



دوین کنفرانس ملی تجربیات ساخت تاسیسات آبی شبکه‌های آبیاری و زهکشی

۱ تا ۳ آبان‌ماه ۱۳۸۶ - دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی آب و خاک، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

2nd Iranian Conference on Construction experiences of Hydraulic structures and Irrigation and Drainage networks (ICCHID)

23 - 25 October 2007 - Tehran University, Irrigation and Reclamation Dept.

اتصالات در لوله های پلی اتیلن با قطر و ضخامت بالا

محسن مشکی زاده

معاونت نظارت شرکت مهندسی مشاور سازآب پردازان

رامین غلامی

کارشناس شرکت مهندسی مشاور سازآب پردازان

چکیده

با پیشرفت صنعت پتروشیمی و تولید گسترده لوله های پلی اتیلن و قابلیت نصب سریع و آسان آنها و همچنین دوام بالا و ارزان بودن آنها در مقایسه با لوله های دیگر، گسترش استفاده از آنها در مهندسی آب اجتناب ناپذیر می نماید. از موارد محدود صعوبت اجرای لوله های پلی اتیلن با قطر و ضخامت بالا، اتصالات آنهاست که دستورالعمل مناسبی نیز برای این کار وجود ندارد. چون لوله هم باید به خوبی حرارت ببیند و هم از سوختن آن جلوگیری شود. در این پژوهش جوش پلی اتیلن در شرایط متفاوتی از دما، دمای جوش، زمان جوشکاری و زمان سرد شدن (آزاد شدن فک جوشکاری) اجرا شده و روش های انجام شده با استفاده پر کردن لوله از آب و فشار سنجی و پیدا کردن محل نشت چک گردید. ترد شدن یا منعطف بودن محل جوش به صورت بصری قابل تشخیص است. نتایج حاصل از این تحقیق می تواند راهنمای مناسبی برای جوشکاری و اتصال لوله های پلی اتیلن با قطر و ضخامت بالا باشد.

کلمات کلیدی: لوله های پلی اتیلن، جوش پلی اتیلن، ترد شدن محل جوش لوله های پلی اتیلن

مقدمه

کاربرد لوله های پلی اتیلن (PE) برای شبکه های گاز رسانی و انتقال سیالات مختلف تقریباً از سال ۱۹۶۰ در دنیا شروع و ابتدا به منظور انتقال آب و فاضلاب و پس از آن به منظور گازرسانی مورد استفاده واقع گردید. امروزه بسیاری از کشورهای دنیا شبکه های گازرسانی را با لوله های پلی اتیلن به لحاظ فواید و مزایای بسیار آن مورد استفاده قرار می دهند.

مشخصات عمومی لوله پلی اتیلن

مقاومت بسیار خوب در مقابل شکستگی و ترک خوردگی، مقاومت شیمیایی بسیار عالی، مصون از خوردگی، مقاومت عالی در مقابل سرما تا دمای ۴۰- درجه سانتی گراد، مقاومت در مقابل گرما تا ۸۰ درجه سانتی گراد،

انعطاف پذیری بالا، خصوصیات هیدرولیکی عالی در طول زمان، قابلیت استفاده در زمینهای ناهموار، زبری خیلی کم، قابلیت عرضه به صورت حلقه، مقاومت عالی در مقابل سائیدگی، سبکی، طول عمر زیاد، اتصال راحت و قابل اعتماد، نصب و اجرای سریع و ساده، مقاومت بالا به فشار و ضربه، مصون از زنگ زدگی، قابلیت جوش پلاستیک و مقاومت عالی در مقابل ارتعاشات حاصله از زمین لرزه.

البته در مقابل مزایای فراوان این لوله ها نقاط ضعفی نیز برای آنها مطرح است که اهم آنها خسارات و مشکلات ناشی از تشعشعات خورشیدی (uv) تابش مستقیم نور خورشید و حرارت فوق العاده می باشد که البته می توان با نگهداری صحیح لوله و اتصالات پس از تولید تا قبل از اجرا از بروز مشکلات در این خصوص جلوگیری کرد.

