



شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران

عنوان گزارش:

پوشش‌های داخلی و بیرونی لوله‌های چدنی نشکن

واحد بازاریابی و فروش

آذرماه ۱۳۹۰



«پوشش‌های داخلی و بیرونی لوله‌های چدن نشکن»

پوششکاری داخلی لوله‌ها با اندود سیمان:

جداره داخلی کلیه لوله‌های چدنی نشکن با لاینینگ ملات سیمان پوشش داده می‌شوند و این فرایند طبق استاندارد ISO4179 صورت می‌گیرد. ضخامت این لاینینگ که مخلوطی از سیمان، ماسه سیلیسی ۱۷۱ و آب می‌باشد، طبق استاندارد مذکور در سایزهای مختلف لوله‌ها از ۳ تا ۹ میلیمتر متفاوت است. پوشش داخلی سیمان با روش گریز از مرکز صورت می‌گیرد که در این روش به دلیل اختلاف وزن ذرات ملات سیمان، دانه‌های درشت‌تر به جداره لوله چسبیده و دانه‌های ریزتر به سطح می‌آیند. این طبقه‌بندی دانه‌ها سبب ایجاد یک سطح بسیار صاف با ضریب جریان عالی در داخل لوله شده که علاوه بر انتقال بهداشتی آب آشامیدنی، از خوردگی لوله ممانعت به عمل می‌آورد. جهت کیورینگ سیمان و افزایش استحکام، لوله‌ها به مدت ۱۶ ساعت، در دمای ۴۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد و تحت بخار آب اشباع در محفظه مخصوص انبار می‌شوند. در حال حاضر شرکت لوله و ماشین سازی ایران به شکل معمول از سیمان ضد سولفات استفاده نموده اما توان اجرای سایر پوشش‌های داخلی بر حسب سفارش مشتری را نیز دارا می‌باشد. پوشش‌های داخلی دیگر با توجه به نوع سیال مورد نظر بر اساس ضمیمه E استاندارد EN 545 قابل شناسایی است.

پوشش سیمان لوله‌ها عمدتاً به سه دلیل زیر انجام می‌شود:

- ۱) ایجاد یک مجرای بهداشتی جهت عبور آب
- ۲) افزایش ضریب جریان سطح لوله که موجب کاهش افت فشار آب می‌گردد.
- ۳) افزایش عمر لوله‌ها با افزایش مقاومت به خوردگی آن



پوشش های بیرونی لوله های چدن نشکن:

۱) فیلم سطحی اکسید سیلیسیم:

در فرایند تولید لوله های چدن نشکن به دلیل وجود عنصر سیلیسیم در ساختار لوله، حین فرایند آنیلینگ در کوره عملیات حرارتی، یک فیلم سطحی سخت از جنس اکسید سیلیسیم تشکیل می شود که اولین لایه مقاوم به خوردگی می باشد.

۲) پوشش بیرونی زینک با روش متال زینک:

جهت حفاظت بیشتر لوله ها از خوردگی، مطابق استاندارد ISO 8179 یک لایه فلز روی (Zinc) با خلوص ۹۹/۹۹ درصد به روش متال اسپری (پاشش حرارتی بر اساس ذوب با استفاده از انرژی الکتریکی) بر روی سطح لوله اعمال می شود. در این روش ذرات فلز ذوب شده با سرعت زیاد به سطح فلز پایه پرتاب می گردند.

بسیاری از محققان، چسبندگی پوششهای ایجاد شده به طریق پاشش حرارتی بر روی سطح قطعه را بر مبنای مکانیزم قفل شدن مکانیکی توجیه می کنند. قفل شدن مکانیکی با درجه زبری سطح بیرونی لوله ها تقویت خواهد شد.

مقدار این پوشش طبق استاندارد مذکور برابر ۱۳۰ گرم بر متر مربع بوده که ضخامتی در حدود ۳۰ میکرون است. این ضخامت با تهیه نمونه از خط به دقت کنترل می گردد. بر حسب سفارش مشتری و با توجه به شرایط منطقه اجرای خط لوله، امکان اعمال پوشش روی با ضخامت های بیشتر وجود دارد.

لازم به ذکر است پوشش آلیاژی زینک-آلومینیوم (Al/۱۵-Zn/۸۵)، نوع دیگری از پوشش های مقاوم به خوردگی می باشد که برخی از تولیدکنندگان به شکل سفارشی ارائه می دهند.



