود را قبلاً محافظت کرده باشید.
- ۲۳- برای محافظت لباس در مقابل جرقه از پیش بند هائی که از جنس مناسب و ضخیم درست میشوند استفاده نمائید.
- ۲۴- قبل از شروع به کار اطمینان حاصل کنید که ماشین جوشکاری مربوطه، بازرسی، تمیز و روغنکاری شده است.
- ۲۵- مطمئن شوید که کلید اصلی برق مجهز به فیوز مناسب باشد.
- ۲۶- کابل ها را بازرسی کرده و قسمتهائی که عایق آن خراب شده باشد تعویض نمائید.
- ۲۷- هرچند گاهی کلیه اتصالات الکتریکی را بازرسی و کنترل نمائید.
- ۲۸- انبر یا گیره الکتروود خالی را پس از اتمام کار و یا در فواصلی که جوشکاری انجام نمی شود، روی قلاب عایق دار آویزان کنید.
- ۲۹- هنگام جوشکاری اخطارها و علائم مربوط به کار را در محل مناسب آویزان نمائید.
- ۳۰- اتصالات کابل به دستگاه را بوسیله کابلشو محکم کنید.
- ۳۱- دستگاه جوشکاری را در زیر سقف قرار دهید تا باران و برف بر روی آن نریزد.
- ۳۲- فاصله اتصال کابل برق اصلی به دستگاه هرچه امکان دارد کمتر و از جای مطمئن و دور از برخورد با بار قرار گیرد.
- ۳۳- فاصله کابل انبر جوشکاری بستگی به نوع دستگاه و نوع جوشکاری نباید زیاد باشد.

ماسک جوشکاری

در موقع جوشکاری پس از برقراری قوس الکتریکی بین الکتروود و فلز مبنا نور خیره کننده ای ایجاد میشود که حاوی اشعه‌های ماوراء بنفش و مادون قرمز بوده و برای قسمتهای بی حفاظ بدن مخصوصاً چشمها بسیار مضر میباشد.

بنابراین بایستی از قسمتهای لخت بدن بخصوص چشمها مواظبت کرد. وسیله ای که برای محافظت صورت و چشمها بکار میرود ماسک جوشکاری نامیده میشود.

ماسک جوشکاری به دو صورت دستی و کلاهی متداول است. ماسک دستی بیشتر برای کارهای کوچک و موقتی مورد استفاده قرار میگیرد و در این حالت جوشکار با یک دست ماسک و با دست دیگر انبر را میگیرد ولی مزیت ماسک کلاهی آن است که با استفاده از آن جوشکار آزادی عمل بیشتری دارد مثلاً میتواند با یک دست انبر را گرفته و با دست دیگر تکیه گاهی ساخته و یا قطعه کار را نگهدارد.

ماسک معمولاً از فیبر و لکانیزه یا چوب فشرده تهیه می شود و نیمه جلوی آن طوری فرم میگیرد که به راحتی به قالب صورت بخورد.

در جلوی ماسک دریچه ای تعبیه شده که مشاهده جوش را ممکن میسازد ابعاد این دریچه ها تقریباً 114×50 میلیمتر بوده و دارای دو شیشه محافظ میباشد. شیشه سفید از برخورد و چسبیدن ذرات ریز فلز مذاب پاشیده شده روی شیشه مات جلوگیری میکند. اگر از شیشه سفید معمولی استفاده نشود پس از مدت کوتاهی شیشه مات از ذرات فلزی پوشیده شده و غیرقابل استفاده میگردد و بایستی آنرا که نسبتاً گران است تعویض نمود و حال اینکه شیشه سفید ارزانتر بوده و تعویض مکرر آن موجب هزینه گزافی نخواهد گردید.

شیشه های مات دارای نمره های تیرگی مختلف می باشند. طبق ارقام استاندارد منتشر شده اگر شیشه مات خوب انتخاب شود تقریباً ۹۹/۵ درصد اشعه مادون قرمز و ۹۹/۷۵ درصد اشعه ماوراء بنفش را بر میگرداند. درجه تیرگی شیشه مات بستگی به آمپر مصرفی دارد. نمره ۱۰ متداولترین شیشه مات در جوشکاری با الکترودهای فلزی و نمره ۱۲ متداولترین شیشه مات جهت جوشکاری قوسی با الکتروود ذغالی میباشد. تیرگی شیشه های مات یا صافی نور به قدری است که جوشکار از پشت آن چیزی را نمی بیند مگر آنکه قوس روشن باشد.

راهنمای انتخاب شیشه مات

شیشه های روشن تا شماره ۲ برای جوشکاری مقاومتی و برای نور پراکنده از جوشکاری یا برشکاری مجاور بکار می رود.

شیشه مات شماره ۵ برای کارهای سبک برشکاری اکسیژنی و جوشکاری گاز بکار می رود.

شیشه مات شماره ۶ برای برشکاری اکسیژنی ، جوشکاری گاز متوسط و برای جوشکاری قوسی تا ۳۰ آمپر مناسب است.

شیشه مات شماره ۸ برای جوشکاری گاز (سنگین) و برای برشکاری و جوشکاری قوسی با شدت جریان بین ۳۰ تا ۷۵ آمپر به کار می رود.

شیشه مات شماره ۱۰ برای جوشکاری و برشکاری قوسی با شدت جریان بین ۷۵ تا ۲۰۰ آمپر بکار می رود.

شیشه مات شماره ۱۲ برای جوشکاری و برشکاری قوسی با شدت جریان ۲۰۰ تا ۴۰۰ آمپر بکار می رود.

شیشه مات شماره ۱۴ برای جوشکاری و برشکاری قوسی با شدت جریان بیش از ۴۰۰ آمپر بکار می رود.

اگر مقدار زیادی از اشعه ماوراء بنفش به چشم برسد باعث سوزش چشم می گردد که ممکن است به مدت ۸ تا ۱۸ ساعت ادامه پیدا کند.

چون گاهی از پشت ماسک نورهای منعکس شده به چشم می رسد بهتر است جوشکار در زیر ماسک یک عینک معمولی هم داشته باشد. این عینک در موقع پاک کردن پوسته جوش از برخورد ذرات داغ به چشم جلوگیری می کند.

در بعضی از ماسک ها برای راحتی جوشکار لوله های تهویه نصب شده که هوای آزاد به وسیله این لوله ها به ناحیه تنفس جوشکار می رسد.

در برخی دیگر از ماسکها وسیله ای جهت تنظیم ولت و آمپر نصب شده و همچنین مجهز به چراغهای کوچک مخصوصی می باشند که با تغییر شدت جریان جوشکاری نور آنها تغییر نموده و به جوشکار برای تنظیم آسانتر و دقیق تر طول قوس کمک می نماید.

منابع

برای مطالعه بیشتر به منابع زیر مراجعه فرمایید.

-آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران-نشریه شماره ۲۲۸ معاونت امور فنی-
دفتر امور فنی و تدوین معیارها-سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

-Structural Welding Code AWS D1.1

-Standard Symbols for welding,brazing and nondestructive examination -AWS A2.4

-Guide for Visual inspection of welds-AWS B1.11

-Standard Methods for Mechanical Testing of Welds AWS B4.0

-Standard For welding procedure and performance qualification-AWS B2.1

-Standard Welding Terms and Definitions-AWS A3.0