Rehabilitacja rurociągów

Przemysław Grabowski

I. Problemy ogólne związane ze starzeniem rurociągów

Sieć rurociągów dalekiego zasięgu od kilkudziesięciu lat jest coraz bardziej rozbudowywana, ponieważ z analiz ekonomicznych wynika, że nie ma tańszej metody transportu takich mediów jak gaz ziemny, ropa naftowa, paliwa płynne.

Zasięg rurociągów przekroczył już dawno granice państw i oplata w chwili obecnej znaczną część globu. Można zaryzykować stwierdzenie, że współczesna cywilizacja nie mogłaby funkcjonować bez sprawnie działającej sieci rurociągów.

Postęp techniczny nie ominął oczywiście i tej dziedziny, więc obowiązujące obecnie wymagania jak i możliwości wykonawcze są zdecydowanie wyższe niż kilkadziesiąt lat temu.

Zawężając nieco skalę problemu dotyczy to oczywiście stali na rury, technologii spawania oraz technik i materiałów izolacyjnych.

W eksploatacji znajduje się wiele rurociągów budowanych nawet kilkadziesiąt lat temu, budowanych wg metod i technologii ówcześnie obowiązujących.

Coraz częściej pojawia się konieczność podejmowania decyzji co robić ze starymi rurociągami? Czy eksploatować je dalej bez zmian dotychczasowych parametrów przesyłu, czy nie należy zmniejszyć ciśnienia lub czy nie należy w ogóle wyłączyć rurociągu z eksploatacji. Aby dokonać tego rodzaju wyboru należy wykonać diagnostykę rurociągu, polegającą na ocenie rury stalowej oraz powłoki izolacyjnej.

II. Diagnostyka rurociągów

Oceny stanu rur przewodowych, złącz spawanych dokonuje się przy pomocy tłoków inteligentnych. Jest to urządzenie, które po przejściu przez odcinek rurociągu przekazuje dane o stanie ścianek rur, uszkodzeniach korozyjnych, mikropęknięciach itp.

Diagnostyka rurociągów umożliwia obecnie wszechstronne badanie stanu rurociągu, a więc ocenę stanu izolacji, uszkodzeń korozyjnych ścianek rur itp.

Oceny stanu izolacji bez odkrywania rurociągu najlepiej dokonać jest poprzez pomiary, nazwijmy je bez wnikania w szczegóły, metodami elektrycznymi. Metody te pozwalają na precyzyjne określenie miejsc uszkodzenia powłoki izolacyjnej lub miejsc, w których na skutek procesów starzeniowych przestaje ona pełnić rolę skutecznej bariery oddzielającej powierzchnię stali od elektrolitów gruntowych. Ponadto możemy określić obszary katodowe, w których zagrożenie korozyjne jest znikome i obszary anodowe, w których jest duże.

Zdarza się często, że po badaniu tłokiem inteligentnym stanu rur okazuje się, że mimo kilkudziesięcioletniego okresu eksploatacji grubość ścianek rur pozwala na dalszą bezpieczną eksploatację, natomiast stan izolacji antykorozyjnej, najczęściej bitumicznej jest zły wskutek procesów starzeniowych. Pierwszym objawem tego zjawiska jest najczęściej zwiększona wielkość prądu ochrony katodowej. Prąd ten można zwiększać tylko do pewnych granic, gdyż jego nadmierne zwiększanie powoduje efekt tzw. przechronienia i cały szereg niekorzystnych zjawisk elektrochemicznych na powierzchni stali.

Reasumując - diagnostyka stanu rurociągu jest warunkiem koniecznym do podjęcia dalszych kroków postępowania oraz wykonania projektu rehabilitacji.

