

# Zastosowanie technologii TDW

Stanisław TRZOP

## Fragment IV wydania poradnika RUROCIĄGI DALEKIEGO ZASIĘGU

### Przewiert.

Metoda TDW / tzw. hot tapping/ polega na przewierceniu ścianki czynnego rurociągu przy pomocy specjalnie dostosowanej maszyny z frezem trepanacyjnym poprzez pełno przelotowy zawór odcinający osadzonym na uprzednio zainstalowanym trójniku na rurociągu czynnym. W skład zestawu do przewiercenia wchodzi:

- maszyna do przewiercenia z wymiennymi frezami określonego typu co do zdolności przenoszenia ciśnienia wewnętrznego panującego w rurociągu oraz rodzaju napędu wrzeciona ,
- trójnik dzielony wymaganej średnicy i wytrzymałości zaprojektowany odpowiednio do parametrów pracy rurociągu przesyłowego,
- zawór pełno przelotowy tymczasowo montowanym umożliwiającym dokonanie przewiercenia przez ściankę rurociągu i odizolowanie przewiercenia,
- tamponu uszczelniającego i zaślepek zabezpieczających miejsca przewiercone
- inne akcesoria odpowiednio stosowane w zależności od typu połączenia.

Metoda TDW zezwala także na dokonanie włączeń nowo wybudowanych odcinków rurociągu /loopingów/ w rurociągi czynne z zachowaniem parametrów przesyłu transportowanego medium. we wszystkich fazach realizacji przedsięwzięcia.

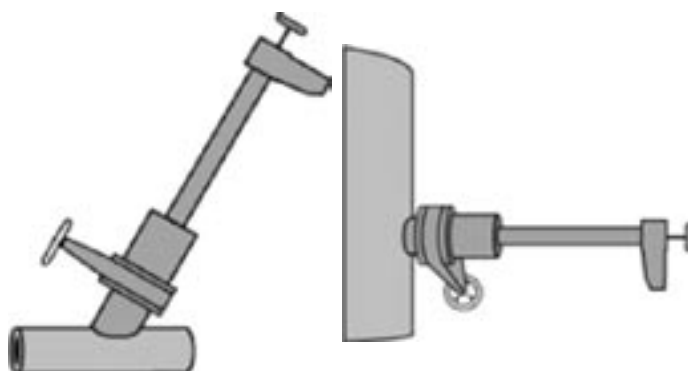
### 1. Typowe usytuowania przyrządu do nawiercania w instalacje czynne.



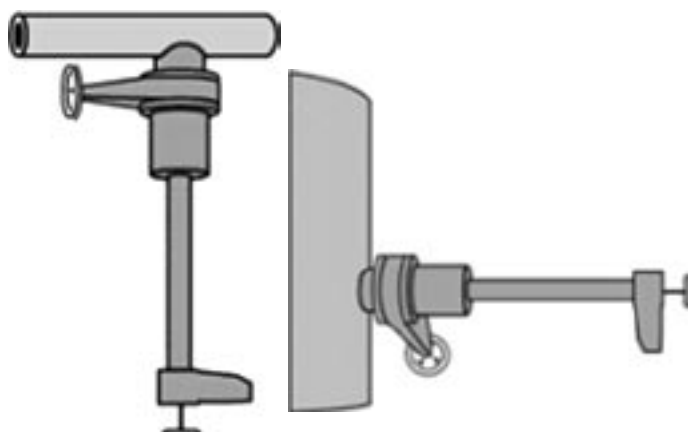
1. Przyrząd do nawiercania zamontowany na trójniku półkulkowym spawanym i zasuwie odcinającej



