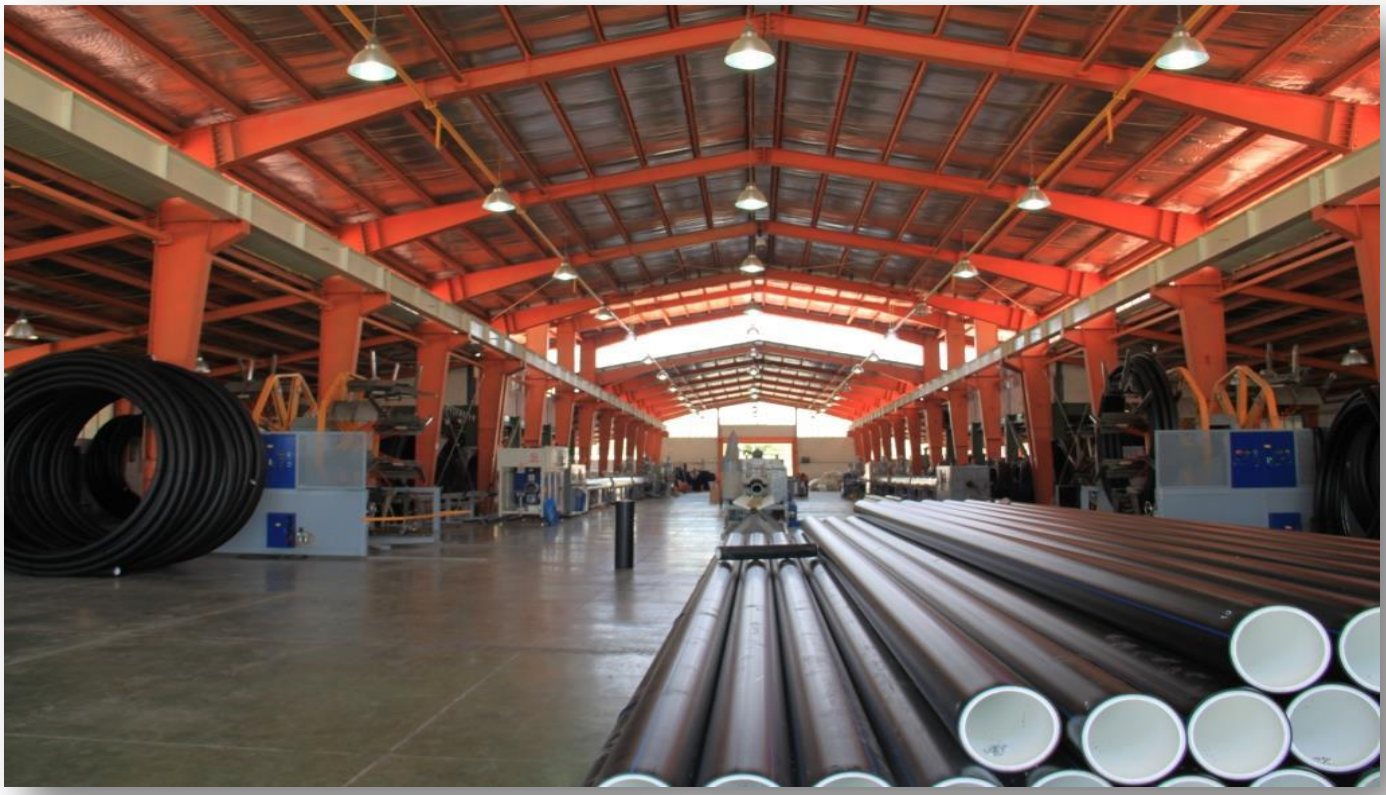
دستورالعمل جوش (لب به لب و الکتروفیوژن) لوله های پلی اتیلن شرکت رسالوله پاسارگاد



آدرس کارخانه: کیلومتر ۹ جاده ترانزیت ابهر تاکستان- جنب شرکت سیم و کابل ابهر
تلفن: ۸-۰۲۴۳۵۲۸۴۲۶۰
WWW.resalouleh.ir

انواع جوش در لوله های پلی اتیلن

روشهای مختلفی برای اتصال لوله های پلی اتیلن وجود دارد، که به علت عدم تولید تجهیزات لازم در کشور، همه روش ها قابل اجرا نمی باشند. در حال حاضر، جوش لب به لب برای لوله گذاری پلی اتیلن جهت مصارف آبرسانی و جوش الکتروفیوژن برای مصارف گازرسانی، استفاده می شود.

در هردوی این روش ها لوله ها توسط انرژی الکتریکی تا دمای ذوب حرارت داده میشوند. اما تفاوت این دو روش در شیوه گرم کردن محل جوش است. در روش جوشکاری لب به لب از ابزارهای حرارتی برای گرم کردن سطح لوله و اتصالات پلی اتیلن استفاده می شود ولی در جوش الکتروفیوژن حرارت به شکل داخلی و از طریق جریان الکتریکی ایجاد می گردد به این صورت که سیم پیچی داخل اتصالات موجود است که پس از وصل شدن به لوله عمل ذوب در داخل اتصال و سطح خارجی لوله انجام می گردد.

مزایا ومعایب جوش لب به لب و الکتروفیوژن

به علت ارزان و ساده بودن جوش لب به لب، این نوع جوش بسیار مورد استفاده عموم قرار گرفته است اما این روش معایبی نیز دارد از جمله ایجاد برامدگی در محل جوش و حساسیت به یکسان بودن قطر،ضخامت و گرید پلی اتیلن.

جوش الکتروفیوژن مزایای بسیاری دارد که عبارتند از:

- سهولت و سرعت عمل جوش کاری
- ایمنی بالا
- محافظت در برابر خوردگی و آلودگی های محیطی
- تمیز و صاف بودن محل جوش
- امکان تغییر در قطر خط لوله بر خلاف جوش لب به لب

اما هزینه زیاد و محدودیت حداکثر قطر لوله قابل اتصال با این روش از جمله معایب جوش الکتروفیوژن می باشد.