۳- پوششکاری بیرون لوله‌ها با بیتومن:

در شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران، جدار بیرونی تمامی لوله‌ها با رنگ بیتومن و مطابق استاندارد ISO 8179 با روش اسپری پوشش داده می‌شود. ضخامت این پوشش طبق استاندارد برابر ۵۰ تا ۷۰ میکرون است. لوله‌ها قبل از رنگ زنی پیش‌گرم شده و بعد از اجرای پوشش در دمای بین ۴۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد پس‌گرم می‌شوند تا پوشش از چسبندگی مطلوب برخوردار شود. پوشش بیتومن علاوه بر جلای ظاهری محصول، سبب حفاظت آن در مقابل خوردگی نیز می‌شود. لازم به ذکر است پوشش بیتومن-آلومینیوم (Max ۲۰٪Al) نیز توسط برخی از تولیدکنندگان و بر اساس سفارش مشتری ارائه می‌شود.



۴- پوشش تکمیلی فیلم پلی اتیلن برای لوله های چدن نشکن در خاک های بسیار خورنده

پوشش های کارخانه ای در شرایط معمول به حد کافی در مقابل خوردگی از لوله ها حفاظت می کنند. با این وجود در صورتیکه لوله ها در مناطق با خاک های بسیار خورنده مثل محل های دفن زباله، باتلاق ها، مرداب ها و بسترهای ذغالی قرار بگیرند، ممکن است پوشش های معمول نتوانند در بلند مدت عمر مفید لوله را تأمین نمایند. لذا در این موارد لازم است یک ارزیابی از میزان خوردگی خاک مطابق ضمیمه استاندارد AWWA C105 صورت گیرد و پس از کنترل پنج ویژگی خاک محل و امتیازدهی به آن ها، در صورتی که طبق جدول ۱ مجموع نمرات از عدد ۱۰ بیشتر شود، پوشش فیلم پلی اتیلنی توصیه می گردد.

جدول ۱) ارزیابی خاک مطابق با AWWA C105

نمره	میزان اندازه گیری شده	ویژگی خاک
10	کمتر از 700 (Ohm-cm)	مقاومت ویژه
8	700 تا 1000 (Ohm-cm)	
5	1000 تا 1200 (Ohm-cm)	
2	1200 تا 1500 (Ohm-cm)	
1	1500 تا 2000 (Ohm-cm)	
0	بیش از 2000 (Ohm-cm)	
5	0 تا 2	میزان pH
3	2 تا 4	
0	4 تا 6.5	
*0	6.5 تا 7.5	
0	7.5 تا 8.5	
3	کمتر از 8.5	
0	بیش از 100 mV	پتانسیل اکسایش-کاهش
3.5	50 تا 100	
4	0 تا 50	
5	کمتر از 0	
2	نفوذپذیری کم و کاملاً مرطوب	میزان رطوبت
1	نفوذپذیری متوسط و نسبتاً مرطوب	
0	نفوذپذیری زیاد و کاملاً مرطوب	
3.5	مشاهده شده باشد	میزان سولفید
2	اثر آن دیده شده باشد	
0	وجود نداشته باشد	

* در این مورد اگر خاک دارای سولفید و میزان پتانسیل اکسایش-کاهش کم یا منفی باشد نمره 3 باید در نظر گرفت.

مکانیزم محافظت پوشش پلی اتیلن از لوله چدن نشکن

در داخل ترانشه خط لوله درست قبل از مونتاژ، کارگران لوله چدن نشکن را بوسیله یک غلاف یا ورق پلی اتیلن می پوشانند. پلی اتیلن مانند یک پوشش پیوند نیافته عمل می نماید و از تماس مستقیم لوله با خاک خورنده جلوگیری می نماید. این پوشش از سوی دیگر الکترولیت تشدید کننده فعالیت خوردگی موجود را در حد رطوبتی که ممکن است در فضای باریک حلقوی بین لوله و غلاف پلی اتیلن باقی مانده باشد تقلیل می دهد.

در حالت معمول مقداری رطوبت زمین به داخل پوشش نفوذ می کند. اگرچه رطوبت به دام افتاده در ابتدا دارای خواص خورنده خاک اطراف می باشد، ذخیره اکسیژن حل شده موجود زیر پوشش به زودی به اتمام می رسد و فرآیند اکسیداسیون خیلی زودتر از آنکه آسیبی حادث شود متوقف می شود. رطوبت وارد مرحله تعادل پایدار می شود و یک محیط ثابت در اطراف خط لوله باقی می ماند.

