

پایش خوردگی و راههای مقابله با آن

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

I.elyasian@gmail.com

چکیده

خوردگی عبارت است از از بین رفتن فلز توسط واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی با محیط مجاورش. به عبارت دیگر خوردگی عبارت است از از بین رفتن تدریجی فلز تحت عوامل محیطی که این عمل با ایجاد محصولات خوردگی مثل اکسیدها و یا ترکیبات دیگری می باشد. این تبدیل فلز نشان دهنده این است که فلز می خواهد به طبیعت اصلی اش که همان سنگ معدن می باشد برگردد. خوردگی در اثر تغییر بار می تواند چهار علت داشته باشد:

۱- علل حرارتی

۲- علل مکانیکی (تأثیر خزش-خستگی - گرمای بیش از حد کوتاه مدت)

۳- علل مکانیکی - حرارتی CYCLING AND PARTITIONAL

• تنشهای حرارتی و خستگی ناشی از استارت و استاپ (CYCLING)

• صفحات جدا کننده

۴- علل بهره برداری



خوردگی تحت تنش



خوردگی سایشی

روشهای پیشگیری و یا کم کردن خسارت ناشی از علل مکانیکی

۱- انتخاب جنس مناسب

به طور کلی کرم تاثیرات زیر را بر خواص فولاد دارد:

- افزایش محدوده سختی پذیری
- افزایش مقاومتی سایشی فولاد
- افزایش استحکام در دمای بالا
- افزایش مقاومتی در برابر خوردگی

به طور کلی مولبیدن تاثیرات زیر را بر خواص فولاد دارد:

- افزایش استحکام کششی و استحکام خزشی در دمای بالا
- بالا بردن مقاومت به خوردگی در فولادهای زنگ نزن
- افزایش قابلیت جوشکاری
- افزایش مقاومت خوردگی فولادهای زنگ نزن در محلولهای کلریدی

۲- آرایش لوله ها و هدرها

۳- پروسه های ساخت

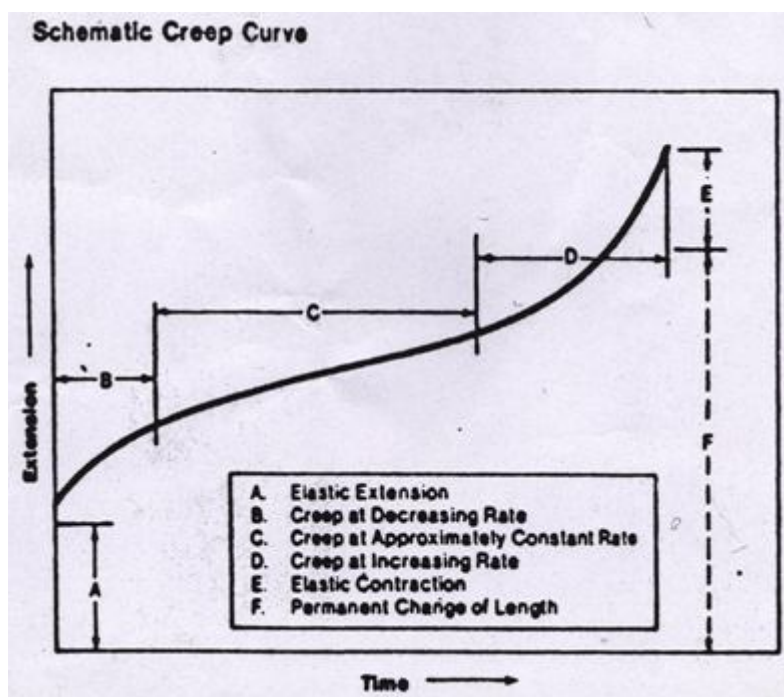
۴- توالی جوشها

۵- تعمیر جوش

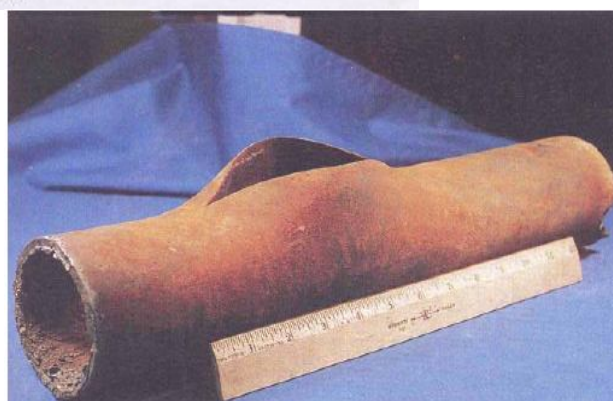
۶- اختلاف دمایی محیط

۶- نوع جوش

۷- تکرانس ساخت



خزش در دمای بالا



اورهیت کوتاه مدت

اورهیت می تواند ناشی از عوامل زیر باشد:

۱- کورشدن لوله

۲- افت جریان سیال خنک کن به علت کور شدن لوله های قبلی

۳- افت جریان سیال خنک کن بویلر

۴- شعله بیش از اندازه مشعل ها

محیطهایی که سبب بوجود آوردن خزش در دمای بالا می شوند عبارت است از:

۱- محلهایی که با اشغال و رسوب گرفته می شوند

۲- محلهایی که در معرض حرارت چرخان قرار می گیرند

۳- قبل از هدر خروجی

۴- محلهایی که در معرض عبور گازهای داغ قرار دارند

۵- محلهایی که از متریال مناسبی برای آن استفاده نشده است

۶- نقاط اتصال جوش که دارای تنشهای بالاتری هستند

۱- محدودیت جریان سیال بعلت وجود رسوب و اشغال

۲- تغییر متناوب اندازه شعله که می تواند ناشی از تغییر بار باشد

۳- محدودیت انتقال حرارت بعلت وجود لایه های اکسیدی و یا رسوبات شیمیایی

۴- کور شدن مسیرها

۵- بهره برداری از مواد ضعیف در دمای بالاتر از حد نرمالشان

۶- افزایش تنش بعلت نازک شدن دیواره لوله ها (این مورد می تواند ناشی از سایش باشد).

خرابی در جوشهای غیر همجنس وابسته به موارد زیر است:

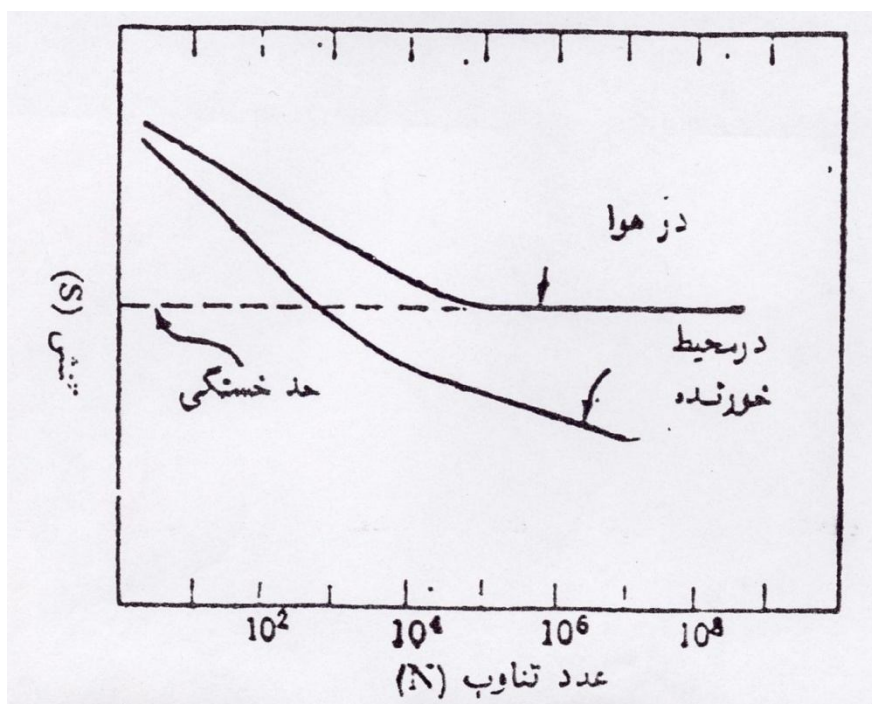
۱- مدت زمان سرویس

۲- دمای کاری

۳- سیکل (تناوب) درجه حرارت: متناوب بودن درجه حرارت می تواند از تغییرات بار نیز

ناشی شود

۴- تنشهای وارده



عوامل موثر در خستگی

عوامل زیر در تعیین حد تحمل و یا کاهش آن نقش دارد:

- ۱- دامنه تنش متناوب
- ۲- تعداد دفعات اعمال تنش (تعداد سیکل تنش N)
- ۳- سرعت اعمال تغییرات تنش
- ۴- شیارها و خراشها و تغییرات ضخامت و جوشها و دیگر ناپیوستگی ها مقاومت در مقابل خستگی را کاهش می دهد
- ۵- مقدار بالای اکسیژن در آب و یا در دماهای بالا میزان تحمل خستگی کاهش می یابد
- ۶- عواملی مثل کم شدن سطح مقطع و ارتعاش و..... تاثیر زیادی در کاهش حد خستگی دارند.

