



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE  
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE  
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS  
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference  
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

## ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

### Ocena wpływu parametrów geometrycznych ciągadła na powrót poodkształceniowy rur PE 100

G. Wróbel, Ł. Wierzbicki, M. Szymiczek

Katedra Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych,  
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,  
ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, Polska

W ramach pracy podjęto próbę oceny wpływu parametrów geometrycznych ciągadła na powrót poodkształceniowy. Przeprowadzono badania na rurach z PE 100  $\phi 63$  SDR 11 i SDR 17. Wykorzystano ciągadła o różnych kątach i redukcjach średnicy.

#### 1. WSTĘP

Rurociągi z tradycyjnych materiałów konstrukcyjnych w wyniku długoletniej eksploatacji ulegają awariom, co powoduje zagrożenie dla środowiska naturalnego. Pogarszający się stan sieci kanalizacyjnych i wodociągowych zmusza do szukania nowych technik ich regeneracji, w tym głównie technik bezwykopowych.

Na rynku można spotkać wiele bezwykopowych metod renowacji rurociągów. Różnią się one np. materiałem, z którego wykonana jest rura, jej kształtem czy sposobem wprowadzania do odnawianego rurociągu. Należałoby tu wymienić te najczęściej wykorzystywane, do których zalicza się compact pipe - rura wsadowa o przekroju w kształcie litery „C”, insituform - wkładem jest „pończocha” z kwasoodpornego włókna poliestrowego nasączonego żywicami, relining - stosuje się rury z PE, PVC, PP, w krótkich odcinkach łączonych za pomocą złączy lub kielichowo.

Najtańszą i najprostszą alternatywą do przedstawionych technologii wydaje się być swagelining, wykorzystujący zasadę technologii obróbki plastycznej jaką jest ciągnięcie rur. Technologia ta pozwala na ciasne osadzenie rur PE wewnątrz odnawianego rurociągu. W Polsce zaczęto wprowadzać nazwę reointarsji, oddającą istotę procesu polegającą na wykorzystaniu lepkosprężystych właściwości tworzywa i wynikających stąd czasowych charakterystyk materiału. Dotyczy to zarówno fazy operacji formującej się w strefie ciągadła, jak również powrotu poodkształceniowego po wprowadzeniu do odnawianego rurociągu.

## 2. REOINTARSJA

Technologia reointarsji została opracowana przez British Gas North Western Region pod koniec lat siedemdziesiątych, jednak na skalę przemysłową zaczęto ją wprowadzać w latach osiemdziesiątych [1].

Obróbka plastyczna tworzyw sztucznych jest takim rodzajem obróbki, w którym ukształtowanie, zmianę własności fizyko-mechanicznych, struktury czy wytworzenie naprężeń własnych osiąga się przez odkształcenie plastyczne [2]. Ogólnie rzecz ujmując należy zauważyć, że operacjom obróbki plastycznej towarzyszą pewne zjawiska negatywne, do których zalicza się m.in.:

- sprężynowanie – występuje w przypadku kształtowania tworzyw sztucznych ze względu na niską wartość modułu Younga (około 1/100 wartości dla metali),
- powrót poodkształceniowy – spowodowany własnościami lepkosprężystymi tworzyw sztucznych.

Ten drugi efekt, w przypadku stosowania ciągnięcia do renowacji rurociągów, okazuje się być korzystnym, ponieważ umożliwia ciasne osadzenie wykładziny polietylenowej wewnątrz odnawianego rurociągu.

Potrzeba racjonalnego doboru parametrów procesu rekonstrukcji, a w wyjątkowych przypadkach dynamicznego sterowania jego przebiegiem wymaga identyfikacji charakterystyk stosowanego materiału – osadzanych rur. Przebieg powrotu poodkształceniowego jest w tej grupie charakterystyką najważniejszą.

## 3. BADANIA

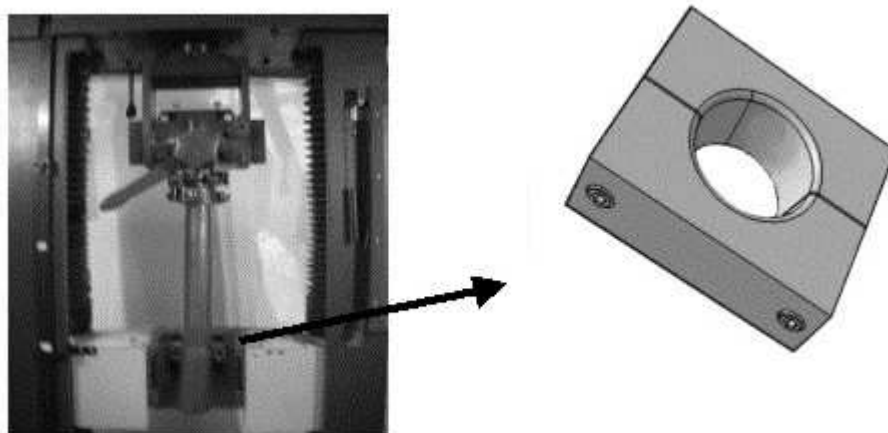
W ramach badań własnych określono przebieg powrotu poodkształceniowego rur polietylenowych PE100  $\phi$ 63 SDR 11 i SDR 17 dla różnych parametrów geometrycznych ciągała, które przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1  
Parametry geometryczne ciągała

KĄT	12,5°	15°	17,5°
REDUKCJA		10%	
		15%	
		20%	

Badania przeprowadzono w Laboratorium Katedry Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych. Do badań zaadoptowano maszynę wytrzymałościową Heckert FPZ 100/1 (rys.1). Prędkość maszyny będąca jednocześnie prędkością ciągała wynosiła 529,47 [mm/min].

