

Jerzy Jan Czopek

*Instytut Nafty i Gazu, Kraków*

## Likwidacja krzywizny i owalności rur polietylenowych, dostarczanych na plac budowy w zwojach lub na bębnach

Artykuł zawiera analizę techniczną różnych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń do prostowania i likwidowania owalności rur polietylenowych dostarczanych na miejsce budowy w zwojach lub na bębnach. Podkreślono również potrzebę stosowania wyżej wymienionego wyposażenia w Polsce przy budowie gazociągów z polietylenu.

### Liquidation of the curvature and ovality of the polyethylene pipes delivered to the place of construction in coils or reels

The paper includes technical analysis of the different constructions of the equipment for straightening and rerounding of polyethylene pipes delivering to the place of construction in coils or reels. The need of the use of the above mentioned equipment in Poland during construction of polyethylene gas pipelines is also outlined.

Rury polietylenowe stosowane do budowy sieci gazowych ulegają deformacji podczas nawijania na bębny oraz w trakcie transportu i przechowywania. Z tego względu po rozwinięciu z bębna nadal starają się przyjmować kształt krzywizny, odpowiadającej promieniowi bębna, na którym były nawinięte. Zmienia się również kształt przekroju poprzecznego rur – z kołowego na eliptyczny (proces owalizacji).

Opisane zjawiska mogą wpływać na jakość połączeń rur polietylenowych, zarówno zgrzewanych doczołowo, jak i elektrooporowo. Przykładowo przy zgrzewaniu elektrooporowym rur polietylenowych z wykorzystaniem kształtki mufowej, jeżeli zgrzewane rury nie będą usytuowane odpowiednimi osiami elipsy, stanowiącej przekrój (dłuższa oś do dłuższej, krótsza do krótszej), to po wykonaniu połączenia końcówki rur zgrzane z kształtką będą starały się wrócić do kształtu pierwotnego, co może prowadzić do powstawania dodatkowych naprężeń. Krzywizna rur stwarza natomiast trudności w ich prostoliniowym ułożeniu w wykopie.

Rura polietylenowa zwinięta w krąg kumuluje duże naprężenia, stwarzając poważne zagrożenie dla pracowników budowy. Po usunięciu taśm zabezpieczających zwinięta rura zachowuje się jak sprężyna i może odwinąć się ze znaczną siłą.

Naprężenia występujące przy rozwijaniu rur z kręgu są tym większe, im większa jest średnica rury i gęstość

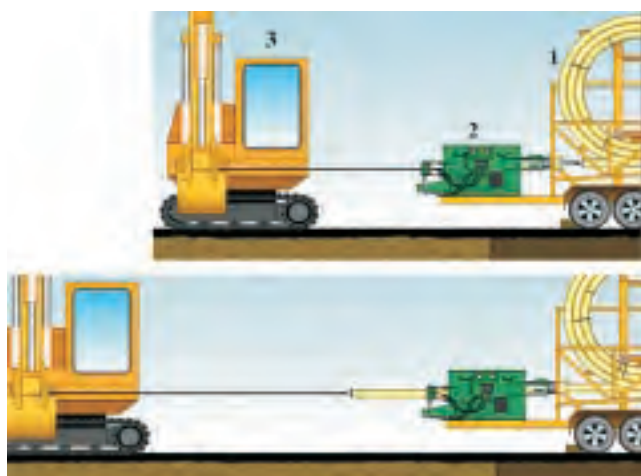
polietylenu, z którego wytłoczono rurę; rosną też one wraz ze spadkiem temperatury otoczenia. Z tego względu, w wielu krajach powszechne jest stosowanie przy budowie rurociągów z polietylenu urządzeń do likwidowania krzywizny i owalności rur polietylenowych, dostarczanych na plac budowy w zwojach lub na bębnach. Urządzenia te umożliwiają w sposób kontrolowany rozwinąć rurę – odprężając skumulowane w niej naprężenia.

W USA, zgodnie z dokumentem ASTM D2513 *Standard Specification for Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing, and Fittings*, rury polietylenowe o średnicach większych od 3" muszą przed zainstalowaniem być poddawane prostowaniu przy wykorzystywaniu tych urządzeń.

Na rysunku 1 przedstawiono zespół do rozwijania rur PE z kręgów oraz do ich prostowania i likwidacji owalności. Linę przymocowaną do końca rury w kręgu umieszczoną na przyczepie (1) przeciąga się przez urządzenie do formowania rury (2) i zapina na haku holowniczym ciągnika (3), np. w urządzeniu do układania rur PE metodami bezwykopowymi.