III. Kiedy warto rehabilitować rurociąg

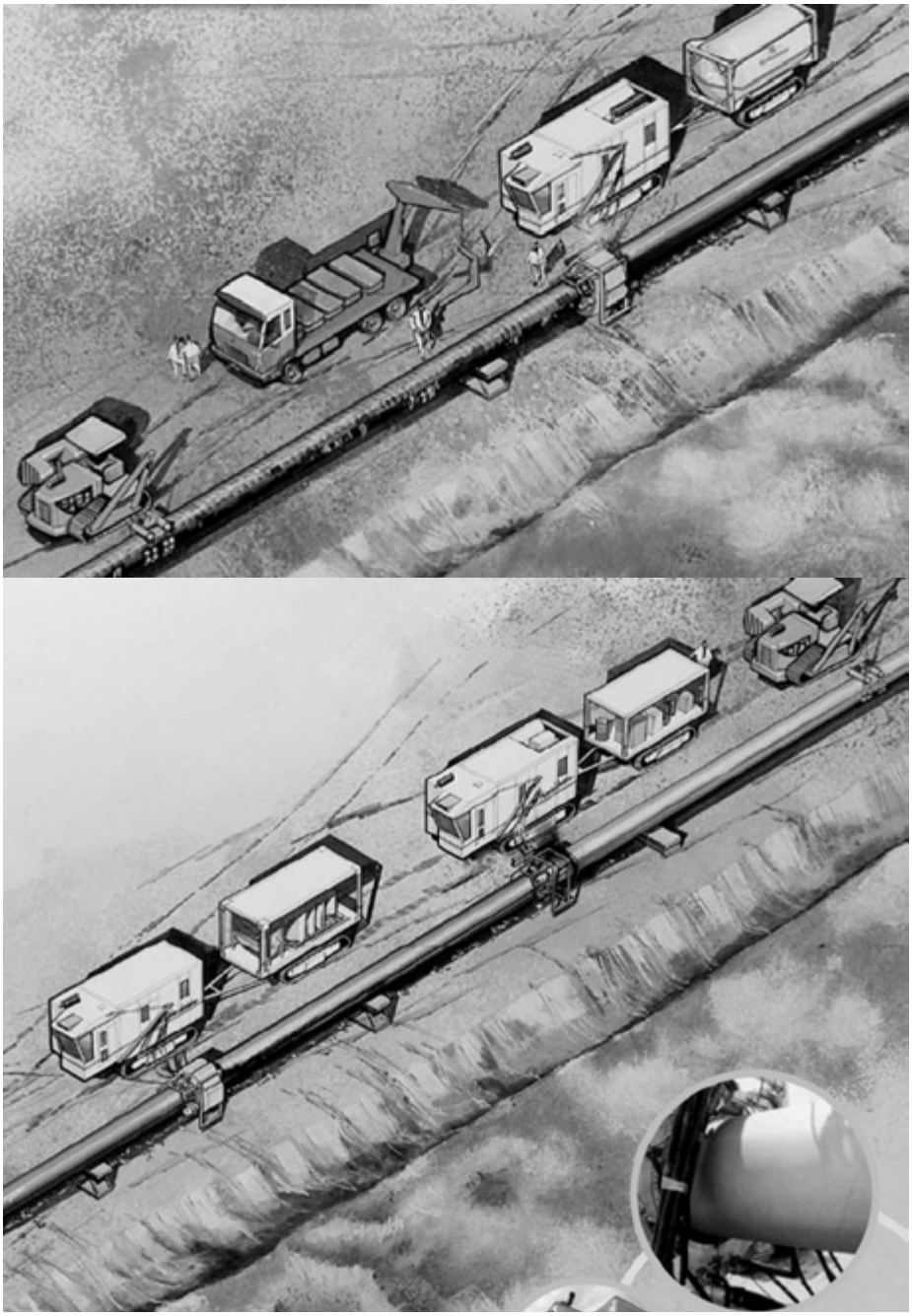
Pod pojęciem rehabilitacji rozumie się wymianę starego zabezpieczenia antykorozyjnego na nową powłoką. Sam termin – rehabilitacja, może nie brzmi w tym kontekście najlepiej z punktu widzenia języka polskiego (ang. – *pipeline rehabilitation*), ale ponieważ przyjął się w nazewnictwie technicznym chyba nie ma sensu go zmieniać. Jeżeli ocena stanu rur stalowych jest pozytywna, przez co rozumiemy, że brak jest uszkodzeń korozyjnych lub też występują one sporadycznie i są niewielkie (nie stanowią zagrożenia dla wytrzymałości i nie są koncentratorami naprężeń) wówczas można przyjąć, że po wymianie starej izolacji na nową rurociąg będzie mógł być bezawaryjnie użytkowany przez wiele następnych lat.

