

Anna Wróblewska
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Ocena możliwości stosowania w instalacjach gazowych systemów rur wielowarstwowych z tworzyw sztucznych

Wprowadzenie

Celem pracy było dokonanie analizy stanu wiedzy i praktyki w zakresie wykorzystania rur wielowarstwowych za granicą oraz próba oceny możliwości stosowania systemów rur wielowarstwowych z tworzyw sztucznych w instalacjach gazowych w kraju.

Z rur wielowarstwowych od lat wykonuje się instalacje wody zimnej, ciepłej wody użytkowej oraz centralnego ogrzewania wodnego w budynkach mieszkalnych, jedno- i wielorodzinnych, użyteczności publicznej oraz przemysłowych. Z rur tych, bez dodatkowego zabezpieczenia, nie wykonuje się instalacji w pomieszczeniach, w których rurociągi narażone są na uszkodzenia mechaniczne lub termiczne, lub ze względu na ich zagrożenie świadomą dewastacją (lokale publiczne o dużym ruchu).

Rury wielowarstwowe są zbudowane z co najmniej

dwóch warstw, trwale połączonych ze sobą i wykonywane są w dwóch grupach konstrukcyjnych:

- grupa konstrukcyjna „A” oznacza, że wszystkie warstwy przenoszą obciążenia i są wykonane z materiałów polimerowych,
- grupa konstrukcyjna „B” oznacza, że wszystkie warstwy przenoszą obciążenia i wykonane są głównie z materiałów polimerowych – z tym, że jedna warstwa jest wykonana z metalu.

Rura wielowarstwowa „P” jest wykonana tylko z materiałów polimerowych. Rura wielowarstwowa „M” zawiera jedną warstwę przenoszącą również obciążenia, wykonaną z metalu. Rury wielowarstwowe znajdują ostatnio zastosowanie także w gazownictwie za granicą; zarówno w instalacjach wewnętrznych gazu, jak i w sieciach gazowych.

Analiza porównawcza parametrów rur wielowarstwowych pod kątem ich zastosowania w instalacjach gazowych

Pod nazwą rury wielowarstwowe kryje się wiele systemów, chociaż generalnie określenie to stosowane jest w stosunku do rur PE z wkładką aluminiową – np. typu PE/Al/PE, lub PE-X – np. typu PE-X/Al/PE-X.

Podstawowe wymagania stawiane poszczególnym warstwom mogą być następujące:

- wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne,
- zdolność do utrzymania adhezji międzywarstwowej,
- zdolność do zatrzymywania lub ograniczania promieniowania UV,
- zdolność warstwy zewnętrznej do ochrony mechanicznej warstw wewnętrznych,

- zdolność do ograniczania odkształceń wzdłużnych,
- zapewnienie wymaganej barwy rury (warstwa zewnętrzna).

Rury wielowarstwowe są stosowane do rozprowadzania gazu w instalacjach wewnętrznych pod ciśnieniem do 5 bar w następujących grupach MOP (maksymalne ciśnienie robocze):

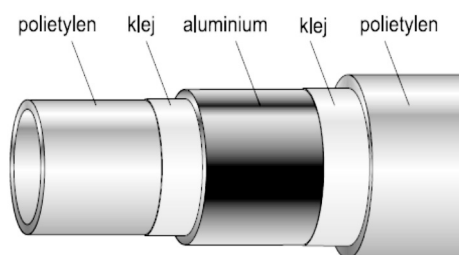
- $2 < MOP \leq 5$ [bar]
- $0,1 < MOP \leq 2$ [bar]
- $MOP \leq 0,1$ [bar]

W porównaniu z rurami metalowymi stosowanymi w instalacjach gazowych, rury wielowarstwowe mogą być

znacznie szybciej instalowane, posiadają mniejszą liczbę połączeń (rury te można wyginać ręcznie lub za pomocą przyrządu do gięcia) i są odporne na korozję.

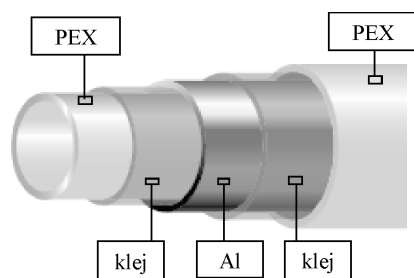
Ponieważ rury wielowarstwowe są mniej odporne na uszkodzenia mechaniczne oraz działanie ognia, muszą być stosowane określone rozwiązania minimalizujące skutki tych oddziaływań.

