

Badania nieniszczące w diagnostyce technicznej

Non-destructive testing in technical diagnostic

Streszczenie

Artykuł dotyczy wykorzystania tzw. *technik przesiewowych* (*screening techniques*) w diagnostyce eksploatawanych urządzeń technicznych, zastosowanych głównie do wykrywania korozji/erozji w rurach i zbiornikach. W artykule przedstawiono wybrane techniki, ich możliwości i ograniczenia, a także korzyści z ich stosowania. Jednak celem artykułu nie jest szczegółowa prezentacja takich technik, lecz metodologia postępowania, gdy chcemy je wykorzystywać w programach nadzorowania urządzeń technicznych. Istotne jest, jak wybrać odpowiednią technikę do określonego zastosowania na podstawie wiedzy o tym, co chcemy wykryć i co dana technika „może wykryć” oraz jaki jest stopień zaufania w przypadku, gdy nie zostały wykryte żadne defekty.

Abstract

The paper describes the application of non-destructive testing in the diagnostic of operating technical equipment with particular emphasis on the so-called screening techniques, used primarily for the detection of corrosion / erosion in pipes and tanks. This paper presents some techniques and their capabilities and limitations, and benefits from their use. However, the objective of the paper is the methodology to use them in monitoring program of the operating equipment but not presentation of such techniques with the details. It is important to choose the appropriate technique for a specific application based on the knowledge about the expected defect and what is the level of trust in case you do not get any defects.

Wstęp

Eksploatowane urządzenia techniczne podlegają okresowej kontroli i ocenie stanu w celu zapewnienia bezpiecznej eksploatacji. Najczęściej wykonuje się badania nieniszczące metodami tradycyjnymi, do których należą np. metoda ultradźwiękowa, magnetyczna proszkowa, penetracyjna, wizualna czy radiograficzna itd.

W ostatnich latach powstaje wiele zaawansowanych technik ww. metod badawczych, które często pozwalają na szybsze i tańsze zastosowanie. Techniki takie stosowane są w nadzorowaniu urządzeń technicznych jako tzw. *techniki przesiewowe*, mające za zadanie wstępną, najczęściej jakościową kontrolę obszarów krytycznych urządzenia lub obszarów niedostępnych dla metod tradycyjnych.

W przypadku obszarów krytycznych, które są reprezentatywne dla określonych warunków eksploatacji urządzenia, wynik badania techniką przesiewową jest informacją, na podstawie której podejmuje się decyzję.

Jeśli wynik jest negatywny, wskazujący na najczęściej spodziewaną degradację – należy badać dalej metodą tradycyjną po uprzednim przygotowaniu do badania (np. zdjęciu izolacji, przygotowaniu powierzchni itp.) w celu wykrycia ewentualnych nieciągłości oraz określenia ich rozmiaru i dokładnego położenia. W przypadku wyniku pozytywnego można podjąć decyzję o dalszej eksploatacji do kolejnego badania.

Dla obszarów niedostępnych lub trudnodostępnych techniki przesiewowe mogą stanowić jedyny sposób ich zbadania.

Należy mieć świadomość, że techniki te nie mogą zastępować wprost metod tradycyjnych. W każdym przypadku konieczne jest opracowanie odpowiedniego programu badań technikami przesiewowymi z uwzględnieniem uzupełnienia ich badaniami metodami tradycyjnymi. Taki program badań należy traktować jako indywidualny, swoisty dla danego urządzenia/ zespołu urządzeń pracujących w takich samych/podobnych warunkach, po ustaleniu obiektów/obszarów krytycznych.

W artykule przedstawiono wybrane techniki przesiewowe wykorzystywane w przypadku wykrywania zjawisk korozji/erozji w zbiornikach i rurociągach oraz ich możliwości i ograniczenia, a także korzyści z ich

stosowania. Jednak celem artykułu nie jest zapoznanie ze szczegółami takich technik, lecz metodologią postępowania, gdy chcemy je wykorzystywać w programach nadzorowania urządzeń technicznych. Istotne jest, jak wybrać odpowiednią technikę do określonego zastosowania na podstawie wiedzy o tym, co chcemy wykryć i co dana technika „może wykryć” oraz jaki jest stopień zaufania w przypadku, gdy nie zostały wykryte żadne defekty.

