۲-۶ لوله‌های پلی‌اتیلن

۲-۶-۱ مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن

پلی‌اتیلن[1] از پلیمریزاسیون اتیلن و اولفین به همراه دوده آنتی‌اکسیدان تهیه می‌شود. این ماده بـــه صورت تجاری در سه نوع، وزن مخصوص کم[2]، وزن مخصوص متوسط و وزن مخصوص زیاد[3]، به بازار عرضه می‌شود. هر چه وزن مخصوص مواد پلی‌اتیلن بیشتر باشد، مقاومت آن بیشتر است. طراحی خطوط لوله باید همراه با توجه به تولیدات مختلف در هر مقطع زمانی صورت گیرد.

در تولید لوله‌های پلی‌اتیلن، از دستگاه اکسترودر[4] استفاده می‌شود و دستگاه به طور خودکار این مواد را گرم و خمیری شکل کرده و با فشار، از قالب مخصوص عبور می‌دهد که پس از سرد شدن به صورت لوله از دستگاه خارج می‌شود.

لوله‌های پلی‌اتیلن در مقابل اثرات مواد شیمیایی مقاوم می‌باشند، لذا نیازی به پوشش خارجی در مقابل اثرات خورندگی خاکی که لوله در آن دفن می‌شود و یا آستر داخلی برای مقاومت در مقابل خورندگی سیالی که از لوله عبور می‌کند، ندارند.

از لولـــــه‌های پلی‌اتیلن سخت با وزن مخصوص زیاد می‌توان در خطوط لوله آب تحت فشار استفاده کرد. تنوع اندازه، سهولت حمل‌ونقل، قابلیت انعطاف و آسانی نصب و لوله‌گذاری، از جمله عواملی است که باعث کاربرد روز افزون لوله‌های پلی‌اتیلن در خطوط لوله آب تحت فشار شده است.

طبقه‌بندی لولـــه‌های پلی‌اتیلن و مشخصات تولید و غیره توسط مؤسسه استاندارد تهیه و در اختیار می‌باشد. چند نمونه از این استانداردها به شرح زیر است.

استانداردهای ISIRI

رواداری‌های قطر خارجی و ضخامت جداره لوله‌های پلی‌اتیلن	ISIRI 1331
آئین‌نامه کاربرد و نصب لوله‌های تحت فشار ترموپلاستیک در زیر خاک	ISIRI 2002
روشهای نمونه‌برداری و آزمون لوله‌های پلی‌اتیلن	ISIRI 2178

استانداردهای ISO

قطر اسمی و فشار اسمی لوله‌های ترمو پلاستیک	ISO 161/1
رواداری‌های قطر خارجی و ضخامت جداره لوله‌های پلی‌اتیلن	ISO 3607

استانداردهای BSI

مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن	BSI 6437,3284
مشخصات، ابعاد و فشار لوله‌های ترموپلاستیک	BSI 5556
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن آبی‌رنگ تا قطر ۶۳ میلیمتر	BSI 6572

[1] Polyethylene
[2] Low Density Polyethylene (LDPE)
[3] High Density Polyethylene (HDPE)
[4] Extruder

مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن مشکی رنگ تا قطر ۶۳ میلیمتر	BSI 6730
استانداردهای DIN	
لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ـ تیپ ۲ ـ ابعاد	DIN 8074
لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ـ تیپ ۲ ـ آزمایش	DIN 8075
لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ـ تیپ ۲ ـ ابعاد	DIN 8076-3
استانداردهای ASTM	
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن	ASTM D-3350
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن	ASTM D-2104
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر داخلی	ASTM D-2239
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر خارجی	ASTM D-2447
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر خارجی	ASTM D-3035
طبقه‌بندی لوله‌های پلی‌اتیلن	ASTM D-2737
استانداردهای AWWA	
لوله‌های پلی‌اتیلن تحت فشار آب به قطر ۴ تا ۶۳ اینچ	ANSI-AWWA C-906, C-901

۲-۶-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن

محدودیتها و مزیتهای لوله‌های پلی‌اتیلن که لازم است به هنگام استفاده و به کارگیری مورد توجه قرار گیرد، در پیوست شماره یک این بخش درج گردیده است. محدودیت‌های فوق، سبب گردیده که اقدامات خاصی برای حمل، نگهداری و نصب لوله‌ها ضروری گردد، که کلیه اقدامات فوق در مرحله اجرا از تعهدات پیمانکار خواهد بود.

۲-۶-۳ اتصالی‌های لوله‌های پلی‌اتیلن

اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به چندین روش که در ادامه این بند توضیح داده خواهد شد، قابل انجام است. پیمانکار باید با توجه به نوع و اتصال مورد نظر که در مشخصات طرح درج گردیده است، نسبت به انجام اتصال لوله در قسمت‌های مختلف طرح اقدام نماید.

چنانچه پیمانکار در انجام اتصالات فوق، به علت محدودیت‌هایی که ذکر خواهد شد، ایراد و یا اشکالاتی مشاهده نماید، باید مراتب را کتباً به مهندس مشاور اعلام و کسب تکلیف نماید.

لوله پلی‌اتیلن معمولاً به صورت دو سر ساده تولید می‌شوند. لذا برای ایجاد اتصال بین دو شاخه، لازم است سر ساده یک شاخه لوله به سر ساده دیگر با نوعی اتصالی به یکدیگر متصل شوند. روشهای مختلفی که برای اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به یکدیگر، متعلقات و شیرآلات به کار می‌رود، از جمله عبارتند از:

۱- اتصال حرارتی لب به لب[1]
۲- اتصال حرارتی بوشنی[2]
۳- اتصال به روش الکتریکی[3]
۴- اتصال به روش فلنجی[4]
۵- اتصال روش جوش اکستروژنی[5]
۶- اتصال به روش پیچی[6]
۷- اتصال به روش چفتی و واشر لاستیکی[7]

لازم به توضیح است که، کلیه روشهای فوق در حال حاضر به علت عدم تولید متعلقات لازم در کشور، قابل اجرا نمی‌باشند، ولی توضیحات لازم برای استفاده از آنها، در صورت تولید، داده شده است. مهندس مشاور، در مشخصات طرح، روش اتصال لوله‌ها را با توجه به امکانات موجود در زمان کار تعیین خواهد نمود. در حال حاضر، اتصال حرارتی لب به لب برای عمده کارهای لوله‌گذاری نوع پلی‌اتیلن و اتصال به روش فلنجی برای اتصالات خاص، استفاده می‌شود. پیمانکار موظف است برای هر روش تعیین شده در مشخصات طرح، تمهیدات لازم و پرسنل مجرب را تأمین و بر این اساس، نسبت به انجام اتصال اقدام نماید.

۲-۶-۳-۱ اتصالی جوشی لب به لب

اتصالی جوشی لب به لب لوله‌های پلی‌اتیلن در شکل (۲-۶-۱) نشان داده شده است. در این نوع اتصالـــی، از دستگاه جوش مخصوص لوله پلی‌اتیلن استفاده می‌شود. در این دستگاه، باید دو شاخه لوله را طوری مقابل یکدیگر قرار داد که در یک امتداد باشند. سر لوله‌ها باید کاملاً تمیز و عاری از مواد زائد باشد. در صورتی که لوله از حالت دایره کامل خارج شده باشد، با سفت‌کردن گیره‌های دو طرف لوله، به حالت اول و دایره کامل درآید. برای جوشکاری بهتر، لازم است که دستگاه صاف کننده دو سر لوله‌ها همراه دستگاه بوده و دو سر لوله به صورت کاملاً صاف و عاری از زدگی در آید. سپس دو سر لولـــه کاملاً مقابل یکدیگر قرار داده می‌شود، تا اطمینان ظاهری از عدم وجود فاصله خالی بین آنها حاصل گردد. حداکثر رواداری در خارج لوله، یک میلیمتر برای لوله‌های تا قطر ۳۱۵ و دو میلیمتر برای قطرهای بزرگتر است.

پیمانکار باید بعد از آماده‌سازی‌های فوق، صفحه فلزی مخصوص حاوی عنصر گرم‌کننده[8] را، که اصطلاحاً هیتر یا اتو نامیده می‌شود، میان دو سر ساده لوله‌ها قرار داده و سر ساده لوله‌ها را به تدریج به صفحه فلزی نزدیک نماید، تا بر اثر تماس محیط لبه سر لوله‌ها به صفحـه اتو، لبه سر ساده لوله‌ها ذوب شود. قبل از اتصال به برق، لازم است دقت شود که این صفحه کاملاً تمیز باشد. مادامی که صفحه اتو بین دو سر لوله بوده و لبه سر لوله‌ها در حال ذوب‌شدن است، نباید دو شاخه لوله به طرف یکدیگر رانده یا تکان داده شوند. این اعمال باعث تغییر شکل سر لوله‌ها که بر اثر حرارت نسبتاً نرم شده است، می‌گردند. قسمت برآمده دو طرف لوله ذوب

[1] Butt Fusion
[2] Socket Fusion
[3] Electro Fusion
[4] Flanged Joins
[5] Extrusion Welding
[6] Screw Type Joint
[7] O-Ring Type
[8] Element

شده، قبل از انجام اتصال، باید در حدود ۲ تا ۳ میلیمتر باشد. پس از آنکه لبه سر ساده لوله به اندازه کافی ذوب شد، باید با عقب‌راندن شاخه لوله‌ها، صفحه اتو را از میان آنها برداشته و در فاصله زمانی حداکثر ۱۰ ثانیه، لوله‌ها را به آرامی و نیروی کافی به سمت یکدیگر راند تا به یکدیگر چسبیده و قسمت ذوب‌شده دو سر لوله، یک پارچه شده و اتصالی محکم برقرار شود.