Przyczepa składa się z następujących zespołów:

- podstawy, zamocowanej na podwoziu wyposażonym w system hamujący,
- ramy nośnej, do mocowania kręgów rur PE (wykonanej z metali lekkich, odpornych na korozję), wraz z systemem kompensującym skumulowane naprężenia i umożliwiającym bezpieczne rozwijanie rury z kręgu.



**Rys. 1.** Zespół do prostowania rur PE i likwidacji owalności  
1 – przyczepa do transportu i rozwijania rury w kłęgu, 2 – urządzenie do likwidacji owalności i prostowania rury, 3 – ciągnik

Produkowane przyczepy różnią się konstrukcją, wymiarami gabarytowymi i dopuszczalnym obciążeniem. Znane są różne rozwiązania konstrukcyjne przyczep; można spotkać zestawy do rozwijania rur, prostowania i likwidowania owalności zamontowane na jednym wózku nośnym (rysunek 2A), a także oddzielnie na dwóch wózkach nośnych: na jednym przyczepa do przewożenia i rozwijania rur z kłębów, a na drugim przyczepa, na której zamontowano urządzenia do prostowania rur i likwidowania owalności (rysunek 2B).

Rury PE w kłębach mogą być umieszczane na przyczepie w pozycji pionowej lub poziomej (rysunek 3).

Analizując konstrukcje budowanych na świecie urządzeń do formowania rury układanej z kłęgu stwierdzono,



**Rys. 2.** Przyczepy samochodowe służące do przewożenia rur w kłębach i rozwijania ich na placu budowy

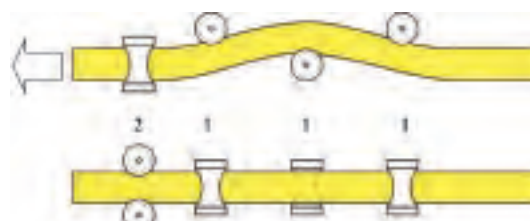


**Rys. 3.** Przyczepy samochodowe służące do przewożenia rur w kłębach i rozwijania ich na placu budowy

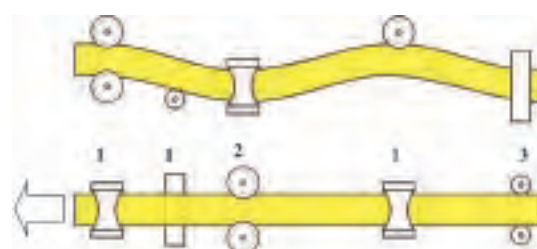
A – transport kłęgu w pozycji poziomej – rury od 2 do 4 cali,  
B – transport kłęgu w pozycji pionowej – rury od 4 do 6 cali

że można w nich wydzielić dwa układy funkcjonalne: jeden z nich służy do prostowania rury odwijanej z kłęgu, drugi likwiduje owalność. Do profilowania rury stosuje się najczęściej odpowiednio wymodelowane wałki i proste rolki cylindryczne. Stosowane są dwa systemy formowania rury PE:

- system A – rura najpierw jest poddawana prostowaniu, a dopiero później wyokrągłana (rysunek 4),
- system B – wstępnie wyprostowana rura poddana jest likwidacji owalności, a dopiero później przechodzi przez system prostujący (rysunek 5).



**Rys. 4.** System A – formowania rury PE  
1 – wałki prostujące, 2 – wałki wyokrągłające



**Rys. 5.** System B – formowania rury PE  
1 – wałki prostujące, 2 – wałki wyokrągłające,  
3 – rolki cylindryczne prowadzące

W każdym z omawianych systemów zespół likwidujący owalność składa się z dwóch wałków wyokrągłających.

Zespół prostujący rurę w systemie A (rysunek 4) składa się z trzech wałków prostujących, a w systemie B (rysunek 5) z czterech wałków prostujących, dwóch wyokrągłających oraz prowadzących rolek cylindrycznych.

W systemie A rura rozwijająca się z kłęgu dostaje się do zespołu wałków prostujących i po przejściu przez nie poddawana jest procesowi likwidacji owalności.

W systemie B rozwijająca się z kręgu rura przechodzi między cylindrycznymi rolkami prowadzącymi pod wałek prostujący i dalej przechodzi pomiędzy wałkami wyokrągłającymi – nad rolkami cylindrycznymi – i wchodzi pomiędzy dwa wałki prostujące.

Na przebieg procesu ogromny wpływ mają właściwie dobrane siły docisku wałków do rury PE, które zależą od:

- temperatury otoczenia (niższa temperatura – wyższa siła),
- gęstości rury (niższa gęstość – niższa siła),
- średnicy rury (niższa średnica – niższa siła),
- grubości ścianki rury (niższa grubość – niższa siła),
- prędkości przeciągania rury (niższa prędkość – niższa siła).

