

Anna Wróblewska

Institut Nafty i Gazu

Szybka propagacja pęknięć w sieciach gazowych z rur polietylenowych

W artykule omówiono warunki powstawania zjawiska szybkiej propagacji pęknięć w sieciach gazowych z rur polietylenowych oraz przedstawiono testy realizowane celem określenia krytycznych parametrów szybkiej propagacji pęknięć (test w pełnej skali oraz test w małej skali w stanie stacjonarnym). We wnioskach zaproponowano przedsięwzięcia ograniczające ryzyko wystąpienia szybkiej propagacji pęknięć w zagrożonych odcinkach sieci gazowych.

Słowa kluczowe: gazociąg, szybka propagacja pęknięć, polietylen.

Rapid crack propagation in gas networks of polyethylene pipes

The article discusses conditions for the formation of the phenomenon of rapid crack propagation in gas networks of polyethylene pipes and presents tests carried out to determine the critical parameters of rapid crack propagation (full scale test and a test on a small scale in the steady state). In conclusion, ventures has been proposed limiting the risk of rapid crack propagation in vulnerable sections of the gas networks are proposed.

Key words: pipeline, rapid crack propagation, polyethylene.

Wprowadzenie

W trakcie eksploatacji sieci gazowych z polietylenu mogą wystąpić trudne do przewidzenia zjawiska, które mają istotne znaczenie z punktu widzenia bezpieczeństwa publicznego. Chodzi mianowicie o uszkodzenia mechaniczne rur (np. łyżką koparki podczas wykonywania robót ziemnych w pobliżu gazociągu). Tego typu uszkodzenia mogą zapoczątkować zjawisko gwałtownego rozprzestrzeniania się pęknięcia rury powodowane wyzwalaniem energii sprężonego gazu. Szybka propagacja pęknięć rur polietylenowych RCP (*rapid crack propagation*) może być również zainicjowana defektem w połączeniu zgrzewanym lub przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia roboczego.

Jest to zjawisko występujące stosunkowo rzadko, lecz mające bardzo poważne konsekwencje dla dystrybucji gazu. Z tego względu celowe jest poznanie czynników sprzyjających jego powstawaniu, co pozwoli na podjęcie odpowiednich działań minimalizujących możliwość jego zaistnienia. Na RCP mają wpływ głównie poniższe czynniki:

- średnica gazociągu – gdy średnica zewnętrzna wzrasta, wzrasta również zagrożenie RCP,
- ciśnienie robocze – ze wzrostem ciśnienia roboczego wzrasta ryzyko wystąpienia RCP,
- temperatura eksploatacji – z obniżeniem temperatury wzrasta zagrożenie RCP,
- odporność materiału rur na uderzenia i RCP.

Do budowy sieci gazowych z polietylenu stosuje się obecnie rury dwóch podstawowych klas: PE 80 i PE 100. Są one wykorzystywane w sieciach gazowych średniego ciśnienia (do 0,5 MPa) i w sieciach podwyższonego średniego ciśnienia (w przypadku PE do 1,0 MPa; tylko rury klasy PE 100). Charakteryzują się długą, bezawaryjną żywotnością, a także powodują zwiększenie stopnia bezpieczeństwa przy rozprowadzaniu paliw gazowych. Zakładany okres użytkowania sieci gazowych z rur polietylenowych wynosi 50 lat [3]. Ostatnio stosuje się w Polsce również polietylen PE 100-RC (*resistant to crack*, o podwyższonej odporności

na powolny wzrost naprężeń), którego okres użytkowania szacuje się nawet na 100 lat.

Jako że maksymalne ciśnienia robocze dla wymienionych kategorii gazociągów polietylenowych są określone

i nie stosuje się ich obniżania, należy zastanowić się nad sposobami zmniejszenia zagrożenia w miejscach, gdzie potencjalnie istnieje zwiększone ryzyko wystąpienia RCP. Jest to głównym celem niniejszego artykułu.

Wymagania dla rur polietylenowych do stosowania w sieciach gazowych

Wymagania techniczne dotyczące sieci gazowych z polietylenu zawarte są w opracowanym na podstawie prawa budowlanego *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe* [9] (Dz.U. z 2001 r. Nr 97, poz. 1055). Rozporządzenie to zostanie zastąpione rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. po trzech miesiącach od dnia jego ogłoszenia, tj. 4 września 2013 r.

