دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

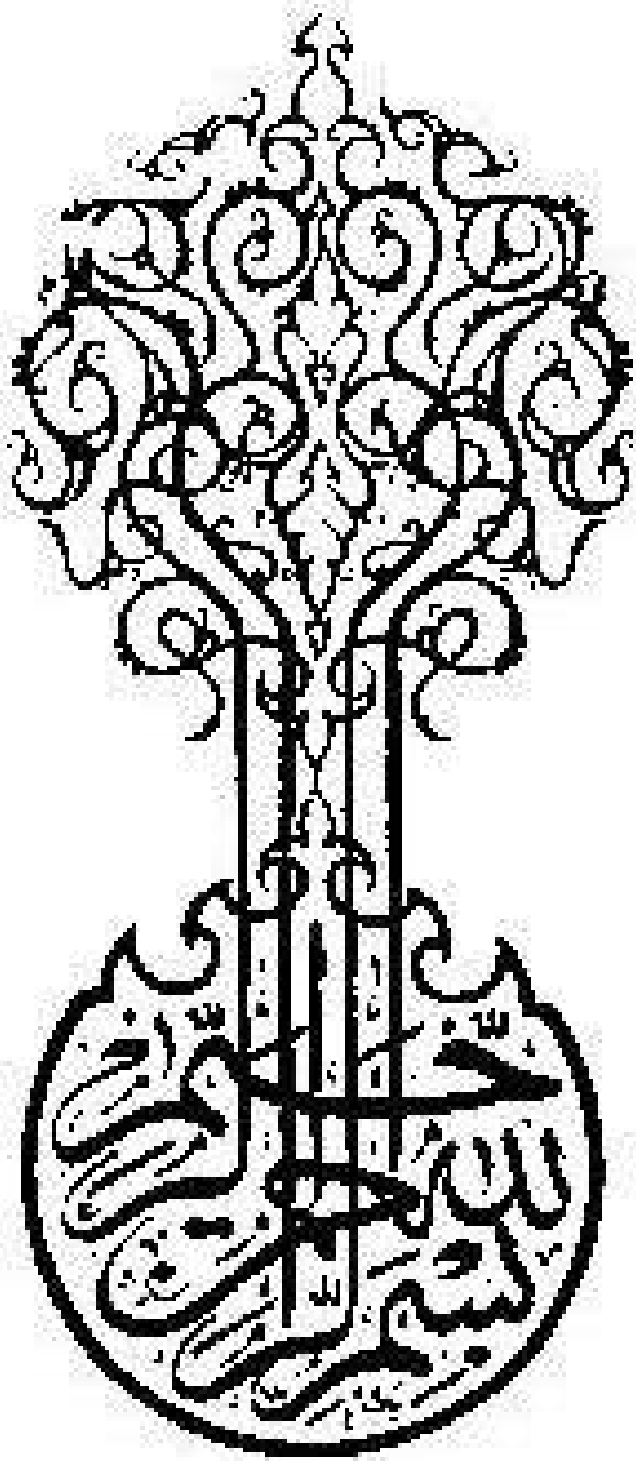
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "*M.Sc*"

تبدیل انرژی–مهندسی مکانیک

عنوان :

بررسی لوله های نفت و گاز وجایگزینی آنها بوسیله لوله های کامپوزیتی و پلیمری


بسم الله

فهرست مطالب

عنوان مطالب | شماره صفحه

چکیده ۱
مقدمه ۲
فصل دوم: لوله های فلزی مورد استفاده در خطوط لوله نفت وگاز
۱-۱- لوله های فولادی ۴
۱-۱-۱)کلیاتی در مورد فولادها و لوله های فولادی ۴
۱-۱-۲)تقسیم بندی لوله های فولادی از نظر ساختمان ۴
۱-۱-۳)تقسیم بندی لوله ها از نظر ضخامت جداره ۴
۱-۲) سیر تکاملی صنعت لوله فولادی در ایران ۵
۱-۳)خاصیت مکانیکی لوله های فولادی ۵
۱-۳-۱)آزمایشهای انجام شده برروی لوله های فولادی ۶
۱-۳-۲) بازرسی ۶
۱-۴) مزایای لوله های فولادی ۶
۱-۵) معایب لوله های فولادی ۶
۱-۵-۱)پیامدهای خوردگی ۶
۱-۵-۲) انواع خوردگی ۷
۱-۵-۳)خوردگی در لوله مدفون ۷
۱-۶)حفاظت کاتدی ۸
۱-۶-۱) لایه پلاریزاسیون ناشی از حفاظت کاتدی ۸
۱-۶-۲) اثرات میکرو ارگانیسمها و باکتریهای بی هوازی ۱۰
فصل دوم :بررسی ترک خوردگی تنش به عنوان یکی از عوامل مهم در استفاده از لوله های جایگزین
۲-۱) مقدمه ۱۰
۲-۲)ترک خوردگی تنش چیست ۱۰
۲- ۳) تحقیق بر روی ترک خوردگی ۱۰
۲- ۴) ایجاد ترک خوردگی تنشی ۱۱
۲- ۵) مدیریت ترک خوردگی تنش ۱۱
۲-۶) تحقیق در ترک خوردگی تنشی ۱۲
۲- ۷) بازنگری به تحقیق در مورد ترک خوردگی تنشی ۱۲
فصل سوم: لوله هایی با پوشش داخلی به عنوان لوله جایگزین در خطوط لوله نفت و گاز
۳-۱) مقدمه ۱۵
۳- ۲) مزایای پوشش داخلی ۱۵
۳-۲-۱)انعکاس نور ۱۵
۳ -۲-۲) محافظت عالی در مدت انبارش ۱۵
۳- ۲-۳) بهره برداری سریعتر ۱۵

PARSETHYLENE KISH

۳- ۲- ۴) کم شدن آلودگی ۱۶
۳- ۲- ۵) افزایش ظرفیت انتقال ۱۶
۳- ۲- ۶) کاهش زمان نگهداری ۱۶
۳- ۲- ۷) افزایش طول عمر pig و pigging سریعتر ۱۶
۳- ۲- ۸) کاهش هزینه های انرژی ۱۶
۳- ۲- ۹) حداقل رسوب و افزایش خلوص مواد ۱۷
۳- ۲- ۱۰) کم شدن تعمیرات شیرهای خطوط لوله ۱۷
۳- ۲- ۱۱) بهبود جریان مواد در خطوط لوله و کاهش سرمایه گذاری اولیه ۱۷
۳- ۲- ۱۳) بهبود دادن جریان گاز ۱۷
۳- ۳) خطوط انتقال گاز طبیعی ۱۷
۳- ۴) مزایای مالی ۱۸
۳- ۴- ۱) اقتصادی بودن پوشش داخلی ۱۸
۳- ۴- ۲) صرفه جویی در موارد مصرفی ۱۹
۳- ۴- ۳) صافی سطح و صرفه جویی در هزینه های بهره برداری ۱۹
۳- ۵) مشخصات فنی پوشش داخلی برای خطوط انتقال گاز ۱۹
۳- ۶) آزمایشهای انجام شده برروی پوششهای داخلی ۲۰
۳- ۷) مسائل زیست محیطی ۲۰
۳- ۸) پوشش برای مصارف زیرآبی ۲۰
۳- ۹) مزایای داخلی پوشش COPON ۲۱
فصل چهارم: لوله های کامپوزیتی به عنوان لوله های جایگزین در خطوط لوله نفت و گاز
۴- ۱) مقدمه ۲۳
۴-۲)تعریف لوله های کامپوزیتی ۲۳
۴-۳) مزایا و معایب لوله های کامپوزیتی ۲۳
۴-۳-۱) مزایا ۲۳
۴-۳-۲) معایب ۲۴
۴- ۴) مواد اولیه: الیاف، رزین ها، و دیگر پرکننده ها ۲۴
۴- ۵) چندین روش برجسته در صنعت ۲۵
۴- ۶) ملاحظات طراحی و محیطی ۲۶
۴- ۷) تقویت لوله های انتقال گاز با لایه های کامپوزیت ۲۷
۴- ۷- ۱) برتری ها ۲۸
۴- ۸) بررسی لوله های فایبرگلاس به عنوان یک نمونه از لوله های کامپوزیتی ۲۹
۴- ۸- ۱) مزایای کاربرد لوله های فایبرگلاس ۳۰
۴- ۸- ۲) بررسی لوله های فایبرگلاس تولیدی در شرکت مشهدصدرا ۳۱
۴- ۸- ۲- ۱) مزایای استفاده از این روش ۳۱
۴-۸-۲- ۲) اقطار اسمی ۳۲
۴-۸-۲- ۳) رده های فشار اسمی ۳۲

PARSETHYLENE KISH

۴- ۸-۲- ۴) اتصالات ۳۲
۴-۸-۲- ۵) ساخت ۳۵
فصل پنجم:لوله های پلیمری به عنوان لوله های جایگزین در لوله های نفت و گاز
۵-۱) مقدمه ۳۸
۵-۲) مزایای ومعایب کاربرد لوله های پلیمری ۳۸
۵ -۲-۱) مهمترین مزایای کاربرد این لوله ها عبارت است از ۳۸
۵-۲-۲) معایب لوله های پلی اتیلن ۳۸
۵-۳) لوله های پلیمری از نقطه نظر تولید ۳۹
۵-۳-۱) تولید لوله به روش غیر پیوسته ۳۹
۵-۳-۱-۱) تولید لوله به روش قالبگیری تزریقی ۳۹
۵-۳-۱-۲)تولید لوله به روش الیاف پیچی ۴۰
۵-۳-۲) تولید لوله به روش پیوسته ۴۰
۵-۳-۲-۱) مواد مورد استفاده برای تولید لوله در روش اکستروژن ۴۱
۵- ۴) بررسی لوله های پلی اتیلن به عنوان لوله پلیمری ۴۱
۵-۴-۱) کلیاتی در مورد پلی اتیلن ۴۱
۵-۴- ۲) انواع پلی اتیلن ها ۴۱
۵- ۵) کاربرد لوله های پلی اتیلنی در شبکه های گاز رسانی ۴۲
فصل ششم :نتیجه گیری ومقایسه کلی لوله های مورد استفاده در نفت و گاز
۶-۱) مقدمه ۴۴
۶- ۲) کلیاتی در مورد انواع لوله های مورد استفاده ۴۴
۶- ۳) کنترل کیفیت و قابلیت اعتماد ۴۵
۶- ۴) مزیت کامپوزیت در مقابل فولاد ۴۵
۶- ۵) معایب کامپوزیت در مقابل فولاد ۴۵
۶-۶)نتیجه گیری کلی ۴۵
مراجع فارسی ۴۶
مراجع انگلیسی ۴۷

PARSETHYLENE KISH

فهرست جدول ها

عنوان | شماره صفحه

جدول ۱-۱)بعضی از انواع لوله های فولادی ۵
جدول ۴-۱)جدول مقایسه ای تعمیر گازباروش سنتی و استفاده ۲۸
از لایه های کامپوزیت
جدول۴-۲)برخی از خواص رزین های مایع ۲۹
جدول۴-۳)رزینهای پخت شده دردمای اتاق ۳۰
جدول۴-۴)مهمترین خواص مکانیکی الیاف شیشه مورد استفاده بعنوان مسلح کننده ۳۰
جدول ۴-۵) اقطاراسمی متفاوت ۳۲

PARSETHYLENE KISH

فهرست شکل‌ها

عنوان | شماره صفحه

شکل۲-۱)مقایسه درpHهاوpHخنثی ۱۱
شکل۴-۱)اتصال دوارینگی بایل اسپیکوت ۳۳
شکل ۴-۲)اتصال فاقد بل و اسپیکوت..... ۳۳
شکل۴-۳) اتصال بل و اسپیکوت با عدداورینگ ۳۴
شکل۴-۴)اتصال جوش تقویت شده ۳۴
شکل۴-۵) روش ناپیوسته پیچش الیاف..... ۳۵
شکل۵-۱)طرح ساده دریک قالب لوله درقالب گیری تزریقی ۳۹
شکل۲-۵)تولید لوله به روش الیاف پیچی..... ۴۰
شکل۳-۵)خطتولیدلوله به روش پیوسته ۴۱

PARSETHYLENE KISH

چکیده:

تامین سوخت مورد نیاز برای اهداف گوناگون در مصارف صنعتی وتجاری و خانگی یکی از بزرگترین دغدغه های دولتهاست.با توجه به وجود منابع عظیم نفت وگاز در کشورمان انتقال وتوزیع مناسب ان د راستفاده بهینه از این موهبت الهی مساله جدی است.

با توجه به نقاط ضعف و هزینه های تعمیر ونگهداری بالا در روشهای مرسوم استفاده از روشهای جایگزین برای بهره برداری مفید ومقرون به صرفه امری بدیهی است که در این سمینار به ان پرداخته شده است.

PARSETHYLENE KISH

مقدمه:

در سالیان گذشته بیشتر از لوله های فلزی استفاده می کردند که با توجه به شرایط آن دارای یک سری مزیتها و یک سری معایب بود که در فصل اول بیشتر به آن پرداخته ایم.

لوله های فولادی و لوله های فولادی ضد زنگ و لوله های با آهن چکش خوار از مهمترین لوله های فلزی مورد استفاده در خطوط نفت و گاز می باشد.

بعد از پیشرفتهای فراوان دانشمندان به این نتیجه رسیدند که با استفاده از مواد جایگزین به جای مواد فلزی می توانیم خاصیت مکانیکی این لوله ها را در مقابل خوردگی، ترک، تنش و... افزایش دهیم و باعث شوند که روز به روز به فکر استفاده از مواد جایگزین باشند.

استفاده از مواد جایگزین باعث می شود تا ما لوله ها را به صورت ظریف تر بسازیم و این می شود تا از لحاظ فضا به نفع ما تمام می شود. دیگر مواد جایگزین که می توان به جای لوله های فلزی مورد استفاده قرار دهیم استفاده از لوله های کامپوزیتی و پلیمری می باشد که امروزه در خطوط نفت و گاز بسیار مورد استفاده قرار می گیرد که دارای مزیتهای فراوانی می باشد که ما در فصل های ۴ و۵ به صورت کامل به ان پرداخته ایم و همه شرایط را لحاظ کرده ایم.

انواع لوله های پلیمری که ما استفاده می کنیم عبارتند از پلی اتیلن، لوله های pvc که تا قطر ۶۰۰ mm برای فشار کاری زمان ۱۵bar ساخته شده اند.