Typowanie techniki przesiewowej

Dobór techniki przesiewowej, podobnie jak metody badawczej, w szczególności zależy od rodzaju spodziewanego defektu/mechanizmu degradacji oraz czułości badania. Niektóre techniki są bardziej, inne mniej odpowiednie do osiągnięcia celu, chociaż potencjalnie wydaje się, że jest co najmniej kilka, które na pierwszy rzut oka mogłyby zostać zastosowane. Dlatego też koniecznie należy wziąć pod uwagę mocne strony i ograniczenia techniki w określonym zastosowaniu. W tabelicy I przedstawiono informacje, które są konieczne w celu doboru i planowania technik przesiewowych podczas eksploatacji. Należą do nich: identyfikacja obiektu i jego projekt, typ i funkcja urządzenia, szczegóły eksploatacji i remontów, szczegółowe rysunki, naprawy i modernizacje, wyniki poprzednich kontroli i badań, doświadczenia ogólne na podobnych urządzeniach, wymagania dotyczące dostępu/rusztowania, ograniczenia wynikające z zachowania bezpieczeństwa, ograniczenia wynikające z warunków przeprowadzania badania, możliwe/spodziewane defekty/rodzaj degradacji, ograniczenia potencjalnej techniki przesiewowej [1, 5, 6]. Często jest tak, że wydaje się, iż potencjalnie istnieje kilka technik, które mogą służyć wykryciu danego typu defektu/degradacji. Jednak trzeba wybrać jedną z nich. Jak to zrobić? W tabelicy II przedstawiono informacje o możliwościach doboru technik do wykrywania korozji ogólnej, wżerowej i erozji [1]. W dalszej części artykułu zaprezentowane zostały, dla przykładu, różne techniki przesiewowe mogące mieć zastosowanie ze względu na ich podstawy fizyczne do wykrywania korozji ogólnej, wżerowej i erozji.

Przegląd technik przesiewowych i możliwości ich zastosowania

Techniki przesiewowe – podstawy fizyczne, możliwości i ograniczenia

Wśród technik przesiewowych można wyróżnić techniki ultradźwiękowe, radiograficzne oraz elektromagnetyczne/elektryczne. Techniki ultradźwiękowe to np.: Guide Wave, Chime, Lorus, Emat, Verkade, Tofd,

M-Skip, Rapidscan. Techniki radiograficzne to: Lixi, SCAR czy Thruvu. Wreszcie magnetyczne: Slofec, Pec, Mfl czy Microwave.

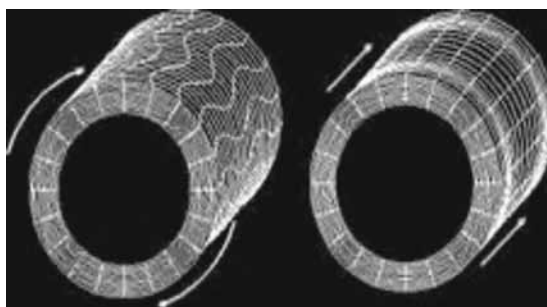
W tabelicy III przedstawiono niektóre z ww. technik przesiewowych pod względem zasad ich działania, możliwości i zastosowania oraz ograniczeń, przy czym dane te dotyczą konkretnych zastosowań, po opracowaniu specjalnego wyposażenia badawczego, przeprowadzeniu badań i weryfikacji ich wyników innymi metodami – tradycyjnymi – badań nieniszczących.

Wybrane techniki przesiewowe

Technika Guided Wave (Teletest) Teletest to technika ultradźwiękowa dalekiego zasięgu, która ma główne zastosowanie do badania i wykrywania korozji na długich, bezkolnierzowych rurociągach naziemnych/nadziemnych. Jest to sposób, który umożliwia zbadanie dużej objętości rurociągu z jednego położenia zespołu przetworników piezoelektrycznych opasujących rurę, co przedstawiono na rysunku 1. Sygnał ultradźwiękowy jest wysyłany w obu kierunkach wzdłuż rury (rys. 2), co pozwala na przeskanowanie 100% objętości jej ścianki, zapewniając jednoczesną kontrolę wzdłuż i obwodowo. Wymagany jest bezpośredni dostęp do badanej powierzchni. Jest to sposób na szybkie wykrycie korozji zewnętrznej i wewnętrznej na długich odcinkach rurociągów. Na możliwości zastosowania tej techniki mają wpływ takie czynniki jak rodzaj i stan powłoki niemetalicznej, lepkość medium wewnątrz rurociągu oraz geometria rur (równoległość ścianek, owalizacja). System pozwala na wykrycie większości ubytków przekraczających 5% pola powierzchni przekroju poprzecznego rury [1].