2. Przyrząd do nawiercania zamontowany na trójniku półkulkowym skręcanym i zasuwie odcinającej /Mechanical Fittings/


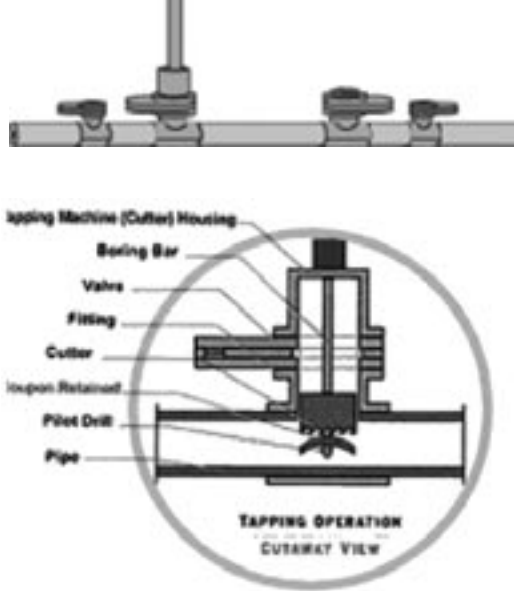
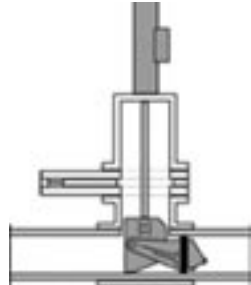
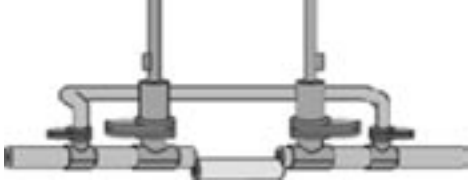
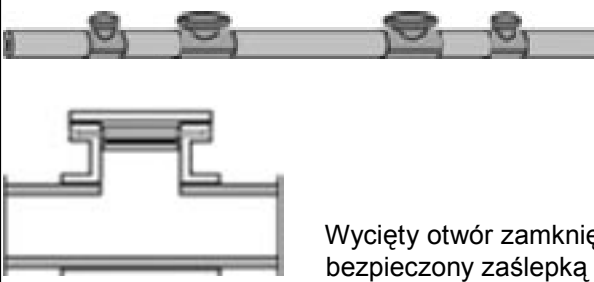


3. Nawiercanie w rurę produktową pod kątem z zaworem odcinającym wspawanym.



5. Zestaw przewiertowy:  
- maszyna do przewiercenia  
- tymczasowy zawór odcinający  
- trójnik zainstalowany na rurze przesyłowej

### 4.3.3. Wymiana sekcji rurociągu bez zatrzymywania przepływu.

1,	Cztery trójniki nakładane z kołnierzami zostały zamontowane na rurociągu przesyłowym.	
2,	<p>Tymczasowo zainstalowano zawory typu SANDWICH® przez które dokonano przewiertów w ścianie rurociągu przesyłowego. Na jednym z nich widoczny frez maszyny przewiertowej z wyciętą częścią rury oraz poniżej urządzenie odcinające przepływ.</p> <p>Pipping machine (cutter)housing-obudowa wrzeciona</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boring bar-wrzeciono</li> <li>• Valve- zawór odcinający</li> <li>• Fitting-trójnik</li> <li>• Coupon retained-wycięta część rury</li> <li>• Pilot drill- pilot</li> <li>• Pipe- rura przesyłowa</li> </ul>	 <p>Zakończenie czynności wiercenia.</p>  <p>Urządzenie zamykające w pozycji roboczej.</p>
3,	Dwie maszyny przewiertowe z urządzeniami odcinającymi oraz rurociąg obejściowy /bypass/ zostały zainstalowane a następnie odizolowana skcja rurociągu wycięta.	
4.	Tymczasowy rurociąg obejściowy został zdemontowany. Zamknięcia typu LOCK-O-RING® Plugs zostały zainstalowane a następnie zabezpieczone zaślepkami po zdemontowaniu sprzętu odcinającego i nawiercającego	 <p>Wycięty otwór zamknięty i zabezpieczony zaślepką</p>