در مورد لوله کامپوزیتی این نکته ضروری است که بیشتر از نوع فایبرگلاس به خاطر شرایط خوبی که دارد استفاده می کنند.

یکی از روشهای دیگری که می توانیم خاصیت لوله ها را بهبود بخشیم استفاده از پوشش ها می باشد که در این سمینار به آن پرداخته ایم ضمنا در فصل۶ این سمینار مقایسه کلی بین انواع لوله های مورد استفاده در نفت و گاز انجام داده ایم و مزیتها و معایب هر کدام را ذکر کرده ایم و در پایان هم به نتیجه ای رسیده ایم که متوجه شویم با توجه به این شرایط استفاده از چه نوع لوله هایی از همه نظر برای ما حالت بهینه دارد.

PARSETHYLENE KISH

فصل اول

لوله های فلزی مورد استفاده در خطوط لوله نفت وگاز

PARSETHYLENE KISH

۱-۱) لوله های فولادی

۱-۱-۱)کلیاتی در مورد فولادها و لوله های فولادی

فولادهابه انواع بیشمارِ از آلیاژها گفته می شود که عنصر اصلی آنها را آهن تشکیل می دهد و کربن به عنوان مهمترین ماده آلیاژی آن محسوب می شود به آلیاژی که بین ۳٪تا ۱,۵ ٪ کربن داشته باشد فولاد گفته می شود و به آلیاژهای آهن که کمتر از ۳٪کربن داشته باشند آهن گفته می شود و آلیاژی که بیش از ۱,۵٪کربن داشته باشد عموما چدن نامیده می شود.عامل عامل موثر در کاربرد فراوان لوله های فولادی آلیاژهای مختلف آهنی است که اهمیت آن در نگاهی به فرایندهای تولید فولاد رشد و شکل پذیری آن در جهان ونیز خواص منحصربه فرد این موهبت الهی روشن خواهد شد.[2]

۱-۱-۲)تقسیم بندی لوله های فولادی از نظر ساختمان

لوله های فولادی از نظر ساختمان به دو دسته تقسیم بندی می شوند:

الف)لوله های بدون درز: دراین نوع لوله ها یک قطعه شمش را گرم کرده و توسط سمبه ماتریس خاص آن را از داخل یک قالب مخصوص عبور داده وسپس با غلطکهای مخصوص تحت نورد قرار می دهند تا به اندازه مورد نظر برسند.از این لوله ها برای فشارهای بالا استفاده می شود.

ب)لوله های درز دار: ابتدا ورق به شکل لوله فرم داده می شودو سپس محل درز بوسیله جوشکاری به یکدیگر متصل می شود.[2]

۱-۱-۳)تقسیم بندی لوله ها از نظر ضخامت جداره:

لوله های فولادی از نظر ضخامت جداره به سه روش تقسیم بندی می شوند.

الف) بر اساس ضخامت لوله به صورت اینچی یا میلیمتری مطابق استاندارد API5L
ب)بر اساس روش وزنی که به سه دستهSTD(استاندارد)،XS(سنگین)و XXS(فوق سنگین) دسته بندی میشوند.
ج)براساس استاندارد ANSIبه صورت SCh که از فرمول $SCh:1000p/s_y$ که (pفشار طراحیpsi وsy تنش تسلیم) (psi)می باشد که در نهایت اعداد بدست آمده به صورت (۱۰-۲۰-۳۰-۴۰-۶۰-۸۰-۱۲۰-۱۶۰) می کنند.[2]

۱-۲) سیر تکاملی صنعت لوله فولادی در ایران:

PARSETHYLENE KISH

دوره اول:نخستین واحدهای تولید کننده لوله و پروفیل در ایران از اواخر دهه ۳۰ و اوایل دهه ۴۰ شکل گرفت و تاقبل ازآن ،محصولات موجود این گروه توسط واردات تامین می شد.

دوره دوم: این دوره که از اواخر دوره ۴۰ شرع شد و تااواسط دوره ۵۰ ادامه داشت شامل تاسیس کارخانه هایی در برخی از مناطق کشور بود.این کارخانه ها در دوره ای احداث شدند که ارزش ذخایر انرژی ایران به علت بالا رفتن قیمت نفت در بازارهای جهانی به نحو قابل توجهی افزایش داشت.

دوره سوم: پس از انقلاب که اوج تاسیس کارخانه های لوله سازی می باشد.[2]

جدول ۱-۱) بعضی از انواع لوله های فولادی[2]

ضخامت	وزن درواحد طول m	طـــــــــول استاندارد
m m	kg / m	m
۱/۸	۰/۶۳	۶
۱/ ۸	۰/۸۱	۶
۱/۸	۰/ ۹	۶
۱/۸	۱/۰۵	۶
۱/۸	۱/ ۲۵	۶
۱/۸ ۲/۵ ۳	۱/ ۴۲ ۱/ ۹۲ ۲/ ۲۷	۶
۱/۸	۱/ ۶۱	۶
۲/۵ ۳ ۳/۵	۵/ ۳۳ ۶/ ۳۵ ۷/۳۷	۱۲/ ۶
۲/۵ ۳ ۳/۵	۶/ ۸۹ ۸/ ۲۳ ۹/ ۵۶	۱۲/ ۶
۴ ۵ ۶	۱۳/۵۴ ۱۶/ ۸۱ ۲۰/ ۰۲	۱۲/ ۶

PARSETHYLENE KISH

۱-۳)خاصیت مکانیکی لوله های فولادی:

فولاددارای خاصیت مکانیکی بسیار خوبی برای استفاده در خطوط انتقال نفت و گاز می باشد ودراین صنعت بسیار استفاده می باشد.لوله های فولادی با مشخصات متعددی با توجه به نیاز خریدار تولید می شود وتعدادی از آنها براساس مقررات API وهمچنین بر اساس قابلیت جوشکاری تولید می شوند.در حال حاضر هم مقالات زیادی در زمینه ساختار اقتصادی لوله های فولادی در حال انتشار است طراحی خطوط لوله معمولا بر اساس استحکام تسلیم انجام می شود.برای این هدف باید مطابق با ۰,۵٪ بالا قابلیت چکش خواری می تواند اهمیت خاصی برخوردار باشد بنابراین برای قابل اطمینان بودن بیشتر در مقابف شکست احتیاج به خاصیت چکش خواری دارد.[2]

۱-۳-۱)آزمایشهای انجام شده برروی لوله های فولادی:

یکی از ازمایشها تست چقرمگی در شکاف می باشد و پس ازآن از تست خمش برای بررسی قابلیت چکش خواری استفاده می گردد.[3]

۱-۳-۲) بازرسی

بازرسی دقیق با رادیوگرافی و ماوراء صوت در سرتاسر مراحل ساخت انجام می شود.علاوه بر این مواردتست هیدروستاتیک هم برروی آن انجام می شود وسپس برای پیدا کردن ترکها و قابل قبول بودن میزان سختی آن در ساختمان لوله اقدام نموده و نقص های آن را برطرف می کنند.[3]

۱-۴) مزایای لوله های فولا دی

الف) مقاومت مکانیکی بالا
ب) جوشکاری آسان
ج)برشکاری و خم کاری خوب
د) مقاومت حرارتی بالا
ه)تحمل فشار بالا

۱-۵) معایب لوله های فولادی

لوله های فولادی پرکاربردترین لوله ها در انتقال نفت وگاز در سالهای گذشته بوده است اما عمده ترین نقاط ضعف آن عبارتند از:

PARSETHYLENE KISH

الف) مقاومت به خوردگی پایین: خوردگی را تخریب و فاسد شدن یک ماده در اثر واکنش با محیطی که در آن دارد تعریف می کنند.

ب)لوله های فلزی در برابر شکست در اثر خستگی که به واسطه چرخه های مکرر تنش رخ می دهد آسیب پذیر است.

ج)وقتی لوله های فلزی تحت تراکم و خمش فراتر از نقطه تسلیم خود قرار می گیرد و تغییر شکل دایمی می دهد.

۱-۵-۱) پیامدهای خوردگی :

الف)افزاش هزینه

ب)عملیات تعمیر و نگه داری

ج)عملیات تعویض مواد و تجهیزات

د)کاهش تولید ناشی ازتوقف صنایع

ه)تخریب محیط زیست

د)درمخاطره قرار گرفتن سلامت و ایمنی کارکنان.

۱-۵-۲) انواع خوردگی

الف) خوردگی داخلی: که عوامل آن عبارتند از دی اکسید کربن ،سولفید هیدروژن،یون کلرید عوامل بیولوژیکی هستند که در حضورآب می توانند سطح داخلی را در معرض خوردگی قراردهند.

ب)خوردگی خارجی: مهمترین مکانیزمهای خوردگی خارجی عبارتند از ترک خوردگی تنشی (stress corrosion crack), ، خوردگی حفره ای (pitting corrosion) خوردگی یکنواخت (uniform corrosion) ، خوردگی سایشی (erosion corrosion)که scc شایعترین نوع خوردگی در لوله های فولادی است و وجود این نقص محققان را به فکر استفاده از لوله های جایگزین واداشته است.به همین دلیل در فصل آینده به تفضیل به بررسی مکانیزم این نوع خوردگی پرداخته شده است.[3]

۱-۵-۳): خوردگی در خطوط لوله مدفون:

همانطور که می دانیم سطح خارجی لوله های مدفون با انواع پوششها از محیط خاک جداشده است و بااحداث سامانه های حفاظت کاتدی به عنوان مکمل پوشش ازخوردگی خارجی آنها ممانعت به عمل می آید. در طراحی سامانه ها معمولا حفاظت درصد کمی از سطوح خارجی پیش بینی می شود وبافرض اینکه تنها قسمتی از پوشش ممکن است در عملیات مدفون کردن آسیب ببیند و یا پوشش دارای خلل وفرج باشد،طراحی انجام می شود.بنابراین بهر دلیل درصد بیشتری از سطح لوله در تماس با خاک قرار بگیرد ویا

PARSETHYLENE KISH

شرایط طبیعی محیط مانع حفاظت شود این حفاظت انجام نشده و لوله خورده می شود.همچنین سامانه های حفاظت کاتدی به دلایل متعدد از جمله قطع برق، استهلاک طبیعی سیستم و آسیبهای عمدی و..... لوله را در معرض خوردگی قرار می دهد.[3]

۱-۶) حفاظت کاتدی:

قدم اولیه ومهم در تعیین نوع حفاظت کاتدی به وضعیت خاک از قبیل رطوبت ،ph،دانسیته و... بستگی دارد. جریان مورد نیاز برای حفاظت کاتدی سازه های فولادی به چندین عامل بستگی دارد.

الف) مساحت سطح لخت سازه

ب)مقاومت مخصوص ماده ای که نقش الکترولیت دارد

ج) شکل هندسی سازه.[7]

۱-۶-۱) لایه پلاریزاسیون ناشی از حفاظت کاتدی:

لایه پلاریزاسون در کاهش مقدارجریان خورندگی نقش اساسی راایفا می کند. این لایه هیدروژنی روی سطح کاتدی(فلز تحت حفاظت) براثراعمال جریان حفاظتی تشکیل می شود به صورت یک عایق الکتریکی عمل نموده و درصورتی که افت ولتاژ در این لایه با اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد برقرار شود جریان خوردگی را به صفر میل می دهد.[3,7]

۱-۶-۲) اثرات میکرو ارگانیسمها و باکتریهای بی هوازی:

میکروارگانیسمها و باکتریهای بی هوازی با مصرف این لایه هیدروژنی زمینه رابرای آسیب پذیر شدن سطح سازه های فلزی فراهم می کند وبنابراین علیرغم در نظر گرفتن تمهیداتی از قبیل پوشش وحفاظت کاتدی نمی توان با اطمینان از خوردگی جلوگیری کرد. بنابراین تحقیق برای روشهای جایگزین به خصوص در محیطهای خورنده ضروری به نظر می رسد.[3,7]

PARSETHYLENE.KISH

فصل دوم

بررسی ترک خوردگی تنش به عنوان یکی از عوامل مهم در استفاده از لوله های جایگزین

PARSETHYLENE KISH

۲-۱) مقدمه

ترک خوردگی تنش مسأله ای جدی برای خطوط لوله است، زیرا به شکستهای غیر منتظره خطوط لوله منجر و باعث کاهش عمر و بازدهی عملیاتی، زیان های مالی و خسارات زیست محیطی می شود این نوع خوردگی مکانیزمی تخریبی دارد که شاید بیش از سایر عوامل تخریب بر روی لوله ها تأثیر می گذارد، زیرا به سادگی قابل تشخیص نیست و در عین حال، کمتر نیز به آن توجه شده است.
این بررسی ها که انجام شده پیرامون ترک خوردگی تنش بسیار مورد استفاده قرار می گیرد و بسیاری از سازمانهای تدوین کننده مقررات، با احساس مسئولیت در مورد ایمنی و حفاظت از محیط زیست، پیوسته در جست و جوی روش های پیشرفته و جدید برای حل معضلات پیچیده مربوط به فن آوری است.

