

IGS-C-DN-003(1)

فروردین 1400

Approved

مصوب



شرکت ملی گاز ایران
مدیریت پژوهش و فناوری
امور تدوین استانداردها

IGS

دستورالعمل

ارزیابی کیفیت جوش الکتروفیوژن بانجام آزمون به دو روش :
۱- خمکاری نوار جوش ۲- لهیدگی

P.E. Electrofusion Welding Quality Evaluation
1-Strip Bend test 2-Crushing
(Decohesion Test)



تاریخ: ۱۴۰۰/۰۴/۰۶
شماره: گ/۰/۰/۲۰۰-۲۰۲۸۳



شرکت ملی گاز ایران



دفتر مدیر عامل

ابلاغ مصوبه هیأت مدیره

مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۱۹۲۵ مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۹ هیأت مدیره، نامه شماره گ/۹/۰۰۰/۲۳۲۱۰ مورخ ۱۴۰۰/۰۲/۲۸ مدیر پژوهش و فناوری در مورد تصویب نهایی مقررات فنی شرکت ملی گاز ایران به شرح زیر مطرح و مورد تصویب قرار گرفت.

۱- مشخصات فنی خرید شیرهای سماوری جوشی/ فلنجی- بخش اول: ۲ تا ۲۴ اینچ، کلاس های ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰
IGS-M-PL-002-1(6)

۲- دستور العمل ارزیابی کیفیت جوش الکتروویژن با انجام آزمون به دو روش خمکاری نوار جوش و لهیدگی
IGS-C-DN-003(1)

۳- دستور العمل ایمنی جوشکاری و برشکاری
IGS-O-SF-009(0)

۴- دستور العمل سیستم پوششی اپوکسی پودری داخلی برای خطوط لوله گاز طبیعی شیرین
IGS-C-TP-026-2(0)

این مصوبه در حکم مصوبه مجمع عمومی شرکت‌های تابعه محسوب و برای کلیه شرکت‌های تابعه لازم الاجرا می‌باشد.

الهام ملکی

دبیر هیأت مدیره

رونوشت: مدیرعامل محترم شرکت ملی گاز ایران و رئیس هیأت مدیره

اعضای محترم هیأت مدیره

رئیس دفتر محترم مدیرعامل

رئیس محترم امور حقوقی

رئیس محترم حسابرسی داخلی

رئیس محترم امور مجامع

پیشگفتار

۱. این استاندارد/ دستورالعمل به منظور استفاده اختصاصی در شرکت ملی گاز ایران و شرکت های فرعی وابسته تهیه شده است.
۲. شرکت ملی گاز ایران در مورد نیازهای عمومی از استانداردهای وزارت نفت (IPS) و در مورد نیازهای تخصصی از استانداردهای اختصاصی خود (IGS) استفاده می کند.
۳. استانداردهای شرکت ملی گاز ایران (IGS) با نظارت کمیته های تخصصی استاندارد، متشکل از کارشناسان و مشاوران بخش های مختلف تهیه و پس از تأیید شورای استاندارد (منتخب هیأت مدیره شرکت ملی گاز ایران) به تصویب هیأت مدیره شرکت ملی گاز می رسند.
۴. در تنظیم متن استانداردهای (IGS)، از همه منابع شناخته شده و معتبر علمی، اطلاعات فنی-تخصصی مربوط به صنایع گاز دنیا، مشخصات فنی تولیدات سازندگان معتبر جهانی و نیز از نتیجه پژوهش ها و تجارب کارشناسان داخلی بر حسب مورد استفاده می شود. همچنین به منظور استفاده از هر چه بیشتر از تولیدات ملی، قابلیت های سازندگان داخلی نیز مورد توجه قرار می گیرد.
۵. استانداردها به طور متوسط هر ۵ سال یک بار و یا در صورت ضرورت، زودتر، بازنگری و به روز رسانی می شود. بنابراین کاربران باید همیشه آخرین نگارش را مورد استفاده قرار دهند.
۶. هرگونه نظر و یا پیشنهاد اصلاح در مورد استانداردها مورد استقبال و بررسی قرار خواهد گرفت و پس از تأیید، استاندارد مربوطه نیز بازنگری خواهد شد.

تعاریف عمومی

- در متن این استاندارد (IGS) از تعاریف و اصطلاحات زیر استفاده می شود:
۱. "شرکت" (COMPANY): منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می باشد.
 ۲. "فروشنده" (SUPPLIER/VENDOR): به فرد یا مؤسسه ای گفته می شود که نسبت به شرکت متعهد شده است.
 ۳. "خریدار" (PURCHASER): منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می باشد.

فهرست

صفحه	عنوان
۴	مقدمه.....
	۱- بخش اول کنترل کیفی جوشکاری الکتروپیوژن لوله و اتصالات پلی اتیلن با استفاده از نتایج
۵	آزمون خمکاری نوار جوش: (Strip Bend Test).....
۶	۱-۱- هدف و دامنه کاربرد.....
۷	۲-۱- تجهیزات موردنیاز.....
۷	۱-۲-۱- محاسن آزمایش خمکاری نوار سرجوش.....
۷	۲-۲-۱- پیش بینی به منظور سهولت در آماده سازی نمونه ها.....
۸	۳-۲-۱- تجزیه و تحلیل برشهای کلی (Segment).....
۱۰	۴-۲-۱- تجزیه و تحلیل جدایش.....
۱۱	۵-۲-۱- نتایج مثبت و منفی.....
۱۳	۳-۱- ترجمه استاندارد Strip Bend Test.....
۱۳	۱-۳-۱- موضوع.....
۱۳	۲-۳-۱- منابع استناداری.....
۱۳	۳-۳-۱- اصول تست.....
۱۳	۴-۳-۱- ابزار تست.....
۱۳	۵-۳-۱- قطعه تحت تست (Test Piece).....
۱۵	۶-۳-۱- شرایط هم دمائی.....
۱۵	۷-۳-۱- طرز کار.....
۱۶	۸-۳-۱- گزارش نتایج تست.....

- ضمیمه A ۱۷
- ۲- بخش دوم : آزمون لهیدگی در جوش الکتروفیوژن بر اساس استاندارد
- ۱۸ Crushing decohesion test, ISO 13955
- ۱۹ ۱-۲- کلیات
- ۱۹ ۲-۲- روش انجام آزمایش لهیدگی (Crush Test)
- ۱۹ ۱-۲-۲ تجهیزات و ابزارهای مورد نیاز
- ۲۱ ۲-۲-۲ شرایط عمومی آزمایش (Test General Condition)
- ۲۲ ۳-۲-۲ تهیه نمونه های تست Crush
- ۲۳ ۴-۲-۲ بررسی سطوح جوش و انواع آن
- ۲۶ ۵-۲-۲ اجرای آزمون Crush

مقدمه

کاربرد اقلام پلی اتیلن از دهه ۱۹۵۰ در صنعت و از دهه ۱۹۶۰ در صنعت گاز دنیا و از حدود سال ۱۳۷۰ در شبکه های توزیع گاز ایران به عنوان یک موضوع مهم و فراگیر مطرح بوده و پیش بینی مقتضیات علمی و فنی برای این مهم اجتناب ناپذیر می باشد. در این راستا شرکت ملی گاز ایران نیز اهتمام قابل توجهی در زمینه تدوین مبانی طراحی شبکه های پلی اتیلن، استاندارد اجرای شبکه های پلی اتیلن و ... نموده است. کتابچه حاضر نیز به منظور ارتقاء بیشتر کیفیت جوشکاری در شبکه های پلی اتیلن تهیه گردیده و نیل به روشهای کنترلی و نظارتی در اجرای شبکه پلی اتیلن را تسهیل و تکمیل می نماید.

تستهای رایج بین المللی در اقلام و جوشکاری پلی اتیلن ضمن اهمیت ذاتی، هر یک با فلسفه خاص و به منظور دستیابی به اهداف مشخصی طراحی و اجرا می گردد. در این کتابچه سعی شده است آزمونهای نسبتاً ساده و روشنی (با تجهیزات غیر پیچیده و در دسترس) براساس استانداردهای روز دنیا ارائه شود که قادر به ارزیابی کیفیت جوش الکتروفیوژن و سنجش میزان تبحر و عملکرد فرد جوشکار باشد. بنابراین با توجه به سهولت انجام چنین تستهایی حتی در محل اجرای پروژه ها از یک سو و سوابق و مشکلات قبلی پروژه ها در اثر عدم تسلط جوشکاران و پیمانکاران اجرایی از سوی دیگر، شایسته است دست اندرکاران پروژه های شبکه های پلی اتیلن حتی الامکان از آزمونهای ارائه شده در این جزوه به جهت نظارت، کنترل و حتی آزمون عوامل اجرایی (جوشکار و ...) بهره جسته تا اجرای شبکه های توزیع به نحو احسن انجام گردد.