### 3. Połączenie trójnika z rurą przesyłową:

1. Prace przygotowawcze i projektowe obejmują:
  - wybór lokalizacji wcięcia i analiza jego wykonalności
  - badanie i ocena ścianki rurociągu eksploatowanego w miejscu planowanego połączenia
  - określenie własności spawalniczych rury podstawowej oraz dopuszczalnego ciśnienia roboczego pracy rurociągu w trakcie montażu trójnika oraz przewiertu
  - projektowanie i wykonanie trójnika przeznaczanego do wbudowania w rurociąg eksploatowany
  - opracowanie i uznanie procedur spawania i naprawy niezgodności spawalniczych (rys. WPS 1)
  - przygotowanie króćcy i sprawdzenie kwalifikacji spawaczy
  - dobór zaworu pełno przelotowego
  - dobór typu i wielkości maszyny przewiertowej
  - opracowanie procedury wykonawczej i jej uznanie
  - opracowanie instrukcji bhp i p. poż oraz ich uznanie
  - WTWiO oraz kwalifikacji personelu dokonującego wpięcia
  - opracowanie harmonogramu realizacji i planu kontroli jakości
2. Rekonesans w terenie i zbadanie warunków instalacyjno-montażowych:
  - geotechnicznych,
  - dostępności i możliwości posadowienia maszyny przewiertowej na rurze przesyłowej
  - lokalizacji sprzętu podstawowego, pomocniczego i zabezpieczającego
3. Badania:
  - ocena stanu rury w miejscu przewidywanego wcięcia (grubość ścianki, występowanie rozwarstwień, oznak korozji)
  - określenie właściwości wytrzymałościowych i składu chemicznego rury oraz równoważnika węgla
  - sprawdzenie parametrów tłoczenia w miejscu przewidywanego wcięcia
4. Weryfikacja wyników i potwierdzenie lub zmiana lokalizacji wcięcia
5. Prace instalacyjno-montażowe-spawalnicze
  - dopasowanie trójnika do rury przesyłowej
  - przygotowanie do procesu spawania i procesu podgrzewania
  - prace spawalnicze z kontrolowaną energią spawania i temperaturą łączonych elementów
  - wstępne badania nieniszczące
  - zakończenie badań nieniszczących po 24 godzinach od zakończenia spawania
  - montaż maszyny przewiertowej
6. Badanie ciśnieniowe połączenia oraz szczelności zaworu odcinającego
7. Odbiór techniczny do rozpoczęcia wcinania w rurociąg eksploatowany
8. Otrzymanie pisemnej zgody od operatora rurociągu do rozpoczęcia przewiercania

9. Przewiert.
10. Demontaż maszyny przewiertowej.
11. Końcowa spoina łącząca (gold weld).
12. Badania nieniszczące wraz z test-serwisem.
13. Odbiór końcowy.
14. Przewidywane zagrożenia dla hermetyczności połączenia.

Podstawowym zagrożeniem przy wykonywaniu połączenia spawanego trójnika dzielonego z rurą przesyłową w trakcie jej pracy są przepalenia ścianki rury oraz pęknięcia zwłoczne na spoinach obwodowych. Przepalenia pojawiają się gdy jeziorko spawalnicze penetruje zbyt głęboko w ściankę rury, która w ten sposób osłabiona nie jest zdolna do dalszego przeniesienia wewnętrznego ciśnienia pracy rury. Uwaga szczególnie winna być zwrócona na ograniczoną ilość energii cieplnej wprowadzonej do rury w procesie spawania oraz wyselekcjonowanie miejsca włączenia (spawania) na rurze odpowiedniej grubości i bez wad.

Aby zminimalizować ryzyko przepalenia należy podjąć szereg czynności przed spawaniem, m.in. przeprowadzić kwalifikację procedury spawania z symulacją warunków eksploatacyjnych oraz metalurgicznych jak to pokazano na rys. WPS1 i rys. 3.

Oprócz przepaleń istnieje zagrożenie pojawienia się pęknięć wodorowych, przeważnie w strefie wpływu ciepła (SWC), nie rzadko ujawniające się po kilkunastu godzinach po zakończeniu procesu spawania.

Stąd badania nieniszczące mające na celu ich wykrycie zaleca się przeprowadzać nie wcześniej niż po 24 godzinach od zakończenia spawania, co należy uwzględnić w harmonogramie wykonania wcinki. Przyczyny powstania pęknięć i sposób zapobiegania ich powstaniu przedstawiono graficznie na rys. 3 .

### 4. Generalny remont gazociągu.

Przydatność niektórych z w/w metod naprawczych i ich przebieg zostały omówione na przykładzie generalnego remontu rurociągu gazowego w Abu Dhabi- U. A. E. wg technologii opracowanej przez autora niniejszego rozdziału.