Często bywa również tak, że rehabilitacji należy dokonać tylko na pewnych odcinkach rurociągu, a pozostałe mogą pracować bez konieczności rehabilitacji. Jest to rozwiązanie z pewnością korzystniejsze z punktu widzenia doraźnych kosztów remontu, lecz z pewnością gorsze z punktu widzenia technicznego.

Jak wynika z dotychczasowych doświadczeń zebranych za granicą, łączne koszty rehabilitacji rurociągu w skrajnych przypadkach nie przekraczają 60% kosztów budowy nowego, zatem jest to działanie opłacalne. Tym bardziej, że po zakończonej rehabilitacji rurociąg ma parametry eksploatacyjne takie jak nowy.

IV. Urządzenia do rehabilitacji rurociągów

Obecnie działa na świecie kilku producentów urządzeń do rehabilitacji rurociągów. Urządzenie te są montowane na pojazdach stosowanych w budownic-



Rys. 1. Mobilna linia technologiczna do rehabilitacji rurociągów

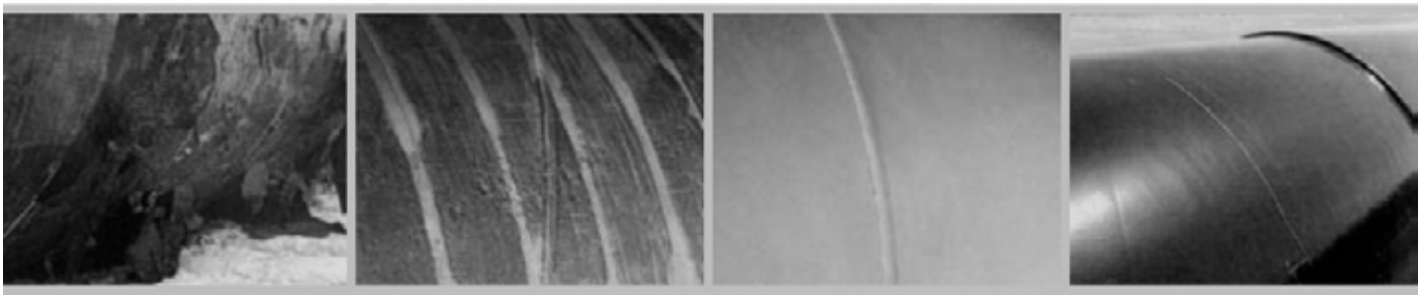
twie rurociągowym, takich jak dźwigi bocznego podnoszenia, specjalistyczne pojazdy gąsiennicowe do transportu w trudnym terenie. Zestaw taki składa się z kilku pojazdów jadących bezpośrednio po sobie w kolejności wymuszonej przez technologię. Poniższy rysunek nr 1 przedstawia kompletną mobilną linię technologiczną do rehabilitacji rurociągów w terenie.

Linia taka składa się z następujących pojazdów:

— pierwszym pojazdem jest dźwig bocznego podnoszenia, podtrzymujący rehabilitowany odcinek rurociągu z przodu,
— drugim jest samochód dowożący wodę,
— trzecim jest agregat wysokociśnieniowy wraz z wielodyszową głowicą do natrysku wody,
— czwarty to zbiornik z wodą,
— piąty to agregat do czyszczenia strumieniowo-ściernego z układem recyrkulacji i zapasem ścierniwa,
— szósty to agregat do natrysku hydrodynamicznego nowej powłoki,
— siódmy to znowu dźwig bocznego podnoszenia podtrzymujący z tyłu odcinek rurociągu.

