

ULTRA

**ZAKŁAD BADAŃ
MATERIAŁÓW**

53-621 Wrocław, Głogowska 4/55, tel/fax 071 3734188
52-404 Wrocław, Harcerska 42, tel. 071 3643652
www.ultrasonic.home.pl tel. kom. 0 601 710290
e.mail: krymos@pwr.wroc.pl
ultrasonic@home.pl

Ultradźwiękowe badania spoin małych grubości

Instrukcja

Ultradźwiękowej Metody IBUS-TD-06

Badania spoin rur o grubości 2 do 8 mm

oraz

Badania spoin blach o grubości 2 do 8 mm

Ultradźwiękowymi głowicami Tandem

NOWOŚĆ

Instrukcja IBUS-TD

Obejmuje nieznormalizowany zakres
badań spoin od 2 do 8 mm

NOWOŚĆ

Metoda IBUS-TD

Jest zgodna z Normą
PN-EN ISO/IEC 17025 – p-kt 5.4.4.

Opracował Władysław Michnowski
Certyfikat Kompetencji w BN - UT 3
No. 02-003 - 00015

Wrocław 2006

Uzasadnienia zgodności metody z normą PN-EN ISO/IEC 17025
podano w Załączniku 4

A. Wprowadzenie

Niniejsza instrukcja jest istotnym elementem ogólnego systemu jakości IBUS-NZ zapewniającego ich najwyższą możliwą niezawodność. Niezależnie może też być stosowana w innych systemach jakości, może także być stosowana tylko jako sposób selekcji spoin z wad nie akceptowalnych.

1. Wstęp

Istniejące normy i zalecane techniki badań spoin są ograniczone mianowicie dotyczą tylko spoin grubszych od 8 mm, załącznik 2 wyjaśnia powody tego ograniczenia. Kilkudziesięcioletnie doświadczenia Zakładu ULTRA oraz stałą współpracę z polską Energetyką w badaniu spoin według metody IBUS opisuje artykuł (8.3) załączony jako załącznik 5. Omawia on także zasady i zalety metody IBUS.

Współczesna wersja metody jest zgodna z normą PN-EN ISO/IEC 17025 punkt 5.4.4., a uzasadnienie podano w Załączniku 4

Niniejsza instrukcja jest kompletna to znaczy podaje wszystkie wymogi i informacje do przeprowadzenia badań, a w szczególności formułuje :

- sposób wykonywania i zakres badań oraz kryteria akceptacji spoin
- niezbędne wyposażenie techniczne
- walidacje sprzętu i jego parametry
- dokumentację badań
- normy towarzyszące

2. Cele Badań

Celem podstawowym jest wykrycie niezgodności (wad) spoin które nie spełniają kryterium akceptacji oraz ich selekcję. Wyniki badań i selekcji jednak mogą być wykorzystane w sprzężeniu zwrotnym jako sterowanie procesem jakości wytwarzania. Wykorzystuje to zautomatyzowany system jakości IBUS-NZ co pozwala na eliminację błędów wytwarzania w czasie prawie rzeczywistym i realizację głównego celu stałej poprawy niezawodności spoin wytwarzanych, aż do osiągnięcia niezawodności najwyższej możliwej.

3. Zakres stosowania

Metoda IBUS-TD jest przeznaczona do badania spoin doczołowych elementów płaskich i spoin obwodowych rur o grubości łączonych elementów od 2 – 8 mm i może być stosowana do spawanych elementów ze:

- Stali
- Aluminium i jego stopów
- Stopów magnezu
- Stopów tytanowych

Badanie elementów ze stali niskowęglowych i niskostopowych jest bez ograniczeń badanie innych elementów wymaga użycia wzorców z identycznego materiału.

Mogą wystąpić geometryczne ograniczenia badań np. spoiny na podkładce, spoiny o różnych grubościach elementów, itp. Zakład Ultra w tych przypadkach udziela nieodpłatnie konsultacji.

4. Podstawowa zasada i założenia do metody badań

Badanie spoin metodą **IBUS-TD** to porównanie wskazań od wady (niezgodności) rzeczywistej z wskazaniem uzyskanym od wzorcowego otworka prostopadłego lub promieniowego wykonanego na odcinku blachy lub rury. Zgodnie z podkreślonym uzasadnieniem podanym w załączniku 5,

Przyjęto średnicę otworka wzorcowego równą 1 mm

Do porównania niezgodności rzeczywistej z otworkiem wzorcowym sporządza się i wykorzystuje krzywe DAC. Dopuszcza się zaostrzenie kryterium akceptacji poprzez zwiększenie czułości badania +3 dB lub +6 dB. Zaostrzenie kryterium winno być uwidocznione w dokumentacji badań.