این کتابچه توسط دوتن از همکاران عضو کمیته استاندارد لوله و اتصالات پلی اتیلن، آقایان محمدرضا یوسفی پور و غلامحسین نژاد شمسی تهیه شده که علاوه بر ترجمه استانداردهای ISO TC 138/SC 5/ W G12-2007 و ISO 13955، نتیجه سالها تجربه خود در زمینه بررسی استانداردها و مشخصات فنی اقلام پلی اتیلن، دستگاههای جوش الکتروفیوژن و آزمایشات کنترل کیفی در آزمایشگاه پژوهشهای فنی و صنعتی را به رشته تحریر در آورده اند. پیش نویس این دستورالعمل پس از طرح و بررسی در کمیته تدوین استاندارد شبکه های پلی اتیلن به تصویب شورای استاندارد رسیده است.

در پایان ضمن آرزوی توفیق برای همکاران یاد شده، این امور از هر گونه نقطه نظرات پیشنهادی و یا اصلاحی استقبال می نماید.

۱ - بخش اول

ارزیابی کیفیت در جوشکاری لوله و اتصالات PE

(الکتروفیوژن)

روش

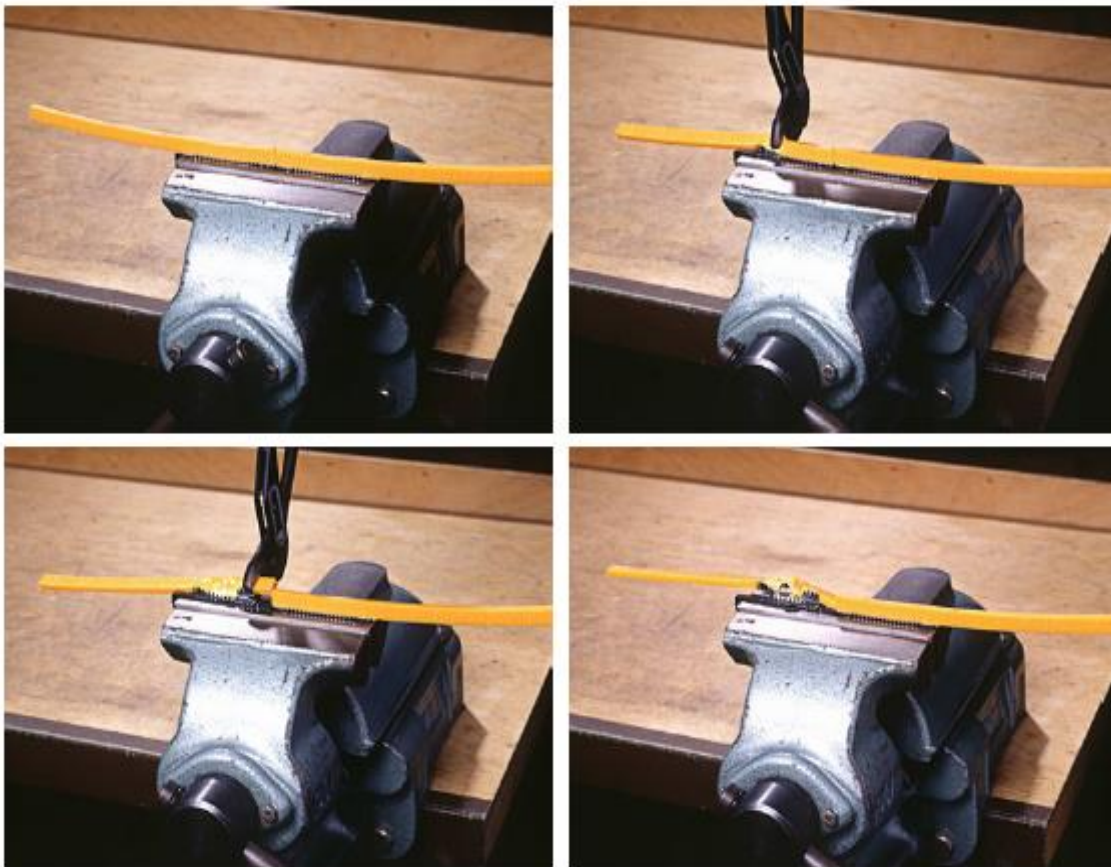
Strip Bend Test

برای سرجوشهای سایز ۱۱۰ میلیمتر وبالاتر

۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

بررسی و تشخیص استحکام و یا نقاط ضعف جوش الکتروفیوژن از نقطه نظر ماهیت جوش و طرز عملکرد جوشکار می تواند اثر به سزایی در پیشبرد و ارتقاء کیفیت در شبکه های پلی اتیلن داشته باشد. در بخش اول آزمون خمکاری نوار جوش (Strip Bend test) با چنین هدفی قابل کاربرد در آزمایشگاهها و پروژه های اجرایی و مستند به استاندارد ISO می باشد. با ارائه نکات و موضوعات ذیل سعی می شود که در قالب استاندارد مزبور، روش نسبتاً ساده ای (که حتی در پروژه های اجرایی نیز قابل انجام باشد) ارائه گردد. از ویژگیهای این آزمون عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و سهولت نسبی اجرای تست می باشد. با تصاویر ذیل کلیات اجرایی این آزمون روشن و در ادامه به ابزار مورد نیاز، آماده سازی نوار جوش تحت آزمون و ... پرداخته می شود.

قابل ذکر است که در استاندارد مرجع محدودیت سایزی وجود نداشته لیکن در این دستورالعمل با توجه به تجربه انجام این آزمون صرفاً برای سرجوشهای سایز ۱۱۰ میلیمتر و بالاتر توصیه گردیده است.



۱-۲- تجهیزات مورد نیاز

- گیره رومیزی با فک های آج دار (عرض فک ها در حد طول منطقه جوش)
- اره با دندان های ظریف و تیغه پهن یا اره فلکه (مورد استفاده در نجاری)
- انبردست
- ذره بینی که ۳ تا ۴ بار بزرگنمایی داشته باشد.



بدلیل روش و تجهیزات نسبتاً ساده و در عین حال نتایج روشن این تست میتوان با ایجاد اطاقک آزمون توسط پیمانکار در سایت پروژه (با نظر نماینده کارفرما در محل ایمن) وبا تجهیز آن به کلیه دستگاهها و ادوات لازم و ایجاد شرایط لازم آزمون و تأیید صلاحیت آن توسط بازرسی فنی شرکت ملی گاز ایران یا آزمایشگاه پژوهشهای فنی و صنعتی شرکت ملی گاز ایران و یا دیگر ارگانه های مجاز ذیصلاح، با رعایت مفاد این دستورالعمل، این آزمون را در محل اجرای پروژه انجام داد. به کمک نتایج این تست می توان کیفیت جوش و چگونگی کار و تبحر جوشکار را ارزیابی نمود. مضافاً اینکه از طریق چنین تستی می توان نتایج محسوس و کاملاً عینی جوشکاری را در کارگاه و جلسات آموزش به جوشکارها ارائه و نمایش داد.

۱-۲-۱- محاسن آزمایش خمکاری نوار جوش

- قابل اجرا در آزمایشگاه و Site می باشد.
- سطح بالایی از اهمیت و هدف یابی را در کنار سهولت نسبی ارائه می دهد.
- جوشکاری و جوشکار را ارزیابی می نماید.
- بدلیل ارائه عینی مشکلات و معایب جوش می تواند در اقدامات پیشگیرانه مؤثر باشد.

۱-۲-۲- پیش بینی به منظور سهولت در آماده سازی نمونه ها

- آماده سازی نمونه ها از نظر شرایط هم دمایی، ابعاد و ... بایستی مطابق استاندارد مربوطه (ISO TC 138/SC) باشد. در عین حال جادارد به جهت سرعت و روانی بیشتر اقدامات ذیل صورت پذیرد.

