

Piotr Szewczyk

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Określenie kryteriów do oceny możliwości zastosowania metod renowacji gazociągów stalowych do przesyłania gazu koksowniczego

Działanie czynników chemicznych zawartych w gazie koksowniczym może powodować pogorszenie stanu technicznego gazociągów. Istnieje możliwość przywrócenia ich funkcji dzięki zastosowaniu wybranej techniki renowacji. Ze względu na skład gazu koksowniczego wymagana jest dodatkowa ocena możliwości ich zastosowania. W artykule zamieszczono przegląd metod podwyższania trwałości gazociągów oraz kryteria oceny technik renowacji z uwzględnieniem parametrów fizycznych przesyłanego medium i zakładanego czasu eksploatacji.

Słowa kluczowe: gazociąg, gaz koksowniczy, renowacja, trwałość, odporność chemiczna.

Determination of the criteria for evaluation of the possible applicability of renovation methods for steel gas pipelines used for transporting coke gas

The influence of chemical agents contained in coke gas can cause deterioration of the condition of gas pipelines. Their functionality can be restored by using a chosen renovation method. Because of the composition of coke gas an additional evaluation of the usefulness of renovation methods is required. The article provides an overview of methods for increasing the durability of gas pipelines and criteria for evaluating renovation techniques, taking into account the physical parameters of the transported gas and expected period of exploitation.

Key words: gas pipeline, coke gas, renovation, durability, chemical resistance.

Wprowadzenie

Zgodnie z art. 13 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/73/WE z 13 lipca 2009 r. dotyczącej wspólnych zasad rynku wewnętrznego gazu ziemnego i uchylającej dyrektywę 2003/55/WE, każdy operator systemu przesyłowego powinien eksploatować, utrzymywać i rozbudowywać bezpieczne, niezawodne i wydajne instalacje przesyłowe, w warunkach opłacalności ekonomicznej, w celu zagwarantowania otwartego rynku, z należyтым uwzględnieniem środowiska, oraz zapewnić odpowiednie środki w celu spełniania obowiązków w zakresie świadczenia usług.

Gaz koksowniczy rozprowadzany jest standardowo rurociągami stalowymi. Z uwagi na intensywne oddziaływanie korozyjne agresywnych czynników chemicznych wchodzących w jego skład oraz z powodu niewłaściwej zewnętrznej ochrony rurociągu przed korozją pochodzą-

cą od środowiska gruntowego może zaistnieć potrzeba jego wymiany lub renowacji. Ze względu na duże koszty związane z ułożeniem nowego gazociągu korzystniejszym może być poddanie go renowacji. Dostępne metody oraz zastosowane w nich materiały przeznaczone są głównie do poprawy stanu technicznego wodociągów i gazociągów przesyłających gaz ziemny.

W przypadku wykorzystania ich do renowacji gazociągów do przesyłania gazu koksowniczego składającego się głównie z metanu i wodoru, ale również zawierającego benzen, toluen czy ksylen, istotna jest odporność chemiczna stosowanych materiałów na wymienione składniki oraz ocena przenikalności gazu, głównie wodoru. Dla większości stosowanych materiałów w systemach renowacji dostępne są w literaturze informacje na temat ich odporności na szereg związków

chemicznych. Przy ocenie dostępnych technik renowacji nie jest to jednak wystarczające i w celu określenia odporności chemicznej należy dodatkowo uwzględnić: czas eksploatacji

gazociągu, temperaturę oraz ciśnienie przepływającego gazu, które mają duży wpływ na własności wytrzymałościowe i trwałość zastosowanych materiałów.

Przegląd technik renowacji

Renowację gazociągów gazu ziemnego można realizować np. z zastosowaniem technik opisanych w normie PN-EN 12007-4 [9], tj.:

- technik wykorzystujących rurę poddawaną renowacji:
 - jako rurę przepustową,
 - jako rurę nośną,
- zniszczenie lub usunięcie rury istniejącej,
- naprawę złącza.

Wśród technik renowacji wykorzystujących istniejącą rurę jako przepustową można wyróżnić renowację metodą wprowadzenia rury ciągłej (tzw. *Sliplining*) oraz renowację przewodem elastycznym.