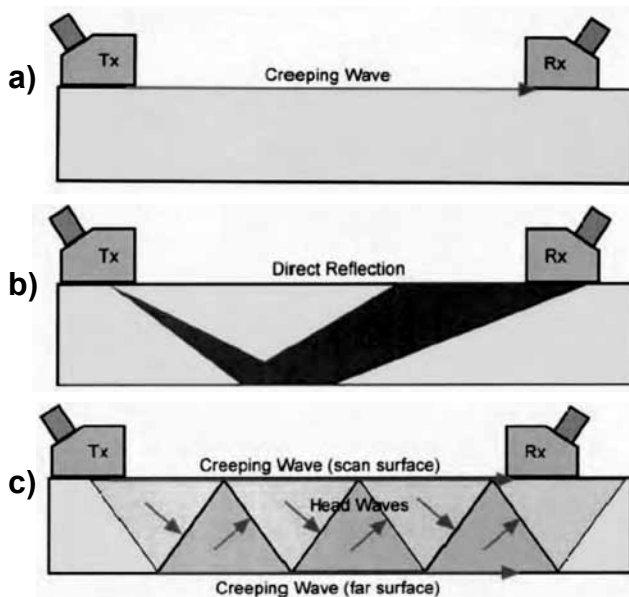


Rys. 1. System Teletest [2]
Fig. 1. Teletest system [2]



Rys. 2. Kierunki badania w systemie Teletest [1]
Fig. 2. Direction of testing in Teletest [1]

Technika CHIME (Creeping/Head wave Inspection Method). Jest to szybka, o średnim zasięgu, technika ultradźwiękowa opracowana jako przesiewowa, głównie dla wykrywania korozji na rurach pod podporami. Badanie odbywa się między dwoma głowicami kątowymi, które emitują fale poprzeczne pod kątem krytycznym tak, że powstają 3 rodzaje fal (rys. 3). Za pomocą głowic kątowych, w których klinie wiązka fal podłużnych pada na powierzchnię kontaktową głowicy pod trzecim kątem krytycznym dla granicy, jaką tworzy materiał klina z materiałem badanego elementu, generowana jest fala pelzająca (powierzchniowa).



Rys. 3. Generowanie fal ultradźwiękowych w technice Chime [1]: a) pomiędzy głowicami kątowymi Tx nadawczą i Rx odbiorczą powstaje fala pelzająca (*creeping wave*), b) pomiędzy głowicami Tx i Rx powstaje fala objętościowa o niskiej amplitudzie (*bulk wave*), c) generowanie fal Chime (*head waves*)

Fig. 3. The ultrasonic waves generating in Chime [1]:

Fale Chime są falami poprzecznymi generowanymi pod kątem krytycznym 33° . Fala pelzająca jest tworzona na powierzchni skanowanej, gdy fala Chime odbija się od przeciwnej powierzchni. Fala powierzchniowa jest odbierana przez odbiornik. W ten sposób uzyskuje się bezpośrednią zależność pomiędzy przedziałem czasowym a szczytami fal Chime i grubością badanego materiału [1].

