



پوششهای پلی یورتان خطوط لوله

POLYURETHANE
Pipeline Coatings

8

مقدمه:



خوردگی عبارتست از تخریب مواد ، عمدتاً فلزات ، در نتیجه واکنش با محیط. خوردگی پدیده ای طبیعی است و از قوانین طبیعت تبعیت می نماید .

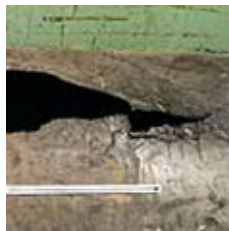


طی بررسیهای انجام گرفته هزینه های سرسام آور مرتبط با خوردگی عبارتند از :

- ◀ خوردگی و نشتی خط لوله
- ◀ تعمیر و تعویض خط لوله
- ◀ تضمین محصولات
- ◀ خواب پروژه / کاهش حجم تولید
- ◀ مسائل ایمنی و زیست محیطی
- ◀ آلودگی محصولات
- ◀ سلب اعتماد مشتری
- ◀ تعمیر و نگهداری



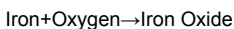
استفاده از پوششهای محافظتی به تنهایی و یا به همراه حفاظت کاتدی مهمترین روش مقابله با خوردگی در خطوط لوله و تجهیزات وابسته بوده است. از جمله سیستمهای پوششی که از سال ۱۹۵۰ تا بحال به صنعت عرضه شده عبارتند از FBE ، پلی اتیلن اکسترود ، انامل قیری و کولتاری ، اپوکسی مایع ، نوار ، پلی یورتان و . . . شرکت پوششهای محافظتی جنوب **POLYGUM** افتخار دارد پوشش پلی یورتان ۱۰۰% جامد را بعنوان برترین پوشش محافظتی ضد خوردگی جهت لوله های فلزی نفت ، گاز ، آب و . . . معرفی نماید. این محصولات با برند تجاری POLYPIPE و مستقیماً زیر نظر متخصصین شرکت BAYER آلمان - مادر صنعت پلی یورتان در دنیا- فرموله شده و با کیفیت بسیار بالا ، در داخل کشور قابل تامین می باشند.



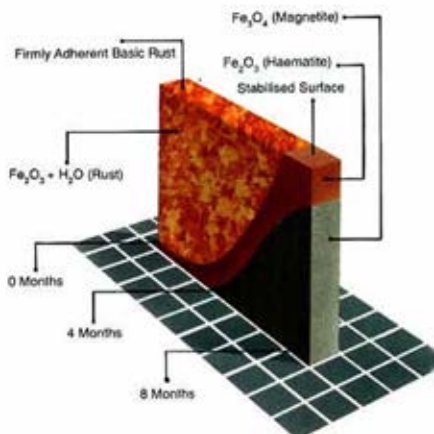
خوردگی فولاد :

خوردگی فولاد در محیط به دو دسته طبقه بندی می شود :

۱- خوردگی شیمیایی : که از واکنش آهن با اکسیژن و تشکیل اکسید آهن و یا زنگ آهن حاصل می آید .



۲- خوردگی الکترو شیمیایی : که یک فرآیند الکتریکی شامل جریان الکتریکی است . جهت ایجاد این نوع خوردگی ، تشکیل یک سل خوردگی که شامل چهار جزء آند ، کاتد ، الکترولیت و مسیر جریان است ، الزامی است .



با توجه به موارد فوق ، روشهای زیر جهت کنترل خوردگی قابل استفاده می باشد :

۱. جایگذاری یک مانع بین فلز و محیط
۲. استفاده از مواد مقاوم در برابر خوردگی در ساخت سازه
۳. استفاده از حفاظت کاتدیک
۴. بالاتر گرفتن استانداردهای ساخت سازه (over-designing)
۵. تعویض محیط

با توجه به بالا بودن هزینه استفاده از مواد مقاوم در برابر خوردگی مانند stainless steel (آیتم ۲) و یا over-designing پروژه (آیتم ۴) و همچنین عدم امکان تعویض محیط در بسیاری از موارد (آیتم ۵)؛ استفاده از پوششهای محافظتی به تنهایی و یا به همراه حفاظت کاتدی پرمصرفترین روش مقابله با خوردگی در سازه های فلزی، خصوصاً خطوط لوله و تجهیزات وابسته می باشد .



پوششهای محافظتی:

گرچه هزاران سال است که پوششها جهت مصارف دکوراتیو و علامت گذاری مصرف می شوند ، اهمیت پوششها در صنعت پس از جنگ جهانی دوم مشخص گردیده است. سالانه میلیاردها گالن رنگ در دنیا تولید می شود که حداقل یک سوم آن جهت محافظت سطوح فلزی به مصرف می رسد . کلیه وسایل نقلیه ، سازه های مدفون ، سازه های دریایی ، تجهیزات فلزی و . . . نیاز به پوشش دارند . اهمیت پوشش از این واقعیت که حذف آن تقریباً در هر سیستم کنترل خوردگی غیر ممکن است ، نمود می یابد .

حفاظت سازه های رو زمینی و زیر زمینی با پوششهای محافظتی یکی از ثابت شده ترین روشها در کنترل خوردگی است . سایر متدها اعم از حفاظت کاتدی ، اصلاح و بهبود محیط ، انتخاب مواد و طراحی از اهمیت کمتری برخوردارند.

جهت حصول مقاومت خوب در برابر خوردگی، پوشش محافظتی باید از خواص زیر برخوردار باشد :



- ◀ چسبندگی بالا به سطح
- ◀ مقاومت بالا نسبت به جریان الکترونها
- ◀ ضخامت کافی
- ◀ حداقل نفوذ در برابر یونها و آب
- ◀ حداقل تخلخل

«صنعت رنگ و پوشش نیز خود را با الزامات محیط زیست تطبیق داده است. ارائه پوششهای پایه آب water-borne و عاری از حلال solvent-free در تبعیت از همین قوانین صورت گرفته است .



مقایسه پوششهای ضد خوردگی مرسوم خطوط لوله:

بزرگترین بازار جهانی پوشش به کاربردهای ضد خوردگی خطوط لوله تعلق دارد. از آنجا که حجم بالای فروش اولین هدف هر تامین کننده ای است، مصرف کننده نهایی با حجم زیادی از اطلاعات بازاریابی محصول از طرف شرکتهای مختلف که هر یک ادعای ارائه بهترین سیستم ضد خوردگی خطوط لوله را دارند، بمباران می شود. همین مورد، تصمیم گیری در انتخاب محصول مناسب را مشکل می نماید. ضمناً فاکتورهایی چون: زمان لازم برای تکنولوژیهای جدید تا رسیدن به استاندارد مصرف کننده، مقاومت مصرف کننده نهایی در برابر استفاده از محصولات جدید بدون تاریخچه مصرف طولانی مدت در شرایط پروژه، مقاومت شرکتهای پوشش لوله در برابر پذیرش پوششهای جدید بدلیل سرمایه گذاری اولیه در تجهیزات اعمال پوششهای قدیمی و... بعنوان عوامل بازدارنده در پذیرش تکنولوژیهای جدید و ورود این تکنولوژیها به صنعت پوشش لوله عمل می نمایند.