توجه پیمانکار را به این موضوع جلب می‌نماید که نیروی راندن لوله‌ها به سمت یکدیگر، در میزان استحکام اتصالی مؤثر است. راندن لوله‌ها با نیروی زیاد، ممکن است موجب بیرون زدن تمام مواد مذاب از محل اتصالی شده و قسمت نسبتاً سرد دو سر لوله‌ها به یکدیگر وصل شوند. همچنین، راندن لوله‌ها با نیروی کم، موجب می‌شود لوله‌ها 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 اتصالی کاملاً سرد شده و دمای آن به دمای محیط برسد.

در صورتی که مواد مذاب به دو صفحه فلزی بچسبد، پیمانکار باید عملیات برقراری اتصالی را متوقف نماید و پس از تمیزکردن صفحه‌ها و بریدن قسمت‌های ذوب‌شده، عملیات را تکرار نماید.

جوش لب به لب لوله‌های پلی‌اتیلن، نباید در داخل ترانشه انجام شود. طول نسبتاً زیاد چند شاخه لوله که در خارج از ترانشه به هم جوش داده شده باشند، قابلیت انعطاف کافی ایجاد خواهد کرد که با استفاده از آن، می‌توان قسمتی از آن را در داخل ترانشه قرار داده و انتهای آن را برای اتصال به شاخه‌ای دیگر خارج از ترانشه حفظ نمود. به منظور اجرای جوشکاری صحیح، رعایت اصول و ضوابط زیر توسط پیمانکار الزامی است:

- لوله‌های با ضخامت‌های مختلف، به یکدیگر جوش نشوند.
- لبه‌های صاف شده دو سر لوله، بعد از رنده‌شدن، در تماس با دست قرار نگیرند.
- براده‌ها و ذرات رنده‌شده از داخل لوله و روی ماشین تمیز شود.
- دستگاه، مرطوب یا کثیف و گرد و خاکی نباشد.
- قبل از سردشدن کامل اتصال، لوله‌ها از ماشین خارج نشوند.
- در انجام جوشکاری، از افراد ماهر استفاده شود.
- باتوجه به اینکه برای هر نوع خاص مواد پلی‌اتیلن، دامنه مشخصی برای پارامترهای اصلی جوشکاری، شامل درجه حرارت، فشار لبه‌ها و زمان سردشدن وجود دارد، قبل از انجام هر جوش پلی‌اتیلن شرایط از سازنده لوله استعلام و به کارکنان مربوط برای اجرا، تعلیمات لازم داده شود و در صورت نیاز، توسط سازنده لوله یا سازنده دستگاه جوش، تحت آموزش قرار گیرند.
- چنانچه اتصال دو نوع لوله پلی‌اتیلن، یا لوله و متعلقات مربوط، مورد نظر باشد، باید روش جوشکاری از هر دو سازنده استعلام شود.
- در هوای بارانی، بادهای تند و سرمای شدید، از جوشکاری خودداری شود. در صورت اجبار به انجام کار در این شرایط، از چادر استفاده شده و در هر صورت، دمای محیط کار، تحت هیچ شرایطی کمتر از صفر درجه سانتیگراد نشود.

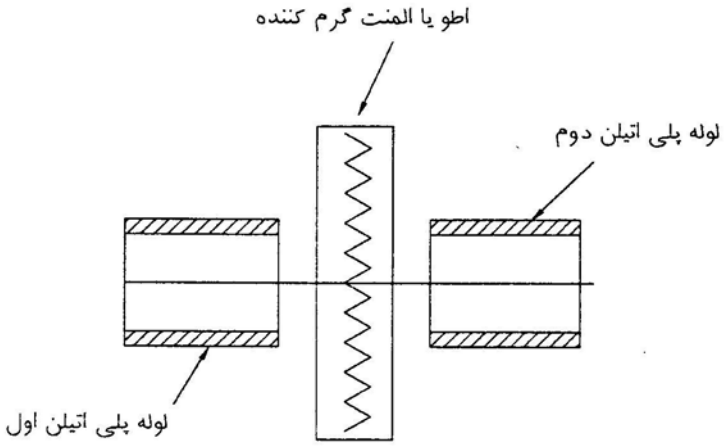
علاوه بر این، پیمانکار باید ماشین‌آلات مناسب انجام جوش لب به لب را تأمین نماید. به عنوان راهنما، حداقل ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز به شرح زیر است:

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

- ماشین جوش باید مجهز به گیره‌های مربوط و زمان‌سنج[1] باشد.
- گیره‌ها برای ثابت‌نمودن لوله‌های دو طرف اتو.
- دستمال برای تمیزکردن صفحه اتو.
- وسایل لازم برای بریدن لبه‌های برآمده لوله از داخل و خارج.
- اندازه‌گیر قسمت برآمده لوله.
- دماسنج برای اندازه‌گیری حرارت سطح اتو.
- دستگاه برش لوله.
- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای هوا.
- زمان‌سنج.

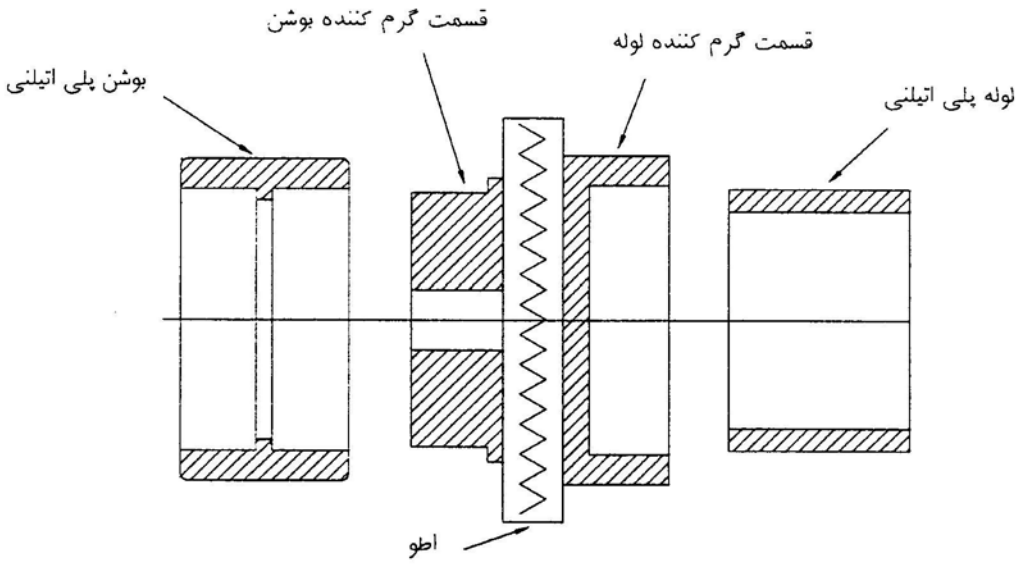
۲-۶-۳-۲ اتصال حرارتی بوشنی

برای انجام این نوع اتصال، باید متعلقات لازم و کوپلینگ‌ها قابل تأمین باشند. این نوع اتصالی‌ها، در حال حاضر بسیار محدود بوده و در قطرهای کم، کاربرد دارند. در این روش، قسمتی از لوله وارد بوشن می‌شود. اتصال داخل بوشن، به طور هم زمان با سطح خارجی لوله، توسط دستگاه مخصوص حرارت داده می‌شود. بعد از مدت معینی که مناسب با اندازه قطر لوله می‌باشد و توسط سازنده تعیین می‌گردد، دستگاه مخصوص حرارت برداشته و لوله را سریعاً وارد بوشن می‌نمایند. سپس، اتصال بدون این که نیرویی به آن وارد شود، تا سردشدن کامل، به حال خود باقی می‌ماند. انجام این نحوه اتصال در شکل (۲-۶-۲) نشان داده شده است.



شکل ۲-۶-۱ : اتصال جوشی لب به لب

[1] Timer



شکل ۲-۶-۲ : اتصال حرارتی بوشنی

۲-۶-۳-۳ اتصال به روش الکتریکی

این نوع اتصال از مطمئن‌ترین روشهای اتصال لوله پلی‌اتیلن است، ولی در حال حاضر، کوپلینگ‌های مربوط در داخل کشور تولید نمی‌شوند.

به طوری که در شکل (۲-۶-۳) ملاحظه می‌شود، در این نوع اتصال، کلیه متعلقات و اتصالات لوله‌های پلی‌اتیلن در قسمت کاسه کوپلینگ و یا متعلقات، مجهز به یک سیم‌پیچ[1] حرارتی برقی است. با حرارت دادن به کویل، مواد مجاور آن شروع به ذوب‌شدن نموده و با افزایش دامنه ذوب مواد و رسیدن حرارت به جدار لوله، سطح خارجی لوله نیز ذوب می‌گردد. در اثر تداخل ملکول‌های ذوب‌شده در داخل یکدیگر، لوله به کاسه جوش خواهد خورد.