Taki zestaw zapewnia maksymalną wydajność oraz jakość nowej powłoki, ponieważ wszystkie operacje technologiczne następują w możliwie krótkim czasie po sobie.

Jest to dlatego ważne, że oczyszczona powierzchnia stali, która ma bardzo dużą skłonność do korodowania, nie zdąży się pokryć nalotem korozyjnym, co mogłoby pogorszyć przyczepność nowej powłoki.



Powierzchnia starej izolacji bitumicznej | Po usunięciu metodą natrysku wodnego | Po czyszczeniu strumieniowo-ściernym | Nowa powłoka PUR

Rys. 2. Etapy rehabilitacji rurociągu

V. Technologia rehabilitacji rurociągu

Z technologicznego punktu widzenia, rehabilitację można podzielić na cztery etapy:

1 usuwanie starej powłoki antykorozyjnej
2 czyszczenie powierzchni stali
3 nanoszenie nowej powłoki
4 badanie i odbiór

Oczywiście odcinek rurociągu musi być wcześniej odkopany, podniesiony i wyjęty z wykopu, a po badaniu i odbiorze ułożony i zasypany, ale nie będziemy się na ten temat szerzej rozpisywać, gdyż są to sprawy dobrze znane.

Należy tylko zaznaczyć, że odkopywanie należy prowadzić w ten sposób, by nie uszkodzić mechanicznie powierzchni stalowej rur.

Ze względów bezpieczeństwa rurociąg powinien być czasowo wyłączony z eksploatacji.

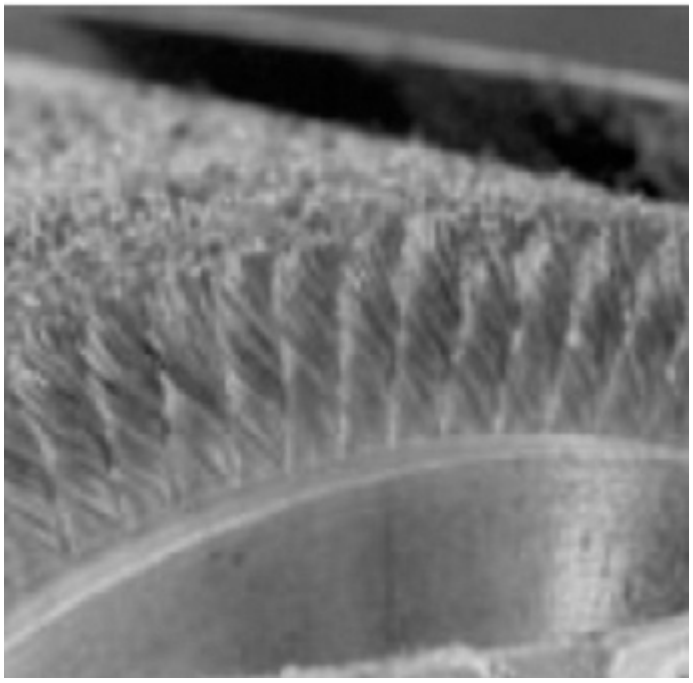
Co prawda w wyjątkowych sytuacjach praktykowano wymianę izolacji na czynnym rurociągu, ale wiąże się to ze spełnieniem dodatkowych warunków i nie zawsze jest technicznie możliwe. Jako przykład podam tu, że czynny gazociąg ma temperaturę ok. 8ºC, tzn. dużo poniżej punktu rosy w okresie od wiosny do jesieni, kiedy średnie temperatury powietrza są wyższe, na powierzchni stali będzie stale skraplała się para wodna. Ponieważ nowe powłoki muszą być nanoszone na suchą powierzchnię, prace te musiały by być prowadzone w chłodnej porze roku, gdy średnie temperatury powietrza są niższe, a to z kolei wpływa na wydłużenie czasu wiązania epoksydów lub poliuretanów, co uniemożliwia wykonanie rehabilitacji w sensownym czasie.

