

Aleksandra Rewolińska¹⁾

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA BADAŃ DIAGNOSTYCZNYCH RUROCIĄGU TRANSPORTUJĄCEGO WYSŁODZINY W CELU POPRAWY JEGO NIEZAWODNOŚCI

Streszczenie. Rurociągi, podobnie jak maszyny i urządzenia, ulegają naturalnemu zużyciu, a także uszkodzeniom. Ważne jest, aby w przypadku zmian zachodzących podczas eksploatacji obiektu reagować w odpowiednim momencie. W tym celu należy wykorzystywać uzyskane wyniki badań, które powinny stanowić podstawę do formułowania wniosków dających się praktycznie wykorzystać podczas eksploatacji obiektu, jego remontu lub podejmowania działań zapobiegawczych.

Słowa kluczowe: diagnostyka, rurociąg, naprawa.

WPROWADZENIE

Istotnym elementem wielu urządzeń technologicznych w przemyśle spożywczym są rurociągi. Rurociąg jest to zespół rur służących do transportu płynów z zachowaniem ich parametrów użytkowych tzn. temperatur, ciśnień, czy natężeń przepływu [1]. Integralną częścią rurociągu są również stacje pompujące, zawory oraz inne elementy wyposażenia. Rurociąg, który jest właściwie zaprojektowany, powinien zapewniać odpowiednią szczelność, bezpieczeństwo pracy, charakteryzować się niewielkimi oporami przepływu, a także umożliwić zamknięcie dowolnej części rurociągu w przypadku naprawy lub wymiany uszkodzonych elementów. Dodatkowo w rurociągach wykorzystywanych w przemyśle spożywczym istotne jest zapewnienie czystości i higieniczności przesyłanego środka spożywczego. Modernizacja rurociągów, której celem jest wydłużenie czasu ich bezpiecznej eksploatacji, wymaga pełnej wiedzy o stanie technicznym rurociągów, która uwzględnia całą historię eksploatacji. Jednak okazuje się, że największym problemem jest uzyskanie kompletnych danych o historii eksploatacji rurociągów; np. o zaistniałych awariach i sposobach ich usuwania, wymianach elementów, czy rodzajach stosowanej diagnostyki. Odrębnym problemem jest stan i zawartość dokumentacji technicznej rurociągów [2].

Dlatego ważne jest, aby w przypadku zmian zachodzących podczas eksploatacji obiektu reagować w odpowiednim momencie oraz gromadzić dane dotyczące jego

¹⁾ Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, e-mail: aleksandra.rewolińska@put.poznan.pl

eksploatacji. Uzyskane wyniki badań, powinny stanowić podstawę do formułowania wniosków dających się praktycznie wykorzystać podczas eksploatacji obiektu, jego remontu, a także podejmowania działań zapobiegawczych.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Rurociąg który poddano badaniom znajduje się w browarze w dziale warzelni piwa, w którym odbywa się produkcja brzezki. Brzezka jest półproduktem stosowanym przy produkcji piwa i stanowi wodny roztwór składników wyekstrahowanych ze słodu w procesie zacierania. Proces otrzymywania brzezki składa się z zacierania, filtrowania i wysładzania oraz gotowania brzezki z chmielem. Wszystkie procesy prowadzące do powstania brzezki przeprowadzane są w maszynach i urządzeniach przy wykorzystaniu szeregu urządzeń pomocniczych, które odpowiednio uszeregowane tworzą linie produkcyjne. Elementami pomocniczymi są rurociągi, które transportują określone produkty do dalszego przerobu. Jednym z etapów produkcji brzezki jest filtracja, która przebiega w kadziach filtracyjnych. Rurociąg który poddano ocenie łączy każdą filtracyjną ze zbiornikiem wysłodzin (młóta). Tłoczone rurociągiem wysłodziny stanowią pozostałości po odfiltrowaniu brzezki i wykorzystywane są jako pasza dla zwierząt.

Do badań wybrano dwa fragmenty rurociągu. Pierwszy z nich charakteryzuje się złożoną konfiguracją ułożenia oraz brakiem danych dotyczących wcześniejszych ocen jego stanu. Drugi odcinek był wcześniej modernizowany. Średnica badanego rurociągu wynosi 219,6 mm, natomiast grubość ścianki 6,3 mm. Diagnostowany rurociąg pokryty jest powłoką ochronną o grubości nieprzekraczającej 1 mm. Dostęp do rurociągu jest z zewnętrznej jego strony. Rurociąg należy do obiektów, których niezawodne działanie jest bardzo ważne, ponieważ jego awaria może przyczynić się do zablokowania pracy linii warzelni. Jest on eksploatowany na równi z pozostałymi obiektami warzelni, czyli pracuje w systemie ciągłym. W przypadku awarii rurociągu trwającej ponad 5 godzin należy zatrzymać pracę linii lub ograniczyć jej możliwości produkcyjne z uwagi na zablokowanie wydawania wysłodzin.

