اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

تازه های پیگ رانی خطوط انتقال گاز طبیعی (بخش اول)

مأخذ: نشریهٔ IGU ، اکتبر ۲۰۰۷

مترجم: مرضیه فاضل نیا

تکنولوژی پیگ رانی به حدی پیشرفت کرده است که امروزه در خصوص بازرسی و پاکسازی خطوط لوله هیچ مشکلی حل ناشده باقی نمانده است. اینک موضوع اصلی آن است که کدام یک از شیوه های موجود اقتصادی تر است.

اگرچه عملیات پیگ رانی متعارف برای بازرسی و پاکسازی خطوط لوله از استاندارد مدونی برخوردار نیست، اما امروزه این عملیات بی هیچ نگرانی و با انسجام کامل اجرا می شود، مشروط بر آن که معیارهای اولیه رعایت گردد. بسیاری از این معیارها به برنامه ریزی دقیق برای اجرای عملیات پیگ رانی مربوط می شود و باید مدت ها پیش از گشودن دریچه ها، تدوین و تصویب شوند. بدون شک مشکلات مربوط به عملکرد پیگ در صورتی بروز می کند که بین مجری طرح پیگ رانی و بهره برداران خطوط لوله توافق های لازم صورت نگرفته باشد، بنابراین اگر معیارهای اولیه به طور جامع مدون نشده باشد، عملکرد ضعیف پیگ اجتناب ناپذیر خواهد بود.

در این مقاله، ابتدا دلایل پیگ رانی خطوط لوله بررسی می شود، در ادامه توضیحات مختصری در خصوص فناوری های موجود بازرسی درون خطوط لوله ارائه خواهد شد. پیگ با قطرهای متغیر ، مشکلات مربوط به خطوط لوله ی غیر قابل پیگ رانی، تلفیق دو تکنولوژی بازرسی که هم اکنون در جدیدترین سیستم های پیگ رانی و تجهیزات بازرسی مورد استفاده قرار می گیرد و تبدیل آن به یک ابزار واحد ، مباحثی هستند که در پی خواهند آمد.

- علل پیگ رانی در خطوط لوله

قابلیت بهره برداری مستمر و کاهش هزینه های عملیاتی، دو عامل مهم در کارآیی خطوط لوله محسوب می شوند و پیگ رانی عملیاتی است که نقش مهمی در تحقق و حفظ این دو عامل ایفا می کند.

پیگ ها تداوم و استمرار عملیات را به شرح زیر تضمین می کنند:

- پاکسازی خطوط لوله از هرگونه ماده ی مخرب
- جلوگیری از خوردگی
- تهیه اطلاعات برای حل مشکلات موجود
- معرفی جایگزین برای توقف عملیات به منظور آزمایشات دوره ای

استفاده از پیگ ها موارد زیر را تضمین می کند:

- برداشتن جسم یا اجسام خارجی موجود در خط لوله
- پاکسازی خط لوله ازهرگونه مانع اعم از مایع یا جامد، که ممکن است باعث بسته شدن لوله یا کاهش جریان گاز گردد
- پایش عملکرد و کارآیی لوله و بررسی وضعیت لوله ها

شایان ذکر است که چگونگی بهره برداری از خطوط لوله و محافظت از آن بستگی بسیاری به عملیات پیگ رسانی و کارآیی پیگ ها ی مورد استفاده دارد. انواع پیگ ها در شرایط مختلف ، عملکردی متفاوت خواهند داشت حتی پیگ هایی از یک نوع ولی ساخت کشورهای مختلف به طور یکسان عمل نمی کنند.

شاید یکی از معمول ترین و هزینه بردار ترین اشتباهات آن است که برنامه ریزی برای آغاز عملیات پیگ رانی متکی به نتایج بدست آمده از سیستم پایش خوردگی و کنترل اتوماتیک خوردگی صورت گیرد. ضریب اطمینان هر سیستم پایش به محل نصب ابزار پایش، بستگی دارد و این امر درخصوص خطوط لولهٔ زیر دریا و حتی بازرسی دقیق خطوط روی زمین بویژه خطوطی با ضریب زاویهٔ معنی دار، اگر غیر ممکن نباشد، بسیار دشوار خواهد بود. در مواقع خوردگی ، بخصوص فرورفتگی ها یا خوردگی کانال ها، دیگر پیگ قادر نخواهد بود آبی را که در این فرورفتگی ها جمع شده است، تخلیه کند. بنابراین بهتر است یک بازوی مهار کننده (با قراردادن حلزونی مهار کننده بین دو پیگ) به عنوان بخشی از برنامهٔ کنترل خوردگی در نظر گرفته شود.

