

مزایای استفاده از پوشش داخلی

برای خطوط لوله



سابقه استفاده از پوشش داخلی برای لوله های انتقال نفت و گاز به سالهای ۱۹۴۰ بر می گردد. ایده اولیه استفاده از پوشش داخلی به منظور جلوگیری از خوردگی، تسهیل نگهداری و بهبود جریان سیال درون لوله بوده است با توجه به اینکه معرفی کلی مواد، روش ها و کاربرد های پوشش داخلی قبلاً در مقالات متعددی انجام شده، در این مقاله سعی بر بررسی مزایای اقتصادی پوشش داخلی پرداخته شود. پوشش داخلی از سالهای ۱۹۵۰، با موفقیت در خطوط لوله گاز به کار رفته است؛ با این وجود این تکنولوژی امروزه نیز تکنولوژی روز محسوب می شود. برای مثال پوشش داخلی لوله در عرض ۴ الی ۵ سال گذشته در خطوط لوله انتقال گاز طولانی با قطر بالا در اروپا مورد استفاده قرار گرفته است، خطوط لوله انتقال گاز در دریای شمال به طول ۳۰۰۰ کیلومتر و هزاران کیلو متر دیگر خطوط لوله انتقال در خاور میانه و خاور دور از پوشش داخلی استفاده کرده اند و در آینده نیز استفاده خواهند کرد. در حال حاضر بیش از ۱۰۰ هزار کیلومتر خط لوله با پوشش داخلی در سراسر دنیا وجود دارد پوشش داخلی لوله برای خطوط زمینی انتقال گاز بصورت استاندارد در بسیاری از کشورها اعمال می شود. پوشش داخلی لوله نبایستی بصورت یک هزینه اضافی محسوب گردد، چرا که در دراز مدت باعث صرفه جویی های اقتصادی فراوانی می شود.

مزایای پوشش داخلی

▪ بهبود ویژگی های هیدرولیکی و جریان

با استفاده از پوشش داخلی لوله، طوفانی شدن جریان سیال در خط انتقال کاهش می یابد و جریان مواد بصورت منظم و لایه ای در خطوط لوله جاری خواهد شد.

اندازه گیری های میدانی انجام شده بر روی خطوط لوله گاز پر فشار در دریای شمال، به همراه اطلاعات تجربی، نشان داده اند که زبری دیواره های لوله های دارای پوشش داخل، به میزان قابل توجهی از زبری ذکر شده در مقالات قبلی (قبل از ۱۹۹۹) کمتر است. پوشش داخل فاکتور اصطکاک را در لوله های پر فشار گاز به میزان قابل توجهی کاهش می دهد. این امر به کاهش هزینه های عملیاتی و افزایش ظرفیت انتقال منجر می شود.

پوشش داخلی از طریق کاهش فاکتور اصطکاک خطوط لوله، می تواند باعث کاهش هزینه های عملیاتی کمپرسورها شود. با توجه به هزینه های عملیاتی بالای کمپرسورها، نقش پوشش داخل در تقلیل آنها بسیار قابل ملاحظه است. ظرفیت انتقال لوله های پوشش دار نیز به دلیل کمتر بودن نیروی اصطکاکی، بالاتر از لوله های فولادی بدون پوشش است.

اولین آزمایش انجام شده در مورد تاثیر پوشش داخل بر روی جریان مواد درون لوله، در سال ۱۹۵۸ در Refugio تگزاس بر روی خط لوله تحت بهره برداری شرکت انتقال گاز تنسی Tennessee انجام شد. این آزمایش که به تست Refugio معروف است، برای اولین بار، با اندازه گیری و قرائت جریان قبل و بعد از اعمال پوشش داخل نشان داد که در اثر اعمال پوشش داخل، ظرفیت انتقال خط لوله افزایش می یابد.

افزایش ظرفیت انتقال خط لوله می تواند بین ۵٪ تا ۱۵٪ (در بعضی موارد حتی بیشتر) باشد. این امر پذیرفته شده است که حتی ۱٪ افزایش ظرفیت خطوط بر اثر پوشش داخلی نیز می تواند هزینه های پوشش را جبران کند. یک تاسیسات گازی افزایش ۱۴ الی ۲۱ درصدی در ظرفیت انتقال را در نتیجه استفاده از پوشش داخلی برای لوله های خطوط گاز گزارش کرده است در صورتیکه سرمایه گذاری اضافی آن برای اعمال پوشش داخل کمتر از ۲٪ بوده است.

می توان با محاسبات نشان داد که به دلیل افزایش ظرفیت انتقال خط لوله در اثر اعمال پوشش داخل، امکان کاهش قطر لوله ها در طراحی خط لوله وجود دارد. این کاهش قطر می تواند تا حد ۸٪ باشد کاهش قطر خط لوله می تواند سرمایه گذاری اولیه لازم برای احداث خط لوله را، با احتساب هزینه های اعمال پوشش داخل، به نحو قابل ملاحظه ای کاهش دهد.