Metoda *Sliplining* polega na wprowadzeniu do poddawanego renowacji gazociągu stalowego rury z polietylenu (PE) o mniejszej średnicy. Do zalet tej metody należy zaliczyć możliwość wprowadzania nowej rury przy zachowaniu ciągłości dostaw gazu. Wadą jest zmniejszenie przepustowości gazociągu wynikające z redukcji jego przekroju oraz ewentualnego obniżenia ciśnienia MOP.

Renowację przewodem elastycznym realizuje się przez wprowadzenie do istniejącego rurociągu elastycznego rękawa wykonanego np. z włókien aramidowych, powleczonych od zewnątrz warstwą ochronną z polietylenu, a od wewnątrz tworzywem sztucznym odpornym na działanie składników gazu. Rękaw nie jest trwale połączony z poddawaną renowacji rurą i może przenosić jedynie obciążenia pochodzące od przesyłanego pod ciśnieniem gazu, które jest stosunkowo wysokie, tj. do 4 MPa. Dzięki dużej elastyczności rękawy można, w przeciwieństwie do poprzedniej metody, przeciągać przez łuki do 45°, przez co znacząco wzrosła długość poddawanej renowacji przewodu.

W renowacji wykorzystującej istniejącą rurę jako nośną (w odróżnieniu od poprzednich metod) wprowadzany przewód współpracuje z poddawany renowacji gazociągiem, który przenosi obciążenia zewnętrzne oraz zabezpiecza wewnętrzny przewód przed pełzaniem. Jedną z metod renowacji jest zastosowanie wykładziny z rur ściśle pasowanych, czyli wprowadzenie do poddawanej renowacji gazociągu rury z polietylenu, której przekrój jest zmniejszany, a po zamontowaniu przywracany do swoich początkowych rozmiarów tak, że tworzy on ściśle pasowaną wykładzinę.

Zmniejszanie przekroju poprzecznego rury PE odbywa się dwiema metodami:

- w zakładzie produkcyjnym – rura przyjmuje kształt

litery C lub U i jest nawijana na bęben. Po dostarczeniu na budowę jest z niego odwijana i bezpośrednio wprowadzana do odnawianego gazociągu. Powrót do kształtu kołowego odbywa się przez doprowadzenie ciepła przy użyciu pary wodnej, a następnie poprzez działanie ciśnieniem wewnętrznym pochodzącym od sprężonego powietrza;

- na miejscu budowy – metoda *Swagelining* – standardowa rura polietylenowa o średnicy zewnętrznej nieznacznie większej od średnicy wewnętrznej odnawianego gazociągu przeciągana jest przez urządzenie redukujące, powodujące zmniejszenie przekroju poprzecznego. Tak przygotowana rura polietylenowa może być swobodnie wprowadzona do starego gazociągu i po samoistnym odkształceniu, dzięki zachowanej sprężystości materiału, utworzy wykładzinę ciasno pasowaną.

Do podstawowych zalet tych technik należy zaliczyć niewielkie zmniejszenie przekroju gazociągu.

Inną techniką renowacji jest metoda polegająca na wprowadzeniu przewodu elastycznego składającego się z tkanego rękawa powleczonego od wewnątrz tworzywem odpornym na działanie składników gazu, a od zewnątrz nasączonego na budowie żywicą. Po wprowadzeniu do poddawanej renowacji gazociągu, pod wpływem wewnętrznego ciśnienia, przywiera on do niego dzięki zastosowanej żywicy. Tą metodą można poddać renowacji rurociągi o średnicach do DN 1200 mm oraz łuki o kącie do 45°, a maksymalne ciśnienie robocze może wynosić 30 bar. Jako zaletę tej metody można również wskazać minimalne zmniejszenie przekroju gazociągu. Stosowanie tej techniki wymaga jednak bardzo dokładnego oczyszczenia wewnętrznej powierzchni odnawianego gazociągu.

Kolejna metoda, różniąca się zasadniczo od pozostałych, polega na zniszczeniu istniejącego gazociągu przy pomocy przeciąganej głowicy o kształcie stożkowym, która może być wyposażona w noże rolkowe. Podczas przeciągania głowicy zniszczone fragmenty gazociągu są wciskane do gruntu, a w powstałą przestrzeń wciągana jest nowa rura polietylenowa. Ze względu na możliwość powstania niekontrolowanych zarysowań powierzchni wciąganej rury zaleca się stosować rury polietylenowe zabezpieczone dodatkowo płaszczem polipropylenowym. W trakcie eksploatacji nowy gazociąg narażony będzie również na oddziaływania

punktowe pochodzące od elementów starego gazociągu [7]. Z tego też względu do renowacji tą metodą stosuje się rury

z polietylenu PE 100-RC charakteryzujące się zwiększoną odpornością na obciążenia punktowe.