#### Dane rurociągu odnawianego:

Rurociąg średnicy DN 600 mm ze stali API Spec. 5L Grade X52 X 10,2 mm położony w słonych piaskach pustynnych.

Na podstawie badań „in line” zlokalizowano na trasie ubytki korozyjne różnej wielkości i różnym stopniu zagęszczenia w 30-tu miejscach.

#### Założenia do odnowy:

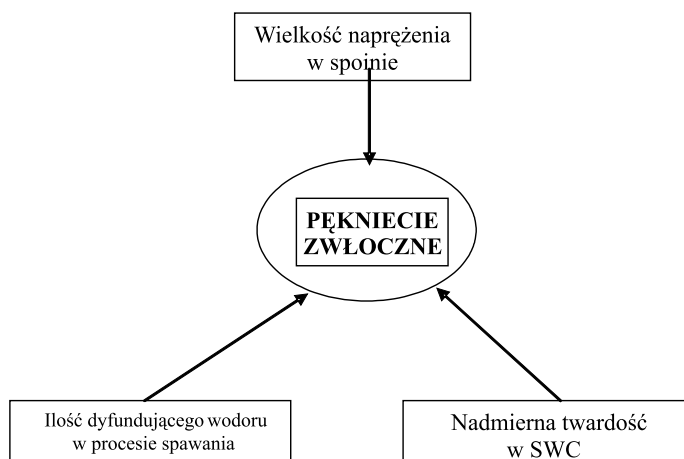
- Naprawa rurociągu będzie dokonywana na rurociągu eksploatowanym bez przerywania ciągłości jego pracy.

- Szczegółowa ocena wielkości gniazd korozyjnych i proponowana metoda naprawy nastąpi każdorazowo po odstąpieniu odcinka rurociągu, usunięciu izolacji, badaniach wizualnych oraz szczegółowych pomiarach wżerów.
- Ocena przydatności użytkowej rury z ubytkami korozyjnymi (dokonywana na podstawie przepisów ANSI/ASME B31.4, ASME B 31.6 (rys. 11.10.14)
- Dopuszczalne sposoby naprawy: tuleje nakładane z materiału X52 lub X56, względnie wymiana odcinka w zależności od dokonanej oceny przydatności.

### Czynności przygotowawcze i dopuszczanie do remontu

Każda lokalna naprawa wymagała aprobaty zleceniodawcy po dokonaniu szczegółowej oceny zakresu i proponowanego sposobu naprawy.

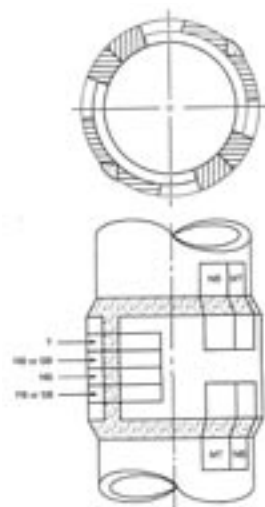
Przed rozpoczęciem robót przeprowadzono kwalifikację procedury spawania i egzaminy spawaczy na króćcach jak pokazano na Rys. 11.10.1.2 i 11.10.13.



Rys. 11.10.11. Kontrola w/w czynników w procedurze spawania jest nieodzowna w celu uniknięcia pęknięć zwłoczných w spoinach łączących trójnik z rurą eksploatowaną.