5. Kategorie badań i ich uwarunkowania

Badania metodą IBUS wiele lat były skutecznie realizowane przy użyciu sprzętu o aktualnych w tych czasach możliwościach technicznych. Współczesny poziom możliwości technicznych badań to istotnie wyższa ich wiarygodność pozwalająca na osiągnięcie prostymi metodami najwyższej możliwej niezawodności spoin. Wymaga to jednak postępowania w systemie jakości zgodnie z zakresem instrukcji IBUS-NZ oraz stosowania odpowiedniego wyposażenia. Natomiast w zakresie wykonywania badań z posiadanym aktualnie wyposażeniem technicznym można stosować instrukcję IBUS-TD-06 do badań prostych z zalecanymi niżej uwarunkowaniami.

5.1. Badania proste - Bpr

Badania proste to wykonanie badania i natychmiastowa selekcja zbadanej spoiny jako dobra-zła. W zasadzie bez udokumentowania tej decyzji która jest oparta wyłącznie na rzetelności operatora. Badania te mają najmniejszy zakres uwarunkowań i charakteryzują się :

- Dużą wydajnością badań
- Możliwością użycia dowolnego defektoskopu (nawet analogowego) posiadającego aktualne potwierdzenie parametrów zgodnie pkt 6.4
- Wyposażonego w głowice tandem doprofilowane do średnicy rur lub płaskie do powierzchni płaskich.
- Bardzo uproszczoną dokumentację z wykonanych badań polegającą na stwierdzeniu że w opisanym (ewentualnie udokumentowanym rysunkiem) fragmencie konstrukcji - zbadano zgodnie z „IBUS-TD-06 Badanie proste” X sztuk to jest wszystkie spoiny z wynikiem pozytywnym (ewentualne wyjątki ściśle określone), w tym dokonano Y sztuk napraw według technologii LMN i ponownie je zbadano z wynikiem pozytywnym) (wzór poświadczenia z badań Bpr załącznik 6).

Mankamentem stosowania badań prostych jest to że w małym stopniu mogą być wykorzystane do bieżącego sterowania jakością w procesie wytwarzania ze względu na uproszczoną dokumentację badań.

5.2. Badania normalne - Bne

Badania normalne to wykonanie badania z pełnym udokumentowaniem i choć podobnie jak w badaniach prostych następuje natychmiastowa selekcja zbadanej spoiny jako dobra-zła, to ten wynik oraz komplet informacji dodatkowych o całym procesie wykonania spoiny jest zanotowany i wykorzystywany w procesie sterowania jakością. Badania te mają większy zakres uwarunkowań i charakteryzują się :

- Nieco mniejszą ale dalej dużą wydajnością, przy czym dla dużych ilości spoin w badanej partii wydajność jest porównywalna z badaniami prostymi BNe.
- Koniecznością użycia defektoskopu posiadającego takie cechy jak: program umożliwiający zapamiętania wyników badań, możliwość zapamiętania nastawień parametrów badania oraz krzywych DAC możliwość przekazania danych na inne zewnętrzne nośniki lub komputer np. USB radiowo (Bluetooth) itd. Cechy te mają na przykład defektoskopy CUD`
- Posiadaniem defektoskopu wyposażonego w głowice tandem doprofilowane do średnicy rur lub płaskie do powierzchni płaskich.
- Posiadaniem programu komputerowego (dynamiczną bazę danych np. IBUS-NZpr) nadzorującego proces wykonywania i sterowania jakością wykonywanych spoin.
- Personal posiadający certyfikat specjalistycznych kompetencji w zakresie instrukcji IBUS (kursy w ODOK - SIMP Wrocław)
- Archiwizowaną automatycznie pełną dokumentację techniczną z przeprowadzonych badań dostępną dowolnie, do czasu fizycznej likwidacji archiwum.

5.3. Badania zautomatyzowane – Bza

Badania zautomatyzowane – Bza są w zaawansowanym stadium opracowywania.

Najistotniejszymi elementami założeń w realizowanym opracowaniu to:

- Zintegrowany zminiaturyzowany zestaw składający się z: defektoskopu poketCUD - pCUD z mikrokomputerem (embeded PC), z środków łączności zorganizowane w sieć lokalną, z mikromonitora μM oraz skanera z głowicą STD + ewentualnie dowolna ilość dowolnie usytuowanych komputerów.
- Zestaw pracujący w czasie rzeczywistym z monitorami sieci lokalnej oraz Internetem umożliwiając podgląd w czasie rzeczywistym na wielu stanowiskach oraz na bezpośrednio, a także retrospektywne oceny i decyzje sterowania jakością.
Przykłady : Eliminacja spawacza „nie w formie”, wskazanie i eliminacja błędów technologii, niewłaściwe przygotowanie do spawania i wskazanie odpowiedzialnego itd.

B. Przygotowanie Badań Bpr i Bne

Niniejsza instrukcja IBUS-TD-06 obejmuje technikę badania w kategoriach Bpr i Bne. Instrukcja będzie uzupełniona w kategorii Bza. Badania w kategoriach Bpr i Bne mają oczywiste podobieństwa, a różnice występują największe w zakresie wykorzystania wyników badań i sporządzanej dokumentacji z badań.