Wpływ składników gazu koksowniczego na materiały systemu renowacyjnego

Gaz koksowniczy powstaje w wyniku termicznej obróbki węgla, tj. w procesie koksowania węgla. Podstawowym wytworem tego procesu jest koks, a gaz koksowniczy to produkt uboczny. Ze względu na dużą zawartość wodoru i metanu jest on gazem, który można być wykorzystywany jako surowiec

energetyczny. Surowy gaz koksowniczy zawiera jednak duże ilości zanieczyszczeń ograniczających jego zastosowanie.

W wyniku procesu oczyszczania otrzymuje się gaz koksowniczy o następującym składzie [4] (objętościowo [% obj.]):

- H₂ – 53÷60,
- CH₄ – 23÷28,
- C_nH_m – 2÷4,
- CO – 6÷10,
- N₂ – 3÷8,
- O₂ – < 1.

Tablica 1. Skład surowego gazu koksowniczego [4]

Składnik	g/m ³
Wodór, H ₂	45÷54
Metan, CH ₄	170÷210
Tlenek węgla, CO	63÷88
Ditlenek węgla, CO ₂	39÷59
Azot, N ₂	50÷125
Tlen, O ₂	6÷10
Etan, C ₂ H ₆	13÷26
Eten, C ₂ H ₄	13÷26
Propen, C ₃ H ₆	10÷12
Etin, C ₂ H ₂	1÷2
Naftalen, C ₁₀ H ₈	9÷12
Benzen i homologi	30÷40
Smola	100÷125
Para wodna (pirogen etyczna)	70÷130
Para wodna (z wilgoci węgla)	260÷340
Amoniak, NH ₃	6÷10
Cyjanowodór, HCN	1÷2
Pirydyna i homologi	1÷3
Siarkowodór, H ₂ S	7÷12
Organiczne związki siarki	ok. 1
Fenol i homologi	2÷4
Chlorki	ok. 1

Analizując wpływ składników gazu koksowniczego na stosowane w renowacji materiały, należy zwrócić uwagę głównie na węglowodory aromatyczne, takie jak np. benzen, toluen i ksylen, które mogą wystąpić w postaci oleju (BTX). To właśnie te składniki uznawane są za najbardziej niebezpieczne dla polimerów, a ich odporność określa się jako ograniczoną szczególnie w temperaturach powyżej 20°C.

Oprócz odporności chemicznej użytych do renowacji materiałów, ze względu na dużą zawartość wodoru w gazie koksowniczym, istotna będzie również ich przenikalność. Szczególne znaczenie może to mieć w przypadku metod renowacji wykorzystujących elastyczny rękaw czy też wykładzinę przyklejaną żywicą, które charakteryzują się mniejszą grubością ścianki.

Przy doborze odpowiedniej techniki renowacji istotne jest również określenie trwałości odnowionego gazociągu. Gazociągi z tworzyw sztucznych oraz gazociągi poddawane renowacji, wykorzystywane do transportu gazu ziemnego, projektowane są na minimum 50-letni okres ich użytkowania, co oznacza, że po tym czasie powinny bezpiecznie przenosić naprężenia obwodowe pochodzące od ciśnienia przepływającego gazu.

Kryteria oceny technik renowacji

Przy wyborze odpowiedniej techniki renowacji uwzględnia się:

- stan techniczny odnawianego gazociągu, a więc średnicę gazociągu i jej zmiany, odgałęzienia, zmiany kierunku, lokalizację armatury, uszkodzenia strukturalne, osady,
- ograniczenia techniczne – głębokość posadowienia, poziom wód gruntowych, długość odcinków poddawanych renowacji,
- parametry związane z wielkością przepływu – określenie wymaganej wydajności po renowacji, dobór minimalnej

średnicy wewnętrznej gazociągu, maksymalne ciśnienie robocze, opory przepływu,

- kwestie konstrukcyjne uwzględniające odporność gazociągu na obciążenia pochodzące od ciśnienia przepływającego gazu, jak i obciążenia zewnętrzne.