همچنین شرکتهای نفت و گاز که اولین قدم را در پذیرش یک محصول بر میدارند، نسبت به تکنولوژیهای جدید محافظه کار هستند و بدلیل گستردگی ساختار داخلی این شرکتها؛ بررسیهای میدانی، آزمونهای کنترل کیفی و مدور تائیدیه های فنی محصول در فرآیند بسیار زمان بری انجام می پذیرد. بنابراین سرمایه گذاری مورد نیاز جهت تهیه و نصب خطوط لوله، رعایت احتیاط و انجام تستهای میدانی غیر منطقی نیست. لیکن زمانیکه این پروسه تائید زمانبر با بمباران شدید تصمیم گیرندگان توسط کمپانیهای تولید پوشش و اطلاعات بازاریابی مبتنی بر حدس و گمان ترکیب می شود، اخذ تصمیم نهایی صحیح بسیار مشکل خواهد بود.



از اطلاعات موجود، واضح است که هیچ یک از پوششهای مرسوم، نیازهای مصرف کننده نهایی را مرتفع نکرده اند.

حقیقت این است که تکنولوژیهای پوششی جدید، سیستمهای ضد خوردگی پوشش لوله را با: خواص فیزیکی بالاتر، هزینه کمتر در طی زمان، آسیب پذیری کمتر در حین نصب، مقاومت بالاتر در برابر اکسیداسیون، مقاومت حرارتی و برودتی بالاتر، اجرا و نصب سریعتر، روشهای بهتر جهت پوشش سرچشوها و... به مصرف کننده نهایی ارائه می دهند.

در زیر مروری بر مشخصات و خواص پوششهای قدیمی و مرسوم صورت گرفته و نهایتاً تکنولوژی جدید پوشش لوله Solid Polyurethane Pipeline Coating ۱۰۰% بعنوان بهترین و مطمئن ترین سیستم پوششی ضد خوردگی خطوط لوله فلزی مدفون معرفی می شود.

جدول مقایسه ای پوششهای مرسوم خط لوله:

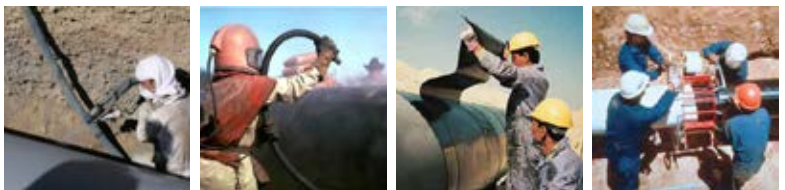
PUR PUA (6)	Liquid Epoxy (5)	3LPE 3LPP (4)	FBE (3)	Tape (2)	Bitumen Enamel (1)	پوشش / خواص
+	+	+	+	+	-	ایمنی بالا- اپراتور دوست
+	+	+	+	+	-	سازگاری با محیط زیست- فقدان حلال و مواد سرطانزا
+	-	+	+	-	-	قابلیت کیورینگ در دمای پائین با حفظ خواص
+	-	-	-	-	-	عدم نیاز به پیش گرم نمودن لوله
+	-	-	-	-	-	قابلیت اعمال در هر ضخامت بر هر لوله با طول و قطر متفاوت
+	+	-	-	+	+	قابلیت اعمال در سایت
+	-	+	-	-	-	مقاومت بالا در برابر آسیبهای مکانیکی
+	-	+	-	-	-	خواص فیزیکی عالی
+	+	+	+	-	-	مقاومت حرارتی بالا
+	+	-	-	+	-	قابلیت مصرف بعنوان پوشش سرجوشها
+	+	-	-	-	+	تامین پوشش یکپارچه و بدون درز
-	-	+	+	+	+	رکورد مصرف طولانی جهت پوشش لوله
-	+	+	-	+	+	آشنایی مصرف کنندگان نهانی
+	+	-	-	+	-	تعمیر آسان- بدون نیاز به متعلقات خاص
+	+	-	-	-	-	هزینه تعمیرات پائین
+	+	+	+	-	-	عمر سرویس طولانی
+	+	+	+	-	-	چسبندگی خوب به سطح
+	+	+	-	-	-	مقاومت بالا در برابر ضربه و تنش
+	+	-	+	-	-	جدایش کاتدیك حداقل
+	+	-	+	-	-	عدم افت چسبندگی در طی زمان
+	-	+	-	-	-	عدم آسیب پذیری در طی حمل و نقل و نصب
+	+	+	+	-	-	مقاومت بالا در برابر خوردگی
+	+	+	+	-	-	مقاومت بالا در برابر استرس خاک و تنشهای برشی
+	+	-	-	+	+	نصب آسان و سریع
+	-	-	-	-	-	امکان exposure
+	+	+	+	-	-	عدم اکسیداسیون
+	-	-	-	-	-	امکان bending لوله در سایت
+	-	-	+	-	-	تک لایه- عدم نیاز به پرایمر
+	+	+	+	-	-	عدم چروک خوردگی و لغزش



- (۱) انامل قیری/کولتاری Bituminous/Coal tar Enamel
- (۲) نوارپیچی سرد Cold Tape Wrapping
- (۳) اپوکسی فیوژن باندد Fusion Bonded Epoxy
- (۴) پلی اتیلن/ پلی پروپیلن سه لایه 3LPE/3LPP
- (۵) اپوکسی مایع Liquid Epoxy
- (۶) پلی یورتان/پلی یوریا PUR/PUA



توضیحات	قابلیت استفاده بعنوان پوشش سر جوش و اتصالات	قابلیت اعمال جهت تعویض پوشش	قابلیت اعمال در کارگاه پوشش	پوشش	
				خواص	
جهت پوشش دهی سر جوشها و اتصالات میتوان از نوارهای سرد و یا نوارهای گرم اجرای قیری استفاده نمود.	-	+	+	Bitumen enamel انامل قیری	
جهت پوشش دهی سر جوشها و اتصالات میتوان از نوارهای سرد مناسب جهت پوششهای تعمیراتی با ضخامت چسب (ADHESIVE) بالا استفاده نمود.	+	+	+	Tape نوار سرد	
جهت پوشش دهی سر جوشها و اتصالات میتوان از نوارهای انقباضی و یا پوشش اپوکسی مایع استفاده نمود.	-	-	+	FBE فیوژن باندد اپوکسی	
جهت پوشش دهی سر جوشها و اتصالات میتوان از نوارهای انقباضی ، نوارهای سرد سه لایه و یا پوشش پلی یورتان و پلی یوریا با تمهیدات خاص استفاده نمود.	-	-	+	3LPP/3LPE پلی اتیلن/ پلی پروپیلن سه لایه	
یکپارچه و بدون درز حتی در اتصالات و نقاط جوش	+	+	+	Liquid Epoxy اپوکسی مایع	
یکپارچه و بدون درز حتی در اتصالات و نقاط جوش	+	+	+	PUR/PUA پلی یورتان/ پلی یوریا	



انتخاب پوششهای محافظتی خطوط لوله :



در انتخاب پوشش مناسب قدم اول شناخت عوامل موثر بر تخریب پوششها است. بدیهی است پوششی که تحت تاثیر حداقل عوامل مخرب قرار گیرد ، از عمر و کیفیت بالاتری برخوردار خواهد بود.



