

Piotr Szewczyk

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Nowoczesne materiały i technologie do budowy gazociągów wysokiego ciśnienia oraz rurociągów technologicznych na terenach górniczych

Na świecie dostępne są technologie rur kompozytowych do budowy gazociągów wysokiego ciśnienia, które mogą być również wykorzystane do budowy rurociągów technologicznych na terenach zakładów górniczych ropy i gazu. Stosowanie ich w Polsce ograniczone jest przepisami oraz brakiem warunków technicznych do ich projektowania, budowy i eksploatacji. W artykule przedstawiono analizę krajowych przepisów oraz aktualny stan w zakresie normalizacji. W oparciu o istniejące specyfikacje techniczne oraz przewidywane obciążenia i oddziaływania na rurociągi opracowano wstępne założenia do budowy sieci gazowych wysokiego ciśnienia i rurociągów technologicznych na obszarach poszukiwań ropy i gazu.

Słowa kluczowe: gazociąg, rurociąg technologiczny, rury kompozytowe, nowoczesne technologie.

Modern materials and technologies for the construction of high pressure gas pipelines and technological pipelines in mining areas

Composite pipe technology for the construction of high pressure gas pipelines is available worldwide, which can also be used to construct technological pipelines in oil and gas mines. In Poland the use of such pipelines is limited by regulations and lack of technical conditions for their design, construction and operation. The article presents an analysis of national legislation and the current status of standardization. Based on the existing technical specifications and anticipated loads and impacts on pipelines, preliminary guidelines for the construction of high pressure gas networks and technological pipelines for the areas of oil and gas exploration was developed.

Key words: gas pipeline, pipeline technology, composite pipes, modern technologies.

Wprowadzenie

Gazociągi wysokiego ciśnienia w Polsce wykonuje się z rur stalowych. Duże koszty ich budowy oraz eksploatacji, związane np. z wykonywaniem połączeń spawanych czy też zabezpieczeniem przed korozją, mogą zostać znacznie obniżone. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu dostępnych za granicą technologii wykorzystujących tworzywa sztuczne umożliwiające przesyłanie medium pod wysokim ciśnieniem. Przykładowo można zastosować rury z tworzyw sztucznych wzmacniane włóknami (np. aramidowymi) lub spiralną taśmą ze stali nierdzewnej. Do podstawowych zalet takich rurociągów należą: wysoka wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne, łatwość wykonywania połączeń, niewielki ciężar, elastyczność, wykonywanie rurociągów długimi odcinkami,

odporność na korozję, niski współczynnik tarcia, odporność na różnorodne substancje chemiczne [4].

Obowiązujące obecne przepisy nie pozwalają jednak na stosowanie tego typu materiałów. Budowa gazociągów wysokiego ciśnienia z materiałów alternatywnych dla rur stalowych możliwa jest wyłącznie w zakresie doświadczalnym. Innym obszarem, w którym właściwości rur kompozytowych umożliwiają ich zastosowanie, są rurociągi technologiczne na terenach zakładów górniczych ropy i gazu. Rury, w których użyto tworzyw sztucznych, mogłyby być wykorzystane do transportu płynów złożowych po wcześniej przeprowadzonej analizie ich odporności na ciśnienie wewnętrzne, maksymalne temperatury przesyłanego medium oraz jego skład chemiczny.

Szczególne znaczenie będzie miała odporność materiałów na siarkowodór. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia pożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi* (Dz.U. z 2002 r. nr 109, poz. 961) [14] do budowy rurociągów technologicznych zawierających siarkowodór mogą być stosowane materiały odporne na korozję siarkowodorową.

Budowa gazociągów wysokiego ciśnienia oraz rurociągów technologicznych na terenach zakładów górniczych

Analiza przepisów krajowych w aspekcie możliwości stosowania rur kompozytowych do budowy gazociągów wysokiego ciśnienia i rurociągów technologicznych

