

Badanie zerowe nowo wybudowanych gazociągów

Testing of newly constructed high-pressure gas pipelines

Mateusz Bil*

Słowa kluczowe: diagnostyka tłokowa, tłoki inteligentne, gazociągi, transport gazu

Streszczenie

W artykule omówiono inspekcję tłokami nowych gazociągów. Celem tych badań jest sprawdzenie założeń projektowych, poprawności wykonania konstrukcji oraz prób ciśnieniowych.

Keywords: pigs diagnostics, intelligent pigs, gas pipelines, gas transport

Abstract

The article discusses the inspection of new gas pipelines with pigs. The aim of these tests is to verify the design assumptions, the correctness of the construction and pressure tests.

Wstęp

Badanie zerowe rurociągu jest realizowane na nowych konstrukcjach oddanych do użytkowania. W Polsce wytyczne dotyczące projektowania gazociągów przesyłowych wysokiego ciśnienia, wprowadzone przez Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A. dopiero w styczniu 2010 r., spowodowały, że każdy nowo wybudowany gazociąg przesyłowy co najmniej o średnicy DN200 powinien być poddany takiemu badaniu. [6] Jego głównym celem jest stworzenie bazy danych, opisującej stan początkowy rurociągu i będącej odniesieniem dla przyszłych inspekcji tłokami. Ponadto w ramach inspekcji tłokami pomiarowymi nowego odcinka rurociągu istnieje możliwość sprawdzenia założeń projektowych, poprawności wykonania konstrukcji (w tym: ułożenia rurociągu, wykonania prób ciśnieniowych, doboru zastosowanych materiałów – armatura, kształtki, działania systemu AKP, działania systemów nadania, odbioru i śledzenia tłoków, wykonania suszenia oraz rozruchu konstrukcji).

Wymagania techniczne

Jednym z istotnych elementów, niezbędnym do poprawnego wykonania badania zerowego, są wymagania techniczne konstrukcji gazociągu. Każdorazowo przed wykonaniem inspekcji dostawca urządzeń pomiarowych zwraca się do konstruktora rurociągu z prośbą o wypełnienie kwestionariusza. W dokumencie tym, poza podstawowymi informacjami dotyczącymi zamawiającego i lokalizacji konstrukcji, powinny znaleźć się dane dotyczące wymiarów śluzy nadania i odbioru tłoka, średnice wewnętrzne kształtek (łuki, trójniki), typ oraz wymiarowanie zaworów zamontowanych na części liniowej gazociągu.

Zgromadzenie tego rodzaju danych umożliwia dokonanie właściwego wyboru urządzenia pomiarowego, a jednocześnie obniża koszty inspekcji.

Należy pamiętać, że każda zmiana średnicy wewnętrznej rurociągu będzie powodowała zakłócenie przebiegu tłoka (w najgorszym wypadku stałe zatrzymanie). W związku z tym zmiany średnicy wewnętrznej powinny być łagodne.

Szczególnym przypadkiem zmiany średnicy wewnętrznej jest łuk. Jest to jeden z niewłaściwych elementów rurociągu gdzie zmianie ulega nie tylko kierunek biegu tłoka, lecz także prędkość oraz grubość ścianki. Zwykle łuki

budowane są z rury o grubszej ściance, co dodatkowo utrudnia pokonanie ich przez tłoki. Z geometrią łuków związane jest również zagadnienie promienia gięcia łuku. Aktualnie dąży się do tego, aby tłok inspekcyjny miał możliwość przechodzenia kolan o minimalnym promieniu gięcia 1.5D. Zdecydowanie lepiej jednak zastosować łuki o większym promieniu gięcia. Należy wziąć pod uwagę kwestię montażu bezpośrednio po sobie dwóch lub więcej łuków o innych kierunkach. Takie sytuacje są niezwykle niebezpieczne dla tłoka (szczególnie wielosegmentowego) i stanowią potencjalne miejsce trwałego zatrzymania się urządzenia. Zaleca się, aby pomiędzy dwoma kolejnymi łukami o innych kierunkach zastosować prosty odcinek rury o długości 1.5D.