به منظور ایجاد یک جوش مناسب در لوله پلی اتیلن سه عامل ذیل بسیار مهم هستند:

- مهارت جوشکار
- سالم و مناسب بودن دستگاه جوش
- رعایت استانداردهای لازم جوش مناسب(استاندارد ملی ۱۸۶۴۸- DVS 2202,7)

پارامترهای مهمی که در یک جوشکاری صحیح باید کنترل شوند:

- دمای صفحه داغ
- دوپهنی وهم راستایی لوله ها
- فشار جوش
- پهنای لبه جوش
- زمان نفوذ گرما به سطوح جوش
- زمان خنک کاری در گیره های دستگاه

نکات مهم و لازم قبل از شروع جوشکاری

- محل جوش باید از محیط نامناسب(باد، باران) در امان باشد. در صورت نیاز حتما از چادر جوش یا پیش گرمایش در سطح جوش استفاده گردد.
- در صورتی که در اثر تابش نور خورشید، لوله بطور نامناسب گرم شده باشد برای جبران دما در محل جوش میتوان از پوشش استفاده کرد.
- هرگز برای خنک شدن نباید سطح جوش را با باد و یا دستمال خیس خنک کرد.

- لوله های HDPE کلافی پس از باز شدن کلاف دوپهن هستند. لذا قبل از جوش حتما باید توسط دستگاه هوای داغ و یا ابزار مناسب دوپهن گیر اصلاح شوند.

- سطوح جوش باید کاملا صاف بوده و عاری از آلاینده ها، چربی و پلیسه باشد.

مراحل جوش لب به لب

مرحله اول جوش: قبل از شروع عملیات جوشکاری، وجود حداقل تجهیزات لازم را بررسی کنید.

تجهیزات مورد نیاز به شرح زیر است:

ژنراتور برای تأمین انرژی گرمایی صفحه اتو، رنده و پمپهای هیدرولیکی برای تأمین فشار به میزان مورد نظر

- ماشین جوش باید مجهز به گیره های مربوط و زمان سنج ۱ باشد.
- گیره ها برای ثابت نمودن لوله های دو طرف اتو
- دستمال برای تمیزکردن صفحه اتو
- وسایل لازم برای بریدن لبه های برآمده لوله از داخل و خارج
- اندازه گیر قسمت برآمده لوله
- دماسنج برای اندازه گیری حرارت سطح اتو
- دستگاه برش لوله
- دماسنج برای اندازه گیری دمای هوا
- زمان سنج

مرحله دوم جوش: لوله ها و یا اتصالات جوش را توسط گیره های دستگاه جوش در دو طرف اتو ببندید. گیره های دستگاه باید تا حدی سفت بسته شوند که کاملا لوله را درگیر کرده و نگه دارند و از طرفی آنقدر سفت بسته نشوند که به لوله آسیب بزنند.

در صورتیکه برش قبلی لوله عمود بر امتداد ان باشد لازم است در حد ۲۰ میلی متر سر آنها از گیره بیرون بماند. جهت کاهش فشار دراگ بهتر است انتهای دیگر لوله ها روی تکیه گاه های مناسب قرار بگیرد. لوله های موجود در گیره های متحرک به وسیله ماشین حرکت داده میشود و در حین حرکت ارام لوله میزان فشار اعمالی از روی فشارسنج قرائت می شود تا فشار دراگ مربوط به همان لوله مشخص شود.

ثبت فشار دراگ بسیار مهم است زیرا برای هر سایز لوله و نوع دستگاه و نوع تکیه گاه و شرایط جوش عددی متفاوت می باشد.

مرحله سوم جوش: به منظور ایجاد جوش مناسب، بسیار مهم است که سطوح جوش و نیز ابزار حرارت دهی تمیز و عاری از روغن و آلاینده باشند. مواد شوینده ای که می توانند برای تمیز کردن استفاده شوند باید ۱۰۰٪ حاوی حلال فرار باشند. استفاده از اتیل الکل برای سطح جوش مناسب نیست زیرا آب موجود در آن باعث کاهش کیفیت می شود.

- دستمال مورد استفاده در تمیزکردن باید تمیز، نو و بدون استفاده قبلی، جاذب، بدون پرز و غیر رنگی باشد.
- ابزار حرارت دهی باید حتما قبل از هربار استفاده با دستمال کاملا تمیز شود.
- هیچ بقایایی از دستمال تمیز کننده روی سطح نباید باقی بماند.
- کلیه پلیسه ها باید بدون تماس سطح جوش از سطح پاک شوند
- درصورت آلوده شدن سطوح جوش (مثلا با تماس با دست) اگر امکان رنده بیشتر نباشد باید توسط مواد تمیزکننده تمیز شود.

مرحله چهارم جوش: در صورتی که لوله از حالت دایره کامل خارج شده باشد، با سفت کردن گیره های
دو طرف لوله، به حالت اول و دایره کامل درآید. جهت ایجاد جوش قوی باید تطابق بین دو لبه لوله ها بوجود داشته باشد. لذا برای حذف لایه اکسید شده لبه لوله و نیز رفع پستی و بلندی های احتمالی روی لبه های دو لوله باید هر دو لبه جوش رنده شود. عمل رنده کردن باید تا ایجاد تراشه کامل از هر دو لوله ادامه پیدا کند. در غیر این صورت سطوح جوش پله پله میشوند و جوش بسیار ضعیف خواهد بود.

مرحله پنجم جوش: رنده را از روی دستگاه جوش برداشته و لوله ها را لب به لب کنید تا هم ترازی و فاصله بین لوله ها کنترل شود. هم ترازی لوله ها حداکثر می تواند تا ۱۰٪ ضخامت لوله ها باشد و در صورتیکه از این مقدار بیشتر شد لوله ها را با سفت و شل کردن مهره گیره ها، چرخاندن لوله ها و .... هم تراز کنید. هرگز پس از رنده به سطوح جوش دست نزنید.
در صورتی که برای هم تراز کردن، لوله ها را داخل گیره ها تغییر مکان دادید حتما باید دوباره رنده کنید تا سطوح جوش صاف و همتراز شوند. حداکثر فاصله بین دو سر لوله بعد از رنده کردن ۰/۵ میلیمتر است.