Technika Lorus (Long Range Ultrasonic System). Technika Lorus jest techniką ultradźwiękową o dalekim zasięgu i zawiera głowice kątowe współpracujące z systemem rejestracyjnym, generujące fale objętościowe (rys. 4). System ten został opracowany do szybkiego przeglądu trudno dostępnych miejsc, np. wykrywania korozji pod pierścieniami zewnętrznymi zbiornika. Z jednego miejsca dostępu uzyskuje się z odległości do 1 m informacje o występowaniu ubytków korozyjnych. Powstaje trójwymiarowa mapa projekcyjna lokalizacji i wielkości obszarów występowania

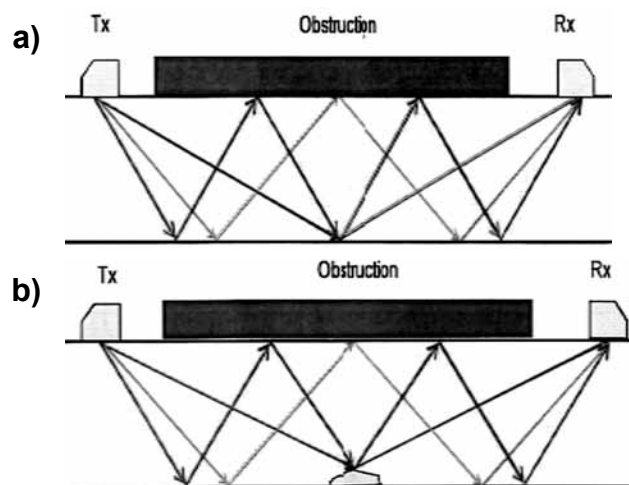
korozji. Do ograniczeń należy konieczność przygotowania powierzchni skanowanej. Możliwe jest badanie przez powłoki, jeśli ich stan jest dobry i dobre jej przyleganie do powierzchni. Ważnym ograniczeniem jest to, że trudno rozróżnić, czy ubytek jest na powierzchni zewnętrznej zbiornika, czy na powierzchni wewnętrznej pierścienia.



Rys. 4. Idea techniki Lorus [1]

Fig. 4. Lorus technique idea [1]

Technika M-skip (Multi-skip). M-skip to szybka, o średnim zasięgu, technika ultradźwiękowa znajdująca zastosowanie do wykrywania korozji w naczyniach/zbiornikach, rurach i powierzchniach płaskich. W tej technice wykorzystuje się dwie głowice kątowe fal poprzecznych propagujących pomiędzy głowicami poprzez materiał badany, odbijając się pomiędzy ściankami przednią i tylną (rys. 5). Pomiar czasu przejścia pomiędzy ściankami umożliwia ilościowe określenie grubości ścianki i na tej podstawie można wnioskować o obecności wady w materiale pomiędzy ściankami. Jednak zaleca się, aby grubość materiału weryfikować, jeśli to możliwe, głowicą prostą 0° , natomiast obecność ubytków potwierdzić konwencjonalną techniką ultradźwiękową. Na rysunku 5 przedstawiono ideę techniki M-skip [1, 3].



Rys. 5. Idea techniki M-skip: a) w ściance bez wady, b) w ściance z wadą [1]

Fig. 5. M-skip technique idea: a) in the wall without of defect, b) in the wall with defect

Technika ThruVu. ThruVu to technika bezpośrednio radiografii cyfrowej wykorzystująca wiązkę skolimowaną promieniowania i liniowy układ półprzewodnikowych sensorów. Specjalne oprogramowanie daje możliwość oglądania on-line grubości ścianki badanego obiektu. Wyświetlany jest obraz (rys. 6), na którym intensywność barw jest proporcjonalna do grubości ścianki oraz widoczne są obszary ubytków korozyjnych [1].

Tablica I. Informacje konieczne w celu doboru i planowania technik przesiewowych
Table I. The information necessary for the selection and planning techniques for screening