مسلماً طول عمر مناسب و مطلوب شبکه های پلی اتیلن علاوه بر این که متأثر از محاسن پلی اتیلن است، مرهون عملیات اجرایی صحیح خصوصاً نصب و جوشکاری آنها نیز می باشد. در این راستا، مراجعه به استانداردهای بین المللی و ملی معتبر مثل CEN اروپا و استاندارد IGS می تواند راه گشا باشد. گروه های اجرایی باید به هنگام عملیات اجرا استانداردهای مربوطه را دقیقاً رعایت نمایند. یکی از مهمترین نکات و مسائلی که در اجرای شبکه های پلی اتیلن قابل توجه است، نحوه جوشکاری لوله و اتصالات می باشد. از آن جایی که با گذشت زمان استفاده از لوله های پلی اتیلن در سطح کشور فزونی می یابد، لذا به نظر می رسد هر آنچه متون فنی و علمی بیشتری در خصوص کیفیت و کاربرد این گونه لوله ها انتشار یابد، ضمن ارتقاء سطح آگاهی مصرف کنندگان به همان نسبت به انتظار و توقع آنها از تولید کنندگان افزایش خواهد یافت. امید است این مقاله بتواند گامی کوچک لیکن موثر در نیل به هدف فوق الذکر باشد.

انبارداری، بارگیری، تخلیه، جابجایی، نگهداری و ریسه کردن لوله

- بارگیری و حمل: لوله های پلی اتیلن هنگام حمل باید با نوارهای محکم به هم بسته شده و از استفاده هرگونه نوار یا تسمه و زنجیر فلزی خودداری کرد.
- تخلیه: تحویل گیرنده باید محل مخصوصی را برای انبار کردن اجناس در کارگاه در نظر گیرد. این محل باید مسطح، عاری از قطعه سنگهای بزرگ، سطح ناهموار و آشغال و همچنین دور از مسیر رفت و آمد ساختمانی و عوامل جوی نظیر باد و طوفان باشد.

محموله رسیده به کارگاه با توجه به نوع و تعداد لوله ها می تواند به صورت پالت بسته بندی چند لوله با یکدیگر یا به صورت شاخه لوله های جداگانه باشد پالتها را می توان با یک بکپو¹ یا وسیله ای نظیر آن و یک طناب نایلونی یا کابل پوششی دار (طنابی که موجب وارد آمدن صدمات موضعی به لوله نگردد) تخلیه نمود. در غیر این صورت باید بین کابل و لوله ها، حائلی قرار دارد که از زخمی شدن لوله ها جلوگیری شود. اگر از طناب استفاده شود، باید موقع بلند کردن پالت و قراردادن آن روی زمین، طناب در ۱/۳ طول لوله از هر سر آن پیچیده شود. به جای استفاده از طناب برای تخلیه پالت به صورت یک جا، می توان پالت را باز کرده و لوله هارا یکی یکی تخلیه کرد. برای تخلیه لوله هایی که به صورت پالت بسته بندی نشده اند، می توان با رعایت احتیاط، لوله ها را یکی یکی از روی کامیون روی یک لودر و سپس روی زمین غلطاند. روش دیگر برای بلند کردن لوله ها، استفاده از یک طناب نایلونی یا کابل دارای حائل است که به نقاط ۱/۳ طول لوله از هر لبه آن بسته شود. نباید از وسایلی مانند جرتقیل های بارزنی یا بالابرها چنگک دار که موجب تغییر شکل مقطع لوله می شود، استفاده کرد. زیرا ممکن است این وسایل به لوله صدمه بزنند.

¹ Back HOE

از جمله مواردی که باعث صدمه دیدن لوله می گردد، پرت نمودن آن از بلندی می باشد. این بلندی می تواند از بالای یک کامیون حمل بار و کفی) و یا رها شدن سیم های مهار، در هنگام تخلیه بار باشد. در صورت بروز چنین وضعیتی، ایجاد ترک های عرضی در جدار لوله را با اطمینان می توان پیش بینی نمود. چنانچه نتوان با چشم غیر مسلح ترک بوجود آمده را مشاهده نمود. هنگامی که لوله که در زمین کار گذاشته شدند و تحت فشار آب قرار گرفته، قسمتهای ضربه دیده که خیلی از مواقع منجر به بوجود آمدن ترکهای نامرئی خواهند شد، شروع به باز شدن می نمایند.

