

Techniki bezwykopowej odnowy rurociągów gazowych

Odnawianie na wiele sposobów

prof. dr hab. inż. Andrzej Kulickowski
mgr inż. Piotr Dańczuk

Do podstawowych celów działalności gazowych firm dystrybucyjnych należy zaliczyć zapewnienie stałej i efektywnej ekonomicznie dostawy gazu do klienta, przy zachowaniu stosownych wymagań w zakresie ochrony środowiska. Osiągnięcie tego celu jest możliwe poprzez stały nadzór oraz realizację prac mających na celu utrzymanie lub przywrócenie należytego stanu technicznego sieci gazowych.

Bezwykopowe techniki odnowy sieci gazowych są jednym ze sposobów umożliwiających przywrócenie pierwotnej sprawności technicznej gazociągów, która pogarsza się w miarę ich eksploatacji. Bezwykopowe techniki odnowy przewodów podziemnych rozwinęły się szczególnie dynamicznie w końcowych trzech dekadach XX w., a w Polsce w ostatniej z nich. Wtedy to zaczęto też postrzegać je jako ekonomiczną alternatywę dla wykopowych technik odnowy. Cechują je liczne zalety, takie jak m.in.:

- minimalizacja robót ziemnych w porównaniu z tradycyjnymi metodami;
- wielokrotnie mniejsza uciążliwość dla środowiska naturalnego i okolicznych mieszkańców;
- oszczędność materiałów i brak odpadów (stary rurociąg pozostaje w gruncie);
- brak lub tylko minimalne utrudnienia komunikacyjne;
- brak lub minimalny zakres robót odwodnieniowych;
- wysokie tempo robót przy należytej jakości;
- możliwość odnawiania jednocześnie długich odcinków rurociągów.

Podział technik bezwykopowej odnowy sieci gazowych

Bezwykopowe techniki odnowy sieci gazowych często klasyfikuje się do następujących czterech grup.

1. Bezwykopowe naprawy miejscowe lub uszczelnienia, polegające na eliminacji pojedynczych uszkodzeń lub nieszczelności występujących w rurociągu.

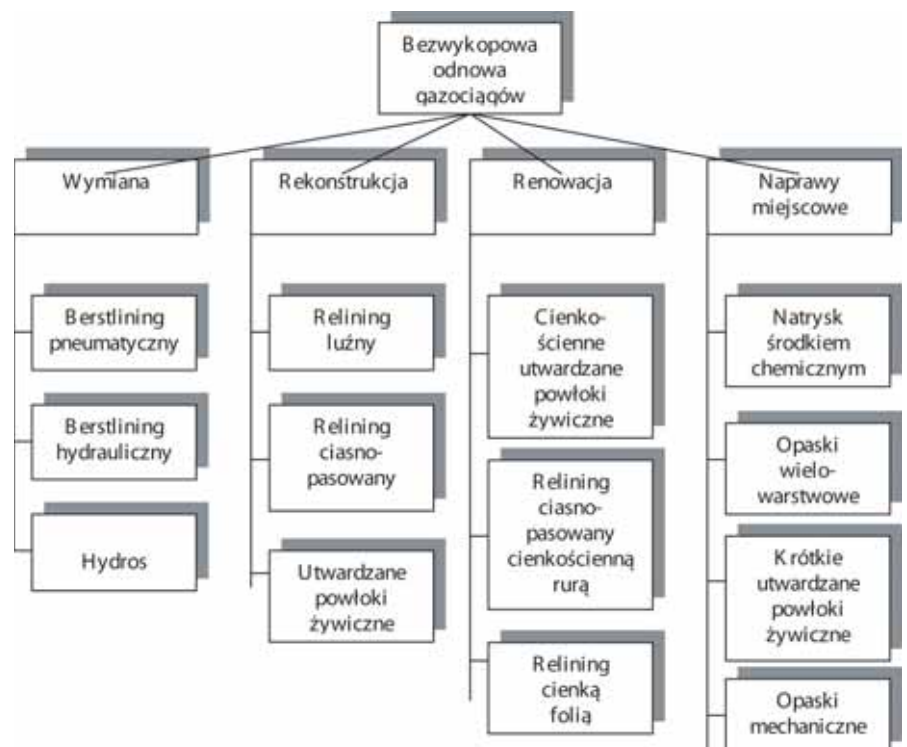
2. Bezwykopowe renowacje, umożliwiające eliminację uszkodzeń i nieszczelności występujących na całej długości rurociągu. Zastosowane w tym przypadku materiały renowacyjne nie pełnią funkcji nośnej, a naprężenia od obciążień zewnętrznych i wewnętrznego ciśnienia nadal przenosi dotychczasowy rurociąg.

3. Bezwykopowe rekonstrukcje, polegające na wprowadzeniu do odnawianego rurociągu nowej szczelnej powłoki samodzielnie przenoszącej naprężenia, od obciążień zewnętrznych i ciśnienia we-

wnętrznego. Odnawiany rurociąg pełni funkcję dodatkowej osłony, a przestrzeń pomiędzy nim a nowym (o ile ona istnieje) często wypełnia się specjalną zaprawą.

4. Bezwykopowe wymiany polegające na zniszczeniu lub usunięciu starego rurociągu i wprowadzeniu na jego miejsce nowego przewodu samodzielnie przenoszącego naprężenia od obciążień zewnętrznych i ciśnienia wewnętrznego. Średnica zewnętrzna nowego rurociągu może być taka sama lub większa od średnicy rurociągu odnawianego.