Siła docisku wałków do rury jest regulowana przez wałki dociskowe. W procesie formowania, na rurę PE oddziałują:

- siły docisku wałków (gdy wałki są ustawione bliżej, siła wywierana na rurę jest większa),
- siła naciągu, z jaką rura PE jest przeciągana przez urządzenie do formowania rury.

Siła ciągnąca rurę ( $F$ ) nie powinna przekraczać wartości wyliczonej ze wzoru:

$$F = \frac{14 \cdot \pi \cdot d_n^2}{3 \cdot SDR}$$

gdzie:

$d_n$  – średnica nominalna rury PE [N],

$SDR$  – szereg wymiarowy [N].

Urządzenia do likwidowania krzywizny i owalności rur polietylenowych są wytwarzane w Stanach Zjednoczonych. W urzędzie patentowym USA zostały zgłoszone dwa rozwiązania konstrukcyjne:

- patent nr 5676009 (urządzenie pracuje w systemie A), Manufacturing McElroy, INC., Tulsa, Oklahoma,
- patent nr 6419424 (urządzenie pracuje w systemie B), autorzy: Boggs Franklin S., Null Robert L., Ronk Robert L., Waller Kendrall P.

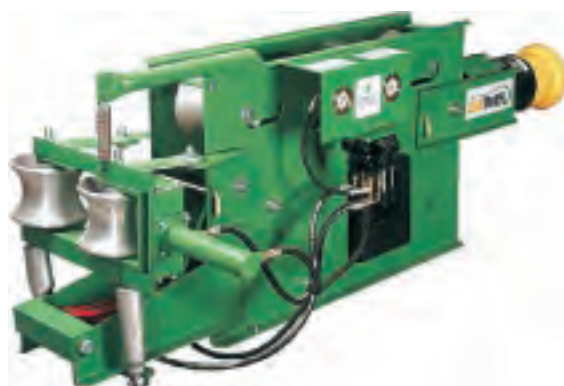
Firma McElroy produkuje dwie wersje urządzeń: jedno (przedstawione na fotografii 1) jest przeznaczone do formowania rur PE o średnicach 2-4 cali (docisk wałków prostujących i wyokrągłających jest realizowany mechanicznie), a drugie (przedstawione na fotografii 2) służy do formowania rur PE o średnicach 4-6 cali (docisk wałków hydrauliczny).

W skład tych urządzeń wchodzi następujące części składowe (rysunek 6):

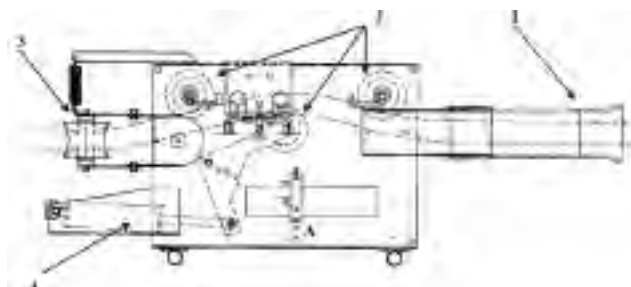
- 1) dyfuzor,



Fot. 1. Urządzenie LineTamer do formowania rur PE o średnicach od 2 do 4 cali



Fot. 2. Urządzenie LineTamer do formowania rur PE o średnicach od 4 do 6 cali



Rys. 6. Urządzenie do formowania rur PE o średnicach od 4 do 6 cali

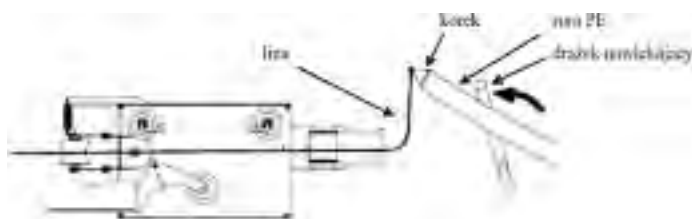
- 2) zespół wałków prostujących,
- 3) zespół wałków zaokrągłających,
- 4) hydrauliczny podnośnik wałka prostującego.

Zasada formowania rury PE jest następująca:

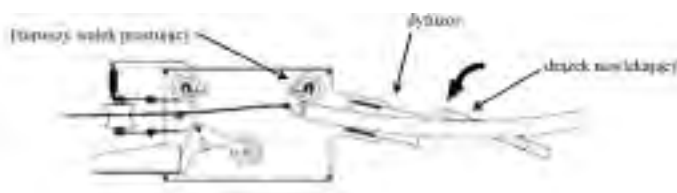
1. Na końcu rury polietylenowej montowany jest korek z otworem do przytwierdzenia liny, która powinna być wykonana z materiałów miękkich, aby nie uszkodzić wałków prostujących i zaokrągłających.
2. Lina zamocowana na haku holowniczym ciągnika zostaje przełożona przez urządzenie do formowania rury PE oraz wrzeczono drążka nawlekającego i przytwierdzona do zamontowanego na rurze korka.
3. Zainstalowany przegubowo dyfuzor urządzenia do formowania rury PE umieszczany jest w połowie wysokości zwojów bębna, na który nawinięto rurę. Takie

usytuowanie dyfuzora powoduje, że dostosowuje się on do małych zmian kierunku ciągnięcia.

