

مزایا و معایب لوله های پلی اتیلن

خواص عمومی و مهندسی لوله های پلی اتیلن به دلیل وجود استانداردها قابل کنترل است و از طرفی در بسیاری از کاربری ها به دلیل وجود همپوشانی خواص در بین پلاستیک های مختلف، چند انتخاب می تواند وجود داشته باشد. لذا می بایستی با شناخت کامل موقعیت کاربری و تسلط بر خواص مختلف انواع لوله های پلی اتیلن بهترین گزینه را انتخاب نمود.



در حالت کلی برای عموم لوله های پلی اتیلن می توان مزایای زیر را در نظر گرفت:

- مقاومت در برابر خوردگی: لوله های پلی اتیلن در برابر اکثر مواد شیمیایی موجود در فاضلاب های خانگی دچار خوردگی نمی شود و همچنین به دلیل سطح صاف حداقل مقاومت را در برابر عبور و انتقال فاضلاب ها و سایر سیال ها دارند. این لوله ها هرگز دچار زنگ زدگی نمی شوند و خوردگی پیدا نمی کنند.

- سبکی و آسانی حمل و نقل: علاوه بر سهل بودن و کاهش هزینه های حمل و نقل، در مورد لوله های پلی اتیلن عملیات برش، اتصال و نصب نیز بسیار ساده تراز دیگر انواع لوله مانند لوله های فلزی انجام می شود.

- انعطاف پذیری و چermگی: بخصوص در کاربردهای زیرزمینی انعطاف پذیری لوله های پلی اتیلن منجر به کمتر شدن تعداد اتصالات می شود و به راحتی مسیرهای اخنا دار لوله کشی می شوند.

- روش های متنوع اتصال: در حالت کلی لوله های پلی اتیلن قابلیت رزو، اتصال با فلنچ، جوش گرمایی، چسبانیدن، اتصالات فشاری و ... دارند و تنوع وسیعی را در ایجاد اتصال برای شرایط مختلف ایجاد می کنند.

- خواص هیدرولیکی عالی: لوله های پلی اتیلن در گروه لوله های با سطح صاف قرار می گیرند و همین امر باعث می شود کمترین انرژی را برای انتقال سیالات مختلف احتیاج داشته باشند.

- طول عمر و هزینه کم نسبت به طول عمر: لوله های پلی اتیلن در بیشتر موارد بیش از ۲۶ سال است که استفاده شده اند و هنوز هم پایان عمر آن ها نرسیده است و از طرفی به دلیل هزینه های خرید، نصب و نگهداری کمتر نسبت به سایر لوله های رایج هزینه کمی را در طول بازه مورد استفاده لازم دارند.

- وجود استاندارد ها و عالم نشانه گذاری

مقاومت در برابر انتشار سریع ترک

یکی از اهداف مطلوب طراحی، اجتناب از بروز احتمالی انتشار سریع ترک RCP در لوله است، چرا که عواقب چنین رخدادی میتواند بسیار جدی باشد، بویژه هنگامی که ماده های اشتعال پذیر در حال انتقال از طریق لوله باشد. با این حال، حتی وقتی در حال انتقال ماده های خنثی مثل آب هستیم، نقیصه هایی RCP چون سبب از دست رفتن مقدار بسیار زیادی از سیال داخل لوله و بروز خرابی های وسیعی در لوله ها و اتصالات میگردند. یکی از ویژگی های معروف لوله های پلی اتیلن این است که این لوله ها قبل از شکستن، نشتی می کنند. این ویژگی حاصل استحکام و چermگی بالای این مواد است. با این حال، استحکام پلی اتیلن با کاهش دما کاهش می یابد.