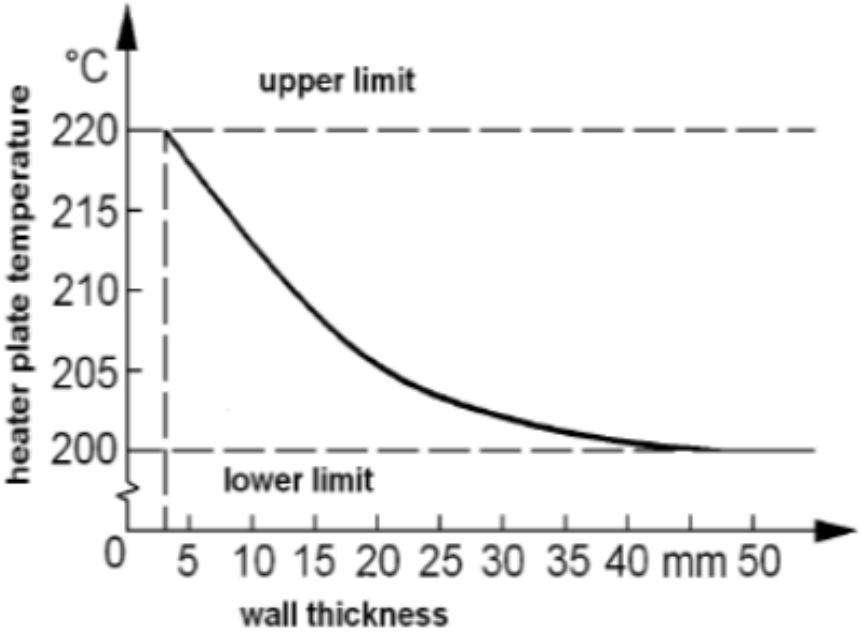
مرحله ششم جوش: پس از اینکه اتو داغ شد و همه شرایط اماده بود اتو را بین دو سر لوله قرار دهید و سر لوله ها را به تدریج به صفحه فلزی نزدیک نماید، تا بر اثر تماس لوله ها به صفحه اتو، لبه لوله ها ذوب شود. مادامی که صفحه اتو بین دو سر لوله بوده و لبه سر لوله ها در حال ذوب شدن است، نباید دو شاخه لوله به طرف یکدیگر رانده یا تکان داده شوند. این اعمال باعث تغییر شکل سر لوله ها که بر اثر حرارت نسبتاً نرم شده است، می گردند.

صبر کنید تا ارتفاع لبه جوش تا حد ۴ میلی متر بالا بیاید. اندازه یکنواخت لبه جوش در سرتاسر محیط لوله نشانگر تماس کامل سطوح جوش با صفحه داغ می باشد. دمای صفحه داغ باید بین ۲۰۰ تا ۲۲۰ درجه سلسیوس باشد.

جدول ۱: مقدار پارامترهای مهم هر مرحله از جوش لب به لب

پارامتر	واحد	مقدار
دمای صفحه گرم‌کن	°C	۲۰۰ تا ۲۲۰
فشار ایجاد لبه اولیه[۱]	MPa	۰/۱۶ ± ۰/۰۲ [۲]
حداقل اندازه لبه اولیه	mm	۰/۵ + ۰/۱ e_n [۳]
حداقل زمان نفوذ گرمایی	s	(۱۱ ± ۱) e_n
فشار نفوذ گرمایی	MPa	صفر تا فشار دراگ
حداکثر زمان برداشتن صفحه گرم‌کن	s	مطابق با جدول ۳
فشار جوش‌کاری[۱]	MPa	۰/۱۶ ± ۰/۰۲ [۲]
حداکثر زمان رسیدن به فشار فصل مشترک	s	۰/۴ e_n + ۲
حداقل زمان خنک‌کاری تحت فشار در دستگاه	min	e_n + ۳
حداقل زمان خنک‌کاری خارج از دستگاه	min	e_n + ۳

در عمل دمای بالای محدوده برای لوله های با ضخامت کمتر و دمای پایین محدوده برای لوله های با ضخامت بالاتر استفاده می شود. برای لوله های PE 100 دمای بالای رنج مناسب است.



شکل ۱: نمودار دمای صفحه داغ بصورت تابعی از ضخامت لوله پلی اتیلن

مرحله هفتم جوش: بعد از ایجاد لبه جوش فشار دو سر لوله را تا حدی کم کنید که دوسطح با سرعت نزدیک به صفر بهم نزدیک شوند. دو لوله را با فشاری روی اتو نگهدارید که فقط دو سر لوله با اتو در تماس باشند. در این مرحله گرما درون لوله نفوذ میکند و باید تا مدت زمان تعیین شده بسته به سایز لوله صبر کنید. تا زمانی که سطح جوش کاملا خنک نشده است اعمال فشار یا تنش به آن مجاز نیست.