فاکتورهای تاثیر گذار بر تخریب پوشش خطوط لوله عبارتند از:

- ◀ حرکت لوله و استرس خاک
- ◀ دمای بالا
- ◀ وجود رطوبت و نمک در خاک
- ◀ جدایش کاتدیک
- ◀ اشعه UV
- ◀ ریزش و نشتی مواد شیمیایی
- ◀ حملات باکتریایی
- ◀ Q.A و Q.C ناکافی



با توجه به جمیع جهات ، فاکتورهای اصلی در انتخاب پوششهای محافظتی خطوط لوله فلزی نفت ، گاز ، آب و . . عبارتند از :

- کاربری و مسائل ایمنی
- امکان اعمال و ترمیم در سایت ، قابلیت پوشش سر جوشها
- الزامات آماده سازی سطح
- خواص فیزیکی مناسب :



- ◀ چسبندگی به سطح لوله . یکپارچگی و عدم وجود درز
- ◀ مقاومت در برابر سایش ، ضربه ، نفوذپذیری (سختی مناسب)
- ◀ مقاومت شیمیایی و خوردگی
- ◀ مقاومت دی الکتریک و مقاومت در برابر جدایش کاتدیک
- ◀ انعطاف پذیری ، قابلیت خمش (bend ability)
- ◀ دوام در دمای بالا ، پائین و شرایط سرویس
- ◀ جذب آب کم ، قابلیت عبور بخار آب
- تاریخچه مصرف ، رکورد مشابه
- آنالیز قیمت:



◀ در نظر گرفتن هزینه بصورت $\$/m^2$ به جای $\$/m^2$

◀ در نظر گرفتن این مهم که هزینه پوشش تنها ۵% - ۱۰% هزینه کل خط لوله است و از این مقدار کمتر از ۵۰% آن مربوط به هزینه مواد پوششی است .





تنها گزینه ای که همه آیت‌های بالا را توامان جوابگو است
تکنولوژی پلی یورتان ۱۰۰٪ جامد می باشد که در سه
دسته زیر قابل ارائه خواهد بود :

- الف : Rigid Polyurethane
- ب : Elastomer Polyurea
- ج : Elastomer Polyurethane

از سه دسته فوق آیتم الف و ب جهت پوشش داخلی و خارجی لوله های فلزی نفت ، گاز ،
آب ، فاضلاب و . . مناسب بوده و با استاندارد های بین المللی مرتبط مطابقت دارد . آیتم ب
و ج نیز جهت پوشش داخلی و خارجی لوله های بتنی آب ، فاضلاب و . . مناسب می باشد .

تعویض پوشش خط لوله :

عمر اقتصادی یک پوشش زمانی به اتمام می رسد که هزینه تعمیرات سیستم حفاظت
از خوردگی موجود بیش از هزینه تعویض پوشش باشد . در یک لوله گذاری مناسب با
پوشش مناسب ، بطور کلی کمتر از ۱۰ میکرو آمپر جریان حفاظت کاتدیک به ازای هر متر
مربع سطح لوله جهت محافظت سیستم از خوردگی های خارجی کفایت می نماید . این
جریانها تقیصه های کوچکی چون منافذ موجود در پوشش را ختشی می نماید . در واقع
سیستم حفاظت کاتدیک جهت مرتفع نمودن حداکثر ۳٪ خطای پوشش لوله طراحی شده
است .

با افزایش طول عمر لوله و شروع تخریب پوشش ، دانسیته جریان لازم جهت محافظت
افزایش می یابد . اجتناب یا به تعویق انداختن تعویض پوشش ضد خوردگی ، ریسک
نقص خط لوله را افزایش داده و منجر به آلوده شدن مواد یا نشتی از لوله ها می گردد .
زمانی که نقصان پوشش خارجی با روشهایی چون معاینه bell-hole ، محاسبه دانسیته
جریان ، بررسی گرادیان ولتاژ DC و . . تشخیص داده می شود ، چهار راه حل قابل اجرا
است :

- ◀ کاهش فشار عملیاتی
- ◀ رها کردن خط
- ◀ تعویض خط
- ◀ تعویض پوشش

از آنجائیکه هزینه تعویض پوشش به مراتب کمتر از هزینه تعویض خط می باشد ،
این گزینه مقرون به صرفه ترین مورد خواهد بود.



فاکتورهای زیادی بر طول عمر خط لوله تاثیرگذارند ، از جمله ؛ کیفیت سازه ، کیفیت سیستم پوشش حفاظتی ، حفاظت کاتدیک ، شرایط محیطی ، شرایط کاربری ، کیفیت کثرت تعمیرات خط لوله و . . .

هیچ یک از فاکتورهای فوق به اندازه سیستم پوشش بر طول عمر خط لوله موثر نیستند . از این رو سیستمهای پوششی نوین و روشهای جدید اعمال جهت بهبود وضعیت خطوط لوله موجود ، با مقرون به صرفه ترین قیمت و مطابق آخرین استانداردهای کنترل خوردگی و محافظت مکانیکی ابداع و به بازار عرضه شده اند.



پوششها بعنوان حفاظت کننده اصلی و مانع خوردگی خط لوله مطرح هستند . در خطوط لوله مدفون ، فلز در اثر تماس با محیط مرطوب در معرض حملات عوامل خوردنده قرار می گیرد . لذا اعمال پوشش و قطع ارتباط سطح با محیط بهترین روش در کنترل خوردگی است . از آنجائیکه هیچ سیستم پوششی عاری از نقص نیست ، حفاظت کاتدیک جهت تکمیل پروسه کنترل خوردگی استفاده میشود .

اکثر کشورها الزاماتی جهت پوشش خطوط لوله دارند و چنین خواصی برای پوششها در این قوانین قید شده است :

- ◀ سطوح خارجی لوله را از نظر الکتریکی در برابر محیط ایزوله نماید .
- ◀ چسبندگی کافی داشته و از مهاجرت الکترولیت به زیر فیلم پوشش ممانعت بعمل آورد .
- ◀ در مقابل شکست و ترک خوردگی مقاومت داشته باشد .
- ◀ در برابر آسیب دیدگی طی کاربری ، جابجایی و استرس خاک مقاومت داشته باشد .
- ◀ با حفاظت کاتدیک سازگار باشد.
- ◀ در معرض دمای متغیر محیط و سرویس دچار تخریب نشود.

