Wytyczne Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie odnośnie stosowania rur z tworzyw sztucznych

Produkcję rur z tworzyw termoplastycznych w Polsce rozpoczęto w końcu lat 60. XX w. Do budowy rurociągów z ich wykorzystaniem początkowo stosowano technologie, które w dużej mierze opierały się na doświadczeniach związanych z rurami z materiałów tradycyjnych (żeliwo, stal, kamionka). Stosowanie tworzyw sztucznych do budowy rurociągów w okresie PRL-u było bez wątpienia oznaką dotrzymywania kroku krajom gospodarczo rozwiniętym, ale miało jedynie wymiar symboliczny, gdyż większość inwestycji realizowana w tamtych czasach była mierzona zużyciem stali i betonu. Poza tym, krajową produkcję polichlorku winylu uruchomiono w latach 70., a polietylen był przez cały czas importowany za „ciężkie dewizy".

Prawdziwy rozkwit zastosowań rur z tworzyw sztucznych do budowy sieci wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych nastąpił na początku lat 90. XX w. Wtedy też trafiły do Polski nowoczesne technologie produkcji rur i wiedza na temat ich stosowania. Tworzone w tamtych czasach przez producentów rur instrukcje montażowe opierały się na skromnych doświadczeniach własnych lub doświadczeniach państw zachodnioeuropejskich, które, z oczywistych względów, nie brały pod uwagę naszych krajowych warunków i kultury pracy. W 1994 r. Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji wydała „Warunki techniczne wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych, które zostały zalecone do stosowania przez ówczesne Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa. Pozycja ta, wraz z dodrukiem zaktualizowanym w 1996 r. [1] stała się ważnym opracowaniem technicznym, szeroko wykorzystywanym przez projektantów, wykonawców i eksploatatorów. Niestety, nie dawała ona odpowiedzi na wiele istotnych pytań, a przy dużym postępie technologicznym szybko się zdezaktualizowała.

W związku z przystąpieniem do Unii Europejskiej w Polsce zaczęto przyjmować do stosowania jako normy krajowe – normy europejskie. Część z nich to normy, które zostały opracowane po raz pierwszy i w swej treści zawierają nowe, istotne informacje. Jednocześnie wiele przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych i samorządów rozpoczęło realizację wielkich inwestycji współfinansowanych przez środki unijne, w których rurociągi z tworzyw termoplastycznych stanowią istotną ich część. Już na etapie przygotowywania pierwszych projektów zauważono brak rozwiązań systemowych, które zapewniłyby sprawną realizację inwestycji, a budowanym rurociągom trwałość i niezawodność eksploatacji. Pilną potrzebę uregulowania tych spraw wzięła na siebie Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie. Biorąc pod uwagę fakt, że w Polsce udział rur z tworzyw termoplastycznych w długości nowo budowanych sieci wodociągowych przekracza 70%, a w długości nowo budowanych sieci kanalizacyjnych 60% [2] oczywistą decyzją było, by w pierwszej kolejności zająć się właśnie tą grupą materiałową.

Wytyczne

Ustalono, że w pierwszej kolejności należy przygotować wytyczne, które kompleksowo obejmą swym zakresem kwestie związane z projektowaniem, budową i eksploatacją sieci wodociągowych i kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych. Ponieważ równolegle planowano rozpoczęcie prac nad wytycznymi, dotyczącymi rehabilitacji technicznej rurociągów, w pierwszej kolejności ustalono założenia organizacyjne i sposób nadzoru nad realizacją tych zamierzeń.

Treść wytycznych została opracowana przez Grupę Roboczą. Jej członkami są wybrani przedstawiciele stron zaangażowanych w proces inwestycyjny. W przypadku wytycznych dotyczących projektowania, budowy i eksploatacji nowych rurociągów przyjęto, że w grupie roboczej znajdą się reprezentanci środowiska naukowego, przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych, producentów rur, projektantów oraz niezależny ekspert. Członkami Grupy Roboczej są również dwaj przedstawiciele Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie, którzy poprzez uczestnictwo w spotkaniach nadzorują postęp prac.

Opracowanie przygotowywane jest pod auspicjami stowarzyszenia branżowego przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych. Stąd założenie zespołu autorskiego, aby wytyczne jak najlepiej odpowiadały potrzebom tej właśnie grupy, przy odpowiednim uwzględnieniu interesów pozostałych stron. Ponieważ do chwili obecnej nie powstało żadne polskojęzyczne opracowanie kompleksowo obejmujące kwestie związane z rurociągami z tworzyw termoplastycznych, autorzy widzą potrzebę nadania wytycznym takiego właśnie charakteru. Zawartość tych wytycznych oraz proponowane zapisy, tam, gdzie to jest potrzebne, konsultowane są ze środowiskiem podczas bezpośrednich spotkań (konferencje, targi itp.) lub pośrednio (e-mail, strona internetowa IGWP).

W stosunku do pierwotnych założeń harmonogram prac przesuwa się w czasie. Niemniej jednak prezentacja niektórych treści jest możliwa i mogą one korzystnie wpłynąć na realizowane inwestycje. W niniejszym referacie omówione zostaną kwestie związane z wielowarstwowymi rurami ciśnieniowymi z PE, warunkami zgrzewania doczołowego rur PE, spadków przewodów kanalizacji grawitacyjnej z rur z tworzyw sztucznych oraz warunków ich czyszczenia metodą hydrodynamiczną.

Wielowarstwowe rury ciśnieniowe z PE

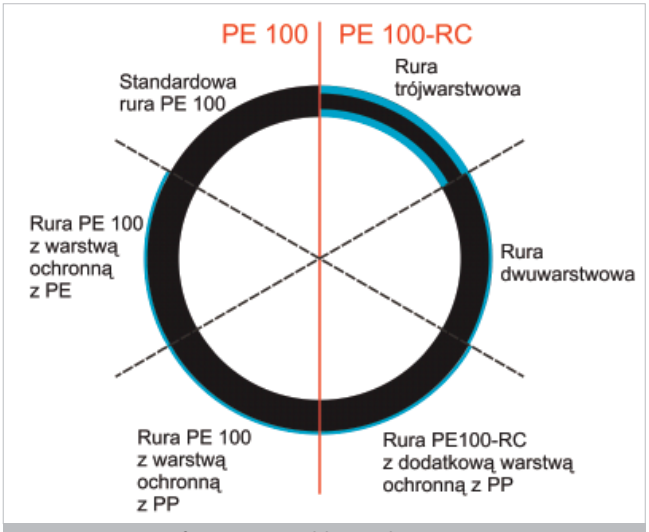
Rozwój technologii budowy nowych rurociągów oraz przywracania sprawności technicznej starym przewodom stawia przed producentami rur, a także surowców, coraz to nowe wyzwania. Wykorzystywane początkowo w tym celu standardowe rury PE nie zawsze spełniały oczekiwania w zakresie niezawodności i trwałości rurociągu. Wkrótce dla bardzo wymagającej technologii, jaką jest bezwykopowa wymiana rurociągów meto-

Andrzej Roszkowski
ARC

dą kruszenia rur (ang. pipe bursting lub pipe cracking) zaczęto stosować rozwiązanie, którego celem było podniesienie trwałości i niezawodności nowego przewodu, polegające na wciąganiu za głowicą kruszącą cienkościennej rury ochronnej, a po zakończeniu tej operacji, wciągnięciu do jej wnętrza właściwej rury przewodowej. Rura ochronna w tym przypadku miała zapobiegać powstawaniu zarysowań na zewnętrznej powierzchni rury przewodowej podczas wciągania. Było to rozwiązanie wymagające dwukrotnego wykonywania operacji wciągania, więc z czasem na rynku pojawiły się kolejne konstrukcje rur PE, które stanowiły połączenie rury przewodowej z rurą ochronną, tzw. rury z warstwą ochronną (z niem. „z płaszczem ochronnym"). Należy zauważyć, że w tamtym okresie rury przewodowe były wykonane ze standardowego surowca PE100 lub PE80, a powłoka ochronna – z PE lub PP.