سایر عواملی که امکان بروز RCP را افزایش می دهند، عبارتند از : نوع سیال تراکم پذیر یا تراکم ناپذیر، افزایش قطر لوله، افزایش ضخامت دیواره لوله و افزایش فشار کاری. تجربیات فراوان در مورد انتقال مواد تراکم ناپذیر نشان داده اند که در صورت نصب و عملکرد صحیح لوله های پلی اتیلن که با جوش گرمایی به هم متصل شده اند، احتمال بروز RCP بسیار کم است. در واقع احتمال بروز RCP برای لوله های پلی اتیلن بسیار کمتر از احتمال بروز آن در سایر لوله های گرمایی است . تعریف شرایط جنس لوله، پارامترهای لوله و پارامترهای عملکردی که از بروز احتمالی RCP جلوگیری کنند، موضوع بسیار پیچیده ای است که همچنان در دست مطالعه است.



امروزه مرتباً از لوله های پلی اتیلن برای انتقال محلول های گرانولی یا دوغابی مانند ماسه، خاکستر بادی و زغال سنگ استفاده می شود. مزیت لوله های پلی اتیلن در این کاربرد، مقاومت زیاد پوشش لوله است، به عنوان مثال در آزمایشات نشان داده شده است که این مقاومت در هنگام انتقال دوغاب های دانه ریز، ۱ تا ۴ برابر بیشتر از مقاومت لوله های فولادی است. لوله های پلی اتیلن خواص الاستیکی دارند که تحت شرایط مناسب جریان سیال، موجب پراندن ذرات از روی سطح دیواره لوله می شوند. این ویژگی در ترکیب با استحکام پلی اتیلن، باعث ایجاد طول عمر مفیدی در لوله می شود که از بسیاری از لوله های فلزی بیشتر است.



ضریب انبساط / انقباض

افزایش یا کاهش دما موجب افزایش یا کاهش متناظر با آن در طول لوله هایی می شود که در برابر حرکت کردن مهار نشده اند. همچنین در مورد لوله هایی که در برابر حرکت مهار شده اند، این تغییرات دمایی منجر به شکل گیری تنش های طولی کششی یا فشاری در لوله می گردد. برای نصب، طراحی و عملکرد صحیح سیستم های خطوط لوله پلی اتیلن، باید در مورد هر دوی این رخدادها (انبساط/انقباض) (ملاحظات کافی مد نظر قرار بگیرد. یکی از ویژگیهایی که لوله های پلی اتیلن را از لوله های فلزی متمایز می کند این است که ضریب انبساط حرارتی لوله های پلی اتیلن ۰.۰ برابر بزرگتر از لوله های فلزی است. این به معنای بروز انبساط / انقباض بیشتری در لوله های مهار نشده است. با این حال، یکی دیگر از وجوده ممیزه لوله های پلی اتیلن از لوله های فلزی، داشتن مدول الاستیک ظاهری بسیار کمتر لوله های پلی اتیلن است. در لوله های مهار شده این مسئله موجب شکل گیری سطح کمتری از تنفس های طولی ناشی از حرارت می شود که به نوبه خود نیاز به نگهدارنده ها و قلاب ها را بسیار کمتر می کند.

مقاومت شیمیایی

کلیات از اثراتی که انواع مختلف سیالات روی استحکام هیدرولاستاتیک دراز مدت مواد اولیه لوله های پلی اتیلن میگذارند، و کاهش درجه در صورت نیاز به سبب مشاهده این اثرات، در زیر آورده شده است:

- محلول های آبی نمک ها، اسیدها و بازها، از آنجایی که پلی اتیلن در برابر حمله الکتروولیتی مصنوع است، این محلول ها هیچ اثر منفی بر آن ندارند. بر همین اساس، برای این گونه مواد هم میتوان از طراحی مربوط به آب استفاده کرد.

- فاضلاب و پساب، معمولاً این سیالات فاقد اجزایی می باشند که روی پلی اتیلن اثر گذار باشد. بنابراین برای این گونه مواد هم از طراحی مربوط به آب استفاده می شود.