Usuwanie starej powłoki

Można to robić paroma metodami, ale najskuteczniejszą, a przy tym zapewniającą dużą wydajność jest metoda usuwania przy pomocy natrysku wodą pod bardzo wysokim ciśnieniem 100 MPa, a ostatnio nawet 200 MPa. Izolację usuwa się przy pomocy specjalistycznych urządzeń, które muszą być obsługiwane przez przeszkolony personel, ponieważ niefachowa obsługa urządzeń pracujących pod tak dużymi ciśnieniami mogłaby być niebezpieczna. Ciśnienie wody może być regulowane i tak dobrane, by usuwana była stara powłoka, a nie była uszkadzana powierzchnia stali.

Im wyższe ciśnienie tym skuteczność większa i mniejsze zużycie wody na jednostkę czyszczonej powierzchni. Przy ciśnieniu 100 MPa potrzeba 10-16 dm^3/m^2, przy 200 MPa już tylko 4. Ma to znaczenie w terenie, gdyż wodę potrzebną do czyszczenia trzeba wozić ze sobą i na bieżąco uzupełniać, a musi być to woda o dużej czystości. Szczególnie przy rurociągach dużych średnic różnice w tych ilościach są istotne. Usunięcie starej powłoki, najczęściej bitumicznej lub rzadziej asfaltowej daje możliwość wykonania nowego zabezpieczenia przy pomocy nowoczesnych taśm trójwarstwowych nawijanych na powierzchnię pokrytą specjalnym primerem lub taśm termokurczliwych.

Metoda natrysku wodnego nie nadaje się do usuwania powłok 3LPE i PP, ale tych powłok w czasach budowy rurociągów będących obecnie obiektami rehabilitacji jeszcze nie było. Powłoki 3LPE i PP, a w szczególności podkłady epoksydowe tych powłok, można usuwać za pomocą agregatów wyposażonych w specjalne szerokie stalowe szczotki wirujące z dużymi prędkościami (rys. 3).



Rys.3. Szczotki do usuwania izolacji FBE, 3LPE i PUR

Rys. 4 Usuwanie starej izolacji bitumicznej wodą pod wysokim ciśnieniem

Strumieniowo-ścierne czyszczenie powierzchni stali

Jeżeli projekt rehabilitacji przewiduje pokrycie wykonanie nowej powłoki antykorozyjnej metodą natrysku hydrodynamicznego materiałami epoksydowymi EP lub poliuretanowymi PUR wówczas konieczne jest dodatkowe oczyszczenie metodą strumieniowo-ścierną do stopnia czystości Sa 2,5 wg PN-EN 8501-1 i chropowatości 40-60 µm. Materiały epoksydowe oraz poliuretanowe dają powłoki antykorozyjne o bardzo dobrych własnościach antykorozyjnych, ale warunkiem ich przyczepności do powierzchni rury jest dobre oczyszczenie stali.

Czyszczenie strumieniowo-ścierne w warunkach polowych wykonuje się przy pomocy urządzeń pneumatycznych wielodyszowych o głowicy dobranej do średnicy rurociągu.

Jako ścierniwa można używać żużla pomiedziowego lub piasku kwarcowego, przy czym użycie żużla jest efektywniejsze i zapewnia uzyskanie większej chropowatości powierzchni.

Możliwe jest również stosowanie specjalnie skonstruowanych śrutownic, ale z uwagi na duży koszt tych urządzeń ma to sens tylko wówczas, gdy w grę wchodzą duże odcinki rurociągów o jednakowej średnicy. Urządzenie to jest tak skonstruowane, że zapewnia szczelność obiegu śrutu, ale głowicę śrutującą można stosować tylko do określonej jednej średnicy. Wydajność czyszczenia jest duża i wynosi od 100 do 250 m^2 /h co odpowiada np. 100 do 250 mb rury Ø 323,9 lub 25 do 56 mb rury Ø 1420.