W Polsce przy projektowaniu, budowie i przebudowie sieci gazowych stosuje się regulacje zawarte w *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie* (Dz.U. z 2013 r., poz. 640) [13]. W odróżnieniu od poprzedniego wydania tego rozporządzenia (Dz.U. z 2001 r. nr 97, poz. 1055) [15] regulacje w nim zawarte obejmują również sieci gazowe zakładów górniczych wydobywających gaz ziemny. Rozporządzenie nie precyzuje wprost, czy są nim objęte rurociągi technologiczne znajdujące się na terenie tych zakładów. Określa jednak, że przepisy w nim zawarte stosuje się do sieci gazowej służącej do transportu gazu ziemnego (§ 1 ust. 1). W przypadku rurociągów technologicznych na terenach zakładów górniczych wydobywających gaz ziemny stosuje się je do transportu płynów złożowych, a następnie – po separacji – do transportu płynu rozdzielonego na wymagający oczyszczenia gaz, ciekłe węglowodory oraz wodę złożową [5]. Z powyższego wynika więc, że rozporządzenie nie dotyczy rurociągów technologicznych znajdujących się na terenie zakładów górniczych wydobywających gaz ziemny. Przepisów rozporządzenia nie stosuje się również w przypadku doświadczalnych sieci gazowych.

Do budowy gazociągów rozporządzenie dopuszcza takie materiały jak stal i polietylen. Ze względu na maksymalne ciśnienie robocze (MOP) dla gazociągów wykonanych z polietyleny wprowadzono ograniczenie do 1,0 MPa. Budowa gazociągów powyżej tego ciśnienia realizowana jest wyłącznie z rur stalowych. W zakresie przepisów, jakie powinny być spełnione przy budowie i eksploatacji rurociągów technologicznych w zakładach górniczych, należy stosować *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny*

z wykorzystaniem wzmacnianych rur z tworzyw sztucznych powinna zapewnić [2]:

- bezpieczeństwo użytkowania,
- wymagany poziom niezawodności funkcjonowania,
- spełnienie wymagań w zakresie ochrony środowiska.

Gwarancją spełnienia tych warunków jest budowa rurociągów uwzględniająca wszystkie czynniki, które mogą mieć wpływ na trwałość i niezawodność systemu. Zarówno dla gazociągów wysokiego ciśnienia, jak i rurociągów technologicznych niezbędne jest opracowanie warunków technicznych poprzedzone szczegółową analizą oddziaływań i obciążeń.

otworami wiertniczymi [14]. Rozporządzenie nie określa dopuszczalnych materiałów do budowy sieci gazowych czy rurociągów technologicznych, lecz odsyła do innych aktów prawnych obowiązujących w tym zakresie. Zgodnie z § 243 rurociągi technologiczne związane z ruchem zakładu górniczego powinny być projektowane, budowane, przebudowywane i rozbudowywane z zastosowaniem przepisów określających warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać rurociągi technologiczne i sieci gazowe. Pomimo faktu, że rozporządzenie dotyczące sieci gazowych (Dz.U. z 2013 r., poz. 640) [13] nie obejmuje swoim zakresem rurociągów technologicznych znajdujących się na terenie zakładów górniczych, należy je stosować, gdyż wynika to z przepisów rozporządzenia (Dz.U. z 2002 r. nr 109, poz. 961) [14].

Rozporządzenie nie precyzuje, jakie dokładnie materiały można stosować do budowy rurociągów technologicznych, jednak poprzez zapis zawarty w § 249, dotyczący ustalania ciśnienia próby wytrzymałości, wymienia rury stalowe i z tworzyw sztucznych. W obszarze tworzyw należy jednak stosować materiały zgodne z rozporządzeniem dotyczącym sieci gazowych [13], czyli polietylen. Wykorzystanie innych materiałów z tworzyw sztucznych do budowy rurociągów technologicznych będzie możliwe w przypadku, gdy zostaną one uwzględnione przy nowelizacji rozporządzenia [13]. Zmiana przepisów może wynikać z projektowanego *Kodeksu urbanistyczno-budowlanego*, mającego zastąpić ustawę *Prawo budowlane*, w którym dopuszcza się wprowadzenie zapisów do aktów wykonawczych (rozporządzeń) o stosowaniu rozwiązań zamiennych, zapewniających równoważny poziom użyteczności i bezpieczeństwa. O możliwości zastosowania rozwiązań zamiennych zdecyduje właściwy minister określający, w formie rozporządzenia, warunki techniczne. Termin oraz zasady wejścia w życie kodeksu zostaną określone w ustawie *Przepisy wprowadzające kodeks urbanistyczno-budowlany*. Obowiązujące obecnie rozporządzenie

Ministra Gospodarki (Dz.U. z 2013 r., poz. 640), wydane na podstawie ustawy *Prawo budowlane*, będzie musiało zostać zastąpione nowym lub utrzymane w mocy na zasadzie przepisów przejściowych do czasu wydania nowego aktu prawnego.