W ostatnim czasie na rynku pojawiły się konstrukcje rur ciśnieniowych, wykonanych z surowca klasyfikowanego jako PE-100-RC, które dzięki podwyższonej odporności na uszkodzenia w wyniku zarysowań powierzchni zewnętrznej lub nacisków punktowych mogą być układane przy pomocy niekonwencjonalnych technik instalacyjnych (np. przewiert sterowany, płużenie, bezwykopową wymianę metodą kruszenia rur itp.) lub przy wykorzystaniu tradycyjnej metody układania w wykopie otwartym w obsypce z gruntu rodzimego, a więc w warunkach, które dla standardowych rur PE stwarzają możliwość wystąpienia awarii. Różnica w odporności surowca PE100-RC na powolny wzrost pęknięć i naciski punktowe w porównaniu do odporności standardowego surowca PE100 jest tak duża (tab. 1), że rury wykonane z tego pierwszego materiału stanowią nową jakość na rynku rur wykorzystywanych w niestandardowych warunkach montażowych. Opisywane wyżej konstrukcje rur z powłokami ochronnymi, produkowane ze standardowego surowca, zapewniają nieco wyższy poziom ochrony w stosunku do rur standardowych, ale znacząco niższy od rur wykonanych z surowca PE100-RC.

Wiedza na temat rur z tworzyw sztucznych, a tym bardziej na temat najnowszych surowców i konstrukcji rurowych, jest wciąż bardzo mała. Fakt ten wykorzystują niektórzy producenci rur, oferując swoje produkty jako „takie same jak firmy X, ale tańsze". Na rys. 1. przedstawiono konstrukcje rur PE oferowane na polskim rynku. Można zauważyć podobieństwo konstrukcji rury ze standardowego PE100 z warstwą ochronną do rury dwuwarstwowej z PE100-RC lub rury z PE100-RC z dodatkową warstwą ochronną z PP. Podobieństwo konstrukcji nie przekłada się jednak na podobny poziom właściwości użytkowych. A to właśnie te właściwości powinny być podstawą klasyfikacji przydatności rur do układania, przy zastosowaniu niekonwencjonalnych technik instalacyjnych. Kryterium nadrzędnym dla tej klasyfikacji jest trwałość i niezawodność budowanych rurociągów. Zawsze można zastosować standardową rurę PE przy układaniu metodami niekonwencjonalnymi, ale wówczas będzie wiązało się to z większym ryzykiem wystąpienia awarii i ponoszeniem kosztów związanych z ich usuwaniem oraz niższą trwałością rurociągu.



Rys. 1. Rury PE 100 oferowane na polskim rynku

Oferowane aktualnie na polskim rynku rury polietylenowe do aplikacji ciśnieniowych (wodociągi, kanalizacja tłoczna, gazociągi) dzieli się ze względu na poziom odporności na trudne warunki montażu, na rury o niskiej i wysokiej odporności. Wśród produktów o wysokiej odporności dodatkowo wyróżnić można takie, które są objęte pełną kontrolą jakości (surowiec i rura) i takie, dla których sprawdzana jest tylko jakość surowca.

W przypadku decyzji inwestora o zastosowaniu rur o wysokiej odporności na trudne warunki montażu, w wymaganiach dotyczących właściwości zastosowanych wyrobów budowlanych należy zawrzeć zapis, że co najmniej warstwa zewnętrzna i wewnętrzna rury przewodowej (obie grubości minimum 25% nominalnej grubości ścianki, ale nie mniej niż 2,5 mm) muszą być wykonane z materiału PE100-RC. Akceptowalne są też rury w całości wykonane z surowca PE100-RC. Jeżeli inwestor dodatkowo wymaga, aby wyrób był objęty pełną kontrolą jakości, to powinien pojawić się również taki zapis.

Oprócz specyfikacji materiałowej należy również zwrócić uwagę na różnice w wymaganiach, dotyczących wykonania robót, a w szczególności wykonywania połączeń zgrzewanych techniką doczołową i elektrooporową. Wśród rur wielowar-

Właściwość	Metoda badania	Poziom wymagań – wartość minimalna	
		PE100	PE100-RC
Odporność na pękanie naprężeniowe	FNCT (80°C, 4 N/mm², 2% Arkopal N-100) Norma ISO 16670	200-600 godz.*	8760 godz.
Odporność na powolny wzrost pęknięć	Test karbu (SDR 11, 80°C, 9,2 bar) Norma ISO 13479	165 godz. (2000 godz.**)	8760 godz.
Odporność na naciski punktowe	Test nacisku punktowego PLT (80°C, 4MPa, 2% Arkopal N-100)	ok. 1000 godz.**	8760 godz.

* brak wymagań, wartości uzyskiwane w testach porównawczych
** wartości aktualnie uzyskiwane w testach porównawczych

Tab. 1. Porównanie właściwości standardowego surowca PE100 i PE100-RC

stwowych o niskiej i wysokiej odporności na trudne warunki montażu można wyróżnić takie, których wymiary geometryczne odpowiadają wymiarom standardowych rur PE i takie, których średnica zewnętrzna, ze względu na dodatkową zewnętrzną warstwę ochronną, jest większa od standardowej. W przypadku rur wielowarstwowych o wymiarach rur standardowych należy stosować standardowe procedury wykonywania połączeń zgrzewanych. W przypadku rur z dodatkową zewnętrzną warstwą ochronną należy:

– przy zgrzewaniu doczołowym rur z zewnętrzną warstwą ochronną z PE lub PP stosować w zgrzewarce szczęki o odpowiedniej średnicy wewnętrznej oraz:
• przy zgrzewaniu doczołowym rur z zewnętrzną warstwą ochronną z PE uwzględnić zwiększony przekrój poprzeczny poprzez zastosowanie odpowiednio zmodyfikowanych parametrów zgrzewania (powinien je określić producent rur);
• przy zgrzewaniu doczołowym rur z zewnętrzną warstwą ochronną z PP stosować się do instrukcji producenta rur (w zależności od konstrukcji rury jest wymagane lub nie usuwanie warstwy ochronnej z końców rur, a także odtwarzanie lub nie ubytków w warstwie ochronnej, powstałych podczas zgrzewania);
– przy zgrzewaniu elektrooporowym z miejsca łączenia usunąć warstwę ochronną tak, aby zapewnić wykonanie właściwego zgrzewu kształtki z rurą przewodową.