▪ تسریع بهره برداری

لوله ها قبل از کار گذاری و معمولاً پس از گذشت مدت کوتاهی از تولید، پوشش داده میشوند و این باعث می شود که از زنگ زدگی لوله ها در مدت زمان بین تولید تا نصب جلوگیری گردد. در نتیجه اثر زمان بین تولید لوله و استفاده از آن در خط لوله، که معمولاً به ایجاد زنگ زدگی بر روی سطح داخلی لوله و در نتیجه افزایش زبری سطح

می انجامد، با استفاده از پوشش داخلی حذف می شود. به این ترتیب با اعمال پوشش داخلی می توان از حفظ زبری سطح و ویژگی های هیدرولیکی مناسب لوله در طی مدت انبارش (زمان تولید لوله تا نصب در خط) اطمینان حاصل کرد .

همچنین با توجه به اینکه حین دوره بین نصب لوله ها تا انتقال گاز خشک، لوله های Offshore از آب دریا پر می شوند، معمولاً مقادیری مواد ضد زنگ به آب درون لوله ها اضافه می شود تا از زنگ زدگی سطح داخلی لوله جلوگیری شود. با استفاده از پوشش داخل در مورد این لوله ها (باید در نظر داشت که نواحی جوش هنوز بدون پوشش هستند) ، میزان مواد ضد زنگ (Inhibitor) لازم بسیار کاهش می یابد.

در حین احداث خط لوله، پس از نصب و جوش هر ۱۰ کیلومتر خط یک تست هیدرواستاتیک انجام می شود. پس از انجام هر تست هیدرواستاتیک لوله ها باید کاملاً خشک شوند . در خطوط لوله فولادی بدون پوشش آب به سطح لوله نفوذ می کند و این مساله باعث می شود که خشک کردن خط لوله طولانی شود. در صورتیکه با استفاده از پوشش داخلی، آب به سطح لوله نفوذ نمی کند . به این ترتیب پوشش داخلی باعث تسریع در خشک شدن لوله ها شده و زمان بهره برداری خط را کاهش می دهد.

لوله های بدون پوشش مقادیر بسیار زیادی اسکیل و زنگ آهن در خود دارند که باید پیش از نصب، از درون لوله ها تخلیه شود. این عملیات تخلیه مستلزم صرف مقادیر قابل توجهی زمان و هزینه است. در صورتی که لوله ها از پوشش داخل برخوردار باشند در این زمان و هزینه صرفه جویی می شود و احتمالاً هزینه های پوشش داخل، صرفاً از طریق اجتناب از این تاخیر و بهره برداری سریعتر قابل جبران هستند.

انعکاس نور بهتر از سطح پوشش داده شده لوله نسبت به سطح فولادی بدون پوشش، به قابل رویت شدن معایبی مثل لمینیشن کمک می کند و در نتیجه بازرسی چشمی لوله ها تسهیل می شود.

■ کاهش و تسهیل عملیات نگهداری

تجربه نشان داده است که برای لوله های دارای پوشش داخل، تعداد دفعات پیگ رانی بسیار کمتر از دفعات مورد نیاز برای خطوط لوله بدون پوشش است.

حرکت پیگ بر روی سطح داخلی لوله های دارای پوشش داخل بسیار راحت تر از لوله های فولادی بدون پوشش انجام می شود و در نتیجه عمل پیگ رانی در داخل خطوط لوله خیلی سریعتر انجام می پذیرد.

هر دو مورد فوق، میزان Down time مربوط به نگهداری را کاهش می دهند .

استفاده از پوشش داخلی برای خطوط لوله سطح داخلی هموارتری را فراهم میسازد در نتیجه طول عمر پیگ را به مقدار قابل توجهی، که طبق گزارشات بهره برداران مختلف خطوط لوله می تواند تا ۴ برابر باشد، افزایش می دهد .

این عامل به تنهایی می تواند هزینه اعمال پوشش داخلی را جبران کند. تجربه نشان داده است که استفاده از پوشش داخلی می تواند هزینه های نگهداری لوله ها را به نحو قابل ملاحظه ای کاهش دهد. بدون پوشش داخلی، لوله ها در معرض آسیب های شدید ناشی از زنگ آهن و اسکیل قرار می گیرند.

تعویض لوله های زیر آبی می تواند چند میلیون دلار هزینه داشته باشد و همچنین باعث توقف عملکرد و نقصان تولید گردد. این هزینه ها خیلی بیشتر از هزینه اعمال پوشش داخلی هستند. فاکتور حفاظتی/ایمنی که پوشش داخلی برای لوله ها ایجاد می کند، به سادگی قابل کمی سازی نیست و بهتر است از این نظر، به پوشش داخلی به عنوان یک سیاست بیمه ای نگاه شود.

تجربیات اخیر بهره برداری از خطوط لوله بدون پوشش، مشکلات ناشی از آلودگی خطوط و وجود مقادیر معتنا به زنگ آهن، اسکیل و سایر آلاینده ها و تاثیرات منفی آنها را بر بهره برداری از خطوط لوله نشان می دهند. تمیز کاری داخلی خطوط لوله، می تواند در شرایط مرطوب، به واسطه پخش شدن اسکیل در طول خط باعث بروز زنگ زدگی گردد. وجود پوشش داخلی علاوه بر اینکه نیاز به تمیزکاری خط را به حداقل می رساند، امکان بروز زنگ زدگی پس از تمیزکاری را نیز از بین می برد.