Ostatnim etapem jest rachunek ekonomiczny.

Renowacja gazociągów gazu koksowniczego wymaga szczególnej uwagi przy przygotowaniu ich wewnętrznej powierzchni. W gazociągach tych będzie występowało nasilone zjawisko tworzenia się osadów, wynikające z transportu

zanieczyszczonego gazu. Powodować to może zwężenia przekroju rur oraz negatywne oddziaływanie na materiały wykorzystywane w danej technologii renowacji. Istnieje także prawdopodobieństwo całkowitego uniemożliwienia zastosowania renowacji, np. przewodem elastycznym utwardzonym żywicą.

Renowacja gazociągu stalowego poprzedzana jest zawsze oceną jego stanu technicznego, którą można przeprowadzić, stosując jedną z metod inspekcji opisanych w artykule [5]. W zależności od stanu rurociągu i wymagań danej metody renowacji stosuje się odpowiednie metody czyszczenia. Przy renowacji przewodem elastycznym utwardzonym żywicą na budowie wymagane jest zawsze dokładne oczyszczenie wewnętrznej powierzchni rurociągu. Wynika to z tego, że wprowadzany rękaw musi na całej powierzchni być przyklejony za pomocą żywicy do wewnętrznej powierzchni odnawianego gazociągu. W tym celu stosuje się metodę hydrodynamiczną, która pozwala na usunięcie wszelkich zalegających osadów pochodzących od przesyłanego gazu oraz powstałej korozji rur stalowych, a jej skuteczność sprawdzana jest z zastosowaniem inspekcji TV. Podobne wymagania stawiane są w technologii renowacji wykładziną z rur ściśle pasowanych. I chociaż w tej metodzie wprowadzana rura nie jest przyklejana do rury stalowej, wymagane jest również czyszczenie metodą hydrodynamiczną. W standardowych zastosowaniach renowacji metodą luźno pasowaną wystarczające jest kilkakrotne czyszczenie mechaniczne za pomocą skrobaków i gumowych czyszczaków i końcowe czyszczenie hydrauliczne. Producenci jednak zaznaczają, że w przypadkach, gdy jest to wymagane, można zastosować dokładniejsze metody czyszczenia.

Ze względu na dostępność technologii pozwalających na odpowiednie przygotowanie wewnętrznej powierzchni odnawianego gazociągu, w tym również przesyłającego gaz koksowniczy, nie może ono stanowić kryterium doboru metody renowacji, a jedynie powinno być podstawowym wymogiem jej realizacji.

Jednym z kryteriów oceny technik renowacji powinna być ocena odporności chemicznej stosowanych materiałów na składniki gazu koksowniczego. Ze związków chemicznych, które szczególnie negatywnie mogą wpływać na materiały stosowane w wybranej technice renowacji, należy wymienić wodór i węglowodory aromatyczne.

Tworzywa sztuczne, w tym polimery, charakteryzują się niską reaktywnością, z czego wynika ich duża odporność na działanie czynników chemicznych. Istnieją jednak związki chemiczne, na które tworzywa te nie są odporne lub ich odporność chemiczna jest ograniczona. Z reguły odporność chemiczna tworzyw maleje wraz ze wzrostem temperatury. W wyniku oddziaływania danego związku chemicznego może dojść do pęcznienia tworzywa, a nawet jego rozpuszczenia.

Taki przypadek wystąpi, gdy zostanie ono poddane działaniu rozpuszczalnika. Innym mechanizmem oddziaływania związku chemicznego na tworzywo jest dyfuzja. W przypadku większej odporności chemicznej tworzyw dyfuzja związku chemicznego ograniczy się wyłącznie do warstw powierzchniowych, co nie będzie wpływać w istotny sposób na właściwości np. wytrzymałościowe materiału. Odwrotnie, gdy dyfuzja będzie postępować w głąb tworzywa, wówczas ilość rozproszonego czynnika agresywnego będzie prowadziła do pogorszenia właściwości funkcjonalnych tworzywa. Dyfuzji związków chemicznych sprzyja też podwyższona temperatura i dłuższy czas oddziaływania.