Koszt rur stanowi zazwyczaj 9–15% kosztu realizacji inwestycji. Rury wielowarstwowe są nieco droższe od rur standardowych, ale pozwalają więcej zaoszczędzić na kosztach montażu i przyspieszyć czas realizacji inwestycji. Dla inwestora wyższa trwałość i niezawodność rurociągu przekłada się na niższe koszty eksploatacyjne. Rury wielowarstwowe oferują wiele korzyści i możliwości zastosowań. Wybór konkretnego rozwiązania spośród nich winna poprzedzić dokładna analiza techniczno-ekonomiczna.

Warunki techniczne zgrzewania doczołowego rur PE

Do chwili obecnej nie są określone przez branżę wodno-kanalizacyjną żadne warunki wykonywania połączeń rur polietylenowych techniką doczołową. Biorąc pod uwagę fakt, że jest to podstawowa metoda łączenia rur PE podczas budowy wodociągowych sieci dystrybucyjnych i magistralnych oraz przewodów kanalizacji ciśnieniowej, należy w tym zakresie jak najszybciej przyjąć i wdrożyć do stosowania warunki techniczne wykonywania zgrzewów doczołowych. Pozwoli to nie tylko na uzyskanie zgrzewów o wysokiej wytrzymałości, ale także zapewni możliwość kontroli ich jakości i powtarzalność.

W Polsce nie prowadzono żadnych badań w celu określenia warunków wykonywania połączeń rur PE metodą zgrzewania doczołowego. W związku z tym konieczne jest przyjęcie jednego z rozwiązań stosowanych w innych krajach. Biorąc pod uwagę fakt, że swego czasu na potrzeby budowy polietylenowych sieci gazowych branża ta zaleciła do stosowania wytyczne niemieckie, opracowane przez DVS, stwarzającym najmniej problemów rozwiązaniem byłoby przyjęcie takich samych wytycznych. Należy mieć na uwadze, że w dużym stopniu połączenia tego typu są wykonywane przy użyciu zgrzewarek, pracujących w trybie automatycznym i w ich pamięci są już zapisane parametry zgodne z wytycznymi DVS. Co więcej, zazwyczaj te same firmy wykonawcze budują sieci gazowe i wodociągowe. Stosowanie różniących się wytycznych przy budowie wodociągów i gazociągów stwarzałoby potencjalne ryzyko wystąpienia pomyłki, co mogłoby czasem skutkować koniecznością wycinania zgrzewów i wykonywania ich od nowa przy zastosowaniu już właściwych parametrów. Niepotrzebnie wydłużałoby to czas realizacji inwestycji i narażało wykonawcę na dodatkowe koszty. Należy zauważyć, że parametry zgrzewania doczołowego według wytycznych DVS mieszczą się w zakresie parametrów określonych w finalnej wersji projektu normy międzynarodowej ISO/FDIS 21307, dotyczącej procedur zgrzewania doczołowego rur i kształtek z polietylenu, stosowanych do budowy sieci gazowych i wodociągowych.

Uwagi ogólne

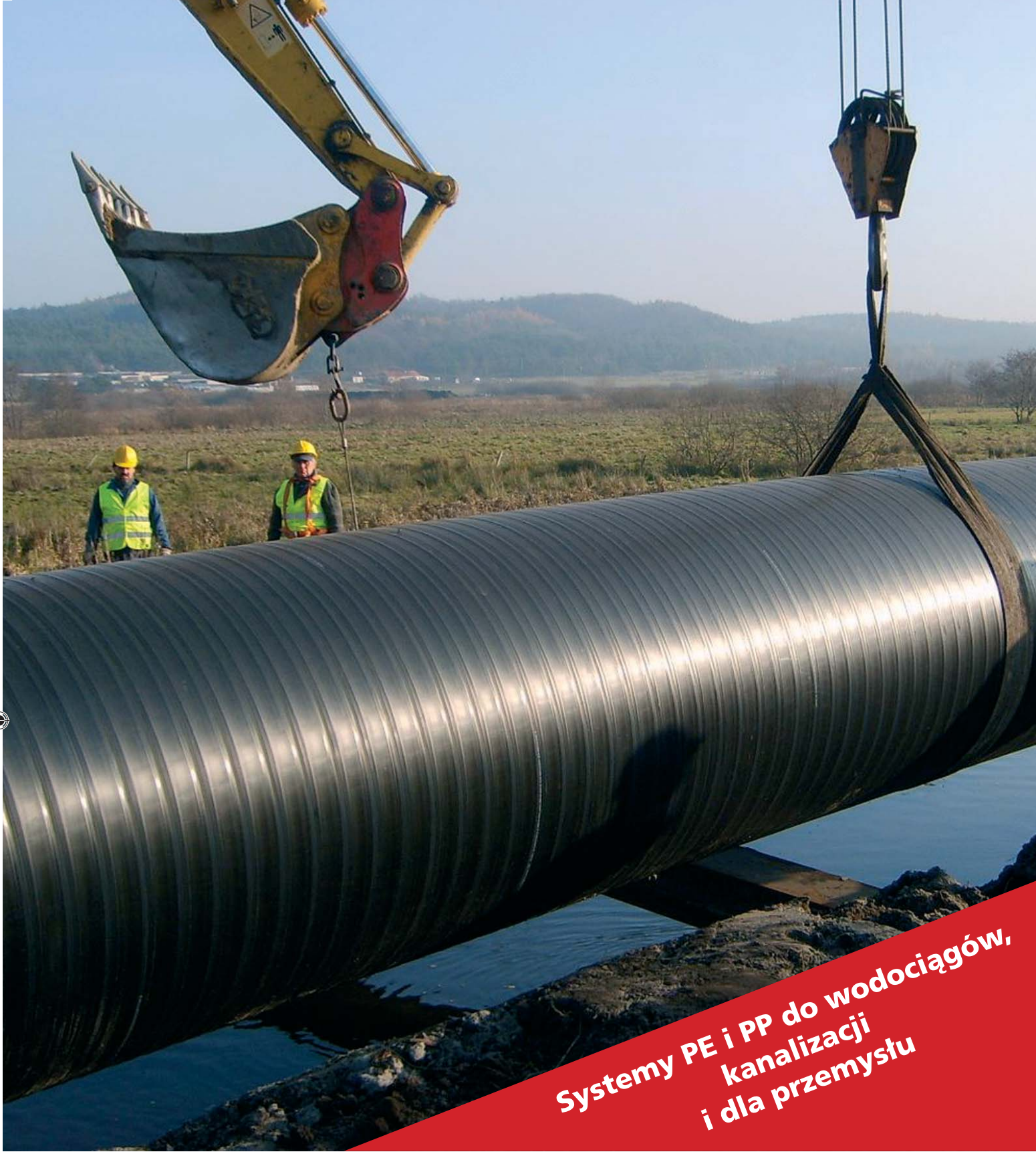
Metodą zgrzewania doczołowego mogą być łączone rury i kształtki polietylenowe, których łączone końce mają taką samą średnicę i grubość ścianki. Nie wydaje się konieczne, by łączone elementy były wykonane z materiałów posiadających tę samą grupę wskaźnika szybkości płynięcia MFR. Należy jednak zauważyć, że elementy o tej samej średnicy i grubości ścianki, ale wykonane z polietylenu różnych klas (np. PE80 i PE100), posiadają różną wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne. Nie jest zalecane łączenie metodą zgrzewania doczołowego elementów, których grubość ścianki wynosi mniej niż 5 mm. Wynika to z trudności zapewnienia współosiowości łączonych elementów, dla których maksymalne dopuszczalne odchylenie wynosi 10% grubości ścianki. Na placu budowy zgrzewacz jest w stanie dotykiem lub wzrokowo stwierdzić 0,5 mm przesunięcie zewnętrznych powierzchni łączonych elementów – mniejsze wartości są już problematyczne, a ich przekroczenie przekłada się wyraźnie na wytrzymałość połączenia i niezawodność całego rurociągu. Ze względu na dopuszczalną większą owalizację rur zwijanych w kręgi lub nawijanych na bębny oraz lepkosprężyste właściwości rur PE, metodą doczołową mogą być łączone jedynie rury produkowane w odcinkach prostych (sztangach).