METODYKA BADAŃ

Do oceny możliwości wykorzystania wyników badań diagnostycznych rurociągu założono wykonanie następujących zadań:

- określenie aktualnego stanu rurociągu,
- zidentyfikowanie miejsc krytycznych,
- wyznaczenie częstotliwości przeprowadzania badań,
- naniesienie stałych punktów, w których wykonywane będą pomiary.

Ocena aktualnego stanu rurociągu pozwoli podjąć decyzję o dalszej jego eksploatacji lub ewentualnie podjęciu czynności naprawczych w określonym terminie. Z kolei identyfikacja miejsc krytycznych pozwoli zwrócić szczególną uwagę na miejsca narażone wyjątkowo na zużycie. Diagnozowanie całego rurociągu, w krótkich odstępach czasu, nie znajduje uzasadnienia w praktyce, co wynika nie tylko z wydłużonego czasu trwania badania, ale także małego prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia wszystkich odcinków rurociągu. Z praktyki wiadomo, że istnieją odcinki, które są szczególnie narażone na przedwczesne zużywania, np. kolanka czy miejsca łączenia rur. W tym przypadku przydatna jest historia uszkodzeń rurociągu, która umożliwi prognozowanie szybkości zużywania powierzchni. Natomiast naniesienie stałych punktów pomiarowych na powierzchnię rurociągu pozwoli na porównanie uzyskiwanych wyników badań [3].

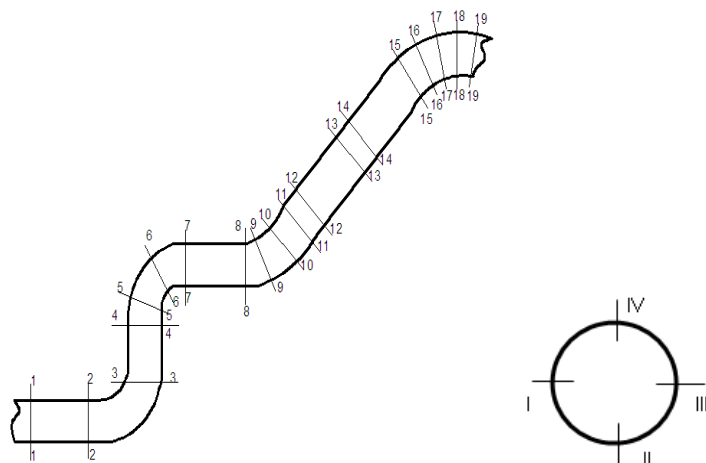
Jak podano wyżej, grubość ścianki rurociągu wynosi 6,3 mm. Jako kryterium przekroczenia wartości granicznej zużycia ścianki przyjęto 3 mm.

Urządzenie diagnostyczne, które wykorzystano do badań to ultradźwiękowy grubościomierz. Jest on przeznaczony do szybkich, nieniszczących pomiarów grubości materiałów o różnych kształtach, płaskich i profilowanych, a przede wszystkim ścian dostępnych z jednej strony. Grubościomierz umożliwia pomiary grubości elementów wykonanych ze stali, aluminium, stopów np. miedzi, tworzyw sztucznych, szkła oraz wielu innych materiałów. Warunkiem zastosowania grubościomierza jest możliwość przewodzenia przez badany materiał fal ultradźwiękowych. Wybrany przyrząd ma możliwość pomiaru powierzchni zabezpieczonych powłoką ochronną o grubości nie przekraczającej 1 mm. Przyrząd mierzy wówczas grubość ścianki konstrukcji z pominięciem warstwy ochronnej. Elektroniczny układ pomiarowy zasilany jest z akumulatorów oraz posiada głowicę pomiarową, przy pomocy której przetwarzane są impulsy elektryczne otrzymane z nadajnika na drgania ultradźwiękowe. Fala ultradźwiękowa wprowadzona do mierzonego materiału po odbiciu się od jego dna wraca do głowicy. Czas upływający od momentu wysłania impulsu elektrycznego do powrotu fali ultradźwiękowej jest proporcjonalny do grubości badanego materiału. Sygnały wejściowy i wyjściowy głowicy są automatycznie przetwarzane i przekazywane przez układ mikroprocesorowy, a wynik jest wyświetlany na wyświetlaczu przyrządu. Urządzenie ma możliwość zapamiętywania w swej pamięci wartości maksymalnej, minimalnej i średniej wartości grubości badanej ścianki.