Badania te rozkłada się na kilka etapów, a mianowicie

- Etap przygotowawczy sprzętu (krzywe DAC)
- Etap przygotowawczy badania
- Etap badania oraz powtórzeń i badań porównawczych.
- Etap archiwizowania wyników

6. Etap przygotowawczy sprzętu (krzywe DAC)

6.1 Wzorce i głowice

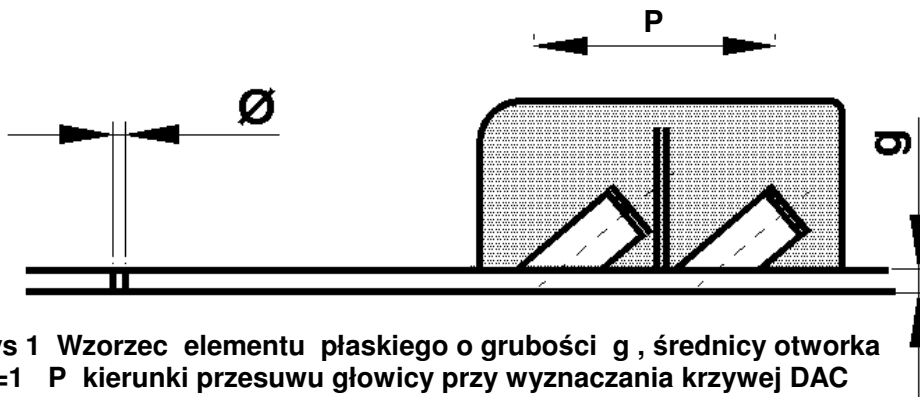
Wzorce jak na Rys 1 i 2 służą do sporządzenia krzywych DAC Rys 3 Z kolei krzywa DAC służy do porównania wskazań od wady rzeczywistej ze wskazaniami od otworka wzorcowego i stanowi krzywą odniesienia i równocześnie oceny.

Wprowadza się dwa typy wzorców

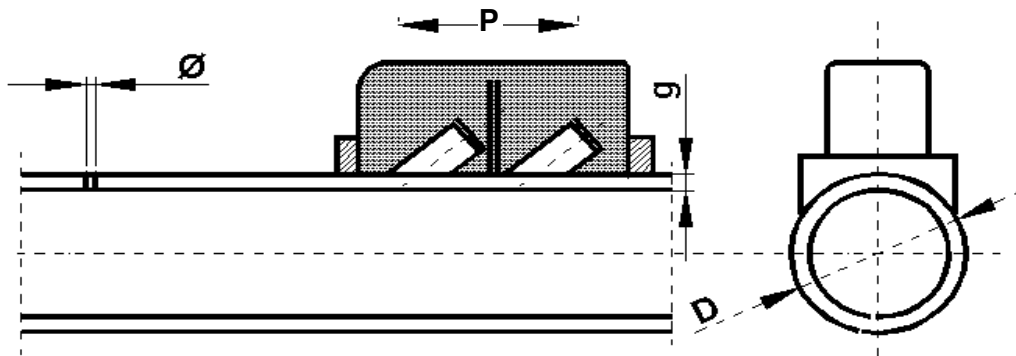
- Wzorzec uproszczony Rys 1 i Rys 2
- Wzorzec zwyczajny według załączonego rysunku IBUS-W (załącznik 7)

6.1.1 Wzorzec uproszczony

Wzorzec uproszczony Rys 1 i Rys 2 może być wykonany doraźnie przez badającego, poprzez przewiercenie aktualnie badanego odcinka blachy lub rury wg rysunków 1 i 2 lub na odcinku blachy czy rury identycznym z odcinkiem badanym. Użycie i wykonanie wzorca uproszczonego wymaga spełnienia podanych niżej warunków .



Rys 1 Wzorzec elementu płaskiego o grubości g , średnicy otworka $\varnothing = 1$ P kierunki przesuwu głowicy przy wyznaczania krzywej DAC



Rys 2 Wzorec do badań spoin rur o grubości g , średnicy D , średnicy otworu $\varnothing = 1$ P kierunku przesuwu głowicy przy wyznaczania krzywej DAC

Wymogi wykonania wzorca uproszczonego

Istotną zaletą wzorców uproszczonych jest ich duże podobieństwo, a nawet identyczność z odcinkiem z badaną spoiną co stanowi o ich wiarygodności. Wzorce te wykonuje się poprzez przewiercenie aktualnie badanego odcinka blachy lub rury wg rysunków 2 i 3 lub na odcinku blachy czy rury identycznym z odcinkiem badanym. Warunki poprawnego wykonania wzorca uproszczonego to:

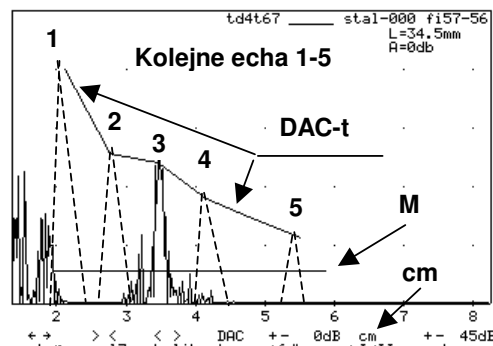
- powierzchnia wzorca ma być identyczna lub zbliżona do badanego odcinka ze spoiną,
- powierzchnia ta nie może mieć uszkodzeń korozyjnych, erozyjnych lub mechanicznych widocznych nieuzbrojonym okiem, a ograniczających powierzchnię kontaktu głowicy doprofilowanej dla rur lub płaskiej na powierzchni płaskich.
- otworek wzorcowy ma być prostopadły do powierzchni płaskich lub do tworzącej i prostopadłej do niej stycznej dla powierzchni walcowych.
- prostopadłość jest wystarczająca jeśli kąt odchylenia nie przekracza 3° .
- otworek ma być wykonany nowym ostrym wiertłem o większej twardości od materiału odcinka rury np. o twardości 25 HRc .
- Wzorce uproszczone wykonuje się we własnym zakresie, a poświadczenia ich zgodność z wymogami instrukcji IBUS-TD (według punktu 6.1.1 Rys1 i Rys 2) dokonuje operator umieszczając odpowiednią uwagę w protokole z badań.

6.1.2 Wzorec zwyczajny

Wzorce zwyczajne IBUS-W mogą być zakupione w Zakładzie ULTRA i mają one poświadczenie zgodności (certyfikat) z wymogami instrukcji IBUS-TD oraz załączonym rysunkiem (zał 8). Wzorce IBUS-W mogą być wykonane we własnym zakresie i poświadczona ich zgodność z wymogami instrukcji IBUS-TD. we własnym zakresie jeśli wymogi zewnętrzne nie stanowią inaczej.

6.2.Sporządzanie krzywej DAC

Sporządzanie wykresów (krzywych) DAC to zaznaczenie amplitudy echa od otworu o średnicy wzorcowej $\varnothing = 1$, w różnych odległościach P wzorca (rysunki Rys 1, lub 2). Przez punkty najwyższej lokalnie amplitudy echa prowadzi się krzywą DAC. Rys 3 Pokazany zasięg DAC, 2 - 6 cm wyznaczony markerem M (bramka) jest zasięgiem typowym, poniżej 2 cm głowica jest nad otworkiem \varnothing , powyżej 6 cm czułości badania maleją, a badania tracą sens.



Rys 3 Tworzenie krzywej DAC dla np $g=3$

W zakresie 2 – 6 cm mogą pojawiać się lokalne maksyma i minima ech i trzeba je uwzględnić na wykresie DAC. Wykres nie musi być monotoniczny.

W defektoskopach cyfrowych których konstrukcja na to pozwala krzywe DAC zapamiętuje się w pamięci defektoskopu, według procedur zawartych w instrukcji obsługi. Na przykład w defektoskopach CUD punkt 3.3

W innych defektoskopach prostych także analogowych krzywą DAC. wykreśla się na naklejonej na ekran folii. Folia ta może być wielokrotnie użyta pod warunkiem że naniesie się na niej dane:

- do identyfikacji położenia wykresu na podstawie czasu,
- numeru głowicy której wykres dotyczy
- wzmocnienia w dB
- grubość i średnicę wzorca.

Uwaga Parametry ustawienia defektoskopu do sporządzania krzywej DAC muszą być dotrzymane w badaniach, ewentualne błędy w tym zakresie powodują niedopuszczalne błędy badań.

W defektoskopach CUD i niektórych innych cyfrowych krzywą DAC i towarzyszące nastawy defektoskopu zapamiętują się w pamięci i wielokrotnie w miarę potrzeb wyświetla.

Ustawienia defektoskopu i krzywą dla zapamiętywania i identyfikacji nadaje się nazwę oraz wyżej podane dane

Jeśli jest to technicznie możliwe w innych defektoskopach to zapamiętuje się dane w pamięci defektoskopu, jeśli nie to można prowadzić oddzielną kartotekę krzywych DAC, lub sporządzać te krzywe na bieżąco.

6.3. Głowice

Przedstawione na Rys 4 i 5 głowice ultradźwiękowe tandem TD doprofilowane do wzorca uwidoczniono na wzorcu $\varnothing 38 \times 3$ mm. Głowice te są współcześnie wykonywane w technologii z użyciem lasera zapewniającej wysoką powtarzalność ich parametrów. Każda głowica posiada certyfikat z potwierdzeniem pomierzonych parametrów w postaci przykładowej krzywej DAC wykonanej na wzorcu (wzorcowym) grubości 4 lub 5 mm.