Zastosowanie rur z danego tworzywa, w tym kompozytowych, wiązało się będzie wówczas z koniecznością spełnienia szeregu wymagań dotyczących budowy i eksploatacji rurociągów technologicznych opisanych w rozporządzeniu [14], a szczególnie posadowienia rurociągów, ich odporności chemicznej czy też aspektów dotyczących wytrzymałości połączeń. W zakresie układania rurociągów (§ 249 ust. 1) wymagane jest, aby znajdowały się one na całej dłu-

gości pod powierzchnią ziemi, z zastrzeżeniem ust. 3, gdzie dopuszcza się układanie rurociągów nad powierzchnią ziemi na terenach bagnistych, górskich, nad przeszkodami terenowymi oraz w obrębie zakładu górniczego. W rozporządzeniu zwrócono szczególną uwagę na odporność rur na siarkowodór. W rurociągach technologicznych zawierających ten gaz (§ 256) należy stosować wyłącznie materiały odporne na korozję siarkowodorową. Ze względu na parametry wytrzymałościowe połączeń rur i armatury (§ 246) wymagane jest natomiast, aby zastosowane technologie i użyte materiały zapewniały wytrzymałość połączeń równą co najmniej wytrzymałości rur.

Przegląd aktualnego stanu w zakresie normalizacji

W obszarze wymienionych technologii istnieją specyfikacje techniczne, które zawierają wymagania w zakresie projektowania, produkcji, kwalifikacji i zastosowania. Dla rur wzmocnianych oplotem można wskazać specyfikację opracowaną przez American Petroleum Institute (API) API RP 15 S – *Qualification of Spoolable Reinforced Plastic Line Pipe* [9]. Zgodnie z zapisami tego dokumentu producent dobiera materiały rury w zależności od składu chemicznego przesyłanego medium, jego temperatury oraz zakresu stosowanych ciśnień. W przypadku rur wzmocnianych taśmą ze stali stworzone zostały wymagania zawarte w specyfikacji API 17J *Specification for Unbonded Flexible Pipe* [8]. W oparciu o tę specyfikację opracowano normę ISO 13628-2 [12] zawierającą wymagania dotyczące projektowania, doboru materiałów, produkcji i badań. Dokument ten został opublikowany jako Polska Norma. Norma PN-EN ISO 13628 składa się z jedenastu części. Wytyczne dotyczące projektowania, wytwarzania, badania instalacji oraz eksploatacji rur elastycznych stosowanych na lądzie, morzu oraz w przemyśle morskim podano w części jedenastej PN-EN ISO 13628-11 [11]. W zakresie używanych materiałów wymieniono np. polietylen wysokiej gęstości (HDPE), polifluorek winylidenu (PVDF), poliamid (PA-11), polipropylen (PP) [12]. Niezależnie od wymagań dotyczących kwestii wytrzymałościowych i związanych

z nimi parametrów pracy, łącznie z odpornością na składniki chemiczne przesyłanego płynu, w specyfikacjach zwrócono szczególną uwagę na konieczność uwzględnienia przenikania przez warstwę wewnętrzną rury takich gazów jak dwutlenek węgla (CO₂) oraz siarkowodór (H₂S) i gromadzenia się go pod powłoką zewnętrzną. Producent powinien przewidzieć taką możliwość i podjąć środki zabezpieczające przed powstawaniem np. pęcherzy w strefie międzywarstwowej rury.

Zgodnie z wymaganiami przedstawionych specyfikacji możliwość zastosowania rur o wybranej konstrukcji powinna być poprzedzona dokładną oceną oddziaływań i obciążeń wywieranych na dany rurociąg, przeprowadzoną na etapie opracowania założeń projektowych. Po ich zidentyfikowaniu sprawdza się deklarowane przez producentów własności wyrobów, które powinny zostać potwierdzone w dokumentacji składającej się z opisu podstaw teoretycznych zawierających procedury obliczeniowe i ich wyniki, które następnie poddaje się weryfikacji poprzez badania. Metodologia projektowania konstrukcji danego typu rury powinna zostać poddana do oceny przez stronę niezależną, w celu ustalenia zakresu zastosowania wraz z podaniem ograniczeń. Projekt rury powinien uwzględniać konsekwencje zużycia materiałów i starzenia się na skutek degradacji mechanicznej, chemicznej i termicznej, z uwzględnieniem wszystkich warstw rury.