Bezwykopowe techniki odnowy sieci gazowych można sklasyfikować według schematu przedstawionego na rys. 1.



Rys. 1. Podział metod bezwykopowej odnowy gazociągów [2, 21]

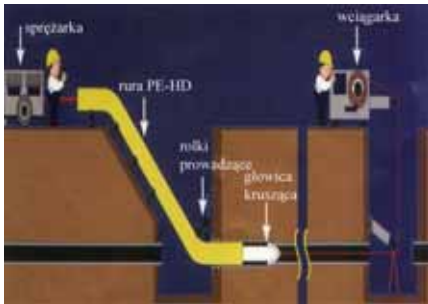
Przeгляд technik odnowy

I Bezwykopowe wymiany

□ **Berstlining pneumatyczny**

Berstlining pneumatyczny [5, 6] polega na rozkruszeniu odnawianej rury i wciśnięciu jej fragmentów w otaczający grunt. Równocześnie urządzenie rozkruszające wciąga za sobą nową rurę. Lina lub żerdzie zamocowane do czoła głowicy rozkruszającej mogą dodatkowo zwiększać siłę uderu, ułatwiając równocześnie utrzymywanie jej we właściwym kierunku. Stosowanie tej metody przy użyciu młota pneumatycznego wykorzystuje mechanizm kruszenia udarowego, a zatem nadaje się do materiałów kruchych, a w przypadku gazociągów taki materiałem jest żeliwo szare.

Technika ta jest najbardziej popularna przy bezwykopowej wymianie rurociągów ciśnieniowych bez zmiany ich średnicy lub z nieznacznym ich powiększeniem w zakresie średnic od 100 do ponad 500 mm [5, 13]. Jednym z czynników, które należy brać pod uwagę przy Berstlingu pneumatycznym, jest wpływ udarów na znajdujące się w pobliżu instalacje, fundamenty i nawierzchnie drogowe.



Rys. 2. Schemat wymiany rurociągu metodą Berstlingu pneumatycznego [22]

□ **Berstlining hydrauliczny**

Berstlining hydrauliczny [5, 6] stanowi alternatywę do Berstlingu pneumatycznego. Stosuje się w nim segmentową głowicę rozszerzającą, której segmenty (płaszczyzny boczne z ewentualnie umieszczonymi na nich nożami bocznymi) otwierają się i zamykają pod wpływem ciśnienia hydraulicznego. Usprawnienie tej technologii było możliwe dzięki wprowadzeniu hydraulicznie napędzanych żerdzi, przesuwających głowicę kruszącą wewnątrz rurociągu. Nowy rurociąg jest wprowadzany bezpośrednio za głowicę. Przy użyciu tej metody można wymieniać rurociągi wykonane z żeliwa, stali oraz tworzyw sztucznych. Po wprowadzeniu stalowych żerdzi do wnętrza rurociągu montuje się do nich - w zależności od materiału

rur - albo głowicę kruszącą w przypadku żeliwa szarego, albo głowicę z nożem rolkowym w przypadku stali, żeliwa sferoidalnego lub tworzyw sztucznych.

Długości jednorazowo odnawianych odcinków tą metodą mogą dochodzić do 150 m [26], a możliwe średnice wymienianych rurociągów mogą wynosić od ok. 100 do 630 mm [5, 23]. Istnieje tu możliwość znacznego zwiększenia średnic rur, np. rurociąg $\varnothing 200$ można zastąpić nowym rurociągiem z PE-HD nawet o średnicy 355 mm [5].

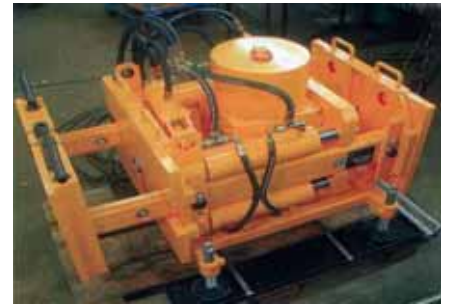


Rys. 3. Wciągarka hydrauliczna wraz ze stacją napędową [23]

□ **Metoda Hydros**

Metoda ta, podobnie jak dwie poprzednie, polega na wprowadzeniu na miejsce starej rury nowej rury stalowej, żeliwnej bądź z tworzywa sztucznego, przy czym materiał konstrukcyjny starej rury jest usuwany z gruntu. Średnica wprowadzanej rury może być większa od średnicy starej, a najczęściej stosowany zakres średnic wynosi od 80 do 400 mm [3]. Długość jednorazowo wymienianych odcinków tą metodą może dochodzić do 150 m [3].

Wymiana odbywa się za pomocą urządzenia o napędzie hydraulicznym (rys. 4), które umieszczone w wykopie końcowym wciąga nową rurę przez wykop początkowy, wypychając jednocześnie starą rurę do wykopu końcowego. W przypadku potrzeby zwiększenia średnicy stosuje się przed nowym rurociągiem głowicę poszerzającą, która umożliwia jego wprowadzenie na miejsce starego.