Nowym elementem, który pojawił się w wymienionym dokumencie, jest ciśnienie krytyczne szybkiej propagacji pęknięć. Zgodnie z definicją określeń użytych w rozporządzeniu (rozdział 1 § 2 pkt 16) „ciśnienie krytyczne szybkiej propagacji pęknięć – ciśnienie w rurach z tworzyw sztucznych, przy którym w temperaturze 273,15 K (0°C) następuje szybkie rozprzestrzenianie pęknięć”.

Wymagania i metody badań rur polietylenowych przeznaczonych do rozprowadzania gazu są zawarte w normie PN-EN 1555-1:2010 *Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania paliw gazowych. Polietylen (PE). Część 1: Postanowienia ogólne* [5]. Odporność rur polietylenowych na szybką propagację pęknięć (RCP) jest wymaganiem, które również zamieszczone zostało w tej normie.

Wynikiem takiego badania jest ciśnienie krytyczne p_c okre-

ślane w temperaturze 0°C przy zastosowaniu jednej z dwóch metod: testu w pełnej skali (*full scale*) lub testu na małą skalę w stanie stacjonarnym S4 (*small scale steady state*).

Ze względu na wysokie koszty test w pełnej skali jest rzadko wykonywany. Testem zalecanym przez ww. normę jest test S4. Ograniczono w nim długość badanej rury z kilkunastu metrów (dla testu w pełnej skali) do $7 \cdot dn$ (tj. dla rury o średnicy nominalnej $dn = 250$ mm długość badanej rury nie przekracza 2 m). Równocześnie przy zmniejszonej skali testu otrzymywane ciśnienie krytyczne p_{cS4} jest niższe od ciśnienia krytycznego p_{cFS} w teście w pełnej skali. W związku z tym norma podaje odpowiednią zależność pomiędzy ciśnieniami krytycznymi otrzymanymi w opisanych testach.

W § 19 pkt 8 rozporządzenia [9] wartość ciśnienia krytycznego szybkiej propagacji pęknięć jest wymagana do określenia warunków wykonywania próby wytrzymałości i szczelności gazociągów polietylenowych. Ciśnienie próby nie powinno być mniejsze od iloczynu współczynnika 1,5 i maksymalnego ciśnienia roboczego, lecz nieprzekraczające iloczynu 0,9 i ciśnienia szybkiej propagacji pęknięć. Wymóg ten został wprowadzony do rozporządzenia na podstawie normy PN-EN 12007-2:2004 *Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym do 16 bar włącznie. Część 2: Szczegółowe zalecenia funkcjonalne dotyczące polietylenu (MOP do 10 bar włącznie)* [1, 4].

Opis metod badawczych do oznaczania parametrów szybkiej propagacji pęknięć

Szybka propagacja pęknięć jest zjawiskiem występującym wtedy, kiedy początkowo w rurze istnieje defekt lub rysa, która w wyniku nagłego uderzenia na skutek działania czynników zewnętrznych (np. maszyny budowlanej) wywołuje gwałtowne pęknięcie rury. Przemieszcza się ono wzdłuż rury z prędkością bliską prędkości dźwięku i może się powiększać zależnie od równowagi między siłą wymuszającą a wytrzymałością struktury materiału. Siła wymuszająca szybką propagację pęknięć związana jest z naprężeniem obwodowym i jest określona poprzez ciśnienie wewnętrzne oraz średnicę rury. Wytrzymałość struktury materiału zależy natomiast od rodzaju surowca, temperatury i grubości ścianki rury.

W przypadku odpowiednio dużej siły wymuszającej pęk-

nięcie może się propagować na duże odległości i przez to wywoływać katastrofalne szkody.

Jak dotąd opracowano cztery rodzaje testów mających na celu badanie odporności rur polietylenowych na zjawisko gwałtownej propagacji pęknięć:

- test instrumentalny Charpy'ego,
- test Robertsona,
- test w pełnej skali (*full scale*),
- test S4 na małą skalę w stanie stacjonarnym (*small scale steady state*).

Zarówno test instrumentalny Charpy'ego, jak i test Robertsona uważa się obecnie za przestarzałe. Dwa ostatnie testy, tj. test w pełnej skali i test S4, zostały ujęte w normach [7, 8].