پوششهای مایع جهت تعمیرات پوشش ، تعویض پوشش و پوشش مجدد خط لوله ایده آل هستند. جهت اعمال در سایت مناسب بوده و در انواع قابل اعمال با برس ، اسپری هوا / ایرلس ، اسپری های خاص و . . . موجود می باشند .

از اوایل دهه ۱۹۸۰ پلی یورتانهای مایع ۱۰۰% جامد در آمریکای شمالی جهت پوشش سرجوشها ، شیر آلات ، اتصالات و لوله های جدید مورد مصرف قرار گرفته اند . در اواسط دهه ۱۹۸۰ اولین پروژه پوشش مجدد در اشل بزرگ جهت تعویض پوشش خط لوله با این مواد انجام پذیرفت . در اولین پروژه ۱۱/۵ km لوله مدفون با ۶۳۵ میکرون پلی یورتان ۱۰۰% جامد پوشش شد .



پوششهای نوین خطوط لوله :

تکنولوژیهای جدید به یاری مهندسی خوردگی و حفاظت از زنگ آمده و سیستمهای ضد خوردگی منحصر بفردی را بعنوان پوشش خارجی خطوط لوله عرضه کرده اند. این سیستم های پوشش شامل پلیمرهای پیشرفته ای است که خصوصاً جهت شرایط ویژه و مطابق قوانین بین المللی طراحی و تست شده اند. این پلیمرها شامل پلی یورتان ، پلی یوریا و پلیمرهای هیبریدی هستند که خواص ویژه فیزیکی را حتی به مراتب بالاتر از حد استاندارد بروز می دهند. خواص فیزیکی این محصولات قابل تطبیق و تغییر بوده و توانایی مرتفع نمودن نیازهای خاص مصرف کننده نهایی را دارد.

تامین دستگاههای کارا و مطمئن جهت اعمال محصولات ، ایجاد جذابیت در قیمت محصولات جدید با توجه به متعادل نمودن قیمت و افزایش عمر مفید سیستم ، همچنین کاهش مقاومت و حساسیت تولید کنندگان پوششهای قدیمی با توجه به رشد میزان پذیرش مصرف کنندگان نهایی و . . . همگی باعث مرتفع شدن موانع موجود بر سر راه پذیرش تکنولوژیهای جدید شد. در حال حاضر که تولید بسیار با کیفیت ، مجربان با تجربه و دوره دیده و تجهیزات اعمال مدرن در سرتاسر جهان موجود هستند، پلیمرهای پیشرفته انتخاب کاملاً مناسبی جهت کنترل خوردگی و حفاظت از خطوط لوله بوده و در مقایسه با سیستمهای قدیمی از نظر کیفیت ، کارایی و قیمت از جذابیت بیشتری برخوردارند.

با توجه به جمیع جهات هیچ دلیل قانع کننده ای در عدم مصرف این پوششها به منظور حفاظت سرمایه های با ارزش این کشور وجود ندارد .

امروزه پوششهای پلی یورتان دو جزئی ۱۰۰٪ جامد جهت محافظت سازه های مختلف اعم از مخازن ذخیره ، خطوط لوله ، پلها ، کشتیها و . . . در برابر خوردگی مصرف میشوند . کارایی بالا ، افزایش عمر مفید سازه ، مقاومت در برابر عوامل خوردنده محیطی ، مقاومت سایشی و مکانیکی بالا ، قابلیت کیورینگ در دمای پایین ، چسبندگی قوی ، تامین ضخامت بالا در یک پاس، اعمال و خشک شدن و برگشت به سرویس فوری، حذف VOC و . . . همگی کارآمدی پوشش پلی یورتان را در صنایع مختلف به اثبات می رسانند و رجان آن را نسبت به پوششهای قدیمی و مرسوم نمایان می سازند .

گرچه پلی یورتانهای ۱۰۰٪ جامد بیش از ۳ دهه قدمت دارند و در بزرگترین کمپانیهای نفت و گاز بعنوان سیستمی عالی جهت پوشش داخل و خارج خطوط لوله و سایر سازه ها برگزیده شده اند ، مصرف این محصولات در برخی کشورها اخیراً آغاز شده است .



پلی یورتان ۱۰۰% جامد چیست ؟

پلی یورتان یک پلاستیک ترموست ، با خواص متنوع است که برای اولین بار توسط Otto Bayer در اواخر ۱۹۳۰ جهت مصارف نظامی تولید گردید. این پلیمر از واکنش یک ایزوسیانات و یک پلی ال منتج می شود .

امروزه پلی یورتانهای مختلف جهت مصارف گوناگون تولید می شوند که با توجه به نوع و شکل آن در مصارفی چون ساخت تشک و کوسن ، عایق کاری فریزر و سقف ، ساخت کافی کفش ، ساخت داشبورد و گلگیر و تایر ، پوشش پلها و کف مخازن ، آب بندی و درزبندی درزهای انبساط و به وفور استفاده می گردند.



اصطلاح ۱۰۰% جامد بدین معنی است که در سیستم پوشش هیچگونه حلالی بکار نرفته است و رزینی که بصورت طبیعی به حالت مایع است، پس از اعمال و کیورینگ بصورت فیلم خشک در می آید . لذا ضخامت فیلم تر و فیلم خشک پوشش یکسان خواهد بود .

ویسکوزیته سیستم پوشش با انتخاب نوع رزینها و نه با افزودن حلال تنظیم می شود . لازم به ذکر است گاهی سیستمهای حاوی مقدار ناچیز حلال (حدود ۵%) که بعنوان حامل پیگمنت و کاتالیست محسوب می شوند نیز جزء سیستمهای ۱۰۰% جامد طبقه بندی می گردند .

مواد اولیه موجود در این سیستمها دقیقاً مانند سیستمهای پلی یورتان دو جزئی دارای حلال است ، با این تفاوت که در این سیستمها حلال حذف می شود . همچنین ویسکوزیته اجزای مایع آنها پایین است . در این پوششها می توان برای افزایش بهره اقتصادی و همچنین رسیدن به ضخامت های بالا و بهبود پایداری مکانیکی از مقادیری پرکننده استفاده کرد.

مکانیسم خشک شدن این پوششها مشابه نوع حلالی آنهاست ، با این تفاوت که در این پوششها پرش حلال وجود ندارد . سرعت واکنش بین پلی ال و ایزوسیانات بعد از مخلوط کردن اجزا تحت تاثیر واکنش پذیری گروه های فعال و دما است .