Wstępne założenia do budowy sieci gazowych wysokiego ciśnienia i rurociągów technologicznych na terenach zakładów górniczych ropy i gazu

Przedstawione wstępne założenia budowy gazociągów wysokiego ciśnienia oraz rurociągów technologicznych na terenach zakładów górniczych ropy i gazu dotyczą systemów elastycznych rur z tworzyw sztucznych, posiadających odpowiednie wzmocnienie zapewniające ich odporność na obciążenia, pochodzące od ciśnienia wewnętrznego (ograniczające odkształcenia obwodowe i wzdłużne), zapewniające odpo-

wiednią odporność chemiczną oraz wytrzymałość na oddziaływanie zewnętrzne. Konstrukcja rur może składać się z kilku warstw współpracujących ze sobą. Warstwę wewnętrzną powinny stanowić tworzywa polimerowe, warstwę wzmocniającą np. włókna aramidowe lub elementy wykonane ze stali. Warstwa zewnętrzna ochronna powinna być wykonana również z tworzyw polimerowych.

Dla zastosowanych tworzyw polimerowych w konstrukcji rur producent powinien określić szereg właściwości, które będą stanowiły podstawę do analizy ich przydatności do określonego użycia. W zakresie parametrów wytrzymałościowych powinny być oznaczone co najmniej takie właściwości jak granica plastyczności i wydłużenie przy zerwaniu. Cechami, które producent powinien podać dla polimerów zastosowanych na warstwę zewnętrzną rur, są np. twardość, wytrzymałość na ściskanie, odporność na uderzenia w przewidywanych temperaturach instalowania i użytkowania oraz odporność na ścieranie, którą w przypadku przesyłania medium zawierającego cząstki stałe należy również określić dla warstwy wewnętrznej. Dla warstwy wewnętrznej i zewnętrznej powinny zostać podane również współczynniki przewodzenia ciepła oraz współczynnik rozszerzalności liniowej. Ze względu na możliwość wystąpienia dwutlenku węgla czy siarkowodoru w płynach przesyłanych rurociągami technologicznymi konieczne jest określenie stopnia przepuszczalności przez warstwę polimeru. Z uwagi na przenikanie gazu przez warstwę wewnętrzną producent powinien określić środki zapobiegania powstawaniu pęcherzy w warstwie zewnętrznej rury. Jednym z podstawowych czynników decydującym o możliwości zastosowania danego polimeru w konstrukcji rury jest jego odporność na składniki chemiczne przesyłanego płynu, np. ropy naftowej, którą tworzą podstawowe grupy takich substancji jak: węglowodory nasycone, węglowodory aromatyczne, żywice i asfalteny [1]. Nie jest jednak wystarczające odwoływanie się do odporności chemicznej polimerów określanej w warunkach ciśnienia atmosferycznego, jak np. w PKN-ISO/TR 10358:2016-08 [10]. Specyfikację tę można wykorzystać do wyselekcjonowania substancji, dla których odporność chemiczna oznaczona jest jako ograniczona lub nieokreślona. Wymagane jest, aby podczas oddziaływania danego związku chemicznego uwzględnić przewidywane ciśnienie i temperaturę roboczą [6]. Dla tworzyw polimerowych wraz ze wzrostem temperatury spada odporność chemiczna na niektóre składniki. Szczególne znaczenie będą miały węglowodory aromatyczne (np. benzen, toluen, ksylen). Do oceny odporności na wybrane związki chemiczne, po określonym procesie oddziaływania na tworzywo, można wykorzystać zmiany wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu, ocenę wyglądu powierzchni badanego wyrobu oraz zmiany jego masy. Określając odporność chemiczną polimerów, należy wyznaczyć ich trwałość uwzględniając proces starzenia materiału. Jednoznaczne określenie długotrwałej odporności polimeru na starzenie w wyniku oddziaływania związków chemicznych w określonej temperaturze i przy występowaniu obciążeń zewnętrznych może być niewykonalne. W typowych testach określających wytrzymałość długoczasową niezbędne jest bowiem badanie w wyż-