Krzywe te wykonywane są defektoskopem CUD. Głowice nie doprofilowane przeznaczone do badań powierzchni płaskich posiadają podobny certyfikat. Wzór certyfikatu głowic podano w załączniku 8



Rys 4 Głowica tandem o oznaczeniach CE, U067 (Ultra Nr.), DM (obudowa Duża Mosiężna), TD 4T67 7, \varnothing 38, o wygodnym uchwycie, w otworze wzorcowym umieszczono precyk



Rys 5 Głowica tandem o oznaczeniach TD 4T67 7, U067 (Ultra Nr.), \varnothing 38, jest to głowica w obudowie PM (Plastyk Mała), o wysokości ok. 10 mm w otworze wzorcowym umieszczono precyk

6.4. Zestaw badawczy

Na komplet minimum zestawu badawczego do badań prostych **Bpr** składa się :

- Głowice i ich krzywe DAC
- Defektoskop
- Układ zwilżania wodny
- Dziennik wykonanych badań dla ich archiwizacji i wydruków protokołów w zasadnie prowadzony ręcznie, alternatywnie w komputerze albo w ostemplowanym zeszycie.

Na komplet minimum zestawu badawczego do badań normalnych **Bne** składa się :

- Głowice ich krzywe DAC i układ zwilżania wodny
- Defektoskop + komputer w sprzężeniu jak w p 6.4.2.

6.4.1 Defektoskop

Dla defektoskopu do badań **Bpr** wymaga się potwierdzenia jego aktualnych parametrów użytkowych wg normy PN-EN12668-1 lub BN-85/0601-14 ("Badania ultradźwiękowe wyrobów hutniczych - Parametry głowic i defektoskopów. Wymagania i badania").

6.4.2 Defektoskop + komputer

Dla defektoskopu do badań **Bne** wymaga się potwierdzenia jego aktualnych parametrów jak w 6.4.1. Ponadto aby umożliwić realizację głównego celu badań normalnych Bne to jest sterowanie jakością spoin w trakcie ich wykonywania, poprzez wykorzystanie wyników aktualnych badań ze sprzężeniem z wykonawstwem i to w czasie prawie rzeczywistym, to od zestawu defektoskop - komputer wymaga się :

- w komputerze współpracującym posiadania programu który umożliwi zapamiętanie wyników badań, i ich przetwarzanie np. dynamiczną bazę danych np. IBUS-NZpr
- w defektoskopie zapamiętania wyniku i parametrów badania to jest parametrów głowic i ich krzywych DAC, zapamiętania i odtwarzania zestawu parametrów nastawień defektoskopu oraz informacji dodatkowych: daty i czasu badania, dane spawacza, operatora badań, dane identyfikacyjne spoin i ich zespołu, numer kolejnego badania (ewentualne poprawki, badania kontrolne po czasie itp)

ponadto w defektoskopie możliwości szybkiego i łatwego przekazywania na bieżąco do komputera wyników badań (USB, radiowo Bluetooth itd.)

Wymienione tu wszystkie cechy mają na przykład defektoskopy CUD

7. Etap przygotowawczy badania

Przygotowanie badania ma decydujące znaczenie o wydajnym i wiarygodnym przeprowadzeniu badania. Procedury przygotowania badania dla Bpr i Bne mają podobieństwa i różnice. Różnice są wyróżnione i zamieszczone niżej.

7.1 Przygotowania badania prostego Bpr

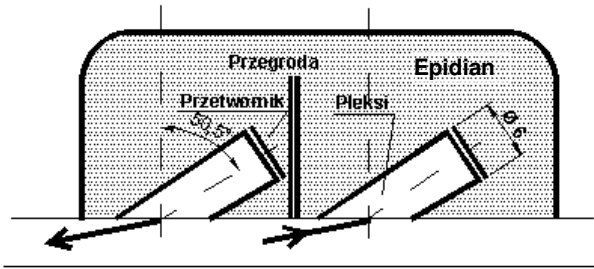
- Sporządzenie opisu + ewentualnie rysunków i schematów obiektu
- Zakresu badań obiektu badanego.
- Skompletowanie aparatury i materiałów pomocniczych:
 - defektoskop
 - głowice TD w asortymentach zapewniających realizację zakresów badań powierzchni płaskich i zakresu według doprofilowania do średnic rur
 - układ zwilżania wodą, zapas detergentów (ludwik) i wody
 - krzywe DAC (w pamięci defektoskopów cyfrowych, lub na foliach dla defektoskopów analogowych i tych cyfrowych które nie mają możliwości zapamiętania krzywych DAC)
 - wzorce w zakresie niezbędnym do wykonania zakresu badań obiektu
- sprawdzenie stanu powierzchni obiektu badanego i ewentualne jego poprawki

- decyzja upoważnionego (np. operatora lub kierownika badań) o właściwym przygotowaniu do badań:
 - opisów obiektu i zakresu badań
 - stanu przygotowania obiektu do badań
 - skompletowaniu aparatury
 - skompletowaniu operatorów i podziału między nich zakresu badań

7.2 Przygotowania badania normalnego Bne

Istotną różnicą w przygotowaniu badania normalnego Bne w porównaniu do 7.1. to wykonanie wszystkich opisów w formie elektronicznej w komputerze współpracującym. Wykonuje się to poprzez wypełnienie rubryk bazy danych w programie IBUS-NZpr.