روشهای پیشگیری یا کنترل خستگی

برای حذف یا کاهش ترکهای ناشی از خستگی کارهای زیر را می توان انجام داد:

- ۱- کنترل تنش های نوسانی: کم کردن و یا حذف بهره برداری نوسانی و طولانی کردن زمانهای راه اندازی و خواباندن
 - ۲- کنترل عوامل محیطی: کاهش اکسیداسیون زیرا همانطور که در بالا اشاره شد افزایش اکسیژن سبب کاهش حد تحمل خستگی می شود. همچنین با کنترل PH نیز می توان میزان خستگی را کاهش داد
- طراحی مجدد قطعه: اگر قطعه ها دائما دچار خستگی می گردد و با تعویض آن نیز باز هم دچار خستگی می گردد باید برای آن منطقه متریال قطعه را عوض کنیم



خوردگی قسمتهای سرد حین بهره برداری



روشهای جلوگیری از خوردگی سرد

جلوگیری از این نوع خوردگی با کنترل عوامل موثر در آن موثر است:

- ۱- جلوگیری از وجود SO_3
- ۲- جلوگیری از حضور رطوبت
- ۳- بکار نبردن فلزاتی که دمای سطحشان کمتر از نقطه شبنم اسیدسولفوریک باشد.



خوردگی نقطه شبنم در دوره های خارج از مدار بودن



انتخاب ماده نامناسب

خوردگی بیولوژیکی: خوردگی زیست (Bio corrosion) ، خوردگی میکروبی (Microbial

corrosion)، خوردگی تاثیرپذیر از عوامل میکروبیولوژیک

(MIC= Microbial Influenced Corrosion)

خوردگی فیزیکی - خوردگی شیمیایی

۱ خوردگی یکنواخت (Uniform Attach)

۲ خوردگی گالوانیک یا مجاورتی (Galvanic Corrosion)

۳ خوردگی شیار (Crevice Corrosion)

۴ خوردگی حفره ای (Pitting Corrosion)

۵ خوردگی بین دانه ای (Inter granular Corrosion)

۶ جدایش انتخابی (Selective Leaching)

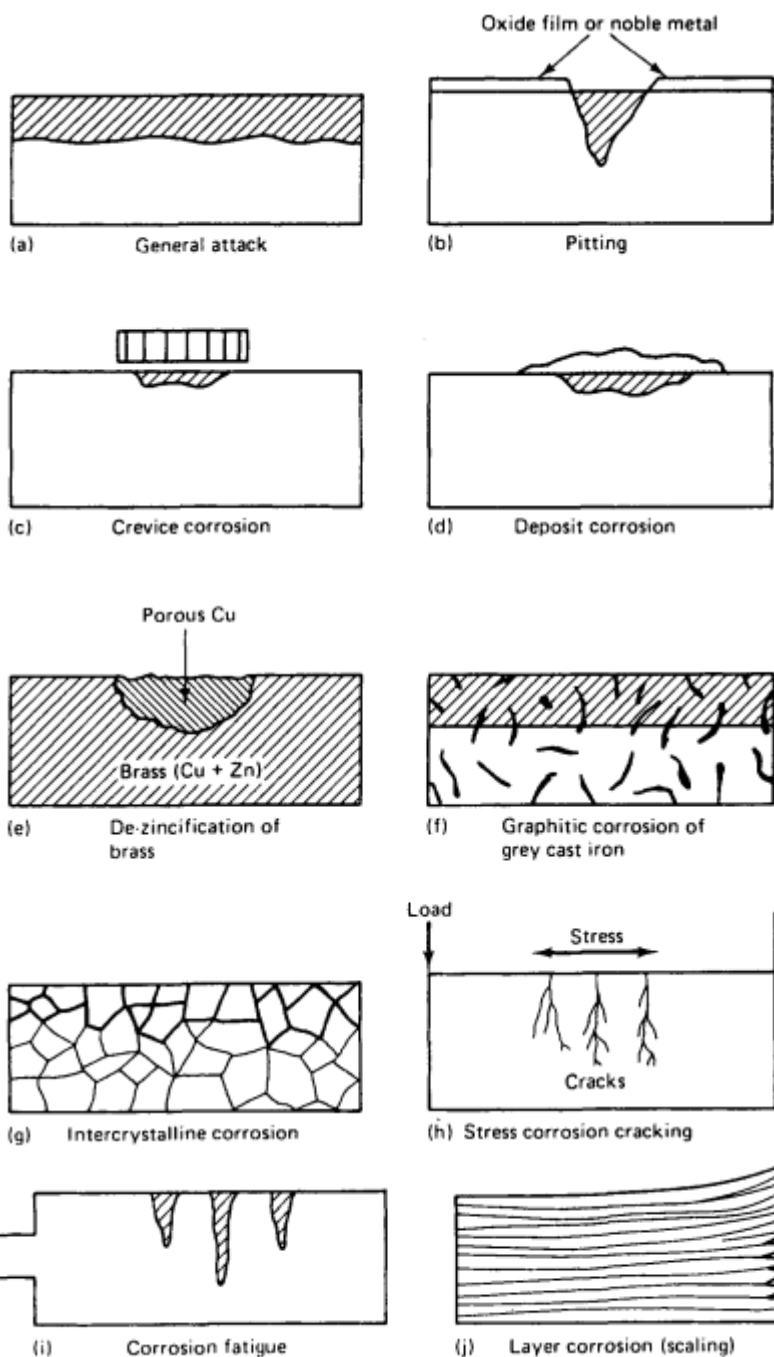
۷ خوردگی سایشی (Erosion Corrosion)

۸ خوردگی فرسایشی (Fretting Corrosion)

۹ خوردگی تنشی (Stress Corrosion)

۱۰ خوردگی خستگی (Fatigue Corrosion)

۱۱ صدمات هیدروژنی (Hydrogen Damage)





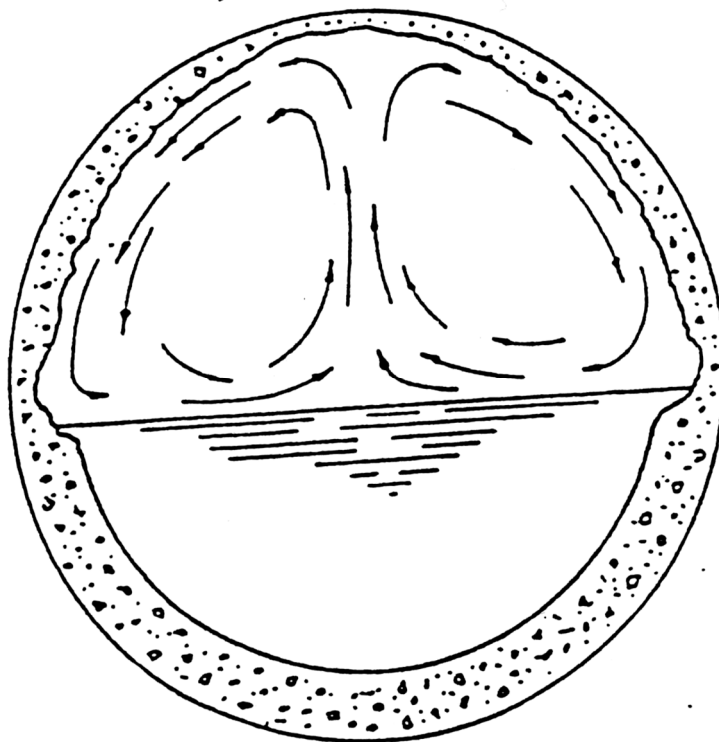
ارگانیسم‌های رشته‌ای به هم نزدیک می‌شوند.



مرحله ضخیم شدن لایه، افزایش دانسیته و افزایش جرم باکتری



مراحل پیشرفت خوردگی بیولوژیک لوله های آب



توزیع نامتعادل خوردگی در فاضلاب رو بتنی

انواع لوله های کاربردی در صنعت

۱ لوله های چدنی (Cast Iron)

۲ لوله های چدن نشکن (Ductile Cast Iron)

۳ لوله های فولادی (Steel pipe)

۴ لوله های آریست سیمان (A-C Pipes)

۵ لوله های بتنی (Concrete Pipe)

۶ لوله های پلی اتیلن (Polyethylene Pipes) و پی وی سی (Polyvinylchloride Pipes)

۷ لوله های دوجداره

۸ لوله های فایبر گلاس-نقش رزین:

۱- پشم شیشه ها را در کنار هم نگهداشته و از پراکندگی آنها جلوگیری می کند.

۲- فشارهای وارده به رزین به پشم شیشه منتقل شده و از شکستن رزین جلوگیری می کند.

۳- پشم شیشه را در مقابل عوامل شیمیایی محافظت می کند و پشم شیشه نیز خواص مکانیکی رزین را تقویت

کرده و افزایش می دهد.