Ze względu na możliwe pogorszenie właściwości danego tworzywa w wyniku oddziaływania związków chemicznych występujących w gazie koksowniczym wzrośnie zagrożenie rozszczelnienia gazociągu, powodując bezpośrednie zagrożenie dla otoczenia. Z tego względu kryterium odporności chemicznej materiałów należy przyjąć za podstawowe.

Kolejnym kryterium oceny technik renowacji powinna być przenikalność gazu. Jest to parametr istotny ze względu na dużą zawartość wodoru w gazie koksowniczym. Dla przykładu współczynnik przenikania wodoru dla rur polietylenowych jest prawie czterokrotnie wyższy niż dla metanu. Przenikanie gazów przez ciała stałe następuje wskutek panującej różnicy ciśnień po obu jego stronach. Przenikanie zależy od rodzaju ciała stałego, tj. od wielkości występujących w nim porów lub odległości między węzłami sieci krystalicznej oraz od rodzaju gazu, głównie wielkości atomów.

Przenikanie gazu przez ciało stałe, w tym przypadku polimerowe, składa się z adsorpcji, tj. wiązania się cząsteczek gazu i polimeru, absorpcji – cząsteczki gazu wnikają w ciało stałe, gdzie częściowo mogą ulegać rozpuszczeniu, dyfuzji, a następnie desorpcji, czyli procesowi odwrotnemu do adsorpcji, i ostatecznie parowaniu. Przenikanie gazu przez polimery zależeć będzie również od temperatury, wraz z którą wzrasta również przenikalność gazu.

W przedstawionych technikach renowacji gaz będzie przenikał albo przez jedną warstwę polietylenową, albo przez kolejne warstwy z różnych materiałów w przypadku wykładzin elastycznych i rękawów utwardzanych żywicą. Dodatkową barierę będzie stanowiła rura stalowa.

Szczególne znaczenie nabiera jednak kwestia przenikania gazu dla technik, w których pozostanie wolna przestrzeń pomiędzy nowym przewodem (rurą, rękawem elastycznym) a wewnętrzną powierzchnią odnawianego gazociągu. Na podstawie określonej ilości gazu, która przeniknie przez taki przewód, można będzie wyznaczyć czas powstania mieszaniny wybuchowej. Może to stanowić duże zagrożenie dla otoczenia i w przypadku wyboru takiej techniki renowacji, która zostanie podyktowana np. aspektami technicznymi, należy podjąć

odpowiednie działania zapobiegające powstaniu zagrożenia wybuchem, np. wentylowanie wolnej przestrzeni. Niezależnie od przedstawionych aspektów dla zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa niezbędne będą okresowe kontrole szczelności gazociągów z zastosowaniem wybranych metod, jak opisano w literaturze [3].

Po spełnieniu powyższych warunków istotne jest również kryterium trwałości gazociągu poddanego renowacji. Trwałość gazociągu będzie zależała od wytrzymałości długoczasowej na obciążenia pochodzące głównie od ciśnienia przesyłanego gazu oraz od wpływu związków chemicznych znajdujących się w gazie koksowniczym.

Wytrzymałość gazociągów z tworzyw sztucznych, np. z PE, maleje wraz z upływem czasu i zależy od poziomu naprężeń w ściance rury oraz temperatury użytkowania. Gazociągi z polietylenu projektowane są na minimalny okres użytkowania wynoszący 50 lat. Dla tworzyw termoplastycznych miarą ich wytrzymałości długoczasowej jest minimalna żądana wytrzymałość, tzw. MRS – *Minimum Required Strength*. Określa się nią naprężenia obwodowe w ściance, na które będzie odporny rurociąg po zakładanym okresie użytkowania w temperaturze 20°C. Wyznaczenie MRS przeprowadza się wg normy PN-EN ISO 9080 [11]. Badanie polega na określeniu czasu do pęknięcia rury w długotrwałych testach wytrzymałości hydrostatycznej. Badania przeprowadza się na kilkudziesięciu próbkach, przy różnych ciśnieniach i w podwyższonych temperaturach (40, 60 i 80°C) w celu skrócenia czasu trwania prób. Wyniki tych badań następnie ekstrapoluje się do temperatury 20°C, a uzyskany poziom naprężeń obwodowych określa MRS.

