

Władysław Michnowski
Jarosław Mierzwa

ZBM ULTRA
Instytut Cybernetyki Technicznej
Politechniki Wrocławskiej

Badania spoin według norm EN z automatyczną rejestracją i oceną

Streszczenie. W artykule przedstawiono procedurę badawczą spoin wg norm europejskich EN1712 i EN1714 umożliwiającą automatyczną rejestrację wyników badania spoiny oraz jej automatyczną ocenę. Automatyczna rejestracja wyników badania jest wykonywana za pomocą skanera wykorzystującego ultradźwiękowe głowice na fale powierzchniową, natomiast automatyczna ocena jest wykonywana poprzez program komputerowy umożliwiający drukowanie raportów wg zaleceń normy.

1. Wstęp

Stosowany od lat skaner w defektoskopach CUD pozyskał wielu zwolenników doceniających szybkość, łatwość i powtarzalność, badań spoin przy jego użyciu, a także ułatwienia polegające na automatyzacji ocen spoin i wydrukach protokołów. Procedura badań z użyciem skanera była opracowana zgodnie z polską normą [8]. Aktualnie wprowadzane normy Europejskie oznaczone jako EN ([4], [5], [6], [7]) zasadniczo różnią się od poprzednich, wychodzą z innych założeń i wprowadzają inny sposób oceny, a ich adaptacja może być dość trudna. Opracowany program do defektoskopów CUD będący procedurą badania wg EN jest istotnym ułatwieniem, tym bardziej, że zachowano wszystkie zalety poprzedniego rozwiązania.

2. Badanie spoin wg norm europejskich

2.1. Wprowadzenie

Norma [7] ustala trzy poziomy jakości (**PJA**) do oceny spoin o wymaganiach: ostrych (B), średnich (C) i łagodnych (D). Parametry i technikę badania dostosowuje się do poziomu

PJA	Techniki i poziomy badania PBA	PAK
B	co najmniej PBA-B	2
C	co najmniej PBA-A	3
D	technika. badania nie stosowana	nie stos.

Tab.1. Korelacja pomiędzy PJA, PBA, PAK

badania orzeka się, czy wykryte wskazania od wad nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla odpowiedniego poziomu akceptacji (**PAK**). W tab.1 przedstawiono wyciąg z normy [4] przedstawiający korelację pomiędzy **PJA**, **PBA** i **PAK**.

2.2. Poziom odniesienia

Wadę charakteryzuje jej położenie, wymiary oraz amplituda wskazania odniesiona do amplitudy od wady wzorcowej zwanej poziomem odniesienia (**POD**), względem którego określone są pozostałe poziomy występujące w normie (poziom oceny- **POC**, poziom rejestracji - **PRE** zależny od **PAK**). Wadą wzorcową jest najczęściej otworek cylindryczny (DAC) lub płaskodenny (OWR) o średnicy wskazanej w normie [5].

jakości, jakie badana spoina ma spełniać. W przypadku badań ultradźwiękowych dla przyjętego **PJA** przeprowadza się badania z dokładnością i metodą określoną poziomem badania (**PBA**) i na podstawie wyników

2.3. Technika przeprowadzania badania oraz doboru parametrów badania

Technika przeprowadzania badania zależy od wybranego poziomu jakości, na podstawie którego oraz tab.1 określa się **PBA** oraz **PAK**. Największe trudności w operowaniu normami sprawia dobór parametrów i techniki badania, który jest uzależniony wieloma czynnikami, a procedura robi to automatycznie.

2.4. Ocena jakości złącza spawanego

Ocena jakości złącza spawanego odbywa się dwuetapowo: najpierw oceniane są poszczególne wskazania, a później cała spoina jako całość. Podstawą oceny wskazania jest amplituda oraz jego długość, a także położenie w stosunku do innych wad. W zależności od grubości i długości wskazania norma [5] zawiera maksymalne dopuszczalne amplitudy wskazań. Całościowa ocena spoiny polega na sumowaniu długości wskazań na zadanej długości i porównywaniu tej sumy z wytycznymi normy dla danego **PAK**.