مزایای لوله های فایبر گلاس

- سبکی وزن و در نتیجه سهولت حمل و نقل
- مقاومت مناسب در مقابل خوردگی و عوامل طبیعی و محیطی
- امکان اتصال با لوله های نامتجانس ، نصب سریع و آسان
- عمر مفید طولانی، حداقل ۵۰ سال ، نفوذناپذیری در بدنه و اتصالات
- پایین بودن هزینه های تعمیرات و نگهداری نسبت به سایر لوله ها
- افت فشار کم به علت صاف بودن دیواره داخلی

نوع لوله عوامل	دو جداره پلی اتیلن	پلی اتیلن	PVC	بتنی	آزبست
وزن	خیلی کم	کم	کم	زیاد	متوسط
قیمت تمام شده	خیلی کمتر	کم	کم	زیاد	متوسط
میزان سرمایه گذاری	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	کم	-
سهولت نصب	خیلی آسان	آسان	آسان	مشکل	-
مقاومت فیزیکی	خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	خوب
مقاومت شیمیایی	خیلی خوب	خیلی خوب	خوب	کم	متوسط
هزینه حمل و نقل	خیلی کم	کم	کم	زیاد	متوسط
بیشترین قطر (mm)	۳۶۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	---
هزینه تعمیر و نگهداری	کم	متوسط	متوسط	زیاد	زیاد

خوردگی حاصل از پیل غلظتی: این نوع خوردگی در اثر قرار گرفتن لوله در یک محیط ناهمگن حاصل می گردد. هرگونه تغییر در ترکیبات خاک، تراکم خاک و رطوبت خاک می تواند موجب تشکیل پیل غلظتی و خوردگی ناشی از آن در طول خطوط لوله گردد

خوردگی ناشی از پیل الکتریکی: وجود یک منبع الکتریکی خارجی در محیط که ممکن است در اثر حرکت وسایط نقلیه بر فنی و وجود تاسیسات تولید جریان الکتریسته در مجاورت خطوط لوله و همچنین وجود جریانهای سرگردان حاصل از حفاظت کاتدی تاسیسات مجاور باشد، موجب تشکیل پیل الکتریکی و خوردگی لوله می گردد.

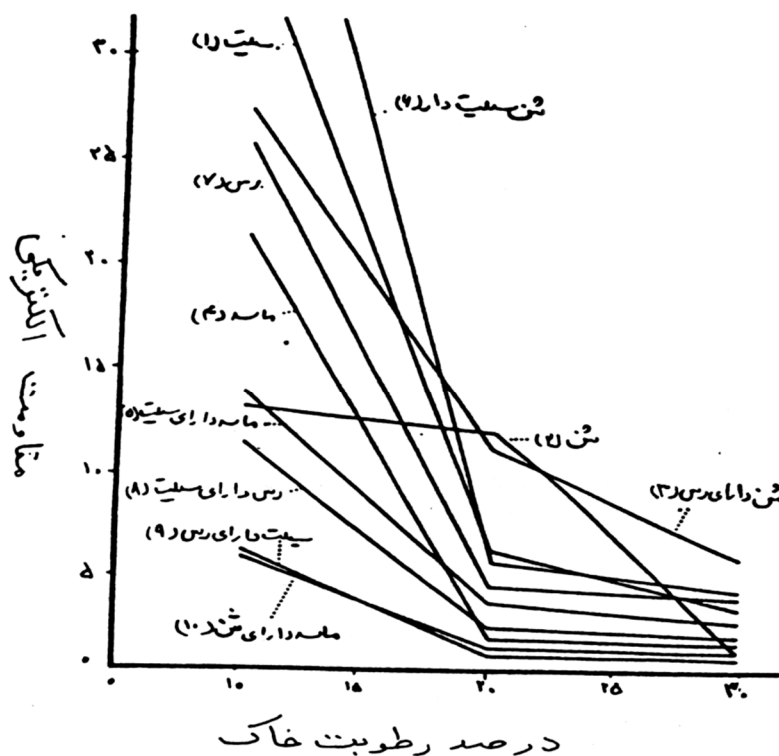
خوردگی بیولوژیکی: در اثر فعالیتهای برخی از باکتریهای هوازی و بیهوازی موجود در خاک، لوله های فلزی تحت تاثیر خوردگی بیولوژیکی قرار می گیرند. مهمترین نوع باکتریهای موثر در خوردگی، باکتریهای بیهوازی احیاء کننده سولفات هستند که به وفور در شرایط بیهوازی خاکها، نظیر باتلاقها و خاک رس مرطوب، و غیره یافت می شوند. یونهای سولفید تولید شده به شدت بر واکنشهای کاتدی و آندی روی سطوح فلزی تاثیر گذاشته و انحلال آندی را افزایش می دهند. باکتریهای گوگردی هوازی نیز در زمینها حاوی گوگرد و مواد نفتی، داخل و یا اطراف سیستمهای فاضلاب با تولید اسید سولفوریک موجب خوردگی لوله ها بخصوص لوله های سیمانی می گردند. در خوردگی بیولوژیکی به طریق بیهوازی، باکتریهای احیاء کننده سولفات، باعث نرم شدن چدن و عمل «گرافیتی شدن» می گردد. این حالت در لوله های چدنی زیرزمین که مقدار زیادی از آهن خود را در اثر تجزیه و فساد از دست می دهند، دیده می شود. لوله ظاهرا سالم بوده ولی به شدت نرم و آسیب پذیر می گردند. در مورد استیل و آلومینیوم باکتریهای مذکور می توانند ایجاد حفره و سوراخ نمایند.

انواع خاکها از نظر قدرت خوردگی

خاک دارای خوردگی ضعیف - خاک دارای خوردگی متوسط

خاک دارای خوردگی زیاد - خاک دارای خوردگی بسیار زیاد

مقاومت الکتریکی (ohm/cm)	قابلیت خوردگی
<500	بسیار زیاد
500-1000	زیاد
1000-2000	متوسط
2000-10000	ضعیف
>10000	غیر خورنده



انواع پوششهای داخلی و خارجی لوله ها

۱- پوششهای فلزی (Metallic Coating)

۲- پوششهای معدنی (Mineral Coatings)

- لعابهای شفاف (Vitreous enamels)

- سرامیکها - سرامیکهای شیشه ای و مواد مشابه (Ceramics)

- پوششهای سیمانی و بتنی (Cements & Concrete Coatings)

- رنگهای سیلیکات معدنی (Inorganic Silicate Paints)

۳- پوششهای آلی (Organic Coating)

- پوششهای پایه قیری آسفالت و کلتار (قطران زغال سنگ)

- رنگها و پوششهای مشابه نظیر اپوکسی ، پلی اورتان ، وینیل ، لاستیک کلرینه و رزینهای الکید

- پوششهای پلاستیکی نظیر پلی اتیلن ، نایلون و اپوکسی ترکیبی مایع و غیره

- پوششهای نواری - فیلمهای حفاظتی موقت - مواد آلی حفاظتی نظیر کف پلی اورتان برای موارد خاص

پوششهای قیری آسفالت و کلتار (Coal-Tar & Asphaltic Bitumen Coatings)

آسفالت‌های نفتی در دو نوع کلی تولید می‌شوند

۱- تقطیر مستقیم که نوع سخت و دارای نقطه ذوب بالا می‌باشد.

۲- اکسید کردن آسفالت بوسیله دمیدن هوا به داخل آن که در دمای بالاتر نرم می‌شود

رنگها و پوششهای سطحی مشابه

۱- اپوکسی (Epoxy) ۲- پلی اورتان (Poly Urethane) ۳- وینیل (vinyl)

۴- لاستیک کلرینه شده (Chlorinated Rubber) ۵- رزینهای آلکیدی (Alkyd Resins)

۶- رزینهای اپوکس استر ۷- پوششهای پلاستیکی ۸- پوششهای پلی اتیلن (Polyethylene)

۹- پوششهای پلی وینیل کلراید (PVC) ۱۰- پوششهای نایلون (پلی آمید)

۱۱- اپوکسی با باند حرارتی مایع (Fusion Bonded Epoxies)

۱۲- پوشش لاستیک (Rubber) ۱۳- پوششهای نوارپیچی (Tape Wrappings)

۱۴- پوششهای حفاظتی موقت ۱۵- غلافها ازاد پلی اتیلن (Loose polyethylene sleeve)

۱۶- کف پلی اورتان (Poly Urethane Foam)

عالی (A) خوب (B) نسبتاً خوب (C) ضعیف (D)

مقایسه پوششها از نظر مقاومت در برابر محلولهای شیمیایی اسید، باز و نمک

نوع ماده شیمیایی	نوع پوشش			
	EPOXY	PE	PU	PVC
اسید معدنی غلیظ	C	A	D	B
اسید معدنی رقیق	A	A	C	A
اسید آلی غلیظ	C	A	D	D
اسید آلی رقیق	B	A	C	B
اسید اکسید کننده غلیظ	D	D	D	B
اسید اکسید کننده رقیق	C	B	D	A
باز غلیظ	A	B	B	A
باز رقیق	A	B	B	A
نمک اسیدی	A	A	B	A
نمک خنثی	A	A	A	A
نمک بازی	A	A	A	A