- نمونه پس از جوشکاری آماده برش می باشد و یا نمونه جوش داده شده قبلی بریده تا تحت تست قرار گیرد.
- نمونه به چهار قسمت مساوی (Segments) تقسیم می شود.



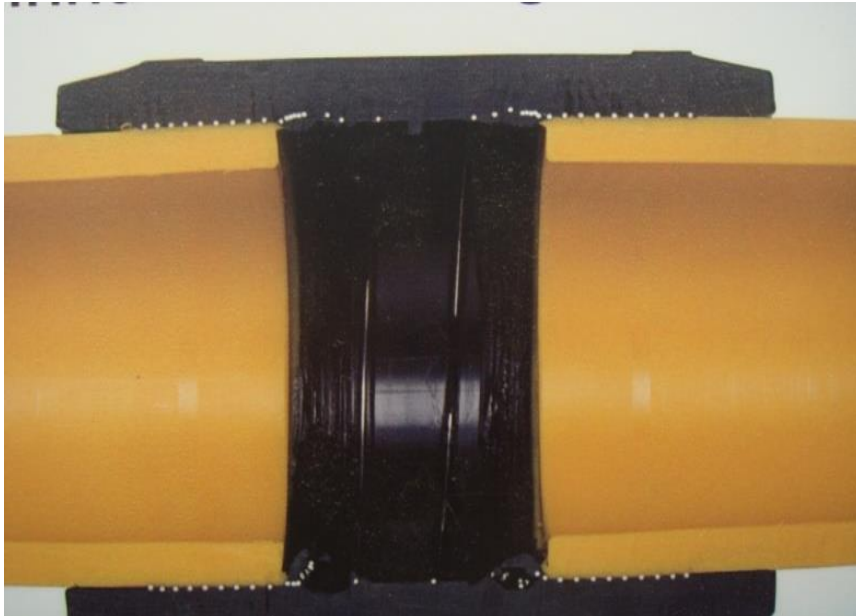
از هر قسمت بریده شده یک نوار به شکل زیر تهیه می شود.



توجه : نیازی به پرداخت سطوح برش خورده نیست.

۱-۲-۳- تجزیه و تحلیل برشهای کلی (Segments) قبل از تهیه نوارها

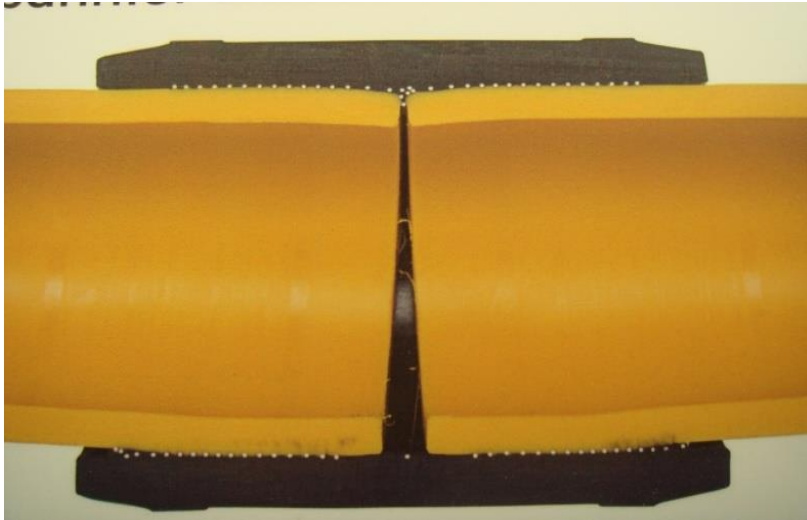
- با کنترل چشمی هر برش (Segment) می توان به عیوبی از جمله موارد ذیل پی برد.
- حفرات (Voids) ، در برداشتن هوا به صورت حباب (Air inclusion-bubbles)
- نفوذ مواد مذاب به فضای بین دو لوله



- ورود ناقص لوله در اتصال
- جابجایی در راستای لوله



جوشکاری تحت تنش ناشی از قرار دادن نامناسب اجزاء جوش در کنار هم (عدم کاربرد کلمس و ...)



سایر موارد مشابه

۱-۲-۴- تجزیه و تحلیل جدایش

در جدا کردن اجزاء نوار بایستی از انبردست یا ابزاری مانند آن استفاده شود. با جابجا کردن فک انبردست در طول Fusion zone جوش و خم کردن بخش مربوط به لوله (در گیردر دهانه انبر) با حرکت آرام دسته انبر به اندازه زاویه ۴۵ درجه به سمت جلو و برگشت به حالت اولیه و مجدداً حرکت آرام دسته انبر به سمت عقب به اندازه زاویه ۴۵ درجه و تکرار مجدد این حرکت سعی در جدایش کامل جوش میشود. توجه شود جدایش باید به آهستگی صورت پذیرد (شکل زیر). چنانچه جدایش به سرعت انجام پذیرد، نتایج کاذب و غیر قابل اتکا خواهد بود.





پس از این مرحله چگونگی و شکل سطح جدایش به عنوان نشانه تکمیلی بوده بطوریکه: چنانچه سطح جدایش با حالت کش آمدن و رشته رشته شدن (همچون ماکارونی) توأم باشد ← نتایج قابل قبول چنانچه سطح جدایش به صورت صاف (Smooth) و احتمالاً با تغییر شکل جزئی همراه باشد ← نتیجه متوسط تا ضعیف.

۱-۲-۵- نتایج مثبت و منفی

- در صورتیکه جوشکاری به نحو صحیح صورت پذیرد، علائم و نشانه های زیر از تست حاصل می گردد:
- نیروی زیاد برای جدایش لازم است.
 - جدایش توأم با چغری و مقاومت صورت می پذیرد. در سطح جدایش تغییر شکل های برگشت ناپذیر (Plastic) اتفاق می افتد و در واقع بدلیل کش آمدن قابل ملاحظه و گذر از تنش تسلیم (Yield strength) رشته های کوتاه و بلند در بین دو سطح جدایش بوجود می آید.
 - الگوهایی برای جدایش ملاحظه می شود که حکایت از استحکام ساختاری دارد.
 - چه بسا بخشی از لوله به عنوان Base material (قبل از وقوع جدایش بین سطوح جوش) پاره و شکسته شود.

نمونه های غیر قابل قبول و تجزیه و تحلیل علل مربوطه

علل احتمالی	نتیجه تست
<p>زمان امتزاج (Fusion time) به هر دلیلی همچون قطع برق، جدا شدن کابل و ... کامل طی نشده و انرژی حرارتی در حد خیلی کمی اعمال شده است. فاصله بین سطح خارجی لوله و سطح داخلی اتصال در حد خیلی زیاد بوده و احتمالاً قطر خارجی لوله بیش از حد کم بوده و یا به دلیل تراشیدن زیاد کم شده است.</p>	<p>سطوح جدایش صاف و یا با مقدار کمی حالت کش آمدن موضعی همراه بوده و در واقع سطح لوله ذوب نشده یا به صورت جزئی ذوب شده است.</p>
<p>سطح لوله قبل از جوشکاری تحت تراشیدن (Scraping) واقع نشده است. آلودگیهایی از قبیل گریس، خاک و ... روی سطوح اجزاء جوشکاری وجود داشته است.</p>	<p>سطح جدایش صاف و فقط حالت کش آمدن به صورت موضعی و محدود وجود دارد. سطح لوله فقط در حد ایجاد چین و به صورت موج دار و جزئی ذوب شده است.</p>
<p>پلی اتیلن بدلایلی من جمله ولتاژ اعمال شده غلط (در جوشکاری)، زمان امتزاج (Fusion time) خیلی زیاد و ... دچار گرمایش بیش از حد و تخریب گردیده است.</p>	<p>در سطح جدایش خلل و فرج و زبری ملاحظه می شود و مقداری زیادی حفرات کوچک در آن ایجاد شده است. برای جدایش احتیاج به نیروی متوسط تا کم می باشد.</p>

ISO TC 138 / SC 5/WG 12 (2007) - Strip Bend Test **۱-۳-۳-۱- ترجمه استاندارد**

۱-۳-۱- موضوع

استاندارد ISO بمنظور تعیین مقاومت جدایشی در جوشکاری الکتروفیوژن (Pipe ، Socket Fitting و Saddle Fitting) بکار رفته در شبکه های انتقال سیالات، اقدام به مشخص و تعریف نمودن آزمونی به نام «Strip bend test» نموده است.