Elementami niezbędnymi do wykonania czyszczenia i badania rurociągu są śluza nadania i odbioru tłoka. Przy projektowaniu i konstruowaniu tych elementów rurociągu należy zwrócić szczególną uwagę na odpowiednie ustalenie wymiarów komory, zwęzłek, łuków, zaworów, trójników oraz linii doprowadzających i odprowadzających medium ze śluzy. W związku z tym należy mieć świadomość, że:

- Zastosowanie zbyt krótkiej komory może doprowadzić do uniemożliwienia wykonania całego badania jednym tłokiem typu COMBO, zbierającym wszystkie informacje w trakcie jednego przebiegu (geometria wewnętrzna, ubytki metalu, posadowienie osi gazociągu i inne).
- Zastosowanie zbyt małego rurociągu doprowadzającego medium do śluzy może doprowadzić do uniemożliwienia nadania tłoka.
- Zastosowanie zbyt małego rurociągu odprowadzającego medium ze śluzy może doprowadzić do poważnych zakłóceń w pracy całego systemu – pojawienia się znaczącej różnicy ciśnień przed i za stacją, na której znajduje się śluza odbiorcza.

Kolejnym elementem niezbędnym do prawidłowego i bezawaryjnego wykonania prac związanych z nadaniem i odbiorem tłoka jest odpowiednie zaprojektowanie i wykonanie systemów wyrównywania i regulacji ciśnienia w komorze. Zastosowanie podwójnego zamknięcia w postaci zaworu kulowego oraz zasuw regulacyjnej w zupełności wystarcza, aby w sposób bezpieczny prowadzić prace związane nagazowaniem, odgazowaniem i wyrównaniem ciśnienia w komorze nadania lub odbioru tłoków.

W większości konstrukcji śluzy odbioru tłoka projektanci przewidują wykonanie zbiornika odbioru kondensatu. Jest to zwykle urządzenie ciśnieniowe pod pełnym dozorem UDT. Zwykle znajduje się poniżej komory

* Mateusz Bil, mgr inż., e-mail: bil.mateusz@interia.pl

odbioru tłoka, tak aby kondensat mógł grawitacyjnie do niego spływać. Takie położenie powoduje, że zwykle zbiorniki umieszcza się pod ziemią, co w znaczący sposób utrudnia ich dozór. Pojawia się w związku z tym pytanie: czy zbiornik kondensatu jest potrzebny?

Być może lepszym rozwiązaniem zamiast rozbudowanego orurowania podziemnego byłoby zastosowanie jedynie podłączenia do przewodzonego separatora trójfazowego, który każdorazowo można dostarczyć na miejsce, w czasie wykonywania czyszczenia czy badania rurociągu. [6]

Ostatnim elementem technicznym konstrukcji, niezbędnym do wykonania badania zerowego rurociągu, jest system śledzenia tłoków. Zastosowanie zestawu sygnalizatorów przejścia tłoka w bardzo prosty sposób informuje nas o przejściu tłoka przez kolejne punkty kontrolne. Podstawowy zestaw sygnalizatorów przejścia tłoka powinien składać się z:

- dwóch sygnalizatorów zamontowanych na służbie nadania tłoka (za zwężką i za trójnikiem głównym), [6]
- jednego sygnalizatora zamontowanego bezpośrednio za każdym zespołem zaporowo-upustowym,
- dwóch sygnalizatorów zamontowanych na służbie odbioru tłoka (za trójnikiem głównym i przed zwężką). [6]

Położenie sygnalizatorów na służbie nadania i odbioru tłoka ilustruje rys. 1. Przy okazji warto wspomnieć, że istnieją również inne systemy śledzenia tłoków:

- sygnalizatory nieinwazyjne (z możliwością montażu w dowolnym miejscu bezpośrednio na rurociągu, bez ingerencji w płaszcz rury);
- urządzenia akustyczne typu LeakPen czy geofon, umożliwiające słuchanie biegu tłoka w dowolnym miejscu na gazociągu, bez bezpośredniego kontaktu z rurą;
- zestaw markerów rejestrujących czas przejścia tłoków pomiarowych, które podobnie jak urządzenia akustyczne nie wymagają bezpośredniego kontaktu z rurociągiem;
- zestaw nadajnik-odbiornik, gdzie nadajnik montowany jest w tłoku, a odbiornik stanowi część wyposażenia zespołu śledzącego tłoki.