مقایسه پوششها از نظر مقاومت در برابر محلولهای آلی

نوع ماده شیمیایی	نوع پوشش			
	EPOXY	PE	PU	PVC
هیدروکربنهای الیفاتیک	A	C	C	B
هیدروکربنهای اروماتیک	A	C	D	D
هیدروکربنهای هالوژنه کامل	A	D	D	D
هیدروکربنهای هالوژنه جزئی	B	D	D	D
الکلهای تک عاملی	A	C	D	B
الکلهای چند عاملی	A	B	B	B
روغنهای چربها و اکسها	A	A	B	B
فنلها	C	A	D	D
کتونها	C	B	D	D
استرها	B	B	D	D
اترها	C	B	D	D

مقایسه پوششها از لحاظ چسبندگی ورقهای گیردار

چسبندگی	EPOXY	PE گیره دار	PU	PVC گیره دار
Sticking	B	A	B	A

میزان انتشار مواد فرار پوششها در زمان اجرا

میزان انتشار مواد فرار در زمان اجرا Volatility	EPOXY	PE گیره دار	PU	PVC گیره دار
	زیاد	صفر	زیاد	کم
	D	A	D	B

میزان انتشار مواد فرار پوششها در زمان بهره برداری

میزان انتشار مواد فرار در زمان بهره برداری	EPOXY	PE گیره دار	PU	PVC گیره دار
Volatility	متوسط	صفر	متوسط	کم
	D	A	D	B

مقایسه پوششها از نظر غیر قابل نفوذ بودن

عدم وجود منافذ ریز	EPOXY	PE	PU	PVC
Non Permeability	C	A	C	A

مقایسه پوششها نسبت به مقاومت در برابر رشد عوامل بیولوژیک

مقاومت در برابر رشد عوامل بیولوژیک	EPOXY	PE	PU	PVC
	C	A	C	C

امتیاز نهایی	EPOXY	PE	PU	PVC
	C	A	D	B

مقایسه طول عمر کارکرد پوششها

نوع پوشش	زمان محافظت از سازه
مواد قیری	حدود ۵ سال
پوششهای لاستیکی	حدود ۵ سال
پوششهای پلی اورتان	حدود ۱۰ سال
پوششهای اپوکسی	حدود ۱۰ سال
PVC گیره دار	بستگی به افزودنیها دارد
PE گیره دار	بیش از ۵۰ سال

ویژگیها و خصوصیات پوششها

مقاومت در مقابل نفوذ آب- جذب آب کم- عدم انتقال بخار آب- مقاومت دی الکتریک مناسب

مقاومت دی الکتریک مناسب- چسبندگی مناسب- مقاومت در مقابل عوامل بیولوژیک

مراحل پوشش دهی

۱- تمیز کردن و آماده سازی سطح

۲- پوشش اولیه یا پرایمر

۳- پوشش میانی

۴- پوشش نهایی

۱ آزمایشات غوطه وری در آب

۲ آزمایشات نفوذ پذیری

۳ آزمایش سختی

۴ آزمایش قابلیت انعطاف

۵ خوردگی در لوله های آب

۱ اثر کیفیت آب بر خوردگی داخلی لوله ها

کیفیت فیزیکی آب : سرعت جریان آب - درجه حرارت آب

کیفیت شیمیایی آب : pH - قلیائیت - اکسیژن محلول - کلر باقیمانده - کل جامدات محلول (TDS)

سختی آب - کلریدها و سولفیدها - سولفید هیدروژن - سیلیکاتها و فسفاتها - رنگها و مواد آلی - آهن، روی و

منگنز

کیفیت بیولوژیکی

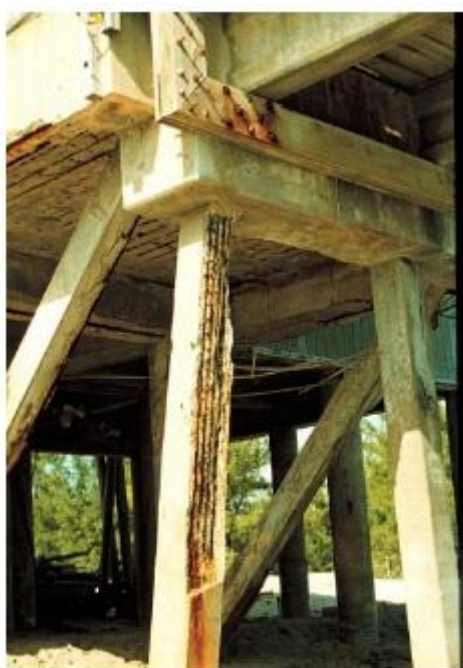
الف : تاثیرات سوء مواد شیمیایی ایجاد شده (اسید سولفوریک، سولفیدهای آلی و معدنی و اسیدهای آلی

و سایر ترکیبات خورنده دیگر).

ب: تشکیل سلهای الکتروشیمیایی و ایجاد خوردگی موضعی با ایجاد تغییرات در مقدار اکسیژن، غلظت نمکها، pH، مقدار گوگرد و سایر پارامترهای دیگر.

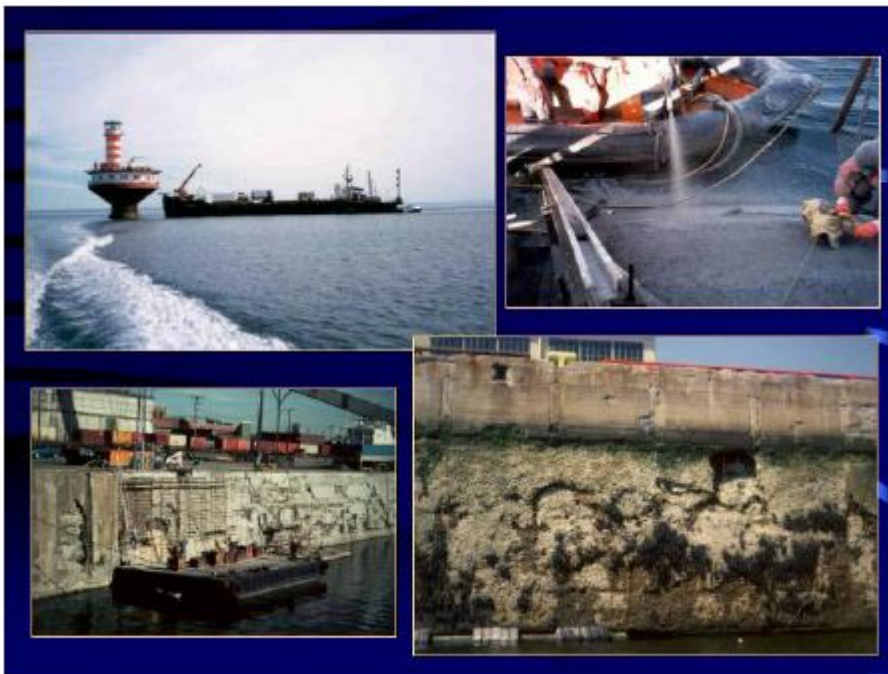
ج: غیر قطبی نمودن کاتدی که در نتیجه رشد باکترهای بی هوازی صورت می پذیرد .

د: حذف و تقلیل کاهش دهندگان خوردگی



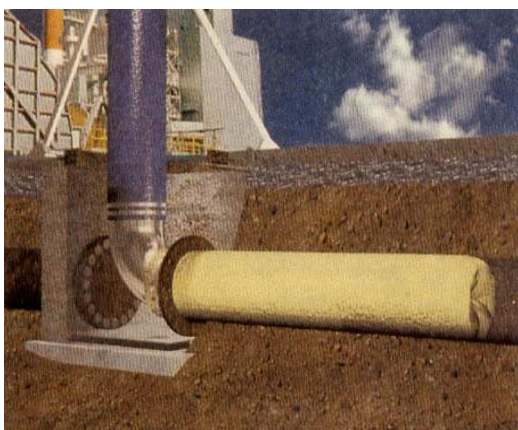


Sprayed FRPs for Repair, Courtesy of Materials Lab, Civil Engineering Dept., UBC

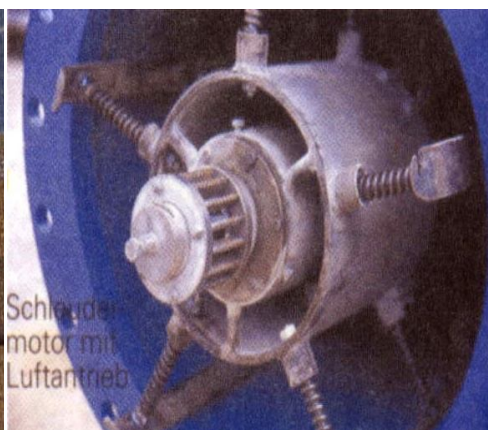


روش های باز سازی و تعمیر کامل شبکه

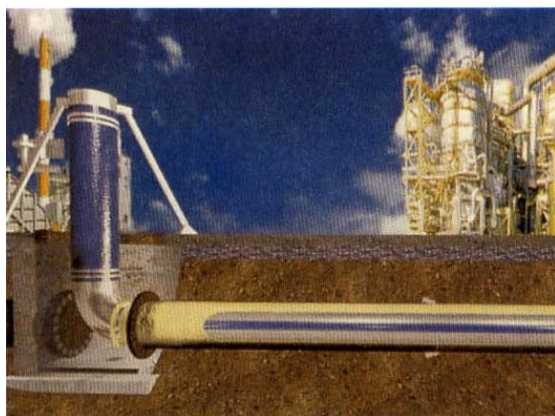
- ۱- روشهای پوشش داخلی با کاربرد رزینهای حرارتی
- ۲- روشهای پوشش داخلی با کاربرد پلی اتیلن
- ۳- روشهای انهدام لوله قدیمی و جایگذاری آن
- ۴- روشهای کاربرد لوله گذاری GRP در لوله های قدیمی
- ۵- روش های ایجاد پوشش در لوله های قدیمی با نوار های UPVC