۱-۳-۲- منابع استنادی

به منظور کاربرد آزمون یاد شده بایستی مستندات مرجعی ذیل در نظر گرفته و طبعاً مراجع ذکر شده از آزمون مزبور انفکاک ناپذیر است. ضمناً در مورد مراجع تاریخ دار فقط تاریخ ویرایش و در مورد مراجع به روز شده نیز آخرین ویرایش (شامل تمامی اصلاحیه ها) ملاک عمل خواهد بود. استاندارد ISO-11413 نیز برای آماده سازی قطعه تست (مربوط به جوش لوله و اتصال) مورد استفاده خواهد بود.

۱-۳-۳-۱- اصول تست

هدف از انجام این تست، ارزیابی میزان امتزاج قطعات جوش داده شده (الکتروفیوژن) می باشد. این هدف از طریق آزمایش و بررسی فصل مشترک جوش (در قطعه نواری شکل) صورت می پذیرد. بدین ترتیب که با وسیله مناسب دستی، دوبخش جوش داده شده در قطعه نواری شکل تحت خمکاری قرار می گیرد. آزمایش مزبور در دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ انجام می شود. میزان امتزاج در جوش بسته به نوع جدایش (Failure mode) و با در نظر گرفتن درصد محلی که دچار عدم امتزاج بوده، مشخص می گردد.

۱-۳-۴-۱- ابزار تست

ابزار انجام تست باید بخشهای اصلی زیر را در برداشته باشد:

-اره مخصوص (band saw) یا دستگاه معادلی که قطعه مورد آزمایش را بتواند آماده نماید.

-گیره رومیزی با عرض مناسب به نحوی که بتواند تمام طول قطعه را در خود جای دهد.

-انبردست با عرض فک 10mm (بخش مؤثر) برای لوله ها با قطر اسمی کمتر یا مساوی 75mm و عرض فک

25mm (بخش مؤثر) برای لوله های با قطر اسمی بیشتر از 75mm

توجه : تمامی سطوح فکین گیره رومیزی و انبردست باید سالم و عاری از آسیب باشد.

۱-۳-۵-۱- قطعه تحت تست (Test Piece)

۱-۳-۵-۱- آماده سازی قطعه تست

لوله و اتصال باید مطابق دستورالعمل سازنده و تحت شرایط استاندارد جوش داده شود. باید شرایطی که در استاندارد ISO 11413 و در خصوص الکتروفیوژن ذکر شده مد نظر قرار گیرد.

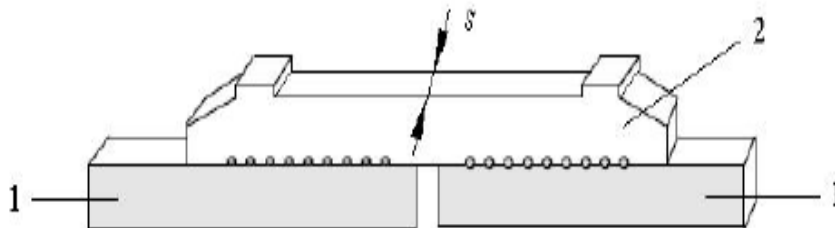
حداقل طول لوله باید 250mm یا معادل دو برابر قطر (هرکدام بیشتر) باشد. پس از جوشکاری بایستی لوله جوش داده شده به اتصال به نحوی بریده شود که از لبه اتصال حداقل 25mm پیش آمدگی داشته باشد. اکنون باید حداقل ۴ نوار (شکل یک) از نمونه آماده شده در جهت محور طولی و در موقعیتهای متقارن حول محیط لوله بریده شود. عرض نوارها (S) برای لوله های با قطر اسمی کوچکتر و یا مساوی 75mm باید در حد 2.5 ± 0.5 mm باشد. همچنین عرض نوارها (S) برای لوله های با قطر اسمی بزرگتر از 75mm باید در حد 4 ± 1 mm باشد. در هر حال طول نوارها باید برابر با طول کامل نمونه باشد. در نمونه های جوشکاری اتصالات زینی (Saddles) باید ۴ نوار در جهت محور طولی لوله اصلی و با توزیع مساوی در منطقه جوش آماده شود.

در مورد اتصالات با طول منطقه جوش (Fusion Length) مساوی یا بیشتر از 50mm، طول Fusion zone می تواند به قطعاتی با عرض حداکثر 25mm تقسیم شود. بدین منظور قطعات را می توان از انتهای Fusion zone شروع نمود. این قطعات می توانند از طریق برش در نمونه ایجاد شوند. به نحویکه نوارها نیز از همین قطعات بدست آیند. نوارها باید شامل حداکثر فاصله بین اتصال و لوله بوده باشد و این موضوع از طریق کنترل چشمی و باید قبل از انجام برش تشخیص داده شود.

راهنما :

۱ - لوله

۲ - اتصال



تصویر ۱: آماده سازی نوارها از یک جوش بوشن الکترونیوژن

۱-۳-۵-۲- تعداد نمونه های تست

تعداد نمونه های تست باید مطابق استاندارد باشد.

توجه : توصیه می شود که حداقل ۳ نمونه تحت آزمایش قرار گیرد.

۱-۳-۶- شرایط هم دمایی

پس از جوشکاری و قبل از شروع آماده سازی نمونه ها (از طریق برشکاری و ...) باید اجزاء جوش داده شده حداقل ۳ ساعت در دمای محیط قرار گیرند. پس از زمان اشاره شده می توان اقدام به برش نمونه ها و آماده سازی آنها نمود. نوارهای آماده شده قبل از تست حداقل ۳ ساعت باید در دمای $23 \pm 2^\circ$ قرار گیرند.

۱-۳-۷- طرز کار

مراحل زیر باید در دمای $23 \pm 2^\circ$ صورت پذیرد. از شکل ۲ برای انجام این اقدامات استفاده نمائید. نوار آماده شده را در گیره رومیزی ببندید. لبه های گیره باید زیر سطح سیم های برقی (Fusion wire) قرار گیرد. گیره رومیزی با کمک دست سفت شود.

بخش مربوط به لوله در نوار را با انبردست بگیرید. در صورتیکه عرض گیره در حدی نباشد که تمامی طول Fusion zone را در برگیرد، بایستی دو قسمت Fusion zone را جدا جدا در گیره ببندیم. در صورتیکه گیره از نوع قابل تنظیم باشد، باید نیروی لازم برای سفت کردن به نحو مقتضی تعیین شود. بدین منظور گیره با پیچ تنظیم و بدون قطعه آزمایش بسته می شود.

لبه لوله در ابتدای Fusion zone جوش را محکم با فک انبردست گرفته دسته آنرا به آرامی به اندازه زاویه ۴۵ درجه به سمت جلو حرکت دهید. سپس انبردست را به موقعیت اولیه بازگردانید و آنگاه دسته انبردست را آهسته و به اندازه ۴۵ درجه به سمت خود کشیده و مجدداً به موقعیت اولیه بازگردانید. در مرحله بعد فک انبردست را جابجا نموده و عملیات مذکور را تا رسیدن به انتهای Fusion zone جوش تکرار نمائید.

پس از جدا شدن دو قسمت لوله و اتصال در نوار، باید نحوه و چگونگی جدایش از حیث حالت ترد و شکننده یا حالت نرم (Brittle or Ductile) گزارش شود. الگوهای تیپ شده در تصاویر ۳، ۴ و ۵ مشخص شده است.

a) بیشترین طول جدایش با حالت شکننده (Brittle Fracture) به عنوان I اندازه گیری و مضافاً طول کلی بین اولین و آخرین سیم جوش (Wire) نیز به عنوان Y ثبت شود.

b) با استفاده از فرمول ذیل درصد جدایش با حالت شکننده به عنوان Ld محاسبه می شود.

$$Ld = \frac{I}{Y} * 100$$

تصویر ۲ : نحوه انجام تست

تصویر ۳

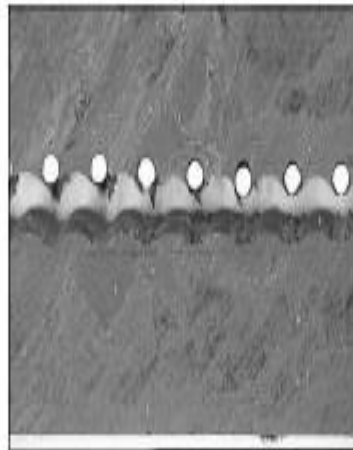


۱ : لوله



۳ : گیره رومیزی

۴ : انبر دست



تصویر ۵

تصویر ۴

نمونه تیپ جدایش با حالت نرم بین نمونه تیپ جدایش با حالت شکننده نمونه تیپ جدایش با حالت شکننده
سیم های جوش - تصویر از زاویه جانبی تصویر از زاویه جانبی تصویر از زاویه سطح جدایش

۱-۳-۸- گزارش نتایج تست

گزارش نهایی تست باید شامل اطلاعات ذیل باشد:

-عنوان استاندارد بین المللی مربوطه.