- عوامل فعال سطحی مثل مواد شوینده‌ها، الكل و گلیکول‌ها، شامل ضدیخ (اگر چنین عواملی در سیال مورد انتقال وجود داشته باشند، باید هشدار داده شود که از نوعی از لوله‌های پلی اتیلن استفاده گردد که از مواد اولیه‌ای با مقاومت بسیار زیاد در برابر رشد آرام ترک ساخته شده باشند. برای چنین مواد اولیه‌ای، نیازی به کاهش درجه حرارت در مقایسه با آب معمولی وجود ندارد.

- سیالات محتوی عوامل اکسید کننده‌های قوی مواد پلی اتیلنی را به تدریج تخریب می‌کنند. آهنگ این خرابی به غلظت و سطح فعالیت شیمیایی عامل اکسید کننده بستگی دارد. اگر آهنگ خرابی تحمیل شده بر پلی اتیلن محافظت نشده، کند باشد، می‌توان از لوله‌های پلی اتیلن که به مقدار کافی آنتی اکسیدان دارند، استفاده کرد. اما اگر این آهنگ، تند باشد، بهتر است از لوله‌های پلی اتیلن استفاده نشود. بنابراین، مناسب بودن یا نبودن استفاده از لوله‌پلی اتیلن و یا مقدار کاهش درجه‌ای که باید اعمال شود، می‌باشد بصورت مورد به مورد بررسی گردد.

- گازهای خنثی مانند هیدروژن، نیتروژن و دی‌اکسید کربن، این نوع گازها هیچ گونه تأثیر منفی ندارند و مقادیر طراحی مربوط به آب را می‌توان برای آن‌ها به کار برد. هیدروکربن‌های گازی با وزن مولکولی پایین مانند متان و سولفید هیدروژن، مطالعات و تجربیات در درازمدت نشان می‌دهند که استحکام درازمدت در حضور این‌گونه گازها، حداقل برابر با استحکام درازمدت در حضور هوا یا آب است. بنابراین نیازی به کاهش درجه نیست.

- بخارات تولید شده از گاز مایع، این بخارات شامل گازهایی با وزن مولکولی کمی بالاتر هستند. این گازها بدلیل اثر نرم کنندگی روی پلی اتیلن، منجر به کاهش اندک استحکام هیدرواستاتیک درازمدت پلی اتیلن می‌شوند. معمولاً در این مورد از ضرایب کاهنده فشار کاری مربوط به لوله‌های آب استفاده می‌شود. هیدروکربن‌های متداوی در حالت مایع، مانند آنچه در گاز مایع و میعانات گازهای سوختی، در نفت خام، در بنزین، در سوخت‌های دیزلی و در نفت چراغ وجود دارد، از آنجایی که قرار گرفتن در معرض چنین مایعاتی موجب اثر نرم کنندگی بیشتری می‌شود، راهکار عملی در این موارد این است که یا درجه لوله‌های پلی اتیلن را بیش از بخارات کاهش دهیم، و یا از لوله با جنس دیگری استفاده کنیم. معمولاً برای کاربردهای مرتبط با نفت خام، ضریب کاهش درجه ۱،۰ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- هیدروکربنهای حلقوی، از آنجایی که هیدروکربنهای حلقوی مانند بنزن و تولوئن دارای اثر نرم کنندگی بسیار بیشتری هستند، نباید از پلی اتیلن برای انتقال آن‌ها استفاده کرد.

نقاط قوت

- بهترین مقاومت در برابر خوردگی و عوامل شیمیایی در هردو سطح داخل و بیرون

- قیمت تمام شده پایین

- جوش پذیری

- انعطاف پذیری و داشتن رفتار چکش خوار

- دانسیته و وزن پایین

- سازگاری با محیط زیست و قابلیت بازیافت

نقاط ضعف

- نیاز به حفاظت در مقابل تاثیر سوء اشعه ماوراء بنفسن

- افت مقاومت با گذشت زمان و تشدید آن با افزایش درجه حرارت

- ضعف در مقابل مکش ایجاد شده در لوله

- تاثیر سوء مواد نفتی و برخی از مواد شیمیائی از قبیل الکلها، هالوژنهای و آروماتیکها بر روی این لوله‌ها