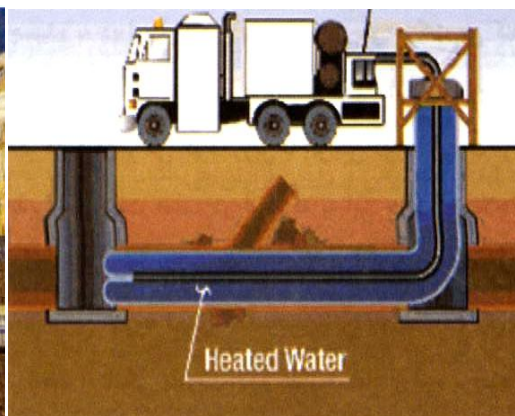
عملیات بازسازی با ارسال نمد آغشته به رزین



دستگاه اندازه گیری قطر لوله



عملیات بازسازی با سرد کردن نمد آغشته به رزین



عملیات بازسازی با پخت رزین حرارتی

معایب و مزایای روش پوشش داخلی با کاربرد رزینهای حرارتی

۱- کوتاه بودن طول مسیر بازسازی در قطرهای بالا بدلیل ریسک پذیر بودن آن

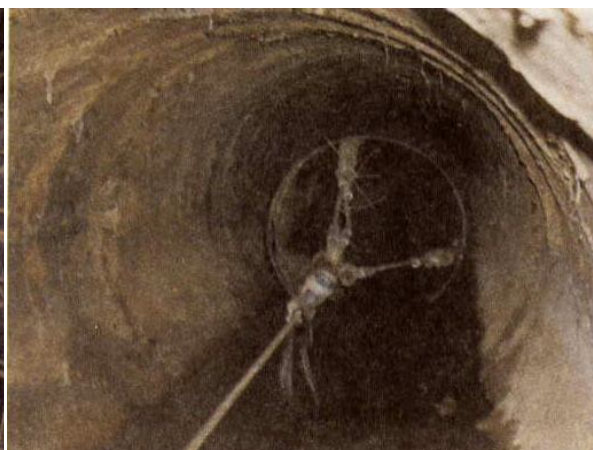
۲- محدودیت قطر

۳- غیر اقتصادی بودن بازسازی در قطرهای بالا

۴- سرعت عمل مطلوب

۵- ایجاد سطح صاف و ضریب زبری مناسب

۶- آب بندی بسیار خوب



عملیات بازسازی با کشش لوله بداخل لوله قدیمی

عملیات بازسازی با تزریق مواد به اطراف لوله

معایب و مزایای روش پوشش داخلی با کاربرد پلی اتیلن سخت کوتاه

۱- توسعه آدم روها نیاز به حفاری دارد که این منجر به هزینه میشود

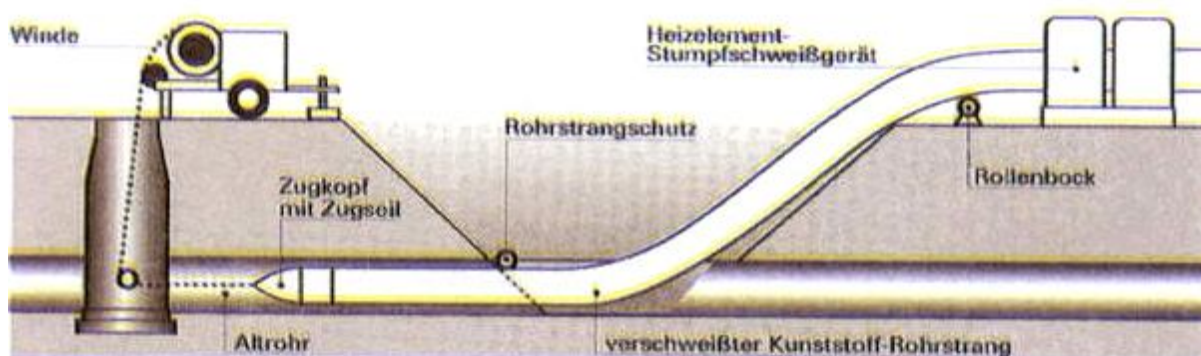
۲- سرعت اجرای بالا

۳- هزینه بازسازی نسبتا پایین

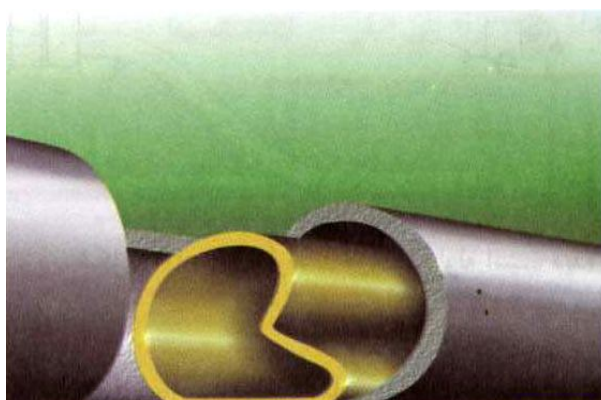
۴- سطح صاف و ضریب زبری بسیار کم

۵- عدم استفاده از تکنولوژی پیچیده

۶- عدم نیاز به نیروی کار متخصص



ورود لوله تا خورده به لوله آسیب دیده



باز شدگی لوله تا خورده در لوله آسیب دیده

معایب و مزایای روش پوشش داخلی با کاربرد پلی اتیلن سخت نرم و بلند

۱- محدودیت قطر

۲- نیاز به توسعه آدم روها در قطرهای بزرگ

۳- کاهش سطح مقطع

۴- سرعت اجرای کار

۵- سطح صاف و ضریب زبری بسیار کم

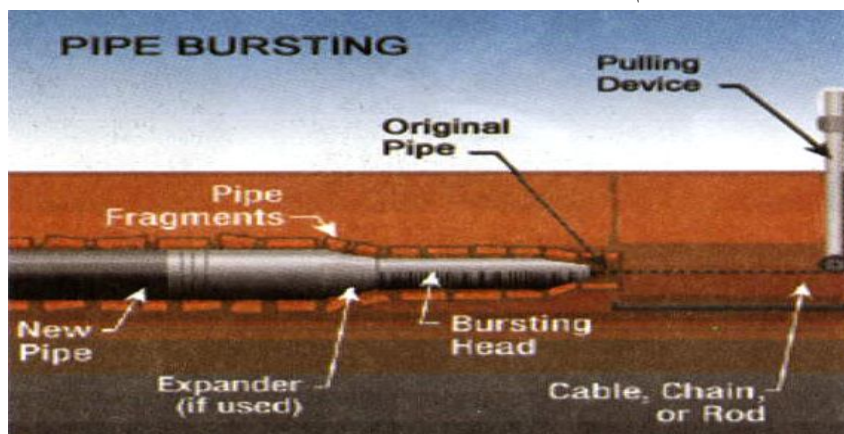
۶- کاربرد در بازسازی لوله های تحت فشار



دام لوله قدیمی و جایگذاری آن با فشار و حرکت لرزشی



انهدام لوله قدیمی و جایگذاری آن با فشار ثابت



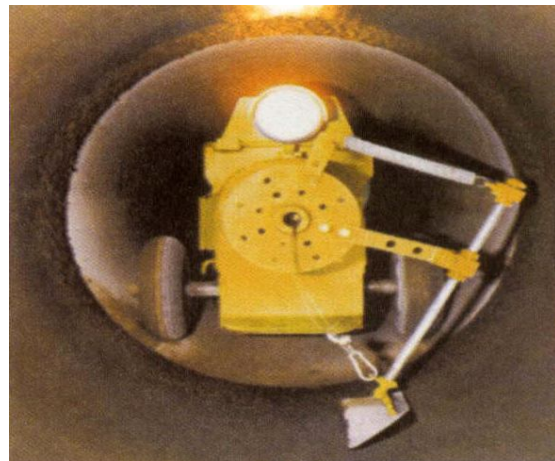
وش انهدام لوله قدیمی با فشار ثابت یا حرکت لرزشی