واکنش پذیری نسبتاً زیاد موجب می شود که در ماههای پایین کیورینگ سریع صورت گیرد. از طرف دیگر اعمال این پوششها به تکنولوژی خاصی نیاز دارد . زیرا به علت ویسکوزیته بالا و فرصت کاربری کوتاه ، معمولاً نمیتوان از تکنیک اسپری معمولی استفاده کرد. پخت نهایی این پوششها معمولاً ۴-۶ روز به طول می انجامد . میزان چروک شدن (shrinkage) آنها ناچیز است و چسبندگی آنها به بسیاری از زیرآیندها مناسب است . سیستمهای پلی یورتانی بدون حلال چقرمگی بالایی دارند و در عین داشتن سختی بالا، رفتار الاستیک از خود نشان می دهند . همچنین این پوششها مقاومت بسیار بالایی در مقابل محلولهای نمکی ، اسیدی و قلیایی ضعیف دارند ، اما در برابر حلالهای خورنده و محلولهای غلیظ قلیایی مقاومت ضعیفتری نسبت به اپوکسیها نشان می دهند . این پوششها به عنوان یکی از جدیدترین و مقاومترین پوششهای ضد خوردگی جهت سطوح فولادی مطرح هستند . از این پوششها برای محافظت خطوط لوله ، سکوها دریایی، بدنه کشتی ها و همچنین حفاظت سطوح بتنی استفاده می شود .



پلی یورتانهای ۱۰۰% جامد بر اساس نوع ایزوسیانات مصرفی می توانند به انواع زیر تقسیم شوند :

- آروماتیک : کارایی عالی ، مقاومت خوردگی و فیزیکی عالی ، قیمت مناسب ، مقاومت مکانیکی عالی ، بروز تغییر رنگ سطحی در معرض اشعه UV
- آلیفاتیک : دوام رنگی عالی ، دوام براقیت عالی ، قیمت گران



خواص پلی یورتان ۱۰۰% جامد می تواند از نرم لاستیکی و الاستومری ، تا سخت و سرامیکی متغیر باشد . هر چه سیستم سخت تر (rigid) باشد شبکه ای تر (cross-linked) بوده و سیستم متر اکم با مقاومت شیمیایی و رطوبتی بهتری را عرضه می نماید . در اینگونه سیستمها مقاومت در برابر ضربه بسیار خوب بوده ، انعطاف پذیری بالا و چسبندگی نسبتاً ضعیفتر است . نفوذ پذیری آب و مواد شیمیایی به آنها بیشتر می باشد و کلاً جهت محافظت سطوح متمایل به حرکت و خمش (مانند بتن) و یا سطوح در معرض ضربات و بار گذاری سنگین ایده آل هستند . مقاومت شیمیایی و خوردگی الاستومرها با افزایش ضخامت اعمال (بالای ۱/۵ mm) بهبود می یابد .

از سوی دیگر ، الاستومر ها ساختار خطی تری داشته و میزان شبکه ای شدن در آنها به مراتب کمتر است ، که همین موضوع آنها را الاستیک و کشسان می نماید . در اینگونه سیستمها مقاومت در برابر ضربه بسیار خوب بوده ، انعطاف پذیری بالا و چسبندگی نسبتاً ضعیفتر است . نفوذ پذیری آب و مواد شیمیایی به آنها بیشتر می باشد و کلاً جهت محافظت سطوح متمایل به حرکت و خمش (مانند بتن) و یا سطوح در معرض ضربات و بار گذاری سنگین ایده آل هستند . مقاومت شیمیایی و خوردگی الاستومرها با افزایش ضخامت اعمال (بالای ۱/۵ mm) بهبود می یابد .

از سالهای نخستی که پلی یورتانها به بازار خط لوله معرفی شدند ، اکثر مهندسیان و متخصصین قابلیت پلی یورتانها را در ظهور بعنوان پوشش مناسب درز جوشها و همچنین پوشش خط لوله تشخیص دادند . از آنجائیکه امروزه انواع پوششهای پلی یورتان با ساختار و خواص مختلف در دسترس هستند ، تنها پلی یورتان دو جزئی مایع ۱۰۰% جامد (با حالت فیزیکی مایع) مطابق با ASTM D16 Type V بر پایه پلی ایزوسیانات و پلی ال جهت پوشش خط لوله تعریف می شود

دلایل بسیاری در جلب توجه صنعت خط لوله نسبت به پلی یورتانهای ۱۰۰% جامد وجود دارد :

-کاربری عالی و ایمنی بالایی دارند . نسبت به سایر پوششهای ضد خوردگی سازگار با محیط زیست هستند . فاقد حلال ، VOC ، استایرن ، آمین ، تار و سایر مواد سرطانزا هستند .

-بسیار سریع خشک می شوند . انجام تست هالیدی و دفن لوله در عرض چند ساعت امکانپذیر خواهد بود .

-بر خلاف اکثر پوششها قابلیت کیورینگ در دمای پایین را دارند و در بعضی گریدها حتی می توان پوشش را با اطمینان از حفظ خواص در ۴۰ °C - اعمال نمود .

-در طی پروسه اعمال ، الزامی به حرارت دهی و پیش گرم نمودن لوله نیست . پوشش با هر ضخامتی و بر لوله های با قطر و طول متفاوت قابل اعمال است .

- امکان استفاده از این پوشش در سر جوشها و اتصالات نیز وجود دارد . این مهم یکپارچگی سیستم پوشش را تامین می نماید .

در دو دهه گذشته، استفاده از پوشش‌های پلی یورتان ۱۰۰٪ جامد جهت محافظت از هر سه نوع لوله فلزی، چدنی و بتنی در برابر خوردگی توسعه یافته است. پوشش‌های پلی یورتان ۱۰۰٪ جامد جهت مصارف داخلی و خارجی قابل استفاده هستند. این پوشش‌ها بعنوان یکی از انتخاب‌های ارجح در صنعت پوشش لوله در آمریکا پذیرفته شده اند. پیش بینی می شود در چند سال آینده کلیه سیستم‌های نواریپیچی (Wrapping Systems) به سمت پوشش‌های پلی یورتان ۱۰۰٪ جامد شیفت نمایند.



نظر به مزایای فوق العاده PUR (پلی یورتان) و PUA (پلی یوریا) نسبت به سایر سیستم‌های پوشش، اکثر مصرف کنندگان در اقصی نقاط جهان در حال تغییر موضع و رویکرد مثبت نسبت به پوشش‌های نوین هستند.

- از پوشش‌های پلی یورتان ۱۰۰٪ جامد در موارد زیر استفاده شده و می شود:
- ◀ پوشش داخلی و خارجی خطوط لوله، مخازن، شیر آلات و اتصالات مدفون
 - ◀ تعمیر لوله های قدیمی
 - ◀ پروژه های Directional Drilling افقی
 - ◀ پوشش سرجوشها در خطوط لوله
 - ◀ پوشش سکوهای حفاری ساحلی
 - ◀ پوشش پایلها در نواحی ساحلی
 - ◀ لابینگ داخلی سیستم‌های آب دریا
 - ◀ تصفیه خانه های آب و فاضلاب
 - ◀ پوشش لوله ها و اتصالات چدنی
 - ◀ پوشش سازه های در معرض مواد شیمیایی خورنده



شرکت پوششهای محافظتی جنوب **POLYGUM** با هدف بهره گیری از دانش روز دنیا و خودکفایی ملی، بر مبنای این باور که پوشش پلی یورتان ۱۰۰% جامد (100%solid Polyurethane coating) یک سیستم ایده ال در کنترل خوردگی خطوط لوله فلزی مدفون می باشد، اقدام به تولید این گروه از محصولات با نام تجاری **POLYPIPE** در ایران نموده است.