szych temperaturach niż temperatura użytkowania, w celu przyspieszenia procesu starzenia. W przypadku badań z zastosowaniem środka chemicznego wraz ze wzrostem temperatury może spadać odporność chemiczna tworzywa; wyniki będą wtedy niewiarygodne. Dlatego też odporność polimeru na starzenie może być potwierdzona opracowanym alternatywnym programem badań oraz zdobytym doświadczeniem w stosowaniu tego materiału o ograniczonej odporności na dane środowisko chemiczne. Ważne jest, aby w opracowanych procedurach badawczych starzenia polimeru uwzględnić rzeczywiste warunki użytkowania.

Gazociągi wysokiego ciśnienia lokalizowane są z reguły w ziemi. Wówczas odporność na zewnętrzne czynniki atmosferyczne ogranicza się do określenia warunków składowania. W zależności od zastosowanego tworzywa polimerowego na warstwę zewnętrzną rury, należy określić dopuszczalny okres składowania na otwartej przestrzeni na podstawie dopuszczalnej ilości energii, głównie promieniowania UV, na jaką odporny jest ten materiał.

Rurociągi technologiczne instalowane są zarówno pod ziemią, jak i w części naziemnej. Dla tego typu zastosowań należy określić czynniki, które mogą mieć wpływ na ich trwałość. Będzie to głównie promieniowanie UV. W zależności od warunków zastosowania (temperatura) może być konieczne również uwzględnienie oddziaływania tlenu na polimer.

Materiały metalowe używane jako wzmocnienie rur oraz do budowy łączników mogą być wykonane ze stali węglowej lub nierdzewnej [12]. W celu potwierdzenia możliwości zastosowania wybranego gatunku stali wymagane jest przeprowadzenie kwalifikacji obejmującej określenie składu chemicznego, wytrzymałości na rozciąganie, granicy plastyczności, wydłużenia do zerwania, twardości, odporności na korozję [3] i erozję, a także dla mediów zawierających siarkowodor wyznaczenie odporności na pękanie wywołane siarczkami wodorowymi (SSC) i odporności na pękanie wodorowe (HIC) [7].

Dla zaprojektowanej konstrukcji rury producent powinien wyznaczyć maksymalne ciśnienie robocze przesyłanego płynu w oparciu o badania tzw. wytrzymałości długoczasowej. Badania rur należy realizować wraz z zamontowanymi łącznikami. Ich wyniki powinny określać maksymalne naprężenia obwodowe, jakie będzie mogła przenosić rura po zakładanym okresie użytkowania w ustalonej temperaturze. Obliczone maksymalne ciśnienie robocze powinno uwzględniać współczynnik bezpieczeństwa równy co najmniej 2. Producent jest zobowiązany do określenia maksymalnego ciśnienia roboczego, maksymalnej temperatury, związków chemicznych i ich stężeń, na jakie rury są odporne, oraz podania dla tych warunków maksymalnej trwałości.

Rury mogą być łączone ze sobą przez zastosowanie kształtek stalowych. Kształtki są zaprasowywane na rurach

z wykorzystaniem specjalnych urządzeń hydraulicznych. Połączenia powinny być wykonywane przez przeszkolony personel zgodnie z pisemnymi procedurami opracowanymi przez producenta. Połączenia rur i kształtek powinny być nierozłączne. Konstrukcja kształtek jest opracowywana indywidualnie przez producenta. Kształtki mogą być wykorzystywane do łączenia dwóch rur lub posłużyć do połączenia z armaturą, wówczas zakończone są kołnierzem lub końcówką bosą przeznaczoną do spawania. Procedury łączenia elementów stalowych powinny być realizowane zgodnie z uznanymi technologiami spawania. Wytrzymałość kształtek i ich połączeń z rurami powinna być nie mniejsza od wytrzymałości rur. Przy próbie wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne, prowadzonej do zniszczenia próbki, uszkodzeniu powinna ulec rura z zachowaniem integralności połączenia. Oprócz odporności na ciśnienie wewnętrzne próba pozwala na kontrolę odporności połączeń na działanie sił osiowych. Maksymalną siłę, jaką można przyłożyć do rury np. podczas układania, określa producent indywidualnie dla konstrukcji rury i stosowanych typów łączników.

