به نام خدا

مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com

تفسیر و ارزیابی عیوب جوش در آزمایش پرتونگاری صنعتی طبق استاندارد ASME . Sec VIII

تالیف :اصغر ملکیان

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

« بسمه تعالی »

تفسیر و ارزیابی عیوب جوش در آزمایش پرتونگاری
بر اساس استاندارد ASME. Sec. VIII

چکیده:

گسترهٔ وسیع علم متالورژی و مواد خصوصاً در زمینهٔ جوشکاری امروزه جهت بهینه سازی و بهبود کیفیت سازه‌های فلزی کاربرد فراوانی یافته است. استانداردهای به روز جهانی نیز بر پایهٔ همین علوم جهت طراحی، ساخت، بهره‌برداری و کنترل کیفیت محصولات، تدوین شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این رو اهمیت شناخت و عمل به این دستور العملها بیش از پیش مورد توجه واقع شده اند.

در این مقاله به توضیح و تبیین موضوعات مربوط به عیوب جوش، علل پیدایش، نحوهٔ برطرف نمودن و نیز تفسیر و ارزیابی آنها بر طبق استاندارد انجمن مهندسین مکانیک امریکا(ASME) بخش هشت مربوط به مخازن تحت فشار و بویلرها پرداخته شده است.

در پایان نیز چگونگی پیشگیری از پیدایش هر یک از عیوب یاد شده از طریق تغییر پارامترهای مؤثر در جوشکاری مورد بحث قرار گرفته است.

امید است با روشن شدن موارد فوق و رعایت استانداردهای مربوطه کیفیت تولیدات داخلی و صنایع کشور قابل طرح و ارائه در بازارهای صنعتی بین المللی قرار گیرند .

پاییز ۱۳۷۹

اصغر ملکیان

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱-عیوب و علل پیدایش آنها در جوشکاری:

تمام مطالبی که تا کنون بحث گردیده بمنظور ساخت ، پرداخت و آزمایش قطعات تجهیزات و لوله‌های مورد استفاده در صنعت نفت و گاز با کیفیت مناسب و قابل قبول طبق استانداردهای مورد قبول دنیا مطرح شده و در این رهگذر یکی از اساسی‌ترین و عمده‌ترین بخش این مباحث در مخازن تحت فشار (Pressure Vessels) و بویلرها (Boilers) عیوب حاصل از جوشکاری می‌باشدکه برای شناسایی و برطرف نمودن این عیوب می‌توان از آزمایشات غیر مخرب(Nondestructive Testing) بهره گرفت که یکی از این آزمایشات، آزمایش پرتونگاری می‌باشد که با بهره‌گیری از پرتوهای ایکس و گاما می‌توان از قطعات مذکور پرتونگاری نمود. انجام پروسه پرتونگاری با کیفیتی که عرض شد بمنظور پی بردن به این عیوب انجام می‌پذیرد.

عیوب حاصل از جوشکاری دارای انواع مختلف و حدود قابل پذیرش می‌باشد که بر اساس استانداردها که از قبیل استانداردهای آسیاییKS,JPS و غیره استانداردهای اروپایی شامل BS,DIN,ISO,EN و غیره و استانداردهای آمریکایی AWS,ASME,ASTM,ANSI,API,AWWA و غیره می‌باشد که در این مبحث سعی می‌شود که بر اساس استاندارد ASME که مربوط به بویلرها (استاندارد ASME.Sec.I) و مخازن تحت فشار (ASME.Sec.VIII)می‌باشد که با توجه به ASME.Sec.I که برای ارزیابی رجوع به(ASME.Sec.VIII) داده شده است. لذا سعی می‌شود در این مبحث به انواع عیوب و علل بوجود آمدن آنها-راههای جلوگیری- حدود پذیرش بر اساس استاندارد (ASME.Sec.VIII) و تصویر این عیوب بر روی فیلم‌های حاصل از پرتونگاری پرداخته شود.

۲-طبقه بندی عیوب جوش:

بطور کلی عیوب حاصل در جوش را می‌توان بصورت ساده‌ای طبقه‌بندی کرد؛

الف) عیوب ریشه‌ای جوش(Root Pass Defects):

عیوب ریشه‌ای، عیوبی هستند که در لایه اولیه یا ریشه محل اتصال دولبهٔ قطعه کار بوجود می‌آیند که این عیوب جزو نواقص مهم شمرده می‌شود.

ب) عیوب داخلی یا میانی جوش(Filling pass defects):

عیوبی هستند که در لایهٔ دوم و لایه‌های میانی بین پاس ریشه و پارس رو بوجود می‌آیند.

ج) عیوب سطحی یا روی جوش(Cap pass defects):

عیوبی هستند که در لایه رو یا سطح جوش بوجود می‌آیند که این عیوب بعلت فاصله بیش از حد به سطح فیلم در تصویر پرتونگاری بیشتر به صورت یک نیم سایه با وضوح کم دیده می‌شوند لذا برای ارزیابی دقیق تر از آزمایشات دیگر از قبیل مایعات نافذ و ذرات مغناطیسی و غیره بهره می‌گیرند.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳- قبل از توضیح مفصل در این خصوص باید بطور فهرست وار بیـان نمـود کـه عمـده علـل عیوب ناشی از جوشکاری به عوامل زیر بستگی دارد.

الف) نوع و نحوهٔ اتصال(Fitt up):

که گاهاً پیش می‌آید بر اثر عدم قرار گرفتن صحیح دولبهٔ قطعه کار عیوبی از قبیل Hi-Low که عـدم همطـرازی دولبهٔ قطعه کار می‌باشد بوجود می‌آید.

ب) نوع و میزان آمپر و ولتاژ:

گاهی بر اثر عدم تنظیم مقدار آمپر و ولتاژ برق مورد مصرف در جوشکاری باعث بروز معایبی از قبیل پاشیدگی جوش و سوختگی و غیره می‌گردد.

ج) الکترود مورد استفاده:

هنگام کار در جوشکاری می‌بایستی نوع الکترود مصرفی با نوع و جنس قطعه کار همخوانی داشته باشد.

د) شرایط جوی:

در هنگام جوشکاری اگر باد یا بارندگی می‌باشد می‌بایستی حفاظی تهیـه نمـود تـا از بـروز بعضـی از معـایب در جوشکاری جلوگیری نمود.

هـ) مهارت جوشکار:

در بعضی مواقع عیوبی که در جوش ایجاد می‌شود بخاطر کندی دست جوشکار و یا عـدم آگـاهی جوشـکار از نحوهٔ جوشکاری و تجهیزات مورد استفاده ایجاد می‌شود که می‌توان با کنترل و آمـوزش بموقع فـرد مذکـور از این مورد جلوگیری نمود.

و) شرایط جوشکاری:

یکی از عواملی که در تشدید ایجاد عیوب در جوش می‌باشد، شرایط جوشکاری اسـت کـه حـالات و وضعیـت جوشکاری(1G,2G,3G,6G) بسته به WPS(دستور العمل جوشکاری) می‌باشـد کـه مـی تـوان بـا کنـترل بموقع جوشکار در هنگام جوشکاری در وضعیت‌های ذکر شده از این عیوب جلوگیری نمود.

ز) تنش های دینامیکی و استاتیکی:

در بعضی از مواقع عیبی که در جوش ایجاد می‌شود، بخاطر عملیات حرارتی قبل و یا بعد از جوشکاری یا ضربه شدید در هنگام جوشکاری است که این عیب بیشتر به صورت ترک بوده در این مورد می‌توان با کنترل بموقع و بهره‌گیری از آزمایشات غیر مخرب از وضعیت قطعه مذکور مطلع شد.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

٤- بررسی و ارزیابی عیوب جوش در فیلم:

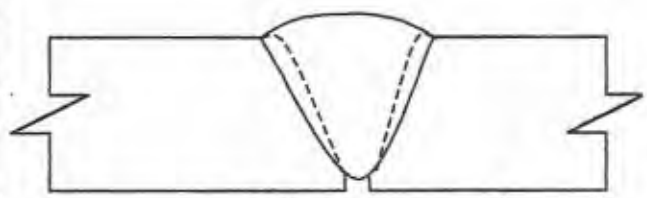
همانطوریکه قبلاً توضیح داده شد، بعضی از این عیوب که در زیر مفصلاً شرح داده می‌شود می‌توانند در بعضی پاسها بوجود بیایند.

بطور مثال حباب گازی یا تخلخل(Porosity) می‌تواند هم در پاس ریشه و هم در پاس میانی و هم در پاس سطحی بوجود آید که می بایستی بموقع ارزیابی و شناسایی گردد.

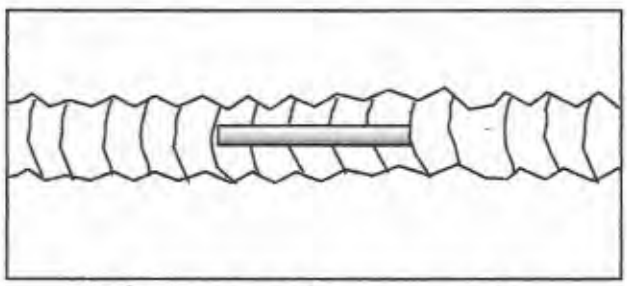
الف) عدم نفوذ(Lack Of Penetration (LOP

از این عیب با نام Incomplited penetration of weld (IP) نیز یاد می‌شود که علت بوجود آمدن این عیب می تواند کم بودن فاصلهٔ دولبهٔ قطعهٔ کار در محل اتصال (بسته بودن گپ) یا استفاده از الکترود با قطر نامناسب همراه با جریان برق کم که حرارت کافی برای ذوب لبهٔ قطعه کار را ایجاد نخواهد کرد و در نهایت چنانچه فاصلهٔ دولبهٔ قطعه کار کافی و الکترود مناسب انتخاب شده باشد، علت اصلی می تواند کم بودن جریان برق یا فاصلهٔ زیاد دست جوشکار که قادر به ایجاد حوضچهٔ مذاب با حرارت کافی نبوده بوجود آید. در مورد جوشکاری با گاز علت می‌تواند گذشته از بسته بودن درز جوش، کم بودن حرارت شعله نیز باشد.

این عیب که اختصاراً به LOP معرفی می‌شود در تصویر کلیشهٔ پرتونگاری بصورت یک خط تیره در مرکز جوش مشاهده می شود یعنی دقیقاً در مسیر پاس یک و با توجه به اینکه دو لبهٔ قطعه کار ذوب نشده باقی می‌ماند. در اکثر موارد تیرگی با ابعاد هندسی (دو خط موازی صاف و تیرگی بین دو خط) مشاهده می شود.



شکل شماره الف: نماد LOP در جوش



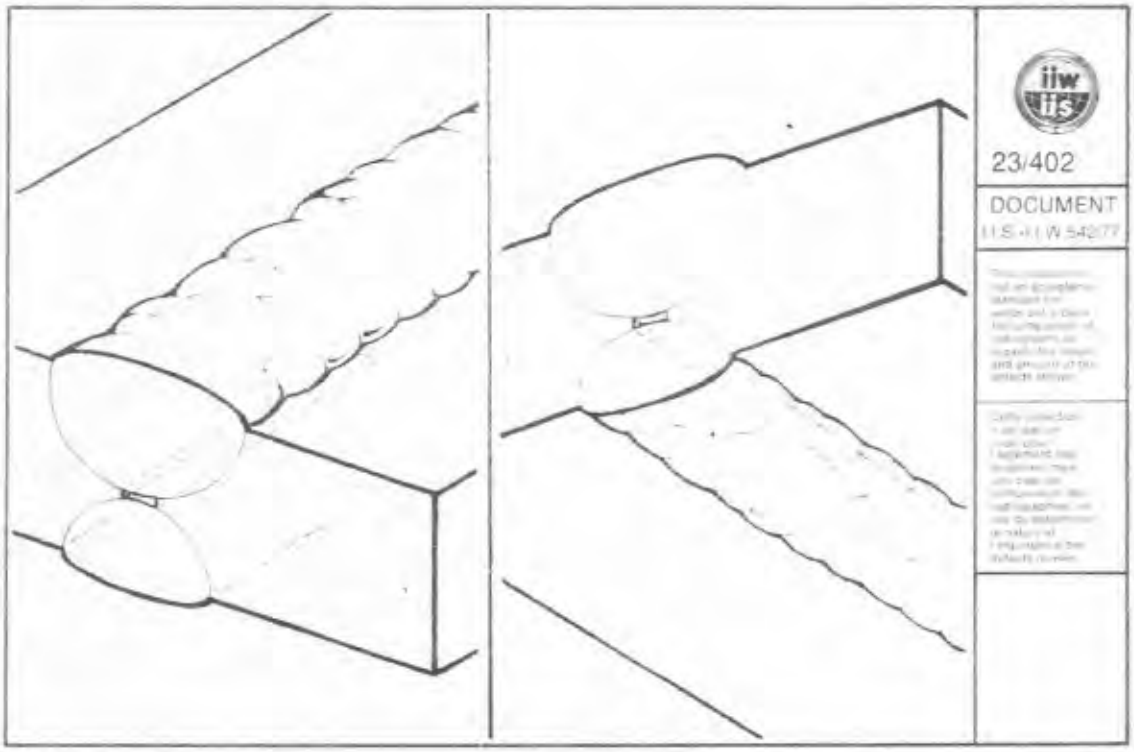
شکل شماره ب: نماد LOP در کلیشه پرتونگاری

حد پذیرش: در استاندارد ASME.Sec.VIII فصل ۵ (Article I-5) مقدار LOP در هر اندازه و هر شکل ممکنه مردود می‌باشد.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

راه برطرف کردن: استفاده از شدت جریـان مناسب، رعـایت فاصلهٔ دو لبهٔ قطعه کـار و کنترل سرعت دست جوشکار.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



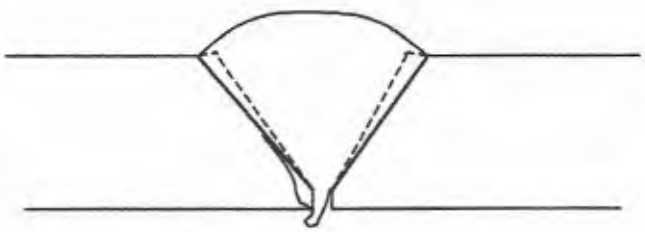
I.I.S.-I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS

ب) عدم ذوب(Lack Of Fusion (LOF:

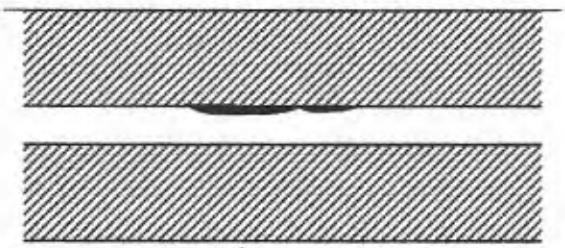
این عیب در بین لایه‌های جوش یا بین فلز جوش و فلزِ مبنا بوجود می‌آید.

علت بوجود آمدن آن کم بودن جریان برق یا باز بودن درز جوش و یا سرعت بیش از حد دست جوشکار و یا تنظیم نبودن زاویهٔ دست جوشکار و یا عدم همطرازی دو لبهٔ قطعهٔ کارمی‌باشد.

اختصاراً به این عیب LOF گفته می‌شود که شکل آن در کلیشه پرتونگاری در کنار پاس ریشه و یا مرز بین پاسها بوجود می‌آید و بصورت خط تیره مشاهده می شود .