Zaleca się również, aby warunki realizacji zgrzewów doczołowych były dokumentowane wydrukami parametrów zgrzewania. Możliwości takie dają zgrzewarki doczołowe pracujące w trybie automatycznym lub zaopatrzone w odpowiednie rejestratory. W przypadku zgrzewarek doczołowych manualnych, bez rejestratorów, należy ręcznie wypełniać odpowiednie protokoły zgrzewania. Jest to kłopotliwe do wykonywania na bieżąco i tym samym stwarza ryzyko popełnienia błędów przy wypełnianiu ich po pewnym czasie.

Miejsce wykonywania zgrzewów (zgrzewarka i jej bliskie sąsiedztwo) musi być chronione przed oddziaływaniem niekorzystnych warunków otoczenia (np. wilgoć, wiatr, kurz). W razie konieczności, należy przedsięwziąć odpowiednie środki zaradcze (np. rozstawić namiot, włączyć nagrzewnicę itp.). Przy zapewnieniu odpowiednich warunków w miejscu wykonywania zgrzewów, prace mogą być prowadzone niezależnie od warunków zewnętrznych (np. temperatury), o ile są one do zniesienia dla zgrzewaczy.

Dla uniknięcia powstawania przeciągów wewnątrz zgrzewanego rurociągu oba odległe końce łączonych elementów należy zamknąć przy pomocy fabrycznych zaślepek do rur lub w inny sposób uniemożliwić przepływ powietrza.

Końce elementów, które będą łączone, nie mogą nosić śladów uszkodzeń i muszą być wolne od zanieczyszczeń (np. brud, tłuszcz, wióry). Dla zapewnienia najwyższej jakości wykonywanych zgrzewów bardzo ważne jest usunięcie brudu i tłuszczu nie tylko z końców łączonych elementów, ale również z wykorzystywanych narzędzi i płyty grzewczej. Płyn czyszczący wykorzystywany w tym celu, oprócz właściwości myjących, powinien zapewniać skuteczne rozpuszczanie tłuszczów, wiązanie wilgoci oraz szybko odparowywać. Papier wykorzystywany do



Wiemy jak to się robi...

- wodociągi i kanalizacja
- rurociągi podwodne i przewierty horyzontalne
- rurociągi technologiczne
- bezwykopowe renowacje zniszczonych rurociągów
- systemy odwodnień i drenażu
- zbiorniki i separatory

www.kwh.pl

KWH PIPE

Member of the KWH Group

czyszczenia powinien być czysty, nieużywany, niebarwiony, chłonny i niepylący (tzn. nie pozostawiający na czyszczonej powierzchni drobnych włókien). Zaleca się stosowanie firmowych płynów czyszczących (np. Tangit) lub gotowych chusteczek nasączonych płynem czyszczącym, zamkniętych w szczelnych opakowaniach z tworzywa sztucznego.

Zachowanie czystości końców łączonych elementów oraz narzędzi wykorzystywanych w procesie zgrzewania ma istotny wpływ na jakość połączenia. Płyta grzewcza, w razie konieczności, powinna być czyszczona papierem nasączonym płynem czyszczącym przy każdym wykonywaniu zgrzewu. Natomiast końce łączonych elementów powinny być wolne od brudu i tłuszczu, nie tylko w strefie łączenia, ale również jej sąsiedztwie tak, aby ich drobiny nie dostały się na powierzchnię styku podczas wykonywania czynności technologicznych. Podobna zasada dotyczy również narzędzi używanych w procesie zgrzewania.

Zaleca się, by obróbka powierzchni czołowych łączonych elementów została wykonywana bezpośrednio przed ich zgrzewaniem. Należy usuwać wióry, powstałe podczas planowania, przy pomocy specjalnego haczyka. W przypadku zanieczyszczenia splanowanych powierzchni czołowych, np. poprzez dotknięcie palcami, jeżeli ponowne użycie struga nie jest możliwe, wystarczy oczyścić je papierem nasączonym płynem czyszczącym.

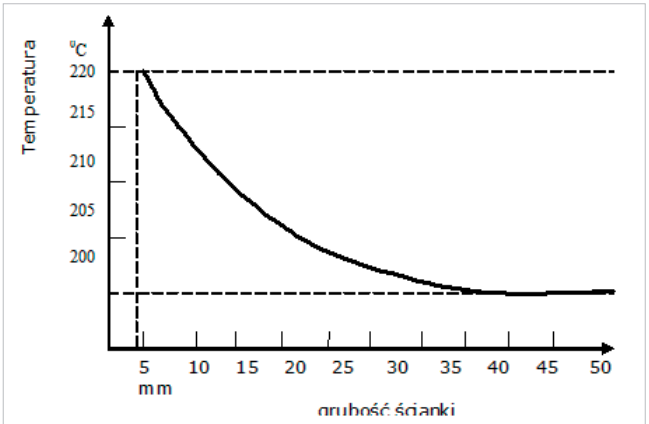
Technologia zgrzewania doczołowego

Zgrzewanie rur i kształtek polietylenowych metodą doczołową polega na współosiowym ustawieniu łączonych elementów, wyrównaniu ich powierzchni czołowych tak, żeby powierzchnie te były wzajemnie równoległe, równe w całym przekroju i pozbawione warstwy utlenionego materiału, a następnie odpowiednim nagrzaniu końców łączonych elementów, dociśnięciu ich do siebie i naturalnym schłodzeniu połączenia.

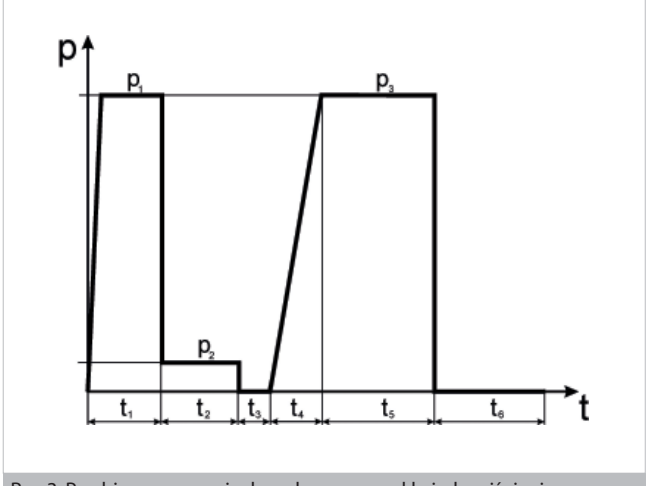
Aby połączenie elementów polietylenowych było mocne i wytrzymało minimum 50 lat, musi ono odbywać się przy zachowaniu określonych w tabelach zgrzewania:
– czasów poszczególnych operacji (używać stopera z dokładnością do 1 sek.);
– temperatury płyty grzewczej (okresowo sprawdzać przyrządem pomiarowym lub w ramach kalibracji zgrzewarki);
– ciśnienia docisku i ciśnienia posuwu (okresowo poddawać zgrzewarkę kalibracji).