خواص و مزایای پوشش پلی یورتان ۱۰۰% جامد **POLYPIPE**:

■ پوشش ایمن و مطمئن

فایده ریسک کاربری. این محصولات غیر سمی بوده و عاری از مواد سرطانزا و حلال می باشند. اشتعال ناپذیری، فقدان آمین و استایرن و مونومرهای ایزوسیانات، ایمنی کار را جهت مجریان و مصرف کنندگان نهایی بالا می برد.



■ نحوه اعمال

پوششهای **POLYPIPE** در گریدهای مختلف و با زمانهای خشک شدن متفاوت قابل عرضه می باشند، این محصولات با ابزار مختلف اعم از برس، رولر، اسپری هوا و اسپری های مخصوص دو جزئی تحت دما و فشار بالا قابل اعمال می باشند.



■ High Build و سریع خشک

POLYPIPE بدون نیاز به پرایمر مستقیماً بر سطح فلز بلاست شده قابل اجرا است و در یک بار پاشش به ضخامت مورد نظر (حتی تا ۲۵۰۰ میکرون) می رسد. تامین این ضخامت در یک پاس پاشش معضلات سیستمهای قدیمی را چون الزام به چند مرحله پاشش، اجبار در رعایت فاصله زمانی بین لایه ها، وجود ریسک از دست رفتن فاصله زمانی مناسب، نشستن آلودگی و گرد و غبار بر سطح و افت چسبندگی، مرتفع می نماید. خشک شدن سریع این پوششها باعث کاهش زمان اعمال، حذف یا کاهش هزینه انبارش لوله ها، امکان انجام تست و جابجایی و تدفین سریع لوله، به حداقل رساندن خواب پروژه، حذف ریسک چسبیدن آلودگی و حشرات به پوشش خیس می شود.



■ عدم ایجاد نوک سوزنی در سطح

سیستم یکپارچه با ضخامت بالا قابل تامین در یک پاس، توانایی کپسوله نمودن کامل فلز را داشته و فاقد pin hole خواهد بود. این مزیت باعث کاهش مقدار جریان لازم جهت حفاظت است که در مقایسه با سایر پوششها بسیار مقرون به صرفه می باشد.



■ سختی مناسب

اکثر سیستمهای مرسوم پوشش که در کارگاه اجرا می شوند در حین حمل و نقل تا سایت، کاربری، نصب، دفن و ... دچار آسیب می شوند و ترمیم این مواضع آسیب دیده، نقاط سست با پتانسیل بروز holiday را منتج می شود. پوششهای POLYPIPE با داشتن سختی مناسب و همچنین مقاومت بالا در برابر سایش و ضربه، نه تنها سطح پوشش یافته را از آسیب مکانیکی مصون می نمایند، بلکه محافظت در برابر عوامل خورنده و استرس خاک را در کل طول عمر خود تامین می کنند.



■ انعطاف پذیری مناسب

سازه های فلزی در اثر تغییرات فشار و دما دچار انبساط و انقباض می شوند. اکثر سیستم های پوششی مرسوم بسیار سخت بوده، تحمل چنین تنشهایی را نداشته و دچار ترک می شوند. پلی یورتان خاصیت منحصر به فردی دارد که آن تلفیق سختی و انعطاف پذیری است. به راحتی در برابر تغییرات دما و فشار مقاومت کرده و ترک نمی خورد. همچنین این خاصیت پلی یورتان در مواقعی که مقدار زیادی خمش و پیچش در لوله ایجاد می گردد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.



■ چسبندگی عالی

قابلیت پوشش در مقاومت نسبت به تنشهای مکانیکی در طی حمل و نقل و نصب، مقاومت نسبت به استرس خاک و ... کاملاً به چسبندگی پوشش به سطح فلز وابسته است. POLYPIPE از چسبندگی استثنایی برخوردار است. پس از اعمال بر سطح فلز سند بلاست شده، پوشش POLYPIPE به معنای واقعی با سطح آمیخته شده و نسبت به سایر سیستمهای پوشش بالاترین میزان چسبندگی را تامین می نماید. این چسبندگی عالی متضمن طول عمر بالای این سیستم است.



■ نفوذناپذیری در برابر بخار آب

در کلیه پوششها، بسته به ضخامت و نفوذپذیری ذاتی و یکپارچگی فیلم اعمال شده، امکان نفوذ مقداری رطوبت وجود دارد. پوششهای POLYPIPE به جهت ساختار شبکه ای و متراکم و همچنین خواص High Build نسبت به نفوذ بخار آب بسیار مقاوم هستند. این خاصیت متضمن ایجاد مانع مستحکم حتی در برابر مقادیر ناچیز رطوبت و تماس آن با سطح خواهد بود.



■ مقاومت در برابر جدایش کاتدیک

پوششهای POLYPIPE از مقاومت ویژه الکتریکی خوبی برخوردار هستند. سطح فلز را در برابر خاک محاط ایزوله نموده و شدیداً دانسیته جریان لازم جهت حصول پتانسیل حفاظتی را کاهش می دهند. POLYPIPE کاملاً با سیستمهای حفاظت کاتدیک سازگار است. چسبندگی فوق العاده POLYPIPE، از دلایل مقاومت بالای آن در برابر جدایش کاتدیک است. عدم وجود رخنه و منفذ در پوشش، مصرف جریان در سیستم حفاظت کاتدیک را به حداقل می رساند.



این مزیت در بحث کاهش هزینه های تحمیلی پروژه از اهمیت ویژه ای برخوردار است .



■ مقاومت جوی

گاهی مشاهده میشود که پوششهای مرسوم خط لوله در معرض شرایط جوی دچار تخریب ناشی از اشعه UV می شوند . دلیل نیاز به تجدید پوشش ۳-۴ ساله اکثر سطوح در هوای آزاد همین ضعف است . POLYPIPE مقاومت استثنایی در برابر اشعه UV و عوامل جوی داشته و از تخریب تحت تاثیر عوامل جوی، حتی در شرایط حاد مانعت بعمل می آورد . لذا با توجه به عمر مفید طولانی پوششهای POLYPIPE می توان از آنها جهت پوشش سطوح روی زمین و زیر زمین استفاده نمود .



■ مقاومت شیمیایی و خوردگی

POLYPIPE مقاومت بالایی در برابر محدوده وسیعی از مواد شیمیایی، اسیدها ، بازها ، محلولهای نمکی ، آب دریا و ... دارد . حداقل ۶۰۰۰ ساعت سالت اسپری را مطابق ASTM B117 پاس میکند و جهت مصرف در شرایط مدفون و مغروق ، سازه های ساحلی و ناحیه پاشش (splash zone) نیز پیشنهاد می شود . این سیستم جهت محافظت خطوط لوله در معرض عوامل خورنده و ساییده مانند فاضلاب ، صنایع دریایی و صنعت نفت کاملاً مناسب می باشد .