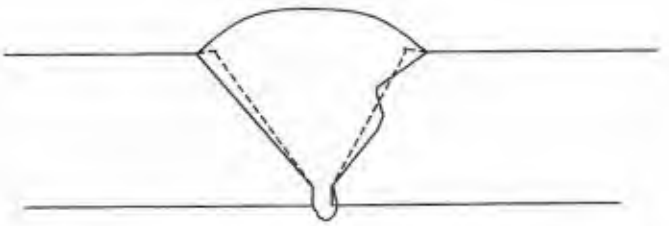


شکل الف: در پایین ریشه به خاطر ذوب ناقص LOF

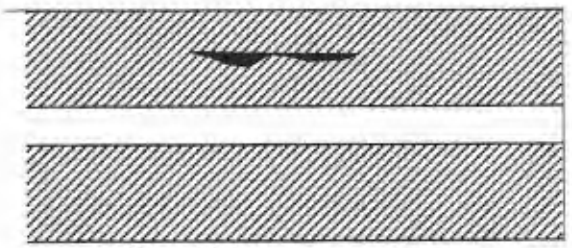


شکل ب: تصویر در کلیشه پرتونگاری پاس ریشه LOF

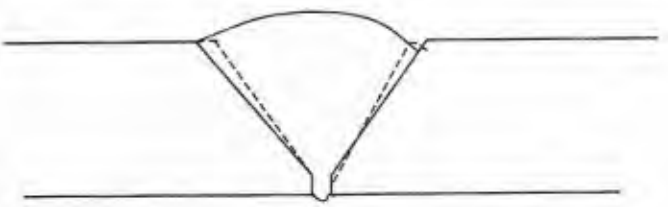
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



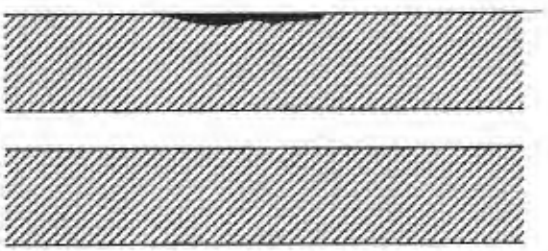
شکل ج: نماد LOF در پاس میانی جوش که بنام Side wall lack of fusion معروف می‌باشد



شکل د: کلیشه پرتونگاری تصویر Side wall LOF

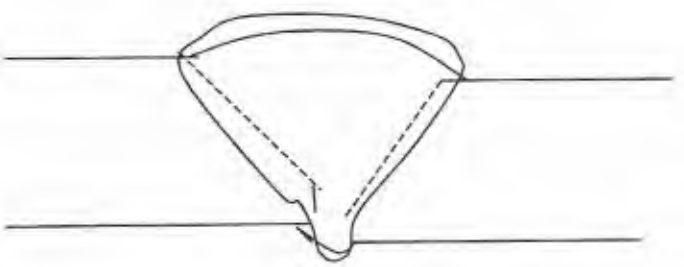


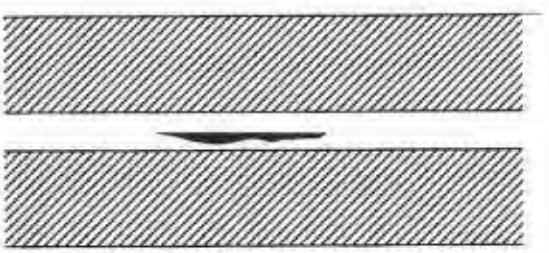
شکل هـ) نماد LOF در سطح به علت ذوب ناقص و عدم کامل نمودن سطح و گرده جوش Incomplete weld of groove



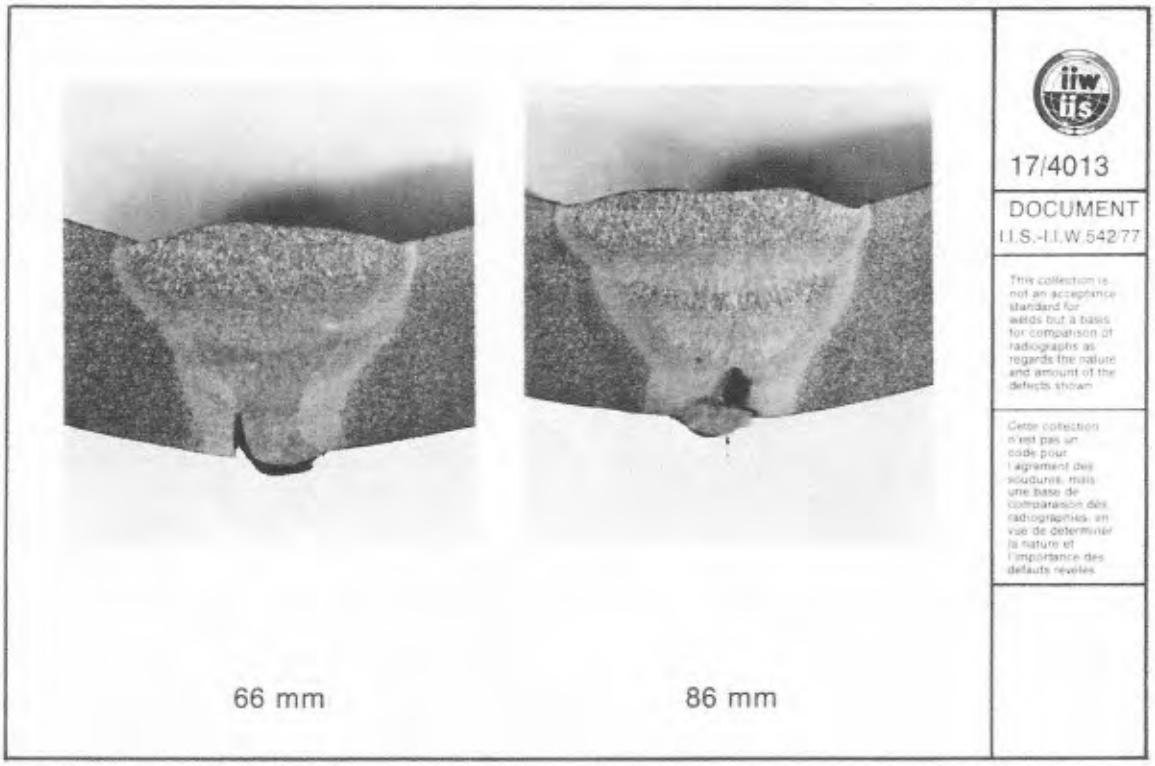
شکل و) تصویر LOF در کلیشه پرتونگاری Incomplete weld of groove

گاهی LOF بخاطر عدم همطرازی دو لبهٔ قطعه کار نیز بوجود می‌آید که در اینصورت Hi-Low گفته می‌شود.



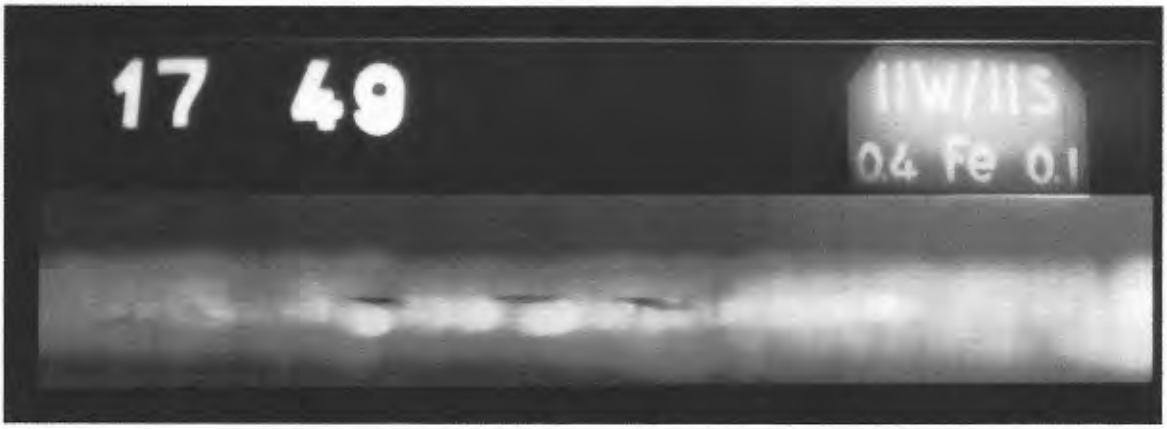


www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



I.I.S.I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS

مقدار پذیرش طبق استاندارد مورد نظر(ASME) در هر مقدار که باشد مردود است.



www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

راه برطرف کردن این عیب یا به عبارتی جلوگیری از بروز آن:

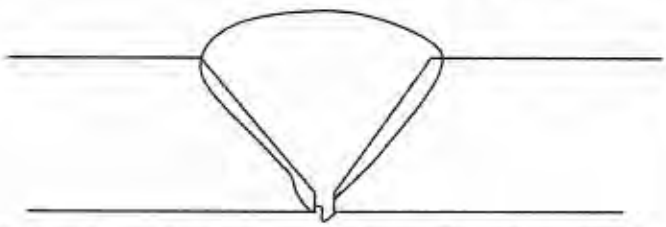
رعایت فاصلهٔ مناسب برای دو لبهٔ قطعه کار، استفاده از الکترود مناسب، استفاده از جریان مناسب با حرارت کافی و رعایت فاصلهٔ دست جوشکاراست.

ج) سوختگی لبه‌های قطعه کار یا زیر برش یا شیار جانبی Undercut (U/C) :

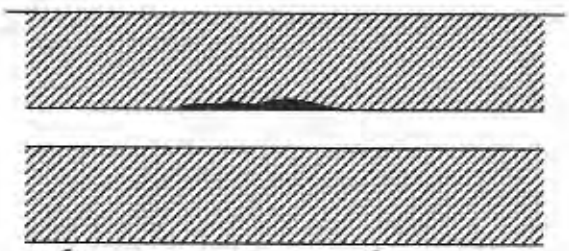
این عیب حاصل استفاده از الکترود با قطر زیاد که مستلزم استفاده از جریان بیشتر و همچنین سرعت زیاد جوشکاری می‌باشد که این عیب به دو گونه می‌باشد.

اگر در پاس ریشه بو جود آید بنام R U/C (Root Undercut و اگر در پاس رو یا سطحی باشد، بنام External undercut (U/C) می‌نامند.

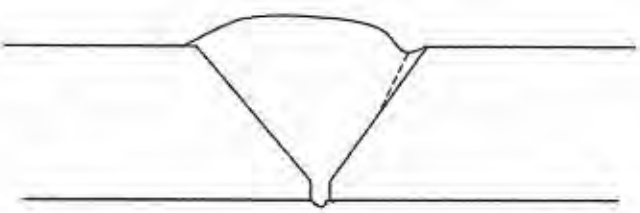
شکل آن در تصویر پرتونگاری بصورت یک تیرگی امتداد یافته در کنار لبه قطعه کار در پاس ریشه و یا پاس سطحی جوش مشاهده می‌شود.



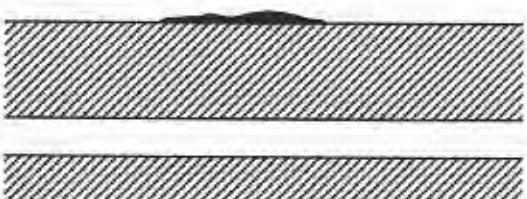
الف: نماد بریدگی در پاس ریشه جوش Root under cut R u/c



ب: تصویر سوختگی در پاس ریشه در کلیشه پرتونگاری



ج:نماد بریدگی در پاس سطحی جوش under cut u/c

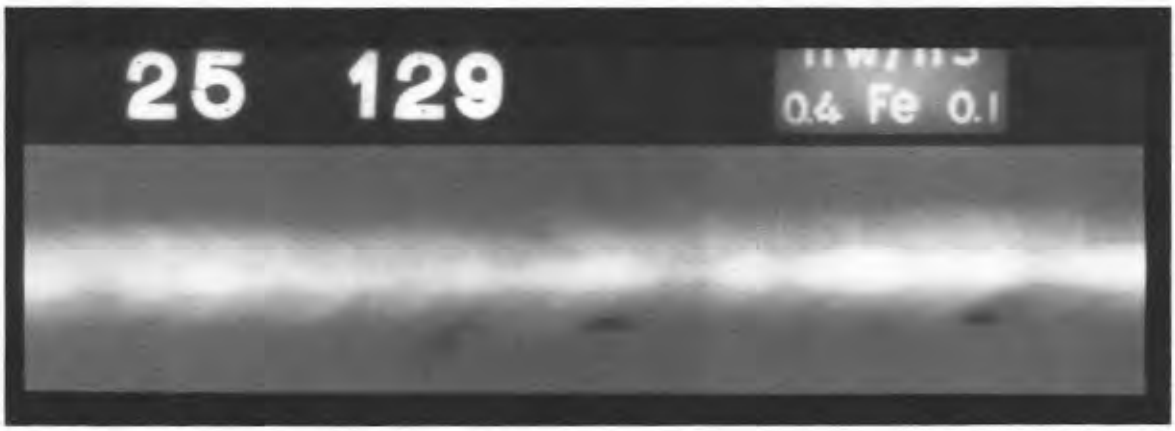


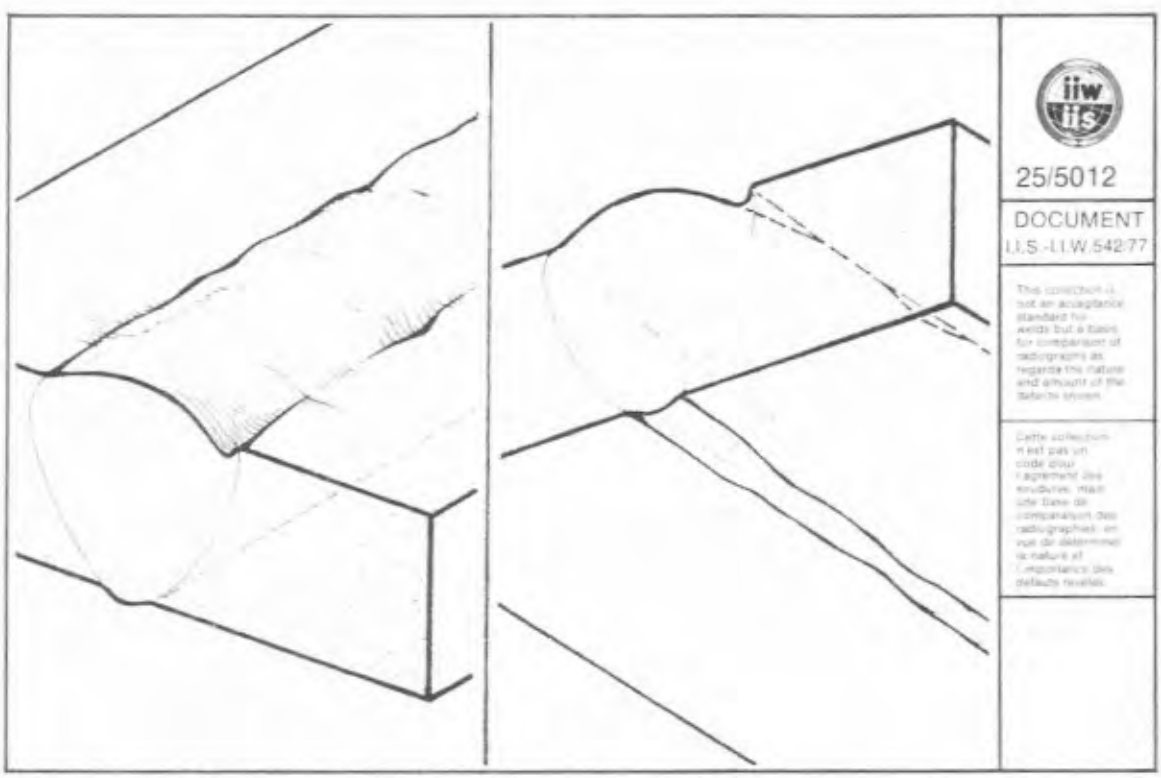
د: تصویر سوختگی پاس سطحی در کلیشه پرتونگاری

راه برطرف کرد ن آن: استفاده از الکترود با قطر مناسب و همچنین کنترل سرعت جوشکاری.