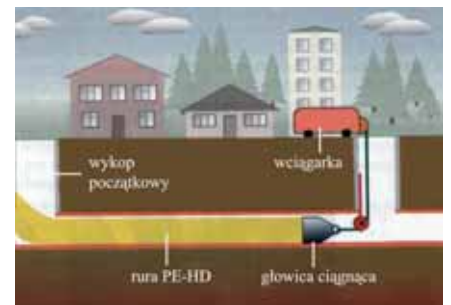
Rys. 4. Urządzenie stosowane w metodzie Hydros [3]

II Bezwykopowe rekonstrukcje i renowacje

□ **Relining luźny**

Jedną z często stosowanych metod rekonstrukcyjnych jest Relining luźny (Sliplining). Do odnawianego przewodu gazowego wciągana jest polietylenowa rura o wymaganych parametrach wytrzymałościowych. Na ogół odcinki rur polietylenowych łączy się na placu budowy poprzez doczołowe ich zgrzewanie o długości niezbędnej do przeciągnięcia nowej rury pomiędzy dwoma wykopami montażowymi. Średnica wciąganej rury jest mniejsza od średnicy odnawianego przewodu. Wypełnianie przestrzeni pomiędzy rurami powinno być stosowane w uzasadnionych przypadkach [1], gdyż podwyższa koszty, utrudnia wykonanie nowego przyłącza, trudno jest wymienić uszkodzony fragment gazociągu, trudne jest także do wykonania całkowite wypełnienie wolnej przestrzeni.

Obecnie możliwe jest wykonywanie luźnego Reliningu rurami PE-HD już od średnicy DN 25 [17] i na długości do ok. 700 m [6], w zależności od istniejących warunków oraz parametrów materiałowo-konstrukcyjnych rur PE-HD.



Rys. 5. Rekonstrukcja rurą PE w metodzie luźnego Reliningu [13]

Relining luźny może być stosowany na czynnych gazociągach (Live Insertion). Istnieje kilka odmian tej techniki. Pozwalają one na wprowadzenie nowego rurociągu z polietylenu do wnętrza istniejącego gazociągu lub przyłącza bez konieczności

przerwywania dostawy gazu. Wszystkie te metody polegają na wykorzystaniu przestrzeni pomiędzy starym i nowym rurociągiem do przepływu gazu w trakcie procesu instalacyjnego, przez co zmniejszają przekrój czynnego przewodu. W najprostszej wersji nowa rura polietylenowa jest wprowadzana do starego rurociągu i wyprowadzana na zewnątrz przez uszczelki dławikowe w wykopach początkowym i końcowym, a następnie może być podłączona albo do istniejącego przewodu, albo do nowego systemu, o wyższym niż dotychczas ciśnieniu.

Typowa długość odnawianych odcinków waha się od ok. 100 do ok. 500 m, a średnice gazociągów, które można odnawiać tą metodą wynoszą najczęściej od 75 do ok. 450 mm [13].



Rys. 6. Idea odnowy czynnego przewodu rurą PE [13]:

1- bajpas, 2- uszczelnienie wejściowe, 3- uszczelnienie wyjściowe, 4- stożek uszczelniający, 5- opcja dla przełączenia do istniejącego gazociągu niskiego ciśnienia lub nowego układu średniego ciśnienia

❑ Relining ciasnopasowany z rur polietylenowych deformowanych bezpośrednio przed rekonstrukcją gazociągu

Oprócz Reliningu luźnego stosowany jest także Relining ciasnopasowany w wersjach Swagelining i Rolldown. Obydwie te techniki polegają na zmniejszaniu przekroju rury PE przed umiejscowieniem jej w odnawianym rurociągu.

W metodzie Swagelining rurociąg PE po zgrzaniu do odpowiedniej długości i obcięciu wypływek zewnętrznych, zostaje podgrzany i przeciągnięty przez ciągnadło, w wyniku czego następuje redukcja jego przekroju poprzecznego o ok. 10-12%. Dzięki temu odkształcona czasowo rura może być bez trudu przeciągnięta przez wnętrze odnawianego rurociągu. Po zakończeniu procesu przeciągania, jej końce są uzbrajane w kształtki kołnierzowe i przez kołnierze zaślepiające z króćcami wnętrza wykładziny wypełniane jest wodą, aby przez utrzymanie jej pod określonym ciśnie-

niem przyspieszyć proces rewersji rury (powrotu rury do rozmiarów pierwotnych), kiedy to uzyskuje się efekt ciasnego pasowania.

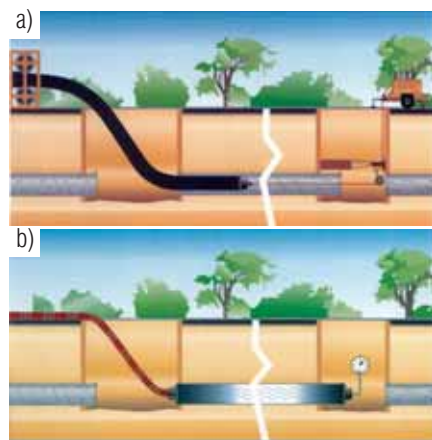
W metodzie Swagelining możliwe jest rekonstruowanie rurociągów od średnicy 100 do 1000 mm, dopuszczalne są jednak pewne odstępstwa od tych średnic [18]. Długość jednorazowo rekonstruowanego odcinka może dochodzić nawet do 1000 m [22].

W metodzie Rolldown zmianę przekroju uzyskuje się w wyniku przeprowadzenia rury PE między odpowiednio wyprofilowanymi rolkami, bez poddawania jej działaniu termicznemu. Wolna przestrzeń pomiędzy rolkami ma przekrój kołowy odpowiadający rozmiarem wymagany stopniowi redukcji średnicy rury.

Metoda ta może być stosowana w zakresie średnic rurociągów od DN 100 do DN 1200, natomiast długość jednorazowo odnawianego odcinka bez większych problemów może dochodzić do 1000 m [1, 22].