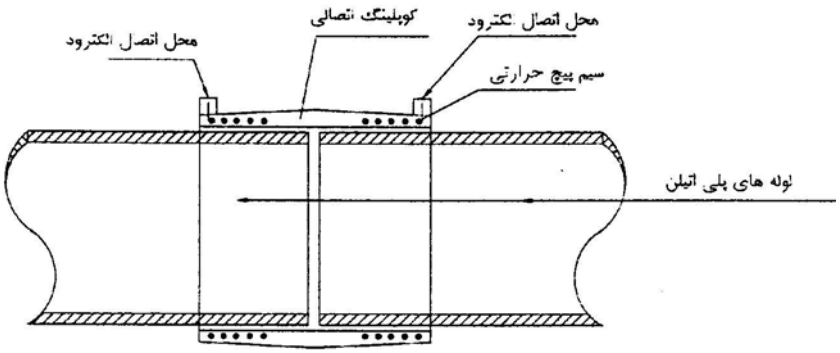
یکپارچگی کامل و اتصال مناسب با روش الکتریکی، در صورت رعایت موارد زیر، حاصل می‌شود :

- سیم‌پیچ حرارتی تا جایی که ممکن است نزدیک سطوح تماس قرار گرفته باشد.
- سیم‌پیچ به دقت با فواصل مناسب به دور کاسه پیچیده شده باشد.
- پخش حرارت به صورت یکنواخت در طول جوش باشد.
- درجه حرارت و فشار قسمت ذوب‌شده، به دقت کنترل شود.
- از واردشدن آسیب به سیم‌پیچ جلوگیری به عمل آید.
- حفاظت قبل، در حین و بعد از انجام اتصال، ضروری است.
- زمان مناسب برای الکتروفیوژن در نظر گرفته شود.

با رعایت موارد فوق، نکاتی که باید در این نحوه اتصال مورد توجه قرار گیرند، به شرح زیر است :

[1] Coil

- لوله به صورت عمود بر محور آن بریده شود و زبری‌ها با سمباده صاف و دو سر لوله تمیز شود.
- هر نوع کثیفی از روی لوله پاک گردد.
- با توجه به ابعاد کاسه کوپلینگ یا متعلقات مورد استفاده مقدار فرورفتگی لازم روی لوله علامت زده شود.
- 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.
- قطعه اتصالی را در محل آماده نموده و داخل کاسگی آن، از نظر تمیزی معاینه گردد.
- قسمت تراشیده شده لوله با مواد مناسب تمیز شود (ایزو پروپانول).
- دو سر ساده لوله در داخل کوپلینگ یا متعلقات قرار داده شده، به صورتی که این دو لوله، با زایده میانی در تماس قرار گیرند.
- برای هر اتصال از این نوع، استفاده از گیره، برای نگهداری مجموعه در حال اتصال ضروری است.
- قسمت محافظ ترمینال‌های اتصال برق، از روی متعلقات یا کوپلینگ برداشته شود.
- سیستم کنترل الکتریکی به ترمینال‌های فوق متصل گردد.
- باتوجه به مشخصه‌های برق مورد نیاز از نظر ولتاژ و زمان جوش، کنترل‌های لازم به عمل آید.
- دقت شود که سیستم نشان‌دهنده ذوب شدن مواد، وضعیت را نشان دهد.
- سیستم اتصال در داخل گیره، تا گیرایش کامل باقی خواهد ماند.



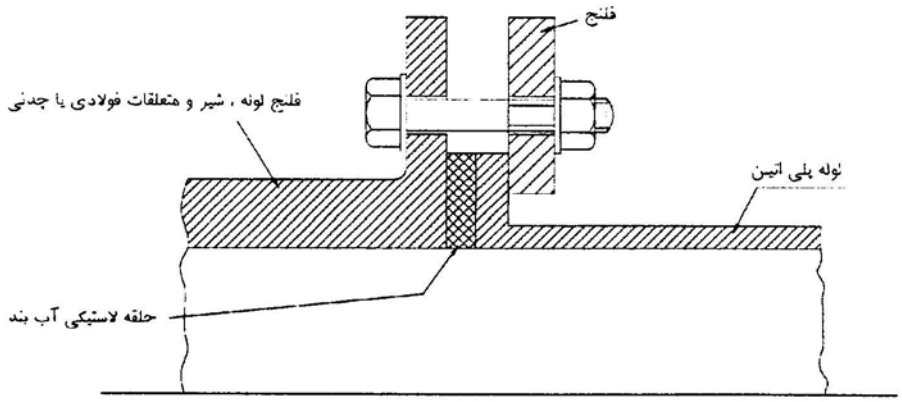
شکل ۲-۶-۳ : اتصال به روش الکتریکی

۲-۶-۳-۴ اتصالی فلنجی

اتصالی فلنجی در شکل (۲-۶-۴) نشان داده شده است. از این نوع اتصالی، برای اتصال لولـــه پلی‌اتیلن به لوله‌های فولادی گالوانیزه و یا چدنی و یا اتصال به شیرالات و متعلقاتی که اتصالی آن از نوع فلنج است، استفاده می‌شود.

این اتصالی از یک تبدیل از جنس پلی‌اتیلن، که یک سر آن به صورت فلنج و سر دیگر آن ساده می‌باشد و یک رینگ فلزی سوراخ‌دار تشکیل شده است. قطر و سوراخهای این رینگ، باید طبق استاندارد فلنج لوله‌ها، یا شیرهای مورد استفاده باشد. جزئیات کامل‌تر در مورد این نوع اتصالی، در بخش متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن شرح داده شده است.

برای ایجاد اتصالی، باید حلقه فلزی سوراخدار را روی سر ساده لوله‌ای که قرار است دارای اتصالی فلنج شود، قرارداد و سپس، سر ساده تبدیل را به سر ساده لوله پلی‌اتیلن جوش داد. محور تبدیل و لوله باید در یک امتداد قرار گیرند. پس از تکمیل جوش، حلقه فلزی سوراخدار باید به سمت فلنج تبدیل رانده شود و طوری در مقابل فلنج شیرالات و یا فلنج متعلقات قرار داده شود، که سوراخ‌های فلنج‌ها در مقابل یکدیگر باشند. دو فلنج را می‌توان با چند پیچ و مهره به یکدیگر متصل کرد. با پیچاندن مهره‌ها، می‌توان فلنج تبدیل پلی‌اتیلن را به فلنج شیرآلات و یا متعلقات، کاملاً فشرده تا آب‌بندی لازم تأمین شود.



شکل ۲-۶-۴ : اتصال به روش فلنجی

۲-۶-۳-۵ اتصالی پیچی

اتصالی مکانیکی مخصوص لوله‌های پلی‌اتیلن، معمولاً از سه قطعه تشکیل شده است. یک قطعه میانی که دو طرف آن رزوه شده است و دو قطعه در طرفین آن، که به صورت مهره بوده و سر ساده لوله‌هایی که قرار است به هم متصل شوند، داخل این مهره‌ها قرار داده می‌شود. با بستن مهره‌ها به قطعه میانی و پیچاندن آن، اتصال برقرار می‌شود.

معمولاً این نوع اتصالی مکانیکی، برای لوله‌های پلی‌اتیلن نرم (شلنگ) به کار می‌رود. لذا سر لوله نرم بوده و می‌تواند روی انتهای قطعه میانی کشانده شود و با پیچاندن مهره، سر نرم لوله و قطعه میانی فشرده شده و آب‌بندی برقرار شود. برای آنکه این نوع اتصالی مناسب لوله‌های پلی‌اتیلن سخت شود، لازم است علاوه بر سه قطعه فوق، واشرهای مخصوص مخروطی شکل نیز به کار برده شود که بین بدنه مهره و سر لوله قرار گرفته و بر اثر محکم‌کردن مهره‌ها، قطعه میانی، فشرده شده و آب‌بندی برقرار می‌شود.

نظر به این که قطر خارجی لوله‌های پلی‌اتیلن با رواداری معینی، باید مناسب قطر رزوه‌های داخلی مهره باشد، و چون در لوله‌های پلی‌اتیلن سخت، ضخامت جداره لوله‌های ساخت کارخانه‌های مختلف، الزاماً یکسان نیست، لذا، چنانچه در نظر است برای اتصال لوله‌ها از اتصالی پیچی استفاده شود. این نوع اتصالی باید ساخت کارخانه سازنده لوله‌ها باشد، تا برقراری اتصالی امکان‌پذیر گردد.

معمولاً، این نوع اتصالی برای لوله‌های به قطر کوچک تولید می‌شود. لذا، عملاً در لوله‌های اصلی آبرسانی، کاربردی ندارد. این نوع اتصالی، برای لوله‌های شبکه توزیع آب، که عمدتاً به صورت دفنی می‌باشند، مناسب نمی‌باشد.

۲-۶-۳-۶ اتصالی با جوش اکستروژنی

از ایـــن به روش اتصال، برای لوله‌هایی که دارای دیواره ضخیم هستند، استفاده می‌شود. ولی، مصرف آن بسیار محدود و با تأیید تولیدکننده لوله قابل انجام است. در این نوع اتصال، توسط یک شعله، انتهای دو لوله یا لوله و اتصال حرارت داده می‌شود و سپس، توسط یک دستگاه دیگر، مواد مذاب پلی‌اتیلن بین دو سر لوله تزریق می‌شود.

۲-۶-۳-۷ اتصالی با واشر پلاستیکی

این روش نیز در صورتی قابل انجام است که کارخانجات تولیدکننده لوله، قادر به تولید کاسه مخصوص و جوش کارخانه‌ای آن به لوله باشند. آب‌بندی دو لوله یا متعلقات، توسط واشر لاستیکی تأمین می‌شود.