Rury powinny być układane w gruncie z zastosowaniem podsypki i obsypki piaskowej. Układanie rur w gruncie rodzimym lub technikami alternatywnymi należy poprzedzić analizą deklarowanej przez producenta odporności rur na obciążenia punktowe. Układanie rur w wykopie powinno być realizowane zgodnie z zaleceniami producenta. Może być np. korzystne układanie rury tak, aby jej kształt w rzucie poziomym przypominał sinusoidę. Takie ułożenie może być wymuszone ze względu na zabezpieczenie rury przed naprężeniami

wzdłużnymi pochodzącymi od zmian ciśnienia i temperatury. Podczas układania rur w wykopie należy zwracać uwagę na uszkodzenia w zewnętrznej powłoce ochronnej. Z reguły zewnętrzna warstwa ochronna może zostać porysowana, jednak nie powinna zostać rozcięta, gdyż mogłoby to doprowadzić do uszkodzenia konstrukcyjnej warstwy wewnętrznej.

Przed oddaniem do użytkowania gazociąg powinien zostać poddany próbie szczelności i wytrzymałości. Próbę można wykonać jako łączoną i należy przeprowadzić przy ciśnieniu równym iloczynowi współczynnika 1,5 i maksymalnego ciśnienia roboczego. Podczas próby rurociągu powinien być zasypany z wyjątkiem miejsc połączeń. Próbę należy wykonać, jako hydrauliczną. Czas trwania próby szczelności i wytrzymałości gazociągu nie powinien być krótszy niż 24 godziny.

Rurociągi technologiczne przed oddaniem do eksploatacji poddaje się:

- wstępnej próbie szczelności,
- głównej próbie szczelności,
- próbie wytrzymałości.

Wstępną próbę szczelności rurociągu wykonuje się sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa. Próbę wytrzymałości i główną próbę szczelności przeprowadza się po ułożeniu rurociągu w wykopie i jego zasypaniu, z wyjątkiem miejsc połączeń rur oraz miejsc łączenia armatury. Próby te wykonuje się za pomocą powietrza, gazu obojętnego, gazu ziemnego lub wody, przy tym samym napełnieniu rurociągu. Wielkość ciśnienia podczas próby wytrzymałości rurociągów określa instrukcja zatwierdzona przez kierownika ruchu zakładu górniczego.

Wnioski

1. W Polsce gazociągi wysokiego ciśnienia mogą być budowane wyłącznie z rur stalowych. Budowa gazociągów z zastosowaniem innych materiałów, np. wzmocnionych rur z tworzyw sztucznych, jest ograniczona przepisami zawartymi w rozporządzeniu (Dz.U. z 2013 r., poz. 640) [13]. Budowa gazociągów ze wzmocnionych rur z tworzyw sztucznych jest możliwa tylko w zakresie sieci gazowych doświadczalnych lub po uzyskaniu zgody na odstępstwo. Możliwość stosowania innowacyjnych technologii została uwzględniona w projektowanym *Kodeksie urbanistyczno-budowlanym* mającym zastąpić ustawę *Prawo budowlane*. O możliwości zastosowania rozwiązań zamiennych zdecyduje właściwy minister określający, w formie rozporządzenia, warunki techniczne. Obowiązujące obecnie rozporządzenie Ministra Gospodarki (Dz.U. z 2013 r., poz. 640), wydane na podstawie ustawy *Prawo budowlane*, będzie musiało zostać zastąpione nowym lub utrzymane w mocy na zasadzie przepisów przejściowych do czasu wydania nowego aktu prawnego.
2. Rurociągi technologiczne znajdujące się na terenie zakładów górniczych oraz gazociągi połączone z zakładami górniczymi stanowiącymi wyodrębnione obiekty należy budować z rur spełniających wymagania rozporządzenia (Dz.U. z 2013 r., poz. 640) [13], tj. z rur stalowych i polietylenowych.
3. Na terenach zakładów górniczych ropy i gazu do budowy rurociągów technologicznych zawierających siarkowodór mogą być stosowane rury oraz elementy do ich łączenia pod warunkiem, że użyte materiały są odporne na korozję siarkowodorową.
4. W przypadku rurociągów technologicznych budowanych z rur z tworzyw sztucznych powinna być potwierdzona ich odporność na związki chemiczne zawarte w płynie

złożowym z uwzględnieniem takich parametrów jak ciśnienie i temperatura przesyłanego medium. Dla tych warunków powinna zostać określona trwałość instalacji.