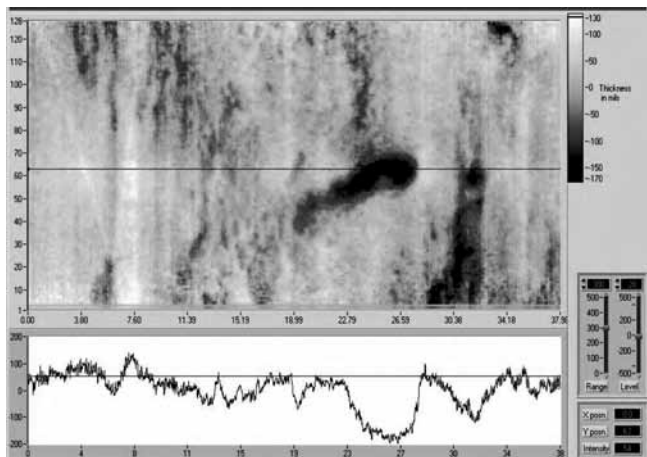
Rodzaj informacji	Zakres informacji
Identyfikacja obiektu i jego projekt	Nr obiektu, rysunki złożeniowe, lokalizacja, założenia projektowe
Typ i funkcja urządzenia	Rodzaj urządzenia, np. reaktor, separator itp. wraz z opisem procesu przebiegającego w urządzeniu
Szczegóły eksploatacji i remontów	Medium procesowe, zanieczyszczenia, rzeczywiste warunki pracy, postoje, liczba uruchomień i odstawień, odstępstwa od założonych warunków
Szczegółowe rysunki	Liczba i numery złączy spawanych, ich rodzaj i położenie, podpory, kołnierze, dysze, obejmy itp.
Naprawy i modernizacje	Wszelkie remonty i modernizacje od chwili uruchomienia; sposoby naprawy wykrytych uszkodzeń itp.
Wyniki poprzednich kontroli i badań	Szczegóły poprzednich badań, wykrytych defektów, obszarów i przyczyn degradacji, zastosowane metody badawcze i obszary badane
Doświadczenia ogólne na podobnych urządzeniach	Przypadki awarii i uszkodzeń podobnych obiektów
Wymagania dotyczące dostępu/rusztowania	Ogólny dostęp, ograniczenia dostępu, potrzeba ustawienia rusztowań lub innych sposobów dostępu, izolacja, powłoki, na wysokości lub pod ziemią itp.
Ograniczenia wynikające z zachowania bezpieczeństwa	Np. ochrona radiologiczna, środki ochrony osobistej itp.
Ograniczenia wynikające z warunków prowadzenia badania	Np. warunki pogodowe, stan powierzchni obiektu, ograniczenia kosztowe i czasowe
Możliwe/spodziewane defekty/rodzaj degradacji	Potencjalne przyczyny i skutki awarii, możliwy rodzaj degradacji i defektów oraz ich lokalizacja, a także sposób przekazywania informacji
Ograniczenia potencjalnej techniki przesiewowej	Zdolność wykrycia potencjalnych defektów/degradacji, niezawodność i powtarzalność, szybkość, dostępność, przydatność ze względu na geometrię obszarów krytycznych itp. oraz efektywność

Tablica II. Możliwości doboru niektórych technik przesiewowych do różnych zastosowań
Table II. Opportunity selection of some screening techniques for various applications

Technika	Zastosowanie							
	Zbiorniki	Rurociągi	Stal ferrytyczna	Stal duplex	Stal austenityczna	Korozja ogólna	Korozja wżerowa	Erozja
Guided waves	-	+	+	+	+/-	+	+/-	+
CHIME	+	+	+	+	+/-	+	+/-	+
LORUS	+	+	+	+	+/-	+	+/-	-
EMAT	-	+	+	+	+/-	+	+/-	+
Verkade	-	+	+	+	+/-	+	+/-	+
TOFD FS	+	+	+	+	+/-	+	+/-	+
M-skip	+	+	+	+	+/-	-	+/-	+
Rapidscan	+	+	+	+	+/-	+	+	+
AE	+	+	+	+	+	+	-	-
Lixi	-	+	+	+	+	+	+/-	+
SKAR	-	+/-	+	+	+	+	+	+
TruVu	-	+	+	+	+	+	+	+
SLOFEC	+	+	+	+	+	+	+	-
MFL	+	+	+	-	-	+	+	-

Tablica III. Zasady działania technik przesiewowych, możliwości ich zastosowania oraz ograniczenia
Table III. Principles of operation of the screening techniques, their uses and limitations