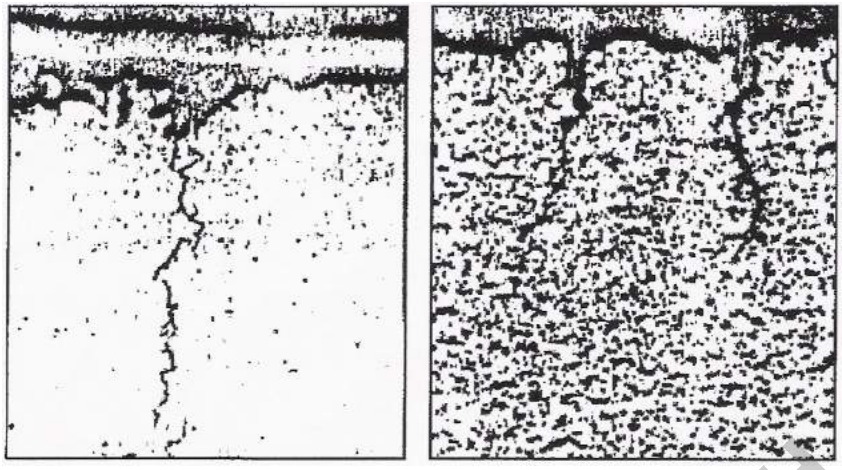
۲-۲) ترک خوردگی تنش چیست؟

ترک خوردگی تنش نوعی ترک خوردگی است که محیط و محل لوله، عامل آن است. ترک خوردگی تنش یک اصطلاح ژنتیک است و زمانی مطرح می شود که جنس لوله، تنش و محیط اطراف با هم وارد واکنش شده و به کاهش استحکام یا ظرفیت تحمل بار لوله بیانجامد. از آنجا که ترک خوردگی تنش به آهستگی توسعه و گسترش می یابد، لذا می تواند تا سال ها بدون ایجاد مشکل در روی لوله عمل کند. اما وقتی ترک به حد کافی رشد کند و عمیق تر شود، به طور غیر منتظره باعث شکستن لوله می شود. این امر به نشست و یا پارگی کامل لوله می انجامد. البته ترک خوردگی تنش تنها عامل شکست در خطوط لوله و تهدیدی برای ایمنی نیست. در خطوط لوله انواع خوردگی رخ می دهد. حتی ممکن است وسایل حفاری و کاوش موجب آسیب دیدگی و ترکیدن لوله ها شود. همچنین در مواردی، جا به جایی زمین و لغزش نیز باعث شکست لوله ها می شود.[2]

۲- ۳) تحقیق بر روی ترک خوردگی:

تحقیق بر روی ترک خوردگی تنش در PH های بالا بیش از ۳۰ سال است که انجام می شود در حالی که تنها ۱۰ سال است که مطالعه روی ترک خوردگی تنش در PH های نزدیک خنثی صورت می گیرد. اختلاف مهم بین این دو نوع ترک خوردگی تنشی، چگونگی رشد و پیشرفت ترک ها است. در ترک خوردگی تنشی در PH های بالا، ترک ها معمولاً به صورت مرز دانه ای است اما ترک های ناشی از ترک خوردگی تنشی با PH خنثی، معمولاً داخل دانه ای است به گونه ای که این ترک ها پهن تر از حالت PH بالا به نظر می رسد. اختلاف دیگر بین این دو نوع ترک خوردگی تنشی، تأثیر دمای لوله بر روی سرعت رشد ترک ها است.[2]

PARSETHYLENE KISH



شکل۲- ۱)الف)تنش در PH بالا ب)تنش در PH نزدیک به خنثی[2]

PARSETHYLENE KISH

۲- ۴) ایجاد ترک خوردگی تنشی:

عموماً سه شرط برای ایجاد ترک خوردگی تنشی وجود دارد:

- محیط خورنده: ناشی از پوشش منقطع، رطوبت و کربن دی اکسید، سطح حفاظت کاتدی، شرایط خاک، دما
- حساسیت جنس لوله: ناشی از شرایط سطح، بافت ریز فولاد
- وجود تنش کششی: ناشی از تنش در ساخت، تنش در کار (عامل فشار، بار چرخش، میزان تنش، بار ثانویه)

فشارهای عملیاتی خطوط لوله، اصلی ترین عامل ایجاد تنش های کششی در لوله است که تأثیر مهمی در شروع و سرعت رشد ترک ها دارد. همان طور که در بالا گفتیم این عوامل شرایط ایجاد ترک خوردگی را به وجود می آورد.[5]

۲- ۵) مدیریت ترک خوردگی تنش:

در خطوط لوله احداث شده در دهه های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ از نوارهای پلی اتیلن به عنوان پوشش خارجی استفاده شده است کمیته ملی انرژی کانادا ضمن دقت به اجزای برنامه مدیریت ترک خوردگی تنشی مؤثر، متوجه این پرسش شد که این کاهش فشار عملیاتی می تواند یک راه حل مؤثر و مناسب باشد؟

در حالی که هیچ شاهد و مدرک روشنی وجود ندارد که کمتر از چه میزان فشار، ترک خوردگی تنش شروع نمی شود و رشد نمی کند. کاهش فشار از ترک خوردگی جلوگیری نمی کند. ضمن این که بسیار هزینه ساز است و در مجموع، پاسخ مناسب و منطقی در مورد مسأله ترک خوردگی تنش نیست.
البته کاهش فشار عملیاتی در جوار سایر عوامل کاهنده اثر می تواند به عنوان بخشی از یک مدیریت ترک خوردگی تنش مؤثر مورد توجه قرار گیرد. گروه تحقیق متوجه شد که مؤثرترین روش، عمل کردن بر پایه «مدیریت مخاطره آمیز» است زمانی که ابزار مناسبی برای تشخیص ترک در دسترس باشد، مسئولان قادر خواهند بود اطلاعات دقیق تری درباره وضع خط لوله در اختیار داشته باشند. به همین جهت در گزارش، پیشنهاد شده است که در طراحی خطوط لوله تمهیداتی به کار رود تا عبور ابزارهای بازرسی فنی و تشخیص دهنده در حین عملیات امکان پذیر باشد. همچنین پیشنهاد شده است که با انجام آزمایش های استاندارد، عملکرد و امکان استفاده طولانی مدت پوشش ها تعیین شود.[5]

PARSETHYLENE KISH

۲-۶) تحقیق در ترک خوردگی تنشی:

به طور کلی ضروری است مطالعات و تحقیقات پیرامون ترک خوردگی تنشی ادامه یابد. چرا که هنوز به بسیاری از پرسش ها در مورد چگونگی ایجاد و رشد ترک ها، پاسخ داده نشده است. یا داوری این نکته مهم است که عملکرد ظریف دستگاه های بازرسی فنی در حین عملیات به میزان قابل توجهی توانایی در کشف و مدیریت ترک خوردگی تنشی را افزایش می دهد.
مردمی که در نواحی نزدیک به خطوط لوله زندگی و یا کار می کنند، باید آگاهی و درک بهتری از حوادث و پیامدهای خطرناک ناشی از شکست خطوط لوله داشته باشند.[3]

۲- ۷) بازنگری به تحقیق در مورد ترک خوردگی تنشی:

در بررسی های کمیته ملی انرژی کانادا برای روش ساختن مسائل ترک خوردگی تنشی، چهار اصل باید رعایت شود:

۱. شفاف بودن شرط کلیدی است و تمام اطلاعات موجود باید در دسترس همگان قرار گیرد.
۲. استفاده از مدل های همکاری به جای تنازعی، در این مورد باید با صنعت همکاری کرد و گردهمایی پژوهشی اطلاعات گردآوری شده را با اطلاع مردم تجزیه و تحلیل کنند.
۳. توجه به طولانی بودن اثرات SCC (ترک خوردگی تنشی) و تلاش همه برای بررسی مسائل و ایجاد یک مرکز اطلاعاتی فنی برای استفاده کارشناسان.
۴. مطالعه بررسی های انجام شده به وسیله دیگران.

با پایان یافتن قرن و حرکت به سوی قرن آینده این چهار اصل مدلی را به وجود می آورد که حل مسائل فنی پیچیده حفاظت از محیط زیست را نیز در بر می گیرد.

این چهار اصل با موضوع پانزدهمین کنگره جهانی نفت یعنی فن آوری و جهانی شدن که صنعت نفت را به قرن بیست و یکم هدایت می کند، هم خوانی دارد.

ترک خوردگی تنش و دیگر مکانیزم های شکست به ویژه در صنایع بنیادی که عمر مفید طراحی را سپری کرده اند، روندی روز افزون دارد از اینجا که هزینه جایگزینی این صنایع بسیار زیاد است، لذا تلاش برای تعمیر و نگهداری باید افزایش یابد. گسترش فن آوری، روش های مدیریت های مخاطره آمیز (ریسک) و کاربرد ابزارهای بازرسی فنی در حل این مسایل کمک کرده و ایمنی سیستم های خطوط لوله را تضمین می کند.

دنیای امروزی بسیار کوچک شده و به اصطلاح به یک دهکده جهانی تبدیل شده است. برای ارایه بهترین خدمات، جمع آوری اطلاعات و سوابق و پاسخ به پرسش های پیچیده باید از مرزها نیز توجه کرد. کارشناسان کانادایی می گویند: در تحقیق مسایل ترک خوردگی تنشی، اطلاعات فنی را اغلب از کشورهای دیگر به دست می آوریم. ما فن آوری و تحقیقات ارزنده ا یرا از اروپا و آمریکا کسب کرده و مورد ارزیابی قرار داده ایم تا به راه حلی عملی و منطقی پیرامون یک موضوع مهم و پیچیده در کشورمان برسیم.[3]

PARSETHYLENE KISH

فصل سوم

لوله هایی با پوشش داخلی به عنوان لوله جایگزین در خطوط لوله نفت و گاز

PARSETHYLENE KISH

۳- ۱) مقدمه

در این فصل که به بررسی مزایای پوشش داخلی برای لوله های نفت، گاز می پردازیم، حاصل کار تحقیقات مشترک شرکت لوله و پروفیل سدید و شرکت (F. WOOD – LT1) انگلستان می باشد که در دومین کنگره خوردگی در صنایع نفت و گاز و در دوازدهمین همایش نفت، گاز و پتروشیمی ویژه تبدیلات گازی توسط کارشناسان دو شرکت ارائه شد. همچنین این مطالب طی نشست جداگانه ای برای شرکت ملی گاز ایران ارائه گردید که موجب توجه جدی حضار قرار گرفت. امید است، با استفاده از اطلاعات مطرح شده و بهره گیری از این پوشش سطح کیفی و عمر لوله های خطوط انتقال نفت و گاز به نحو فزاینده ای بهبود یابد.

ما در این فصل به بررسی دقیق مزایای پوشش داخلی برای لوله های نفت و گاز و خلاصه ای از مزایای فنی و اقتصادی از پوشش داخلی COPON برای خطوط لوله های گاز ترش و شیرین و خطوط لوله نفت می پردازیم.

جزئیات برای خطوط لوله گاز ترش در آزمایشات sscc ارائه شده است(پوشش منظور پوشش در محل می باشد).

بکارگیری پوشش دو جزئی اپوکسی برای داخل لوله به چهل سال قبل باز می گردد. هیچ گونه بازنگری بدون در نظر گرفتن مزایای حاصل از ۱۲۰۰۰ کیلومتر لوله پوشش داده شده مقدور نمی باشد. متأسفانه این مزایا هنوز در جهان به صورت کامل شناخته، پذیرفته و مورد استفاده قرار نمی گیرد.[7]

۳- ۲) مزایای پوشش داخلی:

۳-۲-۱)انعکاس نور

خاصیت نور حاصله از انعکاس داخل لوله پوشش داده شده در این است که تمام معایب لوله را نشان می دهد.

۳ -۲-۲) محافظت عالی در مدت انبارش:

لوله قبل از کارگذاری پوشش داده می شود و این باعث می شود که از زنگ زدگی لوله جلوگیری گردد.

۳- ۲-۳) بهره برداری سریعتر:

لوله هایی با پوشش داخلی فرصت بهره برداری سریعتر به علت خشک شدن سریعتر لوله بعد از تست هیدرواستانیک فراهم می نماید. لوله های پوشش داده نشده دارای مقدار زیادی زنگ زدگی هستند که زنگ زدائی لوله ها هزینه بر و زمان بر است. در مقایسه با هزینه های دیرکرد در اجرای پروژه هزینه های پوشش داخلی لوله خیلی کمتر از هزینه های دیرکرد می باشد.

۳- ۲- ۴) کم شدن آلودگی:

تجربه اخیر برای بهره برداری از خطوط پوشش داده نشده نشان می دهد مسائل بر اثر آلودگی خطوط چندین تن براده آهن و پوسته سوخته شده نورد و زنگار آهن چقدر حاد می باشد.

پوشش داخلی برای لوله های ساحلی و دریایی در حال افزایش است. اگر یک خط از لحاظ سطحی داخلی تمیز و پوشش داده شود دچار زنگ زدگی سطح داخل لوله نمی شود.

PARSETHYLENE KISH

تجربه همچنین نشان داده که تمیز کاری داخل لوله به تنهایی (بدون پوشش) باعث می شود کـه داخـل لوله دچار زنگ زدگی گردد مخصوصاً اگر لوله ها در شرایط مرطوب قـرار گیرنـد فقـط بـا پوشـش دادن داخلی می توان از زنگ زدگی جلوگیری نمود.

۳- ۲- ۵) افزایش ظرفیت انتقال:

افزایش ظرفیت انتقال خطوط لوله بین ٪۵ تا ٪۱۵ (در بعضی موارد حتـی بیـشتر) مـی باشـد. ایـن امـر پذیرفته است که حتی ٪۱ افزایش ظرفیت خطوط بر اثر پوشش داخلی نیز هزینـه هـای پوشـش را مـی پوشاند. یک تأسیسات گازی بر اثر استفاده از پوشش داخلی برای لوله های خطوط گاز افزایش ٪۱۴ الـی ٪۲۱ از ظرفیت انتقال را گزارش کرده است در صورتی که سرمایه گـذاری بـرای ایـن مـوارد کمتـر از دو درصد بوده است.

۳- ۲- ۶) کاهش زمان نگهداری:

تجربه نشان می دهد که دفعات pigging داخل لوله برای خطوط لوله پوشش داخلی داده شـده بـسیار کمتر می باشد.

۳- ۲- ۷) افزایش طول عمر pig و pigging سریعتر:

استفاده از پوشش داخلی برای خطوط لوله سطح داخلی هموارتری را فراهم می سازد و در نتیجـه طـول عمر pig را به مقدار قابل توجهی افزایش می دهد همچنین pig در داخل خطوط لولـه پوشـش داخلـی داده شده به راحتی حرکت می کند و در نتیجه عمل pigging در داخل خطـوط لولـه خیلـی سـریعتر انجام می پذیرد.

۳- ۲- ۸) کاهش هزینه های انرژی:

هزینه های پمپ کردن مواد در داخل لوله های پوشش داخلی داده شده به شدت کاهش می یابد و ایـن کاهش در هزینه ها در طول ۳ الی ۵ سال برگشت سرمایه گذاری می نماید.

۳- ۲- ۹) حداقل رسوب و افزایش خلوص مواد:

رسوب در خطوط پوشش داخلی داده شده کاهش می یابد. رسوب پارافین در خطوط گاز و نفت و رسوب در لوله های آب به حداقل می رسد.

همچنین خطوط لوله های انتقال با پوشش داخلی داده شده از آلودگی مواد مورد انتقال جلـوگیری مـی کند در نتیجه از پر شدن فیلترها می کاهد.