انبار کردن لوله ها در پای کار

برای انبار کردن لوله ها در پای کار، لوله های بسته بندی شده باید به همان صورت باقی بمانند. برای انبار کردن لوله ها غیر بسته بندی شده به صورت موقت، می توان آنها را در یک محوطه مسطح فاقد آشغال و خارج از مسیر رفت و آمدهای ساختمانی رویهم چید. ابتدا دو الوار، که باید از غلطیدن و جابجایی آنها جلوگیری شود با فاصله ای برابر عرض رویهم چینی مورد نظر که به هر حال نباید از $\frac{1}{3}$ طول لوله بیشتر باشد، روی زمین قرار داده می شود. همچنین برای جلوگیری از غلطیدن لوله ها در اثر باد و طوفان لازم است در اطراف آنها چوب های عمودی قرار داده شود. یکی از روش های معمول برای رویهم چینی لوله هایی که دارای لاله (سرکاسه ها) می باشند این است که به منظور لوله ها طوری باشد که لاله های آنها به یکدیگر فشار وارد نیآورد.

در موقع رویهم چیدن لوله ها، آنها را باید با رعایت احتیاط معمول جابجا کرد از انداختن یا به زور کشیدن لوله ها، همچنین از برخورد آنها به یکدیگر یا به اشیاء دیگر یا از بالارفتن از آنها خودداری شود. ارتفاع رویهم چینی لوله ها حداکثر حدود $\frac{1}{18}$ متر باشد تا بتوان لوله ها را به آسانی و با آسودگی خاطر با دست جابجا کرد.

به خط کردن لوله ها

قرار دادن لوله ها و متعلقات در امتداد کانال روباز یا به خط کردن، می تواند باعث صرفه جویی در زمان جابجایی آنها شود. هر شاخه لوله باید روی یک سطح تراز، حتی المقدور نزدیک کانال و در سمت مخالف خاکریز آن قرار داده شود. برای جلوگیری از آسیب دیدن لبه لوله ها فاصله مناسبی بین هر دو لوله در نظر گرفته شود. لوله ها باید خارج از مسیر وسایل و تجهیزات کارگاهی و در محلی قرار داده شوند که عملیات حفر کانال بتواند بلا انقطاع ادامه پیدا کرد. بدیهی است در این شرایط می بایست به هر نحو ممکن از غلتیدن لوله ها توسط باد و طوفان و یا دیگر عوامل جلوگیری بعمل آید.

سیستم های اتصال لوله

انواع مختلف سیستم های اتصال در خصوص لوله های پلی اتیلن بکار می رود. انواع اتصال به دو بخش اصلی تقسیم می شوند:

- ۱- اتصال متحرک،
 - ۲- اتصال ثابت: انواع اتصال ثابت از طریق جوش پلاستیک انجام می شود که معمول ترین آنها بشرح ذیل می باشد.
- جوش - هوای داغ **Hot-Air soldering**
 - جوش - با اکسترودهای متحرک **Welding By portable Extruder**
 - جوش - بات فیوژن **Butt fusion welding**

• جوش - الکتروفیوژن **Welding By Electro fusion fitting**

• جوش - ساکت (رابط) **Socket welding**

در این مقاله جوش بات فیوژن بررسی شده است.

روش جوشکاری لب به لب

روش جوشکاری لب به لب (**But fusion**) نمونه جوش بسیار قابل اطمینان برای انواع رزینهای ترموپلاستیک می باشد. در این قسمت مراحل جوشکاری لب به لب کاملاً تشریح شده است. توجه دقیق به این مراحل و یادگیری آن برای جوشکاران و مجریان اهمیت فراوان دارد. استفاده صحیح از دستگاه زمانی میسر است که جوشکاران مراحل صحیح جوشکاری را بدانند و نکات اشاره شده در ذیل را بکار ببرند.