ر مخروطی حامل تیغه های خرد کننده و لوله

معایب و مزایای روش انهدام لوله قدیمی و جایگذاری آن

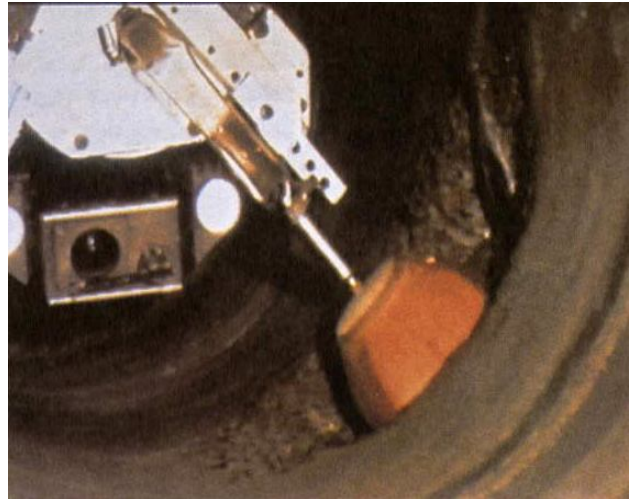
- ۱- محدودیت قطر
- ۲- نیاز به توسعه آدم رو
- ۳- جهت لوله های تخم مرغی قابل اجرا نیست
- ۴- افزایش سطح مقطع
- ۵- استفاده جهت لوله های تحت فشار



دستگاه پاکسازی و جرم برداری پاکسازی و جرم برداری با دستگاه تراش



لوله های GRP



پاکسازی و جرم برداری با دستگاه برس زنی

معایب و مزایای روش لوله گذاری GRP در لوله های قدیمی

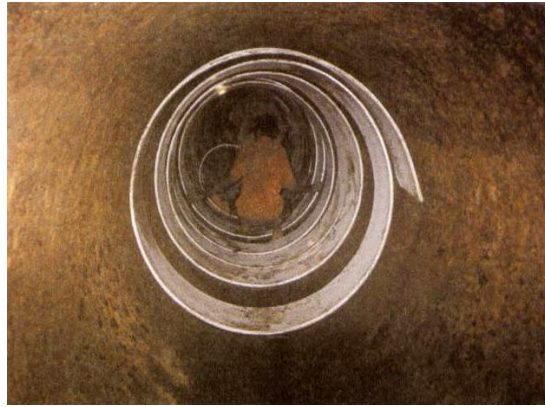
- ۱- الزام حفاری و توسعه آدم رو موجود
- ۲- هزینه بازسازی نسبتا زیاد
- ۳- افزایش سطح مقطع
- ۴- ایجاد سطح صاف و ضریب زبری مناسب
- ۵- عدم حساسیت به وجود آب زیرزمینی
- ۶- امکان جریان داشتن مقداری جریان فاضلاب حین اجرا
- ۷- امکان بازدید کارفرما از مراحل مختلف کار
- ۸- امکان انتقال ساده و سریع روش کار به نیروهای محلی



ارسال نوارهای UPVC به درون لوله



نوارهای UPVC



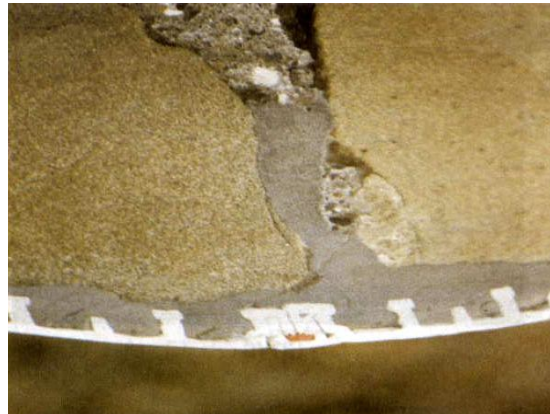
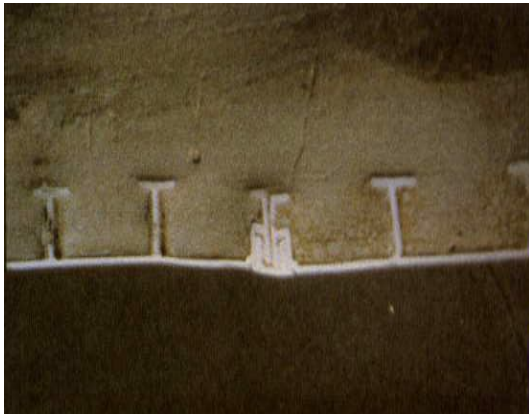
ارسال نوارهای UPVC به درون لوله و تنظیم آنها تنظیم نوارهای UPVC در لوله



نوارهای UPVC نصب شده در لوله نصب نوارهای UPVC در کانالهای بزرگ با پشت بند



نصب نوارهای UPVC در کانالهای بزرگ با آرماتوربندی و توربندی UPVC و سوراخ تزریق سیمان



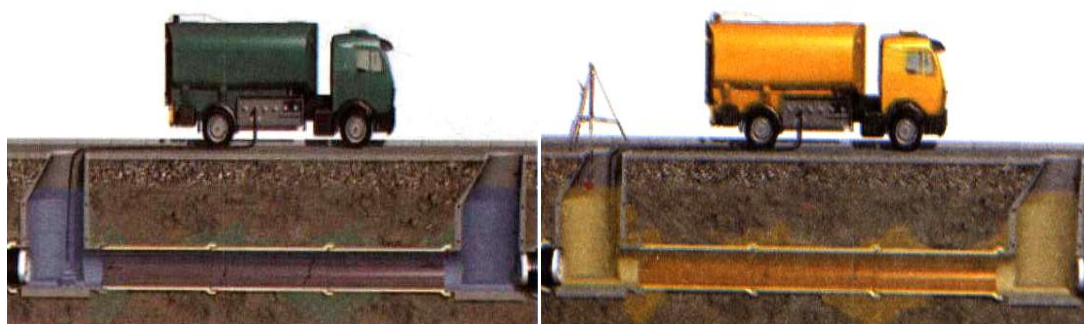
نحوه چسبیدن دوغاب پرکننده به پشت نوارهای UPVC نوارهای UPVC و تزریق سیمان در پشت

معایب و مزایای روش ایجاد پوشش در لوله های قدیمی با نوار های UPVC

- ۱- در قطر های کم قابل اجرا نیست
- ۲- عدم نیاز به حفاری و توسعه آدم رو
- ۳- مواد اولیه با وفور در دسترس است
- ۴- امکان جوش دادن با هر زاویه ای
- ۵- سرعت مناسب اجرای کار
- ۶- امکان بازسازی تمام مقاطع موجود
- ۷- با وجود کاهش سطح مقطع ولی افزایش ظرفیت هیدرولیکی بدلیل کاهش ضریب زبری
- ۸- رسوب گذاری بسیار کم

روشهای تعمیر موضعی

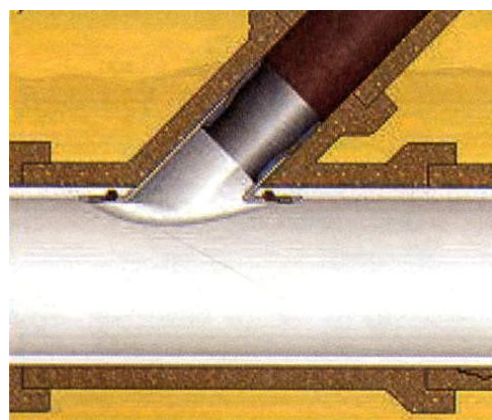
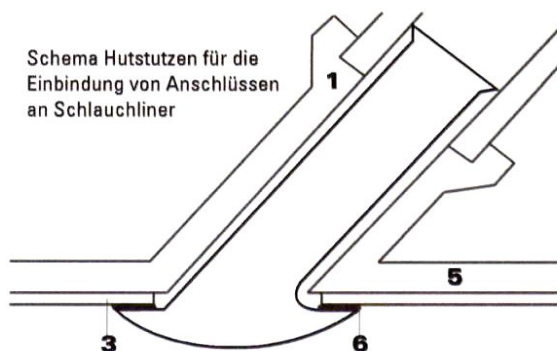
- ۱- وصله کردن به وسیله ی پارچه ی نمدی و رزین
- ۲- وصله پوششی به وسیله ی نوارهای یو پی وی سی
- ۳- تزریق رزین برای تثبیت زمین اطراف لوله