WYNIKI BADAŃ

Pomiary wykonano dla dwóch odcinków rurociągu. Pierwszy odcinek nie posiada żadnej historii pomiarów został więc dosyć szczegółowo pomierzony, aby na podstawie tych pomiarów wnioskować o jego stanie oraz częstotliwości dokonywania kolejnych pomiarów w wybranych punktach. Rozkład naniesionych punktów

pomiarowych został przedstawiony na schematycznym rysunku rurociągu (rys. 1). Pomiar został dokonany w płaszczyźnie prostopadłej do osi rurociągu w czterech punktach oznaczonych odpowiednio I, II, III oraz IV. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 1.

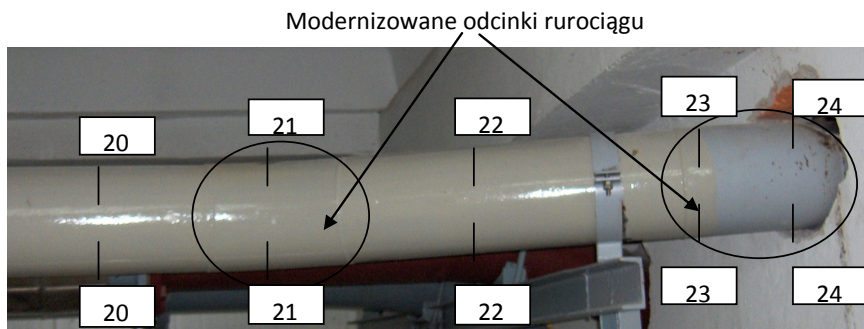


Rys. 1. Rozkład punktów pomiarowych naniesionych na pierwszy odcinek badanego rurociągu [4]

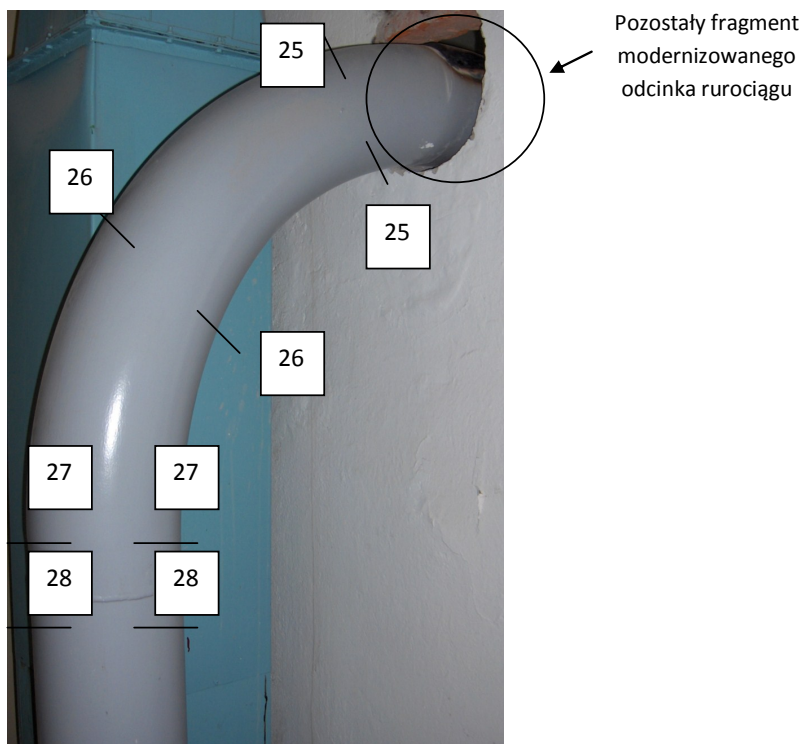
Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów grubości ścianki pierwszego odcinka rurociągu

Punkt pomiarowy	I	II	III	IV
1-1	3,0	2,6	2,5	3,3
2-2	2,7	2,8	2,7	4,5
3-3	2,4	2,8	2,6	4,7
4-4	3,7	2,6	3,4	4,1
5-5	2,8	3,3	2,0	2,5
6-6	4,0	4,1	4,0	2,7
7-7	3,8	4,8	3,1	3,8
8-8	4,0	4,9	4,5	3,9
9-9	3,5	4,1	4,3	4,0
10-10	3,9	3,2	5,1	3,5
11-11	3,1	4,2	5,0	3,5
12-12	4,9	4,6	5,2	4,6
13-13	5,4	5,6	5,5	4,7
14-14	5,7	5,7	5,8	4,6
15-15	5,4	4,1	5,5	4,0
16-16	3,7	5,3	3,4	3,1
17-17	3,0	5,1	3,1	3,9
18-18	3,7	4,9	2,5	3,3
19-19	4,5	4,9	4,8	3,5

Drugi odcinek rurociągu, który poddano badaniom był już wcześniej modernizowany. Modernizacja ta miała miejsce 4 tygodnie wcześniej i polegała na nałożeniu spawanych nakładek w wybranych miejscach. Badany rurociąg wraz z naniesionymi punktami pomiarowymi oraz modernizowanymi odcinkami przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Wyniki pomiarów wykonanych dla drugiego odcinka przedstawiono w tabeli 2.