در گذشته پیگ ها، تنها برای پاکسازی لوله از موم یا آشغال و در نتیجه تسریع جریان گاز در خط لوله مورد استفاده قرار می گرفت؛ امروزه، سیستم پیگ رانی در چرخهٔ کامل حفظ خط لوله بکار گرفته می شود بدین معنا که در مراحل ساخت ، بهره برداری، بازرسی، حفظ

و نگهداری ، تعمیر، مرمت و نوسازی، و در مدت تعطیلی خط لوله، پیگ رانی یک ضرورت است.

- **انواع پیگ**

پیگ های هوشمند در مرحلهٔ ساخت و بهره برداری خطوط لوله برای اجرای عملیاتی نظیر پاکسازی و آب زدایی و غیره ، مورد استفاده قرار می گیرند. پیگ های « هوشمند» ، که به آنها پیگ های بازرسی درون خطی (ILI)[1] نیز گفته می شود، اطلاعات مربوط به وضعیت لوله و محتوای آن را در اختیار می گذارد. به طور کلی، این دستگاهها فروخته نمی شوند بلکه مؤسساتی، خدمات بهره برداری از این سیستم را ارائه می دهند و اطلاعات مربوط به وضعیت لوله ها را در اختیار بهره برداران خط لوله قرار می دهند.

اطلاعاتی که توسط پیگ های هوشمند ارائه می شود، تسهیلات گسترده ای را در امر بازرسی و رفع عیب فراهم می کند که سنجش اندازهٔ قطر لوله ها ، اندازه گیری های هندسی ، پایش انحنا، بررسی دما و فشار، تعیین نقاط خوردگی، و تشخیص ترک خوردگی و نشتی، از آن جمله محسوب می شوند. بسیاری ازمطالعات مربوط به بازرسی ها بویژه برای تعیین تحلیل رفتگی لوله و هندسهٔ خط لوله، در جریان ساخت یا بلافاصله پس از بهره برداری خط لوله انجام می گیرد. بدین ترتیب می توان یافته های بازرسی های بعدی را با نتایج بررسی های اولیه مقایسه کرده و از روند تغییرات بوجود آمده و متوسط میزان این تغییرات ، اطلاعات مفیدی بدست آورد. برای حفظ و نگهداری خط لوله و برنامه ریزی تولید، چنین اطلاعاتی بسیار باارزش خواهد بود.

استفادهٔ عملی از پیگ رانی هوشمند، در دههٔ ۶۰، با معرفی ابزاری برای سنجش خوردگی براساس فناوری MFL[2] آغاز شد؛ در سال ۱۹۵۹ اولین دستگاه MFL از شرکت Linalog در یک خط لوله بکار گرفته شد و به دنبال آن یک پیگ الکترومکانیک برای سنجش هندسی خط لوله به بازار آمد. امروزه ، بیش از سی نوع ابزار مختلف برای این کار وجود دارد که دهها شرکت ارائه کنندهٔ خدمات پیگ رانی از آن ها استفاده می کنند و تا کنون سالها تحقیق و میلیون ها دلار صرف توسعه و ارتقاء کارآیی آن ها شده است.

---

[1] -In-Line Inspection
[2] - Magnetic Flux Leakage

پیگ های هوشمند با استفاده از دو فناوری عرضه شـده انـد: MFL و Ultrasonics. اگرچه هر دو روش دارای تکنیک ساده و عاری از پیچیدگی است ولی سختی کار در هنگـام بهره برداری از آنها روشن شد. هر روش، نقاط قوت و ضعف خـود را دارد: فنـاوری MFL را می توان به سادگی در گاز طبیعی و گاز مایع مورد استفاده قرارداد، در این روش خوردگی لوله، حتی در لوله هایی با دیوارۀ نسبتاً نازک، قابل تشخیص است در حالیکه با پیگ هـای مافوق صوت این کار به آسانی میسر نیست. از سوی دیگر، پیگ هـای Ultrasonics غالبـاً فقط در مایعات همگون مورد استفاده قرار می گیرند ، اما قادر به بازرسی لولـه هـا بـا دیوارۀ بسیار ضخیم هستند، یعنی مواردی که برخی از پیگ های MFL به کار نمی آیند.