7.3 Podłączenie głowicy TD



Rys. 6 Schemat głowicy tandem TDx4T67⁰⁶

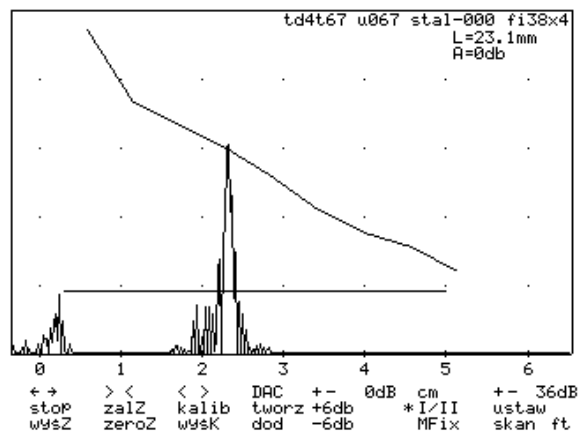
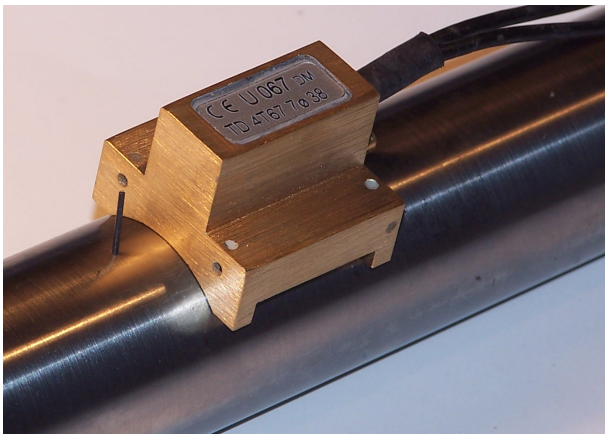
Głowicę TD Rys 1 podłącza się tak aby przedni przetwornik (lewy na rysunku) był nadajnikiem, a tylni odbiornikiem. Równocześnie w defektoskopie należy nadajnik rozłączyć z odbiornikiem podobnie jak dla głowic podwójnych.

Należy ustawić zwilżanie wodne ok. kropla na dwie sekundy

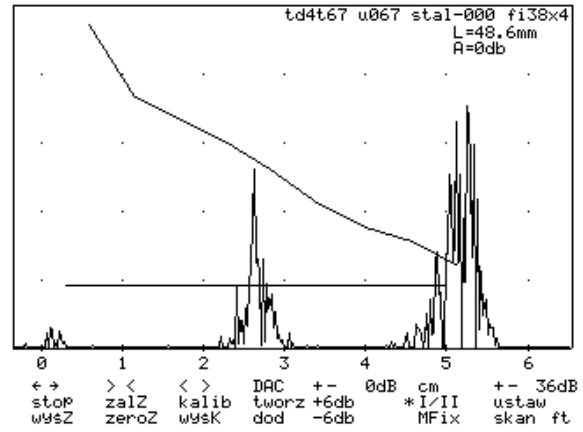
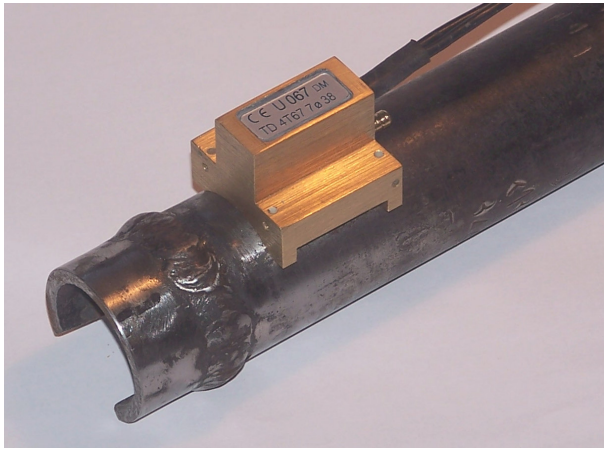
7.4 Ustawienia parametrów defektoskopu

Ustawienia parametrów defektoskopu to w zasadzie powtórzenie ustawień z wykreślenia krzywej DAC, a różnice występują tylko przy korygowaniu wzmocnień i położenia krzywych DAC.

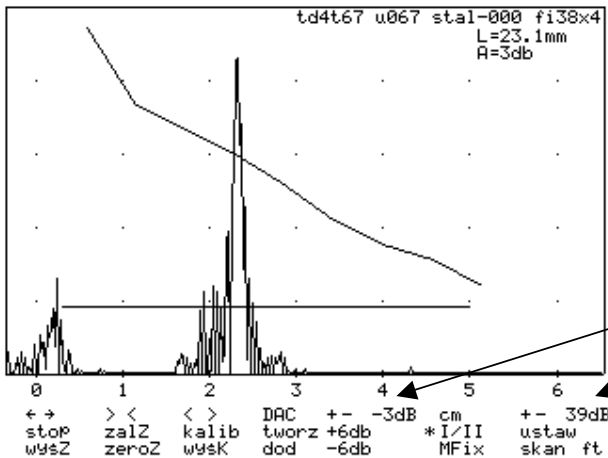
7.4.1 Ustawienie normalne parametrów defektoskopu