Wymagania ruchowe

Przed przystąpieniem do wykonania operacji tłokowania należy ustalić parametry ruchowe, jakie będą panować we wnętrzu rurociągu. Jednym z bardzo ważnych parametrów, wpływającym na prawidłowe wykonanie inspekcji, jest prędkość urządzenia pomiarowego. Równa i nieprzekraczająca pewnych wartości (zależnych od dostawcy tłoków) prędkość jest podstawą do zarejestrowania wszystkich danych o stanie rurociągu.

Aby uzyskać odpowiednie parametry ruchowe, niezbędne jest wykonanie odpowiedniego układu pomiaru i regulacji przepływu. W zależności od skali

inwestycji powinno rozważyć się zastosowanie systemu regulacji manualnej lub automatycznej (AKP). Oczywistym jest, że w trakcie realizacji całego procesu tłokowania informacja o przejściu tłoka przez kolejne punkty kontrolne pozwala na skorygowanie parametrów zadanych i odczytywanych z przepływomierza za instalowanego na początku lub końcu badanego rurociągu.

Innym aspektem związanym z zapewnieniem odpowiednich parametrów ruchowych jest dobór właściwego dla inspekcji medium, które posłuży do napędzania tłoków czyszczącego lub pomiarowego w trakcie realizacji prac.

Należy mieć na uwadze, że każde z mediów, które może zostać wykorzystane do napędzania podczas inspekcji ma swoje zalety i wady. Mimo tego jako medium najczęściej stosuje się:

- Gaz ziemny – wymaga zapewnienia odpowiedniego ciśnienia oraz przepływu. Ze względu na dużą ściśliwość, minimalne ciśnienie, które potrzebne jest w sieci, aby wykonać badanie, wynosi 20 bar, co przy połączeniu z istniejącym systemem przesyłowym w Polsce nie powinno stanowić problemu. Gdy odpowiednie ciśnienie jest zapewnione, należy jeszcze zaprogramować system w taki sposób, by zapewniona była odpowiednia wielkość przepływu gazu.
- Sprężone powietrze – zarówno firma T.D. Williamson, jak i inny dostawcy tłoków pomiarowych, nie dopuszczają wykorzystania powietrza jako medium napędzającego, ze względu na wysokie ryzyko zapalenia się tłoka.
- Azot – zastosowanie tego medium umożliwia wykonanie inspekcji w sposób bezpieczny. Jedynym problemem stanowić może pozyskanie takiej ilości azotu, która zapewni właściwe ciśnienie i przepływ w badanym rurociągu.
- Ropę i produkty ropopochodne – nie stwarzają większego problemu jeśli chodzi o ciśnienie. Ważne jest jednak zgromadzenie odpowiedniej ich ilości, aby zapewnić właściwą prędkość urządzeń pomiarowych.
- Wodę – podobnie jak w przypadku ropy umożliwia wykonanie inspekcji przy bardzo niskich ciśnieniach. Problem, który należy rozwiązać, to miejsce poboru i zrzuć wody, dokumentacja i pozwolenia wodnoprawne, które wymagają odpowiednio wcześniejszych uzgodnień.