همچنین پوشش پلی اتیلن نفوذ اکسیژن حل شده اضافی به سطح لوله و مهاجرت محصولات خوردگی به خارج از سطح لوله را کند می سازد.

طراحی پوشش پلی اتیلن به منظور ممانعت از نفوذ آب نمی باشد. از اینرو پس از نصب، وزن خاک پوشاننده و خاک اطراف است که از تغییر رطوبت موجود بین پوشش و لوله جلوگیری می کند.

مزایای پوشش پلی اتیلن:

پوشش پلی اتیلن هم موثر است و هم اقتصادی. خواص دی الکتریک عالی آن را قادر می سازد تا لوله را از جریان های مستقیم سرگردان سطح پایین محافظت نماید. از سوی دیگر از آنجا که پلی اتیلن یک محیط یکنواخت برای لوله فراهم می سازد، سلول های گالوانیک خوردگی محلی تقریباً از بین می روند. همچنین بر خلاف



پوشش های پیونددار، پلی اتیلن قابلیت حفاظت لوله بدون ایجاد سلول های متمرکز در ناپیوستگی های پوشش لوله را داراست.

پوشش پلی اتیلن به سادگی نصب می شود و نیاز به نیروی انسانی اضافی ندارد. کارگران مونتاژ می توانند به راحتی پلی اتیلن را حین مونتاژ روی لوله بکشند.

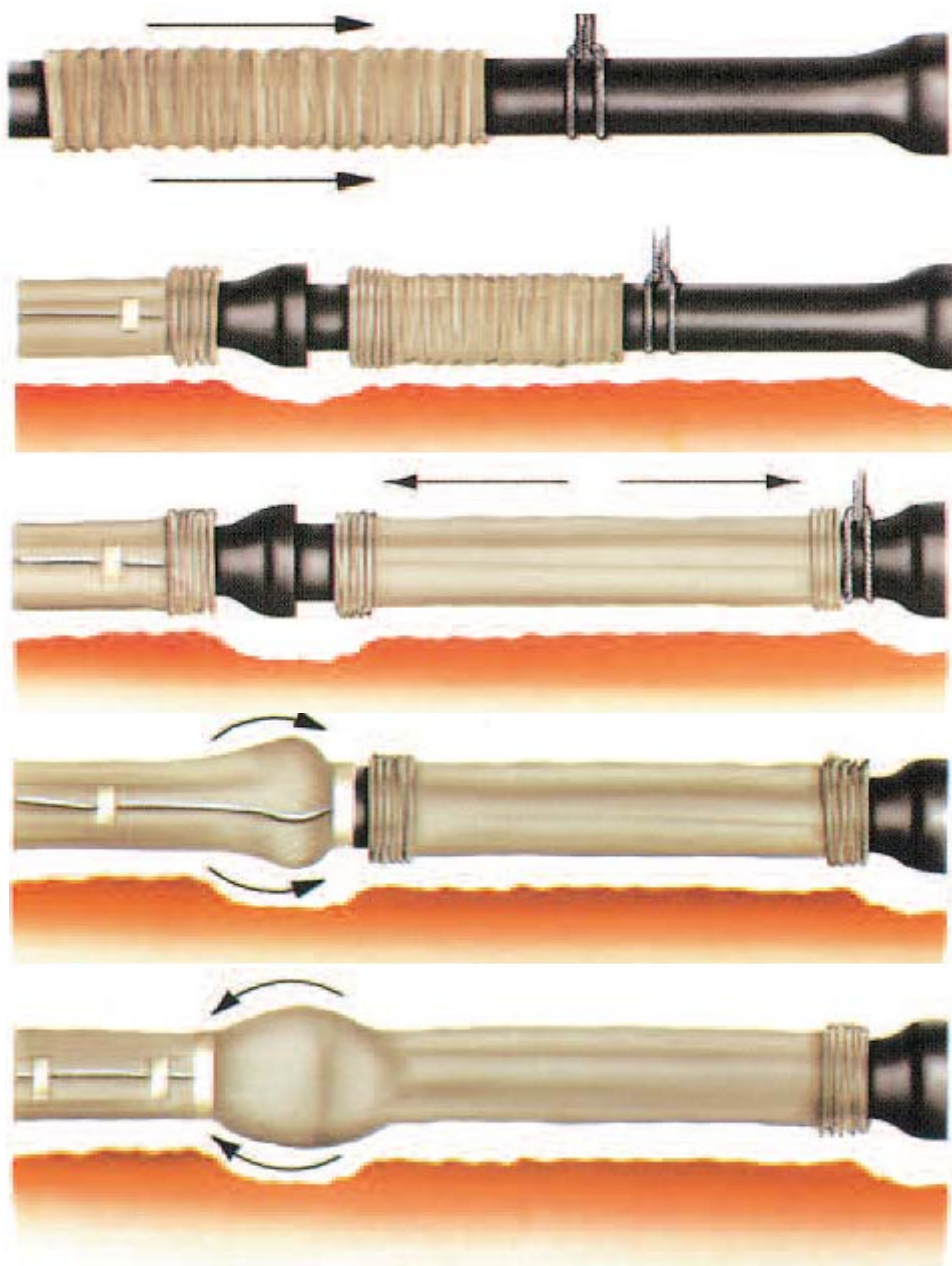
محافظت موثر توسط پوشش پلی اتیلن در برابر خوردگی بسیار ارزان است. هزینه اولیه مواد و مونتاژ بسیار اندک است، هزینه این پوشش تنها حدود ۰/۵٪ قیمت خرید لوله است.