Rys. 7. Urządzenie zmniejszające przekrój rury PE w metodzie Swagelining [6]



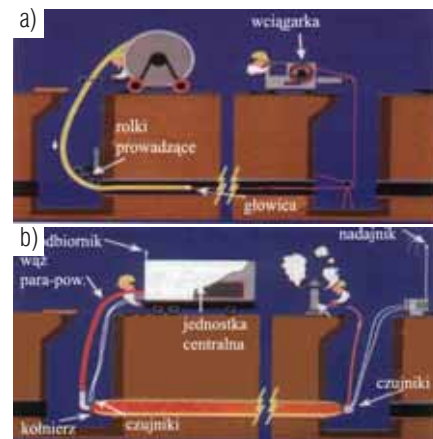
Rys. 8. Przebieg montażu nowej rury PE metodą Rolldown [11]:

a) zdeformowana rura PE jest wciągana za pomocą wciągarki do starego rurociągu, b) po zainstalowaniu w starym rurociągu do nowego przewodu PE wciągana jest pod ciśnieniem woda, która ułatwia powrót do pierwotnego kształtu i przylgnięcie do starego rurociągu

❑ Relining ciasnopasowany z rur polietylenowych deformowanych już w trakcie ich wytwarzania

Relining ciasnopasowany może być wykonywany także w wersjach np. U-Liner, Compact Pipe lub Rauliner. Podobnie jak w przypadku rur matrycowanych, regułą rur zredukowanych jest zmniejszenie ich przekroju przed wprowadzeniem, a następnie powrót do pierwotnych rozmiarów, co umożliwi ściśle dopasowanie rury do wnętrza odnawianego przewodu. Przekrój poprzeczny rury PE jest zmieniany w ostatniej fazie procesu produkcyjnego w zakładzie producenta. Kiedy rura jest odpowiednio schłodzona (ustaliła się struktura materiału i rura „pamięta” swój okrągły kształt), ale jednocześnie jest jeszcze odpowiednio elastyczna, na części obwodu zgina się ją do środka w taki sposób, że jej zmieniony kształt przypomina literę U lub C. Po wprowadzeniu do odnawianego rurociągu rura poddawana jest procesowi rewersji. Pod wpływem ciepła zawartego w parze wodnej, dzięki zjawisku „pamięci kształtu”, rura polietylenowa powraca do swojego kołowego kształtu. Zastosowanie sprężonego powietrza w fazie chłodzenia sprawia, że rura rozszerza się, stykając się z wewnętrzną powierzchnią odnawianego rurociągu na całym jego obwodzie (ciasne pasowanie).

Możliwe do rekonstrukcji średnice gazociągów wynoszą od DN 100 do DN 500, a długości jednorazowo wykonywanych odcinków zależą od możliwości nawinięcia rur na bębny, na których są transportowane i wynoszą, w zależności od ich średnic, od ok. 100 do nawet ok. 600 m [15].



Rys. 9. Przebieg procesu instalowania rur fabrycznie zdeformowanych [13]:

a) wciąganie rury PE-HD, b) proces formowania rury

Opisane do tej pory techniki wykorzystywały powłoki z grupy tzw. niezależnych, czyli mających wy-

starczającą sztywność obwodową, by samodzielnie (tzn. bez wsparcia, jakie może zapewnić istniejący rurociąg) przemieścić wszelkie naprężenia oddziałujące na gazociąg.

Natomiast w metodzie renowacji cienkościennymi rurami PE-HD stosuje się powłoki z grupy tzw. interaktywnych. Powłoki interaktywne winny być zawsze ciasno osadzone we wnętrzu odnawianego gazociągu, a możliwość ich zastosowania uwarunkowana jest parametrami wytrzymałościowymi odnawianego rurociągu. Taka powłoka nie jest w stanie samodzielnie przenosić naprężeń oddziałujących na odnawianą rurociąg.

Przykładowo rurę tego typu o nazwie Compact SlimLiner opracowała firma Wavin. Jest to cienkościenna rura wykonana z polietylenu, która na linii wytłaczania zaginana jest wzdłużnie do środka (podobnie jak rura Compact Pipe). Tak uformowana rura następnie jest owijana folią ochronną i nawijana na bęben. W tym przypadku proces rewersji przeprowadza się „na zimno”. W wyniku wypełniania rury wodą pod ciśnieniem folia ochronna pęka, a rura powraca do okrągłego kształtu, aby ostatecznie osiągnąć efekt ciasnego pasowania we wnętrzu odnawianego gazociągu.

Tą metodą można poddawać renowacji gazociągi o średnicach nominalnych od 75 do 300 mm [19], a długości odnawianych odcinków mogą dochodzić nawet do ponad 1000 m [16].



Rys. 10. Rewersja rury Compact SlimLiner [19]

□ Relining z zastosowaniem utwardzanych powłok żywicznych

Do odnowy sieci gazowych stosuje się także utwardzane powłoki żywiczne typu Phoenix lub Paltem.

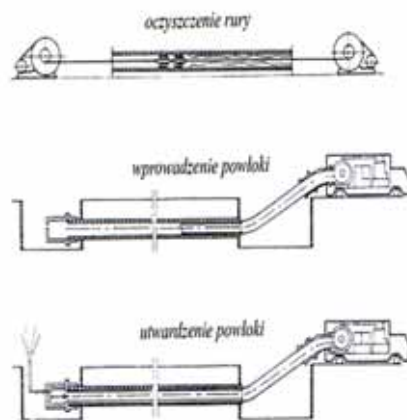
Powłokę Phoenix stanowi od wewnątrz tkanina techniczna z włókien poliestrowych lub nylonowych, w której również można wyodrębnić tzw. wążek i osnowę oraz - po jej zewnętrznej stronie - pokrycie z polietylenu, który jest jednym z najbardziej odpornych materiałów na ścieranie.