W celu wyznaczenia powrotu poodkształceniowego rury mierzono średnice zewnętrzną. Pomiaru średnicy dokonano w ustalonych odstępach czasu od momentu zakończenia procesu ciągnięcia. Ze względu na owalność ciągniętych rur, jako wyjściową przyjęto średnią arytmetyczną z pięciu pomiarów.

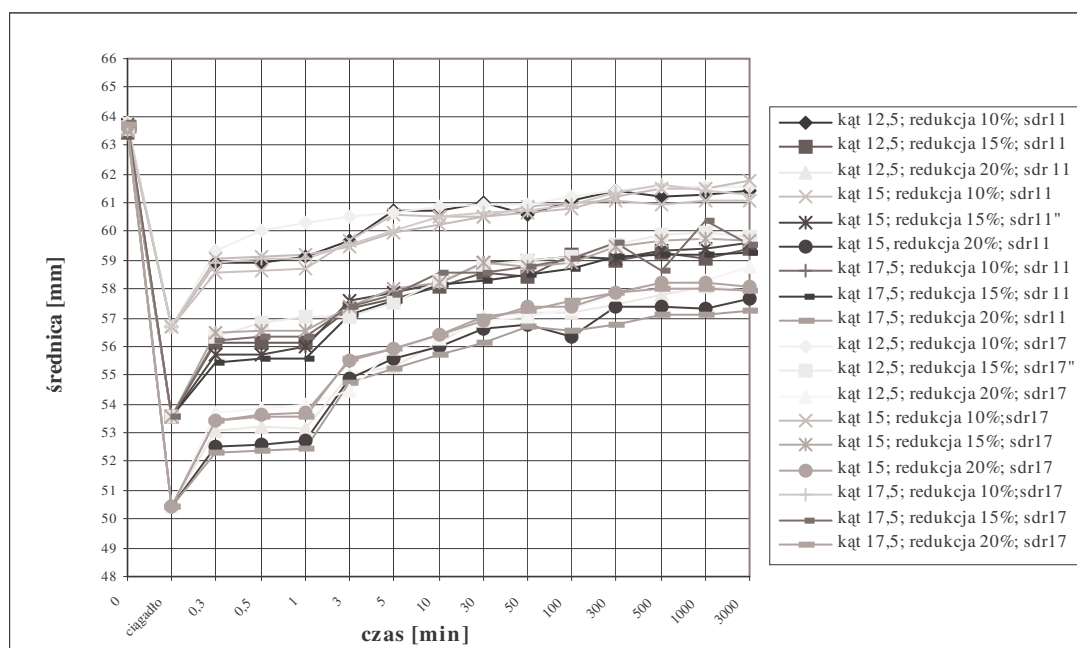


Rys. 1. Stanowisko badawcze i ciągadło

#### 4. WYNIKI

Z analizy procesu wynika, że materiał w strefie ciągadła zostaje uplastyczniony. Po opuszczeniu ciągadła ma miejsce szybki wzrost średnicy lub pęcznienie, wywołany zwolnieniem obciążenia przemiennego. Dalszy etap to proces lepkosprężystego powrotu w warunkach obciążenia osiowego i po jego zwolnieniu.

W przeprowadzonych badaniach naciąg zwalniano po czasie jednej minuty, co znalazło odbicie na przedstawionym wykresie zmiany średnicy rury w czasie (rysunek 2).



Rys.2. Przebieg zmian średnicy w czasie

Na wykresie można zaobserwować kolejne etapy powrotu poodkształceniowego – przejście przez ciągadło (ciągadło), „puchnięcie” (po przejściu przez ciągadło do 1min), zwolnienie naciągu (po 1min), dalszy powrót do średnicy początkowej (od 1min do 3000min).

## 5. WNIOSKI

Powrót poodkształceniowy rur zmienia się z w zależności od kąta ciągadła i stopnia redukcji. Wraz ze wzrostem kąta ciągadła i stopnia redukcji wzrasta powrót poodkształceniowy. Powrót jest tym większy im większa jest grubość ścianki

Największy powrót poodkształceniowy badanej rury następuje w pierwszych 30 min po przeprowadzonej próbie ciągnięcia.

Ilościowe charakterystyki tego procesu zostaną wykorzystane w procedurach doboru materiałów i narzędzi do szczególnych przypadków rekonstrukcji.

## LITERATURA

1. L.B. Gehenna , K. Hicks: Swagelining, the ERS experience. Died, buried and forgotten, Gas Engineering and Managment, England 1994.
2. Bielefeldt K.: Wpływ walcowania i głębokiego tłoczenia na niektóre własności mechaniczne krajowego poliwęglanu i politrioksanu. Praca doktorska. Zielona Góra – Wrocław 1976r