تزریق رزین نوع دوم در اطراف لوله ها

تزریق رزین نوع اول در اطراف لوله ها

۴- باز گشایی انشعاب



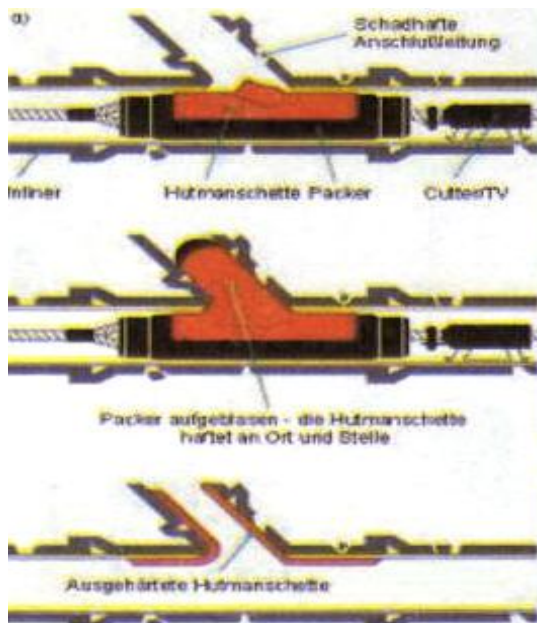
باز گشایی انشعاب در لوله



دستگاه بازگشایی انشعاب در لوله



نمونه بازگشایی انشعاب در لوله نمد رزینی



سر مخروطی حامل تیغه های خرد کننده

طبقه بندی خوردگی

خوردگی را به روش های مختلف طبقه بندی می کنند:

* خوردگی در درجه حرارت های بالا، خوردگی در درجه حرارت های پایین

* خوردگی مستقیم (اکسیداسیون)، خوردگی الکتروشیمیایی

* خوردگی تر، خوردگی خشک

اشکال خورده شدن فلزات

خوردگی شیمیایی

خوردگی الکتروشیمیایی

خوردگی بیوشیمیایی

خوردگی فرسایشی Erosion Corrosion

عوامل موثر در خوردگی فلزات:

(۱) درجه خلوص فلز: هر چه فلز خالص تر باشد و ناهمگنی کمتری داشته باشد دیرتر خورده می شود.

(۲) تغییرات فیزیکی و مکانیکی فلز

(۳) غلظت ماده مؤثر و جنس آن (عامل خورنده)

(۴) مقدار اکسیژن

(۵) محیط PH

(۶) درجه حرارت

انواع خوردگی

حمله یکنواخت Uniform Attack

خوردگی گالوانیک Galvanic Corrosion

خوردگی شکافی (شیاری Crevice Corrosion)

خوردگی درون دانه ای Intergranular Corrosion

خوردگی حفره ای Pitting Corrosion

خوردگی تنش Corrosion Stress

آبشویی ترجیحی (جدایش انتخابی Selective Leaching)

خسارات هیدروژنی

خوردگی دو فلزی

خوردگی موضعی

خوردگی توأم با تنش

خوردگی توسط اکسیژن

خوردگی انتخابی

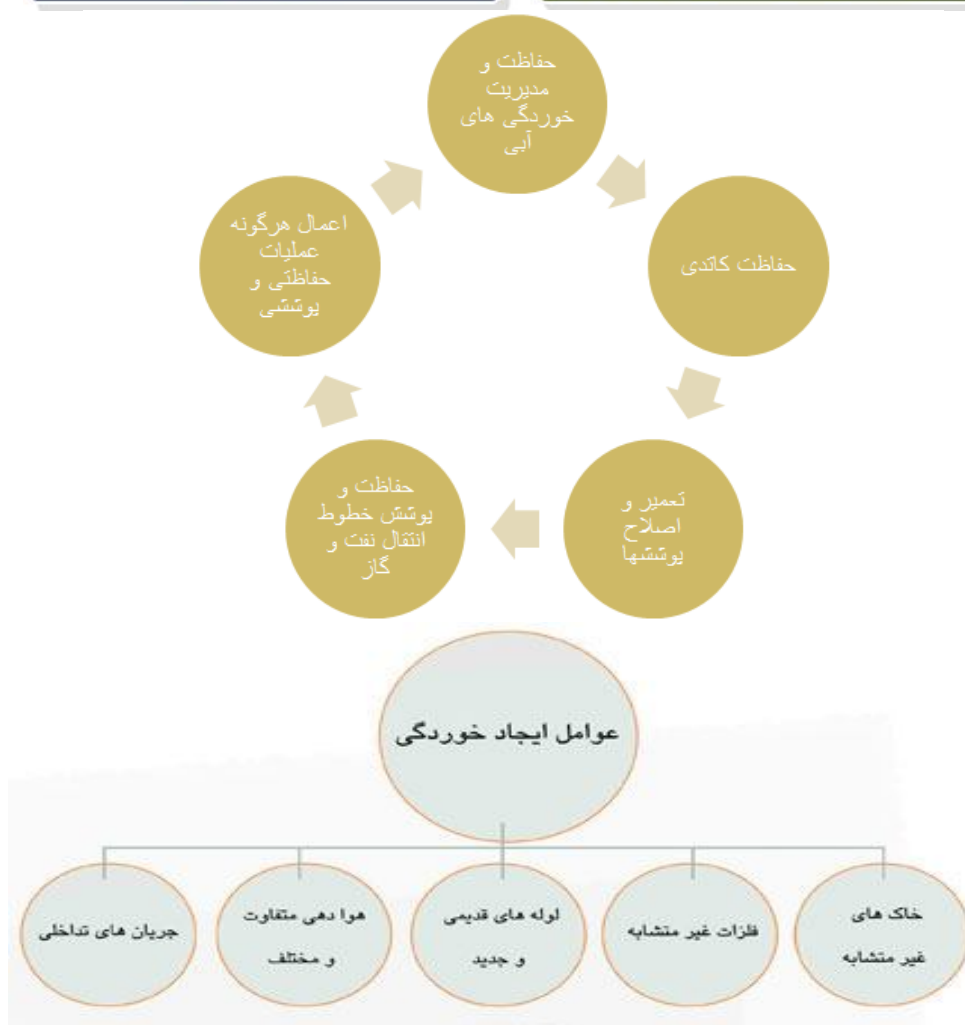
خوردگی حبابی

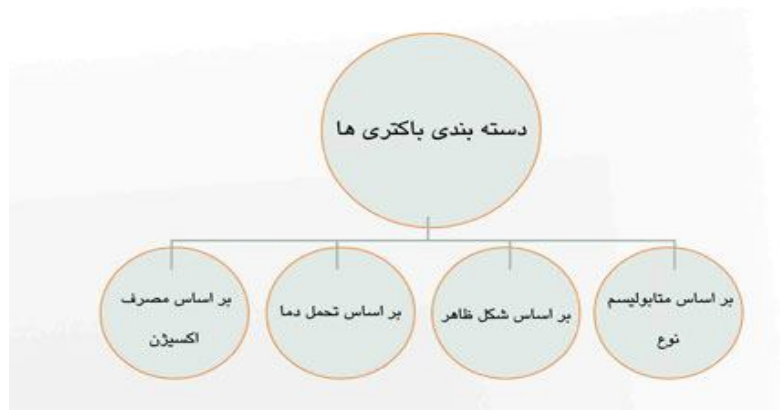
خوردگی میکروبی

خوردگی ناشی از عوامل متالوژیکی

خوردگی ناشی از عوامل مکانیکی

خوردگی ناشی از عوامل محیطی
خوردگی در درجه حرارت های بالا





خوردگی میکروبی

IRB-SOB-SRB

خوردگی های داخل لوله های انتقال:

خوردگی شیرین

خوردگی ترش

خوردگی توسط اکسیژن

حرکت سیال داخل لوله

روش های جلوگیری از خوردگی خطوط لوله :

انتخاب مواد مناسب

استفاده از ممانعت کننده

حفاظت کاتدی

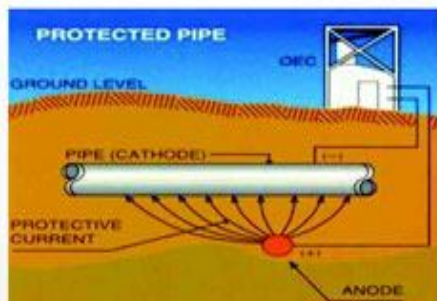
استفاده از پوشش مناسب بر روی خطوط

استفاده از میکروب کش ها

حفاظت کاتدی :

با استفاده از جریان اعمالی

با استفاده از آند فدا شونده



اهداف پایش خوردگی:

- تعیین بهترین جنس برای کاربرد مورد نظر

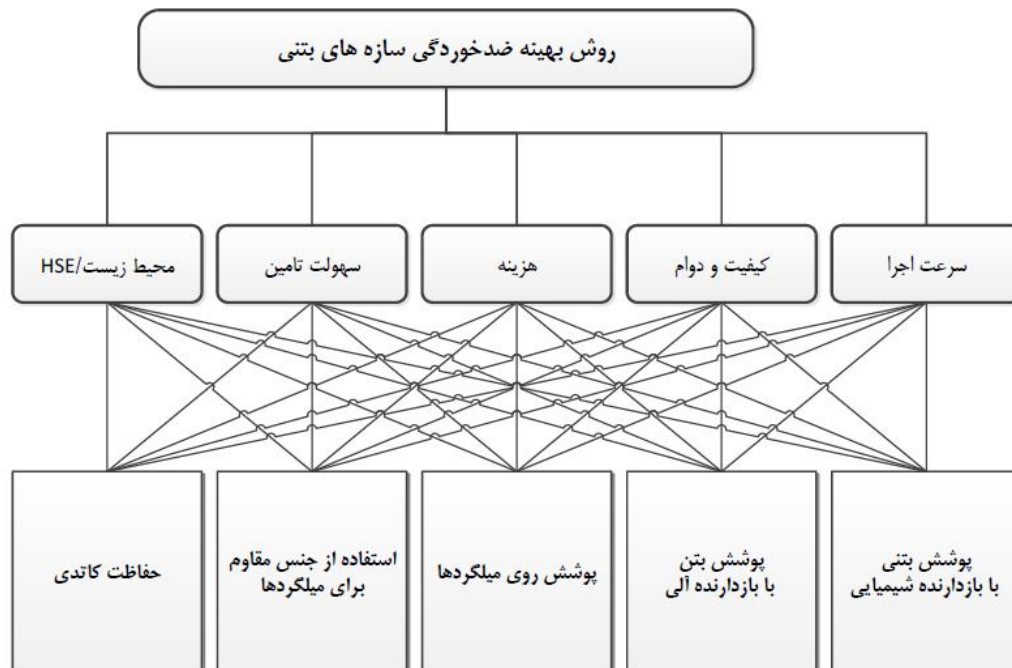
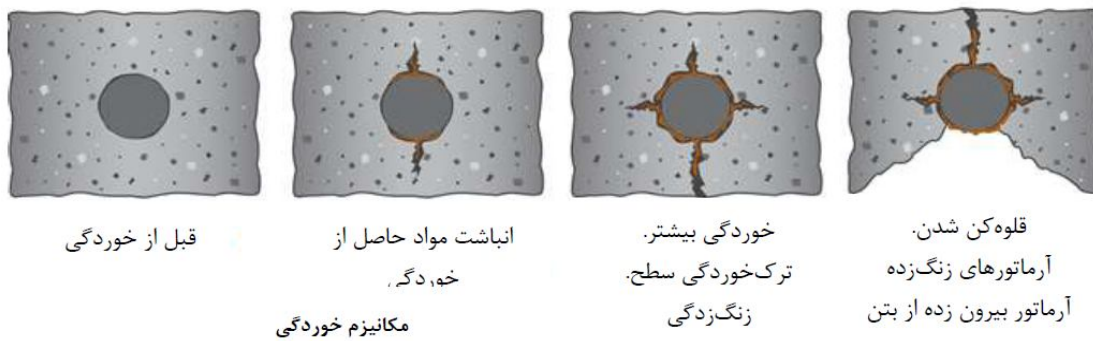
- تخمین عمر عملیاتی ساختارها و قطعات

- ارزیابی آلیاژها و فرایندها جدید
- ساخت و ارزیابی و توسعه آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی
- مقایسه آلیاژها با مشخصات فنی (کنترل کیفیت)
- توپکرانی : توپک های پاکسازی به منظور پاکسازی خطوط لوله از ناخالصی ها استفاده می شود.



عوامل ایجاد مشکل :

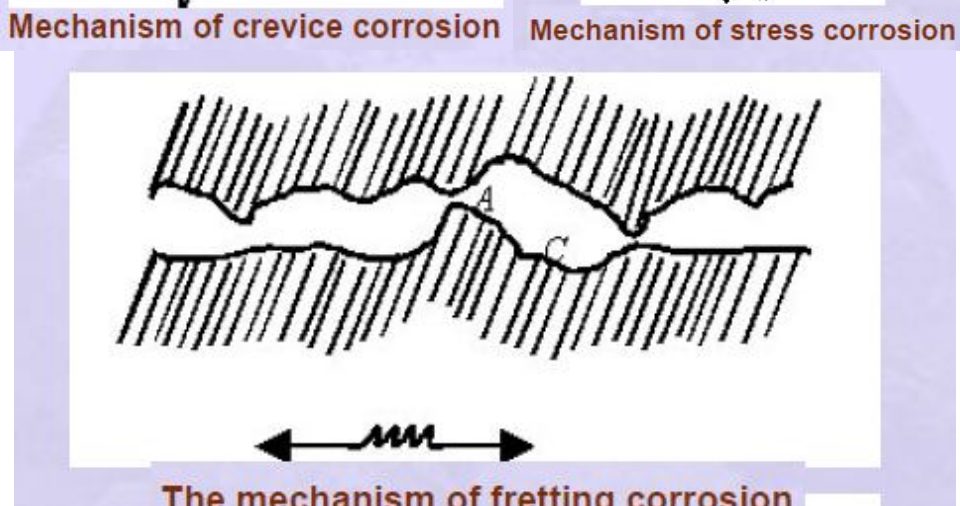
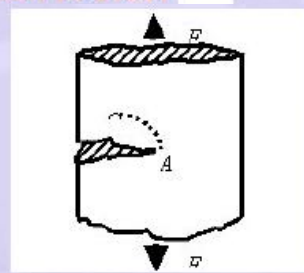
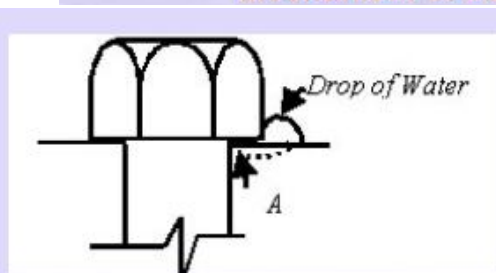
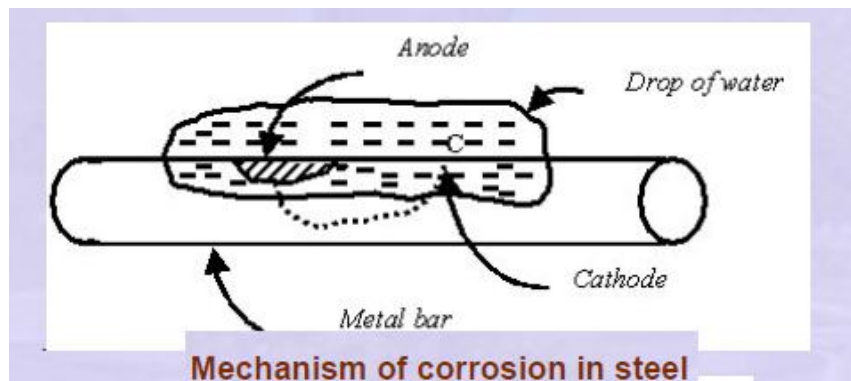
شیمیایی - فیزیکی - بیولوژیکی - بارهای مکانیکی - املاح آب دریا - دما - رطوبت نسبی
جهت باد و سرعت تبخیر



سلسله مراتبی مسئله انتخاب روش بهینه ضد خوردگی



ترک خوردگی بتن ناشی از خوردگی



مراجع:

۱- کتاب بویلر و خرابیهای آن تألیف دکتر سید ابراهیم موسوی ترشیزی

- ۲- کتاب مهندسی خوردگی تالیف فونتانا و توجمه دکتر ساعتچی
- ۳- جزوه خوردگی در بویلر تالیف دکتر خسرو رحمانی
- ۴- حسین میسمی، ایمان الیاسیان، بررسی راهکارهای نگهداری و بهسازی و مقابله با خوردگی در مخازن ذخیره و نگهداری آب
- ۵- ، علی مومنی ، مجید لطفی حقیقت بررسی انواع خوردگی و علل آن در مخازن ، شرکت توسعه خودروکار، ۱۳۸۵
- ۶- آنالیز گاز طبیعی - شرکت ملی گاز ایران، آبان ماه ۱۳۸۰
- ۷- علی مومنی، ناصر معالی و علی صالح زاده " گزارش جامع در زمینه گازسوز کردن خودرو در ایران " آرشو معاونت اجرایی شرکت توسعه خودروکار، آذر ماه ۱۳۸۰

8-ISO/FDIS 11439, "Gas Cylinder-High Pressure Cylinder for the On-Board Storage of Natural Gas as a Fuel for Automotive Vehicles", 1999.

9-CNG Cylinder Care & Maintenance Handbook. Document Number : GRI- 97/0250

10-CNG-2 HOOP Wrapped Cylinders Production Testing Certificate.(testreport Faber)

- ۱۱- حسین میسمی، بررسی کیفیت بتن با دوام در برابر خوردگی میلگردها
- ۱۲- ایمان الیاسیان، کاربرد پوششهای صنعتی در نفوذ ناپذیری بتن واقع در محیط خورنده، سایت همکلاسی
- ۱۳- ایمان الیاسیان، کاربرد ترکیب ژئوممبران و ژئو تکستایل در ایزولاسیون مخازن بتنی، سایت همکلاسی
- ۱۴- ایمان الیاسیان، روش نوین حفاری برای خطوط لوله مدفون با تکیه به بررسی شریانهای حیاتی، سایت www.iransaze.com
- ۱۵- ایمان الیاسیان، حسین میسمی، بهسازی خطوط آبرسانی موجود و افزایش طول عمر با بکارگیری لوله های GRP ، سایت www.iransaze.com
- ۱۶- حمید رضا کازرانی وحدانی، حجت رحیمی، اجرای باز سازی شبکه های فاضلاب، پاییز ۱۳۸۹