Technika	Zasada działania	Możliwości i zastosowanie	Ograniczenia
Techniki ultradźwiękowe			
Guided Wave	Przetworniki piezoelektryczne opasuje rurę, a sygnał ultradźwiękowy jest przesyłany w obu kierunkach wzdłuż rury	Szybkie wykrywanie korozji wewnętrznej i zewnętrznej na długich, bezkoinierzowych rurociągach naziemnych/nadziemnych	Rurociągi izolowane i z powłoką (grubość i przyleganie powłoki) Gęstość medium wewnątrz rurociągu
CHIME	Wykorzystuje się głowice kątowe nadawczą i odbiorczą oraz kąt krytyczny 33°	Szybkie wykrywanie korozji pod podporami na rurociągach	Półilościowa obecność powłok, obecność warstwy sprzęgającej tłumiącej fale powierzchniowe
LORUS	Głowice kątowe wysokiej częstotliwości w połączeniu z ultradźwiękowym systemem zbierania danych	Szybkie „zdalne” wykrywanie korozji w trudno dostępnych miejscach bez potrzeby bezpośredniego kontaktu; mapa projekcyjna 3-osiowa – lokalizacja i obszar korozji	Powierzchnia skanowana musi być czysta, przyleganie powłoki, brak możliwości rozróżnienia czy ubytek na powierz. zbiornika, czy obejm
EMAT	Głowice EMAT elektromagnetoakustyczne pracujące bez sprzężenia, na powierzchniach gorących, teoretycznie generujące w materiale badanym wszystkie typy fal UT	Jakościowe wykrywanie korozji zewnętrznej i wewnętrznej rurociągów, również pod podporami, obejmami itp.	Technika jakościowa; nie rozróżnia powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej występowania korozji
M-Skip	Wykorzystanie dwu głowic kątowych: nadawczej i odbiorczej z rejestracją	W zasadzie jakościowe wykrywanie obecności ubytków korozyjnych z możliwością rozróżnienia położenia przy ścianie wewnętrznej czy zewnętrznej	Głowice – w odległości 1 m; powierzchnie zewnętrzna i wewnętrzna – równoległe; wymaga pomiarów uzupełniających grubości głowicą 0° oraz badania UT w wykrytych obszarach ubytków
Techniki radiograficzne			
Lixi	Radiografia w czasie rzeczywistym; izotop Gd-153 lub promieniowanie X. Promieniowanie jest pochłaniane przez materiał badanego obiektu	Wykrywanie ubytków korozyjnych pod izolacją, zatory lub lokalizację spoin w rurociągach i analiza wyników czasie rzeczywistym	
ThruVu	Bezpośrednia radiografia cyfrowa wykorzystująca wiązkę skolimowaną promieniowania i liniowy układ półprzewodnikowych sensorów. Specjalne oprogramowanie daje możliwość oglądania on-line grubości ścianki badanego obiektu. Defektoskop przemieszcza się z zastosowaniem specjalnego systemu szynowego.	Wykrywanie ubytków korozyjnych /erozyjnych na zewnętrznej/wewnętrznej powierzchni rur rurociągów izolowanych i nieizolowanych przy prześwietleniu przez dwie ścianki.	Zagrożenie promieniowaniem jonizującym; strefa „martwa” o szerokości do 150 mm przy podporach/obojm; średnica rur od 4 do 24 cali; im większa średnica, tym mniejszy udział zbadanego obwodu rury przy jednej ekspozycji
Techniki magnetyczne			
MFL	Indukowanie pola magnetycznego w całej grubości ścianki badanego obiektu. Odchylenie linii sił pola magnetycznego w miejscu ubytku jest rejestrowane przez sondę Halla	Wykrywanie korozji wżerowej w ściankach zbiorników, rurociągów, rur wymienników ciepła ze stali ferrytycznych o grub. do 20 mm	Technika jakościowa – wymagane uzupełniające ultradźwiękowe pomiary grubości; brak rozróżnienia miejsca ubytku (pow. wewnętrzna czy zewnętrzna); geometria wady wpływa na wykrywalność; czułość systemu zależy od szybkości skanowania i stanu powierzchni; lokalne zmiany przenikalności magnetycznej mogą spowodować fałszywe wskazania
SLOFEC	Podobnie jak w MFL lecz z dwoma różnicami: stosowanie elektromagnesów o większej mocy oraz czujników prądów wirowych niskiej częstotliwości do pomiaru odchylenia linii sił pola magnetycznego zamiast sond Halla	Wykrywanie ubytków w dnach zbiorników, reaktorach, bębnach, wywołanych korozją lokalną – wykrywalne są nawet małe, pojedyncze wżery. Lepsza wykrywalność niż w przypadku MFL. Większa grubość ścianek – do 30 mm	Grubość ścianki do 30 mm; wykrywa wżery, ale nie „mierzy” grubości ścianki; wymagane jest uzupełniające badanie konwencjonalną metodą ultradźwiękową