Powłoka Paltem ma podobną budowę, pierwszą warstwę od zewnątrz stanowi spoiwo, którym jest

utwardzana dwuskładnikowa żywica epoksydowa lub nienasycona żywica poliestrowa. Zadaniem żywicy jest zapewnienie dobrej przyczepności powłoki do konstrukcji starej rury oraz nadanie jej odpowiedniego kształtu po utwardzeniu. Kolejne trzy warstwy budują tzw. bezszwowy wąż. Są to kolejno od zewnątrz: powłoka na bazie nietkaninowej, wykonana z włókna poliestrowego i/lub włókna szklanego, bezszwowy płaszcz tkaninowy złożony z tzw. wążka i osnowy, również z włókna poliestrowego, oraz pokrycie z elastomeru poliestrowego, elastomeru poliuretanowego lub polietylenu.

W obu przypadkach wykładzina jest popychana w głąb przewodu ciśnieniem sprężonego powietrza lub parciem wody, a w przypadku systemu Paltem jednocześnie wyciągana za tzw. taśmę prowadzącą (rys. 12).

Technologia Phoenix może być stosowana do odnowy przewodów gazowych w zakresie średnic od DN 100 do DN 1000 i przy długości jednorazowo odnawianych odcinków do 600 m, natomiast w przypadku technologii Paltem zakres stosowanych średnic mieści się w granicach 20 ÷ 1000 mm [6].



Rys. 11. Przebieg odnowy metodą Phoenix [4]



Rys. 12. Wywijanie się powłoki Paltem w trakcie jej wprowadzania do odnawianego gazociągu [6]

□ Renowacje powłokami z folii polietylenowych

Przewody gazowe można też odnawiać poprzez wykładanie ich odpowiednio dopasowanymi foliami

wykonanymi z polietylenu. Na folii rozprowadzany jest klej, po czym zostaje ona równomiernie przyklejona od wewnątrz do odnawianego przewodu gazowego. Równomierne przyklejenie folii i stworzenie wystarczająco mocnego połączenia ze starą rurą gwarantuje poddanie odnawianego odcinka działaniu wewnętrznego ciśnienia przez ok. 12 godzin.

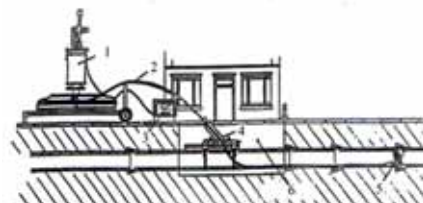
Metoda ta była stosowana już w 1986 r. w Berlinie do odnowy żeliwnych gazociągów o średnicach od DN 100 do DN 525 [10]. Berlińskie doświadczenia pokazują, że może być stosowana jedynie jako uszczelnienie lub ochrona przed korozją przewodów, które posiadają jeszcze wymagane parametry wytrzymałościowe.

III Bezwykopowe naprawy i uszczelnienia miejscowe

□ Technika natryskowa środkiem chemicznym

Metoda natrysku środkiem chemicznym (Mainspray) umożliwia korzystne pod względem ekonomicznym usuwanie nieszczelności na złączach rur żeliwnych, umożliwiając uzyskanie zadowalających efektów w rurociągach niskiego i średniego ciśnienia. Uszczelnianie przeprowadza się na czynnych gazociągach. Przez zawór wprowadzany jest do rurociągu wąż zakończony głowicą natryskową. Elektroniczny system pozwala na namierzanie złączy i odpowiednie ustawianie głowicy względem nich. Głowica natryskuje następnie specjalny środek uszczelniający, który powoduje pęcznienie istniejących uszczelnień i tym samym uszczelnianie szczelin. Lokalizator umieszczony w głowicy pozwala na optymalne jej ustawienie i zminimalizowanie ilości natryskanego środka uszczelniającego.

Tym sposobem można uszczelniać rurociągi o średnicach od DN 100 do DN 400, a długość jednorazowo uszczelnianych przewodów gazowych waha się w zależności od warunków od 100 do 150 m [9].



Rys. 13. Uszczelnianie złączy metodą Mainspray [9]:

1- przenośny zbiornik ciśnieniowy, 2- wąż doprowadzający środek spęczniający, 3- lokalizator połączeń, 4- zawór bezpieczeństwa umożliwiający wprowadzenie węża i po zakończeniu procesu zamykający wypływ gazu, 5- głowica natryskowa z wbudowanym lokalizatorem złączy, 6- wykop

□ **Technika jedno- i wielowarstwowych krótkich utwardzanych opasek żywicznych**

Lokalnie można także stosować krótkie opaski żywiczne (Short Liner). Większość technik naprawy krótkimi opaskami żywicznymi polega na zaimpregnowaniu specjalnej maty odpowiednią żywicą (epoksydową, poliuretanową lub poliestrową), osadzeniu jej na pneumatycznym packerze i wciągnięciu takiego zestawu do wnętrza oczyszczonej wcześniej rury. Zazwyczaj stosowane są tkaniny szklane, tkaniny z warstwami na przemian poliestrowymi i szklanymi, poliestrowe z włóknami lub bez włókien szklanych lub wyłącznie tkaniny poliestrowe [8]. Po osiągnięciu miejsca naprawy packer jest napełniany sprężonym powietrzem, wodą lub parą pod ciśnieniem, co powoduje jednoczesne dociskanie opaski do ścianek naprawianego gazociągu w czasie polimeryzacji. Pod wieloma względami takie naprawy są podobne do metod utwardzanej rękawki, choć materiały i żywice są często mocniejsze.