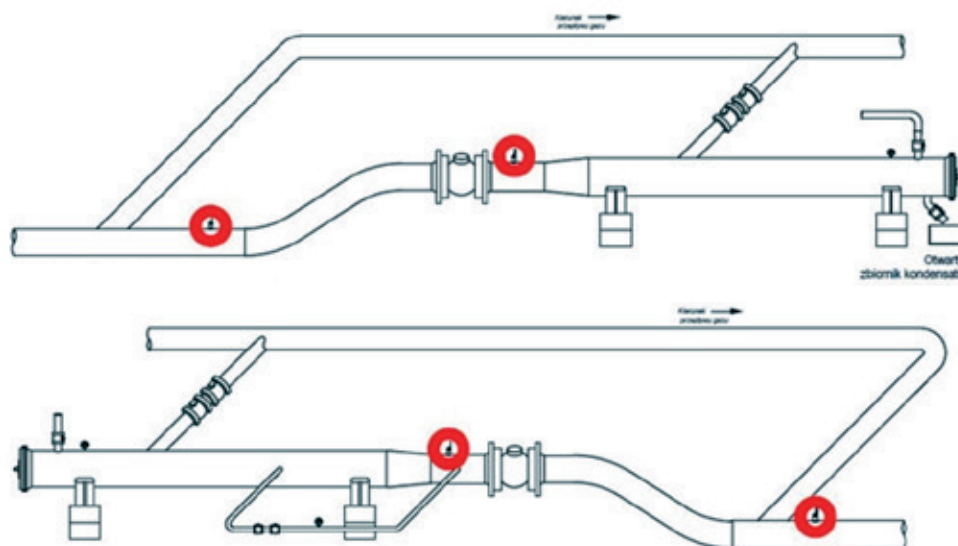
Poniższe zestawienie dokumentuje wymagania ruchowe dla przykładowych mediów stosowanych do realizacji inspekcji.

	Woda	Azot (20 bar)
DN500	0.4 m ³ /s	7.8 m ³ /s
DN700	0.8 m ³ /s	15.4 m ³ /s

Przygotowanie do inspekcji

W ramach przygotowań do wykonania inspekcji niezbędne jest wykonanie pewnych działań asekuracyjnych w celu uniknięcia ewentualnych komplikacji.

ROZMIESZCZENIE STAŁYCH SYGNALIZATORÓW PRZEJŚCIA TŁOKA



Rys. 1a Służba odbioru tłoka
Fig. 1a The Pig Launcher

Rys. 1b Służba nadania tłoka
Fig. 1b The Pig Receiver

Każdorazowo do realizacji prac związanych z inspekcją wewnętrzną rurociągu niezbędne jest sporządzenie instrukcji, zawierającej podstawowe zasady obowiązujące w trakcie wykonywania zadania. W ramach przygotowań wykonawca inspekcji dokonuje objazdu rurociągu w celu zmierzenia elementów armatury, zlokalizowania punktów referencyjnych dla śledzenia przebiegu tłoka, sprawdzenia położenia zaworów i poprawności działania sygnalizatorów, sprawności komory nadania i odbioru tłoka oraz zbiornika odbioru kondensatu (jeżeli taki występuje). Na podstawie dokonanych oględzin dokonuje się doboru odpowiedniego dla danego rurociągu narzędzia pomiarowego, które zapewni najwyższą jakość badania. Następnie sporządza się instrukcję, opisującą cały zakres prac związanych z nadaniem, śledzeniem i odbiorem toków, a także utylizacją odpadów powstających w trakcie czyszczenia i inspekcji.

Rodzaje inspekcji umożliwiających wykonanie badania zerowego

W zależności od wymagań, które zostały postawione przez zamawiającego, rozróżnić możemy kilka podstawowych rodzajów inspekcji.

Badanie geometrii wewnętrznej – realizowane jest przez różnego rodzaju tłoki, począwszy od zwykłego tłoka czyszczącego z zamontowaną aluminiową tarczą kalibrującą, skończywszy na wysokiej jakości tłokach pomiarowych, w których do pomiaru służą mechaniczne ramiona lub cewki elektromagnetyczne. [4]

Zastosowanie tłoka czyszczącego nie daje pełnego obrazu tego, co znajduje się wewnątrz rurociągu drożności rury.

Zastosowanie jednokanałowych tłoków typu „Kaliper”, z mechanicznym pomiarem ugięcia ramion oraz pomiarem dystansu, pozwala na określenie wszystkich przewężeń rurociągu. Niestety nie daje możliwości opisanie ich charakteru. Dodatkowo, z racji tego, że ramiona osłonięte są manszetą wykonaną z poliuretanu, dochodzi do wytarcia manszety i minimalnego zafalszowania wyniku pomiaru.

Zastosowanie wielokanałowych tłoków typu K360, z mechanicznym pomiarem ugięcia każdego z ramion osobno oraz pomiarem odległości, daje pełen obraz stanu badanego rurociągu. Niestety, również i w tym przypadku, wytarcie manszety osłaniającej ramiona może zafalszowywać wynik.