-مشخصات و هویت اجزاء بکار رفته (شامل لوله و اتصال) در جوشکاری .

-سایز اسمی اتصال .

-شرایط جوشکاری و امکانات مورد استفاده در جوشکاری .

-دمای انجام تست.

-عرض قسمت مؤثر (فک) در انبردست .

-تعداد نمونه های تست.

-تعداد نوارها به ازای هر نمونه تست.

-تعداد قطعات و طول های مربوطه (در صورت امکان) .

-نوع و چگونگی جدایش.

-درصد جدایش با حالت شکننده (Ld) .

-هرگونه پدیده و نکته قابل تأملی که در خلال و یا پس از تست ملاحظه می شود.
-تاریخ انجام تست.
-آزمایشگاهی که در آنجا تست انجام شده است.

ضمیمه A : اطلاعاتی (Informative)

ملاک پیشنهادی

توصیه می شود که در صد جدایش قابل قبول و با حالت شکننده کمتر و یا مساوی 33% برای هر نوع نمونه تحت آزمون منظور گردد.

ملاک قبولی جوش

براساس مشخصات فنی مصوب شرکت ملی گاز ایران (IGS-M-PL-14-2,4) ملاک قبولی جوش میزان حداکثر بیست درصد جدایش غیرقابل قبول (شکست ترد و باحالت غیردرهم آمیخته) برای هر نمونه تحت آزمون تعیین گردیده است.

۲- بخش دوم

آزمون لهیدگی جوش الکتروفیوژن

بر اساس استاندارد

Crushing Decohesion Test

ISO 13955

برای کلیه سایزها

۲-۱- کلیات

براساس دستورالعمل اجراء و راه اندازی شبکه های گازرسانی توسط لوله های پلی اتیلن به شماره IGS-C-DN-001 (آخرین نسخه) انجام آزمون لهیدگی (Crush Test) بر روی سرجوشهای الکتروفیوژن نمونه برداری شده از هر پروژه بعنوان بخشی از آزمونهای مخرب جهت تعیین کیفیت جوش، لازم الاجراء می باشد. لذا جهت آشنایی خوانندگان محترم با روش صحیح انجام آزمون و چگونگی بررسی نتایج تست، دستورالعمل و راهنمای پیوست تهیه و ارائه می گردد. قابل ذکر است که با ایجاد اطاقک آزمون توسط پیمانکار در سایت پروژه (با نظر نماینده کارفرما در محل ایمن) و با تجهیز آن به کلیه دستگاهها و ادوات لازم و ایجاد شرایط لازم آزمون و تأیید صلاحیت آن توسط بازرسی فنی شرکت ملی گاز ایران یا آزمایشگاه پژوهشهای فنی و صنعتی شرکت ملی گاز ایران و یا دیگر ارگانهای مجاز ذیصلاح، با رعایت مفاد این دستورالعمل انجام این آزمون در محل اجرای پروژه امکانپذیر خواهد بود.

۲-۲- روش انجام آزمایش لهیدگی (Crush Test)

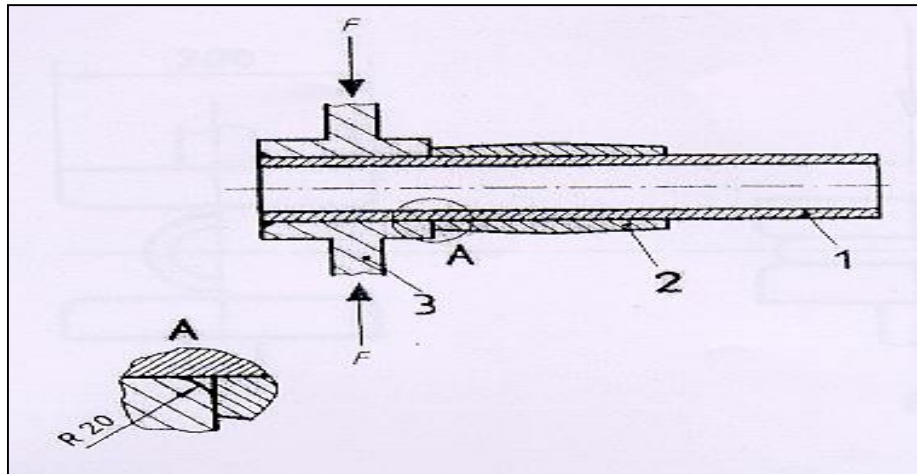
آزمایش لهیدگی براساس استاندارد بین المللی ISO 13955 بر روی سرجوشهای الکتروفیوژن انجام می گردد. منظور از انجام این آزمون، تعیین کیفیت جوش لوله های پلی اتیلن از نوع Socket Electrofusion و Electrofusion Saddle می باشد. این آزمون برای اقطار ۱۶ میلی متر الی ۲۲۵ میلی متر قابل اجراء بوده و معیار استحکام جوش براساس خصوصیات ابعادی ترک ایجاد شده در جوش و نوع سطوح شکست استوار می باشد.

۲-۲-۱- تجهیزات و ابزارهای مورد نیاز

۲-۲-۱-۱- دستگاه اعمال نیروی فشاری (Compression force)

این دستگاه باید بگونه ای باشد که جهت انجام تست بتواند نیروی فشاری لازم با سرعت یکنواخت $\pm 10\% \text{ mm/min}$ را فراهم آورد. قابل ذکر است چنانچه سرعت اعمال نیرو یکنواخت نباشد و نیرو به صورت ناگهانی و ضربه ای به نمونه وارد آید نتایج حاصله معتبر نخواهد بود.

همچنین سطوح داخلی فک ها که در تماس با نمونه ها هستند باید کاملاً تخت بوده و ضخامت و جنس آنها بگونه باشد که طی انجام مراحل آزمون تغییر فرم نداده و خم نشوند. ضمناً لازم است که طول آنها معادل ۲۰۰ میلی متر بوده و لبه های داخلی آن دارای انحنایی به شعاع ۲۰ میلی متر باشد و در مدت زمان انجام آزمون، حالت موازی بودن صفحات فک ها نسبت به یکدیگر حفظ گردد.



- ۱- لوله
۲- کاپلر (Coupler)
۳- گیره

نمای فک ها و طرز قرارگیری نمونه در آن

با توجه به موارد فوق، جهت تست لهیدگی نمونه های ۹۰ میلیمتر و پائینتر میتوان از یک گیره معمولی قوی و همچنین جهت تست سایزهای بالاتر از دستگاه مخصوص یا جک هیدرولیک با فک های مناسب استفاده نمود. قابل ذکر است که جهت رعایت سرعت اعمال نیرو، میباید سرعت چرخاندن دسته گیره یا جک را طوری تنظیم نمود که با توجه به فاصله فک ها، حرکت آنها با سرعتی معادل ۱۰۰ میلیمتر در دقیقه انجام گردد.

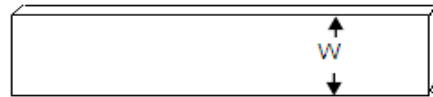
۲-۲-۱-۲-۲-۲ اهرم

از یک پیچ گوشتی قوی به طول ۳۰ الی ۳۵ سانتیمتر می توان بعنوان اهرم استفاده نمود.

۲-۲-۱-۲-۲-۳ Stopping Gauge

جهت تنظیم فاصله نهایی بین فک ها در مرحله انتهای فشردن لوله می توان از تسمه های آهنی مطابق شکل ذیل که عرض (W) آنها معادل دو برابر ضخامت لوله سرجوش تحت آزمون است، استفاده نمود. (جدول ۱)

عرض تسمه W (میلی متر)	سایز لوله پلی اتیلن (میلی متر)
6	25
11.6	63
16.4	90
20	110
22.8	125
29.2	160
32.8	180
36.4	200
41	225



جدول ۱ - اندازه عرض (W) Stopping Gauge

۲-۲-۱-۴ - دستگاه اره برقی نواری

از این دستگاه برای برش طولی سرجوشها (تصاویر ۱ الی ۳) جهت انجام آزمون لهیدگی (Crush) استفاده می شود. باید توجه داشت که پروفیل و نوع دنده های اره باید بگونه ای باشد که ضمن برش راحت لوله پلی اتیلن قادر به برش سیم های حرارتی اتصال نیز باشد.