Test w pełnej skali

Test ten został opracowany przez British Gas i jest opisany w normie PN-EN ISO 13478:2007 *Rury z tworzyw termoplastycznych do przesyłania płynów. Oznaczanie odporności na szybką propagację pęknięć (RCP). Metoda badania w pełnej skali (FST)* [8], a w normie [7] zostały zamieszczone parametry badania oraz wymagania dla rur polietylenowych stosowanych do rozprowadzania gazu.

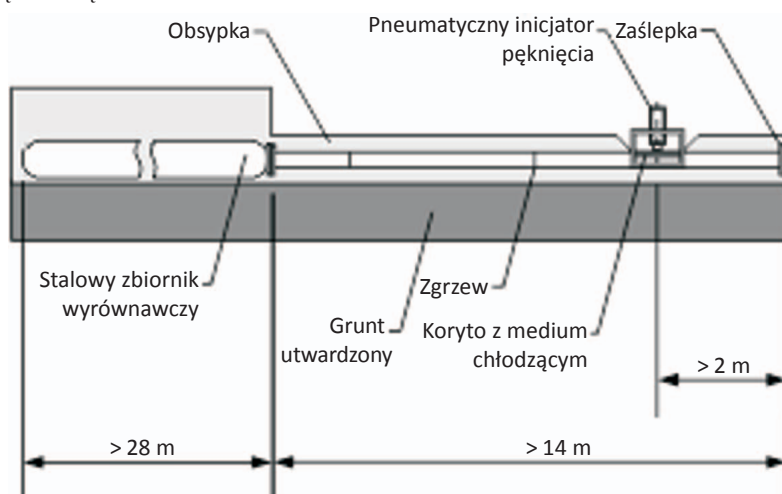
Jak sama nazwa wskazuje, test w pełnej skali jest najbliższy terenowym warunkom eksploatacji sieci gazowych. Badana rura o długości nie mniejszej niż 15 m złożona jest z segmentów o długości około 6 m, które połączone są ze sobą metodą zgrzewania czołowego. British Gas w swoich testach stosuje odcinek próbny o długości 24 m złożony z czterech 6-metrowych segmentów. Rura ta jest na jednym z końców przyłączona do stalowego zbiornika wyrównawczego w kształcie cylindra o długości nie mniejszej niż 28 m. Drugi koniec badanej rury jest zaślepiony. Schemat instalacji przedstawiono na rysunku 1.

Rurę schładza się do temperatury 0°C na całej długości. Na jej zewnętrznej powierzchni, w pobliżu zaślepionego końca, wykonuje się nacięcie o odpowiednim kształcie, po czym miejsce to zamraża się za pomocą ciekłego azotu do temperatury niższej niż punkt zeszklenia polietylenu. Ma

to na celu stworzenie odpowiednich warunków do inicjacji pęknięcia, które wywołuje się za pomocą stalowego ostrza wyrzeliwanego pneumatycznie.

Istotą metody jest znalezienie takiej wartości ciśnienia w rurze (tzw. ciśnienia krytycznego p_{cFS}), powyżej której pęknięcie staje się niestabilne i propaguje wzdłuż rury. Następnie oblicza się maksymalne ciśnienie robocze w rurociągu (MOP) według wzoru:

$$MOP \leq \frac{0,9 p_{cFS}}{1,5} \quad (1)$$



Rys. 1. Schemat stanowiska do wykonywania testu w pełnej skali

Test S4

Metoda ta została opracowana przez Imperial College of Science, Technology and Medicine w Londynie jako próba znalezienia rozwiązania tańszego od testu w pełnej skali, a zarazem takiego, który nie traciłby zbyt wiele z jego adekwatności. Test S4 został opisany w normie PN-EN ISO 13477:2008 *Rury z tworzyw termoplastycznych do przesyłania płynów. Oznaczanie odporności na szybką propagację pęknięcia (RCP). Metoda badania w małej skali w stanie stacjonarnym (badanie S4)* [7]. Skala testu została istotnie zmniejszona. Długość badanego odcinka rury została ograniczona do siedmiu jego średnic.