Zastosowanie wielokanałowych tłoków wysokiej rozdzielczości typu DEF, z mechanicznym pomiarem ugięcia każdego z ramion osobno (ramiona dotykają bezpośrednio ścianki badanego rurociągu) wraz z pomiarem odległości, w pełni obrazuje stan geometrii rurociągu. Wśród przykładów detekcji można wymienić: wgniecenia i rozpęczenia płaszcza rury oraz dodatkowe potwierdzenie występowania wewnętrznych ubytków metalu, wykrytych przez tłok MFL. Dzięki wysokiej rozdzielczości, pomiar wykonywany przez tłoki typu DEF porównywalny jest z dokładnością badania manualnego.

Badanie tłokiem magnetycznym wysokiej rozdzielczości typu MFL realizowane jest przez różnego rodzaju tłoki, o zgoła różniącym się wyglądzie. Technologia pomiaru pozostaje jednak zawsze taka sama. Wszystko opiera się o właściwe namagnesowanie i odczytanie jego zmian w ściance badanego rurociągu. Inny poziom namagnesowania będzie występował w rurze, której grubość ścianki jest mniejsza, i inny, której jest większa. Różny stopień namagnesowania zostanie zarejestrowany w miejscach, w których w pobliżu rurociągu lub w bezpośrednim kontakcie z płaszczem rury znajdują się przedmioty ferromagnetyczne, np. inne rurociągi, rury osłonowe, przewody i inne. [4]

Na rynku dostępnych jest wiele typów tłoka MFL i technologia ta cały czas jest rozwijana, co pozwala na rejestrację coraz większej liczby defektów niewykrywalnych wcześniej.

Tłok TFI jest rozwinięciem technologii MFL, w której tradycyjny układ biegunów magnesu (biegun północny z przodu a południowy z tyłu) został obrócony o 90 stopni. W wyniku tej modyfikacji linie pola magnetycznego przebiegają w poprzek, a nie jak w przypadku tradycyjnego tłoka MFL wzdłuż osi rurociągu. Tego typu rozwiązanie pojawiło się na rynku po tym jak odkryto, że zwykły tłok magnetyczny nie jest w stanie właściwie wykrywać i wymiarować szczelin i pęknięć wzdłużnych tak groźnych dla integralności rurociągu. Niestety jak każde rozwiązanie ma również i swoje wady. Przede wszystkim tego typu urządzenie składa się przynajmniej

z dwóch, a nie jak w przypadku tłoka MFL segmentów pomiarowych, a co za tym idzie jest urządzeniem dłuższym i cięższym. Oprócz tego układ linii sił pola magnetycznego nie pozwala na właściwą detekcję anomalii obwodowych typu pęknięcia, szczeliny czy bruzdy. [4]

Rozwiązaniem, które łączy w sobie zalety standardowego tłoka MFL oraz tłoka TFI jest konstrukcja nazywana spiralnym MFL-em – SpiralALL™MFL. W projekcie tego urządzenia za podstawę wykorzystano pomysł z odwróconego MFL-a. Prostopadłościenna płyta magnesu, na której bieguny zmieniają się wzdłuż krótszego boku, został skrócony zgodnie z poniższym schematem. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwoliło na uzyskanie przebiegu linii pola magnetycznego ukośnie do obwodu rurociągu. Takie rozwiązanie pozwala wykrywać zarówno defekty osiowe, jak i obwodowe. Niestety obecnie konieczne jest dołączenie do segmentu spiralnego dodatkowego modułu, wyglądającego jak standardowy MFL, wyposażonego w sensory IDOD, determinujące położenie wykrywanych wad wewnątrz lub na zewnątrz badanego rurociągu. [4]