Rys. 7 Ustawienie głowicy na wzorcu i otrzymane prawidłowe echo krzywa DAC, ma ono być synchronizowana w osi pionowej 36 dB i poziomej co jest zautomatyzowane w defektoskopach pamiętających np CUD (krzywa fi38x4 i głowica Nr . u067)

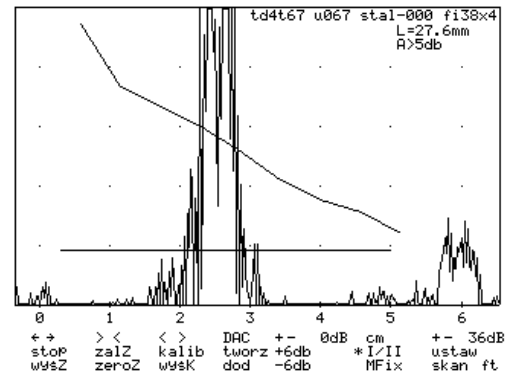
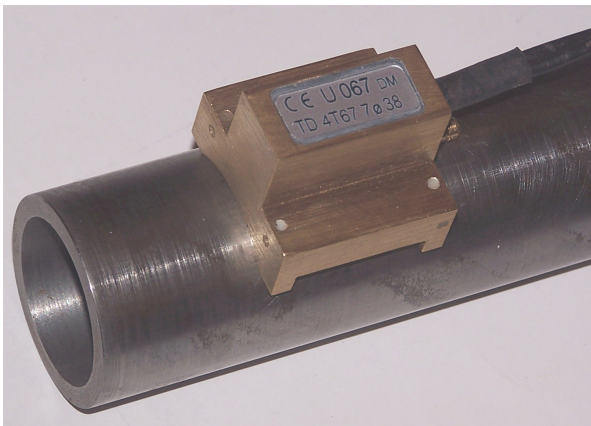


Rys. 8 Ustawienie głowicy na badanym króćcu echo od wady rzeczywistej 0dB od krzywej DAC co oznacza że jej wielkość jest porównywalna z otworem wzorcowym

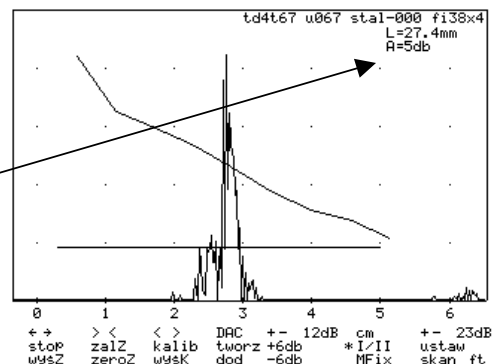


Rys. 9 W stosunku do rys 7 korekcja wzmacnienia o, + 3 dB (36+3=39) wymaga korekcji położenia krzywej DAC też o, np., - 3dB

7.4.2 Korekcja parametrów defektoskopu i położenia krzywej DAC



Rys. 10 Pomiar echa krawędziowego (wyżej) wzorca jak na rys 7 które jest przesterowane wymaga korekcji wzmacnienia z 36 dB na 23 dB=13 dB oraz korekcji położenia krzywej DAC np o -12dB. Pomierzona różnica echa otworu i krawędzi wynosi 13dB +5dB= 18 dB



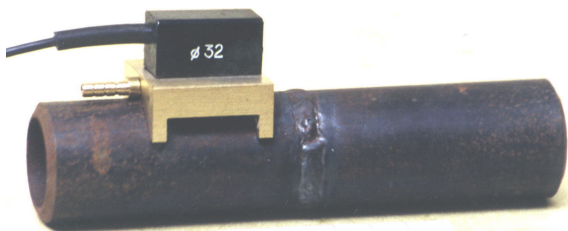
C Wykonywanie badań

7.5 Ruchy głowicą i obserwacja ekranu

Obydwa badania **Bpr** i **Bne** polegają na wykonywaniu określonych ruchów głowicą obok spoiny oraz na równoczesnej obserwacji ekranu defektoskopu.

- Ruchy głowicą wykonuje się w kierunku wzdłuż tworzącej zwrotnie (tam i z powrotem kilkakrotnie) oraz łączy się je z ruchem obwodowym
Ruchy te mogą być wykonywane dość szybko i energicznie ale należy je wykonać odcinkami tak aby cała objętość spoiny była badana kilkakrotnie.
- Obserwacja ekranu. W trakcie wykonywania ruchów głowicą należy obserwować ekran defektoskopu i oceniać wskazania ech pojawiających się na ekranie oraz reagować zgodnie z punktem 7.5.