Zasada metody

Podobnie jak w przypadku testu w pełnej skali istota próby polega na znalezieniu wartości ciśnienia krytycznego p_{cS4} , powyżej którego zainicjowane pęknięcie staje się niestabilne. Schemat stanowiska przedstawiono na rysunku 2.

Dzięki specjalnym przegrodom umieszczonym wewnątrz badanej rury oraz zewnętrznej klatce zabezpieczającej uzyskuje się stabilizację ciśnienia w trakcie propagacji pęknię-

cia. Jeśli ciśnienie wewnątrz rury jest niższe od ciśnienia krytycznego, zainicjowane pęknięcie propaguje wzdłuż rury z coraz mniejszą prędkością i zatrzymuje się przed osiągnięciem końca rury. W warunkach ciśnienia większego niż krytyczne – pęknięcie przemieszcza się ze stałą prędkością, bliską prędkości dźwięku, aż do końca badanego odcinka rury. Maksymalne ciśnienie robocze (MOP) wylicza się z zależności:

$$MOP \leq 2,4 p_{cS4} \quad (2)$$

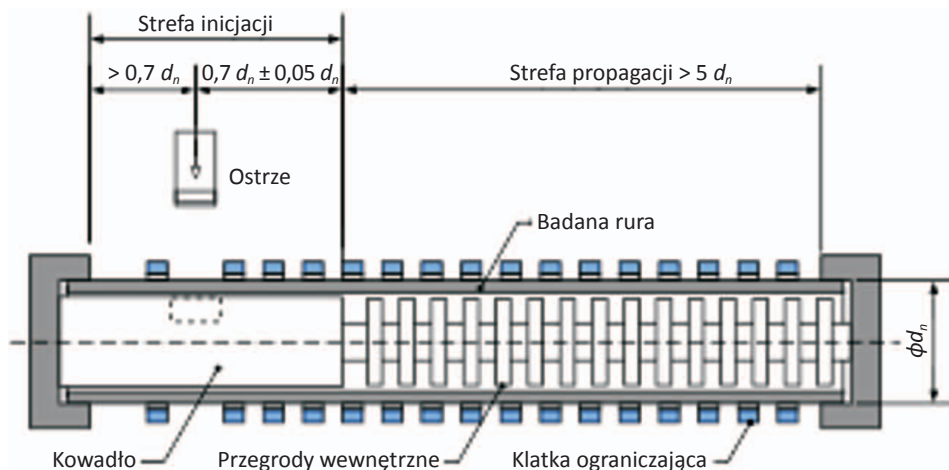
Równanie to jest wynikiem korelacji wyników testu S4 z wynikami testu w pełnej skali.

Współczynnik korelacji między testem w pełnej skali i testem S4 jest zdefiniowany jako stosunek bezwzględnego ciśnienia krytycznego testu w pełnej skali do podobnego ciśnienia testu S4.

$$(p_{cFS} + 1) = 3,6 (p_{cS4} + 1)$$

czyli

$$p_{cFS} = 3,6 p_{cS4} + 2,6 \quad (3)$$



Rys. 2. Schemat stanowiska do testu S4

Podstawowe elementy stanowiska do określania RCP w teście S4

W skład stanowiska do określania odporności na szybką propagację pęknięć w teście S4 (rysunek 2) wchodzi: klatka ograniczająca, przegrody wewnętrzne, rdzeń (kowadło), grot z ostrzem oraz uchwyty zamykające badaną próbkę rury.

Zastosowana klatka ograniczająca ogranicza ekspansję badanej rury w kierunku promieniowym podczas pęknięcia do wartości $1,1 d_n \pm 0,04 d_n$ we wszystkich punktach na obwodzie rury. Pierścienie klatki usytuowane są koncentrycznie w stosunku do badanej próbki i nie dotykają jej w żadnym punkcie.

Odległość pomiędzy pierścieniami klatki w strefie pomiarowej jest ściśle określona i wynosi $0,15 d_n \pm 0,05 d_n$.

Przegrody znajdujące się wewnątrz badanej rury są tak skonstruowane, że co najmniej 70% objętości geometrycznej odcinka pomiarowego o długości powyżej $5 d_n$ jest wypełnione sprężonym powietrzem, które będzie mogło ekspandować, powodując radialne przemieszczanie się ścianki badanej rury na zewnątrz.