Jeżeli powyższe parametry będą podczas zgrzewania zachowane, to wypływka będzie miała odpowiedni kształt, a połączenie – odpowiednią wytrzymałość. Należy jednak pamiętać, że jeżeli łączone elementy zostaną wykonane z materiału niskiej jakości (np. polietylenu wielokrotnie już przetwarzanego), albo w strefie łączenia pojawią się zanieczyszczenia (kurz, tłuszcz z palców, itp.) lub ciała obce (skrawany wiór, źdźbło trawy itp.) to wytrzymałość takiego połączenia znacznie się obniży, pomimo prawidłowego kształtu wypływki. Takie błędy mogą ujawnić się już podczas próby szczelności lub w kilka, kilkanaście lat po zakończeniu robót.

Przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić stan urządzeń i narzędzi. Zgrzewarka powinna posiadać ważne świadectwo kalibracji, a szczęki ruchome przemieszczać się po prowadnicach płynnie. Płyta grzewcza powinna być czysta, bez ubytków w powłoce teflonowej. Niedopuszczalne są jakiekolwiek wycieki oleju hydraulicznego, przerwy w izolacji przewodów elektrycznych itd. W przypadku wietrznej pogody, niskiej temperatury otoczenia, zapylenia lub dużej wilgotności miejsce montażu należy osłonić namiotem ochronnym i ewentualnie uruchomić nagrzewnicę, aby podnieść temperaturę lub zmniejszyć wilgotność powietrza w otoczeniu zgrzewarki. Składowane na wolnym powietrzu lub w magazynie rury i kształtki mogą zostać pokryte z zewnątrz i od wewnątrz warstwą błota lub kurzu. Aby ich drobiny nie dostały się na powierzchnię łączenia, końce elementów należy oczyścić, co najmniej na długości 10 cm. Wstępne czyszczenie można wykonać suchym ręcznikiem papierowym. Ostateczne czyszczenie powinno być wykonane z użyciem płynu czyszczącego, który usunie tłuszcz i ewentualną wilgoć.



Rys. 2. Temperatura płyty grzewczej przy zgrzewaniu elementów z PE80



Rys. 3. Przebieg zgrzewania doczołowego w cyklu jednociśnieniowym

Dobrze jest wykonać pierwszy zgrzew jako „próbny". Na podstawie kształtu uzyskanej wypływki można stwierdzić poprawność parametrów procesu (może okazać się, że np. temperatura płyty grzewczej jest zbyt niska) oraz dodatkowo oczyścić miejsce płyty grzewczej, które styka się z łączonymi elementami podczas wykonywania następnych zgrzewów. Taki „próbny zgrzew" zaleca się też wykonać przed każdą zmianą średnicy lub grubości ścianki łączonych elementów.

Kontrola jakości zgrzewu

Kontrola jakości zgrzewu doczołowego może być oparta na oględzinach zewnętrznej wypływki i jej pomiarach geometrycznych. Na kształt wypływki i jej wielkość wpływają bowiem poszczególne etapy wykonywania zgrzewu. Metoda ta nie jest w stanie ocenić jedynie stanu czystości łączonych powierzchni. W przypadku podejrzeń należy odpowiednim przyrządem ściąć zewnętrzną wypływkę, a następnie poddać ją dokładnym oględzinom i próbie zginania lub skręcania. Metody badań ultradźwiękowych i rentgenograficznych nie są jeszcze w naszym kraju powszechnie uzywane w stosunku do rurociągów z PE (brak wiedzy i doświadczeń).

Wypływki powinny mieć kształt w miarę równych na całym obwodzie i stykających się ze sobą wałeczków. Maksymalna