۳- ۲- ۱۰) کم شدن تعمیرات شیرهای خطوط لوله:

خطوط لوله پوشش داده نشده با محتویات پوسته سوخته شده نورد و زنگار باعث خرابی شیرها می شـود که در نتیجه باعث ازدیاد و تعمیرات سالیانه خط می شوند. مهندسین خطوط لوله گزارش کرده انـد کـه شیرهای خطوط لوله بر اثر وجود زنگار در خط منفجـر شـده انـد. تجـارب علمـی نـشان داده اسـت کـه تعمیرات شیرهای خطوط لوله در نتیجه پوشش داخلی دادن خطوط لوله بـه صـورت محـسوس کـاهش یافته است. هزینه های تعویض یک شیر زیرآبی چندین میلیون پوند است بعلاوه هزینه های توقف تولید، پوشش داخلی لوله، خسارت را به حداقل می رساند بنابراین پوشش داخلی لولـه بیمـه ای بـرای خطـوط لوله است.

PARSETHYLENE KISH

۳- ۲- ۱۱) بهبود جریان مواد در خطوط لوله و کاهش سرمایه گذاری اولیه:

در صورت پوشش داخلی لوله، طوفانی شدن جریان مواد کاهش می یابد درنتیجه جریان مواد به صورت منظم در خطوط لوله جاری خواهد شد.

در محاسبات خطوط لوله مشهود می باشد که بر اثر جریان بهتر مواد بر اثر پوشش داخلی لوله قطر لوله می تواند کاهش یابد در نتیجه سرمایه گذاری اولیه برای تأسیس خط لوله به شدت پایین می آید.

۳- ۲-۱۲) بهبود دادن جریان گاز:

برای هموار کردن جریان در داخل لوله برای موادی مانند گاز شیرین به ۶۰ الی ۷۵ میکرون پوشش اپوکسی که به صورت اسپری اعمال می شود نیاز است. لازم به تذکر است که قبل از اسپری اپوکسی سطح داخل لوله می بایستی آماده سازی گردد. در سالهای اخیر ۷۵ میکرون پوشش اپوکسی استفاده می گردد.[2]

۳- ۳) خطوط انتقال گاز طبیعی:

در پی تحقیقات وسیع در اوایل دهه ی ۵۰ میلادی پوشش COPON وارد بازار گردید که علاوه بر اینکه جلوگیری از حرکت مواد مورد انتقال در لوله را ننمود بلکه باعث تسریع حرکت مواد در داخل لوله گردید به طوری که پوشش داخلی لوله شرکت COPON در بیش از ۷۰۰۰۰ کیلومتر خطوط لوله گاز در سرتاسر جهان استفاده گردیده است.

اولین آزمایش در سال ۱۹۵۸ میلادی به نام آزمایش Refugio بر روی خط انتقال گاز Tennesse در ایالت تکزاس انجام گرفت. این آزمایش ثابت کرد که پوشش داخلی COPON ظرفیت انتقال مواد را در خطوط لوله افزایش داده است و این پایه اثبات ظرفیت خطوط لوله با استفاده از پوشش داخلی می باشد.

این تکنولوژی امروزه تکنولوژی روز محسوب می شود. برای مثال پوشش داخلی لوله در عرض ۴ الی ۵ سال گذشته در خطوط لوله انتقال گاز با قطر بالا و طول بلند در اروپا و انگلیس مورد استفاده قرار گرفته است. خطوط لوله انتقال گاز در دریای شمال به طول ۳۰۰۰ کیلومتر و هزاران کیلومتر دیگر خطوط لوله انتقال در خاور میانه و خاور دور از پوشش داخلی استفاده کردند و در آینده نیز استفاده خواهند نمود.

پوشش داخلی لوله برای انتقال گاز یک خط زیرزمین به صورت استاندارد در بسیاری از کشورها اعمال می شود.

پوشش داخلی لوله نبایستی به صورت یک هزینه اضافی محسوب گردد، بلکه باعث پس انداز در طول سالها محسوب می شود. صاحبان خطوط انتقال گاز و کمپانی های نفتی در جهان نفتی در جهان تا زمانی که یک یا چند منفعت از پوشش دادن داخلی لوله هایشان نداشته باشند لوله ها را پوشش نخواهند داد.[7]

۳- ۴) مزایای مالی:

انالیز زمان برگشت هزینه نمودار این است که پوشش داخلی خطوط لوله برای گاز و مایعات در طول مدت ۳ تا ۵ سال برگشت هزینه دارد.

۳- ۴- ۱) اقتصادی بودن پوشش داخلی:

PARSETHYLENE KISH

هزینه ابتدایی پوشش داخلی خطوط لوله انتقال چندین بار در طول عمر یک خط برگشت داده می شود حتی اگر خطوط لوله ظرفیت حمل مواد بیشتری نسبت به نیاز خط داشته باشد باز هم پوشش داخلی لوله برای افزایش نیاز در آینده مقرون به صرفه خواهد بود. در خطوط انتقال طولانی نیز پوشش داخلی خط نیز به استفاده از پمپ کم مصرف تر خط را به صرفه تر مینماید.
در یک گزارش بر پایه نتایج آزمایشات بر روی ۶۲۰ مایل از خطوط لوله نتیجه گیری شده که بهره برداری، pigging و راه اندازی خطوط لوله پوشش داخلی داده شده اقتصادی تر می باشد.

۳- ۴- ۲) صرفه جویی در موارد مصرفی:

در طول زمانی کارگذاری لوله انتقال گاز خشک، خطوط لوله دریایی از آب دریا پر می شوند. با پوشش داخلی لوله می توان در مقدار مصرف مواد تمیز کننده برای آب دریا صرفه جویی نمود.

۳- ۴- ۳) صافی سطح و صرفه جویی در هزینه های بهره برداری:

اخیراً توجه بیشتری نسبت به صافی سطح داخلی لوله با شات بلست کردن و استفاده از پوشش داخلی COPON مبذول می شود. تضمین برای بهره برداری مناسب از یک خط لوله منوط به استاندارد بالای صافی سطح داخلی لوله می باشد. هر گونه مسدود شدن خط لوله مثل مسدود شدن بر اثر زنگار می تواند بهره برداری را عقب انداخته و خسارات مالی فراوانی را به بار آورد. به مزایای بهره برداری در صورت پوشش داخلی دادن لوله های خطوط اشاره شده است بهره برداری سریعتر علاوه بر اینکه زمان بهره برداری را زود هنگام می کند می تواند پوشش داخلی خط لوله را بپوشاند.[2]

۳- ۵) مشخصات فنی پوشش داخلی برای خطوط انتقال گاز:

مشخصات فنی برای پوشش نازک داخلی لوله در کشورهای مختلف متفاوت است ولی معمولاً بر پایه یک اصل کلی بنا شده است. یک دستورالعمل متعارف تست به وسیله API و شرکت گاز بریتانیا شامل خصوصیات مکانیکی پوشش مثل خاصیت ارتجاعی، ضربه پذیری، چسبندگی، مقاومت در مقابل: آب نمک، رطوبت، اسید، آب مقطر، تری تیلن، کلیکول، روغن، هیدروکربن ها، الکل متیل و مواد افزودنی بوزا به گاز می باشد.
دستورالعمل متعارف تست طراحی شده تا شرایط انتقال مواد در خطوط لوله مشابه سازی گردد و این دستورالعمل شامل تست فشار نیز می باشد و در تست فشار هواپوش تحت فشار Psi ۱۰۰۰ به مدت ۳۰ ثانیه واقع می گردد. در تست فشار هیدرولیکی از آب مقطر استفاده می گردد و فشار سرعت از Psi ۲۰۰۰ به صفر می رسد. در تمام شرایط فوق ساختار فیزیکی پوشش می بایستی ثابت بماند.
تست هیدرو استاتیک لوله های گاز با آب انجام می شود وفشارآن تا ٪۹۰ حداقل فشار نقطه تسلیم فولاد بر اساس ضخامت دیواره لوله است در صورت معیوب بودن دیواره لوله، لوله می ترکد.
آزمایشات فشاری که بر روی جداره ی پوشش داخلی لوله به عمل می آید هیچ گونه تأثیر مخربی بر روی پوشش ندارد حتی اگر این فشار از ٪۹۰ به ٪۱۰۵ حداقل فشار نقطه تسلیم فولاد برسد که در این

PARSETHYLENE KISH

صورت لوله باد می کند. خطوط لوله انتقال گاز در دریای شمال ممکن است در مواردی حتی تا یکسال از آب دریا پر شود و پوشش داخلی می بایستی حتی در این شرایط قابل استفاده باشد. زاویه بردار اصطکاک پوشش داخلی خطوط لوله بنا به نوع لوله متفاوت است ولی بین ۱۰ الی ۱۳ درجه است.[7]

۳- ۶) آزمایشهای انجام شده برروی پوششهای داخلی:

مقاومت پوشش داخلی به فشار بالا لازم است ، به طور مثال طبق استاندارد پوشش داخلی ۲ RL ۵ API مقاومت پوشش داخلی در مقابل آزمایشات ذیل ضروری است.

تاول زدگی: بعد از اعمال psi ۱۲۰۰ فشار هوا و رها کردن فشار بعد از ۵ ثانیه بر روی پوشش داخلی هیچ گونه تاول زدگی به وجود نیاید.

تاول زدگی هیدرولیکی: بعد از اعمال psi ۲۴۰۰ هیدرولیکی و تخلیه فشار بلافاصله بعد از اعمال فشار بر روی پوشش داخلی هیچ گونه تاول زدگی به وجود نیاید. به علت تقاضای اخیر تست فشار تا psi . ۶۸۵ انجام می پذیرد و پوشش داخلی COPON چنین فشار بالایی را تحمل می کند. قابل ذکر است که فشار بعد از ۵ ثانیه تخلیه می گردد.[7]

۳- ۷) مسائل زیست محیطی:

مسائل زیست محیطی شامل:
ملزمات ایمنی و بهداشت که معمولاً می توان با پیش بینی و انجام صحیح پوشش به آن فایق آمد.
بخش مشکل تر آن تمایل پوشش دهندگان به استفاده کمتر از حلال است.[2]

۳- ۸) پوشش برای مصارف زیرآبی:

توسعه خطوط انتقال زیرآبی نیازهای پوشش داخلی لوله را تغییر داده است. انتقال جریان چند منظوره شامل آب، هیدروکربن ها، کربن دی اکسید و سولفید هیدروژن در حرارتهای بالا و فشار بالا از زمره این موارد است. هر پوشش داخلی لوله می بایستی این شرایط را تحمل کند و جدایش از لوله را در صورت افتادن ناگهانی فشار داخل لوله را تحمل نماید.بکارگیری لوله های فولادی مقرون به صرفه است اما نیاز به استفاده از پوشش داخلی دارد، وجود یک نوع پوشش که نیازهای فوق را برآورده سازد به توسعه خطوط انتقال زیرآبی با حداقل هزینه کمک شایانی می نماید.
امروزه تقاضای زیادی برای پوشش داخلی که بتواند چنین شرایطی را تحمل نماید وجود دارد مخصوصاً برای گاز ترش و نفت ترش و شرایط سخت انتقال مواد. بطور مثال خطوط انتقال دریای شمال انگلستان شرایطی دارند که می بایستی H2S و CO۲، آب و حرارت و فشار بالا را تحمل کنند. در این شرایط

PARSETHYLENE KISH

گردانندگان خطوط مجبور به استفاده از فولادهای آلیاژی به جای فولاد کربنی می شوند که خیلی گـران تر از فولاد معمولی است و جوشکاری خاص دارد. بعضی از فولادهای آلیـاژی بـرای آب دریـا بـا حـرارت ۱۲۰ درجه سانتیگراد مناسب نمی باشد و برای محافظت در مقابل کلر باید عایق گردد که خود عایق هم از لحاظ کارآیی جای سؤال دارد.

علامت سوال دیگری که برای فولادهای آلیاژی مطرح است نرمی فولادهای آلیاژی و ضـریب انبـساط آن می باشد. بعضی از فولادهای ضد زنگ نیز در مقابل آب دریا دچار صدمه می شوند.

صرفه جویی اقتصادی زیادی می توان از بکارگیری لوله های فولادی کربنی با پوشش داخلی COPON که توانایی مقاومت در مقابل شرایط ترش و محیط کاری خشن را داراست حاصل نمود.

اطلاعات مربوط به مقاومت در مقابل زنگ زدگی

(ASTM B ۱۱۷ مه داغ نمک) ۲۱۰۰ ساعت مقاومت

(BS ۳۹۰۰ : F۲ رطوبت سیکلی) ۲۱۰۰ ساعت مقاومت

تست فشار- فشار ۲۵۰ بار در درجه حرارت ۱۳۰ درجه حـرارت سـانتیگراد بـا مخلـوطی از متـان و دی اکسید کربن به مدت ۴۸ ساعت، تست غوطه وری در اسید محلـول ٪۲۰ اسـید سـولفوریک در ۹ درجـه سانتیگراد به مدت ۱۰ روز پوشش های مقاوم در مقابل گاز ترش از ترک خوردگی سولفید جلوگیری می کنند.[7]

۳- ۹) مزایای داخلی پوشش COPON:

- به مخزن ذخیره نیازی ندارد.
- به لوله تزریق مواد نیاز ندارد.
- هزینه مواد شیمیایی.
- مواد افزودنی ندارد.
- هزینه کنترل ندارد.
- خطای انسانی ندارد.
- آلودگی شیمیایی ندارد.
- هزینه سرمایه گذاری.