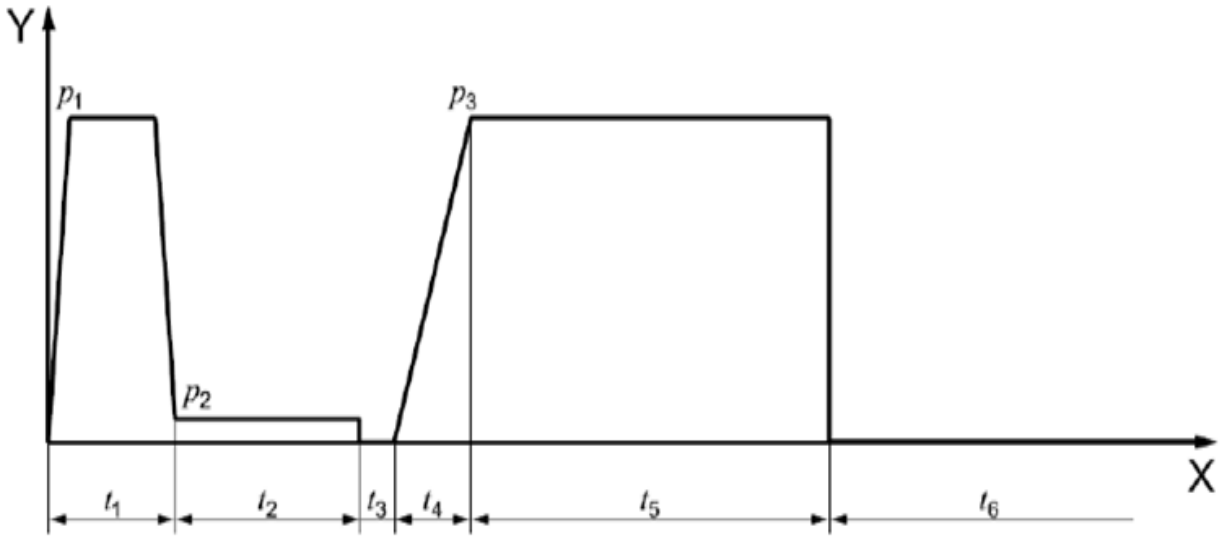
مرحله هشتم جوش: پس از تمام شدن زمان نفوذ حرارتی هر دو لوله را از روی اتو جدا کرده و عقب بکشید. دقت کنید اتو حین برداشته شدن به دو سر لوله اصابت نکند. نیروی راندن لوله ها به سمت یکدیگر، در میزان استحکام اتصالی مؤثر است.

راندن لوله ها با نیروی زیاد، ممکن است موجب بیرون زدن تمام مواد مذاب از محل اتصالی شده و قسمت نسبتاً سرد دو سر لوله ها به یکدیگر وصل شوند. همچنین، راندن لوله ها با نیروی کم، موجب میشود لوله ها در لبه باریکی به یکدیگر متصل شود که در هر دو صورت، اتصالی مناسب و محکم برقرار نخواهد شد. این اتصالی، باید حداقل ۵ تا ۱۰ دقیقه بدون حرکت ثابت نگهداشته شود، تا محل جوش کاملاً سرد شده و دمای آن به دمای محیط برسد .پس از اینکه به فشار مورد نظر رسید صبر کنید تا لوله ها در این فشار به مدت لازم تعیین شده باقی بمانند.

شکل ۲: خنک شدن محل جوش مهارشده توسط گیره های دستگاه

مرحله نهم جوش: پس از اتمام سرد شدن مرحله قبل لوله ها را از دستگاه خارج کرده و صبر کنید طی مدت زمان توصیه شده در محلی قرار بگیرد.

در جوش لب به لب لوله های پلی اتیلن مراحل زیر باید در نظر گرفته شود



راهنما:

X	زمان	t_5	زمان خنک‌کاری تحت فشار در دستگاه
Y	فشار	t_6	زمان خنک‌کاری خارج از دستگاه
t_1	زمان ایجاد لبه اولیه	p_1	فشار ایجاد لبه اولیه
t_2	زمان نفوذ گرمایی	p_2	فشار نفوذ گرمایی
t_3	زمان برداشتن صفحه گرم‌کن	p_3	فشار جوش‌کاری
t_4	زمان رسیدن به فشار جوش‌کاری		

جوش لب به لب صحیح

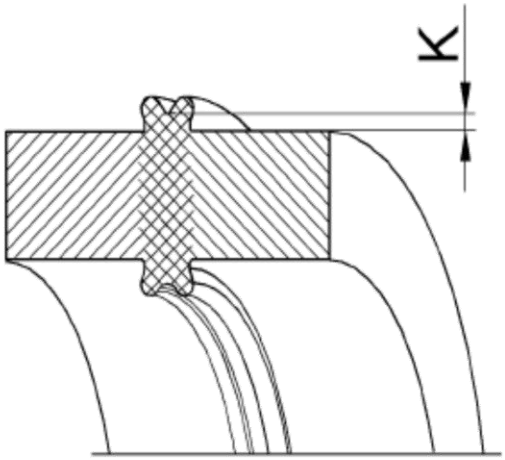
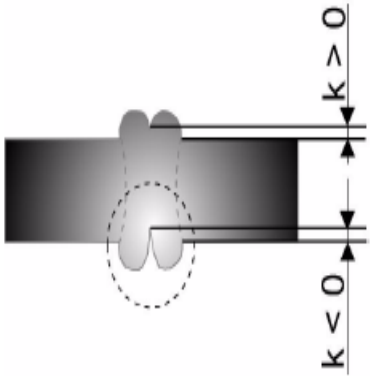
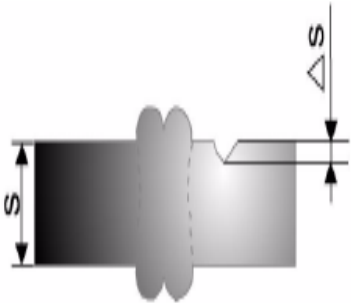
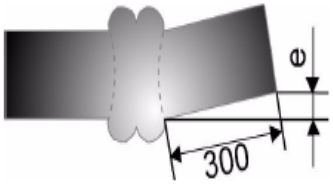
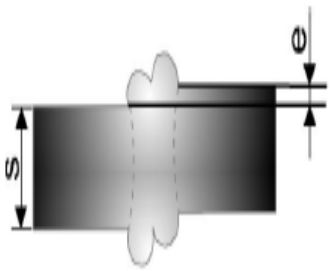


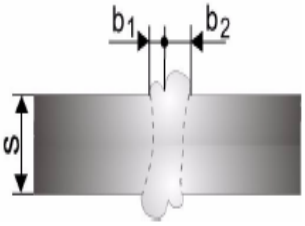
Figure 4. Bead formation at heated tool butt welding (principle) of a pipe.