◄ ۲-۶-۴ سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن

به علت محدودیت تولید لوله‌های پلی‌اتیلن از نظر فشار کار، قطر، متعلقات، نوع اتصال و ظرفیت تولید، لازم است قبل از قطعیت انتخاب لوله، ضمن تماس با سازندگان مربوط، این محدودیتها مشخص و با نیازهای طرح انطباق داده شوند.

◄ ۲-۶-۵ حمل و جابجایی لوله‌های پلی‌اتیلن و متعلقات

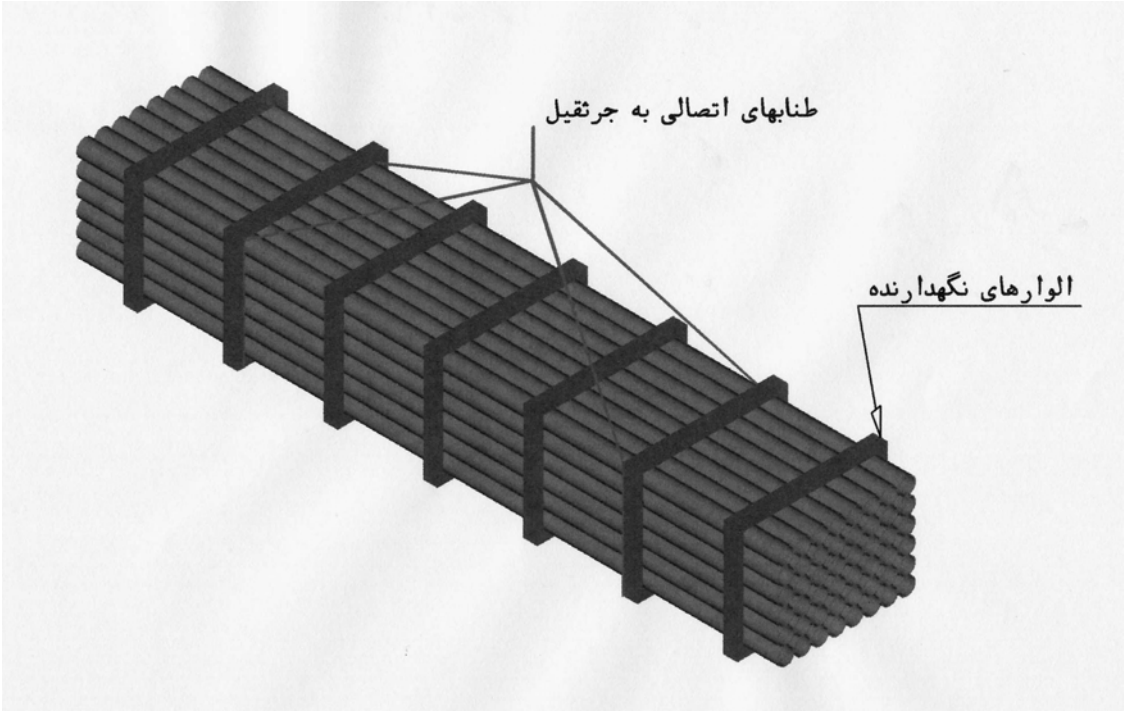
پیمانکار موظف است در بارگیری و تخلیه لوله و متعلقات، نهایت دقت و احتیاط را به عمل آورد، تا صدمه‌ای به آنها وارد نیاید. بلندکردن و پائین‌گذاشتن لوله و متعلقات، باید به آرامی انجام شود. در زمان حمل نیز، از کامیون‌های با سطح صاف و بدون میخ و عاری از سطوح تیز و برنده استفاده شود. چنانچه لوله‌ها به صورت بسته‌بندی در کارخانه تهیه و عرضه می‌شوند، در موقع بلندکردن آنها توسط جرثقیل، باید از تسمه‌های پهن استفاده شود و از به کار بردن زنجیر، قلاب، یا سایر وسایل سخت اجتناب گردد. برای لوله‌های با طول بیش از ۶ متر، از تیرهای توزیع‌کننده نیرو استفاده شود. شکل شماره (۲-۶-۵) نحوه جابجایی این بسته‌ها را نشان می‌دهد.

پیمانکار نباید برای جابجاکردن لوله‌های پلی‌اتیلن، آنها را روی زمین سخت بغلطاند. پیمانکار نباید برای انتقال لوله‌ها به سطح پائین‌تر، آنها را روی ریل فلزی یا الوار چوبی سر دهد و باید دقت کند در هنگام جابجایی لوله و متعلقات، ضربه‌ای به آنها وارد نشده و یا خراش و ساییدگی در آنها به وجود نیاید. در عین حال باید از تماس جدار لوله یا متعلقات فلزی و سنگهای تیز، که موجب بریدگی و یا کنده‌شدن جداره آن می‌شود، جلوگیری گردد.

در صورتی که جابجایی لوله و متعلقات در دمای زیر صفر درجه انجام می‌شود، پیمانکار باید دقت کند که لوله و متعلقات با اجسام سخت برخورد نکرده و یا سقوط نکنند، زیرا باعث شکستگی آنها می‌شود.

در صورت حمل و نقل در شرایط مرطوب یا یخبندان، دقت شود که به علت لغزنده بودن سطح لوله‌ها، صدمه به افراد در موقع حمل لوله‌ها وارد نشود.

پیمانکار باید دقت نماید که لوله‌هایی که به صورت رول انبار می‌شوند، در موقع بازکردن، روی سطح سخت کشیده و باز نشوند و بازکردن آنها، به صورتی انجام شود که رول لوله پیچ نخورده و تاب برندارد.



شکل ۲-۶-۵ : روش مناسب جابجایی

۲-۶-۶ کنترل ورود لوله و متعلقات به کارگاه

لوله‌ها در محل کارخانه، با روش‌های مورد تأیید از نظر کیفیت تولید، مورد کنترل قرار خواهند گرفت. کنترل‌های تولید خارج از این مشخصات بوده و باید مستقلاً انجام شود. پیمانکار موظف است در موقع تحویل لوله‌های پلی‌اتیلن به کارگاه به نکات عمده زیر توجه نموده و در صورت وجود هرگونه ایراد، موارد را با مهندس مشاور صورت‌جلسه نماید.

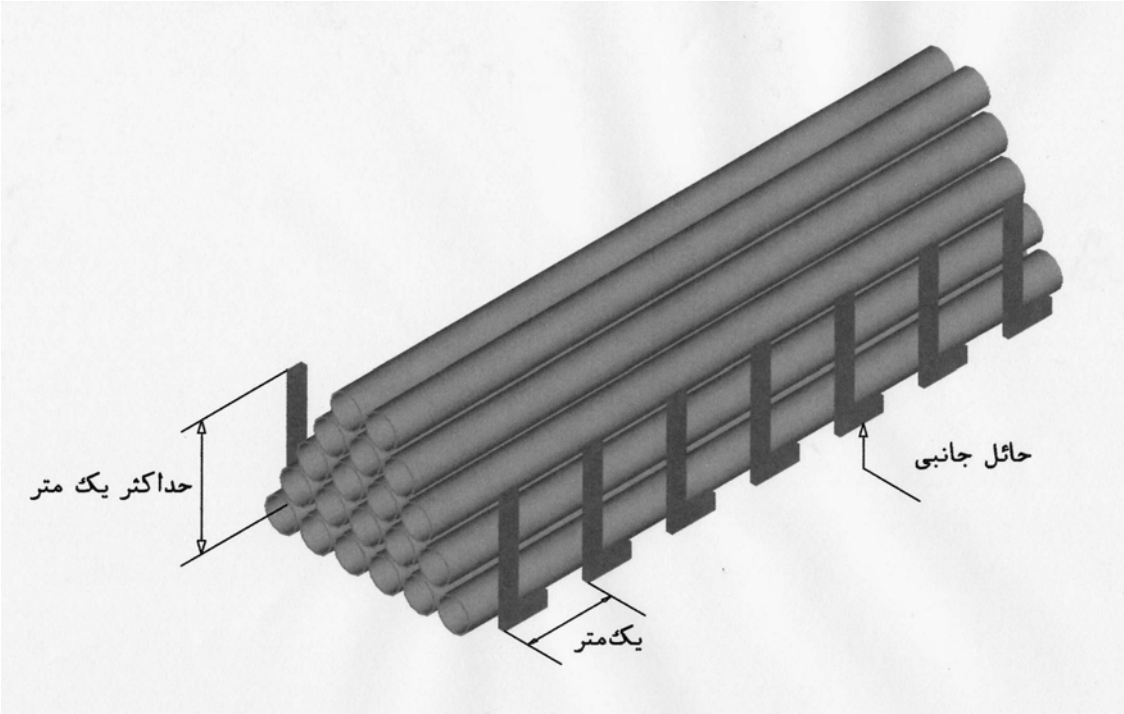
- مجموع مقادیر کالای حمل‌شده از نظر مقدار با بارنامه کنترل گردد.
- هر مقدار کمبود لوله یا متعلقات، همراه با لیست خسارت‌های احتمالی، در برگ رسید درج شود.
- لیست لوله‌های آسیب‌دیده و لیست نواقص در محموله حمل‌شده فوراً تهیه و اعلام شود.