Poniżej przedstawiono schematycznie typową budowę rury wielowarstwowej (rysunek 1).



Rys. 1. Przykład typowej budowy rury wielowarstwowej

Przykład budowy rury wielowarstwowej stosowanej w instalacjach wewnętrznych gazu przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Przykład budowy rury wielowarstwowej stosowanej w instalacjach wewnętrznych gazu

Trudno jest obecnie stwierdzić, czy w przypadku stosowania rur z tworzyw sztucznych do budowy instalacji gazowych uzyska się satysfakcjonujący poziom bezpieczeństwa ich użytkowania – istnieją zarówno zalety, jak

i wady takiego systemu. Rury z tworzyw sztucznych są bardziej narażone na uszkodzenia mechaniczne i nie mogą być stosowane bez dodatkowych urządzeń zabezpieczających. Z drugiej strony, poziom bezpieczeństwa instalacji wzrasta ze względu na radykalne zmniejszenie liczby połączeń, w porównaniu z instalacją wykonaną z rur stalowych lub miedzianych.

Instalacje gazowe z tworzyw sztucznych są już użytkowane w kilku krajach. Istotnymi elementami ich wyposażenia są urządzenia zabezpieczające, takie jak aktywowany termicznie zawór bezpieczeństwa, który zamyka dopływ gazu w przypadku, gdy temperatura w jego otoczeniu osiąga 95°C, czy też zawór odcinający gaz w przypadku przekroczenia ustalonego poziomu jego przepływu [1].

Jako przykład rur wielowarstwowych do przesyłu gazu można przytoczyć rury systemu HENCO GAS, posiadające aprobatę organizacji Kiwa w Holandii na stosowanie w instalacjach gazowych według NPR-3378-10/NEN 1078 part 10 [5, 8].

Rury tego systemu składają się z pięciu warstw:

- warstwy wewnętrznej z polietylenu usieciowanego (PE-Xc),
- warstwy łączącej warstwę PE-Xc z warstwą aluminium,
- warstwy aluminium,
- warstwy łączącej aluminium z zewnętrzną warstwą PE-Xc,
- warstwy zewnętrznej z polietylenu usieciowanego (PE-Xc), barwy żółtej.

Podstawowe dane techniczne tych rur zawarte są w tabelicy 1.

Kolejny przykład – rury wielowarstwowe firmy Georg Fischer (CH): ALUPEXGASystem, certyfikowane przez GASTEC (Certification nr 00/015 dated 15th October 2000) and DVGW (DG 8505BP5443) [3].

Podstawowe dane techniczne tych rur zawarte są w tabelicy 2.

Tablica 1. Dane techniczne rur systemu HENCO GAS

Średnica zewnętrzna [mm]	16	20	26	32
Grubość ścianki [mm]	2	2	3	3
Grubość aluminium [mm]	0,4	0,4	0,5	0,7
Maksymalna temperatura robocza [°C]	95	95	95	95
Maksymalne ciśnienie robocze [bar]	10	10	10	10
Współczynnik przewodności cieplnej [W/m/K]	0,43	0,43	0,43	0,43
Współczynnik odkształcalności liniowej [mm/m/K]	0,025	0,025	0,025	0,025
Dyfuzja tlenu [mg/l]	0	0	0	0
Minimalny promień gięcia [x dn]	5	5	5	tylko kształtki (kolanka)
Masa [kg/m]	0,125	0,147	0,252	0,39

Tablica 2. Dane techniczne rur systemu ALUPEXGASystem

Średnica zewnętrzna [mm]	16	20	26	32	40
Grubość ścianki [mm]	2,25	2,5	3,0	3,0	3,5
Grubość aluminium [mm]	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0
Maksymalna temperatura robocza [°C]	95	95	95	95	95
Maksymalne ciśnienie robocze [bar]	10	10	10	10	10
Współczynnik przewodności cieplnej [W/m/K]	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Współczynnik odkształcalności liniowej [mm/m/K]	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
Dyfuzja tlenu [mg/l]	0	0	0	0	0
Minimalny promień gięcia [x dn]	5	5	5	5	5
Masa [kg/m]	0,125	0,185	0,285	0,393	0,605

System obejmuje: rury o średnicy zewnętrznej od 16 mm do 40 mm, dostarczane w zwojach, oraz kształtki, zawory termiczne i elementy pomocnicze.