حد پذیرش: عمق تا 1/32 اینچ (0.79 mm) یا 12.5 % ضخامت دیوارهٔ قطعه که هر کدام کوچکتر باشد، طول 2 اینچ (50.8 mm) در 12(304.8 mm) یا 1/6 طول جوش هر کدام کوچکتر باشد.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



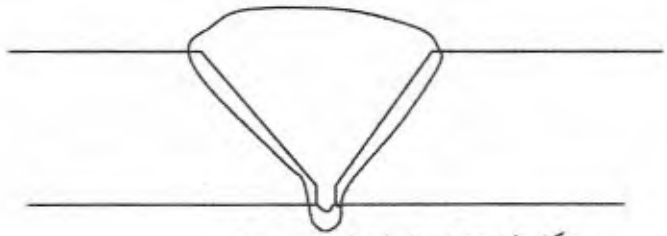


I.I.S.-I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS

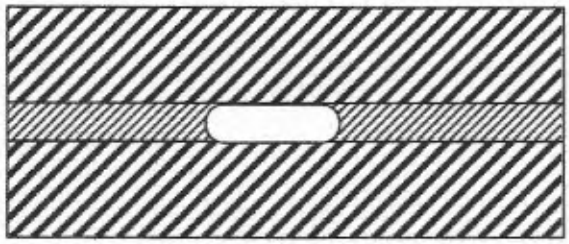
د) نفوذ زیادی Excessive Penetration(EP), Drop, Thrul, Icicles

این عیب که به آن Excess Material نیز گفته می‌شود و با علامت اختصاری EP نشان داده می‌شود در پاس ریشه بوجود می‌آید علت آن ایجاد مذاب بیش از حد و یا باز بودن بیش از حد فاصلهٔ دولبهٔ قطعه کار و یا توقف دست جوشکار در یک نقطه که مذاب حاصل در داخل جوش نفوذ کرده و پس از سرد شدن بصورت یک فلز اضافی یا اشک چشم و یا قندیل در ریشه جوش باقی می‌ماند. که تصویر آن در کلیشه پرتونگاری بصورت یک لکهٔ روشن در وسط پاس یک مشاهده می گردد.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

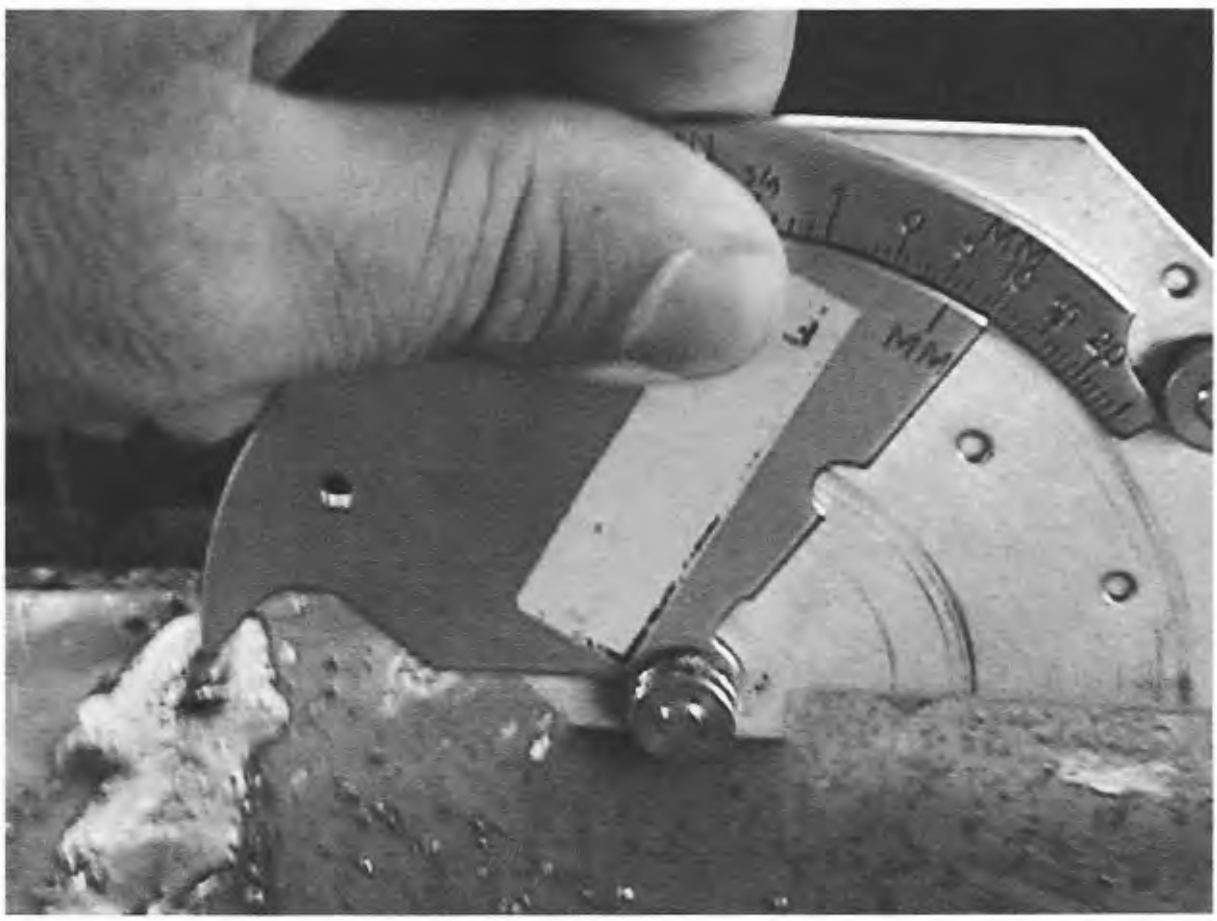


شکل الف: نما و نفوذ زیادی در جوش



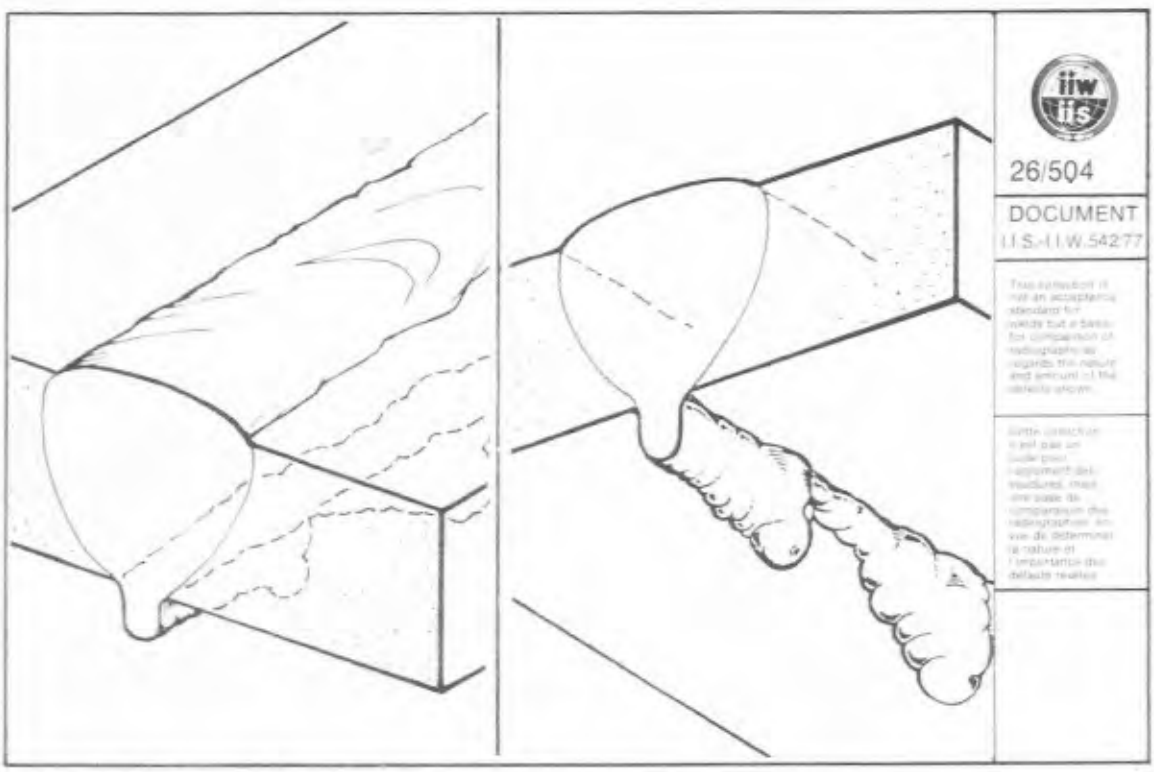
شکل ب: منطقه روشن تصویر نفوذ زیادی در جوش در کلیشه پرتونگاری می‌باشد

حدپذیرش: در بعضی مواقع این عیب در دسترس نبوده و چون مانع عبور سیال و نیز باعث بوجود آمدن خوردگی Crosion می گردد. پس از بررسی توسط بازرسی چشمی که مقدار آن تا ۳ میلیمتر می‌باشد.



www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

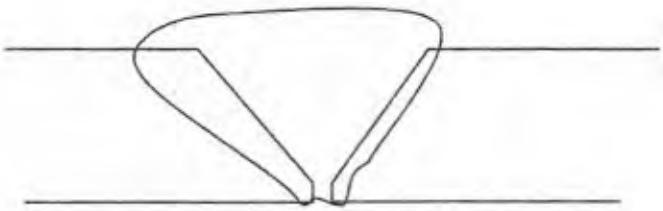
راه برطرف کردن آن : تنظیم فاصله دست جوشکار و نیز فاصلهٔ دو لبهٔ قطعه کار و نیز تنظیم شدت جریان برق.



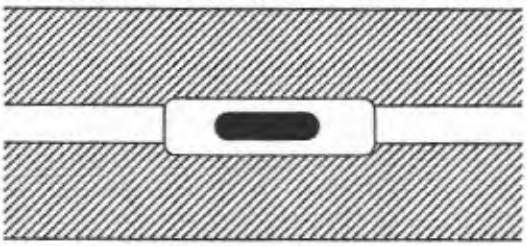
هـ) سوختگی داخلی Burn Through(B.T):

این عیب که اختصاراً با علامت BT نمایش داده می‌شودن در پایس ریشه جوش بوجود می‌آید و علت بروز آن اعمال حرارت زیاد در یک نقطه و یا نقطه و یا توقف لحظه‌ای دست جوشکار می‌باشد.در کلیشه پرتونگاری تصویر این عیب بصورت یک لکهٔ نسبتاً بزرگ تیره رنگ در مرکز جوش و عمدتاً احاطه شده توسط یک میدان سفید رنگ مشخص می‌شود.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



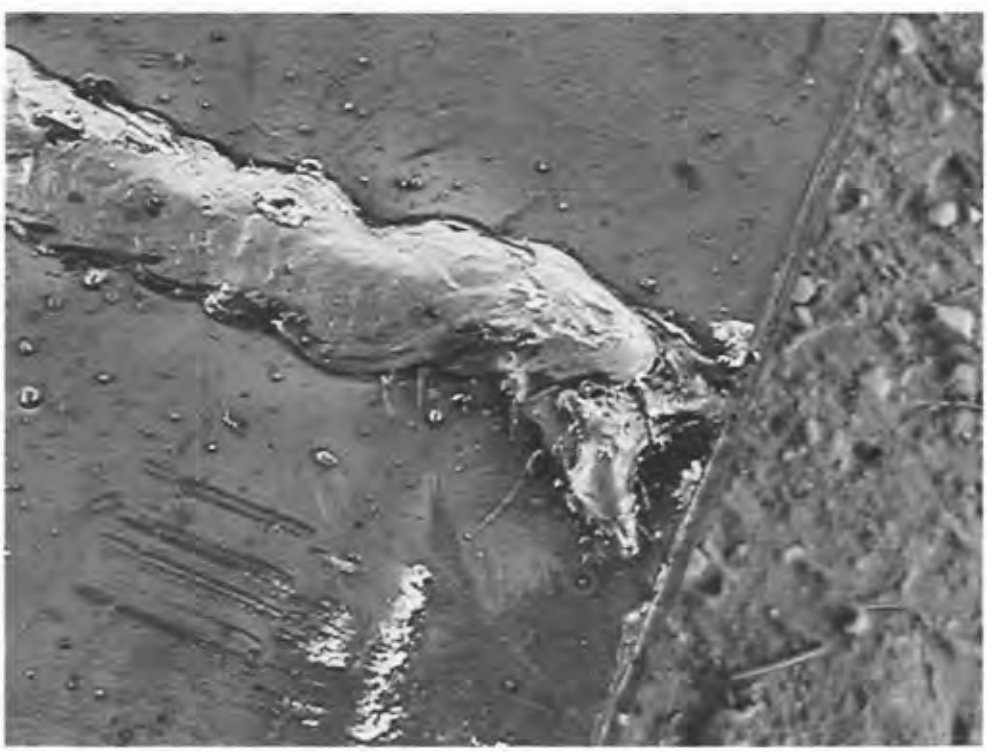
شکل الف: نماد سوختگی داخلی جوش



شکل ب: تصویر B/T در کلیشه پرتونگاری

حدپذیرش: که بر اساس بازرسی چشمی نباید ¼ اینچ یا ضخامت جدارهٔ قطعهٔ هر کدام که کمتر باشد، طول مجموع سوختگی‌ها نباید از ½ اینچ در 12 اینچ طول جوش تجاوز نماید.

راه بر طرف کردن آن: کنترل انتقال حرارت به میزان بایسته در محیط جوش و تنظیم سرعت دست جوشکاران به میزان لازم.



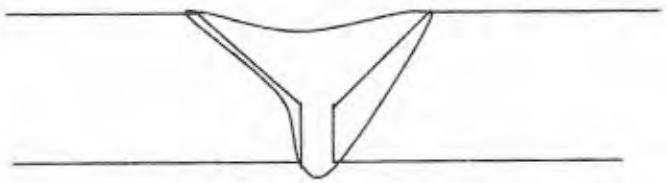
و) فرو رفتگی و یا فضای میان تهی(Concavity):

که این نقص علیرغم ذوب دو لبهٔ قطعهٔ کار و نفوذ جوش بعلت باز بودن بیش از اندازهٔ دو لبهٔ قطعهٔ کار سط داخلی جوش دارای فرو رفتگی می‌باشد و یا جا انداختن نقطه‌ای زز محل جوش توسط جوشکار فرو رفتنگی یا فضای میان تهی به دو نوع می‌باشد:

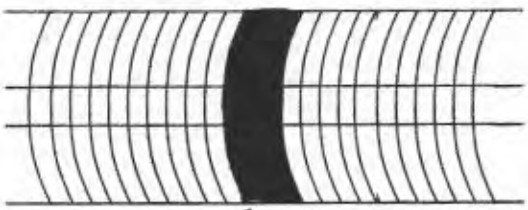
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱. فرو رفتگی در پاس ریشه (Root Concavity یا Internal Concavity) که با علامت اختصاری RC نشان داده می‌شود.

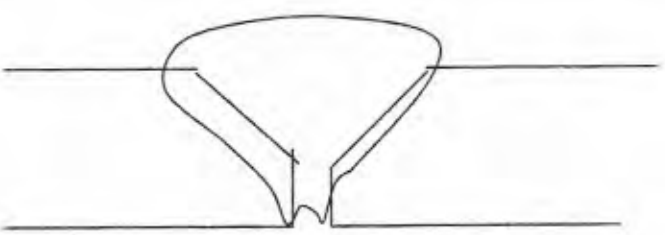
۲. فرو رفتگی در پاس سطحی (External Concavity یا Cap Concavity یا Insufficient fill) که تصویر این عیب در کلیشهٔ پرتونگاری به صورت یک سایهٔ تیره رنگ هلالی شکل مشاهده می‌شود.