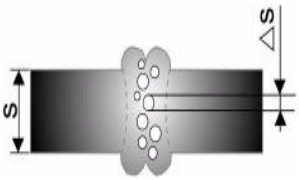
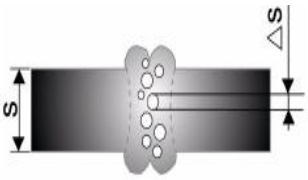
برای جوش مستحکم باید مقدار K از صفر بیشتر باشد.

جدول راهنمای ایرادات جوش لب به لب

ردیف	شکل	شرح	سطح پذیرش		
			۱	۲	۳
۱		وجود ترک طولی یا عرضی در مقطع جوش	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۲		مقادیر شکاف جوش کمتر از صفر به علل: - فشارجوش ناکافی - کوتاه بودن زمان حرارت دهی - کوتاه بودن زمان خنک شدن - ناموازی بودن سطوح جوش - حرکت لوله ها و ناهمراستایی حین جوشکاری	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۳		وجود شکاف در بدنه لوله به دلایل: - گیره های نگهدارنده - حمل و نقل نامناسب - اشتباهات در آماده سازی لبه های لوله	قابل قبول اگر $\Delta S < 0.1\ S$ درصورتی که کمتر از ۰/۵ میلیمتر باشد.	قابل قبول اگر $\Delta S < 0.1\ S$ درصورتی که کمتر از ۱ میلیمتر باشد.	قابل قبول اگر $\Delta S < 0.15\ S$ درصورتی که کمتر از ۲ میلیمتر باشد.

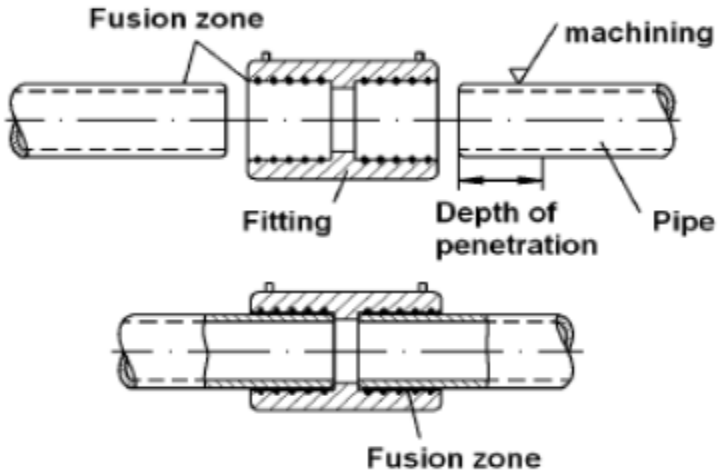
۴		ناهمراستایی لوله ها بسته به جنس مواد و ضخامت آنها باعث اختلال در کیفیت جوش می شود	قابل قبول کمترمساوی با ۱/۰ S	قابل قبول کمترمساوی با ۱۵/۰ S	قابل قبول کمترمساوی با ۲/۰S
۵		ناهمراستایی زاویه دار لوله ها به دلایل: - نقص در دستگاه جوش - اعمال فشار غیر مجاز حین خنک سازی - تغییر شکل - جدا کردن سریع لوله ها از گیره قبل از خنک شدن	قابل قبول در صورت: e < 1 mm	قابل قبول در صورت: e < 2 mm	قابل قبول در صورت: e <4 mm
۶	شکل شکاف جوش	باتوجه به اینکه انواع مختلف مواد منجر به اشکال مختلف شکل جوش می شود. ارائه شکل استاندارد مقدور نیست. تخمین کیفیت جوش با شکل ظاهری ممکن نیست.	با آزمون ها ی مربوط به جوش تایید گردد	با آزمون ها ی مربوط به جوش تایید گردد	با آزمون ها ی مربوط به جوش تایید گردد
۷a	حجم جوش بصورت قابل ملاحظه ای زیاد یا کم است	بعلت غلط بودن پارامترهای جوش رخ می دهد. با جوش دیگری صحت پارامترهای جوش بررسی گردد.	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست

۷ b		پهنای نامنظم و متفاوت بیدهای جوش به دلایل: - زاویه دار بودن دستگاه حرارت دهی - عمود نبودن مقطع لوله بر محور آن - متفاوت بودن مقادیر MFR دو لوله جوش خورده	قابل قبول در صورت: 0.7 b2 > b1	قابل قبول در صورت: 0.6 b2 >b1	قابل قبول در صورت: 0.5 b2 >b1
۸	حاوی حباب یا توده بودن مقطع جوش	آسیب های حرارتی ناشی از: - بالا بودن دمای صفحه داغ - طولانی شدن دمای حرارت دهی - مرطوب و خیس بودن سطوح	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۹		عدم جوش خوردگی ویا جوش ناقص به دلایل: - مرطوب و یا خیس بودن سطوح جوش - سطوح آلوده - سطوح اکسید شده - طولانی شدن زمان برداشتن صفحه داغ - دمای نامناسب ابزار حرارت دهی	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست

۱۰		وجود حفره و مواد خارجی در سطح جوش به علل: - تبخیر آب، حلال، مواد شوینده در سطح جوش - آلوده بودن دستگاه حرارت دهی	حفرات کوچک مجزا قابل قبول درصورت $\Delta s \leq 0.05\ s$	حفرات و ردیف حفرات قابل قبول درصورت $\Delta s \leq 0.1\ s$	حفرات و ردیف حفرات قابل قبول درصورت $\Delta s \leq 0.15\ s$
۱۱		حفرات و فضاهای خالی ناشی از shrinkage بعلت: - خیلی کم بودن نیروی فشار جوش - کم بودن زمان خنک شدن	حفرات کوچک مجزا قابل قبول درصورت $\Delta s \leq 0.05\ s$	حفرات و ردیف حفرات قابل قبول درصورت $\Delta s \leq 0.1\ s$	حفرات و ردیف حفرات قابل قبول درصورت $\Delta s \leq 0.15\ s$

جوش الکتروفیوژن لوله های پلی اتیلن

جوش الکتروفیوژن از مطمئن ترین روشهای اتصال لوله پلی اتیلن است. در این نوع اتصال از کوپلرهای الکتروفیوژن استفاده می شود. کوپلرها قطعاتی از جنس پلی اتیلن و به شکل لوله یا اتصال مورد نیاز هستند که درون آن سیم پیچ حرارتی قرار دارد. دوسر جوش در داخل کوپلر فرو رفته سپس دوسرکوپلر به جریان الکتریسیته متصل میشود. حرارت ایجاد شده دوسر اتصال مورد نظر را نیز ذوب کرده و در نهایت کوپلر به صورت یک غلاف دوسر مورد نظر را در برمی گیرد .