۲-۶-۷ نگهداری لوله و متعلقات پلی‌اتیلن

پیمانکار موظف است لوله و متعلقاتی را که برای انجام عملیات موضوع پیمان در اختیار او گذاشته می شود به نحوی انبار کرده و نگهداری کند، که از وارد آمدن خسارت و صدمه به آنها جلوگیری شود. در هر صورت، پیمانکار مسئول نگهداری سالم لوله و متعلقات خواهد بود. در این مورد، رعایت نکات عمده زیر توسط پیمانکار الزامی است:

- لوله و متعلقات در محل خنک و به دور از تابش مستقیم آفتاب نگهداری شوند. در صورتی که مدت انبارداری طولانی باشد، لوله‌ها و متعلقات با پارچه تیره پوشانیده شوند.
- لوله و متعلقات در محلی از انبار قرار داده شوند که در معرض تهویه مناسب بوده و از تجمع هوای گرم در اطراف لوله و متعلقات جلوگیری شود.
- لوله و متعلقات باید دور از منابع حرارتی و یا وسایل داغ، نظیر بخاری، دیگ بخار و یا موتورخانه انبار شوند.

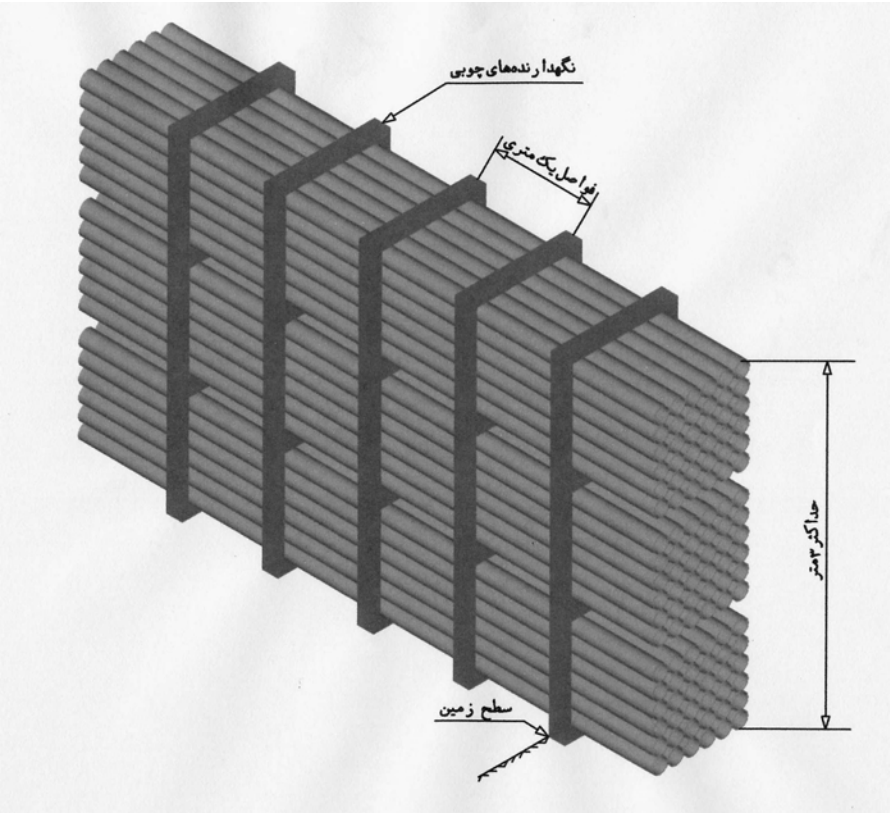
- در صورتی که لوله‌های پلی‌اتیلن روی یکدیگر قرار داده می‌شوند، به منظور جلوگیری از خم‌شدن و دو پهن شدن، لوله‌ها باید کاملاً موازی یکدیگر بوده و ارتفاع لوله‌هایی که به این ترتیب انبار می‌شوند، نباید از یک متر تجاوز نماید.
- نحوه انبارکردن لوله‌ها باید به صورت هرمی مطابق شکل شماره (۲-۶-۶) باشد. در این حال، لوله‌های زیرین به وسیله گوه‌هایی در محل خود ثابت گردند. مناسب‌ترین روش برای ثابت نگه داشتن لوله‌های زیرین، الوارهای چوبی است که به فواصل یک متر چیده شوند. در صورتی که لولـــه‌ها در کارخانه به صورت بسته‌بندی تهیه و حمل شده باشند، نحوه نگهداری آنها در انبار مطابق شکل شماره (۲-۶-۷) می‌باشد.



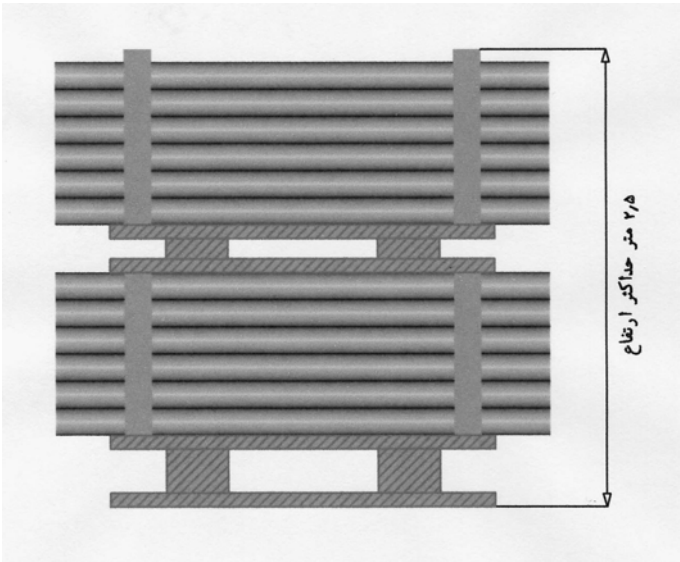
شکل ۲-۶-۶ : نحوه انبار کردن لوله‌های جدا شده

- متعلقات را نیز باید در قفسه به طور مرتب چید و در مورد متعلقات لوله‌های بزرگ، باید انبارکردن به صورتی باشد که متعلقات روی هم قرار داده نشوند.
- لوله و متعلقات پلی‌اتیلن باید به دور از مواد شیمیایی مضر نگهداری شوند.
- با تمهیدات لازم، از ورود خاک و مواد خارجی به داخل لوله، متعلقات و شیرآلات جلوگیری گردد.
- چنانچه در اثر انبارداری نامناسب، لوله‌ای آسیب ببیند، قسمت صدمه دیده باید به طور کامل بریده و مورد استفاده قرار نگیرد. اختصاص جا و فضای انبار برای انواع لوله‌ها و متعلقات شیرآلات باید طوری باشد که اجناسی که زودتر به مصرف می‌رسند، در قسمتهای جلوتر قرار داده و به نحوی که خارج کردن آنها از انبار، به آسانی و بدون نیاز به جابجاکردن بقیه اجناس امکان پذیر باشد. برای تأمین این منظور، پیمانکار باید برنامه منظمی برای انبارداری لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات تهیه کند و این برنامه باید مناسب با برنامه پیشرفت عملیات اجرایی باشد.

- لوله‌های قطر کوچکتر که به صورت کویل نگهداری می‌شوند، می‌توانند به صورت تخت روی یکدیگر قرار گیرند و یا روی لبه تخته در انبار قرار داده شوند. نحوه نگهداری و ارتفاع حداکثر کویل‌ها، درشکل شماره (۲-۶-۸) نشان داده شده است.
- چنانچه لوله‌ها با درپوش‌هایی خاص برای جلوگیری از ورود آلودگی‌ها به کارگاه حمل شده باشند، این درپوش‌ها باید تا انتهای انبارداری در روی لوله باقی بمانند.



شکل ۲-۶-۷ : نحوه انبار کردن لوله‌هایی که به صورت بسته‌بندی در کارخانه تحویل می‌شود



شکل ۲-۶-۸ : نحوه نگهداری لوله به صورت کویل

۲-۶-۸ خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن

لوله‌های پلی‌اتیلن را می‌توان به دو روش به شرح زیر خم کرد. برای خم‌کردن سرد لوله در درجات حرارت پائین و یا خم‌کردن گرم لوله، پیمانکار باید مجوز انجام کار را از مهندس مشاور دریافت نماید.

۲-۶-۸-۱ خم کردن سرد

لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر کم، انعطاف‌پذیری زیاد داشته و می‌توان آن را در قوسهای بزرگ به راحتی خم کرد. بنابراین امکان دارد برای تغییر مسیر یا زاویه خط لوله، بدون استفاده از زانویی یک شاخه لوله را خم کرده و زاویه مورد نظر را به دست آورد. شعاع قوس، تابع جنس لوله، وزن مخصوص، ضخامت جداره و قطر آن است و نباید از حدی که کارخانه سازنده تعیین کرده، کمتر باشد. معمولاً شعاع خم، حداقل در حدود ۱۲ تا ۲۰ برابر قطر لوله می‌باشد.

زانویی که از خم‌کردن یک قطعه لوله بدست می‌آید، باید بدون ترک و یا زایده و بـــرآمدگی باشد. در مواردی که ایجاد زانویی به زاویه موردنظر از طریق خم‌کردن لوله امکان‌پذیر نباشد، تغییر امتداد مورد نظر در خط لوله باید با ترکیبی از زانویی‌های استاندارد ساخت سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن ایجاد شود. محل نصب خم، باید حداقل ده برابر قطر لوله، از شیرآلات و متعلقات مجاور فاصله داشته باشد.