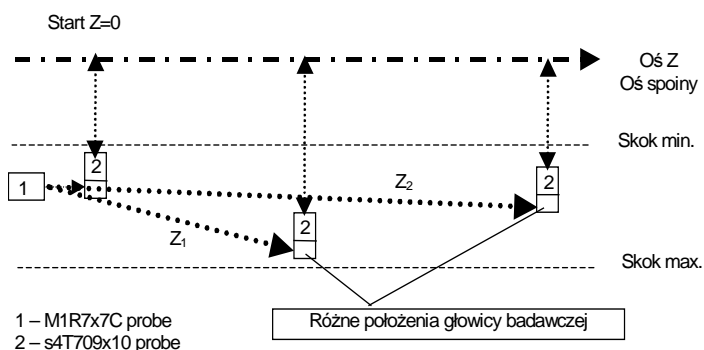
3. Automatyzacja procesu badawczego – procedura badawcza

Procedura badawcza obejmuje dwa etapy: badanie spoiny wraz z rejestracją wyników oraz ocenę spoiny i tworzenie raportów. Za realizację każdego z etapów odpowiada osobny program komputerowy: za pierwszy - program zainstalowany w defektoskopie CUD99, w którym procedura badawcza jest uzupełnieniem podstawowego programu defektoskopu, za drugi - program umieszczony w komputerze klasy PC. Opracowana procedura umożliwia przeprowadzanie badania wg **PBA-B** i **PBA-C** dla wskazań podłużnych. Poziomym odniesieniem jest krzywa OWR utworzona na podstawie uniwersalnego wykresu OWR dla określonej (w normie) średnicy otworka wzorcowego. Analizując wskazania norm, przy ograniczeniu się do rejestracji wskazań podłużnych, można (razem dla **PBA-B** i **PBA-C**) sklasyfikować cztery typy badań: a) badanie jedną głowicą tylko jednej strony spoiny, b) badanie jedną głowicą obu stron spoiny, c) badanie dwoma głowicami (o różnych kątach) tylko jednej strony spoiny, d) badanie dwoma głowicami (o różnych kątach) obu stron spoiny. Jeżeli pojedynczym badaniem określimy badanie jedną głowicą jednej strony spoiny, to badanie a) składa się z jednego, b) i c) z dwóch, d) z czterech pojedynczych badań.

4. Automatyczna rejestracja wyników badań z wykorzystaniem skanera

4.1. Zasada działania skanera

Automatyczna rejestracja badań jest wykonywana



Rys.1 Schemat działania skanera

skanerem w który wyposażone są defektoskopy CUD. Umożliwia on zarejestrowanie wyników badań punkt po punkcie, co pozwala na tworzenie map wad zwanych **sonogramami**. Schemat działania skanera przedstawiono na rys.1. Ultradźwiękowy nadajnik fali powierzchniowej (głowica 1 z uchwytem magnetycznym) usytuowany na początku spoiny równoległe do niej wysyła impulsowo falę powierzchniową. Podwójna głowica 2 jednym z dwóch swoich przetworników odbiera te impulsy. Czas przebiegu tych impulsów jest miarą odległości głowic 1 i 2. Drugi przetwornik głowicy badawczej to standardowa głowica do badania spoin np. S4T70°9x10.

Cykl pomiaru odległości dwóch głowic oraz cykl badawczy następują przemiennie, a pomierzona odległość i wynik badania są informacją w danym przekroju spoiny. Zbiór tych informacji jest przetwarzany na **sonogramy** oraz umożliwia automatyczną **ocenę spoin**.

4.2. Ropoczęcie badania – wprowadzanie danych

Norma [6] wymaga w raporcie końcowym podania wielu danych dotyczących badania. Część

USTAW PARAM. BADANIA		USTAW PARAM. BADANIA	
Identyfik.: Ultra		Nazwa: 4t70 0042	
Urządzenie: Płyta		1 Smin.: 0.5	
Nr spoiny: 002		1 Smax.: 1.0	
Nr badania: 1		2 Smin.: 0.5	
Nr rysunku: 123		2 Smax.: 1.0	
Data: 01.10.31		Nazwa: 4t60 0075	
Operator: um		1 Smin.: 1.0	
Typ spoiny: U		1 Smax.: 1.5	
T.otocz.: 20 st.C		2 Smin.: 1.0	
Grubosc: 16.5 mm		2 Smax.: 1.5	
Ilość stron: 2		* Z A P I S Z	
Poziom badania: B			
* Z A P I S Z			