- عدم امکان ردیابی لوله های مدفون در ترانشه با فلزیاب

- امکان ایجاد خراش و بردگیهای عمیق در سطح لوله هنگام حمل و نصب لوله ها

- برخی اتصالات بایستی از لوله های با فشار کاری بالاتر تهیه شوند و تفاوتمت ضخامت بالوله اصلی پیدا می کنند

- افزایش بسیار زیاد ضخامت در فشارهای کاری بالا

- لایه لایه شدن در اثر انتقال آب های حاوی کلر و کاهش طول عمر آنها

مقایسه لوله های پلی اتیلن در برابر لوله های پوی سی

- لوله های پوی سی در اثر آتش گرفتن شعله را پختن نمی کنند و فقط در نقطه آتش گرفته می سوزند و از بین می روند اما در صورت آتش گرفتن لوله های پلی اتیلن آتش روی آنها گسترش می یابد.

- لوله های پوی سی در هنگام سوختن گازهای سمی متضاد می کنند.

- لوله های پوی سی در دماهای صفر درجه و کمتر از آن به شدت شکننده می شوند. اما لوله های پلی اتیلن در این دماها نیز رفتار چقرمه از خود نشان می دهند.

- در زمین های حاوی سنگ و سخره، لوله های پوی سی مقاومت به لرزه کمتری نسبت به لوله های پلی اتیلن دارند.

- اتصالات ساده تر سیستم های لوله کشی پوی سی نسبت به پلی اتیلن، در تصویر زیر اتصال سمت راست مربوط به لوله های و سمت چپ مربوط به خطوط لوله پلی اتیلن است.

لوله های پلی اتیلن به دلیل انعطاف بالا نسبت به تنفس های اوارده در حین نصب و یا نصب با ایجاد کمانش مقاوم تر هستند. به شکل زیر دقت شود

- اتصال دهنده لوله های پوی سی آلوده کننده تر و اطمینان کمتری دارد.

- تعمیرات خطوط لوله های پلی اتیلن آسان تر است.

مقایسه لوله های پلی اتیلن در برابر لوله های یو پی و پوی سی

- لوله های یو پی و پوی سی تحمل دمایی بالاتری دارند و برای انتقال آب های گرم نیز می توان از آنها استفاده کرد. گرچه برای این منظور انواع لوله های پلی اتیلن شبکه ای شده و مقاوم در برابر دمای توسعه داده شده اند که می توانند جایگزین آنها شوند.

- لوله های UPVC به شدت در برابر عبور اکسیژن مقاومت تر هستند و در مواردی که شبکه لوله کشی اجزای فلزی نیز دارد لوله های UPVC با عبور کمتر اکسیژن خوردگی را کمتر می کنند.

- لوله های UPVC در برابر عوامل شیمیایی موجود در محیط بسیار حساس هستند و تخریب می شوند.

- لوله های UPVC هرینه تولید بالاتری دارند و وزن نهایی سنگین تری دارند.

مقایسه لوله های پلی اتیلن در برابر لوله های فلزی

- قیمت تمام شده کمتر لوله های پلی اتیلنی

- حمل و نقل و نصب آسان لوله های پلی اتیلنی به دلیل سبکی

- عدم رسوب گیری، زنگ زدگی ایجاد خوردگی در لوله های پلی اتیلنی

- صاف و صیقلی بودن سطوح بیرون و داخل لوله های پلی اتیلنی

- قابلیت انعطاف پذیری در دماهای پایین لوله های پلی اتیلنی

- فرآیند تولید آسان تر لوله های پلی اتیلنی

- لوله های پلی اتیلنی عایق حرارتی هستند. این امر در انتقال سیالات موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

- اتصال دهی آسان و متنوع بودن روش های اتصال دهی در خطوط لوله پلی اتیلن

- عدم نشت در اتصالات خطوط لوله پلی اتیلنی

- سازگاری با محیط زیست لوله های پلی اتیلنی، لوله های فلزی در اثر زنگ زدن به محیط زیست آسیب می زندند.