۲-۶-۸-۲ خم کردن گرم

خم‌کردن لوله‌های پلی‌اتیلن با شعاع‌های کمتر، به وسیله تجهیزات حرارت‌زای بدون شعله باید انجام شود. برای تأمین این منظور، می‌توان از دستگاههای دمنده هوای داغ و یا حمام روغن داغ استفاده کرد. باید دقت شود که توزیع حرارت در سرتاسر محل خم لوله، یکنواخت بوده و از حرارت دادن موضعی اجتناب شود.

دمای مورد نیاز برای خم‌کردن لوله‌های پلی‌اتیلن، ۱۰۵ تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد است. در تمام مدت حرارت‌دهی، باید از افزایش دما بیش از دمای نرم‌شدن اجتناب شود. زیرا، جداره لوله در دمای نرم‌شدن، از شکل خود خارج شده و غیر قابل استفاده می‌گردد.

به منظور جلوگیری از مسطح‌شدن[1] لوله در هنگام خم‌کردن، می‌توان لوله را با ماسه گرم و یا قطعات لاستیکی، یا فنرهای خم‌کننده، و یا سایر مواد مناسب پر کرد.

- در روند حرارت دادن لوله، ضریب هدایت گرمایی کم لوله‌های پلی‌اتیلن باید مدنظر باشد. در صورت افزایش بیش از حد حرارت لوله، تغییر رنگ در لوله پلی‌اتیلن به وجود خواهد آمد و تغییر شکل‌های نامناسب ایجاد خواهد شد. در درجه حرارت های پائین‌تر از مقدار مشخص، خم‌کردن لوله صحیح نمی‌باشد، زیرا سبب ایجاد تنش‌های نامناسب در محدوده خم خواهد گردید.
- پس از این که لوله به طور یکنواخت تا درجه مناسب گرم شد. لوله را به دور قلاب ساده‌ای ثابت کرده و تا سرد شدن آن، به همین حالت نگهداری شود. قلاب مورد نظر، باید به صورتی باشد که بعد از این که لوله سرد شد و در اثر برجهندگی، تا حدودی به حالت اول برگشت داده شده و به زاویه مورد نظر برسد.

[1] Flattening

- توصیه می‌شود که شعاع خم برای لوله‌های در اقطار کوچک از دو الی پنج برابر قطر باشد. در مورد لوله‌های با قطر زیاد این شعاع باید افزایش یابد. به هر صورت، انتخاب قطر خم‌کردن، باید به تناسب جنس لوله (پلی‌اتیلن با وزن مخصوص زیاد یا کم) و براساس توصیه کارخانه سازنده انجام شود.

۲-۶-۹ بسترسازی برای نصب لوله‌های پلی‌اتیلن

بسترسازی برای نصب لوله‌های پلی‌اتیلن مشابه موارد مندرج در بخش مربوط به لـولـه‌های پی.وی.سی می‌باشد.

۲-۶-۱۰ بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات

بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات در لوله‌های پلی‌اتیلن مشابه بند مشخصات مندرج در بخش مربوط به لولـــه‌های پی.وی.سی می‌باشد.

۲-۶-۱۱ حداقل عرض ترانشه

حداقل ترانشه برای لوله‌های پلی‌اتیلن مشابه موارد مندرج برای لوله‌های پی.وی.سی در بخش مربوط می‌باشد.

۲-۶-۱۲ لوله‌گذاری

۲-۶-۱۲-۱ بازرسی قبل از لوله‌گذاری

پیمانکار موظف است تمام شاخه‌های لوله و متعلقات و شیرآلات را قبل از نصب به دقت بازدید و بازرسی نموده و هر یک از این اقلام را که صدمه دیده و یا معیوب باشند، علامت‌گذاری کرده و در محل معینی برای بازدید مهندس مشاور نگهداری کند. مهندس مشاور، پس از ارزیابی صدمه یا عیب و نقص قطعه مورد نظر ممکن است حسب مورد، دستور دهد که قطعه مربوط، تعمیر و یا اینکه تعویض شود.

۲-۶-۱۲-۲ برش لوله

در لوله‌گذاری با استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن، مواردی پدید می‌آید که به قطعه لوله کوتاه‌تر از شاخه لوله‌های موجود نیاز پیدا شود. در این موارد، باید با بریدن قسمتی از طول شاخه موجود، قطعه لوله مورد نظر را ساخت. برش لوله باید به طریقی انجام شود که سر لوله‌های حاصل از برش، کامل و سالم بوده و آسیبی به لوله وارد نیاید.

مقطع برش لوله، باید کاملاً عمود بر محور لوله باشد. برای برش لوله، نباید از اره دندانه درشت (اره نجاری) استفاده کرد. استفاده از اره دستی دندانه‌ریز (آهن‌بر)، فقط برای برش لوله‌های پلی‌اتیلن تا قطر ۱۰۰ میلیمتر مجاز است. برای برش لوله‌های بزرگتر، باید حسب مورد، از ماشین‌ها و ابزارهای مخصوص برش لوله‌های پلاستیکی استفاده شود. هنگام برش، برای ثابت نگهداشتن لوله، نباید از گیره استفاده شود، زیرا عمل گیره، باعث جمع‌شدن لوله و آسیب جداره آن در محل گیره می‌شود.

در کار با ماشین برش با ابزار مخصوص لوله پلی‌اتیلن، لازم است دستورالعمل و توصیه‌های سازنده تجهیزات مزبور درباره نحوه استفاده از این تجهیزات و نکات ایمنی، کاملاً رعایت شود.

برای برش لوله، باید از دستگاه‌هایی استفاده شود که حداقل براده و تراشه را در محل ایجاد کند. پس از اتمام برش، لازم است با استفاده از سوهان مناسب، سطح برش را کاملاً مسطح کرده و تمام براده و تراشه را جدا کرد تا آماده برای جوش لب به لب شود.

۲-۶-۱۲-۳ تمیز کردن لوله و متعلقات

قبل از نصب، داخل و خارج سر ساده هر یک از شاخه‌های لوله و سر متعلقات، باید با پارچه خشک و کاملاً تمیز شود.

۲-۶-۱۲-۴ نصب لوله و متعلقات

پیمانکار موظف است با رعایت کلیه موارد قبلی، لوله‌هایی که باید داخل ترانشه نصب شوند را به تعداد شاخه و در اقطار مورد نیاز و حسب مورد، متعلقات مربوط را با نظر و تأیید مهندس مشاور تعیین کرده و در کنار ترانشه، به ترتیبی که باید نصب شوند، ریسه نماید.

اتصالی‌های جوشی لب به لب لوله‌ها و متعلقات باید در خارج ترانشه انجام شود. برای تأمین این منظور، باید پیمانکار الوارهایی به ضخامت، عرض و طول مناسب به تعداد کافی تهیه کرده و در کارگاه آماده داشته باشد. این الوارها، باید به فواصل معین روی ترانشه و در جهت عمود بر امتداد ترانشه، به نحوی گذاشته شوند که کاملاً در یک تراز باشند. سپس، شاخه لوله‌های پلی‌اتیلن را که قرار است به یکدیگر جوش داده شوند، باید به صورت آزاد روی این الوارها، به صورتی گذاشته شوند که محور هر دو شاخه لوله در محل اتصال در یک امتداد بوده و زیر هر شاخه لوله، تعداد کافی الوار به فواصلی قرار داده شود که مانع از انحنای شاخه لوله بر اثر وزن خود گردد. ابعاد، تعداد و فواصل الوارها، بستگی به قطر، طول و وزن شاخه لوله‌هایی خواهد داشت که قرار است در مسیر مورد نظر نصب شوند.

در هنگام انتقال لوله و متعلقات به روی الوارهای مذکور، باید دقت شود که هیچ‌گونه مواد زاید، داخل لوله و متعلقات نشده باشد. پس از اینکه هر شاخه لوله و هر یک از متعلقات در جای خود روی الوارها گذاشته شد، باید بلافاصله مورد بازدید قرارگرفته و اطمینان حاصل گردد که داخل لوله تمیز و عاری از اشیای خارجی است.

پیمانکار می‌تواند باتوجه به شرایط محلی و امکانات خود، عملیات لوله‌گذاری در مسیر مورد نظر را به چند قطعه تقسیم کرده و تعداد شاخه لوله و متعلقاتی را که در نظر دارد در هر قطعه به یکدیگر متصل کند، همراه با ابعاد، تعداد و فواصل الوارها تعیین کرده و پس از اخذ تأیید مهندس مشاور ملاک عمل قرار دهد.

عملیات اتصال به روشهای مختلف در بند ۲-۶-۳ تشریح شده است. برای تسهیل کار با دستگاه مخصوص جوش لب به لب، پیمانکار می‌تواند به طور موقت، قطعه الوار بزرگتری روی ترانشه در محل اتصال دو شاخه لوله قرار داده و دستگاه مخصوص جـــوش لب به لب را روی این الوار مستقر کنـــد.

عملیات اتصال باید از یک طرف مسیر شروع شده و اتصالی‌ها به ترتیب، یکی پس از دیگری انجام شوند، تا تمام اتصالی لوله‌ها و متعلقاتی که در یک مسیر نصب می شوند، برقرار گردد.