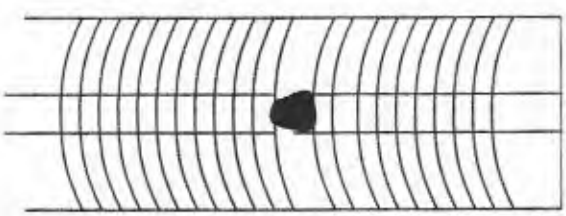
الف: نماد فرو رفتگی در پاس رو یا سطحی جوش



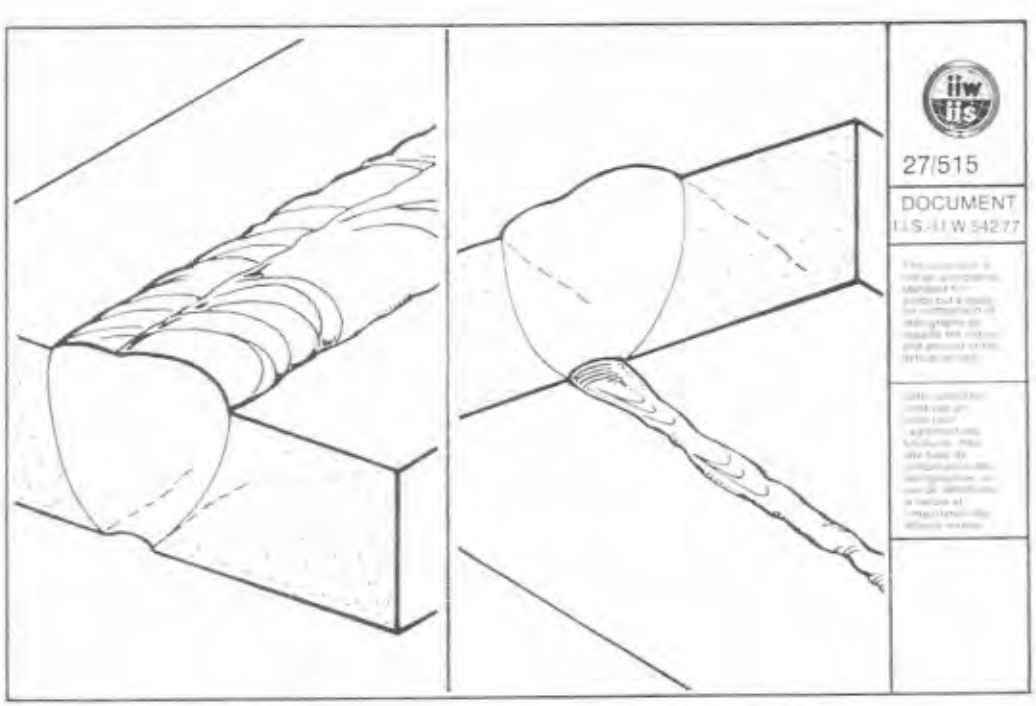
ب: تصویر فرو رفتگی در پاس سطحی جوش در کلیشه پرتونگاری



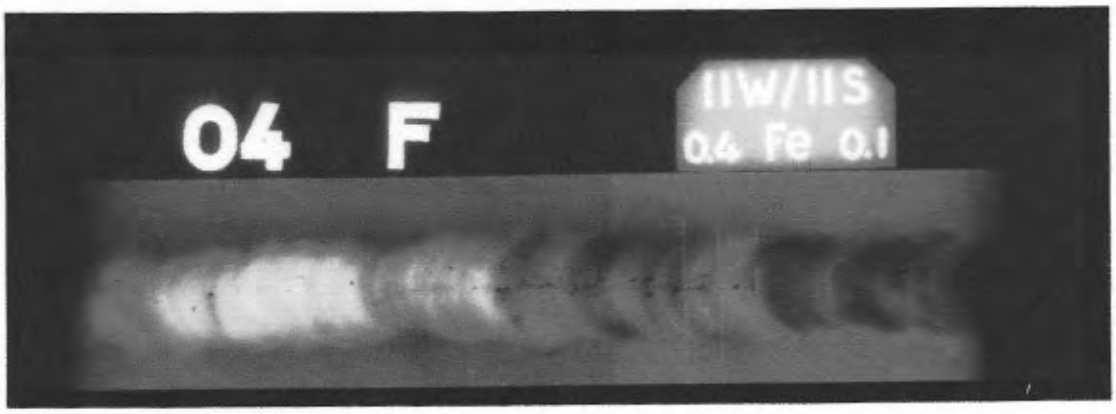
ج: نماد فرو رفتگی در پاس ریشه

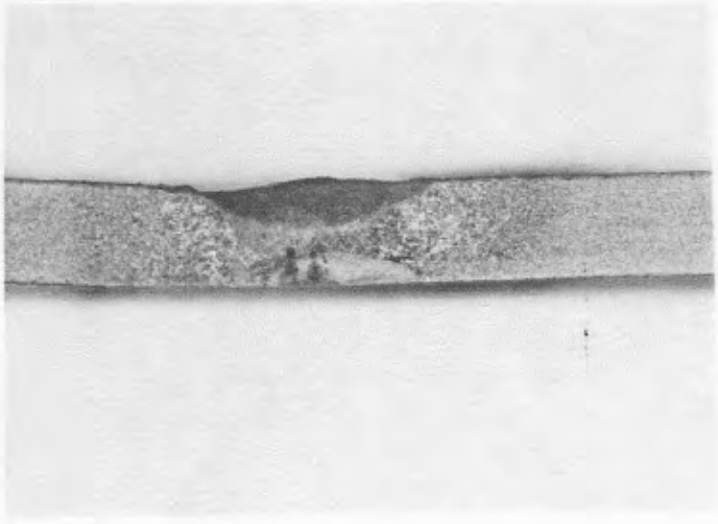


د: تصویر فرو رفتگی در پاس ریشه جوش در کلیشه پرتونگاری



www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد





85 mm

04/1011

DOCUMENT
I.I.S.-I.I.W.542/77

This collection is not an acceptance standard for welds but a base for comparison of radiographs as regards the nature and amount of the defects shown.

Cette collection n'est pas un code pour l'agrement des soudures, mais une base de comparaison des radiographies, en vue de determiner la nature et l'importance des défauts revelés.

* I.I.S./I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

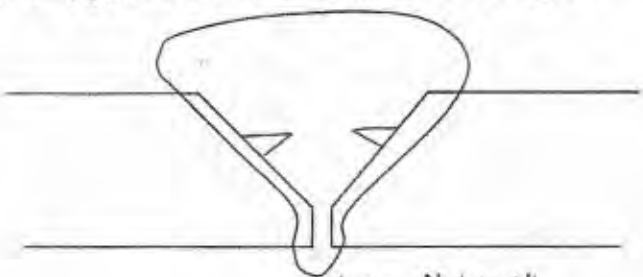
حد پذیرش: در صورتیکه دانسیته فرو رفتگی در تصویر پرتونگاری برابر با دانسیته دیواره قطه کار باشد. هر طولی از آن قابل قبول می‌باشد و لی اگر دانسیته آن بیش از دیوارهٔقطعه کار باشد حد پذیرش آن مطابق با حد پذیرش سوختگی داخلی (B.T) می‌باشد.

راه برطرف کردن آن: کنترل جوشکار در هنگام جوشکاری، تنظیم فاصلهٔ دو لبهٔ قطعهٔ کار.

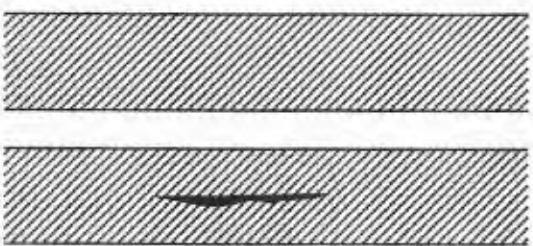
ز) لایه سرد داخلی(Interpass Cold Lap):

این عیب که اختصاراً با علامت C.L نشان داده می‌شود در اثر کار کردن با ولتاژ کم و سرعت زیاد در قسمتFilling(پاس میانی) بوجود می‌آید که لایه‌های جوش در اثر کمبود حرارت و سرعت حرکت دست

جوشکار گذشته از اینکه خواب با هم امتزاج (جفت شدن) پیدا نمی کنند در بعضی موارد حتی فلز مبنا نیز ذوب نشده و بصورت سالم باقی می‌ماند که خود نوعی از LOF می‌باشد. تصویر این عیب در کلیشهٔ پرتونگاری بصورت یک لکهٔ تیره رنگ امتداد یافته در بین پاسها می‌باشد.



الف: نماد لایه سرد داخلی



ب: تصویر لایه سرد در کلیشه پرتونگاری

حد پذیرش: مقدار لایهٔ سرد داخلی (Internal pass cold lap) طبق استاندارد ASME به هر اندازه و هر مقدار که باشد، مردود می‌باشد.

راه برطرف کردن آن: کنترل ولتاژ و سرعت حرکت دست جوشکار

ح) مجموعه‌ای از جدایی‌ها(Accumulation of Discontinus):

این عیب که معمولاً در پاس ریشه بروز می کند و اصطلاحاً پاس ریشه را منقطع و ناخنی جلوه گر می‌سازد.(در واقع پاس ریشه جوش یکدست نمی‌باشد بلکه بریده بریده است)بعلت یکنواخت نبودن حرکت دست

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جوشکار ،کم بودن جریان برق، قطع و وصل لحظه‌ای برق و احتمالاً عدم همطرازی دو لبهٔ قطعه کارHi-Low بوجود می‌آید.

شکل این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت نقاط ناخنی شکل تیره در پاس ریشه می‌باشد.

شکل الف: نماد مجموعه‌ای از جدائیها در پاس ریشه جوش در تصویر پرتونگاری

راه برطرف کردن آن: کنترل حرکت دست جوشکار و تنظیم جریان برق و کنترل کابلها اتصال جوشکاری و بررسی یکنواختی و همطرازی دو لبهٔ قطعه کار.

ترک(Crack):

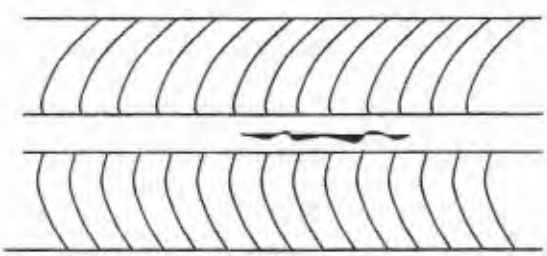
این عیب که با علامت اختصاری Cr نشان داده می‌شود جزو مهمترین عیوب در جوشکاری می‌باشد.

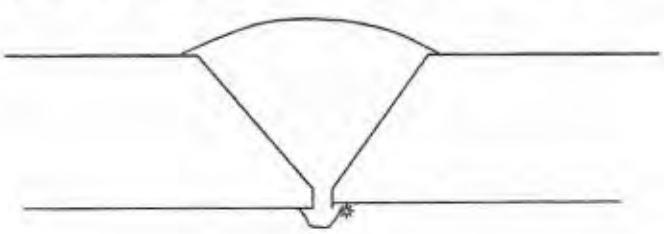
ترک خوردن محل اتصال بستگی به عوامل زیادی دارد. از این رو هر نوع ترک یا شکستگی را با توجه به عامل بوجود آورندهٔ آنها تقسیم بندی می کنیم.:

۱- ترک گرم Liguation Cracking:

این عیب که به ترک طولی(Longitudinal Crack) نیز معروف هستند که در هنگام جوشکاری بر اثر ذوب موضعی ناحیهٔ متأثر از حرارت بوجود می‌آید. این ترک خوردگی، بعلت انتقاض ناشی از انجماد منطقه ذوب شده اتفاق می‌افتد. علاوه بر این نفوذ ، بعضی از عناصر مضر نظیر گوگرد، فسفر و بیسموت و غیره به ناحیهٔ متأثر از حرارت باعث تشدید این نوع ترک خوردگی می‌شود.

تصویر این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت یک رشته تیره رنگ که دارای بطن سیاه و انتهای کم رنگ می‌باشد و احتمالاً دارای شاخه‌های فرعی نیز خواهد بود.





حد پذیرش: در کلیهٔ استانداردها ترک به هر اندازه و به هر شکلی که باشد مردود و می‌بایستی محل معیوب تعمیر گردد.

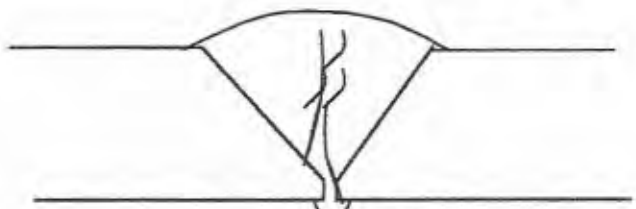
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

راه برطرف کردن آن: کنترل بر اثرات ترکیب شیمیایی مواد و اثرات فرآیند جوشکاری در هنگام عملیات جوشکاری می تواند از بروز این عیب جلوگیری نماید.

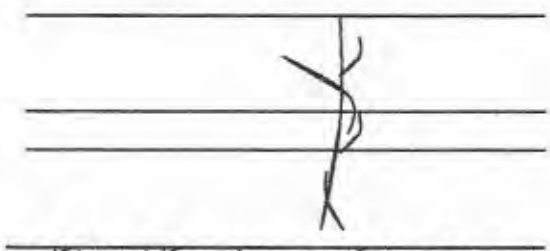
۲- ترک سرد(Solidification Crack):

این عیب اکثراً از نوع ترکهای عرضی(Transverse Cracks) می‌باشد و معمولاً بعد از اتمام جوشکاری تنشهای پسماند در قطعه کار و یا در قطعاتی که تحت تأثیر فشار جفت شده و مورد جوشکاری قرار گرفته باشند بوجود می‌آیند.

تصویر این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت رشته تیره رنگ و انتهای کم رنگ در عرض جوش و احتمالاً دارای شاخه‌های فرعی نیز می‌باشد.



الف: نماد ترک سر



ب: تصویر ترک در سرجوش در کلیشه پرتونگاری

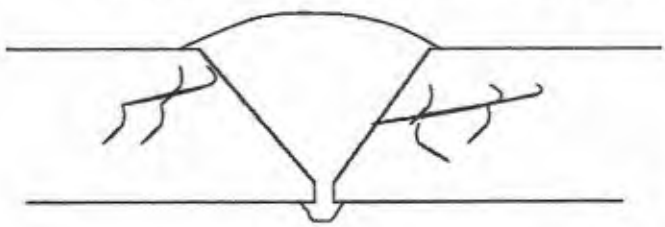
حد پذیرش: همانند ترک طولی در کلیه استانداردها مردود است.

۳- ترک هیدروژن Hydrogen Cracking:

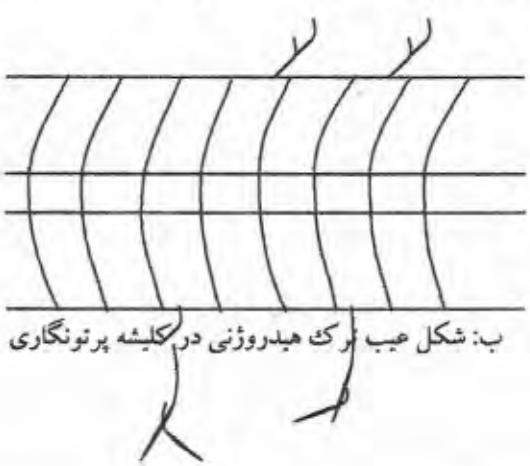
ترک هیدروژنی یا ترک جنبی عیبی است که در منطقه H.A.Z و در فلز منبأ بوجود می‌آید و علت آن بالا رفتن ئیدروژن در فلز مادر (Material Base) بخاطر استفاده از الکترودهای پر هیدروژن می‌باشد.