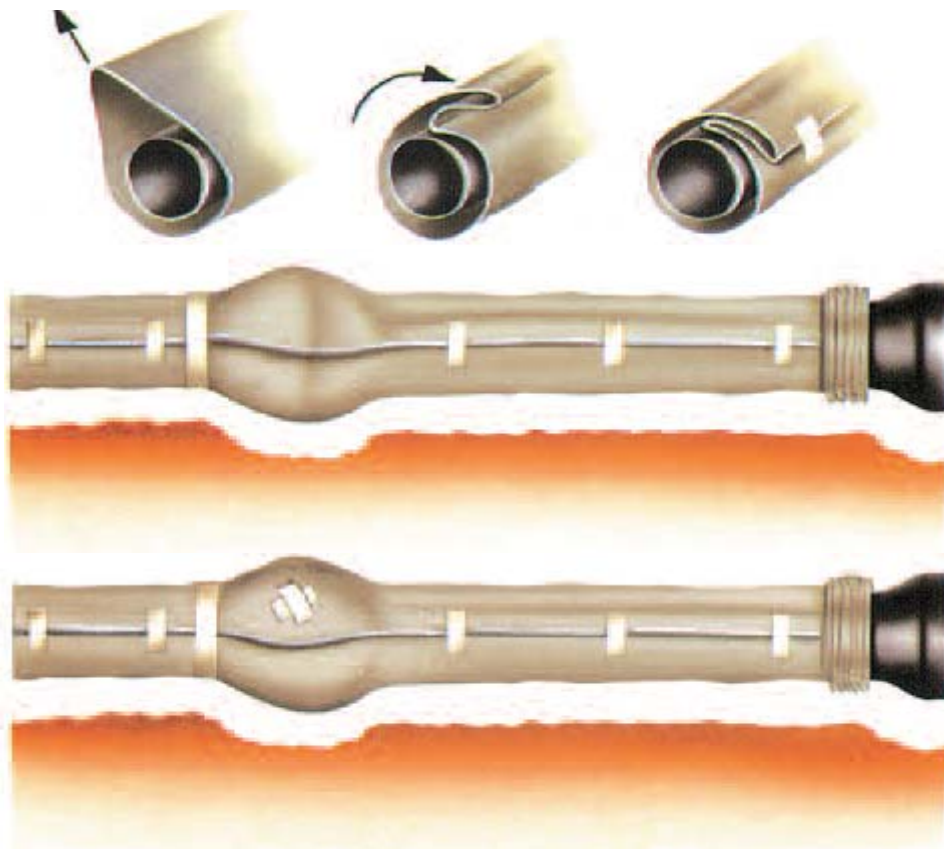
پوشش پلی اتیلن در سایت اعمال می شود، لذا لوله نیازی به عملیات اضافی یا بسته بندی ویژه در طول نقل و انتقال ندارد. از سوی دیگر به دلیل اعمال پوشش در سایت، احتمال مخدوش شدن نسبت به پوشش های کارخانه ای کمتر است. در صورت مخدوش شدن، ترمیم پلی اتیلن حین کار بوسیله چسب نواری سازگار با پلی اتیلن سهل و آسان است.