Np. firma Pfeiffer oferuje naprawy miejscowe w tym systemie na rurociągach o średnicach od DN 100 do DN 800 [12].



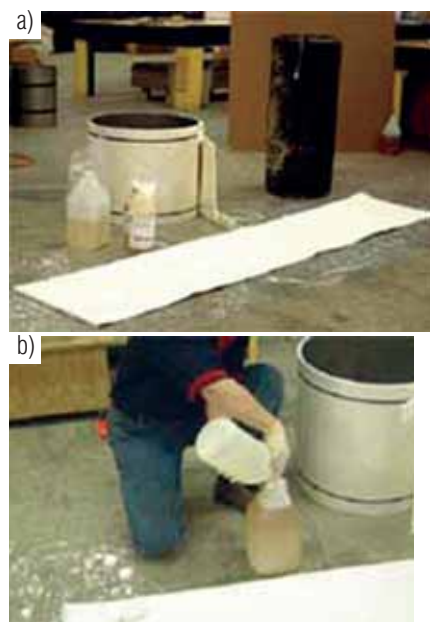
Rys. 14. Pokazowa naprawa fragmentu rurociągu krótkim rękawem [12]

Podobnie wielowarstwowe opaski typu Le Joint Interne lub GasSealer Sleeve pozwalają na eliminację lokalnych uszkodzeń czy nieszczelności.

Le Joint Interne jest to technika stosowana do uszczelniania złączy

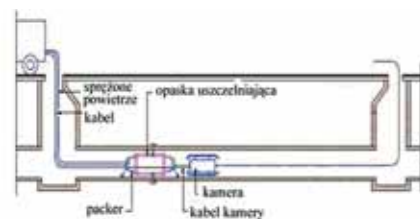
rur stalowych i żeliwnych o średnicach od DN 80 do DN 800, opracowana głównie z myślą o sieciach gazowych [7]. Przed rozpoczęciem prac należy wyłączyć gazociąg z eksploatacji i poddać oczyszczeniu. Następnie do jego odnowy stosuje się wielowarstwowe opaski wewnętrzne, składające się z folii aluminiowej, włókien szklanych oraz kleju poliuretanowego. Taka opaska jest wklejana na nieszczelnym złączy za pomocą packera, który rozszerza się przez napompowanie go sprężonym powietrzem mocując w ten sposób opaskę na uszkodzonym miejscu.

GasSealer Sleeve umożliwia uszczelnianie przewodów gazowych o średnicach od DN 100 do DN 1350 [24]. Opaski wielowarstwowe montowane są wewnętrznie na nieszczelnym złączach, rysach i miejscach lokalnych wżerów korozyjnych. Opaski składają się z wysokogatunkowej stali i są wyposażone w zamek z mechanizmem zapadkowym. Gwarantuje on dopasowanie się i wymiarową zgodność z obwodem odnawianej rury, co jest ważne w przypadku odnowy starych rurociągów o dużej tolerancji przekrojów. Na zewnątrz znajduje się uszczelka nasączona żywicą epoksydową. Całość jest mechanicznie dociskana za pomocą packera do starej rury, aż do momentu kiedy opaska rozszerzy się na tyle, aby zamek zaskoczył na swoje miejsce. Żywica twardnieje pod wpływem temperatury otoczenia przytwierdzając uszczelnienie starej rury. Na rys. 15 pokazano kolejne etapy przygotowywania opaski, a na rys. 16 przebieg procesu instalacyjnego.



Rys. 15. Przygotowanie wielowarstwowej opaski [24]:

a) przygotowanie wszystkich niezbędnych składników i elementów, b) wymieszanie utwardzacza z żywicą, c) równomierne rozprowadzenie żywicy na filcu, d) ułożenie cienkiej siatki z tworzywa sztucznego na wcześniej przygotowanym filcu, e) nawinięcie przygotowanej powłoki na stalowy pierścień, f) umiejscowienie gotowej opaski na packerze



Rys. 16. Schemat procesu uszczelniania opaską wielowarstwową [24]

□ **Technika napraw z zastosowaniem sztywnych powłok uszczelniających**

Mechaniczne naprawy z zastosowaniem technik Weco lub Quick Lock stanowią kolejne możliwości napraw uszkodzeń miejscowych w rurociągach gazowych.

Stosowane w systemie Weco elastyczne pierścienie wykonane z EPDM (etyleno-propyleno-dienowego monomeru) są nakładane na uszkodzone miejsca, a następnie dociskane i stabilizowane obręczami rozprężającymi wykonanymi ze stali nierdzewnej.

Metoda ta była stosowana już od 1970 r. przez British Gas do odnowy gazociągów żeliwnych w sieciach niskiego i średniego ciśnienia o średnicach do DN 600 z dość wysoką skutecznością [10]. System Quick Lock, podobnie jak Weco, umożliwia miejscową naprawę rurociągu. Opaska naprawcza składa się z wysokogatunkowej stali i - tak jak w przypadku systemu Weco - z gumowego pierścienia, wykonanego z EPDM.

Opaski Quick Lock są dostępne w zakresach średnic od DN 150 do DN 700 i o długościach od 300 do 500 mm [14]. Istnieje także możliwość zamówienia opasek o innych średnicach i ze specjalnymi mocowaniami wymaganymi szczególnie w przypadku rur z tworzyw sztucznych.