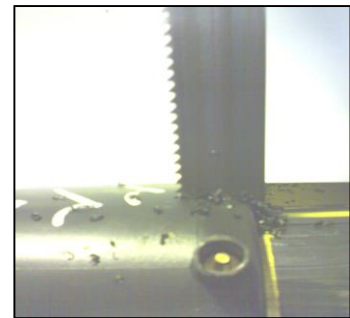
تصویر ۲

دستگاه اره برش



تصویر ۲

نمای نزدیک برش سرجوش



تصویر ۱

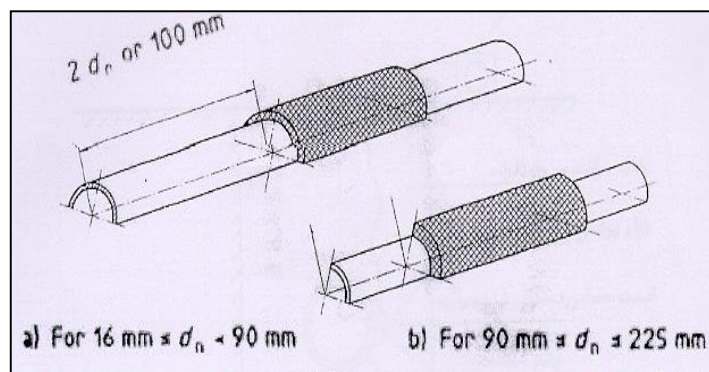
شکل و پروفیل دنده های برش اره

۲-۲-۲ - شرایط عمومی آزمایش (Condition Test General)

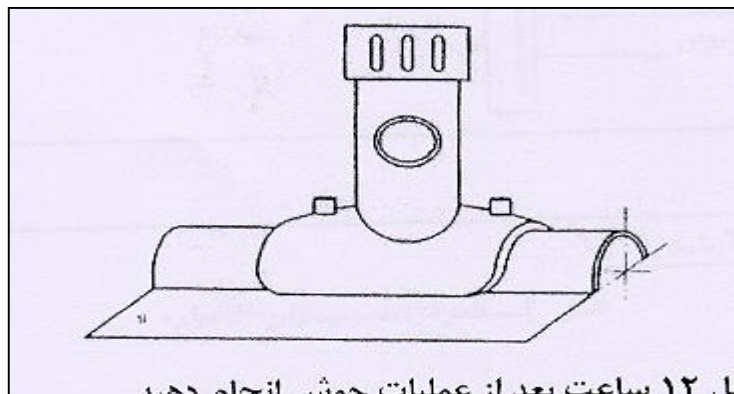
قبل از برش جوش از شبکه به جهت انجام آزمون Crush، باید حداقل شش ساعت از زمان جوشکاری آن گذشته باشد. همچنین پس از برش سرجوش و تهیه نمونه های Crush، قطعات تست باید حداقل به مدت شش ساعت در محیطی با دمای 23 ± 2 درجه سانتی گراد نگهداری شوند تا با محیط هم دما گردند.

۲-۲-۳- تهیه نمونه های تست Crush

با انجام یک یا دو برش طولی از سر جوش الکتروفیوژن (با توجه به سایز آنها) نمونه های آزمایش Crush آماده می شود این کار توسط اهر نواری انجام می گردد. در جدول ۲ با توجه به نوع و سایز اتصال، تعداد و زوایای برش سر جوش ها، ذکر شده است.



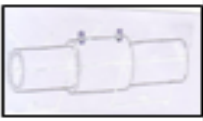
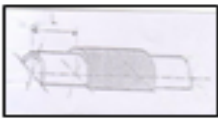
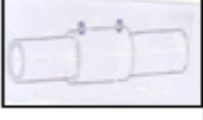
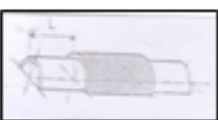
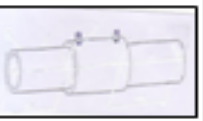
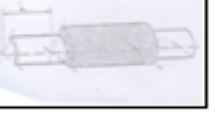
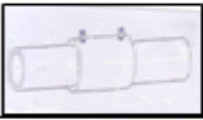
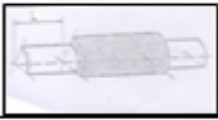
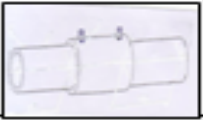
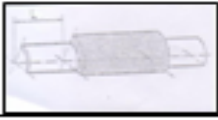
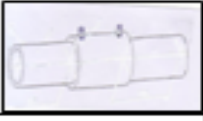
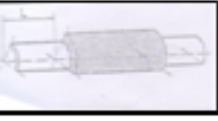
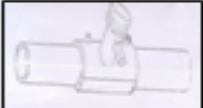
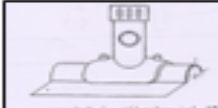
چگونگی برش اتصال coupler و تهیه نمونه های تست لهیدگی از آن



چگونگی برش سر جوشهای زینی شکل جهت تهیه نمونه لهیدگی

(پس از Hot tapping و باز نمودن کمر بند تحتانی)

در این مرحله با توجه به برش سر جوش و امکان بازدید از قسمت های داخلی و مقطع جوش ، قبل از اقدام جهت انجام آزمون لهیدگی ، می بایست از نظر استقرار صحیح لوله در داخل اتصال و برش گونیا لبه های لوله و عدم تراوش مذاب از کناره های جوش (داخل و خارج) و از محل شاخص ، عمل نکردن شاخص ، تغییر شکل ظاهری اتصال مطابق موارد مندرج در صفحات قبلی تحت بازرسی چشمی قرار گیرد . در صورت مشاهده غیر متعارف عوارض فوق نمونه مردود اعلام گردد و در گزارش آزمایش توضیح داده شود.

سایز (mm)	نوع و شکل اتصال و سرچوشن	تعداد برش	زاویه	تعداد نمونه تست	شکل نمونه تست	L(cm)
۲۵		۱	۱۸۰	۲		۱۰
۶۳		۱	۱۸۰	۲		۱۳
۹۰		۲	۹۰	۴		۱۸
۱۱۰		۲	۹۰	۴		۲۲
۱۲۵		۲	۹۰	۴		۲۵
۱۶۰		۲	۹۰	۴		۳۲
اتصال زینتی تمام سایزها		۱	۱۸۰	۱		2*dn

جدول ۲- زاویه برش سرچوشهای و تعداد نمونه های تست نهیگی بر اساس سایز و نوع

۲-۲-۴- بررسی سطوح جدایش جوش و انواع آن

قبل از شروع مبحث اجرای آزمون، لازم است مختصری در خصوص انواع سطوح جدایش جوش الکتروفیوژن توضیحاتی داده شود.

۲-۲-۴-۱- سطح جدایش ترد (Brittle Fracture)

در اینگونه جدایش، جوش (Coupler/ Saddle) به راحتی از روی لوله کنده می شود. همچنین سطوح فصل مشترک جوش در محل های کنده شده صاف و عاری از هرگونه ناهمواری بوده و بررسی سطوح جوش حاکی از عدم چسبندگی و امتزاج مواد در منطقه فصل مشترک جوش می باشد. با توجه به تجربیات و نتایج آماری، در بیش از نود درصد از موارد، به هنگام انجام آزمون بر روی جوشهای معیوب، تمام یا قسمت اعظم جوش به هنگام اعمال نیرو و استفاده از اهرم از روی سطح لوله به صورت ترد (brittle failure) جدامی شود. غالباً این امر با ایجاد صدای شکست نیز همراه است. در اینگونه موارد سطح جدایش جوش وسیع و کاملاً صاف بوده و وقوع شکست ترد و مردودی جوش کاملاً مشهود است.