از آنجا که پلی اتیلن یک سیستم حفاظتی پاسیو است، نیازی به نگهداری و مراقبت ندارد و پس از نصب هیچ هزینه‌ای نخواهد داشت.

دو روش برای نصب این پوشش توصیه می‌شود: روش پیچش ورق و روش غلاف پلی اتیلن. عموماً روش غلاف پلی اتیلنی به دلیل سهولت مونتاژ توسط پیمانکاران ترجیح داده می‌شود. در ادامه این روش پوشش دهی به شکل شماتیک آورده شده است.

راهنمای شماتیک نصب پوشش غلافی پلی اتیلن :





ویژگی های فنی پوشش پلی اتیلن

خواص مورد نیاز فیلم پلی اتیلن مورد کاربرد برای لوله های چدن نشکن بایستی مطابق استاندارد DIN 30674 قسمت ۵ باشد.

از جمله این خواص می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

ضخامت پوشش:

ضخامت اسمی پوشش 0.2mm است که حداکثر می تواند 0.02mm از مقدار اسمی کمتر باشد.

طول پوشش:

پوشش های لوله ای شکل معمولاً بصورت تویی و بطول 50m یا 100m تهیه می گردند.

جنس:

جنس پوشش بایستی از پلی اتیلن و عاری از مواد بازیافت شده، مواد نرم کننده، مواد پرکننده (Fillers) و افزودنی های رنگی بجز دوده باشد. مواد ضد اکسندگی می تواند تا 0.5% وزنی اضافه شوند. میزان ناخالصی ها نباید بیش از 0.1% وزنی باشند. پوشش بایستی عاری از هرگونه سوراخ، حفره و پارگی باشد.

چگالی:

چگالی پلیمر بایستی بین 0.91-0.93 g/cm³ باشد.

شاخص سیالیت مذاب:

شاخص سیالیت مذاب بر اساس DIN53735 نباید از 2.5 g/10min بزرگتر باشد.

استحکام کششی:

استحکام کششی پلیمر در جهات طولی و عرضی نباید از 11 n/mm² کمتر باشد.

سایر پوشش‌های داخلی و بیرونی لوله‌های چدنی نشکن:

پوشش پلی اورتان

پلی اورتان یکی از پوشش‌های پلاستیک ترموست چند کاربرده بوده که توسط اتوبایر در اواخر دهه ۳۰ میلادی برای کاربردهای نظامی معرفی گردید. این محصول از واکنش بین ایزوسیانات و پلیول تولید می‌شود که بر اساس نوع ایزوسیانات بکاررفته، به دو نوع پلی اورتان آلیفاتیک و آروماتیک طبقه‌بندی می‌شوند. بر خلاف سایر پوشش‌های شیمیایی تکنولوژی پلی اورتان می‌تواند از خیلی نرم تا خیلی سخت متغیر باشد. ساختار شیمیایی سخت‌تر با شبکه متقاطع و متراکم دارای مقاومت بالا به مواد شیمیایی و محیط‌های مرطوب می‌باشد. این نوع پوشش معمولاً دارای چسبندگی عالی بوده و بهارین محافظ خوردگی برای لوله‌های فلزی می‌باشد. پوشش پلی اورتان توسط برخی از تولیدکنندگان و بنا بر سفارش مشتری تحت استاندارد DINEN15655 بر روی سطح داخلی و خارجی لوله‌ها اعمال می‌گردد.