• به هیچ وجه جوشکاری لب به لب نباید در هوای بارانی، برفی، بادهای تند طوفان و سرما و گرمای شدید صورت پذیرد. اگر قرار است در چنین شرایطی اقدام به جوشکاری گردد، لازم است از چادر مخصوص این کار استفاده شود.

• توصیه می شود فضایی که در آن جوشکاری صورت می گیرد، دارای دمای بالاتر از صفر درجه سانتی گراد باشد و لذا در صورتی که دمای محیط زیر حد مذکور باشد، استفاده از چادر و ایجاد دمای مناسب لازم است.

• در صورتی که نیروی محرکه دستگاه از طریق ژنراتور تامین می شود، قبل از شروع جوشکاری لازم است مقدار سوخت ژنراتور کنترل شود تا از خاموش شدن ژنراتور در خلال عملیات جوشکاری پیشگیری شود و نیز چند دقیقه قبل از شروع جوشکاری، ژنراتور را روشن تا ولتاژ و آمپراژ مناسب از خروجی ژنراتور وجود داشته باشد.

پس از قراردادن لوله ها درون کمربندها بر روی شاسی، عملیات تنظیم و تمیز کردن آنها به منظور برطرف کردن لایه اکسید روی لبه های هر دو لوله و یا اتصال و ایجاد تطابق بین دو لوله، ضروری است که دو لبه ی مورد جوشکاری رنده و یا تراشیده شوند. این عمل توسط رنده مخصوص (**Cutter**) صورت می گیرد. رنده مذکور بین دو لوله در دستگاه قرار می گیرد و با اعمال فشار مناسب از طریق یونیت هیدرولیک (در حدی که رنده تحت فشار زیاد قرار نگرفته و در جای خود نیز نلغزد) عمل رنده کاری سطح لوله ها صورت می گیرد. سر لوله ها تا دیدن تراشه کامل از هر سمت باید رنده شوند، به طوری که براده به صورت مدور در دو طرف رنده مشاهده گردد.

کنترل چشمی توازن سطح مقطع لوله ها

پس از عمل رنده کاری، لوله ها را لب به لب گرفته تا بتوان همترازی و فاصله بین دو لوله را کنترل نمود. شایان ذکر است که پس از رنده شدن دو سر لوله ها، به هیچ وجه مجاز نیستیم که دست یا هر چیز مرطوب و آلوده را به سطوح لوله و یا اتصال رنده شده بزنیم و براده های داخل لوله را بطوری که دستمان و یا ابزار به سطح تراش خورده برخورد نکند از داخل لوله خارج می کنیم، عدم همترازی لوله ها حداکثر می تواند تا ۱۰ درصد ضخانت لوله باشد در صورتیکه از این مقدار بیشتر باشد، باید لوله ها از طریق روشهای ذیل همتراز شوند.

• محکم کردن و یا شل کردن بعضی از مهره ها به صورت موازی و یا ضربدری در یک طرف و یا دو طرف لوله ها،

• با چرخاندن، لوله ها را همتراز نموده و پس از آن مهره های کلمپ ها را سفت نمود.

• تنظیم تکیه گاهها در انتهای دیگر لوله ها (جابجا نمودن رولر یا زیر سرپهای لوله ها).

تمیز کردن لبه لوله ها و اعمال فشار و دما

برای تمیز نمودن لبه لوله ها که حائز اهمیت بسیاری است، باید پیش از انجام عمل جذب دما با استفاده از یک پارچه تمیز (دستمال مخصوص) با الکل خالص یا خلوص بالا دو سر لوله ها تمیز شوند و پس از آن دقت شود که هیچ گونه تماس با دست و یا هر وسیله دیگری با سر لوله برقرار نشود (شکل ۱). در شرایطی که هیچ گونه وسیله ای برای پاک کردن سطح هیتر وجود ندارد، می توان لوله ای از همان جنس و سایز انتخاب نمود و قسمتی از آن روی دستگاه فیکس کرده و به سطح هیتر نزدیک و لوله ها را گرم کرد. این عمل باعث می شود که لوله محل تماس خود را با هیتر پاک و تمیز نماید. برداشتن لوله و قرار دادن لوله اصلی در دستگاه هیتر با سطح تمیز شده آماده انجام عمل گرم کردن لوله ها با کیفیت بالا را دارد.