W przypadku innych materiałów niż rury polietylenowe, stosowanych do renowacji gazociągów, również istotne jest określenie ich trwałości. Dla rękawów utwardzanych żywicą badania przeprowadza się na naprawionych próbkach rur stalowych o maksymalnej, deklarowanej przez producenta rękawa, wielkości uszkodzenia ścianki. Podobnie jak w przypadku rur polietylenowych próby wykonuje się w podwyższonych temperaturach i przy różnych poziomach ciśnień. Ze względu na wysoką wytrzymałość tych materiałów dla wstępnego określenia poziomu ciśnienia, badania poprzedza się krótkoterminowymi próbami polegającymi na wyznaczeniu ciśnienia rozrywającego.

Jeżeli uzyskane wyniki wytrzymałości długoczasowej dla zakładanego okresu użytkowania są satysfakcjonujące dla temperatury np. 40°C, tj. wyznaczone ciśnienie jest co najmniej dwukrotnie wyższe (współczynnik bezpieczeństwa) od maksymalnego ciśnienia roboczego, wówczas pomija się ekstrapolację na temperaturę 20°C.

Podobnie wyznacza się wytrzymałość długoczasową przewodów elastycznych, które samodzielnie mają przenosić

obciążenia pochodzące od ciśnienia gazu. Różnica polega tylko na tym, że próbki do badań wykonywane są z przewodu elastycznego bez rury stalowej.

Przedstawione metody określania wytrzymałości długoczasowej dotyczą wyłącznie aspektów wytrzymałościowych i są prowadzone w środowisku neutralnym chemicznie, tzn. nie uwzględniają wpływu oddziaływania chemicznego związków, które wystąpią w transportowanym przez nie gazie. Zaznaczyć należy jednak, że takie podejście dotyczy materiałów przeznaczonych do transportu gazu ziemnego, dla których potwierdzona jest odporność chemiczna na jego składniki.

Nie występują obecnie szczegółowe metody badania wytrzymałości długoczasowej uwzględniającej chemiczne oddziaływanie składników przesyłanego medium.

W literaturze [1] przedstawiono propozycję oceny wytrzymałości tworzyw sztucznych na długotrwałe oddziaływanie chemiczne, wykorzystując badanie korozji naprężeniowej. W jej wyniku na powierzchni tworzywa dochodzi do wybieleń powstałych wskutek mikropęknięć o szerokości 0,05÷0,06 μm [8]. Długotrwałe obciążenie powoduje wówczas spadek wytrzymałości i może doprowadzić do powstania pęknięć. W odniesieniu do tworzyw termoplastycznych badanie korozji naprężeniowej można przeprowadzić według normy PN-EN ISO 22088-2 [10]. Opisana metoda uwzględnia również badanie w warunkach działania środowisk różnych substancji chemicznych. Polega ono na poddaniu stałemu obciążeniu rozciągającemu próbki z naciętymi karami w otoczeniu wybranej substancji chemicznej. Wynikiem badania jest czas do wystąpienia uszkodzenia oraz jego przełom. Ocena rodzaju pęknięcia nie jest jednak wystarczająca, gdyż istotny jest również czas do jego wystąpienia. W odniesieniu do przedstawionych technik renowacji metoda ta może zostać wykorzystana do oceny korozji naprężeniowej wyłącznie materiałów termoplastycznych „litych”. Nie nadaje się ona do zastosowania w takich materiałach jak np. rękawy utwardzane żywicą na miejscu. Propozycję metody badania korozji naprężeniowej w kompozytach polimerowych zbrojonych włóknem szklanym przedstawiono w literaturze [8]. Jest to metoda, w której badanych próbek nie poddaje się obciążeniom rozciągającym, jak ma to miejsce w przypadku tworzyw termoplastycznych, a obciążeniom zginającym.

Ocenę trwałości systemu renowacyjnego można określić przez porównanie wyników badań korozji naprężeniowej dla próbek poddanych analizie w otoczeniu nieagresywnym chemicznie z wynikami badań próbek w otoczeniu wybranych związków chemicznych. Wymaga to jednak określenia warunków badania, np. poziomu naprężenia próbki, stężenia związków chemicznych, co z kolei związane jest z przeprowadzeniem serii długoczasowych prób w celu ustalenia poziomu odniesienia dla badań wykonywanych w otoczeniu związków chemicznych.