Rys.2 Ekran do wprowadzania danych podstawowych badania oraz wyboru głowic i obszarów badania

z nich jest wpisywana do defektoskopu przed badaniem, część uzupełniana później. Na rys.2 przedstawiono ekran na którym wprowadza się dane przed badaniem. Na ich podstawie zostaje określony typ badania i pojawia się ekran, na którym wpisuje się głowice użyte w badaniu oraz określa zakresy przeszukiwania oddzielnie dla każdej strony i głowicy. Jeżeli dane są

wprowadzone prawidłowo, to następuje przejście do samego procesu badania.

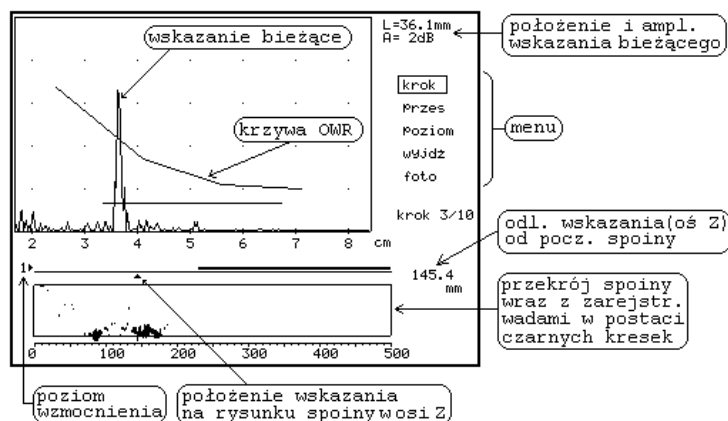
4.3. Przeprowadzanie badania

Celem ułatwienia pracy operatora cały proces wykonywania badania jest podzielony na kroki i w każdym kroku jest wyświetlany komunikat, co należy wykonać. Komunikaty dotyczą głównie czynności, które muszą być manualnie wykonane przez operatora. Poniżej przedstawiono przykładowe komunikaty przy badaniu spoiny dwoma głowicami tylko z jednej strony:

1. Podłącz głowicę 4t70 0042
2. Ustaw głowicę Z i badawczą na początku spoiny
3. Ustaw marker przy głowicy Z
4. Skoryguj położenie gł. badawczej i zacznij mierzyć
5. Ustaw głowicę Z przy markerze
6. Podłącz głowicę 4t60 0075
7. Skoryguj położenie gł. badawczej i zacznij mierzyć
8. Koniec pomiarów

4.4. Rejestracja wyników badania

Ekran defektoskopu z włączonym skanerem przedstawiono na rys.3 załączone komentarze wyjaśniają jego poszczególne funkcje Wyświetlany ekran jest podobny dla różnych badań;



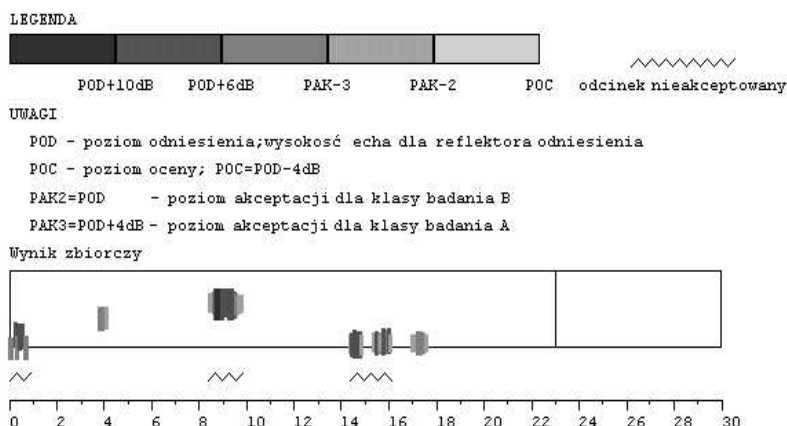
Rys.3 Ekran roboczy dla pojedynczego badania