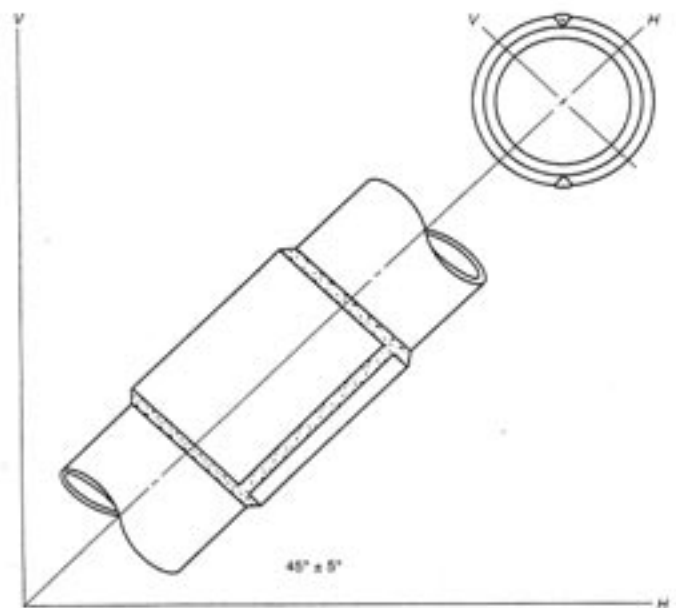
Ze względu na fakt że remont miał być dokonany na w pełni działającym gazociągu, do właściwych robót remontowych przystąpiono dopiero po szczegółowej ocenie przez operatora rurociągu przydatności procedur, kwalifikacji personelu nadzoru i szczególnej weryfikacji samych spawaczy.

Z wyżej wymienionego powodu inwestor położył szczególny nacisk na szeroko rozumiane bezpieczeństwo robót-od zapewnienia szkolenia, stałego dozoru medycznego i ppoż., do obniżenia ciśnienia roboczego gazociągu w czasie kiedy prace były prowadzone na rurach o obniżonych grubościach.



- T badanie wytrzymałości na rozciąganie,
- RB zginanie z rozciąganiem grani,
- FB zginanie z rozciąganiem lica,
- SB zginanie boczne,
- NB praca łamania,
- MT badanie makro

Rys. 11.10.12. Króciec kwalifikacyjny WPS wg API standard Recommended Practice.

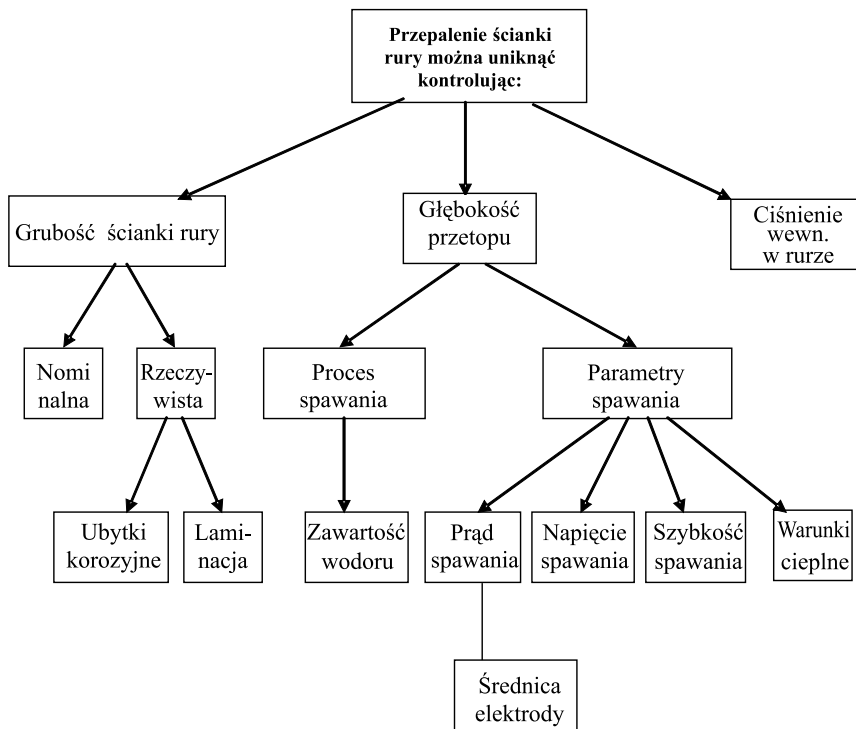


Rys.13. Złącze próbne do kwalifikowania spawaczy wg API standard Recommended Practice.

### Przebieg czynności i podjęte środki ostrożności

Ze względów spawalniczych szczególną uwagę zwrócono na:

- dobór optymalnych i bezpiecznych parametrów spawania oraz utrzymania odpowiednich warunków cieplnych w celu uniknięcia pęknięć zwłoczných (w tym celu wprowadzono również kontrolę energii liniowej spawania)
- uniknięcia w jak największym stopniu możliwości przepalenia rury produktowej.