Wnioski

1. Zastosowanie wybranej technologii renowacji gazociągu przeznaczonego do przesyłania gazu koksowniczego, oprócz aspektów technicznych, powinno uwzględniać analizę odporności chemicznej materiałów na składniki gazu koksowniczego.
2. Metody badań odporności chemicznej, które opierają się wyłącznie na sprawdzeniu oddziaływania substancji chemicznych w wyniku ich zanurzenia, nie mogą być jedynymi w ocenie trwałości systemów znajdujących się w rzeczywistych warunkach pod ciśnieniem.
3. Decyzja o wyborze danej techniki renowacji musi być ekonomicznie uzasadniona, dlatego należy dążyć do określenia trwałości aplikacji z uwzględnieniem oddziaływania czynników chemicznych transportowanego gazu.
4. Określenie trwałości technik renowacji można przeprowadzić na podstawie oceny korozji naprężeniowej według metody znormalizowanej. Wymagane jest jednak ustalenie warunków prób oraz kryteriów oceny, co jest związane z przeprowadzeniem złożonych i długoterminowych badań.
5. Ze względu na duży udział wodoru w składzie gazu koksowniczego oraz zróżnicowane materiały i ich grubości w dostępnych technologiach renowacji wymagana jest ocena jego przenikalności.

Prosimy cytować jako: *Nafta-Gaz* 2015, nr 8, s. 578–583

Artykuł nadesłano do Redakcji 28.11.2014 r. Zatwierdzono do druku 24.03.2015 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt. *Metody renowacji gazociągów stalowych w aspekcie ich wykorzystania do przesyłania gazu koksowniczego* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0009/GP/14, nr archiwalny: DK-4100-9/14.

Literatura

- [1] Affolter S.: *Longterm behaviour of thermoplastic materials*. Materiały Interstate Iniversity NTB, Buchs, Szwajcaria; www.ntb.ch (dostęp: 10.09.2014).
- [2] Broniewski T., Kapko J., Placzek W., Thomalla J. *Metody badan i ocena wlasciwosci tworzyw sztucznych*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2000.
- [3] Demusiak G.: *Nowe metody kontroli szczelnosci sieci i instalacji gazu ziemnego, z wykorzystaniem recznych detektorow laserowych do zdalnego wykrywania wyciekow metanu*. *Nafta-Gaz* 2010, nr 4, s. 287–296.
- [4] Karcz A.: *Gaz koksowniczy jako surowiec do produkcji wodoru*. *Polityka Energetyczna* 2009, t. 12, s.111–117.
- [5] Klupa A.: *Metody podwyzszania trwalosci i niezawodnosci dystrybucyjnych sieci gazowych*. *Nafta-Gaz* 2007, nr 11, s. 674–681.
- [6] Pielichowski J., Puszyński A.: *Technologia tworzyw sztucznych*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1998.
- [7] Szewczyk P.: *Badania odpornosci na oddziaływania punktowe rur polietylenowych warstwowych ukladanych w gruncie rodzimym, przeznaczonych do przesyłania gazu*. *Nafta-Gaz* 2012, nr 9, s. 611–616.
- [8] Wrobel G., Wierzbicki L., Szymiczek M.: *Metoda badania korozji naprężeniowej w kompozytach polimerowych*. Materiały konferencyjne: 11th International Scientific Conference, Achievements in Mechanical & Materials Engineering, Gliwice – Zakopane 2002, s. 617–620.

Akty prawne i normatywne

- [9] PN-EN 12007-4 *Infrastruktura gazowa – Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym do 16 bar włącznie – Część 4: Szczegółowe wymagania funkcjonalne dla renowacji*.
- [10] PN-EN ISO 22088-2:2007 *Tworzywa sztuczne – Oznaczanie odporności na środowiskową korozję naprężeniową (ESC) – Część 2: Metoda stałego obciążenia rozciągającego*.
- [11] PN-EN ISO 9080 *Systemy przewodów rurowych i rur osłonowych z tworzyw sztucznych – Oznaczanie przez ekstrapolacje długotrwałej wytrzymałości hydrostatycznej materiałów termoplastycznych w postaci rur*.



Mgr inż. Piotr SZEWCZYK
Główny specjalista inżynierijno-techniczny;
kierownik Zakładu Przesyłania i Dystrybucji Gazu.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25A
31-503 Kraków
E-mail: piotr.szewczyk@inig.pl