PARSETHYLENE KISH

فصل چهارم

لوله های کامپوزیتی به عنوان لوله های جایگزین در خطوط لوله نفت و گاز

PARSETHYLENE KISH

۴- ۱) مقدمه:

مقاومت در برابر خوردگی یکی از مهم ترین دلایل به کارگیری گسترده ی مواد کامپوزیتی است. فلزات با توجه به استحکام بالا و بهای تمام شده ای مناسب به طور گسترده ای در مصارف صنعتی، شهری و خانگی به کار گرفته می شوند ولی این مواد محیط های خورنده ضعیف بوده و با گذشت زمان استحکام خود را از دست می دهند یکی از موارد مصرف گسترده فلزات، لوله های فلزی هستند که در موارد گوناگون برای حمل و نقل و هدایت مواد مختلف به کار گرفته می شوند. لوله ها در بیشتر موارد در معرض محیط های خورنده قرار دارند که به ناچار هزینه های تعمیر و نگه داری زیادی را به کاربرانشان تحمیل می کنند. از این رو بسیاری از مصرف کنندگان اهداف دراز مدت خود را در نظر گرفته و با وجود بهای بالای مواد کامپوزیت، نخست از لوله های کامپوزیتی استفاده می کنند که افزون بر مقاومت در برابر خوردگی از نسبت استحکام به وزن بالا و مقاومت در دمای بالا برخوردار است.[5,10]

۴-۲)تعریف لوله های کامپوزیتی

در ابتدا تصور می شد که لوله هاس کامپوزیتی همان لوله های فایبر گلاس هستند اما لوله های کامپوزیتی می توان تعابیر متعددی داشت.لوله های کامپوزیتی شامل رزین ومواد تقویت کننده شبیه فایبر گلاس است؟ یا لوله های فولادی با پوشش خارجی بر سطح آن است یا یک لایه پلاستیک با پوشش مسلح خارجی است ؟یا آن پلاستیک با مواد مسلح در ساختار ماتریس است ؟

همه اینها در صنعت لوله سازی در نظرگرفته شده است.مطالعه اجمالی در نوشتارهای مختلف در لوله های کامپوزیتی آشکار می کند که کامپوزیت در بین مهندسان و سازندگان معانی متعددی داردامادر تعریف کلی کامپوزیت،کامپوزیت شامل دو یاچند ماده نامتشابه است که وقتی با یکدیگر ترکیب می شوند از حالت منفرده هریک از آنها قویتر است این تعریف کلی ،سه نوع متفاوت از لوله ها شامل فلزات، پلاستیک ،رزینهای ترموست و ترکیب متعددی از این سه نوع را می پوشاند.[11, ,5]

۴-۳) مزایا و معایب لوله های کامپوزیتی

۴-۳-۱) مزایا

۱-مقاومت به خوردگی بالا

۲- نسبت به استحکام به وزن بالا

۳-مقاومت در دمای بالا

۴- وزن سبک وانعطاف پذیری بالا

۵- مقاومت مناسب در برابر فشارهای داخلی[5,10,11]

۴-۳-۲) معایب

۱- قیمت بالا

PARSETHYLENE KISH

۲- عدم امکان حلقه شدن
۳- عدم امکان جوشکاری حرارتی
۴- تغییر خواص مکانیکی به هنگام قرار گرفتن در مجاورت آب[5.10,11]

۴- ۴) مواد اولیه: الیاف، رزین ها، و دیگر پرکننده ها

لوله های FRP با استفاده از تقویت کننده های الیاف شیشه، رزین های گرما سخت، مواد linerviel و انواع دیگر افزودنی ها ساخته می شوند. الیاف تقویت کننده معمولاً از جنس الیاف شیشه E است. مشخصات اسمی الیاف شیشه E عبارتند از سفتی کششی در حدود ۷۲۴۰۰ مگاپاسکال، استحکام کششی در حدود ۳۴۵۰ تا ۳۸۰۰ مگاپاسکال و درصد افزایش طول در حدود ۴ تا ۵ درصد. انواع دیگری ار الیاف در این رده عمومی وجود دارند که نیازهای گوناگون مقاومت به خوردگی را برطرف می کنند اما الیاف شیشه E تا حدودی تمام بازار را تحت سلطه خود درآورده است. الیاف تقویت کننده دیگری برای کاربردهای ویژه و شرایط خورنده منحصر به فرد وجود دارد مانند AR ، C ، FCR و جز آن. الیاف تقویت کننده بسته به فرآیند ساخت لوله و تحمل بار مورد نیاز، تغییر می کنند. الیاف تک جهته تابیده شده، الیاف کوتاه، تقویت کننده های رشته ای، نمد، الیاف بافته شده و انواع دیگر الیاف در ساخت لوله های FRP کاربرد گسترده ای دارند.

درصد وزنی الیاف به طراحی محصول نهایی وابسته خواهد بود. جهت الیاف، شیوه چیدمان لایه ها روی هم و تعداد لایه های تقویت کننده، ویژگی های مکانیکی، سفتی و استحکام واقعی لوله را تعیین می کند. رزین مورد استفاده در ساخت لوله FRP ویژگی های خاص خود را دارد. در حالی که ویژگی های استحکام و سفتی رزین چندین بار کم تر از الیاف است، رزین نقش اساسی را ایفا می کند. رزین های گرما سخت گروه عمده ای هستند که در ساخت لوله FRP به کار می روند. رزین به عنوان چسب عمل کرده و الیاف را در ساختار لایه ای محصول پخت شده به هم متصل می کند. رزین در برابر خوردگی ناشی از عبور گازها و سیالات از درون لوله مقاومت می کند. مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین، مقاومت حرارتی که به شکل یک مشخصه که دمای انتقال شیشه ای، Tg ، نامیده می شود و ویژگی های روش ساخت نقشی کلیدی در طراحی لوله ایفا می کنند. در حالی که رزین های پلی استر، وینیل استر و اپوکسی قصد تسلط بر بازار لوله های FRP را دارند، رزین های دیگری نیز وجود دارند که مقاومت به خوردگی منحصر به فردی ایجاد می کنند. پلی استرها اغلب برای تولید لوله هایی با قطر زیاد استفاده می شوند. وینیل استرها مقاومت به خوردگی بیشتری معمولاً در برابر مایعات خورنده قوی مانند اسیدها و سفید کننده ها دارند. رزین اپوکسی معمولاً برای لوله هایی با قطر کمتر از ۷۵۰ میلی متر و فشارهایی در حدود ۲۰/۸ مگاپاسکال تا ۳۴/۶ مگاپاسکال استفاده می شوند.

طراحی و تولید لوله های FRP اغلب به اجزای افزودنی نیز نیاز دارد. بیشترین افزودنی ها به شکل دهی رزین های گرما سخت کمک می کنند و همچنین ممکن است برای تکمیل واکنش های شیمیایی و پخت چند لایی مورد نیاز باشند. کاتالیزورها و سخت کننده ها در این دسته قرار می گیرند. پرکننده ها ممکن است به علت مسائل اقتصادی و یا افزایش کارایی استفاده شوند. بعضی از لوله ها به ویژه لوله های

PARSETHYLENE KISH

گرانشی به شدت به سفتی خمشی بالایی نیاز دارند. در مورد لوله های زیر خاک، سفتی خمشی با عامل EI اندازه گیری می شود که حاصل ضرب سفتی چند لایی کامپوزیتی E و ممان اینرسی سطح مقطع لوله I است. سفتی چند لایی E را می توان با تغییر جهت الیاف و افزایش حجم الیاف و موارد دیگر افزایش داد. از آنجایی که ممان اینرسی I با توان سوم ضخامت دیوار نسبت دارد؛ هر گونه کوششی برای افزایش ضخامت دیواره، ممان اینرسی را به طور چشمگیری افزایش می دهد. در نتیجه بعضی از لوله های گرانشی با افزودن شن در مرحله تولید ساخته می شوند. افزایش شن مایه افزایش ضخامت دیواره و در نتیجه افزایش ممان اینرسی و افزایش عامل EI می شود. این کار افزایش سفتی با استفاده از ماده نسبتاً ارزان مانند شن نامیده می شود. بنابراین شن می تواند یک افزودنی مهم در ساخت لوله FRP باشد.[10]

۴- ۵) چندین روش برجسته در صنعت:

لوله های FRP به دو روش اصلی ساخته می شوند: ریخته گری گریز از مرکز و پیچش الیاف. با این وجود روش های بسیار متغیر و بهبود یافته ای در این سالها ایجاد شده است. در این روش ریخته گری گریز از مرکز، الیاف درون یک لوله فولادی قالب قرار داده می شوند. مواد تقویت کننده خشک هستند و در این مرحله به رزین آغشته نمی شوند. لایه چینی ویژه مواد در لوله فولادی به وسیله مهندس طراح و با توجه با کارآیی نهایی مورد نیاز، مشخص می شوند. هنگامی که الیاف در سر جای خود قرار گرفتند، لوله فولادی با سرعت بالایی آغاز به چرخیدن می کند. رزین مایع در مرکز لوله پاشیده می شود و با توجه به نیروی گریز از مرکز، تقویت کننده خشک را آغشته می کند. پوسته کامپوزیتی در حال چرخش با استفاده از گرما به لوله ای با سطح داخلی و خارجی صاف تبدیل می شود. سطح داخلی، اغلب یک سطح هموار و غنی از رزین است.

روش شرح داده شده، روش ریخته گری گریز از مرکز معمولی و متداول است. الیاف بافته شده، پارچه و نمدهای سوزنی از مواد ساختاری این روش هستند. درصد وزنی الیاف در این روش ساخت، معمولاً بین ۲۰ تا ۳۵ درصد است. می توان با استفاده از بافت های متراکم تر با افزایش سرعت چرخش برای دست یابی به فشردگی بیشتر به درصد وزنی الیاف بالاتری دست یافت.

برای ساخت لوله های گرانشی با قطرهای زیاد که سفتی لوله یک عامل بحرانی است و به سختی حاصل می شود، اغلب اوقات از روش بهینه شده ای به نام ریخته گری گریز از مرکز Hobas استفاده می شود. روش Hobas شبیه به ریخته گری گریز از مرکز معمولی است، افزون بر این که برای افزایش عامل EI ، شن نیز به مواد اولیه افزوده می شود. این روش اغلب در قطرهای بزرگ تر از ۵۰۰ میلی متر استفاده می شود و شن بخش عمده ای از سازه خواهد شد. درصد وزنی الیاف حدود ۲۰ درصد است. درصد وزنی رزین ۳۵ درصد و مقدار شن ۴۵ درصد وزنی است. بنابراین درصد بالای شن باعث افزایش سفتی مقطع I می شود ولی سفتی الاستیک E را افزایش نمی دهد. به خاطر اینکه شن یک ماده ساختاری نیست، از لوله Hobas به عنوان لوله گرانشی استفاده می شود نه لوله فشاری. در فرایند پیچش الیاف، پوسته ای پیرامون یک سنبه چرخان با قطری برابر با قطر داخلی لوله به طور پیوسته پیچیده می شود و به طور

PARSETHYLENE.KISH

کلی در این روش، تغییراتی ایجاد شده است. در فرآیند پیچش الیاف دو جهته یا مار پیچی، الیـاف تحـت زاویه و به صورت مار پیچی روی سنبه پیچیده می شود، تا هنگامی که تمام سطح پر شـود و تعـداد لایـه های درست روی هم چیده شود. زاویه پیچش معمولاً در محدوده زاویـه بهینـه تئـوری و بـین ۵۵ تـا ۷۵ درجه است. طراحی، زاویه پیچش مناسب را مشخص می کند. این روش بیشترین سفتی E و استحکام را ایجاد می کند؛ چون الیاف پیوسته هستند نه بریده شده و می توان به درصد وزنی الیاف ۶۰ تا ۸۰ درصـد رسید.[11]

۴- ۶) ملاحظات طراحی و محیطی:

طراحی لوله های FRP با توجه به موضوعات هیدرولیکی و شار جریان انجام می شود؛ چون ایـن مـسایل از ملاحظات اساسی در طراحی مؤثر جریان گاز و سیال در سیستم های لوله کشی هستند.

لوله های FRP برتری های قابل توجهی نسبت به مواد مرسوم مانند لوله هـای فلـزی و بتنـی دارنـد. بـه عنوان مثال، هموار بودن سطح داخلی لوله FRP باعث کاهش مقاومت سیال و انـرژی لازم بـرای جریـان یافتن سیال در داخل لوله می شود. به دلیل مقاومت لولـه FRP در برابـر خـوردگی، بـا گذشـت زمـان و استفاده از لوله، سطح داخلی هموار باقی مانده و مقاومت در برابر خوردگی نیز نقش اساسی در لولـه هـای FRP بازی می کند.

گسترده دمایی در طراحی لوله های FRP به نوع کاربرد و نوع ماده ای که در درون لولـه جریـان خواهـد داشت بستگی دارد. لوله های زیر زمینی برای دمای ثابتی که میانگین دمـای محـیط پیرامـون آن هـا بـا توجه به شرایط محلی است، طراحی می شوند. لوله های سطح زمین چون تحت شرایط باد، باران، بـرف و پرتوهای فرا بنفش قرار می گیرند گستره دمایی وسیع تری دارند. در هر دو حالت گستره دمایی بر اساس آب و هوا و شرایط منطقه ای که لوله در آن نسب می شود تثبیت می شود. این سرایط معمولاً از محدوده ۲۰ تا ۶۵ درجه سانتیگراد خارج نمی شود. در حقیقت به جز در موارد اندک، محدوده دمای کاری معمولاً بین ۲۰ تا ۵۵ درجه سانتیگراد قرار دارد.

با این وجود توجه به دمای سطح داخلی لوله مهم است چون معمولاً سیال یا گاز در دماهای بـالایی بـین ۵۲ تا ۱۵۰ درجه ساتیگراد در داخل لوله جریان می یابد. رزین و لایه آستر درونی اغلب اوقات بـر اسـاس نوع ماده خورنده عبوری از درون لوله و دمای فرآوری آن برگزیده می شود. لوله های FRP را مـی تـوان برای بسیاری از کاربردها ساخت.

طراحی لوله FRP هم چنین به شدت، تحت تأثیر محدوده فشار کاری است؛ در حالی که بیشتر لولـه هـا طی عمر کاری خود در معرض فشار داخلی مثبت قرار دارند. بار خـلأ نیـز مـی توانـد بـه عنـوان یکـی از فاکتورهای طراحی لوله، به ویژه در مورد لوله های زیر زمینی مورد توجه قرار بگیرد. در مـورد لولـه هـای گرانشی زیرزمینی، لوله های FRP اساساً بر مبنای سفتی مورد نیاز و با توجه به شرایط خاک، عمق دفـن و فشار خارجی طراحی می شوند.

با این وجود، اگر چه لوله های گرانشی در رده های متفاوت سفتی طراحی می شوند ولی این طراحـی بـه گونه ای است که لوله بتواند در محدوده فشار روزانه که به وسیله کاربرد نهایی مشخص می شود، به طـور

PARSETHYLENE KISH

موفقیت آمیزی کار کند. دور از انتظار نیست که حتی یک لوله گرانشی FRP هنگام کار تحت فشارهای حدود ۸ مگاپاسکال قرار بگیرد. در حقیقت لوله های گرانشی نیز برای تحمل خوب بارهای طولانی مدت طراحی می شوند. لوله های فشاری در واقع بنابر شرایط تحمل بارهای فشاری بلند مدت برای کار پیوسته در خط طراحی می شوند. در نتیجه، لوله های فشاری FRP اساساً برای تأمین استحکام طراحی می شوند تا سقفی؛ چون در شرایط بارگذاری کوتاه مدت و بلند مدت بارهای فشاری، بسیار مورد توجه هستند.