Zastosowanie rur z tworzyw sztucznych było przedmiotem badań realizowanych w ramach 5. Ramowego programu badawczego finansowanego przez Komisję Europejską [7].

Projekt badawczy o nazwie „*Demonstration of new systems for gas distribution inside buildings*” (DIGBU-ILD) obejmował:

- badania laboratoryjne materiałów przewidzianych do stosowania w instalacjach gazowych,
- analizę ekonomiczną nowych rozwiązań w porównaniu do tradycyjnych materiałów (stal, miedź),
- badania oddziaływania na środowisko,
- zagadnienia bezpieczeństwa,
- budowę instalacji pilotażowych z nowych materiałów,
- określenie wymagań technicznych dla instalacji gazowych z nowych materiałów.

Do badań wytypowano następujące materiały przewidziane do stosowania w instalacjach gazowych:

- rury z polietylenu usieciowanego (PEX),
- rury wielowarstwowe (polimer-metal-polimer), zawierające rdzeń aluminiowy, pokryty z obu stron polietylenem usieciowanym,

- rury faliste ze stali nierdzewnej, pokryte warstwą polietylenu średniej gęstości lub PVC, które są stosowane w takich krajach jak Japonia lub USA.

Badania laboratoryjne były realizowane głównie we Francji, natomiast instalacje pilotażowe zostały zbudowane w Hiszpanii.

Wyniki badań przeprowadzonych w ramach wymienionego projektu pozwoliły na sformułowanie szeregu wniosków, potwierdzających celowość wprowadzania nowych technologii na rynek:

- Z punktu widzenia efektywności ekonomicznej, nowe materiały mogą konkurować z tradycyjnymi rurami stalowymi lub miedzianymi, z uwagi na zmniejszenie kosztów robocizny i liczby połączeń oraz uproszczenie technologii ich wykonywania.
- Z punktu widzenia oddziaływania na środowisko, nowe materiały wykazują również szereg zalet, ponieważ redukują wpływ na środowisko w trakcie całego cyklu trwania materiału – w porównaniu z materiałami metalowymi.
- W zakresie bezpieczeństwa użytkowania instalacje gazowe z nowych materiałów wykazują podobny poziom bezpieczeństwa co instalacje z rur metalowych, jednakże w pewnych przypadkach konieczne jest zastosowanie dodatkowych urządzeń zabezpieczających.

Ocena rozwiązań konstrukcyjnych złączy zaciskowych do łączenia rur wielowarstwowych

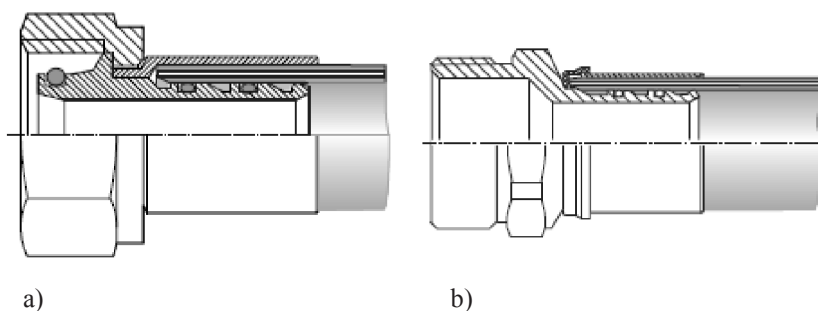
Połączenie rur z innymi elementami instalacyjnymi wykonuje się zwykle przy pomocy złączy mosiężnych – zaciskowych i zaprasowywanych.

Najczęściej jest to złączka mosiężna niklowana z uszczelkami typu „*O-ring*” (wykonanymi z NBR 70/VITON).

Złączki zaprasowywane wykonywane są w dwóch typach:

- jako złączki zaprasowywane z tuleją wahlkową (rysunek 7b), w zakresie średnic 16–40 mm,
- jako złączki zintegrowane (rysunek 7a), w zakresie średnic 16–25 mm.

W specjalnie przygotowanej – za pomocą kalibratora lub rozwiertaka – końcówce rury osadza się korpus złączki z uszczelkami. Uszczelnienie złącza uzyskuje się przez dokręcenie do oporu nakrętki na elemencie wkrętnym



Rys. 7. Przekroje złączek zaprasowywanych [6]

System zabezpieczeń przed przekroczeniem zadanego poziomu przepływu i temperatury użytkowania w instalacjach gazowych z tworzyw sztucznych

Ze względu na ograniczoną liczbę publikacji dotyczących rozwiązań technicznych instalacji wewnętrznych gazu z rur wielowarstwowych, jako reprezentatywny przykład posłużył system Alupex – opracowany przez firmę Georg Fischer ze Szwajcarii.