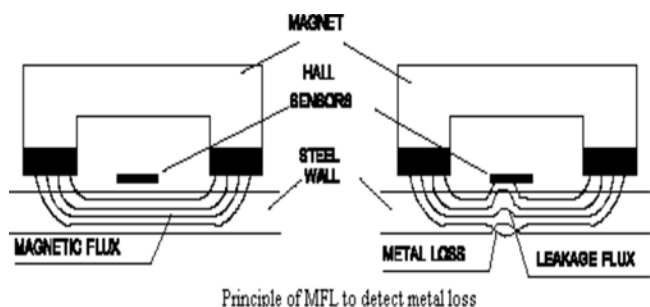


Rys. 6. Widok w ThruVu. Czarne obszary przedstawiają korozję. Wykres pokazuje przekrój ścianki [1]

Fig. 6. The picture in ThruVu. Black places represent the corrosion. The graph below shows the profile of the wall

Technika MFL (Magnetic Flux Leakage). Technika z grupy magnetycznych polega na indukowaniu pola magnetycznego w badanym elemencie. Pole to pozostaje „uwięzione” w materiale bez wad. W przypadku występowania wad następuje „wyciek” (*leak out*) linii sił pola magnetycznego, co jest rejestrowane przez sondę Halla. Rysunek 7 przedstawia ideę tej techniki.

Technika MFL jest popularna w badaniach stanu dna i ścian zbiorników naziemnych, jak również rur ze stali ferrytycznej. Nadaje się do wykrywania korozji, szczególnie wżerowej, w materiałach o grubości do 20 mm. Możliwe jest również badanie przez powłoki niemetaliczne o grubości do 6 mm. MFL jest techniką jakościową identyfikującą obecność i położenie ubytku w określonym położeniu na obiekcie, ale brak jest rozróżnienia, czy ubytek leży przy powierzchni wewnętrznej, czy zewnętrznej ścianki materiału. W celu scharakteryzowania wady konieczne jest zastosowanie np. konwencjonalnego badania UT i/lub uzupełniających ultradźwiękowych pomiarów grubości. Do istotnych ograniczeń techniki trzeba zaliczyć wpływ geometrii wady na możliwość jej wykrycia. Należy zaznaczyć, że czułość systemu zależy od szybkości skanowania i stanu powierzchni skanowanej, a lokalne zmiany przenikalności magnetycznej mogą spowodować fałszywe wskazania [1].



Rys. 7. Zasada techniki MFL [1]

Fig. 7. Basis of MFT technique [1]

Prawdopodobieństwo wykrycia określonej wady w danym obszarze

Prawdopodobieństwo POD [%] wykrycia określonych wad w badanym obszarze za pomocą różnych technik przesiewowych zostało określone na podstawie prób ślepych, w których na tych samych obiektach wykonano badania różnymi technikami. Wykonujący badania nie wiedzieli, jakie wady zawierają badane próbki [2]. Poniżej przedstawiono dla przykładu porównanie możliwości technik o podobnych zastosowaniach. W tabelicy IV porównano techniki GW Teletest i Lorus. Podana jest wartość prawdopodobieństwa POD w % wykrycia pojedynczej wady o wielkości określonej jako % grubości ścianki lub jej rozmiaru w mm.

Kolejna tablica V zawiera porównanie POD [%] kolejnych technik przesiewowych: MFL i CHIME z konwencjonalnym pomiarem A-Scan i A-Scan skomputeryzowanym, przy wykrywaniu pojedynczych defektów o wymiarach wyrażonych w mm. Najwyższą wykrywalność (100%) uzyskano dla skomputeryzowanej techniki A-Scan dla wad o wymiarze 2,3÷2,9 mm i powyżej 3 mm.