شکل ۳: اصول جوش الکتروفیوژن

دستگاه جوش الکتروفیوژن مناسب

- ترجیحا از دستگاه های اتوماتیک با قابلیت ثبت داده ها استفاده شود.
- دستگاه جوش باید قادر باشد پارامترهای لازم برای جوش مناسب از جمله زمان جوش، جریان و ولتاژ را فراهم و تثبیت کند.
- دستگاه باید به محض رسیدن دما به حد مورد نیاز در منطقه ذوب، خاموش گردد.

شرایط کوپلر برای جوش الکتروفیوژن صحیح

- سیم پیچ حرارتی داخل کوپلر، تا جایی که ممکن است نزدیک سطوح تماس و با فواصل مناسب به دور کاسه پیچیده باشد.
- پخش حرارت به صورت یکنواخت در طول جوش باشد.
- درجه حرارت و فشار قسمت ذوب شده، به دقت کنترل شود.
- سیم پیچ آسیب نبیند یا ضربه نخورد. قبل ،در حین جوش و بعد از جوش از سیم پیچ محافظت بعمل بیاید.

مراحل جوش الکتروفیوژن:

- حتما توجه داشته باشید شرایط دمایی و هوایی منطقه جوش مناسب باشد. بطوریکه در صورت نیاز سطوح جوش، لوله و اتصال را از تابش مستقیم اشعه خورشید بپوشانید.
- به منظور جوش مناسب، تمیز بودن سطوح جوش و نیز بدون تنش بودن نصب لوله ها و اتصالات در دستگاه بسیار مهم است.
- توسط یک ابزار مناسب سطح مقطع لوله ها باید کاملا عمود بر محور لوله بریده شود و سطح لوله با سنباده صاف و زبری و پستی و بلندی ها رفع شود.
- آلودگی های سطوح جوش کاملا پاک شود.
- با توجه به ابعاد کاسه کوپلینگ مورد استفاده مقدار فرورفتگی لازم روی لوله علامت زده شود.
- دوپهنی سر لوله نباید بیش از ۱/۵٪ قطر خارجی لوله باشد (ماکزیمم ۳ میلی متر)

- در صورت نیاز از دستگاه دوپهن گیر استفاده شود.

- سطح جوش لوله یا اتصال باید حتما رنده شود. (از دستگاه هایی باید استفاده شود که ضخامت ۰/۲ میلی متر رنده می کنند)

- انتهای لوله باید هم از داخل و هم از خارج پلیسه گیری شود و پلیسه ها باید بدون تماس سطوح جوش تمیز شود.

- اتصالات باید بلافاصله قبل از نصب و جوش از بسته بندی خارج شوند.

- عمق ورود لوله به داخل اتصال باید توسط دستگاه خاصی و یا نشانگذاری قابل کنترل باشد.

- لوله نباید با فشار و شتاب وارد اتصال شود (تنش و استرس نصب کم)

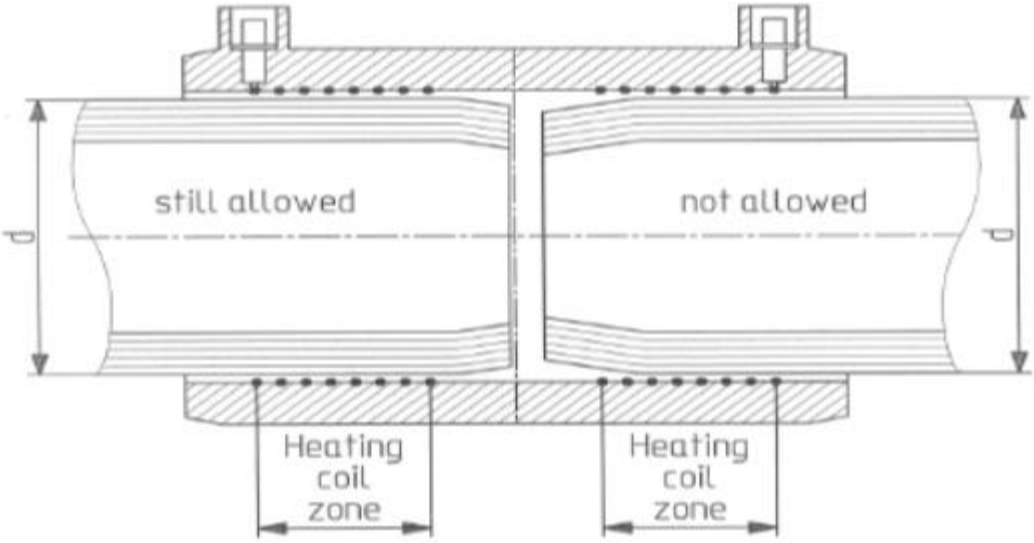
- لوله و اتصال هردو باید قبل از جوش دمای یکسان داشته باشند.

- با استفاده از وسایل مناسب سطح خارجی، لوله تا محل علامت زده شده به مقدار بسیار جزئی تراشیده شود. ایجاد خراش یا ناهموارکردن لوله برای این کار، کافی نخواهد بود.

- داخل کاسگی کوپلر از لحاظ تمیزی بررسی شود.

- قسمت تراشیده شده لوله با مواد مناسب تمیز شود (ایزو پروپانول).

- دقت شود قطر سطح مقطع لوله ها حتما باید در محدوده استاندارد باشد در صورت جمع شدگی اریب سطح مقطع لوله ها و کوچکتر شدن قطر لوله، حتما باید قبل از جوش دادن بریده شود.