Wymiary przegród wewnętrznych związane są z nominalną średnicą rury i jej szeregiem wymiarowym SDR (SDR – stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej d_n rury PE do nominalnej grubości ścianki rury e_n). Średnica przegród wynosi $0,95 d_{i\min} \pm 0,01 d_{i\min}$, gdzie $d_{i\min}$ obliczane jest z zależności (4), a odległość pomiędzy nimi wynosi $0,4 d_{n-0,1d_n}^0$.

$$d_{i\min} = d_n \left(1 - \frac{2,2}{SDR} \right) \quad (4)$$

Układ do inicjacji pęknięcia jest tak skonstruowany, że ostrze po uderzeniu nie zagłębia się poniżej $1 e_n$ do $1,5 e_n$. Zastosowany wewnętrzny rdzeń (kowadło) o kołowym przekroju usytuowany w strefie inicjacji pęknięcia zapewnia poziom deformacji wewnętrznej powierzchni rury pod wpływem uderzenia ostrza nieprzekraczający $0,98 d_{i\min} \pm 0,01 d_{i\min}$.

Wykonane w rdzeniu okienko umożliwi sprawdzenie, czy ostrze uległo uszkodzeniu podczas inicjowania pęknięcia.

Próbki rur przeznaczone do badania

Próbki do badań stanowią proste odcinki rur, ucięte prostopadłe do osi podłużnej, o długości około $7 d_n$. Powierzchni próbek rurowych nie powinno się obrabiać mechanicznie ani poddawać żadnym innym oddziaływaniom. Dopuszcza się frezowanie końcówki rury celem

ułatwienia montażu elementów zamykających. Jeżeli istnieją trudności w zainicjowaniu pęknięcia, można wykonać wewnętrzne podfrezowanie rury wzdłuż strefy rdzenia. Nie może ono jednak sięgać do strefy pomiarowej. W przypadku rur PE podfrezowanie na głębokość 1 mm uznaje się za wystarczające.

Procedura badania

Wykorzystując sekcje rur o długości nie mniejszej od $5 d_n$, przeznaczonych do testu, nieobciążonych ciśnieniem wewnętrznym, przygotowuje się warunki do zainicjowania pęknięcia o długości (a) wynoszącej co najmniej $1 d_n$, przy czym prędkość spadania grotu wynosi $15 \text{ m/s} \pm 5 \text{ m/s}$.

Utrzymując ustalone warunki inicjowania pęknięcia, podwyższa się następnie ciśnienie w badanej rurze do ciśnienia próby, które należy mierzyć z dokładnością do $\pm 1\%$.

Po przeprowadzeniu testu przy określonym ciśnieniu wykonuje się pomiar długości pęknięcia (a) i określa się na jego podstawie, czy w takich warunkach nastąpiło zatrzymanie pęknięcia ($a < 4,7 d_n$), czy też jego propagacja ($a > 4,7 d_n$).

Określenie ciśnienia krytycznego lub krytycznych naprężeń obwodowych

Pojedyncze badanie, którego wynikiem jest zatrzymanie pęknięcia, wskazuje, że ciśnienie krytyczne propagacji jest wyższe niż ciśnienie próby. W celu określenia krytycznego ciśnienia lub krytycznych naprężeń obwodowych, przy których występuje ostre przejście od nagłego zatrzymania pęknięcia do ciągłej, równomiernej jego propagacji, przeprowadza się serię testów przy różnych ciśnieniach.

Ciśnienie krytyczne p_{cS4} jest definiowane jako najwyższe ciśnienie zatrzymania pęknięcia poniżej najniższego ciśnienia jego propagacji.

W celu określenia krytycznych naprężeń dopuszczalnych σ_{cS4} należy skorzystać ze wzoru (5), wykorzystując ciśnienie próby [6].

$$\sigma = \frac{p(d_n - e_t)}{2e_t} \quad (5)$$

gdzie:

p – ciśnienie próby [MPa],

d_n – wartość średnia średnicy zewnętrznej badanej rury [mm],

e_t – wartość średnia grubości ścianki badanej rury wzdłuż pasa pęknięcia [mm].