Opaski naprawcze w obu przypadkach są instalowane przy pomocy packera, który rozszerza opaskę i dociska gumę do ścianek przewodu. Następnie, po spuszczeniu powietrza, packer jest wyciągany z rury.



Rys. 17. Packer z opaską wewnętrzną Quick Lock [14]

Przykłady zastosowań

□ **Rekonstrukcja gazociągu metodą Rollover w Genui**

Włoskie Śródziemnomorskie Stowarzyszenie Gazu i Wody (Italy Azienda Mediterranea Gas e Acqua) uznało za konieczną do przeprowadzenia odnowę żeliwnego gazociągu o długości 1,8 km o zmiennej średnicy, tj. 400 i 500 mm, ułożonego pod terenami miejskimi Genui [25]. Jako najwłaściwsza w rachubę wchodziła tylko bezwykopowa odnowa. W ta-

kich okolicznościach odnowy podjęła się firma Subterra z Wielkiej Brytanii, postanawiając zastosować w tym przypadku ciasnopasowaną technikę Reliningu - Rollover. Do zrealizowania tego projektu użyto rur PE-MD o SDR 26.

Projekt obejmował dwa różne odcinki: jeden o długości 1350 m, a drugi 450 m, oba przebiegające pod główną arterią komunikacyjną Genui. Po wykonanym badaniu kamerą telewizyjną (CCTV) stwierdzono ponad 80 uszkodzeń powodujących nieszczelności w przewodach gazowych. Miejsca te posiadały też bardzo dużo wystających elementów do wnętrza rurociągu, o rozmiarach powyżej 100 mm. Wymagały one usunięcia przed wprowadzeniem nowej rury PE, aby uniknąć jej uszkodzenia. Zostało to zrealizowane za pomocą robotów frezujących.

Dłuższy rurociąg przebiegający pod jednym z pasów autostrady został odnowiony nocą. Podzielono go na trzy odcinki realizacyjne uzyskując dzięki temu minimalne, utrudnienia w ruchu. Krótszy rurociąg wymagał natomiast dwóch odcinków realizacyjnych. Ze względu na ostry łuk na trasie umożliwiającą ominięcie mostu, wykonano tam jeden z wykopów.



Rys. 18. Urządzenie redukujące przekrój rury PE w czasie nocnej realizacji prac [25]

Prace przebiegały sprawnie i ukończono je szybko, uzyskując doskonały efekt na przekór trudnym warunkom realizacyjnym. Już w piątym tygodniu od rozpoczęcia prac, po wykonaniu próby szczelności, nowy rurociąg zgrzano z istniejącym i włączono do eksploatacji.

□ **Wymiana gazociągu metodą Berstlingu hydraulicznego w Poznaniu**

W połowie lat 90. XX w. opracowany został program zwiększenia bezpieczeństwa sieci gazowych. Jednym z postulatów była wymia-

na gazociągów żeliwnych na polietylenowe. W ramach tego programu, w Poznaniu powstała potrzeba wymiany żeliwnego gazociągu DN 150, zlokalizowanego w ulicy Warszawskiej [20]. Aby nie spowodować uszkodzenia infrastruktury przy sąsiedztwie gazociągu, zdecydowano o zastosowaniu techniki bezwykopowej, a następnie wybrano metodę Berstlingu hydraulicznego.



Rys. 19. Miejsce włączenia przyłącza przy przejściu głowicy kruszącej oraz rury PE przez wykop punktowy [20]

Chcąc zachować dotychczasową przepustowość, na miejsce starego gazociągu DN 150, postanowiono wciągnąć rurę PE o średnicy zewnętrznej 180 mm. Polietylen jest aktualnie niemal jedynym rodzajem materiału, jaki wykorzystywany jest w budowie nisko- i średnioprężnych sieci dystrybucyjnych gazu ziemnego w Polsce. Ze względu na średnicę rury (powyżej 90 mm) i planowane podnoszenie ciśnienia w sieci, musiała to być rura z polietylenu klasy PE 100 o SDR 11. Nadrzędnym kryterium było bezpieczeństwo sieci gazowej.

Podczas wymiany gazociągu powierzchnia zewnętrzna wciąganej rury PE ulega znacznym zarysowaniom przez ostre krawędzie żeliwnych odłamków rury. Nie można też wykluczać sytuacji, gdzie nowa rura przewodowa będzie narażona na naciski punktowe odłamków rury żeliwnej lub kamieni znajdujących się w jej sąsiedztwie. Pomimo tak niekorzystnych warunków instalacyjnych, zastosowana rura musiała gwarantować wysoką niezawodność i trwałość. Wybór padł na rurę trójwarstwową Wavin TS, w której warstwa zewnętrzna i wewnętrzna wykonana jest z odmiany polietylenu PE 100 o wysokiej odporności na powolny wzrost pęknięć. Warstwa środkowa wykonana jest ze standardowego polietylenu klasy PE 100. Pomiędzy poszczególnymi warstwami występują połączenia molekularne (podobnie jak w połączeniu zgrzewanym), w związku z czym trudno jest mechanicznie oddzielić warstwę ochronną od warstwy środ-

kowej. Dzięki temu cała rura jest litą konstrukcją o takiej samej wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne, jak standardowa rura wykonana w całości z polietylenu klasy PE 100. Grubość warstwy zewnętrznej i wewnętrznej jest jednakowa i wynosi 25% nominalnej grubości ścianki. Rury Wavin TS o mniejszych średnicach (na przyłącza gazowe) wytłaczane są w całości z polietylenu o wysokiej odporności na powolny wzrost pęknięć.