شکل (۱): تمیز کردن لبه های لوله با الکل

پس از انجام عملیات بالا، هیتر (اتو) را بین دو لوله در دستگاه قرار داده، و فشار را تا حد مورد نظر (فشار اعلام شده از طریق سازنده دستگاه به اضافه فشار کششی) افزایش داده و صبر می گردد ارتفاع برگشته لوله (Bead) روی سطح هیتر (اتو) در حد یک تا چهار میلی متر ایجاد گردد. (مقدار لبه برگشته بستگی به قطر و ضخامت لوله متغیر است). لازم به توضیح است به هنگام قراردادن هیتر (اتو) را به لبه لوله ثابت نزدیک می گردد تا بر اثر حرکت فک متحرک لوله درون این فک بر اثر زمان بیشتر نزدیکی یا هیتر پیشگرم نگردد.

مرحله جذب دما

پس از ایجاد بید (Bead) در حد مورد نظر، فشار را حذف کرده، به طوری که فقط دو سر لوله با هیتر (اتو) در تماس باشند و اهرم یونیت هیدرولیک در به منظور اعمال فشار باقی می ماند. در این مرحله دما و انرژی گرمایی توسط هیتر در لوله ها نفوذ می نماید و باید تا تمام شدن مدت زمان توصیه شده براساس استاندارد صبر کرد.

مرحله نهایی

پس از تمام شدن زمان نفوذ دما (انرژی حرارتی) دو لوله را از سطح هیتر (اتو) جدا کرده و عقب کشیده و دقت می شود هیتر (اتو) در حین برداشته شدن به دو سر لوله اصابت نکند. در صورتی که به عقب راندن فک متحرک هیتر (اتو) به یکی از دو سر لوله بچسبد با زدن یک ضربه به دسته هیتر (اتو) و به آهستگی در حالی که با دست دیگر آن را کنترل می گردد. هیتر را از لوله جدا نموده و بعد از برداشتن هیتر به سرعت لب لوله ها را بهم چسبانده و فشار را تا حد مورد نظر (فشار اعلام شده از طرف سازنده دستگاه به اضافه فشار کششی) به طور یکنواخت و حرکت خطی و به آرامی افزایش داده تا به حد نهایی خود برسد. پس از این که فشار در این مرحله به میزان مشخص شده رسید، فشار هیدرولیک به اوج خود رسیده و لوله ها در هم ممزوج شده و جوشکاری صورت می گیرد. باید دو سر لوله تحت این فشار به طور ثابت به دو دستگاه باقی بماند تا زمان سرد شدن که از طرف سازنده دستگاه و براساس استاندارد اعلام شده سپری گردد نتیجتاً عملاً همبندی و جوش به این روش صورت گرفته است.

مرحله سرد شدن

پس از اتمام زمان سرد شدن اکنون لوله های جوش داده شده را از دستگاه خارج نموده و لوله ها طی زمان توصیه شده از طرف سازنده در محل مناسب و دور از تنش و کشش قرار می گیرند.

زمانبندی و فرآیندهای جوش لوله های پلی اتیلن روش (Butt fusion Welding)

شامل یک مرحله پیش فرآیند و پنج مرحله فرآیند می باشد.

مرحله پیش فرآیند: شامل تامین مصالح و ابزار کار (روشن کردن ژنراتور برق و صفحه اتو به منظور رسیدن به دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفتن خرکها زیر لوله و تراز کردن دهانه لوله ها بر روی شاسی دستگاه جوش - عملیات رنده کاری و تمیز کاری با الکل (۳۸ دقیقه)