بارهای خارجی می توانند به صورت بارهای ناشی از دفن لوله، لوله های زیرزمینی، بارهای خمشی و یا تماسی، لوله های سطح زمین و یا بارهای حاصل از ترافیک لوله های زمینی باشند. بسیاری از این بارها ممکن است در کارآیی بلند مدت لوله FRP بحرانی باشند و محاسبه جابجایی ها و تنش های چند لایی تحت باد برای تضمین یکپارچگی سازه در طول عمر مفید مورد انتظار مهم است. بسیاری از راهنماهای طراحی و استانداردها، طراحی لوله های FRP را از طریق اینگونه محاسبات و تأییدیه ها کنترل می کنند.

در برخی از کاربردها که قابلیت اشتعال، دود، مقاومت در برابر آتش و سمی بودن مهم هستند، مقاومت در برابر شعله می تواند از اصول طراحی باشد. از جاهایی که این مسائل مورد توجه هستند، سکوهای نفتی دور از ساحل است. تولید کننده ها می توانند از رزین های گوناگون مقاوم در برابر شعله و یا لایه های خارجی مقاوم، برای این منظور استفاده کنند.[5,10,11]

۴- ۷) تقویت لوله های انتقال گاز با لایه های کامپوزیت:

تأمین سوخت یکی از مسائل اساسی هر کشور بوده و انتقال ارزان و مطمئن آن مسأله ای قابل تحمل است. یکی از راه های سریع، مطمئن و پیوسته در انتقال گاز (به عنوان سوخت) استفاده از لوله کشی سراسری است. در بعضی از شرایط لازم است، خطوط لوله گاز از مناطق شوره زار با خاصیت اسیدی بالا و یا مناطق مرطوب و خورنده نیز عبور کند.

این شرایط باعث خوردگی و فساد تدریجی لوله می شود. برای دور نگه داشتن لوله از محیط و شرایط خورنده راه هایی چون حفاظت کاتدی و عایق بندی سطح لوله های فولادی را می توان به کار برد. ولی با وجود این تدابیر گاه پیش می آید که لوله به قدری خورده شود که ضخامت آن از ضخامت مطمئن طراحی پایین بیاید.

در این زمان بر اساس روش سنتی رایج، بخش خورده شده را از خط خارج کرده و با لوله ای سالم جایگزین می کنند که این را مستلزم قطع گاز در لوله، بریدن بخش خورده شده و جوشکاری پس از جایگزینی است.

در این راه مقداری سوخت به هدر رفته و در محیط کاری باقی می ماند و گاهی سبب انفجار در مرحله جوشکاری خواهد شد.

با توجه به مسائل و مشکلات مطرح شده استفاده از یک روش بهتر، لازم به نظر می رسد. روش تقویت لوله های انتقال با مواد کامپوزیت، راهی مطمئن و ارزان است.

PARSETHYLENE KISH

در این روش از لایه های کامپوزیت با الیاف شیشه استفاده می شود. زاویه های الیاف و تعداد لایه ها با توجه به فشار، استانداردهای طراحی و مقدار و وسعت خوردگی در لوله محاسبه می شود؛ رزین مناسب نیز با توجه به شرایط شیمیایی و حرارتی محل برگزیده شده و به کار برده می شود.
لایه های کامپوزیت به صورت پارچه هایی تهیه شده، در محلی با رزین آغشته شده و به وسیله کارگران متخصص با زاویه های استاندارد، به روش پیچش روی لوله ای که سطح آن از پیش آماده شده پیچیده می شود.[11]

۴- ۷- ۱) برتری ها:

۱. در این روش هزینه های مربوط به جوشکاری و قطع گاز در لوله حذف می شود.
۲. این روش قابلیت بازگرداندن لوله های خورده شده و وضعیت اولیه طراحی را دارا است و همچنین از خوردگی آنها در آینده جلوگیری می کند.
۳. خطوط لوله به هنگام تعمیر می تواند در شرایط و فشار کاری معمولی خود، کار کنند و نیازی به قطع گاز نیست. همچنین در این روش گاز به هدر نخواهد رفت.
۴. به علت وزن کم مواد کامپوزیت نصب آن بسیار راحت است و تعمیر به وسیله دو نفر بدون نیاز به لوازم و دستگاه های ویژه انجام می شود.
۵. چون در این روش نیازی به قطع گاز، تکه تکه کردن لوله و جوشکاری نیست در زمان هم صرفه جویی خواهد شد.
جدول زیر مقایسه این دو روش را نشان می دهد. اعداد و ارقام ارائه شده بر اساس هزینه های مصرف شده پس از جایگزینی ۱۶ کیلومتر لوله به روش سنتی و تعمیر همین مقدار لوله با روش ارائه شده است.[11]

جدول ۴-۱)جدول مقایسه ای تعمیر گاز با روش سنتی و استفاده از لایه های کامپوزیت

تعمیر به روش سنتی	تقویت با لایه های کامپوزیت۳۵۸دلار	میزان صرفه جویی در روش استفاده از لوله های مواد اولیه کامپوزیت
۵۰۰ دلار	۵۰۰ دلار	هزینه کارگر
۱۲۰۰۰ دلار	۵۰۰۰ دلار	فشار کاری نسبی لوله
	۸۰۰ Psig	گاز به هدر رفته
۱۹۰۰۰ دلار	۰ دلار	
		هزینه های جانبی
۲۰۰۰۰ دلار	۷۰۰۰ دلار	مجموع هزینه های تعمیر
۵۱۵۰۰ دلار	۱۲۵۰۰ دلار	

۴- ۸) بررسی لوله های فایبرگلاس به عنوان یک نمونه از لوله های کامپوزیتی:

مواد اولیه اصلی که برای تولید لوله های فایبرگلاس بکار می برند به شرح ذیل می باشد.

PARSETHYLENE.KISH

رزین

الیاف مسلح کننده (تقویت کننده)

مواد اولیه

انواع رزین:

پلی استر ایزوفتالیک

ونیل استر

پلی استر بی اسفنول

رزین های مخصوص (برای درجه حرارت بالا، ضد اشتعال، ضد سایش و غیره)

رزین های بالا خواص جالب بسیاری از خود نشان می دهند مانند:

پخت در دمای اتاق

سمی بودن کم در هنگام حمل و پخت

مقاومت شیمیایی بالا

چسبندگی خوب به الیاف شیشه

رزین پلی استر ایزوفتالیک دارای مقاومت خورندگی مناسب تا دمای حدود ۶۰ درجه سانتیگراد می باشد.[4]

انواع الیاف شیشه مورد استفاده برای تولید فایبرگلاس از قرار زیر می باشد:

الیاف شیشه نوع C مقاوم به مواد شیمیایی با درجه هیدرولیکی ۳ استاندارد DIN12111

الیاف شیشه نوع E با خواص مکانیکی والکتریکی عالی با توجه به استاندارد ISO 2078

جدول ۴-۲) برخی از خواص رزین های مایع :[4]

Property	Isophtalic	Bisphenol	Vinylester
Styrene level, %	48	48-50	45-48
Brookfield viscosity, mPa.s at 25 °C	400	450	500
Specific gravity uncured at 25 °C [g/cm^3]	1.07	1.03	1.02
Storage stability months	6	6	6

PARSETHYLENE KISH

جدول ۴-۳) رزین پخت شده دارای خواص زیر در دمای اتاق [4]

Test	Isophtalic	Bisphenol	Vinylester
Tensile strength, MPa	80-90	60-70	81-83
Tensile modulus, GPa	3.0-3.9	3.0-3.5	3.3-3.5
Flexural strength, MPa	-	110 -125	124 -153
Flexural modulus, GPa	-	3.0 - 3.5	3.1-3.5
Heat distortion temperature, °C	95-115	100-120	102-115
Barcol hardness	35-40	35-40	35-40

جدول ۴-۵) و مهمترین خواص مکانیکی الیاف شیشه مورد استفاده بعنوان مسلح کننده [4]

Property	Value
Ultimate tensile strength, MPa	1,400
Modulus of elasticity, GPa	70

PARSETHYLENE KISH

مواد اولیه کمکی:

مواد اولیه کمکی تماماً مواد افزودنی فنی هستند که برای فرایند تولید رزینهای مسلح بکار می روند مانند بهبود دهنده ها، سرعت دهنده ها، کاتالیستها، باز دارنده ها، افزودنی های مربوطه به دانسیته و ویسکوزیته، متراکم کننده ها، پرکننده ها و مواد رنگی.[4]

۴- ۸- ۱) مزایای کاربرد لوله های فایبرگلاس:

- مقاومت شیمیایی: لوله های فایبرگلاس نسبت به خوردگی در مقابل طیف وسیعی از سیالات من جمله مواد شیمیایی، صنعتی و نفتی (از داخل و خارج) مقاوم بوده و نیازی به عایقکاری اضافی از بیرون و داخل نمی باشد.

- نسبت استحکام به وزن: لوله های فایبرگلاس با وجود وزن کم دارای استحکام زیادی می باشند. وقتیکه مقدار استحکام نسبت به وزن در نظر گرفته شود. فایبرگلاس نسبت به چدن، فولاد و یا فولاد ضد زنگ برتر خواهد بود.

وزن کم لوله های فایبرگلاس در مقایسه با لوله های با خواص مکانیکی مشابه دارای وزن کمی می باشند. وزن لوله های فایبرگلاس فقط $\frac{1}{6}$ لوله های فولادی و حدود یک دهم لوله های سیمانی می باشد.

- خواص الکتریکی: لوله های فایبرگلاس در مقابل جریان الکتریسیته عایق می باشند. بر حسب سفارش می توان لوله هایی تولید کرد تا امکان دفع بار الکتریسیته ساکن را داشته باشند این نوع لوله ها جهت انتقال مواد نفتی پالایش شده به کار می روند.

- پایداری ابعاد و خواص: لوله های فایبرگلاس در طول زمان، خواص خود را مانند ابعاد، سفتی، زبری و خواص مکانیکی و شیمیایی حفظ می نمایند.

- خواص اضافی: در صورت نیاز می توان به لوله های فایبرگلاس، خواص مقاومت در برابر آتش، رنگ پذیری، مقاومت در مقابل ساییدگی، مقاومت در مقابل خستگی و غیره را افزود.

- نصب، حمل، نگاهداری: کم بودن وزن لوله های فایبرگلاس هزینه حمل و نصب را به شدت کاهش می دهد. همچنین نگاهداری لوله فایبرگلاس ساده است زیرا آنها خورده نمی شوند و حفاظت کمتری را در مقابل عوامل محیطی نیاز دارند.[5,10,11]

۴- ۸- ۲) بررسی لوله های فایبرگلاس تولیدی در شرکت مشهدصدرا:

لوله های فایبرگلاس تولیدی شرکت مشهدصدرا از رزین های گرما سخت شده و به وسیله الیاف شیشه به روش پیچشی مسلح و تقویت شده است و دارای مقاومت ممتاز در مقابل خوردگی و نیز خصوصیات مکانیکی و فیزیکی بالا بوده و استفاده از آن در سخت ترین شرایط عملیاتی در سراسر دنیا بیانگر کیفیت بالای آن می باشد.[4]

۴- ۸- ۲- ۱) مزایای استفاده از این روش:

- تولید لوله با سفتی متفاوت
- بهینه شدن خواص شعاعی لوله با تغییر زاویه پیچش
- استحکام محوری بالاتر
- تولید لوله در فشارهای مختلف و بالا
- تحمل خلاء کامل[4]

۴- ۸- ۲- ۲) اقطار اسمی:

اندازه لوله بر مبنای قطر داخلی می باشد. لیست کامل اندازه های تولید شده توسط این شرکت را در جدول زیر مشاهده فرمایید:

PARSETHYLENE KISH

جدول ۴-۶) اقطار اسمی متفاوت[4]

mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
25	1	200	8	600	24	1000	40	1900	76
40	1 1/2	250	10	650	26	1100	44	2000	80
50	2	300	12	700	28	1200	48	2200	88
65	2 1/2	350	14	750	30	1300	52	2400	96
75	3	400	16	800	32	1400	56	2500	100
100	4	450	18	850	34	1500	60	2600	104
125	5	500	20	900	36	1600	64	2800	112
150	6	550	22	950	38	1800	72	3050	120

۴-۸- ۲- ۳) رده های فشار اسمی:

لوله ها با توجه به فشار اسمی طبقه بندی می شوند. طبقه بندی استاندارد فشار ۴ و ۶ و ۱۰ و ۱۶ و ۲۰ و ۲۵ بار می باشد. رده های فشار متوسط و یا بالاتر بر مبنای تقاضا یا بر مبنای شرایط طراحی تولید می گردند.

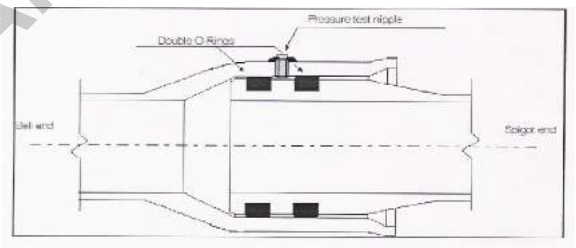
۴- ۸- ۲- ۴) اتصالات:

اتصالات لوله های GRP شامل دو دسته کلی می باشند:

الف) اتصالات مهار نشده، که فقط فشار شعاعی را تحمل می کنند.

ب) اتصالات مهار شده، که با نیروهای محوری نیز سازگاری دارند.