Rys. 15. Schemat czynników ograniczających lub umożliwiających przepalenie rurociągu eksploatowanego

- kontrolę międzyoperacyjną jakości spawania.

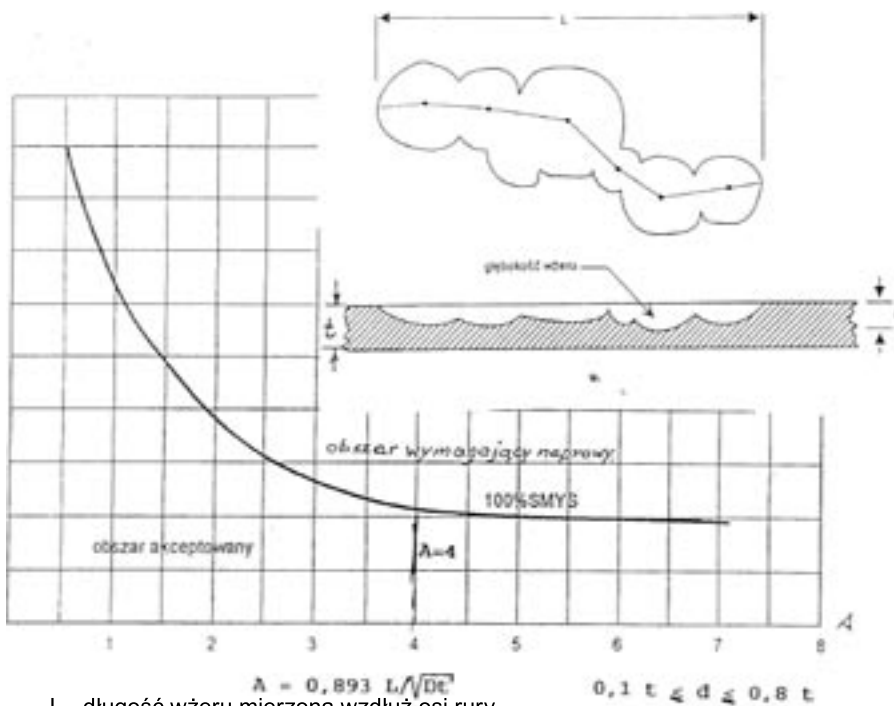
Pakiety analizowanych czynników branych pod uwagę przy opracowaniu technologii spawania, zwłaszcza połączenia trójnika dzielonego z rurą produktową, gdzie istnieje zagrożenie przepalenia ścianki rury przedstawiono schematycznie na Rys. 7

Na elementach nakładanych (tuleja, trójniki dzielone, jak również na odcinkach wymiennalnych) była przeprowadzona próba szczelności oraz 4 godzinny test eksploatacyjny (*service test*) o ciśnieniu 110 % maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia roboczego (MAOP).

Po przeprowadzeniu próby szczelności odcinki remontowane zostały pokryte warstwą gruntującą i zaizolowane 2-u warstwową otuliną z taśmy polietylenowej (PE). Po pozytywnych badaniach jakości izolacji i uruchomieniu prace remontowe zostały zakończone.

#### Literatura.

- API Recommended practice 11007
- PN-EN 12732: 2000 Systemy dostawy gazu. Spawanie rurociągów stalowych. Wymagania funkcjonalne.
- Trzop Stanisław: Remonty dalekośiężnych rurociągów czynnych. **RUROCIĄGI Nr. 4/ 1996.**
- Trzop Stanisław: Wybrane zagadnienia z konstruowania rurociągów w aspekcie niezawodności ich pracy **RUROCIĄGI Nr.4/2001** oraz referat na VI Krajowa Konferencja Techniczna, Płock 24-25 maja 2001. Płock na temat Zarządzanie Ryzykiem w Eksploatacji Rurociągów.



- L - długość wżeru mierzona wzdłuż osi rury
- t - grubość ścianki rury
- d - maksymalna głębokość wżeru
- SMYS - wartość atestowa granicy plastyczności materiału rury
- D - średnica zewnętrzna rury

Rys. 11.10.14.. Ocena przydatności użytkowej rury skorodowanej wg ASME B 31.6