تصویر ۱ ، عملکرد پیگ های MFL را نشان می دهد. جریان مغناطیسی در دیوارۀ داخلی لوله بین دو آهن ربا برقرار می شود. هرگونه تحلیل رفتگی یا خوردگی در دیـوارۀ لولـه ایـن جریان را مختل می کند. این اختلال در جریان مغناطیسی توسط یک حـسگر تـشخیص داده شده و با یک علامت الکتریکی محل خوردگی را اعلام می کند. این علائـم بـرای تحلیـل دقیق کامپیوتری و ارائۀ گزارش پس از تکمیل عملیات پیگ رانی ذخیره می شـوند. افـزایش قدرت آهن رباها، ارتقا حسگرها، سیستم های تحلیل کامپیوتری و گزارش دهـی، منجـر بـه تولید ابزاری با دقت بالا شده به طوری که دقت کار این دستگاه ها نسبت به یک دهه پیش از این به طرز چشمگیری افزایش یافته است.

استفادۀ تجاری از پیگ های Ultrasonics برای بازرسی خطوط لوله از دهـۀ ۸۰ بـه طور رسمی آغاز شد ؛ یک مبدل مافوق صوت بر روی این پیگ ها نـصب شـده اسـت کـه علائم عمود بر سطح لوله را منتقل می کند. حسگرهای پیگ نیـز انعکـاس ایـن علائـم را از سطح داخلی و خارجی لوله دریافت و به علائم دیجیتالی تبدیل و نقاط خرابی یا خوردگی را تعیین می کنند. تصویر ۲، روش کار این پیگ ها را نشان می دهد ، این شیوه بر اساس انـدازه گیری مستقیم ضخامت لوله عمل می کند.

د ر مواردی که عملیات بازرسی لوله ها با استفاده از روش MFL امکان پذیر نیست، پیگ های Ultrasonics به کار گرفته می شوند، اما این دستگاه ها نیز معایب خود را دارند: امواج مافوق صوت فقط می توانند در محیط مایع جریان پیدا کنند. بنابراین برای بازرسی خط لولـۀ گاز طبیعی، لازم است که این دستگاه در یک محیط مایع گداشته شود، بدین صورت که یک

پیگ در جلو و یکی در عقب دستگاه و مایع همگون نیز در وسط قرار می گیرد. اغلب یک یا چند حلزونی حاوی مایع خشک کننده ، نظیر متانول، نیز مورد نیاز خواهد بود، بنابر این استفاده از پیگ های Ultrasonics برای بازرسی لوله های گاز طبیعی در مقایسه با روش MFL پیچیده تر است. اما پیگ های Ultrasonics قادر به تشخیص نقاطی از خوردگی در لوله هستند که با روش MFL شناسایی آنها امکان پذیر نیست و این از مزایای بکارگیری این روش محسوب می شود. به طور کلی ، پیگ های MFL برای تشخیص تحلیل رفتگی لوله (خوردگی سطوح داخلی و خارجی، فرورفتگی، شیار، و ترک هایی که در اثر هیدروژنی شدن پدیدار می شود) مناسب هستند، در این خصوص ذیلاً به تفصیل بحث خواهد شد. پیگ های Ultrasonics برای شناسایی انواع دیگر ترک خوردگی ، بویژه ترک های طولی و ترک های ایجاد شده بر اثر تنش نیز به کار می روند.

- خطوط لوله با قطرهای متغیر و غیر قابل پیگ رانی

شیوه های بازرسی خوردگی خطوط لوله به وسیلهٔ سیستم جهانی ارزیابی یکپارچگی لوله، استاندارد شده است به طوری که حدود ۶۰٪ از خطوط لولهٔ گاز در دنیا به وسیلهٔ ابزار بازرسی از پیش آماده مورد بازرسی قرار می گیرند. اما ۴۰٪ باقیمانده ، در رده های مختلف ، غیر قابل پیگ رانی به شمار می روند، بدین معنا که یک پیگ استاندارد نمی تواند تمامی مسافت طول لوله را بدون مانع طی کند. دلایل بسیاری برای این امر وجود دارد از آن جمله وجود خم هایی با زاویهٔ تنگ لوله ها که مجال عبور به پیگ ها نمی دهند، یا محل اتصال لوله ها ، سه راهی ها و تغییر قطر لوله ها. تغییر اندازهٔ قطر می تواند در اثر نصب لوله های ضخیم در بعضی مقاطع خط باشد- به عنوان مثال ، لوله هایی که از عرض رودخانه عبور می کنند ، یا محل نصب ابزاری مانند شیر درصورتی که شیر از نوع Reduce Bore باشد – همچنین این تغییر اندازه می تواند به دنبال تجدید نظر در طراحی کلی خط لوله صورت گیرد و در اثر آن اندازهٔ قطر کل لوله یک یا دو سایز افزایش یابد. بسیاری از خطوط لولهٔ غیر قابل پیگ رانی جزء مقولهٔ اخیر هستند، تغییر اندازهٔ قطر داخلی لوله ها به طور معمول بین ۱۸-۲۴، ۲۸-۴۲ یا ۴۰-۴۸ اینچ دیده شده است.