شاخه لوله‌ها و متعلقاتی که به شرح فوق به یکدیگر متصل و یکپارچه می‌شوند، یک قطعه از خط لوله را تشکیل می‌دهند که باید به آرامی در ترانشه قرار داده شود. برای تأمین این منظور باید از ماشین‌آلات مناسب که در فواصل معینی در طول این قطعه خط لوله قرار داده شده، استفاده شود و در مقابل هر دستگاه ماشین، قطعه خط لوله را با استفاده از تسمه‌ای که از زیر لوله عبور کرده و به

چنگک جرثقیل وصل شده، آویزان کرد. در این حالت، جرثقیل‌ها لوله‌ها را بالا برده تا قطعه خط لوله را از الوارها جدا سازد و الوارها آزاد شوند. سپس الوارها را باید یکی پس از دیگری از زیر قطعه خط خارج نموده و با استفاده از جرثقیل، قطعه خط لوله را به آرامی درکف ترانشه قرار داد.

در صورتی که انتهای قطعه خط لوله به تبدیل پلی‌اتیلن فلنجی ختم نشده باشد و در نظر باشد به انتهای شاخه لوله‌ای از مرحله بعدی عملیات، اتصال داده شود، نباید انتهای قطعه خط لوله را در داخل ترانشه قرار داد، بلکه انتهای این قطعه خط لوله باید بر روی الواری که روی ترانشه گذاشته شده است، باقی بماند و عملیات اتصال قطعه‌بندی خط لوله، نظیر قطعه قبلی انجام شود.

خارج نگهداشتن انتهای یک قطعه خط لوله به شرحی که اشاره شد، زمانی میسر است که طول قطعه خط لوله مورد نظر و قطر لوله در حدی باشد که قطعه خط لوله، انعطاف کافی برای خم‌شدن داشته باشد.

در لوله‌های به قطر کوچک و وزن نسبتاً کم، ممکن است به جای استفاده از ماشین، قطعه خط لوله را به کمک چند کارگر که هر یک تسمه‌ای را که از زیر لوله عبور کرده است در دست دارند، به آرامی در داخل ترانشه قرار داد.

۲-۶-۱۳ نصب شیرآلات و متعلقات

چنانچه اتصال شیرآلاتی که برای نصب درخط لوله پلی‌اتیلن درنظر گرفته شده از نوع فلنجی باشد. نصب این نوع شیرآلات عیناً نظیر نصب شیرآلات در خطوط لوله فشاری دیگر می‌باشد. در صورتی که اتصالی این شیرالات از نوع دیگری باشد در آن صورت می‌توان از تبدیل پلی‌اتیلنی که این اتصالی را تبدیل به اتصالی فلنجی می‌کند استفاده کرد. قطعات فلنجدار واسط در بخش متعلقات شرح داده شده است.

۲-۶-۱۴ پشت‌بندها و مهارهای بتنی

پشت‌بندها و مهارهای بتنی خطوط لوله پلی‌اتیلن فشاری، عیناً نظیر پشت‌بندهای سایر خطوط لوله فشاری است که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و سایر بخش‌های این مجموعه تشریح شده است.

۲-۶-۱۵ خاکریزی مقدماتی روی لوله‌های نصب شده

قبل از آنکه آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب شده آغاز شود، لازم است اطراف و روی لوله با خاک مناسب پر شده و متراکم گردد، تا خط لوله در جای خود ثابت مانده و بر اثر فشار داخلی ضمن انجام آزمایشات، از جای خود تکان نخورد. نظر بر این که هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله لازم است تمام اتصالات در محل شیرآلات و متعلقات قابل رؤیت باشند تا در صورت نشت آب از آن بتوان محل نشت را به آسانی پیدا کرد. لذا خاکریزی قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیک باید طوری انجام شود که اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلات قابل رؤیت باشند. خاکریزی که بدین ترتیب انجام گرفته، خاکریزی مقدماتی نامیده می‌شود. خاکریز مقدماتی، در فصل و نکات مشترک و در شکل یک تعریف شده است.

پیمانکار موظف است قبل از انجام خاکریزی مقدماتی، محل تمام اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلاتی را به مهندس مشاور اعلام کند تا مهندس مشاور با در نظر گرفتن آن و توجه خاص به نوع اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات، محل‌هایی از خط لوله را که اجازه می‌دهد

زیر پوشش خاکریزی مقدماتی قرار گیرند، تعیین کرده و به پیمانکار ابلاغ کند. مهندس مشاور این محل‌ها را طوری تعیین خواهد کرد، که بدنه هر شاخه لوله زیر خاکریز مقدماتی قرار گیرد، ولی اتصالی‌های آن خارج از خاکریز مقدماتی باشد.

در خاکریزی مقدماتی، لازم است نکات مربوط به نوع بسترسازی که برای خط لوله عملیات موضوع پیمان تعیین شده است، رعایت گردد.

خاکریزی مقدماتی تا آنجا که با لوله تماس دارد، باید با همان مصالحی انجام شود که در لوله‌های پی.وی.سی برای خاکریزی زیر و اطراف لوله تعیین شده است. بقیه خاکریزی مقدماتی نیز باید مطابق مشخصات طرح انجام شود.

خاکریزی مقدماتی باید اطراف لوله را پر کرده و در چند لایه به طور یکنواخت انجام شود. حداقل ارتفاع خاکریزی مقدماتی روی تاج لوله ۳۰ سانتیمتر و در شرایط خاص، این مقدار حداقل با توجه به مشخصات طرح و تمهیدات لازم، قابل اجرا خواهد بود.

۲-۶-۱۶ تمیز کردن خطوط لوله

تمیزکردن خط لوله پلی‌اتیلن فشاری، عیناً نظیر تمیزکردن سایر خطوط لوله است که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری تشریح شده است.

۲-۶-۱۷ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب شده

آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله پلی‌اتیلن تحت فشار مشابه آنچه که در بند (۲ـ ۵ـ ۲۳) در مورد آزمایش هیدرولیکی لوله‌های پی. وی. سی گفته شده می‌باشد.

در آزمایش هیدرواستاتیک لوله‌های پلی‌اتیلن، علاوه بر موارد مشابه مندرج برای لوله‌های پی.وی.سی، حساسیت جهت خروج کلیه هوای محبوس شده در خط لوله الزامی است. علت این امر، وجود خاصیت ویسکوالاستیک در این لوله‌ها است. بدین معنی که بعد از اعمال فشار داخلی، در جدار لوله خزش[1] ایجاد شده و بنابراین فشار داخلی تغییر خواهد نمود.

وقتی که لوله پلی‌اتیلن تحت فشار آزمایش قرار گرفت و پمپ تأمین فشار متوقف شد، فشار بـه تدریج در داخل لولـــه کاهش می‌یابد. حتی در مورد یک قطعه لوله که صددرصد آب‌بند باشد، به علت خاصیت ویسکوالاستیک لوله و خزش لوله، این تقلیل فشار به وجود خواهد آمد. این تقلیل فشار به صورت غیرخطی است، یعنی در شروع کار، مقدار افت فشار بیشتر و به تدریج ثابت خواهد شد.

فشار آزمایش حداکثر ۱/۵ برابر فشار اسمی خط لوله می‌باشد، ولی ممکن است در شرایط خاص، مهندس مشاور این مقدار را تا ۱/۵ برابر فشار کار خط لولـــه کاهش دهد. لوله‌های پلی‌اتیلن باید در طول‌هایی متناسب با قطر و شرایط محلی مورد آزمایش قرار گیرند. طول لوله تحت آزمایش در لوله‌های اقطار کوچک در حدود ۸۰۰ متر و در لوله‌های با قطر بیشتر، کمتر از مقدار فوق توصیه می‌شود.

چنانچه گرمای لوله پلی‌اتیلن بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد، نباید آن را مورد آزمایش هیدرواستاتیک قرار داد.

---

[1] Creep

۲-۶-۱۷-۱ نتیجه آزمایش

- بعد از قطع تلمبه‌زنی به داخل خط لوله تحت فشار و پس از مدت یک ساعت، در صورتی نتیجه آزمایش مورد قبول خواهد بود که مقدار آب لازم برای تأمین فشار به مقدار اولیه، از مقدار ۳ لیتر در هر کیلومتر خط لوله به ازای هر ۲۵ میلیمتر قطر داخلی لوله و برای هر ۳ اتمسفر فشار تست در ۲۴ ساعت تجاوز نکند.
- مدت زمان آزمایش باید در زمان تهیه لوله از کارخانه سازنده نیز استعلام شده باشد.
- اگر افت فشار در طول زمان آزمایش قابل توجه بوده و عملاً نشت آبی ملاحظه نشود، به معنی این است که مقدار هوای محبوس شده در خط لوله زیاد بوده که باید نسبت به تخلیه این هوا، اقدام و مجدداً نسبت به آزمایش هیدرواستاتیکی لوله اقدام نمود.
- چنانچه در حین آزمایش، مقدار نشت غیرمجاز نشان داده شود، ابتدا متعلقات مکانیک و سپس جوشهای پلی‌اتیلن، باید مورد کنترل قرار گیرند و پس از رفع اشکالات، نسبت به انجام آزمایش مجدد اقدام نمود.
- پس از انجام آزمایش، فشار داخل لوله باید به تدریج کاهش داده شود تا به شرایط پیش از آزمایش برسد.

چنانچه به هر دلیل، آزمایش مجدد مورد نظر باشد، باید فاصله زمانی مناسبی بین دو آزمایش در نظر گرفت. این فاصله در هر صورت نباید از ۵ برابر مدت زمانی که لوله تحت آزمایش بوده است کمتر باشد.

◄ ۲-۶-۱۸ تکمیل خاکریزی روی لوله‌های نصب شده

پس از اتمام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده و رفع نواقص، چنانچه خطوط نصب شده مورد قبول مهندس مشاور واقع گردد، پیمانکار اجازه دارد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه را ادامه داده و تکمیل نماید، به طوری که ترانشه با خاک پرشده و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم شود.