یکی دیگر از عوامل بوجود آوردنده این عیب، عدم پیشگرمی در قطعات ضخیم می‌باشد.

تصویر این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت رشته تیره رنگ و انتهای کم رنگ و احتمالاً دارای شاخه‌های فرعی در کناره‌هیا جوش بصورت عرضی می‌باشد.



الف: نماد ترک هیدروژنی یا ترک جنبی در فلز مبنای جوش



ب: شکل عیب ترک هیدروژنی در کلیشه پرتونگاری

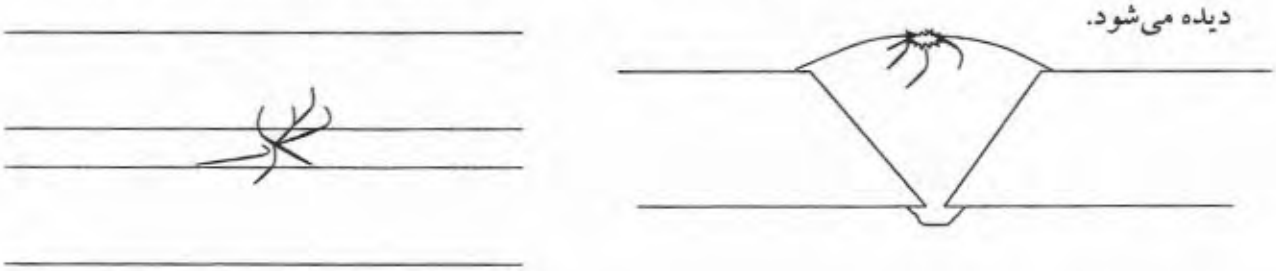
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

حد پذیرش: این عیب نیز مانند موارد پیشین ترک در استانداردها مردود است.

٤- ترک خوشه‌ای Star Cracking:

ترک خوشه‌ای که بنام ترک ستاره‌ای نیز معروف می‌باشد. در اثر ناخالصی‌های موجود در پوشش الکترود یا ورود ناخالصی در مذاب و یا ایجاد انبساط و انقباض سریع در یک نقطه از مقطع جوش بوجود می‌آید.

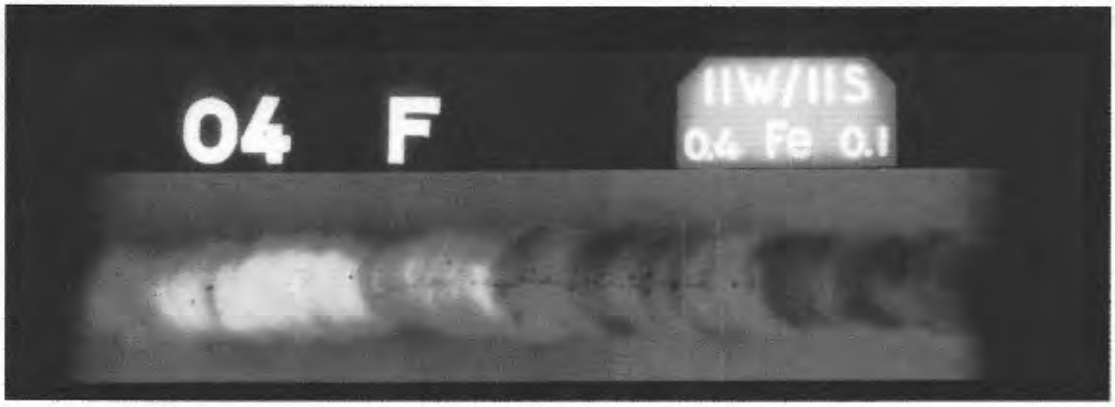
تصویر این عیب در کلیشهٔ پرتونگاری بصورت نقطه‌ای تیره با شاخه‌های فرعی که بصورت یک ستاره می‌باشد، دیده می‌شود.

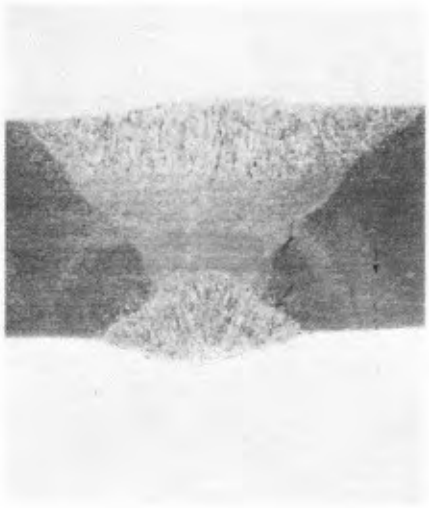


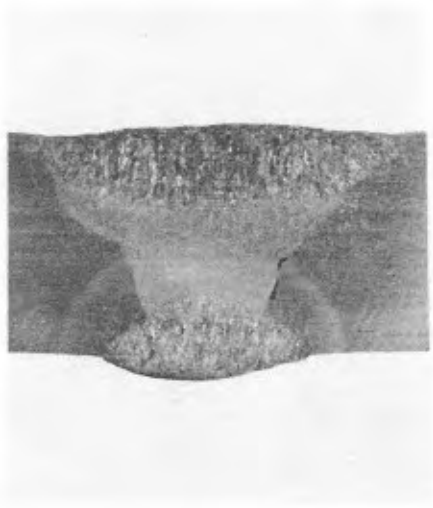
باید هنگام تفسیر کلیشه‌های رادیوگرافی دقت کنیم که این عیب را؛ چغرمگی فضای میان تهی (Shirinkage Concavity) یا فرورفتگی انقباضی اشتباه نگیریم. زیرا این عیب(چغرمگی فرورفتگی) در اثر ایجاد حباب مناسب در پاس ریشه که پس از سرد شدن مذاب بطرف داخل کشیده می‌شود که در تصویر پرتونگاری دارای یک محدودهٔ معینی می‌باشد در صورتیکه شاخه‌های ترک ستاره‌ای هیچ محدودیتی از نظر گستردگی ندارند یعنی امکان دارد یک شاخه کوتاه و شاخه دیگر چندین میلیمتر طول داشته باشد.

حد پذیرش: ترک ستاره‌ای مانند تمامی ترک‌ها صفر و مردود است.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد







83 mm

96 mm

iiw
iis

05/1012

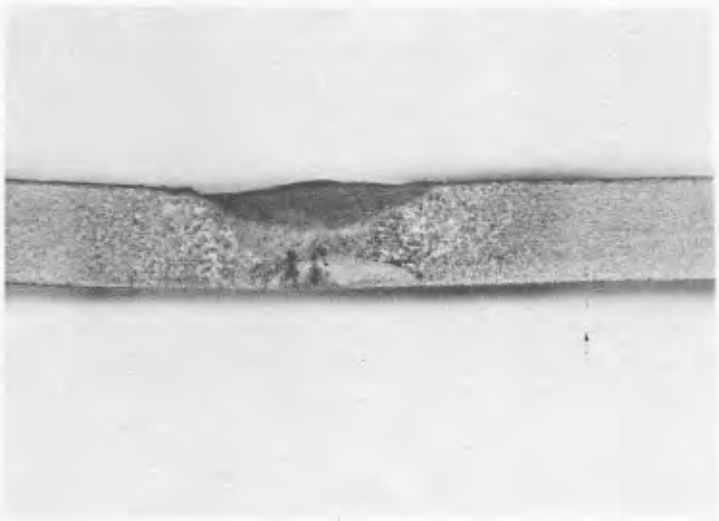
DOCUMENT
I.I.S.-I.I.W.542/77

This collection is not an acceptance standard for welds but a basis for comparison of radiographs as regards the nature and amount of the defects shown

Cette collection n'est pas un code pour l'agrément des soudures, mais une base de comparaison des radiographies en vue de déterminer la nature et l'importance des défauts révélés.

I.I.S.I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



85 mm

04/1011

DOCUMENT
I.I.S.-I.I.W.542-77

This collection is not an acceptance standard for welds but a basis for comparison of radiographs as regards the nature and amount of the defects shown.

Cette collection n'est pas un code pour l'agrément des soudures, mais une base de comparaison des radiographies, en vue de déterminer la nature et l'importance des défauts révélés.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ی- حبابهای گازی Gas bables:

این عیب که اصطلاحاً Porosity و با علامت اختصاری PO نشان داده می‌شود در استاندارد بر اساس نوع و شکل و مقدار حد پذیرش آن متفاوت می‌باشد ولی در استاندارد ASME. Sec VIII Appendix 4 مقدار آن طبق موارد ذیل تعریف شده است.

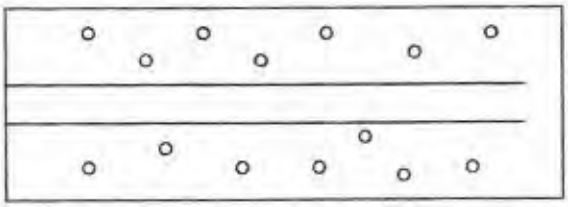
حداکثر مقدار غیر قابل شمارش و اندازه گیری اثر بر حسب میلیمتر	حداکثر مقدار قبولی عیوب کروی شکل بر حسب میلیمتر		ضخامت بر حسب میلیمتر
	تک عددی بر حسب میلیمتر	درصد بر حسب میلیمتر	
ضخامت ۱/۱۰ میلیمتر	ضخامت ۱/۳ میلیمتر	ضخامت ۱/۴میلیمتر	کمتر از ۳/۱۷۵ میلیمتر
۰/۳۸۱ میلیمتر	۱/۰۶۶۸ میلیمتر	۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۳/۱۷۵ میلیمتر
۰/۳۸۱ میلیمتر	۱/۶۰۰۲ میلیمتر	۱/۱۹۳۸ میلیمتر	۴/۷۶۲۵ میلیمتر
۰/۳۸۱ میلیمتر	۲/۱۰۸۲ میلیمتر	۱/۶۰۰۲ میلیمتر	۶/۳۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۲/۶۴۱۶ میلیمتر	۱/۹۸۱۲ میلیمتر	۷/۹۳۷۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۳/۱۷۵ میلیمتر	۲/۳۱۱۴ میلیمتر	۹/۵۲۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۳/۷۰۸۴ میلیمتر	۲/۷۶۸۶ میلیمتر	۱۱/۱۱۲۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۴/۲۶۷۲ میلیمتر	۳/۱۷۵ میلیمتر	۱۲/۷ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۴/۷۷۵۲ میلیمتر	۳/۶۰۶۸ میلیمتر	۱۴/۲۸۷۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۵/۳۳۴ میلیمتر	۳/۹۶۲۴ میلیمتر	۱۵/۸۷۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۵/۸۴۲ میلیمتر	۳/۹۶۲۴ میلیمتر	۱۷/۴۶۲۵ میلیمتر
۰/۷۸۷۴ میلیمتر	۶/۳۵ میلیمتر	۳/۹۶۲۴ میلیمتر	بین ۱۹/۰۵ تا ۵۰/۸ میلیمتر
۱/۶۰۰۲ میلیمتر	۹/۵۲۵ میلیمتر	۳/۹۶۲۴ میلیمتر	بالاتر از ۵۰/۸ میلمتر

این عیب بصورت‌های مختلف دیده می‌شود که در زیر به بعضی از این گونه‌ها اشاره و بحث می گردد.

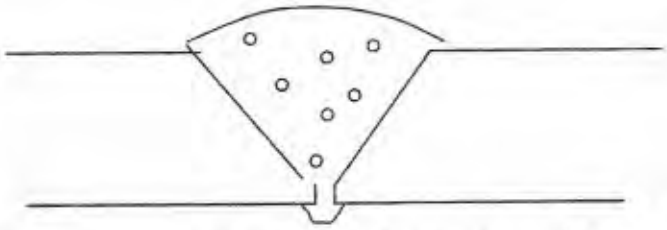
۱- حفرهٔ جدا از هم Scatter Porosity :

این عیب در کلیهٔ پاسها بوجود می‌آید و علت عمدهٔ آن تمیز نبودن و زنگ زدگی لبه‌های قطعه، کهنه بودن الکترود، زود سرد شدن مذاب که اجازهٔ خروج حباب گازی را از مذاب نمی‌دهد، رطوبت بیش از اندازهٔ هوا، مرطوب بودن الکترود، در جهت وزش جریان باد قرار گرفتن حین جوشکاری و نیز در بعضی موارد بالا بودن درصد کربن ، فسفر و یا گوگرد در فلب مبنا می‌باشد.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل الف: تصویر حبابهای گازی پراکنده در جوش در کلیشه پرتونگاری



شکل ب: نماد حبابهای گاز پراکنده در جوش

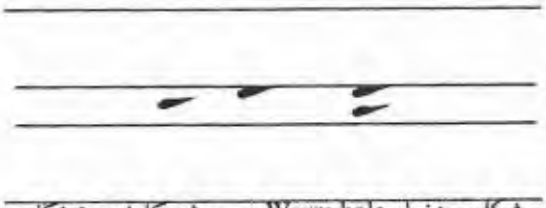
راه برطرف کردن: استفاده از لکترود مناسب و سالم، نگهداری صحیح الکترود در هیتر و آون، عدم جوشکاری در شرایط جوی نامناسب، استفاده از پوششهای مناسب مثل چادر هنگام وزش باد و هوای بارانی، کنترل سرعت سرد شدن جوش، استفاده از الکترودهای با درصد کربن، فسفر و گوگرد مناسب.

۲- سوراخ کرمی شکل Worm Hole:

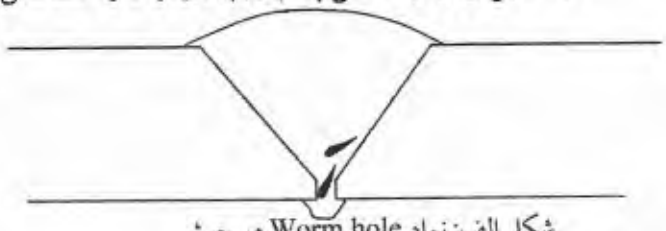
نوع دیگر از Po سوراخ کرمی شکل می‌باشد که از کناره‌های فوقانی پاس ریشه شروع شده و بصورت کرمی شکل در داخل مذاب دویده ولی فرصت خروج از مذاب را پیدا نکرده است.

عامل مهم ایجاد این عیب ورود مواد هیدروکربوری از قبیل رنگ، نفت، گازوئیل، گریس، روغن و غیره به داخل مذاب می‌باشد که می‌تواند در اثر آلوده بودن لبه‌های قطعهٔ کار و یا الکترود مصرفی بوجود می‌آید.

تصویر این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت نوزاد قورباغه با رنگ تیره که سر آن در پاس ریشه و انتهای دم آن تمایل ورود به داخل پاسهای بعدی را دارد مشخص می‌شود.



شکل ب: نماد Worm hole در جوش کلیشه پرتونگاری

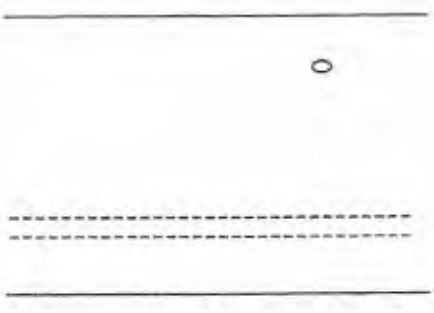


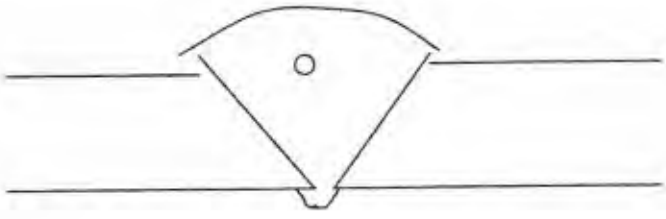
شکل الف: نماد Worm hole در جوش

راه برطرف کردن: تمیز کردن لبه قطعه و محل مورد اتصال و استفاده از الکترودهای با پوشش لازم و تمیز.