نمونه هایی از شکست ترد

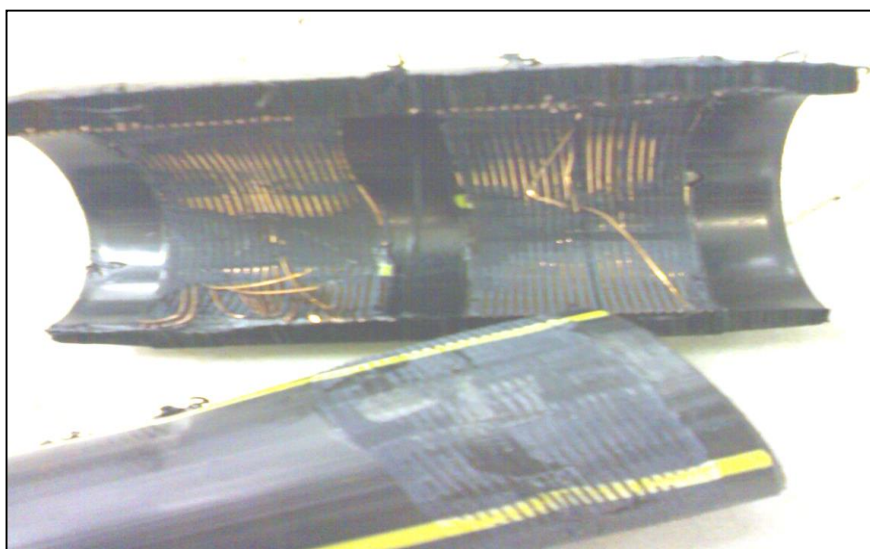
در نوع دیگری از جدایش ترد، عمل باز شدن جوش قدری نرم تر صورت می گیرد ولی کماکان استحکام جوش کافی نبوده و اتصال از روی لوله براحتی جدا می گردد. لیکن سطح شکست کاملاً صاف نبوده بلکه اثرات محل سیم های حرارتی بر روی سطوح جوش (خارج سطح لوله و داخل اتصال) دیده می شود.



شکست نیمه ترد جوش الکترو فیوژن،
اثرات المنت ها درمقطع جوش دیده می شود

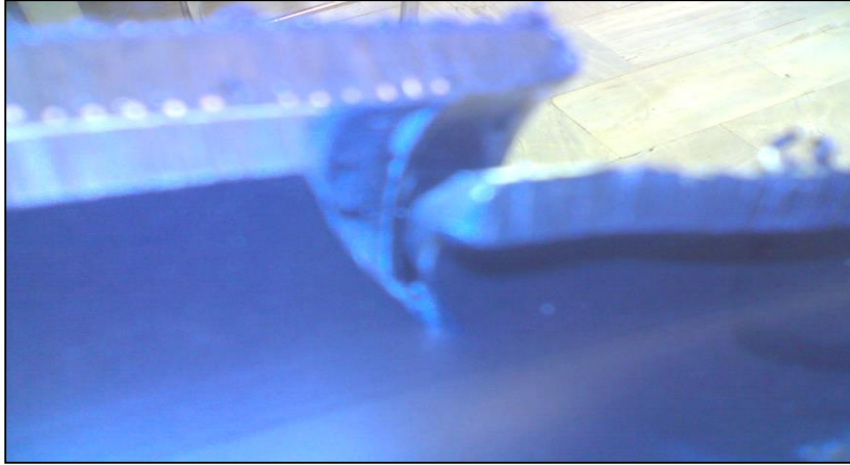
۲-۲-۴-۲- سطح جدایش نرم (Ductile Failure)

در این نوع جدایش، اتصال (Socket / Saddle) به سختی از روی لوله کنده شده و بر روی سطوح جوش حاکی از امتزاج مواد در لایه داخلی اتصال و سطح خارجی لوله می باشد. بدین ترتیب سطوح جدایش صاف نبوده و سطوح جدایش به صورت قله کن شده (Mountain Area) ظاهر میگردد.



تصویر ۱۰- شکست نرم جوش الکترو فیوژن

عموماً در اینگونه موارد اتصال از روی لوله کنده نمی شود و اگر حتی نیروی بیش از حدی توسط اهرم اعمال نماییم ممکن است جداره لوله دچار پارگی گردد ولی جوش باز نشود.



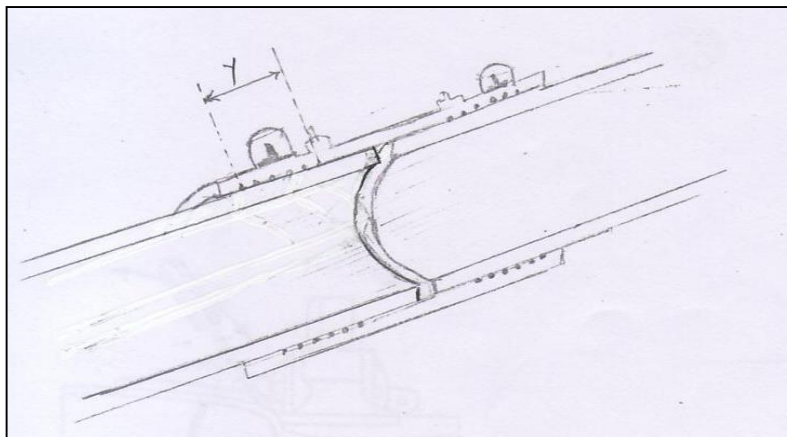
استحکام جوش و پارگی جدار لوله در اثر
اعمال اهرم به هنگام انجام آزمون لهیدگی

۲-۲-۵- اجرای آزمون Crush

قبل از شروع آزمون میباید از انطباق شرایط آزمون با موارد مندرج در بند ۲-۲-۲ اطمینان حاصل نمائیم.

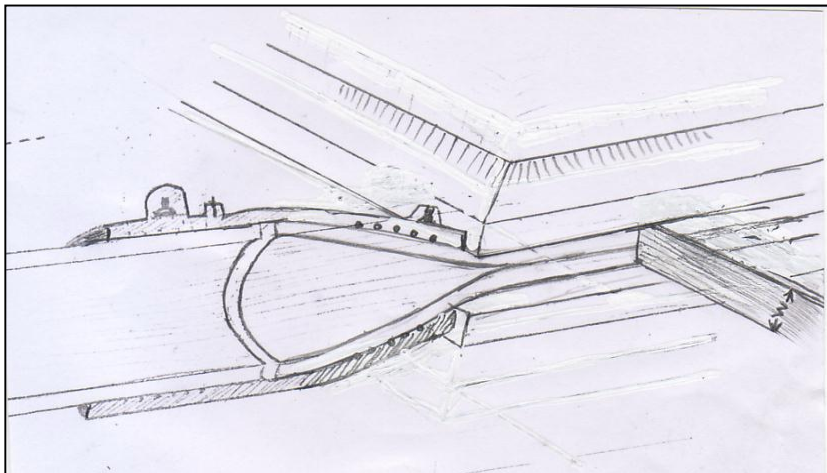
۲-۲-۵-۱- اجرای آزمون Crush بر روی اتصال کاپلر (Socket Electrofusion)

ابتدا سطح مقطع جوش کاپلر را مورد بررسی قرار داده و فاصله اولین سیم حرارتی تا آخرین آن را اندازه گیری نمائید. (Y)



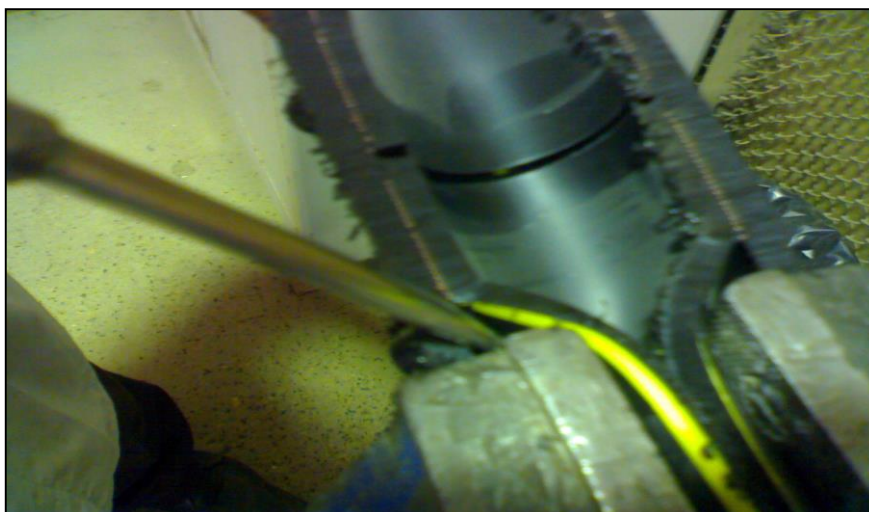
اندازه گیری Y در مقطع جوش سطح مقطع نمونه Crush

سپس نمونه را جهت فشردن بین فک های دستگاه بگونه ای قرار دهید که اولاً لبه فک های دستگاه با لبه های اتصال کاملاً مماس بوده و ثانیاً در صفحات موازی با یکدیگر باشد. آنگاه نیروی فشاری با سرعت $\pm 10\% \text{ mm/min}$ را 100 را به نمونه اعمال نمائید. اینکار را آنقدر ادامه دهید تا فاصله داخلی بین فک ها به دو برابر ضخامت لوله برسد. جهت میزان نمودن این فاصله می توانید از Stopping gauge استفاده کنید.