W miejscach przejść przez przegrody instalacji gazowej z tworzyw sztucznych powinny być osadzone tuleje osłonowe z rur z tworzyw sztucznych (karbowane rury osłonowe). Nie można tutaj stosować tulei z rur stalowych lub z blachy.

W miejscach przejść nie mogą występować połączenia rur. Przestrzeń pomiędzy tuleją a rurą powinna być wypełniona materiałem plastycznym nieoddziałującym na

materiał rury. Celem zabezpieczenia instalacji gazowych na wypadek pożaru powinien być stosowany zawór bezpieczeństwa aktywowany termicznie, który automatycznie zamyka dopływ gazu, gdy temperatura w jego otoczeniu osiąga 95°C. Zawór ten montowany jest na wlocie do instalacji.

Zabezpieczeniu instalacji przed niekontrolowanym wypływem gazu w przypadku np. mechanicznego uszkodzenia rur służyć może zastosowanie automatycznego urządzenia zabezpieczającego, które w przypadku wzrostu natężenia przepływu natychmiast zamyka dopływ gazu. Urządzeniem takim jest ogranicznik przepływu gazu, który powinien być instalowany w pobliżu armatury odcinającej.

Uregulowania prawne dotyczące instalacji gazów palnych – stan na dzień 20 października 2009 roku

Wymagania techniczne dotyczące instalacji wewnętrznych na paliwa gazowe zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami – ostatnia zmiana z dnia 12 marca 2009 r., Dz.U. Nr 56, poz. 461).

Wymagania, jakie stawiane są instalacjom gazowym zawarto w rozdziale 7 Działu IV Rozporządzenia Ministra Infrastruktury. Zaleca ono do budowy instalacji gazowych stosowanie wyłącznie rur wykorzystywanych również do budowy sieci gazowych, czyli: rury stalowe bez szwu, bądź rury stalowe ze szwem przewodowe, łączone przez spawanie (nie dopuszczalne jest stosowanie rur ocynkowanych).

Rozporządzenie to dopuszcza stosowanie rur z innych materiałów niż stal. Mówi ono, że przewody instalacji gazowej powinny być wykonane z rur stalowych, które mogą być łączone również z zastosowaniem połączeń gwintowanych, lub z rur miedzianych – łączonych przez

złączki, trójnika lub kolanka. Aby przygotować koniec rury wielowarstwowej do zamontowania złącza należy wykonać operację kalibrowania wewnętrznej średnicy rury i jej fazowanie.

System złącz do rur wielowarstwowych charakteryzuje się:

- szybkim i pewnym montażem (mało operacji roboczych – brak spawania i lutowania),
- wysoką gwarancją szczelności połączeń.

lutowanie lutem twardym. Rozporządzenie z dnia 12 marca 2009 r. Dz.U. Nr 56, poz. 461, zmieniające rozporządzenie z dnia 12 kwietnia 2002 r. Dz.U. Nr 75, poz. 690, dopuszcza stosowanie innych sposobów łączenia rur, jeżeli spełniają one wymagania szczelności i trwałości określone w Polskiej Normie dotyczącej przewodów gazowych dla budynków.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., Dz.U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami, na dzień dzisiejszy nie dopuszcza do stosowania rur wielowarstwowych.

Wymagania techniczne zawarte w rozporządzeniu nie ustalają szczegółowych zasad projektowania instalacji gazowych, ich wykonania czy eksploatacji. Te problemy regulują Polskie Normy, uwzględniając aktualny poziom wiedzy.

W obecnie obowiązującej normie (data zatwierdzenia: 29 czerwca 2009 r.) PN-EN 1775:2009 *Dostawa gazu – Przewody gazowe dla budynków – Maksymalne ciśnienie robocze równe 5 bar lub mniejsze – Zalecenia funkcjonalne*

określono ogólne wymagania dotyczące projektowania, budowy, badań, przekazania do eksploatacji oraz obsługi i konserwacji przyłączy i instalacji gazowej w budynkach.