Badanie tłokiem UT realizowane jest tylko przez jeden rodzaj tłoków, wyposażonych w głowice ultradźwiękowe. Podstawowym wymaganiem dla tego typu badania jest rurociąg wypełniony cieczą z możliwie jak najmniejszą ilością powietrza lub innych gazów. Urządzenie pomiarowe UT, poprzez odczyt echa, dokonuje odbicia fali UT od ścianki rurociągu. Takie badanie pozwala dokładnie zmierzyć grubość ścianki w każdym miejscu. Przy właściwym rozmieszczeniu głowic na obwodzie tłoka możliwe jest wykrycie nawet najmniejszych defektów typu *pinhole*, niewykrywalne dla tłoków magnetycznych. Inspekcja takim tłokiem niestety nie ma większego zastosowania w gazownictwie, gdyż wiąże się z opróżnieniem gazociągu z gazu i zalaniem go cieczą, np. wodą. Takie rozwiązanie jest bardzo kosztowne i wymaga zaangażowania dodatkowych urządzeń technicznych, jak chociażby: pompy wodne, wysokowydajne sprężarki powietrza, urządzenia osuszające powietrze oraz zestaw tłoków rozdzielczych. Kolejnym ograniczeniem dla badania UT w gazociągu jest alternatywne zapewnienie dostaw gazu dla odbiorców znajdujących się na końcu badanego rurociągu. W przypadku niewielkich odbiorów można zastosować zasilanie awaryjne z autocystem CNG lub LNG, natomiast w przypadku dużych odbiorów jedynym rozwiązaniem jest gazociąg alternatywny tworzący obieg dla badanego rurociągu. [4]

Badanie tłokiem EMAT to zupełnie nowa technologia, która wykorzystuje zasadę działania tłoków UT, jednak zamiast głowic ultradźwiękowych urządzenie to wyposażono w cewki elektromagnetyczne. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania nie potrzebna jest ciecz, która przenosić będzie fale pola elektromagnetycznego. Technologia ta jest cały czas rozwijana i stopniowo pojawiają się urządzenia dla wszystkich popularnych średnic rurociągów. [4]

Pomiar posadowienia osi rurociągu XYZ (Mapping) realizowany jest przez urządzenie zwykle montowane jest w jednym z podstawowych tłoków pomiarowych, np. MFL, TFI, DEF i inne. Sam element dokonujący pomiaru jest precyzyjnym żyroskopem, zwanym IMU (Inertial Measurement Unit), który odczytuje zmiany kątów w funkcji czasu. Dane te, połączone z informacjami z punktów referencyjnych (szczegółowy domiar GPS, czas przejścia tłoka), tworzą profil rurociągu, na który następnie nakładane są dane z księgi rurociągu, zawierające szczegółowy opis elementów wykrytych, np. przez tłok MFL. Posadowienie osi rurociągu jest tym dokładniejsze, im częściej rozmieszczone są punkty referencyjne i rzadziej występują zakłócenia pracy żyroskopu (np. drgania). Większość wykonawców inspekcji w swoich specyfikacjach podaje, że dokładność danych GPS prezentowanych w raporcie jest nie mniejsza niż ± 1 m przy różnych poziomach ufności (zwykle 80%). W praktyce dane o posadowieniu osi rurociągu mogą być wykorzystywane do lokalizacji zarejestrowanych defektów, ale nie da się na ich podstawie precyzyjnie określić przykrycia rurociągu. [4]

Inspekcja rurociągu przy wykorzystaniu tłoków typu COMBO realizowana jest przez urządzenia posiadające co najmniej dwa typy technologii pomiarowych, np. MFL+DEF. Aktualnie rozwijana jest możliwość rejestracji dużo większej ilości danych przez tzw. tłoki MDS (Multi Data Set), które łączą w sobie następujące technologie: MFL, DEF, SMFL, IDOD, XYZ, LFL. To rozwiązanie pozwala bardzo dokładnie określić rodzaj anomalii oraz zagrożenia, jakie się z nią wiążą.