- فاز اول: قرار گرفتن صفحه اتو درون دستگاه و چسبانیدن لبه لوله به صفحه اتو با رعایت انتقال فشارهای کششی و ثابت با مجموع 70 Bar (فشار کششی 40 Bar و فشار ثابت 30 Bar) (۱۰ ثانیه)
- فاز دوم (مرحله طبخ): با تقلیل فشار آغاز و با حداقل تقلیل فشار به پایان می رسد 30 Bar ® 70 Bar (۶ دقیقه)
- فاز سوم: جدا کردن لبه لوله ها از صفحات اتو و خارج کردن صفحه اتو از درون دستگاه جوش (۱۰ ثانیه)
- فاز چهارم: چسبانیدن لبه لوله ها به یکدیگر (رسیدن به فشار اولیه مجموعه فشارهای کششی و ثابت است 70 Bar) (۵ ثانیه)
- فاز پنجم: مرحله خنک شدن جوش و کاهش دمای جوش 50°C ® 200°C (۳۰ دقیقه)، مدت زمان گرم کردن صفحات اتو و نیز فرآیندها تابع شرایط عمومی و آب و هواست و الزاماً می بایست مرحله طبخ را با گرفتن زمان و رویت وضعیت شکل ظاهری جوش و نیز رویت تقلیل فشار (فشارسنج دستگاه سیستم هیدرولیک) رعایت کرد.

چنانچه عملیات جوشکاری پس از انجام اولین سر جوش بطور پیوسته ادامه پیدا کند زمان پیش فرآیند گاهی اوقات تا ۵۰ درصد کاهش می یابد. (بعلت آماده بودن ابزار کار و روشن ماندن ژنراتور برق و اتو و سیستم هیدرولیک)

جدول (۱): حالت اول ، شروع عملیات جوشکاری (اولین سر جوش)

مراحل	زمان
پیش فرآیند	۳۸ دقیقه
فاز اول	۱۰ ثانیه
فاز دوم	۶ دقیقه
فاز سوم	۱۰ ثانیه
فاز چهارم	۵ ثانیه
فاز پنجم	۳۰ دقیقه
جمع کل	۱:۱۴:۲۵

جدول (۲): حالت دوم، ادامه عملیات جوشکاری (سرجوشهای بعدی)

مراحل	زمان
پیش فرآیند	۱۹ دقیقه
فاز اول	۱۰ ثانیه
فاز دوم	۶ دقیقه
فاز سوم	۱۰ ثانیه
فاز چهارم	۵ ثانیه
فاز پنجم	۳۰ دقیقه
جمع کل	۵۵:۲۵

شکل ظاهری و بازرسی کیفیت جوشکاری انجام شده

- شکاف جوش: شکاف جوش (**the gap**) بین دو گرده برآمده جوش در انتهای لوله نباید از سطح لوله پایینتر باشد.
- جابجایی (ناهمترازی) (**displacement**): میزان ناهمترایی بین دو سر لوله های جوش داده شده نباید بیشتر از ۱۰ درصد ضخامت لوله باشد
- عرض لبه و یا گرده جوش **Bead**: عرض گرده جوش توصیه شده در شکل براساس سایزهای مختلف لوله مطابق جدول زیر می باشد.

جدول (۳): عرض گرده جوش (میلی متر)

عرض گردها جوش	حداقل ضخامت لوله	عرض لبه و یا دو گرده جوش	حداقل ضخامت دیواره لوله
13-18	22	4-6	4
14-19	24	4-7	6
15-20	27	5-8	8
16-21	30	6-9	9
17-22	34	7-10	11
18-23	40	9-12	13
20-25	45	10-14	16
22-27	50	12-16	18
24-30	55	12-18	19
26-32	60		
28-36	65		

کنترل چشمی

هیچگونه آثاری از آسیب، مثل خراشیدگی، اثرات عمیق که ممکن است از طریق بستن گیره‌ها و غیره بوجود آید، نباید در هیچ یک از طریق جوش یا در لوله فشار مشاهده شود.

کنترل کیفیت لبه و یا گرده جوش Quality control of Removed

با ابزار اندازه گیری مخصوص می توان لبه و یا گرده جوش را مشخص نمود ، بطوریکه شکل ظاهری آن می باید به صورت یکنواخت ایجاد شده باشد، بید و یا گرده جوش باید سخت و دارای شکل محدب و با ریشه پهن باشد و نباید حالت مقعر با ریشه باریک و یا شکلهای دیگر داشته باشد که ناشی از فشار زیاد و یا فشار کم در در بین جوشکاری باشد.