Aktualne wydanie normy po raz pierwszy dopuszcza dwie nowe metody wykonywania połączeń: połączenia zaciskowe i system połączeń giętych rur falistych ze stali

nierdzewnej. Nowe brzmienie Rozporządzenia oraz normy – dopuszczając m.in. połączenia zaciskowe – wskazują możliwy kierunek rozwoju instalacji gazowych; np. wykorzystania rur wielowarstwowych łączonych metodą zaciskową – tak jak to ma miejsce w innych krajach Unii Europejskiej.

Stwierdzenia i wnioski

1. W wyniku badań nad możliwością zastosowania rur wielowarstwowych do budowy instalacji wewnętrznych gazu, przeprowadzonych w ramach 5. Ramowego programu badawczego finansowanego przez Komisję Europejską (Projekt badawczy o nazwie „*Demonstration of new systems for gas distribution inside buildings*”) (DIGBUILD) [7], sformułowano następujące wnioski:
 - z punktu widzenia efektywności ekonomicznej, nowe materiały mogą konkurować z tradycyjnymi rurami stalowymi lub miedzianymi, z uwagi na zmniejszenie kosztów robocizny i liczby połączeń oraz uproszczenie technologii wykonywania połączeń,
 - z punktu widzenia oddziaływania na środowisko, nowe materiały wykazują również szereg zalet, ponieważ redukują wpływ na środowisko w trakcie całego cyklu trwania materiału – w porównaniu z materiałami metalowymi,
 - w zakresie bezpieczeństwa użytkowania instalacje gazowe z nowych materiałów wykazują podobny poziom bezpieczeństwa co instalacje z rur metalowych, jednakże w pewnych przypadkach konieczne jest zastosowanie dodatkowych urządzeń zabezpieczających.
2. Celem wprowadzenia do stosowania w Polsce omawianej technologii wykonywania instalacji wewnętrznych konieczna byłaby zmiana krajowych przepisów budowlanych.
3. Dla zapewnienia wymaganej jakości systemów rur wielowarstwowych z tworzyw sztucznych w instalacjach gazowych konieczne jest również zachowanie odpowiedniego poziomu:
 - jakości materiałów – potwierdzonej certyfikatami,
 - kwalifikacji instalatorów – potwierdzonych szkoleniami,
 - systemu nadzoru i kontroli.
 Powinno się także opracować wytyczne dla instalatorów, aby zapewnić odpowiedni poziom wiedzy w zakresie metod łączenia oraz uświadomić im konsekwencje wykonania połączenia niezgodnie z technologią montażu.
4. Celowe wydaje się wykonanie w Polsce doświadczalnej instalacji gazowej z rur wielowarstwowych, która umożliwiłaby zebranie danych dotyczących efektywności ekonomicznej zastosowanej technologii oraz bezpieczeństwa użytkowania. Przy budowie instalacji można wykorzystać dokument ISO/DIS 17484-2 *Plastic piping systems – Multilayer pipe systems for indoor gas installations – Part 2: code of practice*.

Artykuł nadesłano do Redakcji 8.04.2010 r. Przyjęto do druku 27.04.2010 r.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński

Literatura

- [1] <http://afripex.com/pdf/output/WirsboIndoorGasSystem.pdf>
- [2] <http://ecat.georgfischer.com>
- [3] <http://www.auspex.com.au/pdf/DuopexGasManual.pdf>
- [4] <http://www.construnario.com/diccionario/swf/29147/@Manuales%20T%C3%A9cnicos/Manual%20T%C3%A9cnico%20Alupexgas11.pdf>
- [5] http://www.henco.be/7tech_manual/upload/Pipes/Henco%20multilayer%20pipe%20for%20gas/General.pdf
- [6] Materiały firmy KISAN „Instrukcja projektowania i montażu instalacji sanitarnych z rur wielowarstwowych (PE-ALPE) Systemu KISAN”. Warszawa, styczeń 2006. Materiały katalogowe firm produkujących rury wielowarstwowe.
- [7] Mofid I.: *Reduction of the installations costs for domestic*

gas appliances. 23rd World Gas Conference, Amsterdam 2006.

- [8] NPR3378-10: *Flexible piping systems (PEX, multilayer, corrugated stainless steel or equivalent)*.



Mgr inż. Anna WRÓBLEWSKA – absolwentka Wydziału Paliw i Energii AGH. Pracownik Zakładu Przesyłania i Dystrybucji Gazu INiG – Laboratorium Tworzyw Sztucznych. W działalności zawodowej koncentruje się głównie na badaniach laboratoryjnych rur, kształtek i armatury z tworzyw sztucznych, stosowanych w sieciach gazowych.