Wykopy technologiczne rozmieszczone były stosownie do zagospodarowania terenu nad gazociągiem i możliwości urządzenia (łącznej długości żerdzi). Odległość między nimi nie przekraczała 100 m. W miejscach włączeń przyłączy gazowych zrobiono wykopy punktowe.



Rys. 20. Jeden z etapów odnowy gazociągu w Poznaniu [20]

Dziennie wymieniano jeden lub dwa odcinki. Ze zgrzanych wcześniej metodą doczołową rur obcinano zewnętrzne wypływki przy pomocy specjalnego przyrządu, wewnętrznych nie usuwano. Po wymianieniu wszystkich odcinków połączono je ze sobą techniką elektrooporową i włączono do sieci przy pomocy odpowiednich kształtek połączeniowych.

Literatura:

[1] Barczyński A., Podziemski T., *Sieci gazowe polietylenowe*, Centrum Szkolenia Gazownictwa PGNiG SA, Warszawa 2002, s. 271.

[2] Dańczuk P., *Projekt bezwykopowej odnowy rurociągu gazowego*, praca magisterska, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2005, s. 116.

[3] Gaebel W., Schneider M., *Grabenlose Auswechslung von Druckrohren mit dem Hilfsrohrverfahren*, „UmweltBau“, 2004 nr 4, s. 38-43.

[4] Kolonko A., *Problemy techniczne przy renowacji sieci gazowej metodą Process Phoenix*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna”, 1994 nr 8, s. 245-247.

[5] Kuliczkowski A., Kuliczkowska E., *Bezodkrywkowa zamiana przewodów gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych na nowe o większych średnicach*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna”, 1990 nr 12, s. 241-244.

[6] Kuliczkowski A., *Problemy bezodkrywkowej odnowy przewodów kanalizacyjnych*, Monografia nr 42, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2004, s. 245.

[7] Kuliczkowska E., *Lokalne uszczelnienia, naprawy i renowacje nieprzetłazowych kanałów sztywnymi powłokami*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna”, 2003 nr 4, s. 16-19 z dok. na s. 29.

[8] Kuliczkowska E., *Bezwykopowa renowacja kanałów nieprzetłazowych o lokalnych uszkodzeniach za pomocą utwardzanych krótkich powłok żywicznych*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna”, 2004 nr 6, s. 203-206.

[9] Lenz J., *Rohrleitungen für das nächste Jahrhundert*, Schriftenreihe aus den Institut für Rohrleitungsbau an den Fachhochschule Oldenburg, Band 6, Vulkan Verlag, Essen 1994.

[10] Lenz J., *Sanierung von Rohrleitungen und unterirdischer Rohrvortrieb*, Vulkan Verlag, Essen 1989.

[11] Pipe Rehabilitation. Roll-down, Pfeiffer, prospekt.

[12] Short-Liner, Pfeiffer, prospekt.

[13] *Przewodnik technologii bezwykopowych*, Polska Fundacja Techniki Bezwykopowych, „Technologie Bezwykopowe”, Warszawa 2001.

[14] *Quick Lock, Montagesystem für Rohr-Innensanierung aus V4A mit EPDM-Kompressions-Dichtung*, UHRIG Kanaltechnik, prospekt.

[15] Compact Pipe. *Renowacja wykładziną ciasno pasowaną*, Wavin, prospekt.

[16] Compact SlimLiner, Wavin, prospekt.

[17] Pipeline Rehabilitation, Wavin, prospekt.

[18] Wróbel G., Puszczyński A., *Technologia Swagelining. Ekspansyjne osadzanie wewnętrznej wykładziny PE w rurociągach*, „Inżynieria Bezwykopowa”, 2003 nr 3, s. 36-39.

[19] Wróblewska A., Tarasiewicz D., *Compact SlimLiner w Mińsku Mazowieckim*, „Inżynieria Bezwykopowa”, 2005 nr 9, s. 20-22.

[20] Wróblewska A., *Nowoczesne techniki rehabilitacji i budowy rurociągów z wykorzystaniem rur PE*, „Inżynieria Bezwykopowa”, 2004 nr 7, s. 36-41.

[21] Ziaja J., *Wspomaganie wyboru metody bezwykopowej renowacji gazociągów*, „Nowoczesne Techniki i Technologie Bezwykopowe”, 2002 nr 16, s. 52-55.

[22] *Systemy renowacji rurociągów*, prospekt, ZISBD Wrocław.

[23] ZRUG Poznań, materiały informacyjne.

[24] <http://www.linkpipe.com/gas.htm>.

[25] http://www.subterra.co.uk/cs_genova_italy.html.

[26] http://www.terra-pl.pl/bursting/hydrocrack_prospekt.pdf.

DCS Poland Drilling Chemicals Service

Osprzęt wiertniczy:

- żerdzie, wiertnicze HDD i naftowe
- obudowy sondy, poszerzacze
- dodatkowe akcesoria do wiertnic
- systemy lokalizacji
- naprawy systemów lokalizacji.

Systemy płuczkowe:

- do mieszania
- do oczyszczania.

**Wiertnice HDD,
Pompy płuczkowe i części zamienne
Bentonity i polimery**



ul. Zakopiańska 9
30-418 Kraków
tel.: (0-12) 269-80-90
fax: (0-12) 269-80-91
tel. kom.: 0 606-207-711
e-mail:
karpinski@dcspoland.com
www.dcspoland.com