- مقاومت شیمیایی بالاتر لوله های پلی اتیلن

- مقاومت به لرزه بیشتر لوله های پلی اتیلن



از جمله معایب لوله های پلی اتیلنی در برابر لوله های فلزی

- ضریب انبساط حراری بالاتر که موجب می شود در حین طراحی خط لوله مورد توجه قرار گیرد و تعداد نگهدارنده ها افزایش داشته باشد.
- استحکام مکانیکی پایین تر و کاهش استحکام مکانیکی آن ها با افزایش دما
- محدوده فشار کاری لوله های پلی اتیلنی محدود تر است.
- اشتغال پذیری لوله های پلی اتیلنی
- بیشتر بودن نویز ها در سیستم های تخلیه فاضلاب پلی اتیلنی در مقایسه با لوله های چدنی



مقایسه لوله های پلی اتیلن در برابر لوله های GRP

- لوله های GRP در مستندات علمی تحت نام های FRP و RTRP نیز شناخته می شوند.
- با لاتربودن استحکام کششی لوله های پلی اتیلن
- رفتار چکش خوار و عدم شکنندگی لوله های پلی اتیلنی
- مقاومت بیشتر در برابر فشار هیدروستاتیک لوله های پلی اتیلنی
- ترک برداشتن لوله های پلی اتیلنی در مرحله شکست در برابر فشار هیدروستاتیک، این امر در حالی است که لوله های GRP در فشارهای هیدروستاتیک بالا کاملاً می شکند.
- مقاومت لوله های پلی اتیلنی در برابر لرزش های زمین و عدم شکنندگی برخلاف لوله های GRP
- استحکام ضریبه با لاتر لوله های پلی اتیلنی
- سازگار بودن لوله های پلی اتیلنی با محیط زیست، در لوله های GRP به دلیل وجود الیاف شیشه آلودگی محیط زیست می تواند ایجاد شود.
- مقاومت بیشتر در برابر مواد شیمیایی لوله های پلی اتیلنی

- بسترسازی ساده‌تر در لوله‌های پلی‌اتیلنی

- اتصال دهی متنوع تر بدون نشت لوله‌های پلی‌اتیلنی

- حمل و نقل آسان تر لوله‌های پلی‌اتیلنی، در حین حمل لوله‌های **GRP** بسیار با استی مراقب ایجاد خراش و ضربه بر روی لوله بود.

- اتصال دهی دشوار بخصوص در مناطق گرم و سرد برای قطرهای بالای لوله‌های **GRP**



از جمله مزایای لوله‌های **GRP** نسبت به لوله‌های پلی‌اتیلن می‌توان موارد زیر را بر شمرد:

- برخلاف برخی از اتصالات پلی‌اتیلنی که از لوله تهیه می‌شوند، رتبه بندی فشار اتصالات مانند خود لوله است.

- عدم خورده شده و آسیب توسط حیوانات موذی مانند موش‌ها در لوله‌های **GRP**

- مقاومت بیشتر در برابر آتش و شعله لوله‌های **GRP**

- استحکام بیشتر از لوله‌های پلی‌اتیلنی

- فرآیند تولید لوله‌های پلی‌اتیلنی راحت تر است اما امکان بهینه سازی و مهندسی تولید در لوله‌های **GRP** به دلیل امکان تغییر فرمولاسیون، زاویه الیاف و نوع رزین مهیا تر است.

مقایسه لوله‌های پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن

هر چند در کاربری های لوله های تحت فشار لوله های پلی‌پروپیلنی به دلیل مقاومت کم به ضربه، بخصوص در دماهای پایین و جوش پذیری ضعیف کاربرد ندارند اما در مصارف لوله کشی های آب گرم به دلیل مقاومت خوب پلی‌پروپیلن در دماهای بالا کاربرد دارد. از جمله معایب لوله های پلی‌پروپیلنی مقاومت ضربه کم، انعطاف‌پذیری کم و جوش پذیری ضعیف است و در مقابل استحکام بیشتر و مقاومت در برابر سایش بالاتری دارد.