■ مقرون به صرفه و سریع

بر خلاف اعمال سایر سیستمهای پوششی که بسیار پر زحمت و وقت گیر هستند ، سیستمهای POLYPIPE بدون نیاز به پرایمر، در یک لایه جهت حصول هر ضخامتی قابل اجرا هستند . ضمناً با توجه به سریع خشک بودن این سیستم ، نیاز به انبارش لوله ها و پرت زمانی از پاشش تا تدفین لوله مرتفع می شود . این در حالی است که حتی در ساده ترین سیستمها ، پس از آماده سازی سطح و اعمال پرایمر ، حداقل یک گپ زمانی ۲ ساعته جهت خشک شدن لایه پرایمر تا اجرای لایه اول پوشش وجود داشته و ضمناً عدم حصول کل ضخامت مورد نظر در یک پاس ، الزام به اجرا در چند لایه و توقف حداقل ۶ ساعته بین دو لایه متوالی را باعث خواهد شد . ضمناً پس از تکمیل پوشش و حصول ضخامت مورد نظر حداقل ۷۲ - ۲۴ ساعت زمان پیش از بارگذاری مکانیکی وقت نیاز است .



عدم نیاز به پرایمر ، امکان حصول ضخامت مورد نظر در یک لایه ، یکپارچگی سیستم و امکان کاربری ، تست و دفن سریع لوله در سیستم های POLYPIPE منجر به ؛ کاهش هزینه اجرا ، کاهش زمان اجرا و خواب پروژه ، یکپارچگی سیستم و حذف خطر افت چسبندگی بین لایه ها و ... می شود .





استانداردهای مرجع در پوشش پلی یورتان لوله و متعلقات:

AWWA C222 : Polyurethane coatings for the interior and exterior of steel water pipe and fittings

BS EN 10290 : Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines-External liquid applied Polyurethane and Polyurethane –modified coatings

DIN 30671 : Thermo set plastic coatings for buried steel pipes

IGS-TP-014-1 : Polyurethane/Polyurethane Tar material & coating
(پوشش پلی یورتان برای سرجوشها و اتصالات و شیر آلات)

IGS-M-TP-20-1 : Polyurethane coating for pipeline rehabilitation
(پوشش پلی یورتان برای تعویض پوشش خطوط لوله)

DIN 30677 : External corrosion protection of buried valves



**POLYURETHANE
Pipeline Coatings**

پوشش‌های تولیدی POLYPIPE شرکت پوشش‌های محافظتی جنوب ، در گریدهای مختلف، جهت مصارف متنوع و مطابق با استانداردهای بین المللی و داخلی فرموله شده اند :

POLYPIPE 8802

پوشش پلی یورتان ۱۰۰% جامد ، rigid ، سریع خشک با نسبت اختلاط حجمی ۱ : ۱ ، قابل اعمال با اسپری مخصوص plural component dual feed high pressure/ high temperature spray جهت پوشش لوله های جدید و تعویض پوشش خط لوله

POLYPIPE HOMA 02

پوشش پلی یورتان ۱۰۰% جامد ، rigid ، سریع خشک با نسبت اختلاط حجمی ۳ : ۱ ، قابل اعمال با اسپری مخصوص plural component dual feed high pressure/ high temperature spray جهت پوشش لوله های جدید و تعویض پوشش خط لوله

POLYPIPE BG 102

پوشش پلی یورتان ۱۰۰% جامد ، rigid ، قابل اعمال با قلم مو ، رولر یا ایرلس اسپری با نسبت اختلاط حجمی ۱ : ۲ / ۱۵ جهت تعمیرات ، پوشش سر جوشها ، اتصالات ، شیرآلات

POLYPIPE BG 202

پوشش کولتار پلی یورتان ۱۰۰% جامد، قابل اعمال با قلم مو ، رولر یا ایرلس اسپری با نسبت اختلاط حجمی ۱ : ۳ جهت تعمیرات ، پوشش سر جوشها ، اتصالات ، شیرآلات

POLYPIPE HOMA 11

پوشش کولتار پلی یورتان ۱۰۰% جامد، سریع خشک با نسبت اختلاط حجمی ۱ : ۳، قابل اعمال با اسپری مخصوص plural component dual feed high pressure/ high temperature spray جهت پوشش لوله های جدید و تعویض پوشش خط لوله

POLYPIPE NUKOTE-HT

پوشش پلی یوریا ۱۰۰% جامد ، elastomer ، سریع خشک با نسبت اختلاط حجمی ۱ : ۱ قابل اعمال با اسپری مخصوص plural component dual feed high pressure/ high tempera- ture spray جهت پوشش لوله های جدید و تعویض پوشش خط لوله



مشخصات پوششهای POLYPIPE (در ۲۵°C):

Element		Unit	POLYPIPE	
			8804	NUKOTE- HT
Shelf life		month	24	18
Application temperature		°C	-40 to 70+	-40 to 90+
Service temperature		°C	-10 to 120	-30 to +150
Flash point(min)		°C	150	150
Solid content		%	100	100
Density		gr/cm ³	A:1.83 B:1.16	A:1.12 B:1.07
Mixing Ratio A:B	By volume	-	1:1	1:1
	By weight	-	1.54:1	1.05:1
Gel time		sec	150	10
Surface drying time		min	15-10	0.5
Curing time before handling		hr	2	1
Curing time before backfilling* (Min)		hr	3-5	1-3
Holiday testing time (Holiday detection with a voltage 6 V / μm of nominal thickness with a maximum of 20 kV, EN 10290 -Annex B)		hr	3	1
Recoat time (Max)		hr	1	1
Application Conditions	Spray equipment	-	Plural component dual feed high pressure / temperature spray	Plural component dual feed pressure / temperature spray
Surface preparation	Cleanliness	-	Near white	Near whit
	Profile	-	Sa 2 ½	Sa 2 ½
	Primer	-	Not required	Recommended PFEF-2039

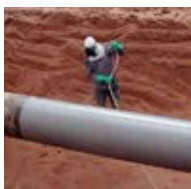
چنانچه پیش از ریختن خاک از ماسه جهت محافظت اطراف پوشش استفاده شود، زمان لازم پیش از backfilling کاهش می یابد. در غیر اینصورت بدلیل امکان وجود سنگریزه و ذرات تیز در خاک توصیه میشود جهت حصول سختی لازم پیش از backfilling زمان بیشتری صرف شود.