۳- حفرهٔ گازی تک Isolated porosity:

منظور همان حباب‌های گازی محبوس شده در حوضچهٔ مذاب ولی بصورت واحد یا تک می‌باشد که علت بوجود آمدن ورود ناگهانی یک قطره باران یا آب می‌باشد. تصویر این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت یک حفره گرد(کروی) تیره رنگ می‌باشد.

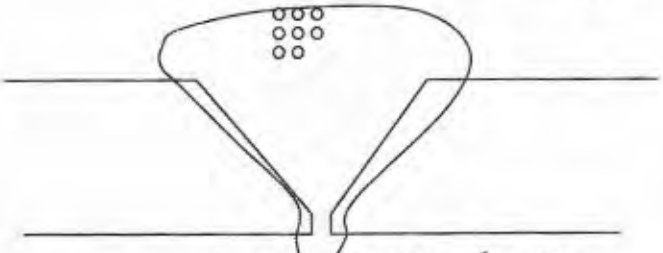




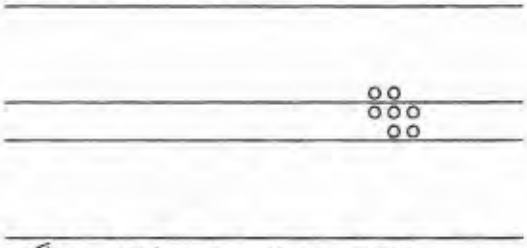
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۴: تخلخل خوشه‌ای یا مجموع حبابهای گازی Cluster Porosity:

این عیب معمولاً در لایهٔ رویی جوش (Cap pass) ایجاد می‌شود که علت بروز آن دور شدن گازهای محافظ از محل تشکیل قوس الکتریکی در اثر وزش باد شدیدی می‌باشد که تصویر آن در کلیشه رادیوگرافی به شکل ذیل می‌باشد.



الف- شکل تخلخل خوشه‌ای در جوش



ب- تصویر تخلخل خوشه‌ای جوش در کلیشه پرتونگاری

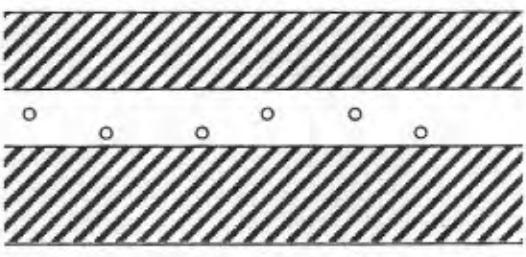
حدپذیرش: طول عیب کمتر از ۱ اینچ(۲/۵۴ سانتیمتر) یا دو برابر ضخامت قطعه به شرطی که قطر هر حباب کمتر از ۲ میلیمتر باشد و نیز ۲/۵۴ سانتیمتر (۱ اینچ) در طول ۱۵/۲۴ سانتیمتر (۶ اینچ) قابل قبول می‌باشد.

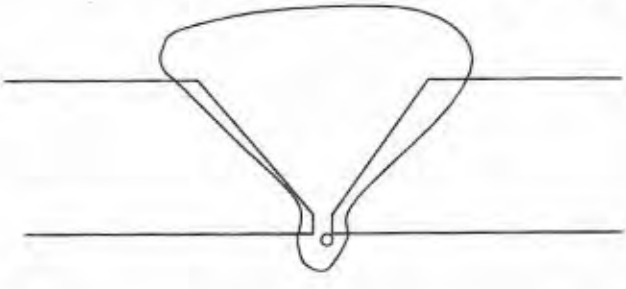
راه برطرف نمودن عیب: ایجاد حفاظ و چادر در هنگام جوشکاری و نیز عدم مرطوب بودن الکترود.

۴- حفره‌های کشیده شدهٔ خطی شکل Hollow Bead:

این عیب که اختصاراًبا علامت H/B نشان داده می‌شود به دانه‌های میان تهی یا دانه‌های تسبیح اطلاق می‌گردد که معمولاً در پاس ریشه مشاهده می‌شود که علت بروز آن قطع و وصل کردن مکرر و کم و زیاد شدن جریان برق.

دستگاه جوشکاری می‌باشد که در کلیشه پرتونگاری تصویر این عیب بصورت دانه‌های تیره رنگ و ممتد در پاس ریشه می‌باشد.



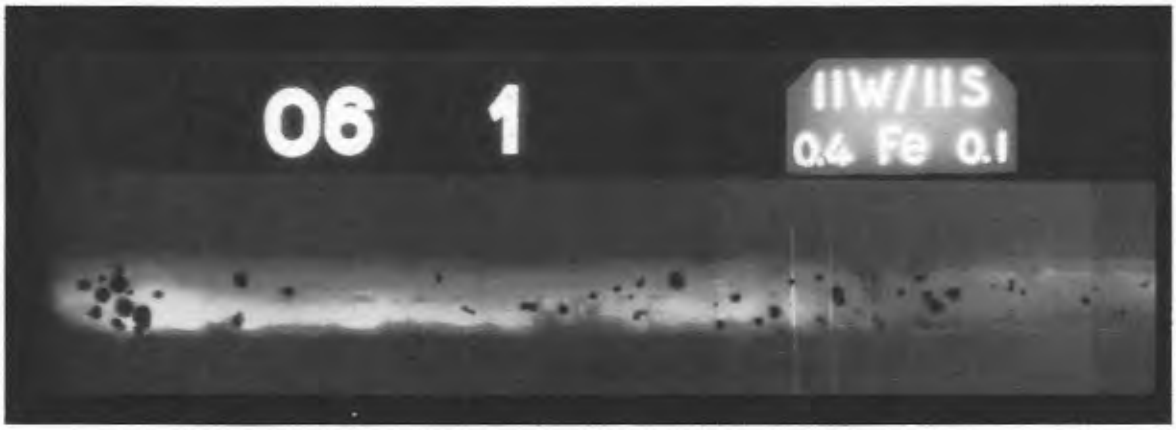


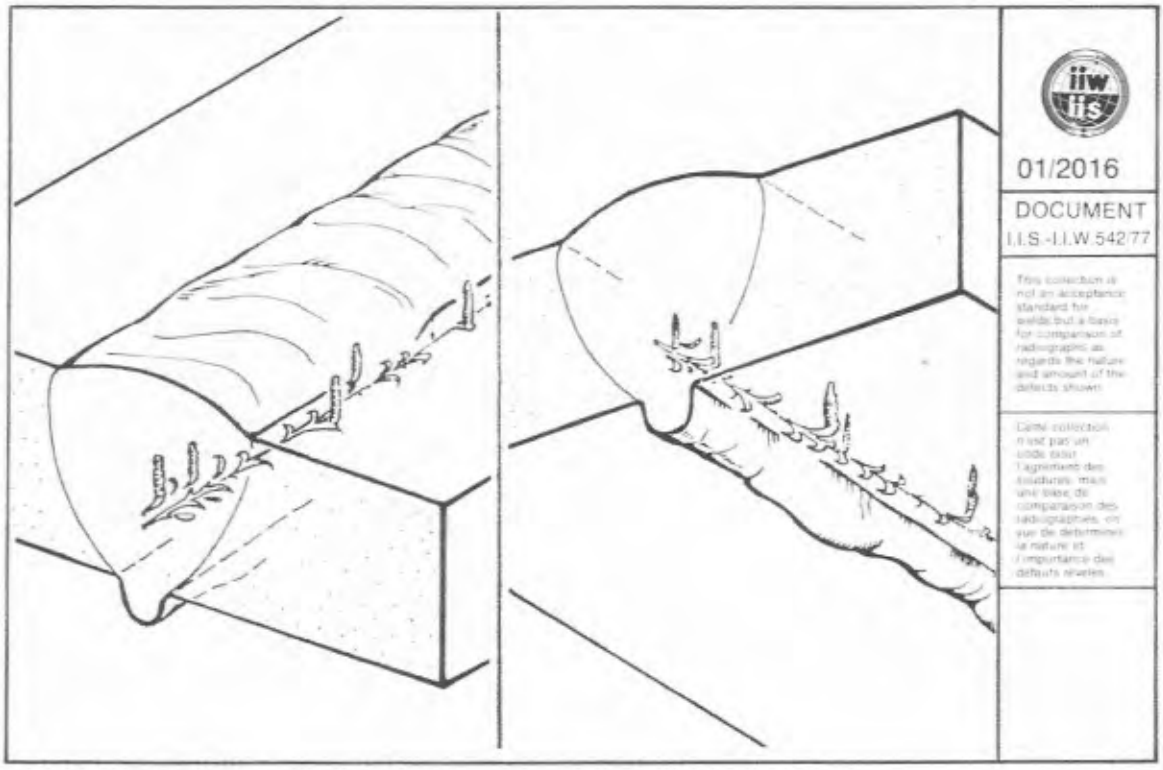
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف- نماد Hollow Bead در جوش حد پذیرش

ب- تصویر Hollow Bead در کلیشه پرتونگاری

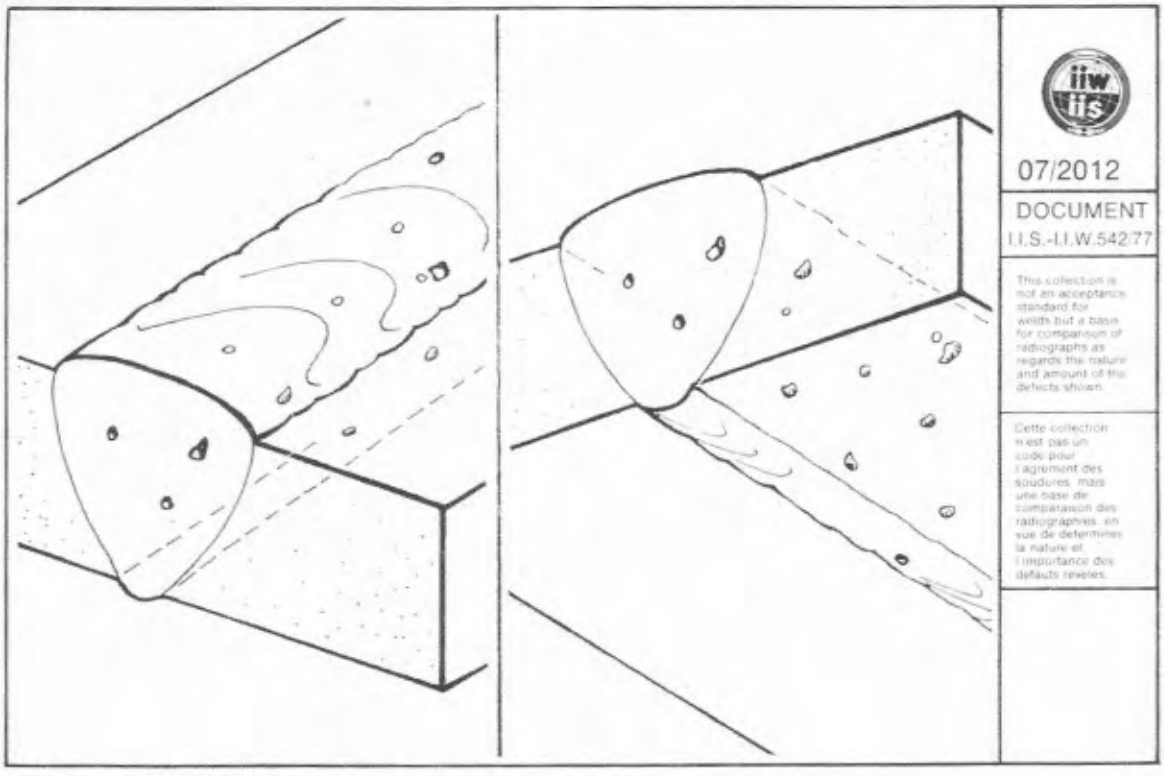
راه برطرف نمودن: استفاده از دستگاه جوشکاری سالم، کنترل انبر و اتصال کابل.





I.I.S.I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



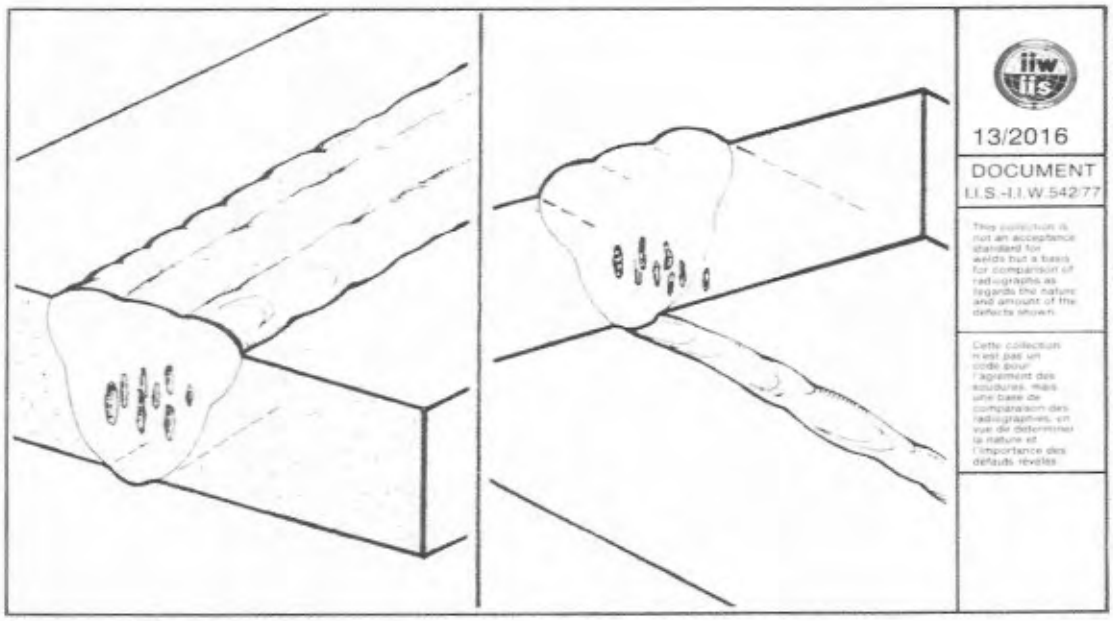
07/2012

DOCUMENT
I.I.S.-I.I.W.542/77

This collection is not an acceptance standard for welds but a basis for comparison of radiographs as regards the nature and amount of the defects shown.