5. Możliwość zastosowania danego systemu rur i kształtek powinna być poprzedzona dokładną analizą i specyfika-

cją oddziaływań i obciążeń rurociągu przeprowadzoną na etapie opracowania założeń projektowych. Po ich zidentyfikowaniu sprawdza się deklarowane przez producentów własności wyrobów potwierdzone stosownymi obliczeniami i badaniami.

Prosimy cytować jako: *Nafta-Gaz* 2017, nr 10, s. 778–783, DOI: 10.18668/NG.2017.10.07

Artykuł nadesłano do Redakcji 22.12.2016 r. Zatwierdzono do druku 27.06.2017 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Nowoczesne materiały i technologie do budowy gazociągów wysokiego ciśnienia oraz rurociągów technologicznych na terenach górniczych* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0064/GP/16, nr archiwalny: DK-4100-64/16.

Literatura

- [1] Kluk D.: *Oznaczanie składu ropy naftowej z wykorzystaniem aplikacji SARA*. *Nafta-Gaz* 2009, nr 3, s. 255–261.
- [2] Klupa A.: *Rury z materiałów kompozytowych do przesyłania paliw gazowych*. *Nafta-Gaz* 2010, nr 9, s. 805–809.
- [3] Koźbiał J., Gliński A., Bęben D.: *Analiza rozwiązań technicznych zapobiegania korozji rur wydobywczych i instalacji technologicznych na przykładzie kopalni gazu ziemnego Kościan–Brońsko*. *Wiertnictwo Nafta Gaz* 2011, t. 28, z. 1–2, s. 199–207.
- [4] Laney P.: *Use of Composite Materials in the Transportation of Natural Gas*. Idaho National Engineering and Environmental Laboratory. Bechtel, Idaho, July 2002.
- [5] Łupińska A., Błachowski P.: *Projekty infrastruktury naziemnej dla zagospodarowania złóż ropy i gazu ziemnego z zastosowaniem komputerowych obliczeń procesowych*. *Nafta-Gaz* 2011, nr 10, s. 719–723.
- [6] Łysakowski M.: *Techniczne aspekty wytrzymałości gazociągów*. *Paliwa i Energetyka* 2015, nr 4, s. 60–62.
- [7] Pokrzywniak C.: *Dobór materiałów stosowanych w środowiskach zawierających H₂S*. *Nowoczesne Technologie* 2011, nr 2, s. 46–50.
- [12] PN-EN ISO 13628-2:2006 *Przemysł naftowy i gazowniczy – Projektowanie i użytkowanie podwodnych systemów eksploatacyjnych – Część 2: Konstrukcje rurociągów elastycznych stosowanych w systemach podwodnych i na platformach*.
- [13] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie* (Dz.U. z 2013 r., poz. 640); <http://isap.sejm.gov.pl> (dostęp: sierpień).
- [14] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi* (Dz.U. z 2002 r. nr 109, poz. 961); <http://isap.sejm.gov.pl> (dostęp: sierpień 2016).
- [15] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe* (Dz.U. z 2001 r. nr 97, poz. 1055); <http://isap.sejm.gov.pl> (dostęp: sierpień 2016).

Akty prawne i normatywne

- [8] API 17J *Specification for Unbonded Flexible Pipe*.
- [9] API RP 15S *Qualification of Spoolable Reinforced Plastic Line Pipe; API Recommended Practice 15S First Edition, March 2006*.
- [10] PKN-ISO/TR 10358:2016-08 *Rury i kształtki z tworzyw sztucznych – Zbiorcza tablica klasyfikacji odporności chemicznej*.
- [11] PN-EN ISO 13628-11:2008 *Przemysł naftowy i gazowniczy – Projektowanie i użytkowanie podwodnych systemów eksploatacyjnych – Część 11: Systemy rur elastycznych instalowane na dnie mórz i w przemyśle morskim*.



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