Dokumenty (normy)

Aby zapewnić wysoką jakość inspekcji oraz raportów, wprowadzone zostały standardy – normy opisujące szczegółowo wymagania, jakim powinny sprostać firmy wykonujące inspekcje. Wśród różnego rodzaju regulacji warto wymienić kilka dokumentów, które są szczególnie ważne zarówno dla dostawców urządzeń pomiarowych, jak i operatorów rurociągów. Są wśród nich:

- Amerykańska norma **API 1163 APR 2005**, która opisuje wszystkie wytyczne związane z inspekcją wewnętrzną rurociągów i zawiera odniesienia do norm regulujących wybrane zagadnienia w sposób szczegółowy. [2]
- Amerykańska norma **ANSI ASNT ILI-PQ 2005**, dokładnie opisująca zasady szkolenia oraz wymagania względem personelu dokonującego inspekcji rurociągu, a także zawierająca analizy danych z badania tłokami pomiarowymi. [1]
- Międzynarodowe wytyczne **POF 2009 specification**, szczegółowo opisujące wymagania dotyczące badania i raportowania, wystosowane przez Forum Operatorów Rurociągów (Pipeline Operators Forum). [5]
- Amerykańska norma **ASME B31G**, która precyzyjnie określa zasady oceny defektów i ich ważności w integralności rurociągu. [3]

Opracowanie wyników i prezentacja raportu

Większość tłoków pomiarowych działa na zasadzie rejestracji danych w funkcji czasu. Dopiero po skopiowaniu informacji zebranych przez tłok do komputera możliwe jest powiązanie ich z dystansem. Analiza materiału zgromadzonego przez urządzenie jest czasochłonna i złożona. Aktualnie dąży do tego się, by maksymalnie zautomatyzować proces oceny zarejestrowanych anomalii, co pozwoli na skrócenie czasu tworzenia raportu. Pomimo tego praca analityka, który ma za zadanie sprawdzić poprawność oceny dokonanej przez komputer, jest nadal ważnym elementem. Wysokiej klasy analityk musi posiadać odpowiednie doświadczenie w zakresie odczytu i interpretacji informacji. Wygenerowanie samego raportu jest zwykle dość prostą czynnością i polega na powiązaniu bazy danych, stworzonej dla konkretnego badania, z programem generującym raport. Zwykle składa się on z kilku lub kilkunastu rozdziałów, których wygląd w przypadku każdego z wykonawców badania może się różnić. Do podstawowych elementów raportu należą jednak:

- Podsumowanie wyników inspekcji – zawiera bardzo proste i podstawowe informacje na temat czasu i miejsca wykonania badania oraz personelu dokonującego obsługi urządzenia pomiarowego i analizy danych.
- Parametry urządzenia pomiarowego – zawiera zarówno warunki, w jakich może pracować tłok, jak i informacje, w jakich okolicznościach badanie się odbywało.
- Zestawienie zbiorcze i statystyka danych – jest pierwszym tabelarycznym zestawieniem, pokazującym jakie zjawiska/anomalie zostały wykryte w trakcie badania i analizy danych.
- Księga rurociągu – zawiera szczegółowe informacje o wszystkich zmianach (anomaliiach) zarejestrowanych w trakcie inspekcji rurociągu, w tym spoiny, armaturę, wady i inne.
- Wykaz anomalii – zawiera szczegółowy opis anomalii, tj. ubytków metalu zarejestrowanych w trakcie badania tłokiem pomiarowym.
- Diagram kryterialny istotności wykrytych ubytków metalu.
- Arkusze szczegółowej oceny wybranych anomalii – to zestaw kart opisujących wybrane anomalie, w tym również poprzedzające wadę i następujące po niej odcinki rurowe.
- Podsumowanie wyników inspekcji rurociągu – jest to zestawienie różnego rodzaju informacji posegregowanych według pewnych kryteriów. Są wśród nich: Histogram z parametrem ciśnienia, histogram z parametrem głębokości ubytku, diagram pozycji zegarowej ubytku, wykres prędkości urządzenia pomiarowego, wykaz obiektów metalowych, Wykaz rur osłonowych, wykaz wykrytych wgnieceń, zestawienie anomalii spoin obwodowych, zestawienie uprzednio wykonanych napraw, wykaz lokalizacyjnych punktów odniesienia, wykaz zmian nominalnej grubości ścianki rurociągu, metoda oceny defektów.