Stanowisko do określania odporności rur polietylenowych na szybką propagację pęknięć (test S4) w Laboratorium Tworzyw Sztucznych Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie jest unikatowym stanowiskiem w skali kraju. Do chwili obecnej możliwe było wykonywanie badań rur polietylenowych jedynie o średnicy dn 160 mm. W 2012 roku przeprowadzono rozbudowę stanowiska, które obecnie umożliwia badanie rur PE o średnicach zewnętrznych: 110 mm, 125 mm, 160 mm i 180 mm.

Na zmodernizowanym stanowisku badawczym (rysunek 3) przeprowadzono badania na wytypowanych rurach polietylenowych klasy PE 80, szeregu wymiarowego SDR 11, o średnicach zewnętrznych: 110 mm, 125 mm, 160 mm, 180 mm. Rury stanowiące próbki do badań były wyprodukowane przez jednego producenta i z tego samego surowca. Uzyskane przykładowe wyniki ciśnienia krytycznego w warunkach testu S4 przedstawiono w tablicy 1. Wyniki ciśnienia krytycznego uzyskane w warunkach testu S4 przeliczono według wzoru (3) na ciśnienie p_{cFS} w teście w pełnej skali i również zamieszczono w tablicy 1.



Rys. 3. Stanowisko do testu S4 w INiG w Krakowie

Z danych zawartych w tej tablicy wynika, że wartości ciśnienia krytycznego szybkiej propagacji pęknięć ulegają obniżeniu w miarę wzrostu średnicy rury PE. Dla badanych próbek rur klasy PE 80 wartości te, przeliczone na warunki testu w pełnej skali, przekraczają wartości maksymalnego ciśnienia roboczego w sieciach średniego ciśnienia (5 bar). Dla sieci gazowych podwyższonego średniego ciśnienia należałoby już zastosować rury klasy PE 100, charakteryzujące się wyższymi wartościami ciśnień krytycznych szybkiej propagacji pęknięć. Dla rur tej klasy ciśnienie krytyczne p_{cFS} powinno wynosić co najmniej 15 bar.

Wymagania dotyczące sieci gazowych z polietylenu zawarte w normach są wynikiem pewnego kompromisu. Z tego względu w przypadku klientów poszukujących produktów o najwyższych parametrach istniało zapotrzebowanie na stworzenie listy, na której znalazłyby się produkty rekomendowane, spełniające dodatkowe, wyższe wymagania. Naprzeciw tym oczekiwaniom wychodzi założone w 1999 roku Stowarzyszenie PE100+ [2]. Podstawą zaakceptowania danego materiału i umieszczenia go na liście „Materiałów pozytywnych” jest – oprócz spełnienia wymagań podstawowych określonych w normach – spełnienie wymagań dodatkowych sformułowanych przez to stowarzyszenie, dotyczących trzech podstawowych parametrów rur:

- odporności na pełzanie (*creep rupture strength*),
- odporności na wolną propagację pęknięć (*stress crack resistance*),
- odporności na szybką propagację pęknięć (*resistance to rapid crack propagation*).

Stowarzyszenie PE100+ przyjęło w przypadku ciśnienia szybkiej propagacji pęknięć następujące kryterium:

$$p_{cS4} \geq 10 \text{ bar} \quad (6)$$

Spełnienie tego kryterium przez rury polietylenowe praktycznie eliminuje możliwość wystąpienia zjawiska szybkiej propagacji pęknięć w układach rurociągowych w krajowych warunkach klimatycznych.

Tablica 1. Zestawienie wyników

Średnica dn [mm]	Grubość ścianki e_n [mm]	Uzyskane wyniki p_{cS4} [MPa]	Wartość ciśnienia p_{cFS} [bar]
110	10,0	0,150	8,00
125	11,4	0,140	7,64
160	14,6	0,135	7,46
180	16,4	0,115	6,74

Wnioski

W celu ograniczenia ryzyka wystąpienia zjawiska szybkiej propagacji pęknięć w sieciach gazowych z rur polietylenowych

zaleca się stosowanie w miejscach, gdzie gazociągi mogą być narażone na uszkodzenia sprzętem mechanicznym, rur

o podwyższonej odporności na to zjawisko. W przypadku sieci średniego ciśnienia (do 5 bar) z rur klasy PE 80 rozwiązaniem może być zastosowanie na newralgicznych odcinkach rur klasy PE 100. Rury tej klasy obecnie są wykorzystywane w coraz szerszym zakresie do budowy sieci gazowych. W szczegól-

nych przypadkach, tam gdzie może zaistnieć kombinacja takich czynników jak niska temperatura, wysokie ciśnienie robocze i możliwość uszkodzenia mechanicznego, najlepszym rozwiązaniem może być zastosowanie rur klasy PE 100 z surowca spełniającego wymagania Stowarzyszenia PE100+.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2013, nr 10, s. 788–793