پیمانکار پس از اخذ اجازه مهندس مشاور، موظف است با رعایت نکات مشروح در زیر، اقدام به خاکریزی تکمیلی بنماید :

۱- قسمت هایی از خط لوله در محل اتصالی‌ها و شیرآلات که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده، با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده، خاکریزی و متراکم گردد.

۲- با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور، عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت ۱۵ سانتیمتر ادامه داده و هر لایه را تا حد ۹۰ درصد پروکتور، متراکم کند تا اینکه رقوم سطح حاصل از این خاکریزی نهایی به حدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی، تعیین کرده است. منظور از لایه‌های روسازی، پوششی از مصالح مناسب (نظیر آسفالت، بتن، سنگفرش) است که روی سطح تمام شده خاکریزی داخلی ترانشه باید اجرا شود تا رقوم حاصل از آن، برابر رقوم معبر یا خیابان گردد.

۳- پیمانکار می‌تواند برای متراکم کردن خاکریزی‌های نهایی داخل ترانشه، به جای استفاده از روش تخماق‌کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر این که در این‌باره، تأیید و اجازه مهندس مشاور را اخذ کرده باشد. در این موارد، ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه می‌تواند از ۱۵ سانتیمتر بیشتر باشد.

۴- در مواردی که خط لوله موضوع عملیات پیمان در گذرگاهی نصب شده باشد که در معرض تردد وسایل نقلیه سنگین باشد، ضخامت پوشش خاکی لوله (از روی تاج لوله تا زیر لایه‌های روسازی گذرگاه) نباید از ۶۰ سانتیمتر کمتر باشد. ولی در

مواردی که گذرگاه محل تردد وسایل نقلیه سبک است، حدود ۳۰ تا ۴۵ سانتیمتر پوشش خاکی روی لوله نیز کافی خواهد بود، مشروط بر آن که از نظر عمق یخبندان نیز کنترل‌های لازم صورت گرفته باشد.

۲-۶-۱۹ سایر مشخصات فنی عمومی لوله‌های پلی‌اتیلن

در خطوط لوله پلی‌اتیلن فشاری عملیات ضدعفونی کردن خط لوله و شستشوی سراسری خط لوله مشابه موارد مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری می‌باشد.

پیوست شماره یک

محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن

محدودیت‌ها و مزیت‌های لوله‌های پلی‌اتیلن که لازم است به هنگام به کارگیری و اجرا به آن دقت شود، در این پیوست درج گردیده است.

الف) محدودیت ناشی از بسترسازی خاص

تغییر شکل مقطع لوله براثر فشار خاک و یا فشارهای خارجی، ممکن است در حدی باشد که لوله را بیش از حد مجاز دو پهن نماید. در این موارد، برای جلوگیری از دو پهن شدن لوله، باید بسترسازی خاصی برای لوله پیش‌بینی شود که نحوه بسترسازی، باید در مشخصات طرح مشخص شده باشد.

ب) محدودیت تأمین متعلقات

بعضی از کارخانه‌های داخلی تولید لوله‌های پلی‌اتیلن، تنها لوله‌های پلی‌اتیلن سخت تا اقطار مشخص و فشارهای مورد نیاز در خطوط لوله آب را تولید می‌کنند. متعلقات و تبدیلهای این لوله‌ها برای تمام اقطار و تمام فشارهای مورد نظر، در داخل تولید نمی‌شود و ممکن است از این نظر محدودیتی ایجاد شود. در این موارد، می‌توان از متعلقات چدنی یا فولادی نیز استفاده نمود. در مورد متعلقات پلی‌اتیلن و مشخصات آنها در بخشهای دیگر توضیح داده خواهد شد.

پ) محدودیت‌های درجه حرارت

ضریب انبساط خطی حرارتی لوله‌های پلی‌اتیلن معادل 15×10^{-5} /°C می‌باشد. این ضریب به طور متوسط برای درجات حرارت لوله بین ۲۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد صادق است.

با توجه به این مشخصه، دقت‌های لازم در انتخاب لوله‌هایی که تحت تأثیر درجات حرارت مختلف قرار خواهند گرفت ضروری است. این مطلب به خصوص در اتصالات مکانیکی باید مورد توجه قرار گیرد تا از جدا شدن احتمالی این اتصالات، بـا ساخت بلوک‌های نگهدارنده جلوگیری به عمل آید.

در حین نصب لوله‌های فوق باید دقت شود که قبل از انجام اتصالات انتهایی آنها به شیرها و غیره، درجه حرارت لوله به درجه حرارت محیط رسیده باشد. توصیه می‌شود انجام اتصالات در زمان حداقل درجه حرارت روزانه انجام شود.

مقاومت لوله‌های پلی‌اتیلن نیز با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد. این اثر به صورتی است که چنانچه مقاومت لوله در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد معادل ۱۰۰ باشد، در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد به ۴۰ خواهد رسید.

عمر مفید لوله‌ها نیز با افزایش درجه حرارت، به خصوص درجات حرارت بیش از ۴۰ سانتیگراد، کاهش می‌یابد.

ت) مقاومت در برابر عوامل شیمیایی

لوله‌های پلی‌اتیلن مقاومت بسیار خوبی در مقابل عمده مواد شیمیایی دارند. درجه مقاومت در مقابل بعضی از مواد شیمیایی بستگی به غلظت، درجه حرارت و فشار این مواد دارد که در عمر لوله مؤثر خواهند بود. لوله پلی‌اتیلن خورده نمی‌شود، زنگ نمی‌زند،

از ضخامت آن در مجاورت مواد شیمیایی کاسته نمی‌شود و در مقابل جریان‌های الکتریکی مقاوم می‌باشد. لوله‌های پلی‌اتیلن، سبب رشد مواردی از قبیل الگ‌ها و باکتری‌ها نمی‌شوند.

مواد شیمیایی مضر برای لوله‌های پلی‌اتیلن، به اکسیدکننده‌ها و مواد ایجادکننده ترک و بعضی از حلال‌ها محدود می‌شود. در استفاده از این لوله‌ها و در صنعت برای مواقعی که مواد زیر در فشارهای زیاد در تماس با لوله باشند، باید دقتهای لازم انجام شود.

ت ـ ۱) مواد روغنی

اعم از روغن‌های حیوانی یا گیاهی و همچنین نفت، بنزین، ترپانتین، مایع‌های سیلیکون.

ت ـ ۲) حلالهای آلی

نفت و گازوئیل، امی‌لاستات و سایر استرها، استالدئید، بنزن و مواد متشکله از آن، دی‌سولفید کربن، کربن تتراکلرید، کلروفرم و دی‌کلروتیلن، تری کلروتیلن، اتر و تورپانز.

ت ـ ۳) هالوژنها

فلوئور، کلر یا برم و ید در غلظت های بالا.

ت ـ ۴) اسیدها

اسید استیک، اسید کلروسولفوریک، اسید کرسیلیت، اسید هیپوکلروئیدریک، اسید نیتریک (با غلظت بیش از ۲۵٪)، اسید فسفریک (با غلظت بیش از ۵۰٪)، اسید سولفوریک (با غلظت بیش از ۵۰٪).

ث) محدودیت خاکهای آلوده برای لوله‌های آب

بعضی از مواد شیمیایی موجود در خاک و در مسیر خطوط لوله آب ممکن است اثرات نامطلوبی روی لوله بگذارند. مهم‌تر از آن، بعضی از این مواد ممکن است طعم آب را عوض کنند. این موضوع در خاکهای گازدار باید دقت شود.

در مسیرهای خاص، مانند محل عبور لوله آب از گاراژها و سایر نقاطی که مواد فرار با وزن مخصوص کم در آن نقاط تخلیه می‌شود. استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن توصیه نمی‌شود، مگر این که حفاظت‌های خاص در مورد آن انجام پذیرد.

ج) مقاومت در برابر سایش

لوله پلی‌اتیلن دارای مزیت برجسته مقاومت در برابر سایش است. در مواقعی که لوله برای انتقال مواد ساینده مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از لوله پلی‌اتیلن مناسب‌ترین انتخاب در مقابل سایر لوله‌ها می‌باشد. همچنین در حین نصب لوله نیز، مواد ساینده خاکهای اطراف کمترین اثر نامطلوب را در لوله می‌گذارند.

چ) سایر محدودیت‌ها و مزیت‌ها

- لوله پلی‌اتیلن به علت هدایت حرارت کم، به سادگی در مقابل شعله مستقیم آسیب می‌بیند. بنابراین برای ذوب‌کردن لوله و متعلقات از این روش نباید استفاده شود.
- لوله پلی‌اتیلن هادی جریان الکتریسیته نمی‌باشد. بنابراین از این لوله‌ها برای اتصال زمین وسایل برقی نباید استفاده شود.

- به علت مقاومت بـــالای الکتریکی لوله‌های پلی‌اتیلن، در نقاطی که الکتریسیته ساکن مطرح است، باید اقدامات احتیاطی لازم انجام شود.
- تأمین متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن از کارخانه‌های سازنده لوله‌ها عمدتاً با اشکال مواجه است.
- در مقابل اشیای نوک تیز باید محافظت گردد تا پاره و یا سوراخ نگردد.
- محدودیت تولید در قطرهای بزرگ.
- ضریب زبری کم این لوله‌ها و مزیت‌های هیدرولیکی.