Rys. 2. Badany drugi odcinek rurociągu z naniesionymi punktami pomiarowymi [4]



Rys. 3. Pozostały fragment drugiego odcinka rurociągu [4]

Tabela 2. Zestawienie wyników grubości ścianki drugiego odcinka rurociągu

Punkt pomiarowy	I	II	III	IV
20-20	5,1	5,3	4,9	5,5
21-21	5,0	2,3	2,6	4,5
22-22	4,4	5,5	4,3	4,6
23-23	3,7	5,6	4,8	4,6
24-24	2,0	2,9	4,1	2,6
25-25	3,6	4,3	3,3	2,1
26-26	4,1	3,7	2,6	2,2
27-27	2,9	5,0	3,2	2,1
28-28	4,9	4,5	4,7	4,5

PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE UZYSKANYCH INFORMACJI

Przeprowadzone badania odcinków rurociągu wykazały, że istnieją fragmenty, które wymagają podjęcia działań naprawczych. W przypadku pierwszego odcinka fragmenty, są to odcinki od punktu 1-1 do 6-6. Również odcinek oznaczony 18-18 posiada w jednym z punktów grubość ścianki poniżej krytycznej wartości 3 mm. Ponieważ rurociąg nie był wcześniej badany kolejne badania pozwolą oszacować intensywność zużywania. W tym celu należy zgromadzić odpowiednią liczbę wyników badań.

Drugi fragment rurociągu, który był już wcześniej modernizowany również wymaga podjęcia określonych czynności. Modernizowane odcinki (21-21 oraz 25-25) po upływie czterech tygodni posiadają grubości ścianek nieodpowiadające założonym wymaganiom. Dotyczy to również odcinków, które nie podlegały naprawie, czyli od 25-25 do 27-27. Służby utrzymania ruchu podjęły decyzję o wymianie tego odcinka na nowy.

WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynika wiele praktycznych informacji, które mogą sugerować zmiany w istniejącym podejściu do przeprowadzania badań diagnostycznych rurociągu. Proponowane zmiany wynikają nie tylko z przeprowadzonych badań, ale także z obserwacji przebiegu i organizacji remontów oraz wykonywanych konserwacji zapobiegawczych. Proponowane zmiany dotyczą przede wszystkim:

1. Umieszczenia na stałe punktów pomiarowych na powierzchniach rurociągu. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim miejsc szczególnie narażonych na zużycia, czyli kolanka czy miejsca łączenia rur. W badanym rurociągu punkty pomiarowe nie są umiejscowione na stałe i następne pomiary mogą odbywać się w innym miejscu, co utrudnia dokładną analizę.

2. Usystematyzowania przeprowadzanych badań, czyli cyklicznym ich wykonywaniu. Odcinki, które stanowią krytyczne fragmenty zaleca się aby początkowo kontrolować co 2 tygodnie. Zebrane dane pozwolą oszacować intensywność zużycia. Pozostałe elementy w odstępach 2 miesięcznych. Terminy te zostały ustalone na podstawie doświadczeń osób diagnozujących rurociągi oraz wyników badań modernizowanych odcinków. Wybrane terminy, po odpowiednim czasie eksploatacji i przeprowadzania badań, zostaną zweryfikowane. W przypadku przekroczenia wartości granicznej (3 mm) niezbędne jest powtórzenie czynności pomiarowych.
3. Analizy możliwości wprowadzenia zmian w konfiguracji wybranych elementów rurociągu. Dotyczy to przede wszystkim pierwszego odcinka od 1-1 do 6-6 w skład którego wchodzi dwa kolanka.

LITERATURA

1. PN-EN ISO 6708:1998 Elementy rurociągów - definicja i dobór DN (wymiaru nominalnego).
2. Brunné W.: Korzyści płynące z modernizacji rurociągów w celu wydłużenia czasu ich eksploatacji. Dozór Techniczny 1-2, 2010.
3. Niziński S., Michalski R.: Diagnostyka obiektów technicznych. Instytut Technologii i Eksploatacji, Radom 2002.
4. Mironowicz M.: Procedury diagnostyczne w zakładach przemysłu spożywczego. Praca dyplomowa. Politechnika Poznańska, WMRI, Poznań 2008.

POSSIBILITIES ASSESSMENT OF DIAGNOSIS RESEARCH USE OF TREBER PIPELINE FOR THE PURPOSE OF ITS RELIABILITY IMPROVEMENT

Summary

Pipelines like machines and devices are prone to natural usage and damages. Its important to respond in case of operation changes in the correct moment. To achieve it, research must be taken advantage of, to draw practical conclusions for the purpose of objects' repair and preventive measures.

Key words: diagnostic, pipeline, repair.