Nanoszenie nowej powłoki

Powłoka taśmowa wg DIN 30º672

Powłokę tą wykonuje się przy pomocy nawijarek ręcznych lub przy dłuższych odcinkach mechanicznych z własnym napędem. W celu otrzymania odpowiednio grubej powłoki stosuje się jednoczesne nawijanie taśm z dwóch rolek z 50% zakładką. Taśmy nawija się na powierzchnię rurociągu pokrytą cienką warstwą odpowiedniego do rodzaju taśmy primerem. W celu uzyskania powłoki o odpowiednich własnościach, zaleca się stosowanie zestawów powłokowych zalecanych przez producentów. Równorzędną powłokę można uzyskać również poprzez nawinięcie taśm termokurczliwych, jednak w tym przypadku konieczne jest wstępne podgrzanie, a następnie wygrzewanie nowej powłoki w celu obkurczenia.

Powłoka natryskowa EP wg DIN 30º671 i PUR wg EN 10290

Powłokę tą wykonuje się metodą natrysku hydrodynamicznego na powierzchnię rurociągu. Powierzchnia musi mieć czystość min. Sa 2,5, być sucha i pozbawiona kurzu.

Aby nowa powłoka spełniała swoją rolę, jako materiałów powłokowych należy używać epoksydów (EP) lub poliuretanów (PUR) wyprodukowanych specjalnie do tych celów i posiadających odpowiednie atesty lub aprobaty techniczne np. w Polsce IGiN w Krakowie.

Powłoki te wykonuje się jako jednorodne, jednowarstwowe o grubościach 0,8 w klasie normalnej N lub 1,5 mm w klasie specjalnej S wg DIN 30º671 w przypadku materiałów EP lub 1,0 w klasie A lub 1,5 mm w klasie B wg EN 10º290 w przypadku materiałów PUR.

W uzasadnionych przypadkach możliwe jest oczywiście stosowanie większych grubości lub wykonanie dodatkowego zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi. Dotyczy to przede wszystkim różnego rodzaju przekroczeń przeszkód naturalnych i sztucznych.

Badanie i odbiór nowej powłoki

Nowo nałożona powłoka powinna być poddana badaniu odbiorowemu wg wymagań i metod opisanych w cytowanych powyżej normach. Badanie może być wykonane dopiero po całkowitym utwardzeniu nowej powłoki. Niewątpliwie najważniejszym z nich jest badanie szczelności. Temu badaniu należy poddać 100% powierzchni. W zależności od rodzaju nowej powłoki przeprowadza się inne badania jak np. pomiar grubości, przyczepności itd.

Jeżeli wyniki badań są pozytywne rurociąg może być ułożony w wykopie i zasypany.

VI. Zakończenie

Problem rehabilitacji rurociągów staje się coraz bardziej aktualny również w Polsce, ponieważ eksploatowane sieci są coraz starsze. Dotychczasowa metoda tzw. remontu, a w praktyce budowy w osi starego nowego rurociągu jest, jak pokazują doświadczenia z innych krajów rozwiązaniem droższym i bardziej kłopotliwym z punktu widzenia oddziaływania na środowisko, dlatego technologia rehabilitacji rurociągów będzie coraz częściej stosowana.

Przemysław Grabowski jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej (1971) o specjalności mechanika techniczna i metaloznawstwo. Ponadto ukończył studia podyplomowe o specjalnościach: przeróbka plastyczna, metaloznawstwo i spawalnictwo na AGH. Przez wiele lat pracował na uczelni oraz w przemyśle metalowym. Od początku lat 90-tych związał się z przemysłem nowoczesnych izolacji antykorozyjnych i budownictwem rurociągów.
Jest autorem i współautorem artykułów i publikacji książkowych poświęconych zagadnieniom ochrony przeciwkorozyjnej rurociągów.