różnice mogą dotyczyć zakresu podstawy czasu, położenia krzywej OWR oraz markera, gdyż dla każdej strony i każdej głowicy obliczane są i ustawiane indywidualnie. Na prostokacie u dołu który jest mapą przekroju spoiny wskazania od wad przedstawione są w postaci czarnych kresek, których wysokość jest proporcjonalna do amplitudy wskazań, a położenie w przekroju oznacza głębokość na której dana amplituda została zarejestrowana. Czarna gruba linia umieszczona nad

rysunkiem przekroju spoiny jest linią kontroli sprzężenia i oznacza miejsca nie zbadane. Pozycje menu umożliwiają zmianę wzmocnienia (**poziom**), możliwość badania dłuższych spoin (**przes**), przejście do następnego kroku badania (**krok**) oraz zapisanie ekranu w zbiorze (**foto**). Zarejestrowane pomiary zapisywane są w postaci zbiorów umieszczonych na wewnętrznym dysku defektoskopu i do dalszej obróbki muszą być przekopiowane do komputera za pomocą specjalnego programu.

5. Automatyczna ocena spoiny wg norm europejskich

Program w komputerze PC umożliwia zobrazowanie wykonanych badań w formie graficznej, wykonuje automatyczną ocenę spoiny w oparciu o dane uzyskane podczas rejestracji w



Rys.4 Fragment raportu z badania spoiny

- b) legendy, która przyporządkowuje poszczególnym kolorom odpowiednie zakresy amplitud (kolory reprezentowane są w tym artykule poprzez odcienie szarości),
- c) przekroju spoiny z zaznaczonymi wskazaniem w postaci kolorowych słupków, gdzie kolor słupka (a także wielkość) oznacza amplitudę wskazania wg legendy. Położenie słupka (jego środka) w osi pionowej oznacza miejsce maksymalnej amplitudy wskazania.

W wyniku automatycznej oceny spoina może spełniać wymagania stawiane przez dany poziom badania PBA i wówczas wynik badania jest pozytywny, lub nie i wtedy na wykresie spoiny (jak na rys.4) czerwoną zgiętą linią zaznaczone zostaną wskazania (lub odcinki spoiny) uznane za wadliwe. Sam proces oceny jest trójstopniowy. Najpierw oceniane są wskazania indywidualnie, potem (jeśli ocena wypadła pozytywnie) następuje grupowanie wskazań i ponowna ich ocena, na samym końcu wykonywana jest ocena całej spoiny.

6. Wnioski

Przedstawiona wyżej procedura automatyzuje i upraszcza sposób wykonywania badań spoin wg norm europejskich i ma zastosowanie do prawie wszystkich badań spoin doczołowych. Pewnym ograniczeniem procedury jest to, że nie oceniane są wskazania od wad poprzecznych i jeśli zajdzie taka potrzeba należy wykonać uzupełniające badanie cząstkowe ręczne.

7. Literatura

- [1] Deputat J., *Badania ultradźwiękowe*, skrypt, Instytut Metalurgii Żelaza, Gliwice 79r
- [2] Michnowski W., *Instrukcja obsługi defektoskopu CUD99*, Ultra, Wrocław 2002
- [3] Morawski T., *Badania nieniszczące złączy spawanych w normach europejskich*, Ośrodek Spawalnictwa „Mostostal Warszawa” S.A, Wykłady seminaryjne, Warszawa 2 i 3 czerw. 1998
- [4] Norma Europejska EN 12062
- [5] Norma Europejska EN 1712
- [6] Norma Europejska EN 1714
- [7] Norma Europejska EN 25817
- [8] Polska Norma PN-89/M-69777

defektoskopie oraz umożliwia wydrukowanie raportu z badania. Na rys.4 przedstawiono fragment przykładowego raportu z badania spoiny. Raport składa się z następujących części:

a) nagłówka (nie widocznego na rys.4), w którym podane są podstawowe informacje dotyczące badania. Zawartość nagłówka, jak również jego szatę graficzną można dowolnie zmieniać,