- Słowniczek stosowanych terminów – składa się na niego rozwinięcie większości skrótów zastosowanych do opisu zjawisk zarejestrowanych podczas inspekcji.
- Specyfikacje wymiarowe oraz wykrywalności anomalii – to informacja dla zamawiającego o tym, jakiego rodzaju anomalie zostały wykryte i jaka jest dokładność wymiarowania wszystkich wad. [5]

Ocena ryzyka

Inspekcja rurociągu daje możliwość oceny stanu rurociągu. Zaleca się powtarzanie badań w odpowiednich odstępach czasowych. Każdy z operatorów może sam dla własnych potrzeb ustalić, w jakich odstępach czasu będzie wykonywane powtarzane badanie tłokami pomiarowymi. Możliwość monitorowania procesu starzenia rurociągu pozwala na podjęcie właściwych kroków w kierunku zapobiegnięcia powstawania sytuacji awaryjnych. Badanie zerowe, wykonywane na początku pracy rurociągu, jest swego rodzaju punktem odniesienia do późniejszych inspekcji, które mogą wskazać miejsca mniej lub bardziej niebezpieczne dla integralności rurociągu. Z czasem, gdy rurociąg będzie już eksploatowany, mogą pojawić się pytania dotyczące jego dalszego funkcjonowania. Wiele z nich wiązało się będzie z powstającymi w trakcie tzw. „życia gazociągu” ubytkami metalu.

W trakcie analizy ekonomiczno-technicznej przede wszystkim należy rozważyć kwestię związaną z ilością i wielkością anomalii rurociągu. Następnie należy rozważyć, w jaki sposób zamierzamy zapewnić bezpieczne eksploatowanie rurociągu. Możliwości oczywiście jest wiele i każda ma swoje wady i zalety. Wśród typowych możliwości wymienić można:

- naprawę tymczasową kompozytowymi opaskami naprawczymi (ClockSpring, ResQWrap, SynthoGlass);
- wymianę odcinków rurociągu zagrażających jego integralności z wykorzystaniem metody klasycznej (rzut medium z remontowanego odcinka) lub metody hermetycznej, umożliwiającej dalszą pracę rurociągu pomimo remontu;
- obniżenie ciśnienia roboczego do wartości niezagrażającej integralności rurociągu, które wiązać się będzie również z obniżeniem przepustowości;
- budowę nowego rurociągu, równoległego do starej nitki, wraz z obniżeniem parametrów lub całkowitym wyłączeniem starego rurociągu.

Decyzja o wyborze właściwego działania w dużej mierze zależeć będzie od możliwości ekonomicznych właściciela/operatora rurociągu i wymagań technicznych, które sobie będzie stawiał.

Podsumowanie

Badanie zerowe tłokami pomiarowymi nowo wybudowanego rurociągu jest ważne dla sprawnego funkcjonowania tej konstrukcji. Dzięki wciąż rozwijającym się metodom badawczym możliwe jest bardzo dokładne skontrolowanie wykonania rurociągu. Jednocześnie, powtarzając badania w odpowiednich interwałach czasowych, możliwe jest pełne udokumentowanie procesu starzenia się poszczególnych rur w czasie ich eksploatacji. Co więcej, każda ponowna inspekcja może informować o lokalnych zagrożeniach, wynikających z różnego rodzaju anomalii, takich jak korozja, inne ubytki metalu, wgniecenia, rozpęczenia i inne wady geometryczne. Wczesne rozpoznanie zagrożenia pozwala uniknąć wielu sytuacji awaryjnych i wypadków.

LITERATURA

- [1] ANSI ASNT ILI-PQ 2005 (ILI Personnel Qualification and Certification).
- [2] API 1163 APR 2005 (ILI System Qualification Standard).
- [3] ASME B31.G 1991 (Remaining Strength of Corroded Pipelines).
- [4] Guide to Pigging – Pipeline Performance, T.D. Williamson Inc. 2011, s. 13-14, 17, 23-26, 41-51, 63-65.
- [5] POF 2009 (Specifications and requirements for intelligent pig inspection of pipeline Version 2009) s. 12-22.
- [6] Wytyczne OGP GAZ-SYSTEM S.A. w zakresie projektowania gazociągów przesyłowych wysokiego ciśnienia, styczeń 2010, edycja 1.0: https://przetargi.gaz-system.pl/pz?MP_module=main&MP_action=sivzDownload&iRepository=1184867563¬ificationIdentity=1184867545&iContractorDepartment=-1 [dostęp: 7.04.2015], s. 12, 19, 20.