شکل ۴: طرز صحیح قرارگیری لوله در اتصال الکتروفیوژن

- دو سر لوله در داخل کوپلینگ یا متعلقات قرار داده شده، به صورتی که این دو لوله، با زایده میانی در تماس قرار گیرند.

- به منظور نگهداری لوله ها در داخل کوپلر استفاده از گیره ضروری است. سیستم اتصال در داخل گیره، تا جوش کامل باید باقی بماند تا مجموعه از تنش حفظ شود.

- سیستم کنترل الکتریکی به ترمینال های فوق متصل گردد. کابل باید بدون هیچ فشاری وارد سوکت شود.

- باتوجه به مشخصه های برق مورد نیاز از نظر ولتاژ و زمان جوش، کنتر لهای لازم به عمل آید.

- دقت شود که سیستم نشان دهنده ذوب شدن مواد، وضعیت را نشان دهد.

- قسمت محافظ ترمینال های اتصال برق، از روی متعلقات یا کوپلینگ برداشته شود.

چنانچه در مراحل اولیه جوش مشکلی در منبع تغذیه بوجود بیاید عمل جوشکاری در صورتی تکرار خواهد شد که نقص مشخصی در اتصال بوجود نیاید یا پیغام خطایی ظاهر نشده باشد.

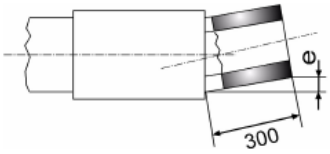
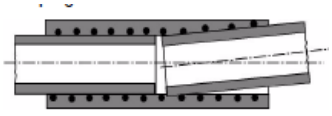
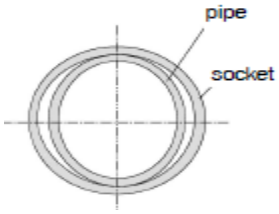
- منطقه جوش اعم از سطح لوله و نیز اتصال باید قبل از جوش مجدد کاملا خنک شود.

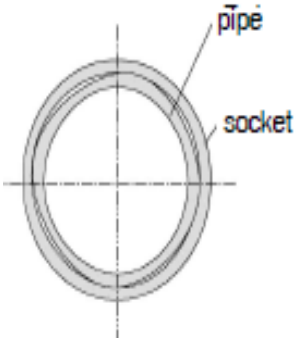
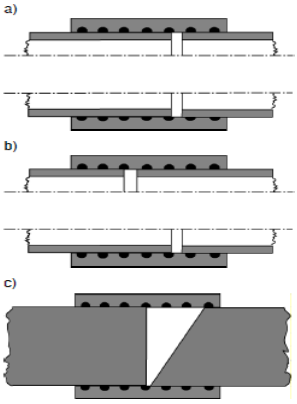
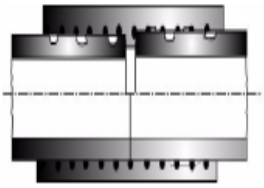
- کابل ها پس از خاموش کردن دستگاه جوش از آن جدا می شوند.

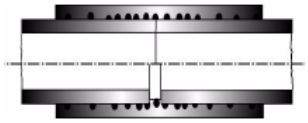
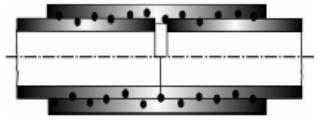
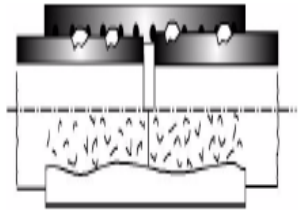
- نشانگرهای جوش را اگر روی اتصال وجود داشت بررسی کنید.

- دستگاه جوش فقط در صورت خنک شدن کامل از لوله ها جدا گردد.

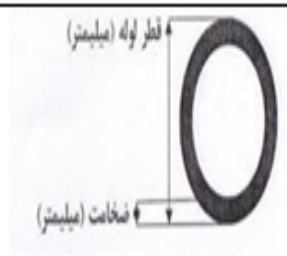
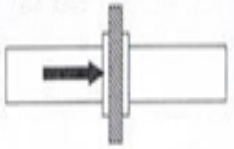
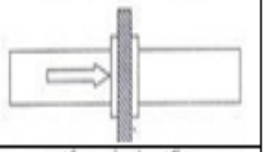
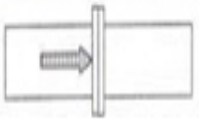
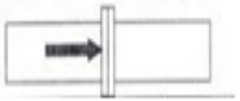
جدول راهنمای ایرادات جوش الکتروفیوژن

ردیف	شکل	شرح	سطح پذیرش		
			۱	۲	۳
۱ نمای خارجی		شره نمودن مواد مذاب از لبه اتصال الکتروفیوژن بعلل: - استفاده از انرژی جوشزیاد - استفاده از زمان جوش زیاد - ایراد دستگاه - تکرار جوش بلافاصله پس از خنک شدن موقتی	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۲ نمای خارجی		ناهمراستایی زاویه دار بعلل: - ایراد از set up دستگاه - حرکت تجهیزات جوش حین جوشکاری	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۳ نمای داخلی		ناهمراستایی زاویه دار لوله یا دررفتگی لوله بعلت فشار جوش نایکنواخت با و یا بدون فاصله در اتصال به دلایل: - همراستا قرار نگرفتن دو انتهای لوله از ابتدا - کوچک بودن قطر کلاف های لوله	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۴		تغییرشکل یا دوپهن شدگی لوله و یا اتصال و عدم اعمال فشار مناسب برای جوش به دلایل: - عدم دوپهن گیری مناسب لوله ها خصوصا لوله های کلافی - عدم انبارش مناسب لوله و یا اتصالات	انحراف مجاز از میانگین قطرخارجی لوله ۵/۱٪ و کمتر از ۳٪	انحراف مجاز از میانگین قطرخارجی لوله ۵/۱٪ و کمتر از ۳٪	انحراف مجاز از میانگین قطرخارجی لوله ۵/۱٪ و کمتر از ۳٪