Tablica IV. Porównanie prawdopodobieństwa wykrycia wad technikami LORUS i Teletest

Table IV. Comparison of probability of detection of defects LORUS and Teletest techniques

	POD [%] wykrycia pojedynczej wady o wielkości określonej jako % grubości ścianki lub jej rozmiaru w mm		
Technika	0-34%	35-45%	45%
Lorus	60	40	60
	< 3 mm	> 3 mm	–
GW Teletest	25	60	–

Tablica V. Porównanie prawdopodobieństwa wykrycia wad technikami: MFL i CHIME z konwencjonalnym pomiarem A-Scan i A-Scan skomputeryzowanym – na rurach gołych

Table V. Comparison of probability of detection of defects techniques: MFL and CHIME with conventional measurement A-Scan A-Scan computerized - the bare pipes

	Wartości POD [%] wykrycia pojedynczej wady o wielkości określonej w mm			
Technika	1,3÷1,8	1,9÷2,2	2,3÷2,9	3+
A-Scan	33	43	74	90
A-Scan skomputeryzowany	31	67	100	100
MFL	52	48	35	45
CHIME	63	86	84	90

Podsumowanie

Korzyści wynikające ze stosowania technik przesiewowych:

- możliwość wykonania badania bez wyłączenia urządzenia z eksploatacji,
- uzyskanie szybkiej informacji jakościowej, a częściowo ilościowej o dużej objętości obiektu / instalacji,
- możliwość wykonania badania obszarów trudno dostępnych lub niedostępnych dla technik konwencjonalnych NDT,
- uzyskanie informacji o stanie obszarów krytycznych do celów planowania wyłączenia instalacji. Daje to skrócenie czasu wyłączenia lub wydłużenie okresów międzypostojowych i obniżenie kosztów postojowych,
- przygotowanie do badań konwencjonalnych podczas postoju tylko obszarów wskazanych w badaniach przesiewowych, co obniża koszty i skracza czas postoju.

Warunki stosowania strategii kontrolnych technik przesiewowych

W firmie ważne jest uznanie strategii kontroli urządzeń/instalacji z wykorzystaniem technik

przesiewowych, ponieważ musi ona być stosowana z uwzględnieniem następujących warunków:

- techniki przesiewowe są na ogół mniej wrażliwe lecz dużo szybsze w porównaniu z konwencjonalnymi badaniami nieniszczącymi,
- plan kontroli musi być precyzyjnie opracowany z uwzględnieniem tego, że technika przesiewowa musi być uzupełniona i poparta innymi, konwencjonalnymi metodami uściślającymi wynik techniki przesiewowej,
- technika przesiewowa musi być starannie opracowana do określonego zastosowania, opisana w instrukcji (wyposażenie badawcze, sposób postępowania krok po kroku, kryteria akceptacji, raportowanie), a instrukcja ściśle przestrzegana i nadzorowana,
- każdorazowo przed przystąpieniem do badania musi zostać: określony obszar badania (stary – w celu sprawdzenia postępu degradacji, a mogą być również nowe), szczegółowy sposób raportowania, aby uzyskać informacje odpowiednie do możliwości podjęcia decyzji o dalszym postępowaniu z badanym obiektem.

Literatura

- [1] Hardie F.: Evaluation of the effectiveness of non-destructive testing screening methods for in-service inspection, Doosan Babcock Energy Limited, 2009.
- [2] Reliability assessment for containers of hazardous material RACH, Prepared by Technical Software Consultants Limited, Offshore Technology Report 2000/095.
- [3] Lorenz M., Lewandowski S.: Ultrasonic Multi-Skip Inspection at Clamped Saddle Supports, 18th World Conference on Non-destructive Testing, 16-20 April 2012, Durban, South Africa.
- [4] Kocak M.: Fitnet Final eEchnical Report, GKSS Research Center, Institute for Materials Research, Germany, Nov.2006
- [5] Wojas M.: Diagnostyka a bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń technicznych, 42 KKBN, 15-17.10.2013, Kołobrzeg.
- [6] Wojas M.: Wady wyrobów wykrywane metodami nieniszczącymi. Cz.2 Wady eksploatacyjne; Biuro Gamma, Warszawa, 2006.

Miesięczne i roczne spisy treści oraz streszczenia artykułów opublikowanych w Przeglądzie Spawalnictwa są dostępne na stronie internetowej:

www.pspaw.ps.pl