الف) اتصال مهار نشده:



شکل ۴-۱) اتصال دو اورینگی بابل و اسپیگوت[4]

حوزه کاربرد:

اقطار	فشار
۲۵ mm تا ۵۰۰	تا ۳۰ bar

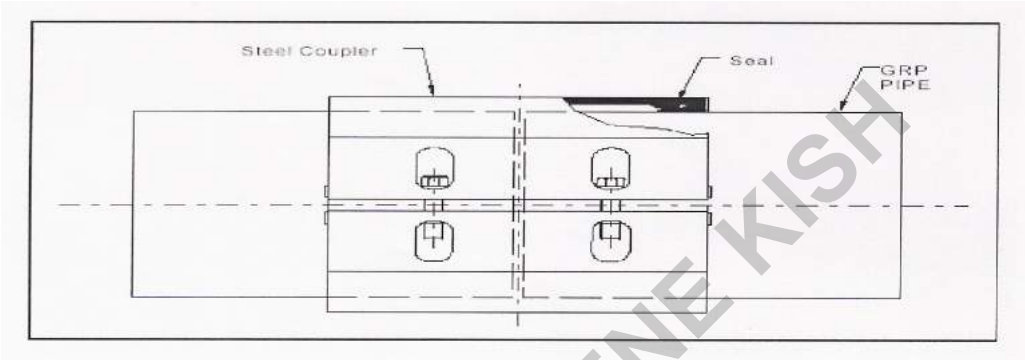
PARSETHYLENE KISH

۵۵۰ mm تا ۱۲۰۰	تا ۲۰ bar
۱۳۰۰ mm تا ۳۰۰۰	تا ۱۶ bar

۱)اتصال فاقد بل و اسپیگوت:

حوزه کاربرد:

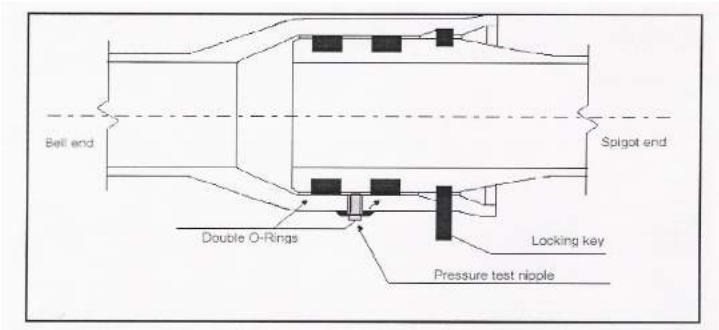
اقطار	**فشار**
۷۵ mm تا ۳۰۰۰	تا ۱۶ bar



شکل ۴- ۲) **اتصال فاقد بل و اسپیگوت**[4]

ب) اتصالات مهارشده:

۱) اتصال بل و اسپیگوت و با دو عدد اورینگ و قفل B/۲ RLj:



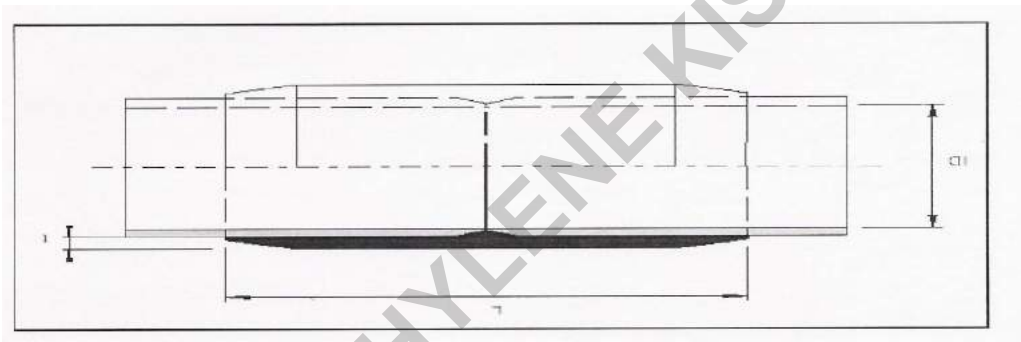
PARSETHYLENE KISH

شکل ۴- ۳) اتصال بل و اسپیگوت و با دو عدد اورینگ و قفل B/۲ RLj

حوزه کاربرد:

اقطار	فشار
Mm ۲۵ تا ۵۰۰	تا ۳۰ bar
Mm ۵۵۰ تا ۱۲۰۰	تا ۱۶ bar
Mm ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰	تا ۱۰ bar

۲) اتصال جوشی تقویت شده:



PARSETHYLENE KISH

شکل ۴- ۴) اتصال جوشی تقویت شده[4]

ابعاد اتصال جوشی تقویت شده با توجه به فرمول زیر محاسبه می شود:

$$T = P (ID + 2 tp) / (2 Sau – P)$$
$$L = P (ID + 2 tp) / (2 tau)$$

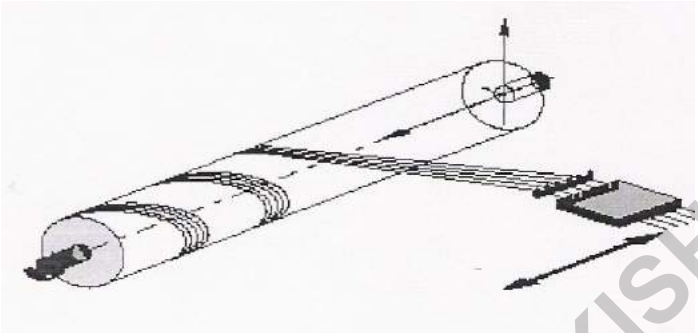
که در آن

t: ضخامت لایه ها به mm
tp: ضخامت لایه ها به mm
P: فشار طراحی به Mpa
sau: تنش مجاز شعاعی به Mpa
ID: قطر داخلی لوله ها به mm
tau: تنش مجاز برشی به Mpa
L: طول لایه ها به mm

۴- ۸- ۲- ۵) ساخت:

لوله ها با استفاده از روش ناپیوسته پیچش الیاف که با استفاده از تجهیزات رایانه ای کنترل می گـردد.بـا تنظیم چرخش، متناسب با مجموعه هدایت کننده الیاف شیشه، لایه های مسلح شده حلزونـی بـا زوایـای مختلف پیچانده می شوند.

به منظور افزایش سفتی لوله، مخصوصاً در مورد لوله های با اقطار بالا، ماسه شیشه ای می توانـد بـه لایـه های موازی دیواره مکانیک لوله افزوده شود.[4]



شکل ۴-۵)روش ناپیوسته پیچش الیاف [4]

ساختار دیواره:

دیواره لوله های GRP از سه لایه درست شده است که هر یک بـه دیگـری کـاملاً چـسبیده و هـر کـدام مشخصه و خواص ویژه ای در ارتباط با کارکرد خود دارند.[4]

۱) آستری:

آستری یا لایه مقاوم شیمیایی لایه داخلی لوله بوده، که در تماس مـستقیم بـا جریـان سـیال مـی باشـد. تضمین مقاومت شیمیایی در مقابل خوردگی و عدم نشتی کل لوله ها از طریق این لایه بدست می آید.

۲) لایه مقاوم مکانیکی:

لایه های مسلح به الیاف شیشه، مقاومت مکانیکی را در کل طول لوله در برابر تنش هـای ایجـاد شـده در رابطه با فشارهای داخلی و خارجی را ایجاد می کند.

۳)روکش:

روکش یا ژل کت لایه خارجی می باشد که شامل رزین خالص است که به آن مواد افزودنی برای حفاظـت لوله در مقابل اشعه ماوراءبنفش اضافه شده است.

در شرایط حاد که لوله در مقابل اشعه آفتاب، خاک بسیار متـراکم و یـا محـیط بـسیار خورنـده قـرار دارد روکش می تواند با یک لایه سطحی مسلح شود و با پرکننده و یا مواد رنگی به آن اضافه گردد.[4]

PARSETHYLENE KISH

فصل پنجم

لوله های پلیمری به عنوان لوله های جایگزین در لوله های نفت و گاز

PARSETHYLENE KISH

۵-۱) مقدمه:

امروزه تولید و استفاده از لوله های پلیمری بسیار متداول شده است و همگام با پیشرفت در علوم و مهندسی پلیمر تولید لوله های پلاستیکی روز به روز در حال گسترش است، به عنوان مثال یک نمونه از لوله های پلیمری لوله های پلی اتیلن می باشد که در ادامه این فصل به بررسی آن می پردازیم.[۱]

۵-۲) مزایا ومعایب کاربرد لوله های پلیمری:

۵ -۲-۱) مهمترین مزایای کاربرد این لوله ها:

مقاومت در برابر زنگ زدگی

سبکی وزن

سهولت نصب

نارسانایی الکتریکی

عدم نیاز به رنگ و یا پوشش خارجی

سهولت شکل پذیری

عدم تشکیل رسوب و افت فشار ناچیز به علت صیقلی بودن سطح داخلی آن.

مقاومت در برابر بسیاری از مواد شیمیایی و مقاومت در برابر خوردگی.

پایین بودن قیمت تمام شده محصول

۱۰انعطاف پذیری مناسب[1,8]

۵-۲-۲) معایب لوله های پلی اتیلن

۱- مقاومت پایین در برابر فشارهای بالا

۲- مقاومت پایین در دماهای بالا

۳- خورده شدن توسط جوندگان[1,8]

همانطور که می دانیم پلیمر بصورت زنجیره طویل کربنی است. بهبود در عملکرد تحت فشار را بوسیله ساختار بدون شاخه (تاحد امکان خطی) می توان جبران کرد.

اما در دماهای بالا خاصیت الاستیک بدلیل حرکت زنجیره های پلیمر کم می شود در نتیجه پلیمر مقاومت کمی در برابر کشش و خمش خواهد داشت.با شبکه ای کردن پلیمر خواص پلیمر از ترموپلاستیک به ترمو الاستیک تغییر می کند و هرگاه پلیمر بطور کامل شبکه ای شود ،دیگر نه تنها تمایلی به ذوب شدن در دمای بالا را را ندارد بلکه با افزایش دما بیشتر منعطف می شود.[12]

۵-۳) لوله های پلیمری از نقطه نظر تولید:

لوله های پلیمری از نقطه نظر تولید به دو صورت کلی، پیوسته و غیر پیوسته تولید می شود. پس از تشریح این روشها به مزایا و معایب هر یک اشاره می کنیم.[8]

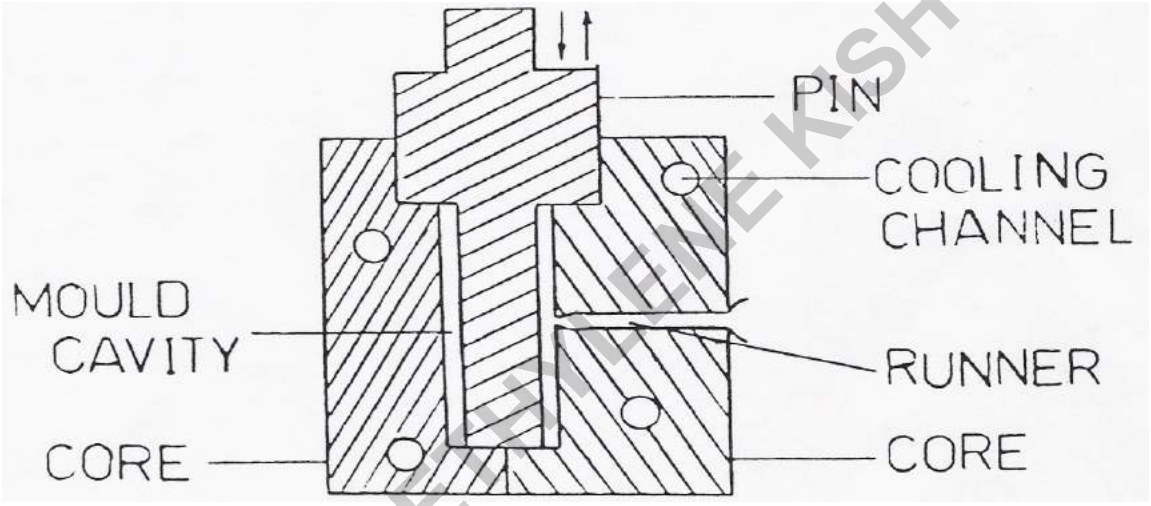
PARSETHYLENE KISH

۵-۳-۱) تولید لوله به روش غیر پیوسته:

تولید لوله به روش غیر پیوسته به دو صورت قالبگیری تزریقی و الیاف پیچی انجام می پذیرد.

۵-۳-۱-۳) تولید لوله به روش قالبگیری تزریقی:

در این روش پلیمر مذاب از طریق دستگاه تزریق به درون قالبی که برای تولید لوله طراحی و ساخته شده است هدایت می شود. مذاب پس از سرد شدن درون قالب، به شکل لوله در می آید. شکل ۱- ۷ طرح ساده ای از این قبیل قالبها را نشان می دهد. همانطوری که در شکل نشان داده شده است، ابتدا بدنه های اصلی قالب به هم جفت می شود و سپس پین قالب وارد محفظه خالی بدنه قالب می گردد و بدین ترتیب شکل لوله درون قالب ایجاد می شود. پلاستیک مذاب از طریق مجرای ورود مذاب به درون قالب هدایت می شود و با سرد شدن آن لوله شکل می گیرد. با بیرون کشیدن پین از درون قالب، بدنه های قالب از یکدیگر جدا می گردند و بدین ترتیب لوله پلیمری از درون قالب بیرون می آید.[8]



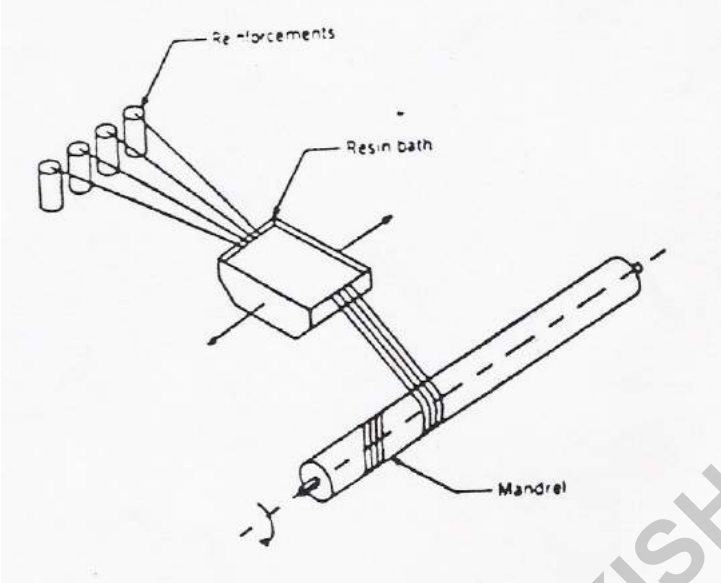
شکل(۵-۱) طرح ساده ای از یک قالب لوله در قالب گیری تزریقی

PARSEHYGENE KISH

استفاده از این روش برای تولید لوله های با قطر و طول بزرگ احتیاج به دستگاه تزریقی بزرگ است که از نظر اقتصادی تولید لوله را غیر اقتصادی می سازد. یکی از مهمترین نکات در قالب گیری تزریقی نحوه کنترل آرایش یافتگی زنجیره های پلیمری درون قالب است که وابستگی شدیدی به شکل هندسی قالب و موقعیت دریچه تزریق دارد.

۵-۳- ۳- ۲) تولید لوله به روش الیاف پیچی:

دراین روش الیاف بلند تقویت کننده از درون مخزن حاوی رزین، عبورکرده و به دوریک استوانه که می تواند با سرعتی مشخص حول محور مرکزی خود بچرخد، پیچیده می شوند. شکل (۲- ۷) تصویری نمادین از تولید لوله به روش الیاف پیچی را نشان می دهد.