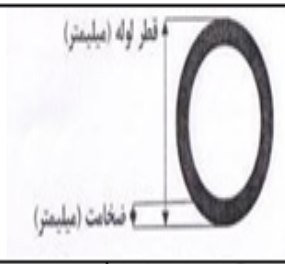
۵		جوش نخوردن مناسب لوله به اتصال به دلایل: - آماده و رنده نکردن سطح لوله قبل از فرآید جوشکاری - رنده کردن بیش از حد سطح جوش لوله و به تبع فاصله زیاد بین لوله و اتصال - عملکرد اشتباه گیره های نگهدارنده لوله	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۶		کم ذوب شدن لوله ها به علت وارد کردن نامناسب لوله در داخل اتصال به دلایل: - کم داخل کردن لوله ها به داخل اتصال - نابرابر بودن لوله های وارد شده به داخل اتصال - صاف و غیرعمود بریده نشدن مقطع لوله ها نسبت به محور لوله	درصورتی مجاز است که کمبود طول لوله وارد شده به داخل اتصال ،کمتر از ۱۰٪ طول مجاز باشد.		درصورتی مجاز است که کمبود طول لوله وارد شده به داخل اتصال ،کمتر از ۱۵٪ طول مجاز باشد.
۷		ذوب نامناسب به دلیل ایجاد حفره و تونل در سطح مشترک لوله و اتصال به دلایل: - وجود ترک در سطوح خارجی لوله - استاندارد نبودن ابعاد لوله یا اتصال - آماده سازی نامناسب سطح لوله - جمع شدگی (shrinkage) زیاد انتهای لوله ها	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست

۸	نقص جوش به علت عدم جوش خوردگی مواد به یکدیگر	عدم بهم پیوستگی کافی مواد به دلایل: - انرژی جوش ناکافی - خراب شدن رساناهای گرمایی - مرطوب یا خیس بودن سطوح لوله و یا اتصال - آلوده بودن سطوح جوش	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۹		نامتناسب و موج دار شدن رشته های حرارتی داخل اتصال به علت های: - دمای بیش از حد بالا در منطقه جوش - سطوح جوش آلوده - کج و منحرف شدن	مجاز نیست	قرارگیری رشته ها به صورت موجی منظم قابل قبول است	قرارگیری رشته ها به صورت موجی منظم قابل قبول است
۱۰		تجمع و نزدیک شدن محوری مارپیچ ها در نقاط خاصی از لوله به علل: - خارج از رواداری استاندارد بودن اجزای جوش - واردشدن لوله به اتصال با زاویه - عمود و صاف بریده نشدن مقطع لوله - جمع شدگی (shrinkage) انتهای لوله	مجاز نیست	مجاز نیست	مجاز نیست
۱۱		حبس و وجود مواد خارجی در داخل محل جوش به دلایل: - آلوده بودن سطوح جوش - تشکیل گاز و حباب حین فرآیند جوشکاری	مجاز نیست (حفره های مجزا و کوچک قابل قبول است)	مجاز نیست (حفره های مجزا و کوچک قابل قبول است)	مجاز نیست (حفره های مجزا و کوچک قابل قبول است)

مشخصات جوشکاری لوله های 6 بار PE100

		50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
		2.0	2.5	2.9	3.5	4.3	4.9	5.4	6.2	6.9	7.7	8.6	9.6	10.7	12.1	13.6	15.3	17.2	19.1
فشار لازم جهت برآمدگی دو سر لوله 	قشار(بار)	1	1	1	1	1	2	2	3	4	2	3	4	5	6	8	10	12	15
	ارتفاع لیه (میلیمتر)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2.5
زمان و فشار لازم جهت پخت 	قشار(بار)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	زمان (ثانیه)	35	39	46	54	67	78	88	104	120	77	86	96	107	121	136	153	173	191
حداکثر زمان رفت و برگشت	زمان (ثانیه)	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10
حداکثر زمان افزایش تدریجی فشار نهایی 	زمان (ثانیه)	5	5	5	5	6	5	6	7	8	6	7	7	7	8	9	9	10	11
فشار لازم طی زمان خنک شدن محل جوش 	قشار(بار)	1	1	1	1	1	2	2	3	4	2	3	4	4	6	8	10	12	15
	زمان(دقیقه)	3	3	3	3	4	7	7	9	10	11	12	13	14	16	18	20	22	24

مشخصات جوشکاری لوله های 10 بار PE100



قطر لوله (میلیمتر)		50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
ضخامت (میلیمتر)		3	3.4	3.4	5.1	6.3	7.1	8	9.1	10.3	11.4	13.6	14.3	15.9	17.2	20.1	22.7	25.5	28.4
فشار لازم جهت برآمدگی دو سر لوله	فشار(بار)	1	1	1	1	2	3	3	4	5	7	5	6	7	9	11	14	18	22
	ارتفاع لیه (میلیمتر)	0.5	0.5	0.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	3
زمان و فشار لازم جهت پخت	فشار(بار)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	1	1	1	1	2	2	2
	زمان (ثانیه)	55	65	78	84	108	121	134	149	165	182	128	142	159	179	201	227	255	284
حداکثر زمان رفت و برگشت	زمان (ثانیه)	3	3	3	4	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	12	13
حداکثر زمان افزایش تدریجی فشار نهایی	زمان (ثانیه)	4	4	5	5	7	8	9	10	11	13	8	9	10	11	11	13	14	15
فشار لازم طی زمان خنک شدن محل جوش	فشار(بار)	1	1	1	1	2	3	3	4	5	7	5	6	7	9	11	14	18	22
	زمان(دقیقه)	5	6	6	7	9	10	11	12	13	14	17	19	20	23	25	28	31	35

مراجع:

۱- استاندارد ISO12176-1
۲- استاندارد DIN DVS2207
۳- استاندارد DIN DVS 2202
۴- استاندارد ملی INSO 18648