مؤسسهٔ روزن[3]، پیمانکار بازرسی خطوط لولهٔ شرکت گاز نروژ[4] و خطوط لولهٔ سرتاسری آمریکای شمالی اخیراً با تلفیق تجربه و تکنولوژی های موجود، روشی ابداع کرده است که این مشکل را به کلی برطرف می سازد. به طور کلی، بسیاری از خطوط لوله در زمانی احداث شده اند که سیستم بازرسی پیگ رانی یا ابداع و یا هنوز عملیاتی نشده بود. بسیاری از این خطوط قدیمی تر دارای قطعات خاصی هستند مانند سه راهی های گشاد و خم های D ۱/۵ با دیواره های ضخیم . با این وجود این خطوط برای صاحبان آن دارایی مهمی محسوب می شود به همین جهت امروزه ، ارزیابی و حصول اطمینان از یکپارچگی این خطوط با بکار گیری تکنولوژی پیگ رانی یک ضرورت است، چرا که این تکنولوژی امنیت و کارایی خطوط لوله را تضمین می کند.

شرکت گاز نروژ

در سال ۲۰۰۶، شرکت گاز نروژ ، برای بازرسی خطوط لولهٔ گاز این شرکت در دریای شمال به طول ۱۵۰ کیلومتر و قطر متغیر (۲۶-۳۰ اینچ) با مؤسسه روزن قراردادی منعقد کرد. امتیاز این طرح عبارت بود ازاستفادهٔ ترکیبی از یک پیگ MFL با قطر متغیر و یک دستگاه کنترل سرعت که به جهت سرعت جریان گاز در خط لوله استفاده از آن ضروری بود. از آنجائیکه خطوط لولهٔ زیر آب اغلب دارای دیوارهٔ ضخیم تری هستند، باید یک پیگ ۲۶-۳۰ اینچی طراحی می شد به صورتی که ضخامت ۲۳ میلی متری دیواره را در قسمتهای ۳۰ اینچی خط لوله از نظر مغناطیسی اشباع کند و حداقل ظرفیت عبور از خم های D ۳ را داشته باشد. این طرح در آوریل همان سال آغاز شد و تا ماه اکتبر یک پیگ با قطر متغیرو طول ۳/۲۴۴ متر که برای این کار طراحی شده بود، آمادهٔ بهره برداری گشت. به این ترتیب این خط لوله با موفقیت پیگ رانی شد.

همان گونه که پیش از این نیز گفته شد، پیگ هایی با قطر متغیر را می توان به همراه دستگاه های کنترل سرعت به کار انداخت؛ امروزه به علت افزایش سرعت جریان گاز، بکارگیری دستگاه های کنترل سرعت غالباً ضروری است. وظیفهٔ این دستگاه ها کاهش اختلاف فشار دو طرف پیگ و یا تنظیم آن است؛ این سرعت معمولاً بین ۰/۵ و ۵ متر بر ثانیه

[3] - Rosen Inspection
[4] - Statoil Offshore Norway

است. سیستم کنترل سرعت به طور هوشمند، عبور جریان گاز طبیعی (یا مایع) را از مجـاری فرعی (by-pass) کنترل می کند تا سرعت برنامه ریزی شده برای جریان گاز را فراهم سازد. این امر بویژه در بازرسی خطوط لوله ای که گاز با سـرعت بـالا در آن هـا جریـان دارد از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که در این گونه موارد سیستم کنترل، سرعت جریان گـاز را در خلال مدت بازرسی حفظ می کند. نمودار ۳ ، مزایای استفاده از دستگاه کنترل سـرعت و تأثیر آن را در مقدار گاز انتقال یافته در مدت زمان معین نشان می دهد.

حفظ سرعت جریان گاز در هنگام پیگ رانی بدین معناست که بازدهی نهایی گـاز در اثر پیگ رانی کاهش نمی یابد. بکار گیری این سیستم ، علاوه بـر صـرفه جـویی در هزینـه ، امکان یک برنامه ریزی انعطاف پذیر را نیز فراهم مـی کنـد. مؤسـسه روزن دسـتگاه کنتـرل سرعت را با سرعت ۸ متر بر ثانیه مورد آزمایش قرار داد و در همین شرایط کار پیگ رانی بـا موفقیت انجام شد..... ادامه دارد

ادامه مقاله را در خبر نامه شماره ۱۷ مدیریت پژوهش و فناوری مطالعه فرمایید.