استفاده از پوشش داخلی در خطوط لوله انتقال، از آلودگی مواد مورد انتقال جلوگیری میکند در نتیجه عمر فیلترها افزایش می یابد. همچنین پوشش داخلی باعث می شود رسوب پارافین در خطوط گاز و نفت و رسوب در لوله های آب به حد اقل برسد.

▪ کاهش هزینه های انرژی

با استفاده از پوشش داخلی و به واسطه بهبود ویژگی های هیدرولیکی لوله ها، انتقال مواد در فشار های دلخواه درون لوله ها بسیار تسهیل می شود و در نتیجه، هزینه های پمپ کردن مواد در داخل لوله های پوشش داخلی داده شده بشدت کاهش می یابد. با توجه به بالا بودن این هزینه های مربوط به انرژی، شواهد تجربی نشان داده اند که این کاهش در هزینه های انرژی می تواند هزینه سرمایه گذاری برای پوشش داخل را ظرف ۳ الی ۵ سال جبران کند.

▪ ایجاد تنوع در کاربری خط لوله

معمولاً از خطوط لوله انتقال گاز، پس از چند سال برای انتقال مایعات هیدروکربنی استفاده می شود. پوشش داخل باعث حفظ کیفیت و قابلیت اطمینان سطح داخلی لوله می شود. حضور رطوبت و مقادیر اندک اکسیژن می تواند باعث اکسیداسیون لوله های فولادی بدون پوشش شود. با گذر زمان، سطح داخلی لوله کیفیت خود را از دست داده و این به ایجاد الگوهای نامناسب و ضعیف جریان هیدرولیکی منجر می شود. با استفاده از لوله های پوشش دار می توان در هر زمان، کاربری خط لوله را به سادگی از گاز به نفت تغییر داد.

پوشش داخلی، در انواع مختلف آن، باعث کاهش زبری سطح داخلی لوله ها شده و منجر به الگوهای منظم جریان سیال در خط لوله می گردد. این بهبود در ویژگی های هیدرولیکی لوله باعث افزایش نرخ و ظرفیت انتقال، کاهش افت فشار و افزایش بهره وری خط لوله می شود.

در صورت استفاده از پوشش داخلی، علاوه بر دستیابی به صرفه جویی بسیار قابل توجه در هزینه های انرژی، امکان کاهش قابل ملاحظه سرمایه گذاری اولیه (قیمت لوله خام) نیز از طریق کاهش قطر در طراحی فراهم می شود. البته با توجه به اینکه ظرفیت عملی انتقال خطوط لوله به نیاز بازار بستگی دارد، معمولاً چنین کاری انجام نمی گیرد تا در صورت افزایش نیاز بازار در آینده امکان تامین ظرفیت انتقال مورد نظر بدون هزینه اضافی فراهم باشد .

با وجود اینکه ممکن است قطر تعیین شده لوله در طراحی، برای پاسخگویی به ظرفیت انتقال فعلی کافی بوده باشد، استفاده از پوشش داخلی برای تضمین ظرفیت برای پاسخدهی به افزایش نیاز انتقال در آینده توصیه می شود.

با حذف زمان های تاخیر در دوره نصب خط لوله، از طریق پوشش داخلی می توان برنامه شروع بهره برداری و در نتیجه درآمد زایی خط لوله را سریع تر آغاز کرد. در دوره بهره برداری نیز، استفاده از پوشش داخلی باعث کاهش دوره و فرکانس عملیات نگهداری خط لوله شده و این کاهش Down Time باعث افزایش درآمد حاصل از انتقال گاز می شود.

تمام این مزایا سوای مزایای اولیه پوشش داخلی یعنی حفاظت در برابر خوردگی و افزایش طول عمر مفید خط لوله هستند و تنها به بهبود ویژگی های هیدرولیکی خط لوله مربوط می شوند .

مزایای مالی اعمال پوشش داخلی برای لوله های نفت و گاز را احتمالاً می توان با امکان دستیابی به پروژه های واقعی و پایش دراز مدت آنها، در مقایسه با پروژه های مشابه بدون پوشش داخلی، به طور خیلی دقیق تری کمی سازی و ارائه کرد. اما همین اطلاعات تجربی برای قانع کردن شرکت های نفتی بزرگ سراسر دنیا به استفاده از پوشش داخلی در بیش از صد هزار کیلومتر خط لوله کافی بوده است

منابع و مآخذ

1. "COPON pipe linings" documentation.
2. Flow of natural gas in pipes at high Reynolds numbers, Norwegian university of science and technology, 1999.
3. Friction factor in high-pressure gas pipelines in the North Sea, Norwegian university of science and technology, 2000.
4. Internal and external pipe coating for the oil and gas industry, Dr. S Kut, 2001.
5. "BS coating" documentation.
6. SADID pipe and equipment co. documentation.
7. <http://www.nigc.ir>
8. <http://www.sppc.ir/Article.aspx>