مشخصات پوششهای POLYPIPE (در ۲۵°C):

Element	Unit	POLYPIPE	
		HOMA-02	HOMA-11
Shelf life	month	24	24
Application temperature	°c	-40 to +70	-40 to +70
Service temperature	°c	-10 to 85	-10 to 85
Flash point(min)	°c	150	150
Solid content	%	100	100
Density	gr/cm ³	A:1.65 B:1.24	A:1.82 B:1.24
Mixing Ratio A:B	By volume	-	3:1
	By weight	-	4:1
Gel time	sec	100	104
Surface drying time	min	15	5
Curing time before handling	hr	4	4
Curing time before backfilling* (Min)	hr	4-6	4-6
Holiday testing time (Holiday detection with a voltage 6 V/μm of nominal thickness with a maximum of 20 kV, EN10290-Annex B)	hr	3	3
Recoat time (Max)	hr	1	1
Application Conditions	Spray equipment	-	Plural component dual feed high pressure / temperature spray
Surface preparation	Cleanliness	-	Near white
	Profile	-	Sa 2 ½
	Primer	-	Not required

*چنانچه پیش از ریختن خاک از ماسه جهت محافظت اطراف پوشش استفاده شود، زمان لازم پیش از backfilling کاهش می یابد. در غیر اینصورت بدلیل امکان وجود سنگریزه و ذرات تیز در خاک توصیه میشود جهت حصول سختی لازم پیش از backfilling زمان بیشتری صرف شود.



مشخصات پوشش‌های POLYPIPE (در ۲۵°C):

Element		Unit	Polypipe	
			BG -102	BG -202
Shelf life, min		month	24	24
Application temperature		°C	-40 to 70+	-40 to 70+
Service temperature		°C	-20 to 85	-20 to 85
Flash point, min		°C	150	150
Solid content, min		%	100	100
Relative density		gr/cm ³	A:1.37 B:1.24	A:1.24 B:1.24
Mixing Ratio A:B	By volume	-	2.5:1	3:1
	By weight	-	2.8:1	3:1
Gel time		min	15 ± 5	20
Surface drying time		hr	2	1.5
Curing time before handling		hr	12	12
Curing time before backfilling *		hr	18-24	18-24
Holiday testing time (Holiday detection with a voltage 6 V/μm of nominal thickness with a maximum of 20 kV, EN10290 - Annex B)		hr	24	24
Recoat time		hr	4	4
Surface preparation	Profile	-	Sa 2 2/1	Sa 2 2/1
	Cleanliness	-	Near white	Near white
	Primer	-	Not required	Not required
Application conditions		-	Spray, brush, roller, ...	Spray, brush, roller, ...

چنانچه پیش از ریختن خاک از ماسه جهت محافظت اطراف پوشش استفاده شود، زمان لازم پیش از backfilling کاهش می‌یابد. در غیر اینصورت بدلیل امکان وجود سنگریزه و ذرات تیز در خاک توصیه می‌شود جهت حصول سختی لازم پیش از backfilling زمان بیشتری صرف شود.



جدول زیر خواص محصولات فوق را در مقایسه با استانداردهای مرجع مشخص کرده است :

Element	IGS-M-TP-020	AWWA C222	BS-EN-10290	POLYPIPE			
				8802	HOMA-02	HOMA-11	NUKOTE-HT
Dry thickness of coating	1000-1500µm	>500µm for lining >625µm for exterior coating	1000-1500 µm	1000-1500	1000-1500	1000-1500	1000-1500
Hardness shore D	70 ± 5	>65	-	78	74	71	55
Appearance & Continuity	Uniform color, smooth appearance free from defects	Smooth & free from sharp protrusions	Uniform color, smooth appearance free from defects	pass	pass	pass	pass
Holiday Detection	Free from holiday	0 holidays	Free from holiday	Free from holiday	Free from holiday	Free from holiday	Free from holiday
Impact resistance	5-7.5J (44.5in.lb)	40 inch.lb (4.5J)	3J (26.5 in.lb)	61 in.lb	56.5in.lb	75 in.lb	177 in.lb
Adhesion test Pul off (psi)	1500	1500	1000 (7mpa)	3500	3263	150	2000
Cathodic disboanment (30days, 23 °c)	8-10mm max	12mm	8-10mm max	3.73mm	5.5mm	8.5mm	3mm
Heat reversion	Free from pinhole	-	Free from pinhole	Free from pinhole	Free from pinhole	Free from pinhole	Free from pinhole
Specific electrical insulation resistance (Ωm ²)	10 ⁵ min		10 ⁶ - 10 ⁷ min	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹
Indention resistance (%DFT)	%10DFT	-	%30 max	%6	%8	%10	-
Flexibility	%5	No cracking	-	%15	%5	%12	%100
Elongation (Min)	less than %10	-	≈10	<10 %	>10%	>10%	450%
Chemical resistance %10 H ₂ SO ₄ , %30 NaCl, %30NaOH, 2# diesel fuel	-	%5 change in mass, length, or width after 30days immersion, max	-	pass	pass	pass	pass

موارد مصرف : پوشش خارجی خطوط لوله جدید ، تعویض پوشش خطوط لوله نفت ، گاز و پتروشیمی ، آب و فاضلاب ، پوشش سازه های دریایی ، پوشش کف مخازن ، پوشش شیرآلات ، پوشش تجهیزات نفت ، گاز و پتروشیمی و آب و فاضلاب

جدول زیر خواص محصولات فوق را در مقایسه با استانداردهای مرجع مشخص کرده است :

Element	IGS-M-TP-014	DIN-30671	POLYPIPE		
			BG-102	BG-202	BG-102/S
Thickness (µm)	1500	800-1500	800-1500	800-1500	800-1500
Impact strength	10J (88.5in.lb)	3J-10J (26.55- 88.5in.lb)	>10J	>10J	>10J
Penetration (Min)	30%	30%	8.45%	18.5%	15%
Flexibility (Min)	5%	5%	15%	65%	40%
Elongation at break	PU ≥10% PU-Tar 3%	10%	16%	25%	18%
Adhesion (V-cut method)	Not to be lifted	Not to be lifted	Not to be lifted	Not to be lifted	Not to be lifted
Heat reversion					
PU	Free from pinhole	Free from pinhole	Free from pinhole	Free from pinhole	Free from pinhole
PU-Tar	Free from pinhole	3% elongation at break			
Cathodic disbondent					
23±2°C	≤12	≤12	7	6	9
65±2°C	-	≤15	8	7.5	8.5
CO ₂ release (gr CO ₂ /100 gr of coating)	3	3	0.0	<1	0.0
Hardness ,shore D (Min)	Overnight cured:35 Fully cured:50	-	62 76.2	51 70	50

موارد مصرف : پوشش شیرآلات ، تعمیر پوشش اصلی خطوط لوله ، پوشش سطوح فلزی ، پوشش نواحی سرچوش ، پوشش سازه های دریایی ، پوشش تجهیزات نفت ، گاز ، پتروشیمی ، آب و فاضلاب

جهت کسب اطلاعات بیشتر به پکیج Polyurethane Pipeline Coatings مراجعه شود.



پوششهای مایع پلی یورتان و پلی یوریا °C ۱۰۰ جامد
انتخاب ارجح در محافظت خطوط لوله فلزی