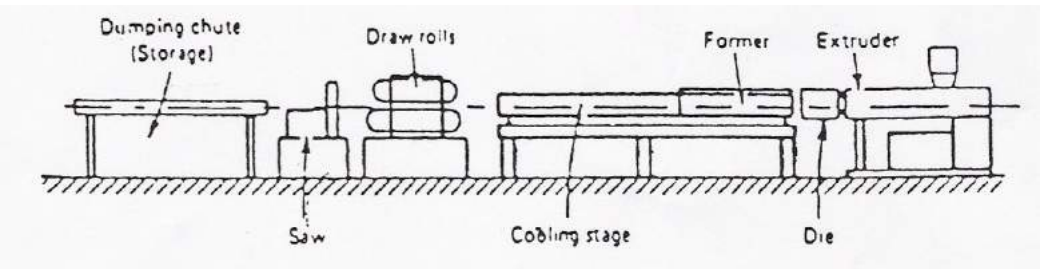


شکل(۵- ۲)تولید لوله به روش الیاف پیچی

۵-۳-۲) تولید لوله به روش پیوسته:

برای تولید لوله های پلاستیکی به روش پیوسته معمولاً از اکسترودر استفاده می شود. در این روش ابتدا ماده پلاستیکی به صورت پودر یا دانه به اکسترودر فرستاده می شود.

پلیمر در اثر نیروهای برشی و همینطور حرارتی که به طریق هدایت از بدنه سیلندر دریافت می کند ذوب می شود. سپس در انتهای اکسترودر وارد حدیده ای که به شکل دو استوانه موازی متداخل هم مرکز است، پلیمر مذاب پس از این که حالت لوله را به خود گرفت از طرف دیگر حدیده خارج شده و متعاقباً، مراحل اندازه شدن ابعاد، سرد شدن و در انتها مرحله برش را سپری می کند. شکل ۵- ۳ تصویری نمادین از خط تولید لوله به روش پیوسته را نشان می دهد.[8]



شکل (۵- ۳)خط تولید لوله به روش پیوسته

PARSETHYLENE KISH

۵-۳-۲-۱) مواد مورد استفاده **برای تولید لوله در روش اکستروژن:**

پلی اتیلن و پی. وی. سی از جمله مواد گرمانرمی هستند که برای تولید لوله به کار می رود. تولید لوله های پلی اتیلن معمولاً از پلی اتیلن سنگین یا متوسط استفاده می شود، سبک تنها در حالت مخلوط با پلی اتیلن سنگین استفاده می شود. لوله های پی وی سی معمولاً پلیمرهای مثل پلی استیرین و ABS با پلی پروپیلن برای تولید لوله به شمار می روند. برای بالا بردن مقاومت لوله های پلیمری آنها را با الیاف تقویت کننده مخلوط و لوله های کامپوزیتی زمینه پلیمری تولید می کنند.[8]

۵- ۴) بررسی لوله های پلی اتیلن به عنوان لوله پلیمری:

۵-۴-۱) کلیاتی در مورد پلی اتیلن:

همه کم و بیش با پلی اتیلن آشنا هستند. پلی اتیلن در شکل های مختلف در ساخت کالاهای نظیر کیسه های خرید، بسته بندی مواد غذایی، سیستم های لوله کشی گاز و غیره به کار می رود هر چند در حال حاضر محصولات نهایی حاصل از پلی اتیلن به عنوان یکی از پلاستیک ها در زندگی روزمره مورد استفاده قرار می گیرد ولی برای رسیدن به دامنه وسیعی از خواص مورد نیاز در کاربردهای مختلف پلی اتیلن، باید توسعه و بهبود فرایندهای تولید آن مد نظر قرار گیرد.[1]

۵-۴- ۲) انواع پلی اتیلن ها:

بطور کلی پلی اتیلن با بسپارش (پلی مریزاسیون) اتیلن حاصل از مشتقات گاز طبیعی یافت تولید می گردد. پلی اتیلن، ابتدا به صورت مذاب یا پودر تولید می شود و سپس به وسیله دستگاه روزن ران دانه بندی می گردد، که به صورت رزین به بازار عرضه می شود و شرکت های خریدار، آن را به محصولات نهایی و مصرفی تبدیل می نماید.

در تولید پلی اتیلن ها، فرایندهای با راندمان بالاتر و همچنین کاتالیست های فعال تر نقش تعیین کننده ای را ایفا می نمایند و با این بهبود طیف وسیعی از انواع مختلف پلی اتیلن با خواص فرایند پذیری آسان، استحکام و خواص نوری عالی در مقایسه با پلیمرهای موجود به بازار عرضه می گردند.[1]

۵- ۵) کاربرد لوله های پلی اتیلنی در شبکه های گاز رسانی:

لوله های پلی اتیلن از نظر مقاومت در مقابل فشار، مقاومت در مقابل زنگ خوردگی، قابلیت انعطاف و حلقه پذیری، سهولت جوشکاری، سبکی وزن برای شبکه های گاز رسانی بسیار مناسب بوده و اولین پروژه نیز در سال ۱۳۶۸ – ۱۳۶۷ اجرا گردید. که از آن به طور گسترده در سطح کشور قابل اجرا شدن می باشد. تولید این لوله ها در داخل کشور امکان پذیر می باشد.[1]

PARSETHYLENE KISH

فصل ششم

نتیجه گیری

مقایسه کلی لوله های مورد استفاده در نفت و گاز

PARSETHYLENE KISH

۶-۱) مقدمه

هدف از مطالعه این فصل ارزیابی آخـرین اطلاعـات و عامـل بـالقوه ای کـه باعـث اسـتفاده از لولـه هـای کامپوزیتی در خطوط لوله می باشد. زیرا شباهتهای فراوانی بین کاربرد های بین گاز طبیعی و تعـدادی از قسمتهای سیستم تولید نفت خام وجود دارد. این فصل بر اساس جستجوی مؤثر و تحقیقات علمـی ارائـه شده مرتب شده است.

پیشرفت و گسترش مواد کامپوزیتی برای خطوط لوله گاز و نفـت خـام از نظـر تجـارت مناسـب و شـامل کاربردهای فراوانی می باشد و محدود به انجمن ارسال و توزیع سیستم ها نمی باشد.

اگر در حالت کلی به موضوع نگاه کنیم می بینیم استفاده از لوله کامپوزیتی در صنعت گاز طبیعی به طور کلی است. به هر حال در این زمان تحقیق های قابل توجهی داده شد که در محدوده خاصی از لوله هـای کامپوزیتی به نظر می رسد. مخصوصاً به صورت لوله با رزین ترموستینگ تقویت شده (RTRP) کـه ایـن مواد را اغلب ارجاع می دهند به لوله فایبرگلاس که متمرکز است بیشتر در خطوط اصلی و مؤسـسه هـای بازرگانی در سطح زیادی استفاده می شود این تحقیقات بیشتر در مورد ظاهر لوله اسـت و کنتـرل کـردن آن زیاد مطرح نیست.

هر ساله هزاران مایل از خطوط لوله گاز طبیعی جدید سرویس می شوند و هزاران مایل بیـشتر از خطـوط لوله گاز و نفت خراب می شود و در حال جایگزین کردن می باشد.[6]

۶- ۲) کلیاتی در مورد انواع لوله های مورد استفاده:

از لوله های کامپوزیتی در میدان های نفتی زیاد استفاده می کنند و خیلی مورد مقبول مـی باشـد و هـر ساله آن را سرویس می دهند.

همچنین لوله های با جنس پلاستیک برای خطوط توزیع و فشار پایین انتخاب می شود.

از کامپوزیتها و پلاستیکها همچنان برای خطوط توزیع استفاده می کنند آنها هنوز بـرای سیـستم انتقـال گاز طبیعی فشار بالا برای مقبولیت می باشد.

همچنین تست های محدودی برای لوله های هیبرید فولاد، کامپوزیت در کاربرد خطوط لوله گاز طبیعـی وجود دارد نتیجه از این تحقیقات به ما نشان داد که می توانیم برای غلبه بر فـشار بـالای گـاز طبیعـی از لوله های کامپوزیتی با قطر بزرگتر استفاده کنیم.

ما همچنین نیاز به تحقیق و توسعه در سطح وسیعی از علم مواد در مورد رزین ها و فایبرهـا نیـاز داریـم. ترکیبی از کامپوزیت و موادهای سنتی ساختارهای از لوله کامپوزیتی RTRP را ایجاد می کند.

PARSETHYLENE KISH

در مورد پوشش برای لوله های فولادی می توانیم از مواد کامپوزیت استفاده کنیم همچنین برای لوله های RTRP می توانیم پوشش یا زره قرار دهیم و سیستمهای کنترل کیفیت را برای جلوگیری از شکست اتصالات و یا تورق به کار ببریم.
تحقیقات بعدی نشان داد که ما نباید لوله های کامپوزیتی را معادل لوله های فولادی بسازیم مثلاً ما برای خطوط لوله گاز طبیعی با فشار بالا جایگزین با لوله های فولادی باید از لوله های کامپوزیتی با قطر بالاتری استفاده کنیم.[6,7]

۶- ۳) کنترل کیفیت و قابلیت اعتماد:

دوره طولانی از تاریخ نمی گذرد که از مواد کامپوزیت در انتقال گاز طبیعی حمایت می کنند بهر حال ساخت لوله های کامپوزیتی به وجود آمد در سالیان گذشته به خاطر اینکه اساساً از نظر خوردگی در مواد قبلی به مشکل می خوریم.
کنترل کیفیت در مدت ساخت لوله قبل از توزیع کردن برای لوله های FRP به کار می رود. در روشهای ساخت موجود به طور وسیعی خطای انسانی وجود دارد.
ساختار FRP به یک سرمایه گذاری زیاد در شکل دهی آن نیاز ندارد و اکنون وجود دارد صدها سازنده کوچکتر قبلاً ساختارهای بزرگ FRP را تنها در آمریکا می ساختند.[6,7]

۶- ۴) مزیت کامپوزیت در مقابل فولاد:

در مقایسه کامپوزیت با فولاد متوجه می شویم که استفاده از کامپوزیتها دارای برتری های بیشتری است و باید هم به این صورت باشد چون هزینه ساخت لوله های کامپوزیتی بالاتر از لوله های دیگر است.کامپوزیتها در ارزیابی ارزش سیکل عمر و نگهداری پیشرفته هنوز در حال فروش می باشند.اگر فولادهای که دارای پوشش باشد و نیاز مورد نظر را به قدر کافی بر طرف کند باعث می شود تا کامپوزیتها معمولاً سخت به فروش برسند.
در مقایسه استحکام نرم کامپوزیتها نسبت به فولاد انعطاف پذیر تر می باشند و به همین خاطر دارای مزیتها می باشد ولی از نظر اتصالات سیستم های کامپوزیتی دارای مشکلاتی می باشد، کامپوزیتها در مقابل خوردگی دارای مقاومت بالایی هستند و ترکیبات آنها شامل HS می باشد.
در تعدادی از خطوط لوله کانادا لوله های فولادی را با کامپوزیت پوشش می دهند تا خاصیت ساختاری آن پیشرفت کند و باعث بالا رفتن مقاومت خوردگی خارجی آن در مقابل حالت قبلی که از پوشش استفاده نمی کردیم شود. کامپوزیتها از فولاد سبکتر می باشند در واقع با توجه به استحکام به وزن کامپوزیتها می توانند محکم تر از فولاد باشند.
همچنین به علت سبکی لوله های کامپوزیتی ما می توانیم در تأسیسات به راحتی اینها را جا به جا کنیم و از این نظر هم نسبت به لوله های فولادی دارای مزیت است.

PARSETHYLENE KISH

۶- ۵) معایب کامپوزیت در مقابل فولاد:

فولاد دارای مقاومت سائیدگی بهتری نسبت به کامپوزیت می باشد به هرحال افزودنی ها در ساخت لوله کامپوزیتی می تواند باعث افزایش مقاومت سائیدگی(فرسودگی) شود.
در تأسیسات لوله های کامپوزیتی که زیر خاک قرار می دهند باید بیشتر مورد مراقبت قرار بگیرد چون فشار کمتری را نسبت به لوله های فولادی تحمل می کند.[11]

۶-۶)نتیجه گیری کلی:

با در نظر گرفتن جمیع جهات گفته شده استفاده از لوله های کامپوزیتی در خطوط انتقال و لوله های پلیمری در شبکه های توزیع پیشنهاد می گردد.

PARSETHYLENE KISH

منابع و ماخذ

فهرست منابع فارسی

۱- دفتری، ع،۱۳۸۱،اجرای شبکه های پلی اتیلن مطابق استاندارد ایزو، ناشر آموزش نیروی انسانی شرکت گاز

۲- گلعذار ،م ۱۳۷۸،متالوژی سطح و پوشش، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- تالیف فونتانا ، ترجمه دکتر احمد ساعتچی، مهندسی خوردگی ،۱۳۷۴، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- کتاب راهنمای piping ،۱۳۸۲،انتشارات شرکت مشهد صدرا

PARSETHYLENE KISH

فهرست منابع لاتین

5-paul.D, contraine Hygrothermiques dans les materix comppsites,.
6- G.P.Zou et al. international journal of solids and structures 42 (2005) 1253-1268.
7-B. Ridd, T.JBlakest, D. quen, corrosion, NACE, Paper No (78), Houston, texas, 1998.
8-M.Stern, A.L. geary, j. Electrochem.Soc. 104(1957)56.
9-ASTME 45-87, annual book of ASTM atandard, vol.11, ASTM, Philadelphia, PA, 1980, p.125
10- Hull D.Intoduction to composite materials.Cambridge: Cambridge university press, 200
11- Patrick laney, use of composite pipe material in the transportation of natural gas and petrulium, july2002
12- richard housen, plastic pipe and fitting for the supply of gaseous fuel, ,gune2005

PARSETHYLENE KISH

ABSTRACT

Creation of need fuel in various targets for industrial,joinery and domestic consumption, is the biggest wory for governments .According of existence massive oil and gas source in our country, its proper transmission and distribution for optimum use in god gift is a serious problems.
According of atrophy,high expence of reparation and maintenance customary methods, situations new methods for beneficiary is indispensable that is studied in this seminar.

PARSETHYLENE KISH

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

TEHRAN SOUTH BRANCH

FACULTY OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

"M.Sc" THESIS

SUBJECT:

INVESTIGATE OF OIL AND GAS PIPES AND REPLACING WITH COMPOSITE AND POLYMER PIPES