KROK	JAK	DLACZEGO
1.	Ułożyć łączone rury w szczękach zgrzewarki tak, aby umieszczone na nich napisy były skierowane ku górze. Kształtkę lub krótszą rurę ułożyć w ruchomej parze szczęk zgrzewarki – rurę podeprzeć na rolkach, które muszą pewnie stać na gruncie.	Ułatwi to odczyt napisów, a ponadto przy łączeniu rur gwarantuje ograniczenie do minimum wpływu owalizacji rury i zmian grubości jej ścianki (tzw. saging) na jakość zgrzeiny. Rolki są po to, aby siła potrzebna do przesuwania łączonych elementów była jak najmniejsza i pozostawała na niezmiennym poziomie.
2.	Do mocowania rur należy zawsze używać pary szczęk. Przy zgrzewaniu kształtki (np. kolana) dopuszczalne jest jej mocowanie w jednej szczęce.	Mocowanie końców rur w parze szczęk zapewnia ich współosiowość i zmniejsza prawdopodobieństwo ich przemieszczania się w trakcie procesu zgrzewania.
3.	Zmierzyć ciśnienie posuwu p2 (siły oporu przemieszczania się elementu zamocowanego w ruchomej parze szczęk zgrzewarki); jeżeli używamy zgrzewarki manualnej bez rejestratora – wpisać tę wartość do karty zgrzewu.	Niewłaściwe określenie oporów ruchu lub zmiana siły docisku rury do płyty grzewczej podczas dogrzewania może spowodować np. odsunięcie się końca rury od płyty grzewczej i niedostateczne jego uplastycznienie, a to z kolei ma wpływ na wielkość wypływki i jakość zgrzewu.
4.	Oczyścić powierzchnie tnące struga, wstawić strug pomiędzy końce łączonych elementów i po ustawieniu ciśnienia strugania i włączeniu struga splanować ich powierzchnie czołowe. Strugać do momentu uzyskania min. trzech zwojów ciągłego wióra na każdym z końców łączonych elementów.	Powierzchnie czołowe łączonych elementów muszą być wyrównane, gładkie i musi być z nich usunięta utleniona warstwa polietylenu, odsłaniając tym samym czysty, niezdegradowany materiał.
5.	Powoli odsunąć łączone elementy od struga, wyłączyć strug i po jego zatrzymaniu się wyjąć ze zgrzewarki i odstawić do stojaka – ze względów bezpieczeństwa nie wyjmować struga przy obracającej się tarczy z nożami tnącymi!!!	Powolne odsuwanie łączonych elementów od tarczy struga ma na celu zmniejszenie garbu, jaki powstanie w miejscu odejścia noży tnących od powierzchni obrabianych elementów; garb o wysokości równej grubości skrawanego wióra będzie powodował punktowe zwiększenie szerokości wałeczka wypływki, w miejscu jego wystąpienia.
6.	Nie dotykając oczyszczonych powierzchni, usunąć wióry spod zgrzewarki i końców łączonych elementów – najlepiej zrobić to metalowym haczykiem.	Luźne wióry mogą w ostatniej fazie zgrzewania dostać się między łączone elementy i zepsuć zgrzew. Usuwamy je haczykiem, gdyż dotykając palcami obrobionych powierzchni pokrywamy je brudem i tłuszczem, a te obniżają jakość zgrzewu.
7.	Sprawdzić i ustawić ciśnienie docisku p1, równe, co do wartości ciśnieniu zgrzewania p3. Do tabelarycznych wartości p1 i p3 należy dodać zmierzoną wcześniej wartość ciśnienia posuwu p2.	Dokładne ustawienie tego ciśnienia ma wpływ na wielkość i kształt wypływki – patrz kontrola jakości zgrzewu.
8.	Dosunąć do siebie i docisnąć pełnym ciśnieniem zgrzewania końce łączonych elementów, a następnie sprawdzić ich przyleganie. Szczeliny powstałe w wyniku niedokładności obróbki nie powinny być większe niż 0,5 mm dla rur o średnicy do 355 mm włącznie, 1,0 mm dla rur o średnicy poniżej 630 mm, 1,3 mm dla rur o średnicy poniżej 800 mm, 1,5 mm dla rur o średnicy poniżej 1000 mm i 2,0 mm dla rur o średnicy 1000 mm lub większych.	Dzięki temu można sprawdzić, czy elementy zostały dostatecznie mocno zaciśnięte w szczękach zgrzewarki. Szczeliny większe niż dopuszczalne powodowałyby duże różnice w grubościach wałeczków wypływki na całej długości zgrzeiny – patrz kontrola jakości zgrzewu.
9.	Sprawdzić, czy łączone elementy zostały zamocowane współosiowo. Wzajemne przesunięcie łączonych elementów nie może przekraczać 10% grubości ich ścianki.	Przesunięcia osiowe łączonych elementów powinny być jak najmniejsze, gdyż im większa niewspółosiowość, tym mniejsza wytrzymałość połączenia.
10.	W razie konieczności, wycentrować łączone elementy śrubami dociskowymi uchwytów zgrzewarki. Jeżeli szczelina pomiędzy dociśniętymi czołami łączonych elementów stanie się większa niż 0,5 mm, to należy powtórzyć operację skrawania.	Zbyt duże odchylenia kątowe lub przesunięcia osiowe łączonych elementów mają bezpośredni wpływ na jakość i wytrzymałość zgrzewu.
11.	Sprawdzić temperaturę płyty grzewczej (200 – 220°C): przy zgrzewaniu elementów z materiału klasy PE100 należy stosować temperaturę 220°C, niezależnie od grubości ścianki. Przy zgrzewaniu elementów wykonanych z materiału klasy PE80 temperatura płyty grzewczej zależy od grubości ścianki łączonych elementów (rys. 2).	Temperatura płyty grzewczej i czas grzania (zależny od grubości ścianki łączonych elementów) mają wpływ na ilość dostarczonego do końców łączonych elementów ciepła i tym samym wytrzymałość połączenia oraz wielkość wypływki.
12.	Rozsunąć łączone elementy i umieścić między nimi płytę grzewczą, dosunąć elementy do płyty grzewczej i utrzymywać ciśnienie docisku na poziomie p1 do chwili uzyskania na całym obwodzie wypływki o określonej grubości (tab. 3).	Celem nagrzewania wstępnego jest uzyskanie na końcach łączonych elementów temperatury topnienia PE oraz zapewnienie pełnego styku powierzchni czołowych łączonych elementów z płytą grzewczą.
13.	Zmniejszyć ciśnienie docisku do poziomu p2 (ciśnienie posuwu) i dogrzewać końce łączonych elementów przez dokładnie taki czas, jaki podano w tabeli parametrów procesu zgrzewania (niezależnie od temperatury otoczenia).	Po zmniejszeniu docisku elementów do płyty grzewczej nagrzewający się PE nie będzie przechodził w wypływkę. Dłuższe dogrzewanie da większe wypływki, a krótsze dogrzewanie mniejsze – patrz kontrola jakości zgrzewu.

KROK	JAK	DLACZEGO
14.	Rozsunąć elementy, jak najszybciej wyjąć płytę grzewczą i ponownie dosunąć do siebie łączone elementy płynnie zwiększając ciśnienie docisku do poziomu p3 = p1 (ciśnienie łączenia).	Im dłuższy czas wyjmowania płyty grzewczej i ponownego dosuwania elementów do siebie, tym grubsza warstwa schłodzonego PE na powierzchniach czołowych łączonych elementów i tym niższa jakość zgrzewu.
15.	Utrzymywać ciśnienie docisku p3 przez czas określony w tab. 3.	Zbyt wczesne zakończenie docisku łączonych elementów wpływa na obniżenie wytrzymałości zgrzeiny.
16.	Obniżyć ciśnienie do zera i pozostawić połączenie, aby się dalej chłodziło przez czas określony w tabeli (procesu chłodzenia nie wolno przyspieszać – musi on przebiegać w sposób naturalny).	Połączenie jest jeszcze zbyt ciepłe (zwłaszcza w środku zgrzeiny) i w związku z tym zbyt słabe, aby mogło być obciążane takimi siłami, jakie występują przy wyjmowaniu połączonych elementów ze zgrzewarki.
17.	Zdemontować uchwyty, nanieść na rurę (ew. kształtkę) numer zgrzeiny i wypełnić protokół zgrzewania.	Naniesienie na rurę (kształtkę) numeru zgrzeiny pozwoli ją zidentyfikować i skonfrontować z odpowiednim protokołem zgrzewania – jest to istotny element systemu zapewnienia jakości w budowie rurociągów.

Tab. 2. Procedura zgrzewania doczołowego

i minimalna szerokość wypływki (B_{min} i B_{max}) powinna zawierać się w granicach od 0,68 do 1,0 grubości nominalnej ścianki rury. Ponadto, maksymalna szerokość wypływki B_{max} jak i

$$B_M = \frac{B_{min} + B_{max}}{2}$$

minimalna szerokość wypływki B_{min} nie mogą różnić się o więcej niż 20% od wartości średniej szerokości wypływki B_M, liczonej jako średnia arytmetyczna wartości maksymalnej i minimalnej.

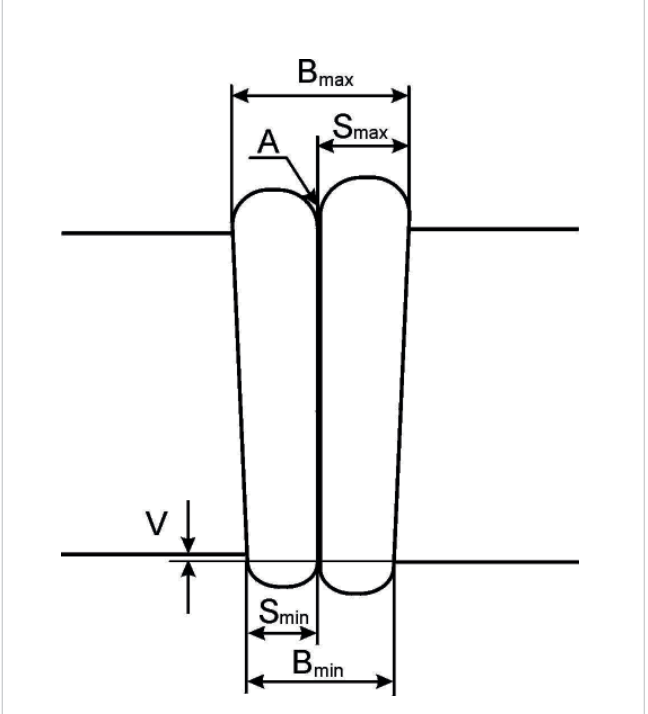
Różnica X pomiędzy maksymalną szerokością większego z wałeczków S_{max}, a minimalną szerokością mniejszego z wałeczków S_{min} liczona według poniższego wzoru:

$$X = \frac{S_{max} - S_{min}}{B_M} \times 100\,\%$$

nie może być większa niż:
– 10% dla połączeń rury z rurą;
– 20% dla połączeń kształtki z kształtką;
– 20% dla połączeń rury z kształtką.