آزمایشات سر جوش های پلی اتیلن (Butt weld)

آزمایش هایی که بر روی جوشهای پلی اتیلن انجام می گیرد تماماً براساس استانداردهای بین المللی به شرح ذیل می باشد.

- الف- آزمایشات هیدرواستاتیک بلند مدت: سر جوشهای پلی اتیلن حداقل ۶۰ یا (3d+25mm) انتخاب شده بطوریکه سر جوش در وسط قرار گیرد. البته دو طرف لوله را توسط دو عدد کپ (End Closure) بسته شده و درون آن را با آب گرم پر می شود. سپس در داخل مخزن دستگاه هیدرواستاتیک که دمای آن ۲۳ سانتی گراد می باشد، قرار می گیرد.
- فشار توسط دستگاه آنقدر بالا برده می شود تا از محل لوله بترکد در صورتیکه ترکیدگی از محل جوش باشد (تا قبل از حداقل فشار تعیین شده در استاندارد) سر جوش مردود می باشد. این آزمایش را آزمایش ترکیدگی سریع (quic burst test) می گویند .
- ب- آزمایش هیدرواستاتیک کوتاه مدت یا ۱۶۵ ساعت (short term test): در این آزمایش نیز دو طرف لوله به وسیله کپ بسته شده ، سپس داخل نمونه را با آب پر نموده و نمونه که سر جوش در وسط آن

هیدرواستاتیک 4-4.6 مگاپاسکال به مدت ۱۶۵ ساعت اعمال می گردد، به طوری که در این مدت هیچگونه نشستی و یا ترکیدگی در جوش نباید مشاهده گردد در صورت مشاهده شدن عیب و اشکال در جوش قبل از مدت آزمایش جوش مردود خواهد بود.

• ج- آزمایش کششی (tensile)

✓ براساس استاندارد برای لوله های که ضخامت آنها کمتر از ۲۵ میلی متر باشد، مطابق نمونه استاندارد دمبل تهیه و تحت آزمایش کشش قرار می گیرد.

✓ سرعت کشش مطابق با استاندارد برای ضخامتهای مختلف تغییر می کند.

✓ تعداد نمونه های آزمایشی برای انجام آزمایش کششی مطابق جدول ذیل براساس قطر لوله ها نمونه انتخاب و آزمایش می گردد

تعداد نمونه مورد نیاز	قطر لوله (میلی متر)
2	>90,<110
4	>110,<180
6	>180,<315
7	>315

باید سعی شود نمونه اول از بحرانی ترین نقطه جوش انتخاب گردد و نمونه های دیگر نیز از قسمتهای که دفورمه و یا نافر م می باشد انتخاب کنیم

شرایط آزمایش

شرایط تهیه نمونه مورد آزمایش پس از جوشکاری حداقل ۲ ساعت بعد و متوسط در ۲۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است و ۶ ساعت بعد از جوشکاری عملیات ماشین کاری نمونه انجام و حداقل ۲۴ ساعت بعد از جوشکاری می باید عمل کششی صورت پذیرد.

نمونه عملکرد دستگاه کشش tensile Machine

نمونه را مطابق شکل استاندارد تهیه نموده و بین دو فک دستگاه کشش قرار داده می شود. پس از وارد نمودن پارامترهای ابعادی به قسمت کامپیوتر دستگاه مطابق جدول استاندارد، با سرعتهای مختلف با توجه به ضخامت لوله ها عمل کششی انجام می گیرد، به طوری که پارگی برابر استاندارد نباید کمتر از ۳۵ درصد ازدیاد طول نسبی از محل جوش باشد. درصد ازدیاد طول نسبی از فرمول زیر قابل محاسبه می باشد.

$$E = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

E = درصد ازدیاد طول نسبی،

L₀ = طول اولیه،

L = طول ثانویه،



شکل (۲): فک ها



شکل (۳): گرده جوش

قدردانی

در پایان از زحمات دوست و همکار گرامی آقای منصور دهنوی که در جمع آوری اطلاعات ما را یاری نمودند
تشکر و قدردانی مینماییم

منابع

فهرست منابع توسط نگارندگان ارایه نشده است.