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Przeprowadzenie badań odporności rur PE na szybką propagację pęknięć w celu określenia korelacji ciśnienia krytycznego RCP w zależności od średnicy i grubości ścianki rury*. Praca INiG na zlecenie MNiSW, nr arch. DK-4100-037/12, zlec. wew. INiG: 037/GP/12.

Literatura

- [1] Czopek J. J., Wroblewska A.: *Odporność na szybka propagację pęknięć rur PE stosowanych w sieciach gazowych, w świetle badań prowadzonych w INiG*. Nafta-Gaz 2007, nr 9, s. 549–555.
- [2] *High quality PE Pipes – PE100+ Association*, www.pe100plus.com – dostęp: wrzesień 2012 r.
- [3] ISO 4437:2007 *Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels. Metric series. Specifications*.
- [4] PN-EN 12007-2:2004 *Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym do 16 bar włącznie. Część 2: Szczegółowe zalecenia funkcjonalne dotyczące polietylenu (MOP do 10 bar włącznie)*.
- [5] PN-EN 1555-1:2010 *Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania paliw gazowych. Polietylen (PE). Część 1: Postanowienia ogólne*.
- [6] PN-EN ISO 1167-1:2007 *Rury, kształtki i zestawy z termoplastycznych tworzyw sztucznych do przesyłania płynów. Oznaczenie wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne. Część 1: Metoda ogólna*.
- [7] PN-EN ISO 13477:2008 *Rury z tworzyw termoplastycznych do przesyłania płynów. Oznaczenie odporności na szybka propagację pęknięcia (RCP). Metoda badania w małej skali w stanie stacjonarnym (badanie S4)*.
- [8] PN-EN ISO 13478:2007 *Rury z tworzyw termoplastycznych do przesyłania płynów. Oznaczenie odporności na szybka propagację pęknięć (RCP). Metoda badania w pełnej skali (FST)*.
- [9] *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).



Mgr inż. Anna WRÓBLEWSKA
Starszy specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Przesyłania i Dystrybucji Gazu – Laboratorium Tworzyw Sztucznych.
Instytut Nafty i Gazu
ul. Lubicz 25A, 31-503 Kraków
E-mail: wroblewska@inig.pl

OFERTA

ZAKŁAD PRZESYŁANIA I DYSTRYBUCJI GAZU

Zakres działania:

- badania laboratoryjne rur, kształtek, armatury z tworzyw sztucznych oraz armatury metalowej i powłok antykorozyjnych, prowadzone dla potrzeb certyfikacji i aprobat technicznych;
- ocena stopnia zagrożenia korozyjnego gazociągów stalowych oraz ocena stanu technicznego izolacji gazociągów stalowych metodami bezwykopowymi;
- ocena efektywności metod rekonstrukcji sieci dystrybucyjnych gazu;
- opracowanie projektów przepisów związanych z budową i użytkowaniem sieci gazowych;
- opracowanie lub opiniowanie projektów norm dotyczących sieci i instalacji gazowych;
- badania z zakresu współpracy ośrodka gruntowego z siecią gazową na terenach górniczych;
- prowadzenie specjalistycznego szkolenia kadr, głównie w zakresie budowy sieci gazowych z polietylenu;
- wspomaganie przemysłu we wdrażaniu nowych rozwiązań technicznych oraz opracowywanie ekspertyz i analiz;
- badania laboratoryjne metalowej armatury odcinającej do systemów i instalacji wodociągowych, baterii mechanicznych, natrysków i przewodów natryskowych oraz systemów rur wielowarstwowych do instalacji wody ciepłej i zimnej.



Kierownik: mgr inż. Piotr Szewczyk
Adres: ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków
Telefon: 12 653-25-12 w. 147
Faks: 12 653-16-65
E-mail: piotr.szewczyk@inig.pl