Należy sprawdzić, czy dno rowka A między wałeczkami znajduje się powyżej powierzchni zewnętrznej łączonych elementów oraz czy przesunięcie osiowe V zewnętrznych powierzchni łączonych elementów nie przekracza 10% grubości ścianki.

Uwaga! Obcięcie wypływki zewnętrznej zwiększa wy-



Rys. 4. Kontrola jakości zgrzewu doczołowego

Nominalna grubość ścianki rury [mm]	Nagrzewanie wstępne	Dogrzewanie	Czas przestawienia (rozsunięcia elementów, usunięcia płyty grzewczej, ponownego zetknięcia elementów) [s]	Łączenie	
	Temperatura płyty grzewczej – patrz rysunek 2			Czas podnoszenia ciśnienia [s]	Czas chłodzenia pod ciśnieniem p3 (wartości minimalne) p_3=0,15 N/mm² [s]
	Wysokość wypływki wstępnej w końcu czasu nagrzewania wstępnego p_1=0,15 N/mm² [mm]	Czas dogrzewania = 10×grubość ścianki $p_2 \leq 0{,}01$N/mm² [s]			
do 4,5	0,5	do 45	5	5	6
4,5 …7	1,0	45…70	5…6	5…6	6…10
7…12	1,5	70…120	6…8	6…8	10…16
12…19	2,0	120…190	8…10	8…11	16…24
19…26	2,5	190…260	10…12	11…14	24…32
26…37	3,0	260…370	12…16	14…19	32…45
37…50	3,5	370…500	16…20	19…25	45…60
50…70	4,0	500…700	20…25	25…35	60…80

Wartości pośrednie należy wyznaczyć metodą interpolacji.

Tab. 3. Parametry zgrzewania doczołowego wg DVS [3]

trzymałość połączenia. Przy kontroli jakości połączeń zaleca się obcięcie wypływki zewnętrznej specjalnym obcinakiem. Obciętą wypływkę łatwiej jest pomierzyć, a kilkukrotnie ją wyginając można sprawdzić jakość połączenia wałeczków wypływki ze sobą – oddzielenie się wałeczków od siebie oznacza zanieczyszczenie powierzchni łączenia.

Minimalne spadki przewodów kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych

Prawidłowe określenie minimalnych spadków kanałów ściekowych jest ważne z uwagi na zabezpieczenie ich przed gromadzeniem się osadów. Stosowanie rur kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych zapewnia łatwiejsze usuwanie nagromadzonych osadów ze względu na dużą odporność chemiczną tych materiałów i w związku z tym, brakiem inkrustacji. Należy przyjąć, że tak świeże, jak i starsze osady mogą być usunięte przy naprężeniach ścinających rzędu 1,35 N/m^2 dla wód deszczowych i 2,25 N/m^2 dla ścieków bytowo-gospodarczych.

Do określenia minimalnych spadków kanałów przyjęto kryterium granicznych wartości naprężeń ścinających, a nie prędkości granicznych lub unoszenia. Porównując stratę energii potencjalnej strugi ścieków do pracy sił tarcia uzyskujemy wzór określający średnie wartości naprężeń ścinających na granicy kanał–ścieki:

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot i ,$$

gdzie:

τ – naprężenia ścinające na granicy kanał–ścieki [N/m^2],
ρ – gęstość osadów (wartość średnia: 2650 kg/m^3),
g – przyspieszenie ziemskie (9,81 m/s^2),
R – promień hydrauliczny [m],
i - spadek kanału [‰],

Dla kanału całkowicie napełnionego promień hydrauliczny wynosi D/4. Dla innych napełnień względnych kanału należy zastosować odpowiedni współczynnik korekcyjny k_R:

$$R = k_R \cdot D/4$$

Podobnie dla częściowych napełnień kanału określa się natężenie przepływu i prędkość przepływu. Wartości współczynników korekcyjnych dla promienia hydraulicznego k_R, natężenia przepływu k_q i prędkości przepływu k_v można odczytać z wykresów krzywych sprawności dla przekroju kołowego, zamieszczanych w różnych wydawnictwach firmowych producentów rur i publikacjach tematycznych.

Fot. 1. Głowica czyszcząca z zamontowanym elementem dystansowym [4]

Przykładowo, dla kanału sanitarnego zbudowanego z gładkościennych rur z PVC (rury o litej ściance lub z rdzeniem spienionym) o sztywności obwodowej SN 4 i średnicy nominalnej DN200 (minimalna średnica wewnętrzna: 188,8 mm), dla współczynnika napełnienia y/D = 0,6 wartość współczynnika korekcyjnego k_R jest równa 1,14. Minimalny spadek kanału w tym przypadku wyniesie 1,7‰ (dokładnie 1,61‰). Według starej, empirycznej zasady Imhoffa, minimalny spadek dla takiego kanału wynosi 5,0‰. Różnica jest więc w tym przypadku trzykrotna.

Uwaga! Przy mniejszym napełnieniu kanału niż przyjęto dla danego przypadku zjawisko samooczyszczania może nie wystąpić.

Warunki czyszczenia rurociągów z tworzyw termoplastycznych metodą hydrodynamiczną (na podstawie [4])

Przewody kanalizacji grawitacyjnej bardzo często czyszczone są metodą hydrodynamiczną. Dotyczy to również kanałów zbudowanych z rur termoplastycznych. Jednak warunki czyszczenia rurociągów zbudowanych z materiałów tradycyjnych (kamionki, betonu itp.) różnią się od tych, jakie należy stosować w przypadku rur z materiałów tworzywowych.

Najlepsze efekty czyszczenia są uzyskiwane wówczas, gdy dysze znajdują się w pewnej odległości nad dnem rurociągu.

HYDROBUD
inspekcja TV rurociągów w zakresie 150-1500 mm wraz z pełną dokumentacją na płytach DVD
bezwykopowe naprawy miejscowe sieci kanalizacyjnych
renowacja obiektów kanalizacyjnych - uszczelnianie, naprawa, regulacja
Latoszyn 31c, 39-200 Dębica, woj. podkarpackie
tel.: +48 14 670 08 27
fax: +48 14 670 08 29
gsm: +48 604 456 553
e-mail: hydrobud@hydrobud.pl
www.hydrobud.pl

Typowa głowica czyszczącą, której dysze nie są zniszczone lub zatkane, zazwyczaj „unosi się" nad dnem, umożliwiając strumieniom wody, wypływającym z dysz, spłukiwanie całej powierzchni wewnętrznej rury. Zastosowanie odpowiednich elementów dystansowych, zamocowanych na głowicy, w oczywisty sposób zapewni jej uniesienie nad dnem lub nawet ustawienie w osi czyszczonego rurociągu (fot. 1).