Cette collection n'est pas un code pour l'agrément des soudures, mais une base de comparaison des radiographies, en vue de déterminer la nature et l'importance des défauts révélés.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



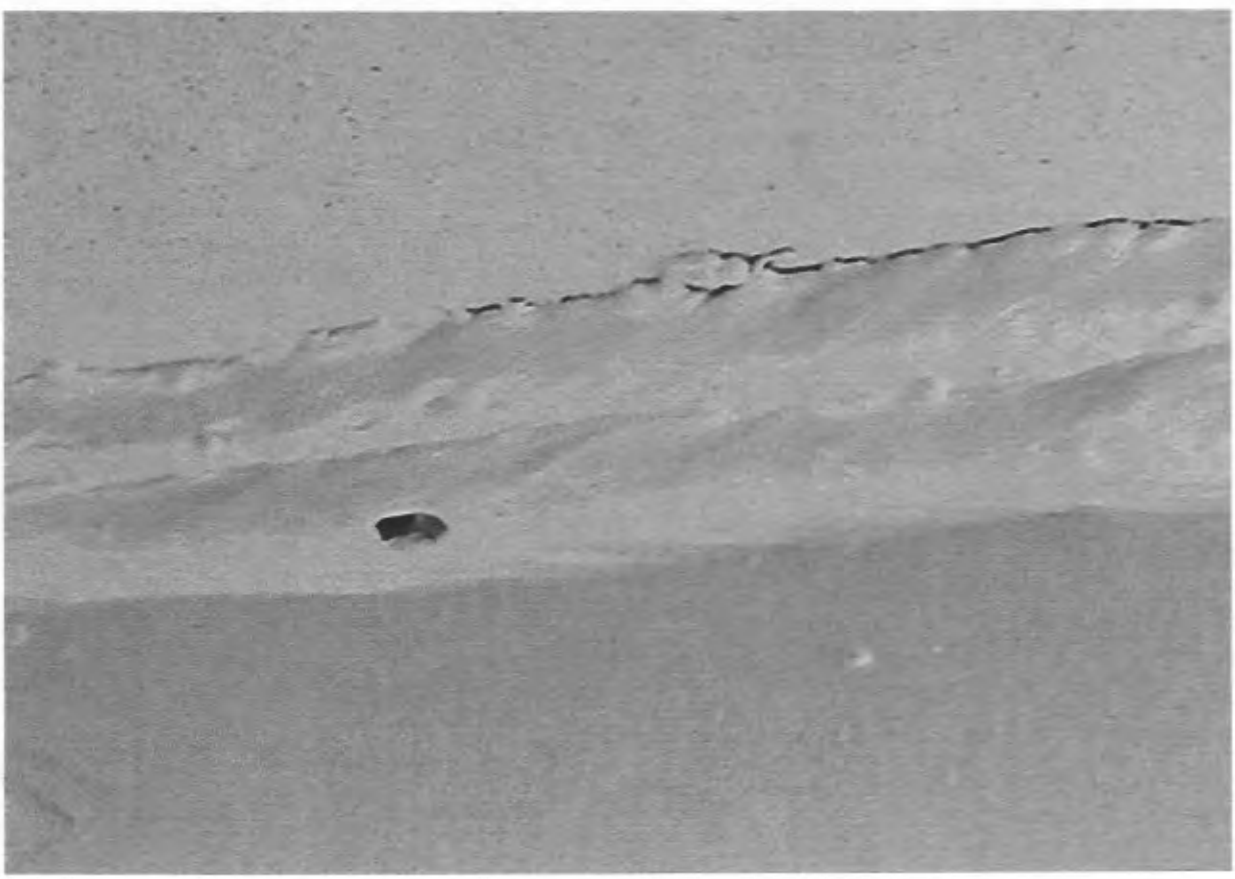
13/2016

DOCUMENT
I.I.S.-I.I.W.542-77

This collection is not an acceptance standard for welds but a basis for comparison of radiographs as regards the nature and amount of the defects shown.

Cette collection n'est pas un code pour l'agrément des soudures, mais une base de comparaison des radiographies, en vue de déterminer la nature et l'importance des défauts révélés.

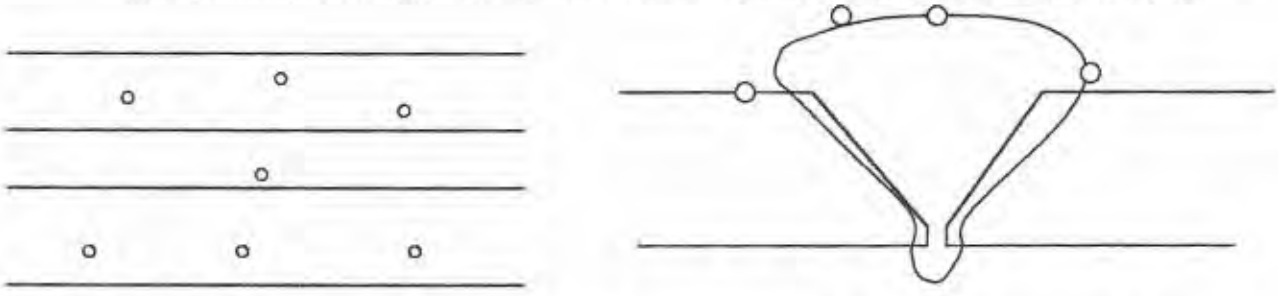
I.I.S./I.I.W. - LONDON - EUROTEST - BRUSSELS



www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ک- پاششهای جوش (اشک جوش) Weld Spatter: این عیب که اختصالاً SP خوانده می‌شود به علت جریان خیلی زیاد برق و یا فاسد بودن الکترود در مورد جوش گاز اعمال بیش از اندازهٔ حرارت به مذاب و عدم هم زدن مذاب توسط میله جوش که باعث پاشیدگی مواد مذاب به اطراف مقطع جوش می‌باشد که جزو عیوب جنبی جوش می‌باشد.

تصویر این عیب در کلیشه پرتونگاری بصورت لکه‌های سفید در روی فلز پایه یا جوش دیده می‌شود.



راه برطرف نمودن آن: کنترل جریان برق و بررسی الکترود قبل از استفاده نمودن و نیز در مورد جوش گاز کنترل حرارت و تنظیم دقیق دست جوشکار باعث می‌شود که این عیب بوجود نیاید.

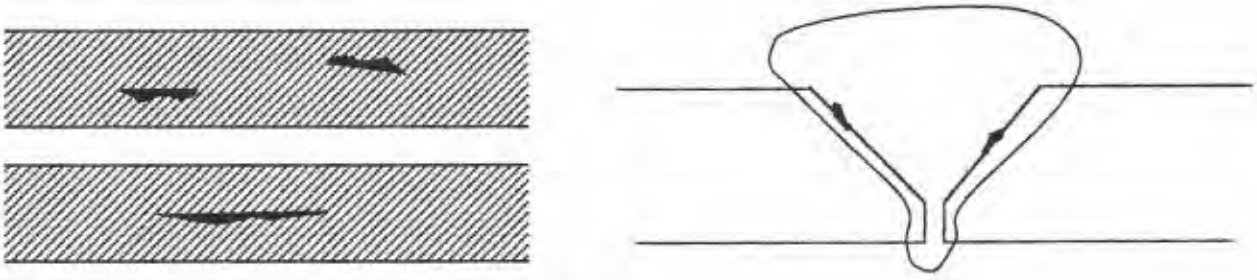
ل-سرباره یا ناخالصی Slag:

که این عیب اختصاراً با علامت SL نشان داده می‌شود. ناخالصی می‌تواند در کلیهٔ پاسهای میانی باقی بماند. البته اکثر ناخالصیها در پاسهای بعدی توسط مذاب و با جریان کششی الکترونها بین قطعه کار و الکترود از داخل مذاب بیرون کشیده می‌شود. ولی چنانچه مقدار این ناخالصی زیاد و یا نحوهٔ قرار گرفتن آن طوری باشد که با ایجاد مذاب نتوان آن را از داخل جوش بیرون کشید. بصورت توده‌های بی شکل با دانسیته (چگالی) ناهمگن در داخل جوش باقی می‌ماند. عامل مهم ایجاد این عیب بسته بودن زاویه لبه قطعه کار (Bevel Angle< tg60x Thickness wall) است.

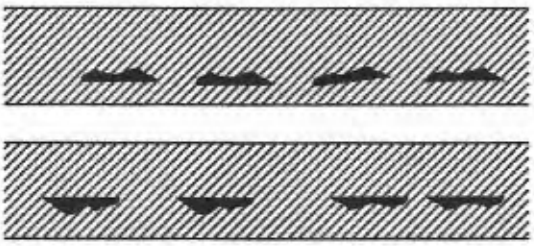
توضیح اینکه ناخالصی سرباره می‌توان به یکی از دو صورت زیر مشاهده شود.

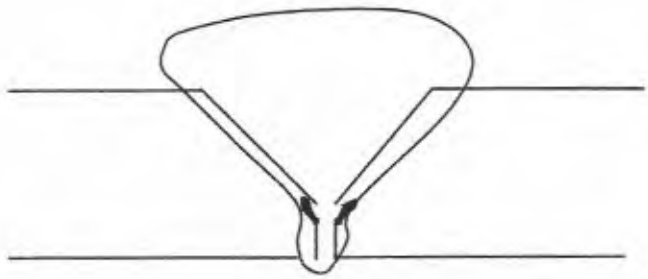
الف- Slag Lines یا سرباره هایی که بصورت خط ممتد و کم عرض مشاهده می‌شود.

ب- Wagon tracks (Wagon slag) یا سرباره‌هایی که بصورت جدا از هم و در یک امتداد مشاهده می‌شوند



www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد





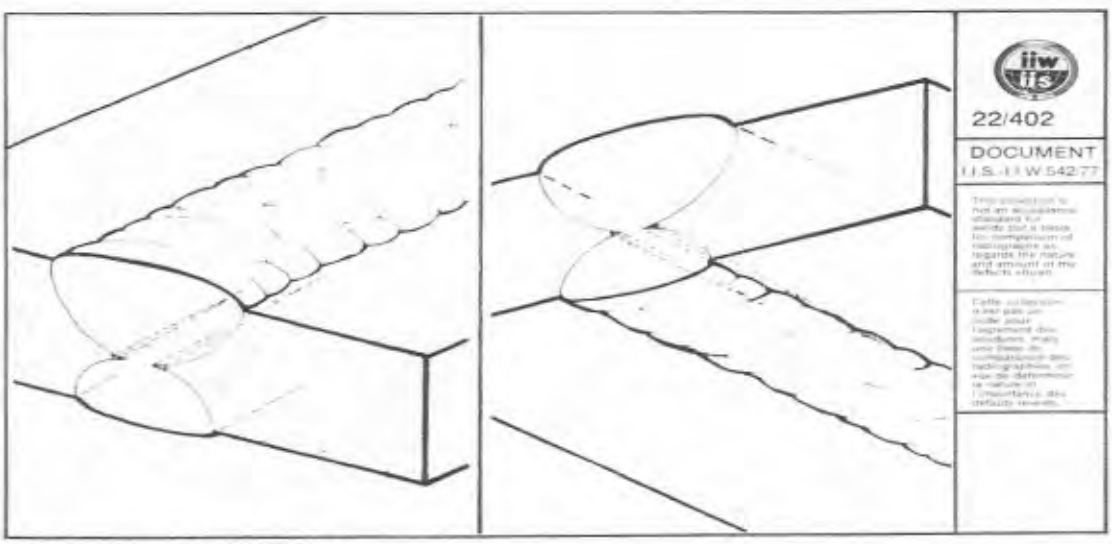
حد پذیرش : مقدار طولی سرباره برای ضخامت‌های متفاوت به شرح ذیل می‌باشد.

۱/۴ اینچ(۶ میلیمتر) برای ضخامت تا ۱۹ میلیمتر (۳/۴) اینچ.

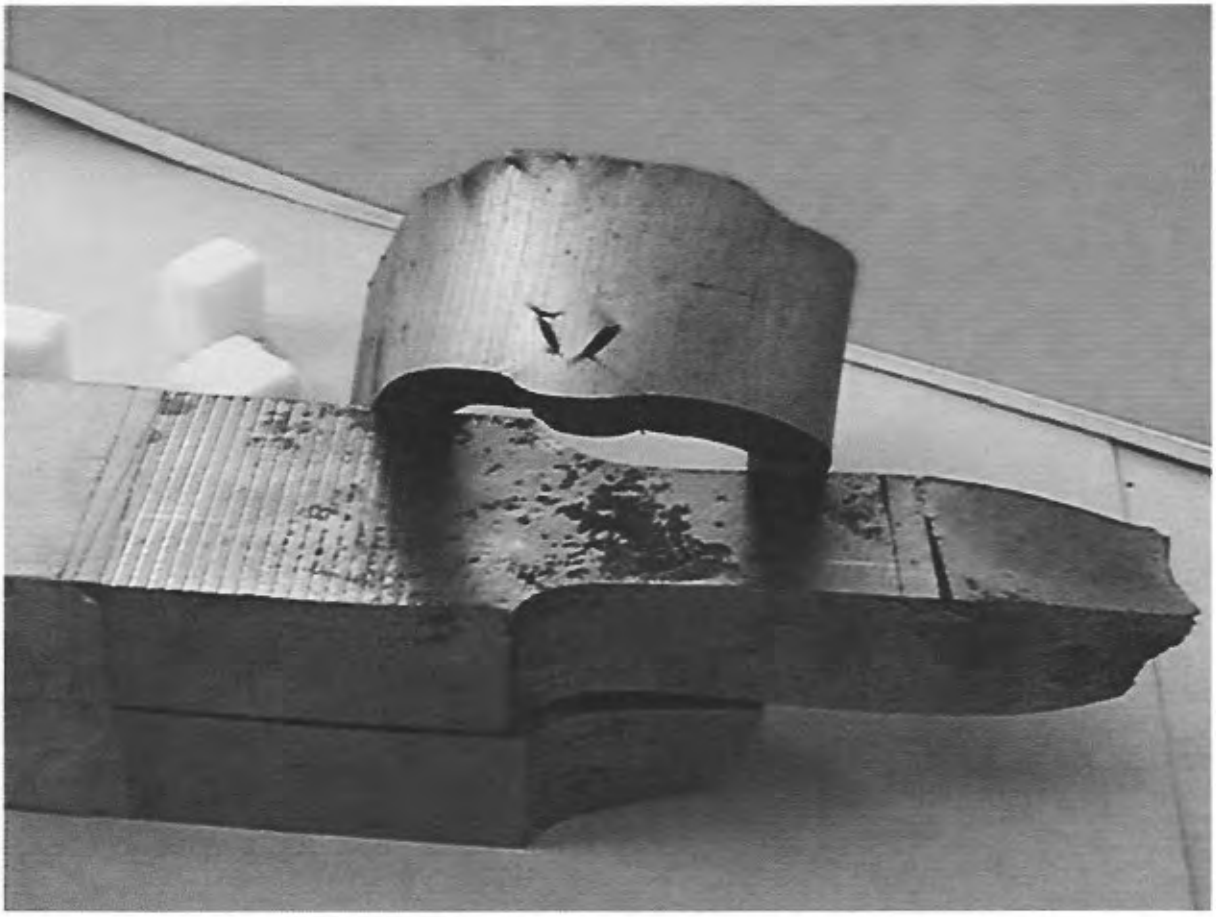
۱/۳ ضخامت برای ضخامت بین ۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ) تا ۵۷ میلیمتر(۱/۴ ۲ اینچ)

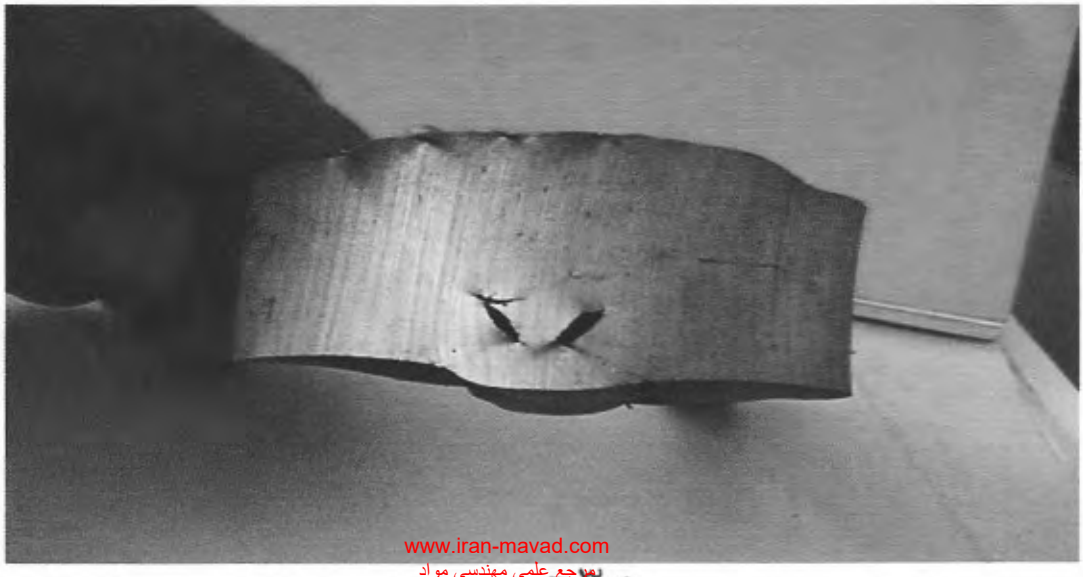
۳/۴ اینچ (۱۹ میلیمتر) برای ضخامت بیشتر از ۵۷ میلیمتر(۱/۴ ۲ اینچ)

تمامی ناخالصی‌ها مقدار طول آن برابر ضخامت قطعه مورد قبول است بشرطی که در فاصلهٔ ۱۲ برابر ضخامت اطراف هیچ اثری موجود نباشد.