4. Drażek nawlekający jest ustawiony w pozycji pionowej. Rozwijana z kręgu rura PE jest ciągnięta liną przez drażek nawlekający, do dyfuzora zainstalowanego na przyczepie.



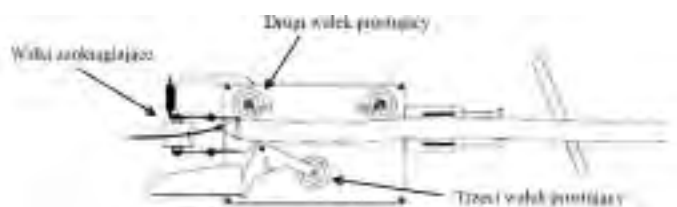
5. Obniżenie drażka nawlekającego umożliwia wprowadzenie rury PE do dyfuzora.



6. Po wciągnięciu rury poniżej pierwszego wałka prostującego

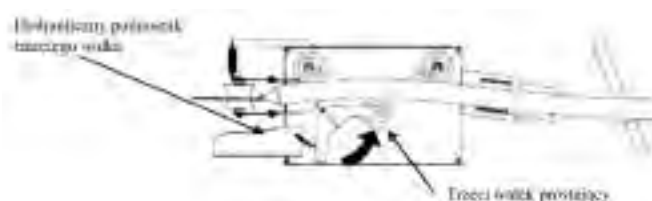


drażek nawlekający jest unoszony do pozycji pionowej tak, aby wrzeczono uniosło rurę PE do góry i umożliwiło przeciągnięcie jej pod drugim wałkiem prostującym, w stronę zespołu wałków zaokrąglających.

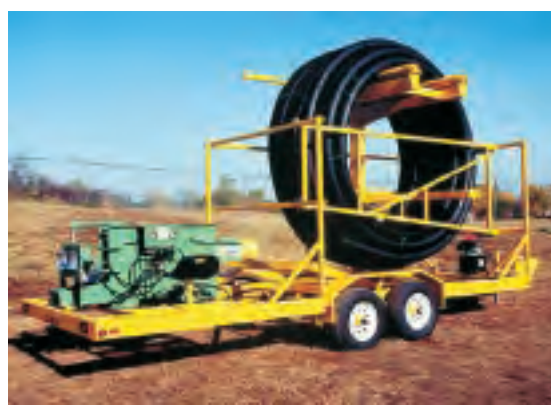


7. Trzeci wałek prostujący, za pomocą hydraulicznego podnośnika wałka, dociska do góry rurę PE i umożliwia wprowadzenie jej pomiędzy wałki zaokrąglające.

Po wykonaniu tych operacji urządzenie jest gotowe do pracy i można rozpocząć proces formowania rury PE (prostowania i likwidowania owalności rury).



Urządzenie LineTamer do prostowania i likwidacji owalności rur PE o średnicach 4-6 cali, zamocowane trwale na przyczepie do rozwijania rur z kręgów, przedstawiono na fotografii 3.



Fot. 3. Urządzenie LineTamer do rur PE o średnicach 4-6 cali

Rury polietylenowe po rozwinięciu z kręgów charakteryzują się owalnym przekrojem poprzecznym i mają tendencję do skręcania się. Powoduje to trudności z prowadzeniem procesu ich łączenia metodą zgrzewania oraz układania ich w wykopach. Niedogodności te można wyeliminować stosując specjalistyczne urządzenia do formowania rur PE przy rozwijaniu z kręgów. Dodatkowe korzyści z zastosowania tej metody to obniżenie kosztów budowy i zwiększenie niezawodności pracy gazociągów, osiągnięte przez zmniejszenie ilości kosztownych połączeń zgrzewanych, najbardziej narażonych na wystąpienie nieszczelności. Stosowanie specjalistycznego oprzyrządowania do układania i formowania rur PE wpływa również na poprawę bezpieczeństwa personelu wykonującego prace.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński



Mgr inż. Jerzy Jan CZOPEK – Kierownik Laboratorium Tworzyw Sztucznych w Zakładzie Przesyłania i Dystrybucji Gazu INiG w Krakowie. Specjalizuje się w zagadnieniach związanych z zastosowaniem polietylenu do budowy gazociągów.