Potrzeba czyszczenia kanału może być spowodowana różnymi przyczynami, np. osadami cząstek stałych, tłuszczów, zatorami itp. Dla każdego przypadku zostały opracowane specjalne rodzaje głowic czyszczących. Dla skutecznego czyszczenia niezwykle ważny jest dobór właściwej głowicy. Z doświadczenia wiadomo również, że to nie ciśnienie, ale wielkość strumienia wody jest decydująca dla uzyskania dobrego efektu czyszczenia. Najlepsze efekty osiąga się przy ciśnieniu wody na dyszy rzędu 50–60 bar. Ponieważ spadek ciśnienia na instalacji wozu czyszczącego oraz węża zazwyczaj waha się na poziomie 20–30 bar, to dla uzyskania warunków optymalnego czyszczenia, ciśnienie na manometrze nie powinno przekraczać 80–90 bar.

Dobór właściwej głowicy warunkuje średnica rury oraz rodzaj osadów do usunięcia. Głowice, które oprócz dysz skierowanych „do tyłu" posiadają również dysze skierowane „do przodu", powinno się stosować do usuwania zatorów. Standardowe dysze lub płaskie (np. flądra) są używane do usuwania osadów z piasku, żwiru i tłuszczu.

Podczas czyszczenia głowica nie powinna pozostawać dłużej w jednym miejscu. Przemieszczanie głowicy z jednej strony zapewnia usuwanie osadów, a z drugiej zapobiega uderzeniom strumienia wody w tym samym miejscu rury. Ściąganie węża powinno odbywać się nie za szybko, aby cały osad mógł być dokładnie usunięty. Z doświadczenia wynika, że najlepsze efekty są uzyskiwane przy prędkościach rzędu 6–12 m/min.

W rurociągach z tworzyw sztucznych nie wolno używać elementów z ostrymi krawędziami (np. wycinarki do korzeni) lub czubkami (np. dysze drążące „Quarto"). W niektórych przypadkach (np. kanały tłoczne) należy rozważyć możliwość regularnego czyszczenia rurociągu przy pomocy korków poliuretanowych, podobnie jak ma to miejsce w przypadku wodociągów.

Kolejne elementy systemu zapewnienia trwałości i niezawodności rurociągów

Określenie poszczególnych punktów warunków projektowania, budowy i eksploatacji rurociągów nie zagwarantuje automatycznie wysokiej niezawodności i trwałości budowanych sieci. Warunek konieczny stanowi zastosowanie do ich budowy materiałów odpowiedniej jakości. Obowiązujący w Polsce system dopuszczania wyrobów do stosowania w budownictwie to system deklaratywny – producent deklaruje wyrób, wraz z jego zgodnością ze wskazaną normą lub aprobatą techniczną. Odpowiednie jednostki Urzędu Nadzoru Budowlanego nie kontrolują rzeczywistej jakości wyrobów oferowanych na rynku, a jedynie kwestie formalne – czy przywołany w deklaracji zgodności numer normy jest poprawny, lub – czy nie upłynął termin ważności aprobaty technicznej.

W związku z powyższym IGWP podjęła decyzję o potrzebie wdrożenia systemu dobrowolnej certyfikacji rur i kształtek z tworzyw termoplastycznych na zgodność z wytycznymi branżowymi. Wytyczne branżowe opierają się głównie na obowiązujących jeszcze normach produktowych, które w nieodległym czasie zastąpione zostaną normą zharmonizowaną, znacznie obniżającą poziom wymagań. W tych przypadkach, gdzie branża uznaje to za pożądane, poziom wymagań zostanie podwyższony. Produkty, które przejdą pomyślnie proces certyfikacji, będą oznaczane odpowiednim znakiem jakości. Nad utrzymaniem odpowiedniej jakości przez wyróżnione wyroby będzie czuwać niezależna strona trzecia. Rolę tę powierzono holenderskiej firmie KIWA, posiadającej wieloletnie doświadczenie i prowadzącej taką działalność w wielu krajach świata. W przypadku ewidentnego obniżenia jakości wyrobu, prawo jego znakowania znakiem jakości będzie zawieszane lub nawet odbierane. Stosowanie przez branżę wyrobów znakowanych znakiem jakości stanie się dobrowolne. Należy jednak podkreślić, że powszechne stosowanie takich wyrobów przez większość inwestorów wyeliminuje nieuczciwych producentów z rynku, a przy tym zwiększy trwałość i niezawodność nowo budowanych sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. To z kolei przełoży się na koszty eksploatacyjne.

Ostatnim elementem budowanego systemu może zostać system dobrowolnej certyfikacji firm wykonawczych. W takim przypadku, kontroli niezależnej strony trzeciej poddane byłyby kwestie jakości prac wykonawczych, realizowanych przez te firmy. W ten sposób branża wodno-kanalizacyjna miałaby określone w wytycznych wymagania, co do warunków i sposobu budowy sieci, zapewnioną możliwość stosowania materiałów o znanej jakości i wykonania prac na odpowiednim poziomie. Wszystkie te elementy łącznie dadzą efekt zapewniający optymalne wykorzystanie zainwestowanych środków finansowych, a także trwałość i niezawodność zbudowanych sieci.

Podsumowanie

Przedstawione wyżej propozycje zapisów w wytycznych zostaną ostatecznie poddane ocenie weryfikatorów. Choć ich ocen w chwili obecnej nie można do końca przewidzieć, to jest wysoce prawdopodobne, że przedstawione rozwiązania zostaną zaakceptowane. Ich stosowanie już teraz może przynieść efekty w postaci większej niezawodności i trwałości sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, budowanych bardziej efektywnie.

Cel przygotowywanych wytycznych stanowi określenie, w oparciu o aktualnie obowiązujące przepisy prawne oraz normy lub ich projekty, wymagań branży w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Życzeniem autorów stało się, aby znalazły w nich odzwierciedlenie także dotychczasowe doświadczenia (tak pozytywne jak i negatywne), sprawdzone autorskie rozwiązania oraz dobra praktyka projektowa i montażowa. Będą oni wdzięczni za wszelkie uwagi i sugestie dotyczące treści wytycznych, które proszę przesyłać na adres e-mail: a.roszkowski@op.pl, wpisując w tytule wiadomości: WYTYCZNE. Z góry dziękujemy. ■

Bibliografia:

[1] L. Furtak, St. Rabiej, J. Wild i in., Warunki techniczne wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych; Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji; Warszawa 1996

[2] M. Kwietniewski, Rurociągi polietylenowe w wodociągach i kanalizacji – rozwój rynku w Polsce i niezawodność funkcjonowania, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna" nr 3/2004

[3] DVS 2207-1, August 2007 – Welding of thermoplastics. Heated tool welding of pipes, pipeline components and sheets made of PE-HD

[4] E. Guldbaek, New Technical Guide – Using Plastic Pipes for Water Supply and Sewer Systems, Plastics Pipes XIII, Washington, USA, October 2006