استفاده از stopping gauge جهت کنترل فاصله نهایی فک ها

در حالیکه نمونه تحت اعمال فشردگی است سطح مقطع جوش را مورد بازدید چشمی قرار داده و چنانچه جدایشی در جوش دیده شد آن را اندازه گیری و گزارش نمائید. در همین حالت با قراردادن نوک پیچ گوشتی در داخل لبه انتهایی جوش و شکاف ایجاد شده بین حد فاصل بدنه لوله و اتصال سعی کنید بدون اعمال شوک حرکتی و ضربه جوش را کنده و اتصال را از لوله جدا نمائید. اینکار را سه یا چهار بار تکرار کنید.



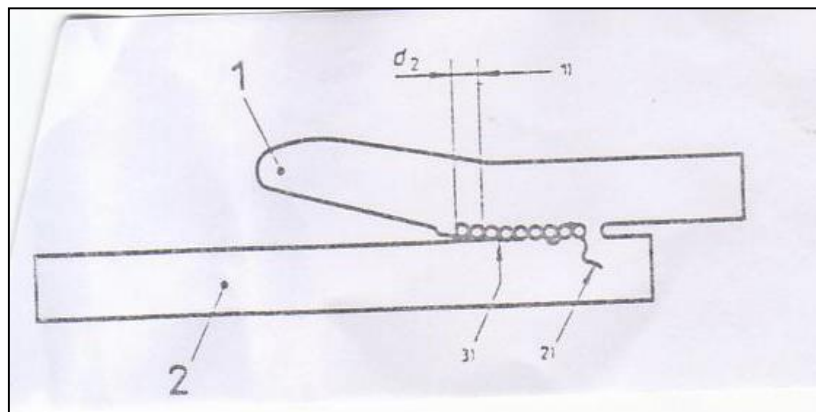
اعمال اهرم جهت انجام آزمون لهیدگی

در صورت جدا شدن بخشهایی از جوش ، سطح جدایش را مورد بررسی دقیق چشمی قرار دهید و با توجه به شرح بند ۲-۲-۴ از سطوح شکست جوش را که به صورت ترد جدا شده اند شناسایی و با استفاده از شکل زیر و فرمول

:

$$Cc = \frac{d2}{Y} * 100$$

، درصد طولی شکست ترد را محاسبه نمایید .



نمایی از مقطع جوش پس از تست لهیدگی

Cc درصد طولی مقطع جدایش جوش به صورت ترد

d2 طول جدایش جوش به صورت ترد و نیمه ترد (mm)

Y طول کل جوش (mm)

مراحل فوق را باید برای طرف دیگر نمونه و همچنین بقیه نمونه های برش خورده از سرجوش انجام دهیم. بعنوان مثال برای سرجوش سایز ۱۲۵ میلی متر ۸ آزمایش لهیدگی مطابق روش بالا انجام می گردد.

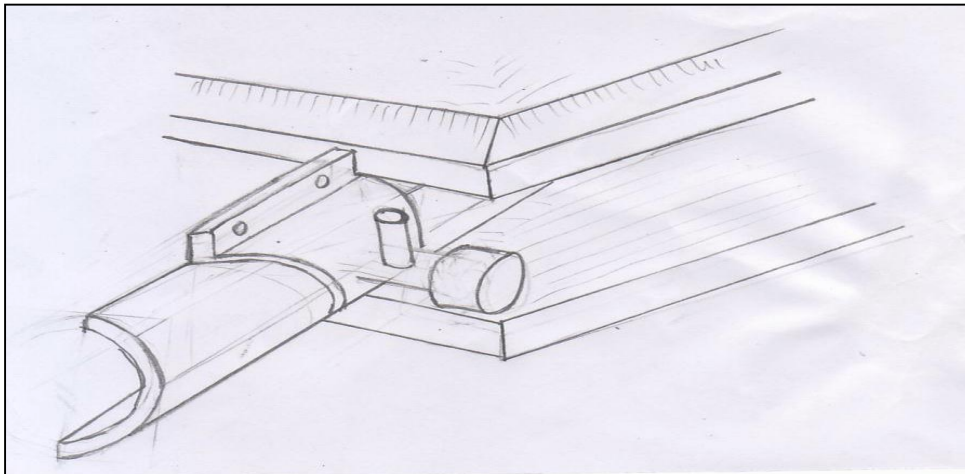
ملاک قبولی جوش

براساس مشخصات فنی مصوب شرکت ملی گاز ایران (IGS) ، چنانچه میزان درصد طولی شکست ترد (Cc) هر سر جوش در هر قطعه مورد آزمون از سرجوش کمتر از بیست درصد باشد آن جوش قابل قبول است. حداکثر میزان

شکست ترد هر قطعه برش خورده طولی از سرجوش (بعنوان مثال یک سرجوش ۱۲۵ میلی متری شامل هشت قطعه تحت آزمون می گردد) نباید پس از اعمال اهرم از یک پنجم طول ناحیه جوش (L/5) بیشتر شود.
نکته: بدیهی است قبولی یک سرجوش منوط به قبولی تمام قطعات برش خورده طولی آن سرجوش می باشد.

۲-۲-۵-۲-۲- اجراي آزمون Crush بر روی سه راهی انشعاب

ابتدا عملیات سوراخکاری مته (tapping) را انجام داده و سپس کمر بند تحتانی زین را باز نموده و آن را مطابق جدول ۲ برش دهید. آنگاه نمونه را طبق تصویر زیر بگونه ای در بین فک های دستگاه قرار دهید که در حین انجام آزمایش بیشترین فشار به جوش اعمال گردد.



طرز قرار گیری نمونه سه راهی انشعاب در داخل
گیره و انجام آزمون لهیدگی (crush)

نیروی فشاری با سرعت $100 \pm 10\% \text{ mm/min}$ را به نمونه اعمال نمائید. اینکار را آنقدر ادامه دهید تا فاصله داخلی بین فک ها به حدود دو برابر ضخامت لوله برسد. جهت تنظیم دقیق تر این فاصله می توانید از Stopping gauge اشاره شده در جدول ۱ استفاده نمائید.

در همین حالت طبق تصویر زیر با قراردادن نوک پیچ گوشتی در داخل لبه انتهایی شکاف جوش سعی کنید بدون اعمال شوک حرکتی و ضربه، جوش را کنده و زین را از لوله جدا نمائید. این کار را چند بار تکرار کنید.



روش اعمال اهرم به سر جوش زین به
هنگام انجام آزمون لهیدگی

در صورت بازشدن جوش، سطح مقطع جدایش را مورد بررسی دقیق چشمی قرار دهید و با توجه به شرح بندهای ۲-۲-۴ سطحی از جوش را که به صورت ترد جدا شده است شناسایی نموده و میزان درصد سطوح جدایش شکست ترد به کل سطح جوش (Cs) را طبق فرمول زیر محاسبه نمایید :

$$Cc = \frac{Sf}{St} * 100$$

Cc درصد سطح مقطع جدایش جوش به صورت ترد
Sf سطح مقطع جدایش جوش به صورت ترد و نیمه ترد (mm^2)
St سطح مقطع کل جوش زین (mm^2)
مراحل فوق را برای طرف دیگر جوش نیز انجام دهید و نتایج را یادداشت نمایید .

ملاک قبولی جوش

براساس مشخصات فنی مصوب شرکت ملی گاز ایران (IGS) ، چنانچه درصد سطوح شکست ترد جوش (CC) کمتر از ، پانزده درصد مساحت کل جوش آن زین (Heat Zone) باشد این جوش قابل قبول است .