مزایای پلی اورتان:

۱- قابل استفاده برای مصارف آبی و فاضلابی

۲- مقاومت به سایش بالا (مناسب برای ذرات معلق موجود در فاضلاب)

۳- چسبندگی بالا به سطح فلز

۴- مقاومت شیمیایی در برابر اسیدهای خورنده

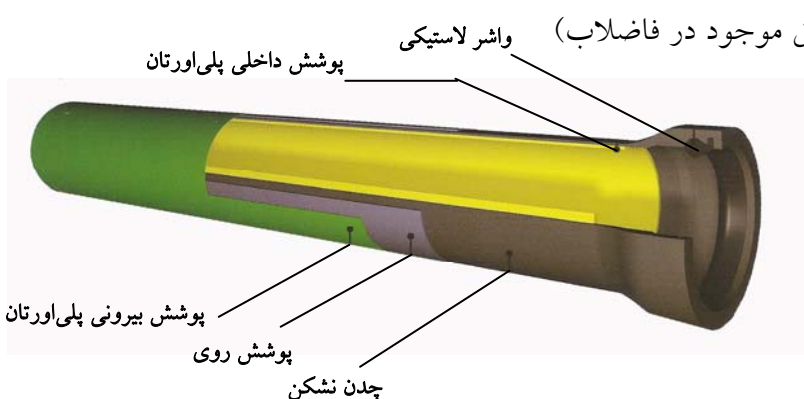
۵- انعطاف‌پذیری بالا

۶- سختی مناسب

۷- مقاومت در برابر ضربه

۸- مقاومت مناسب در برابر نفوذپذیری سیالات

۹- مقاومت در برابر اشعه UV



پوشش اپوکسی

پوشش‌های اپوکسی در اواخر دهه ۷۰ میلادی توسط صنایع آبرسانی انگلستان جهت مصارف انتقال آب و سیالات معرفی گردید. این نوع پوشش به عنوان یک پوشش دیالکتریک با ایجاد یک لایه محافظ بین لوله فلزی و سیال از خوردگی جلوگیری می‌کند. اپوکسی‌ها جزء خانواده رزین‌های ترموست بوده و پس از انجام عملیات کیورینگ دیگر بر اثر گرما ذوب نمی‌گردند. گسترده مواد پایه اپوکسی باعث تنوع خواص آن گردیده است. تولید لوله‌های چدنی نشکن با پوشش اپوکسی بر اساس استاندارد EN14901 در رنگ‌های قرمز، مشکی و آبی به سفارش مشتریان صورت می‌گیرد.

برخی مزایای پوشش اپوکسی:

۱- مقاومت بالا در برابر شرایط شیمیایی و خورنده

۲- خواص مکانیکی و حرارتی خوب

۳- پایداری و چسبندگی بالا

۴- عایق الکتریکی

۵- مقاومت سایشی عالی

۶-مقاومت در برابر تنش های خاک

موارد مصرف پوشش اپوکسی:

۱-انتقال سیالات صنعتی و شیمیایی

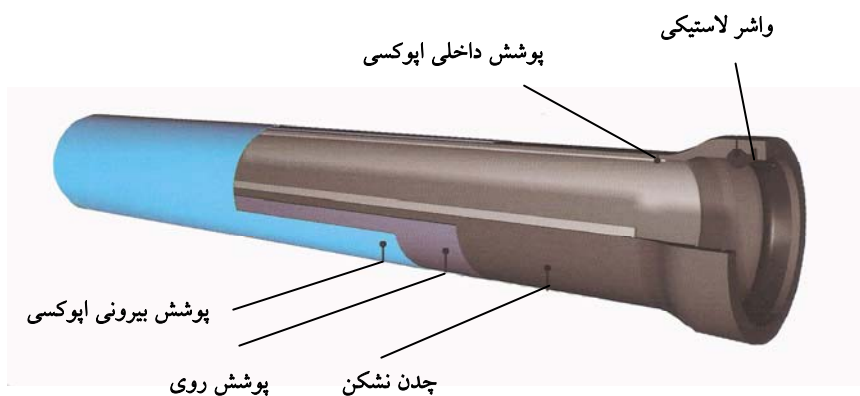
۲-انتقال سیالات با دمای بالا

۳-انتقال آب دریا

۴-انتقال سیالات با پایه نفتی

۵-انتقال آب آشامیدنی

۶-استفاده در شرایط نامناسب جوی



منابع:

1. ACIPCO, Ductile Iron Pipe Manual.
2. Ductile Iron Pipe, general Brochure, DIPRA, 2007
3. Cement Mortar Linings, DIPRA, 2005
4. Cement mortar linings for ductile iron pipes, by Richard W. Bonds, P.E, DIPRA research and technical director, DIPRA, 2000
5. EN 545: 2007.
6. ISO 2531: 2009.
7. Polyethylene Encasement Guide ,Dipra, 2007
8. Poly Encasement, DIPRA, 2007
9. DIN 30674-Part5