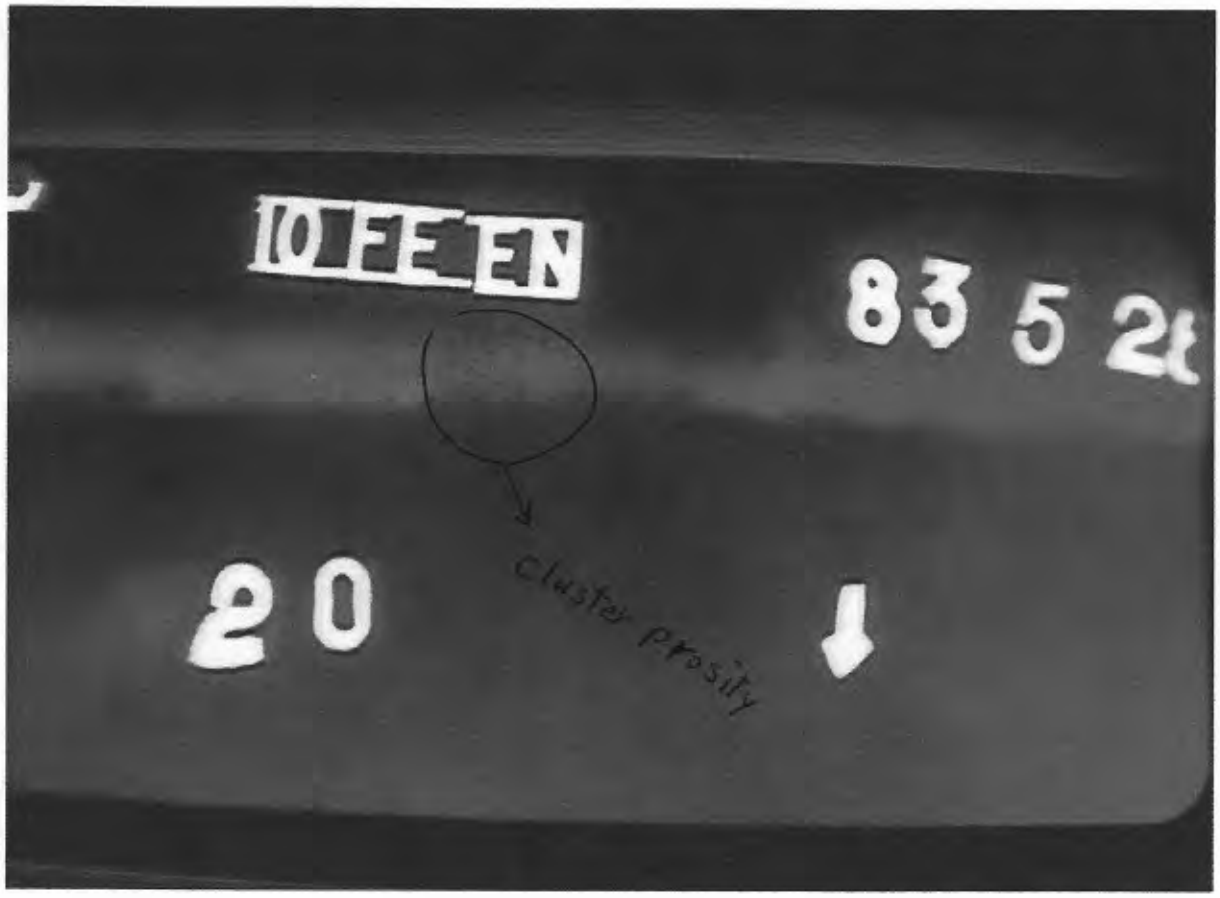


www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد





www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

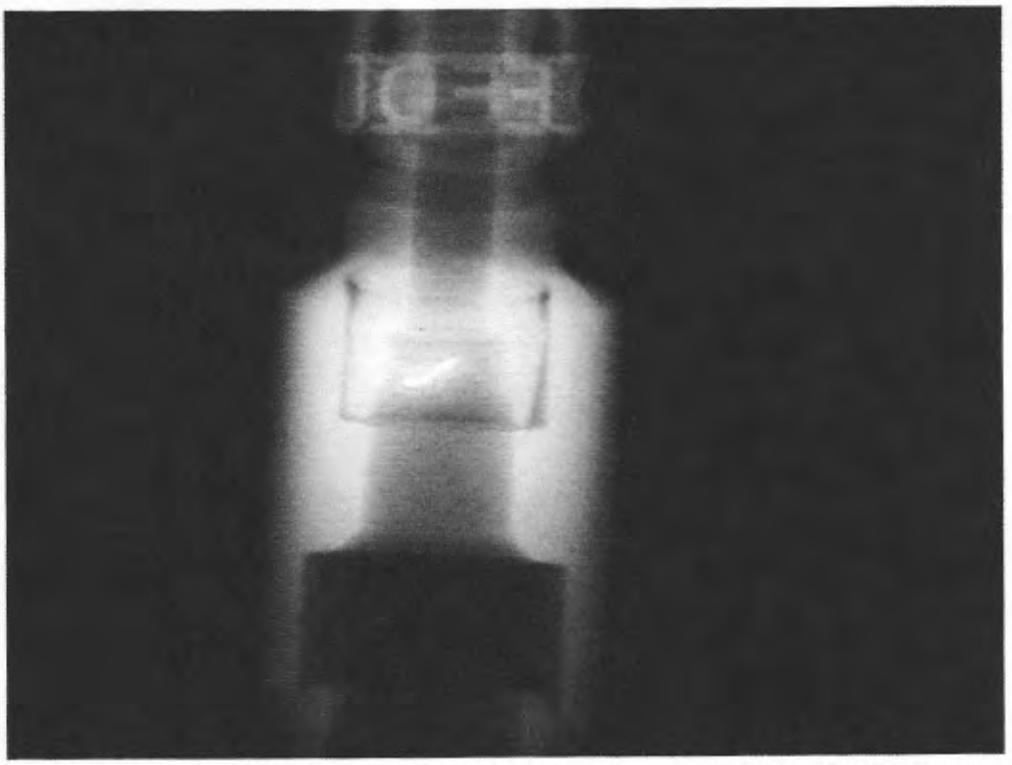


www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

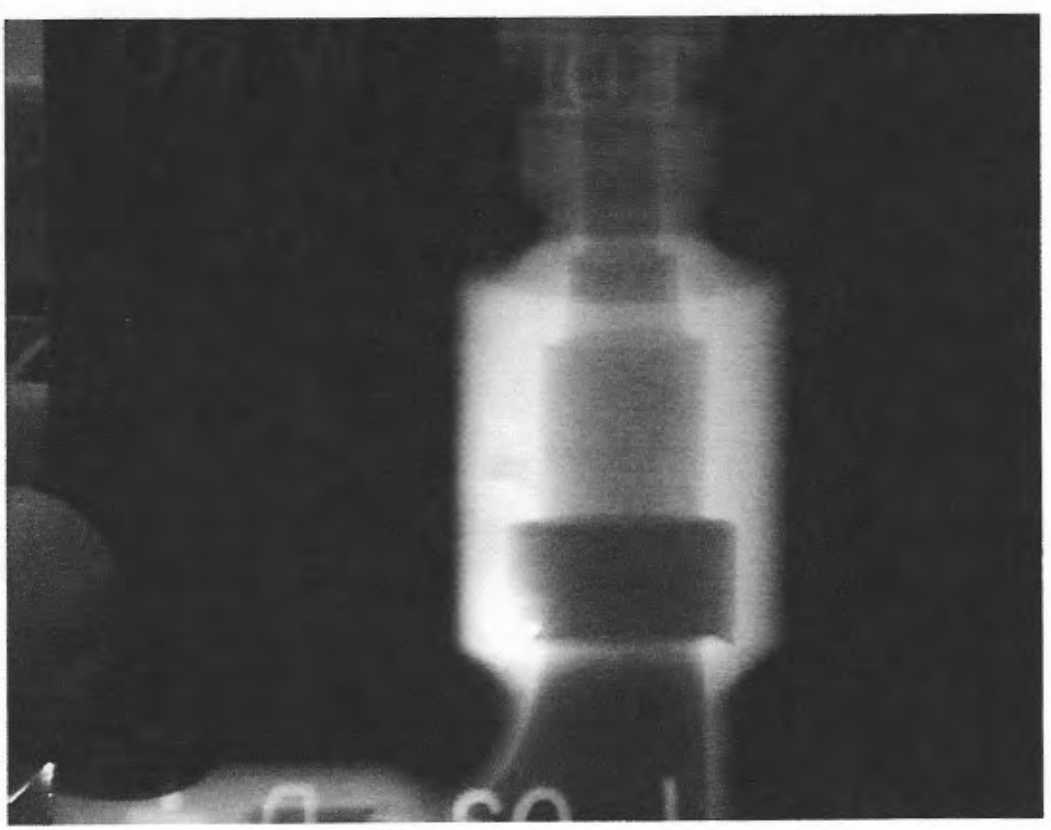
شکل فوق مربوط به ترک طولی در جوش کام (جوش بادامی یا انگشتی) در اتصال ورق تقویتی ستون (stiffener) با بدنه ستون در سازه ساختمانی می باشد که بر اثر فشار ورق تقویتی و تمرکز تنش بر روی جوش فوق و عدم رعایت ترتیب جوش در بین لایه های جوش طبق استاندارد جوش ، عیبی چون ترک بوجود آمده که طبق استاندارد این عیب مردود شناخته شده و می بایستی جوش فوق رفع و تعمیر گردد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دو تصویر مربوط به پرتونگاری از محل اتصال رابط به لوله و یا شیر می باشد برای سنجش فاصله و محل تلاقی دو اتصال



(COUPLING TO PIPE OR VALVE IN SOCKET WELD METHOD FOR GAP CHEKING)

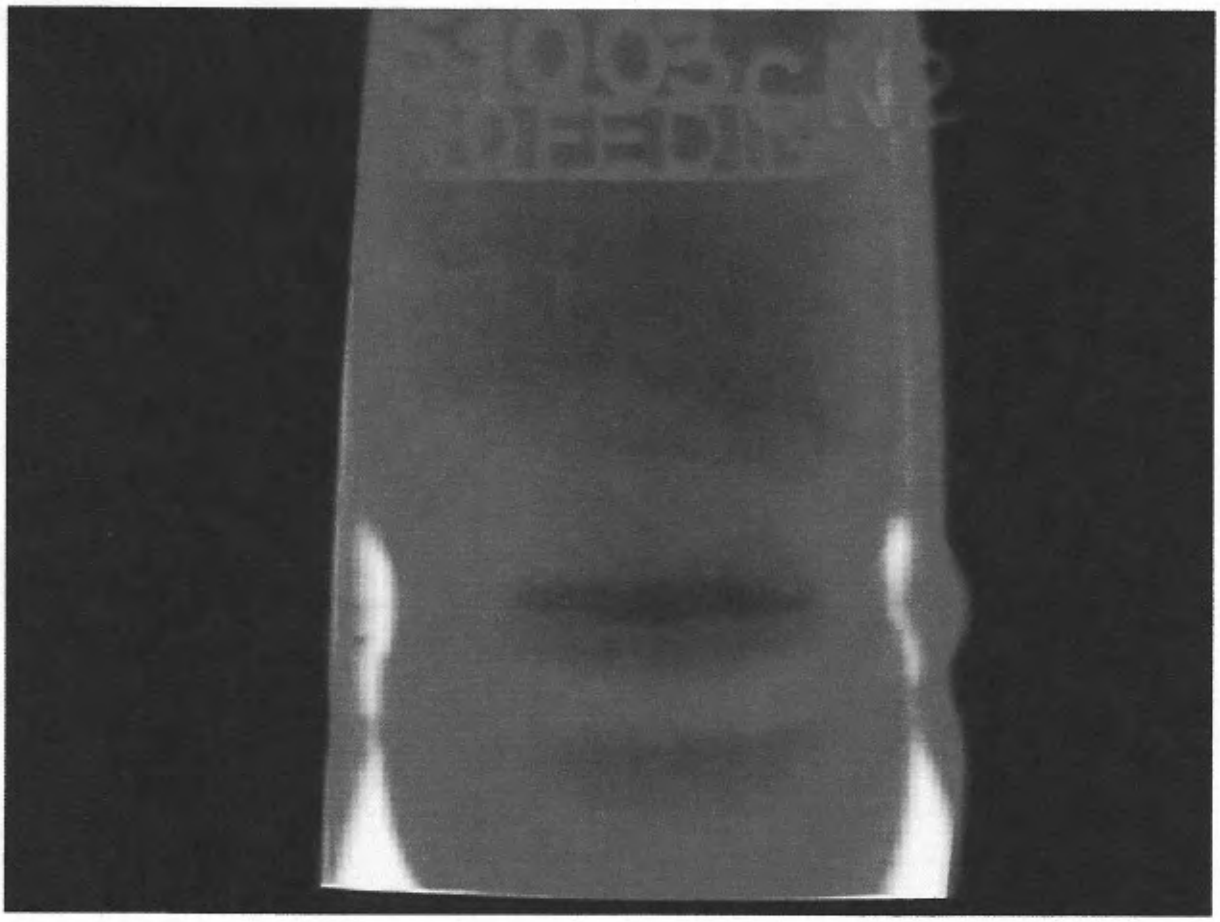


www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تصویر بالا از جوش اتصال جان به بال ستون سوله که با فرآیند الکترود دستی (SMAW)بصورت جوش گوشه ای ، جوشکاری شده است . که همانگونه در تصویر مشاهده می نمایید پس از انجام آزمایش مایعات نافذ معایبی از قبیل حباب گازی و سوختگی لبه قطعه کار و غیره مشاهده می شود که منجر به مردود شدن این جوش شده است .

تصویر فوق از جوش اتصال کف ستون به بال که با فرآیند الکترود دستی (SMAW)طبق طراحی و نقشه این اتصال صد در صد نفوذی می بایستی باشد که متاسفانه پس از انجام آزمایش التراسونیک و سنگ زدن و شکافتن نقطه مذکور به علت بی دقتی شخص جوشکار گل جوش در درون آن محبوس و باعث مردود شدن این جوش شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



منابع و مآخذ:

۱- ANSI ASME Sec. VIII Edition 1998

۲- ASM Handbook Vol 17

۳- NDT Dupont handbook radiographic weld interpretation

۴- تفسیر و ارزیابی جوش در رادیوگرافی (تألیف: مهندس بهمن چوبک)

۵- عیوب و علل پیدایش آن (تألیف: مهندس سیامک بیگلری)

۶- عیوب جوش و نحوهٔ رفع آنها (تألیف: مهندس امیر دادخواه)

۷- ASM Welding handbook volume4

۸- AWS Welding handbook

۹- تصاویر و فیلمهای استاندارد IIW و IIS

www.iran-javad.com
مرجع علمی مهندسی مواد