7.6 Ocena spoin



Rys 10 Badane spoiny króćca $\varnothing 32 \times 4$ mm

- Wskazania ech poniżej krzywej DAC uznaje się za wskazania od szumów i nie są to wady i są to wskazania akceptowalne
- Wskazania ech powyżej krzywej DAC uznaje się za wady niedopuszczalne i są to wskazania nie akceptowalne.
- dopuszcza się pewien zakres błędu wskazań ech wynoszący ± 3 dB w stosunku do krzywej DAC

7.7 Wyniki badań

Właściwe wykorzystanie wyników badań jest ukoronowaniem i podstawową realizacją celu badań, narzuca to operatorom wykonującym badania obowiązek zadbania o 100% badanie wszystkich spoin w partii i właściwe wykorzystanie wyników badań. Dotyczy to obydwu typu badań Bpr i Bne. Odstępstwo od 100% badania spoin, uniemożliwia selekcję spoin niepewnych co zawsze obniża niezawodność ogólną urządzenia. Jeśli byłaby taka potrzeba wymaga się powiadomienia o tym zleceniodawcy oraz jego pisemną akceptację lub nawet dyspozycję. W takim przypadku wykonuje się tylko badanie proste Bpr.

7.7.1 Wynik badań prostych Bpr

W zakresie badań prostych Bpr zakończeniem badań jest określenie w każdej partii wszystkich spoin nieakceptowanych dopilnowanie ich naprawy, zbadanie spoin poprawionych oraz wystawienie poświadczenia według wzoru poświadczeń z badań Bpr załącznik 6. Wszystkie wyjątki, to jest spoiny niezbadane mają być bezwarunkowo wyspecyfikowane, a powód niezbadania uzasadniony. Ponadto wymaga się akceptację pisemną każdego takiego wyjątku przez zleceniodawcę.

7.7.2 Wynik badań normalnych Bne

W zakresie badań normalnych Bne wyniki badań przekazuje się na bieżąco do bazy danych w komputerze-program IBUS-NZ. Wykonuje się to jednym z trzech sposobów:

- Bezpośrednio przez klawiaturę komputera do IBUS-NZ (ewentualnie małymi partiami wyników).
- Pośrednio do asystenta przy komputerze przy użyciu łącza radiowego (np. słuchawka nagłowna, mikrofon, łączność bezprzewodowa)
- W defektoskopach CUD automatycznie bo wynik badania każdej spoiny bezprzewodowo przekazywany jest od kliknięcia klawisza

Każdym z podanych trzech sposobów podaje się następujące dane:

- Numer spoiny
- Numer spawacza
- Numer badającego
- Wynik dobra / zła

Program IBUS-NZ automatycznie przetworzy wprowadzone dane wstępne z wynikami badań. Pozwala to na natychmiastowe wyświetlanie lub wydruki nie tylko wyników badań ale także ocen pracy spawacza, ocen użytych technologii, ocen stopnia realizacji budowy (remontu), itp. Szczegółowe możliwości w tym zakresie podaje instrukcja programu IBUS-NZ. Istotne jest tu to że dostęp do tych danych jest nie tylko natychmiastowy ale możliwy na dowolnym komputerze np. inspektora nadzoru, właściciela itp. Oczywiście dostęp może być ograniczony hasłem dostępu.

8. Piśmiennictwo

- 8.1. U. Shlegermann, Badania ultradźwiękowe połączeń spawanych o małej grubości, Seminarium Nieniszczące Badania Materiałów- Zakopane 12-13.03.1998
- 8.2 Władysław Michnowski, Jarosław Mierzwa, Ultradźwiękowe badania spoin o grubości poniżej 6 mm badania spoin rur kotłowych badania spoin rur kotłowych Seminarium Nieniszczące Badania Materiałów- Zakopane 03.2002
- 8.3.mgr inż. Janusz Barczyk, mgr inż. Franciszek Leszkowicz (Elektrownia Turów)
mgr inż. Władysław Michnowski Zakład ULTRA- System zapewnienia wysokiej niezawodności spoin rur w energetycznych kotłach blokowych..- dozór techniczny 4/1992.
- 8.4.PN-89/M-70055/02
- 8.5. PN-EN-1712; PN-EN-1714
- 8.6.ASME Section V Article5
- 8.7. PN-85/M-69775
- 8.8 PN-EN ISO/IEC 17025

Załącznik 1

Potrzeba badań spoin małych grubości

Z możliwych wielu argumentów na uzasadnienie potrzeby wykonywania badań spoin małych grubości najistotniejszy to fakt że w wielu przykładach dokonań technicznych, zaniechanie tych badań grozi klęską, co zresztą wielokrotnie miało miejsce. Dotyczy to takich dokonań jak budowa rurociągów do transportu materiałów palnych i wybuchowych oraz przede wszystkim budowa i remonty kotłów blokowych w elektrowniach, a także w zapewnieniu niezawodności eksploatacji sieci ciepłych. Niżej podane rzeczywiste przykłady faktograficzne ilustrują potrzebę badań.

Przykłady wad rzeczywistych spoin rur wykrytych w badaniach wg instrukcji IBUS



1 Duży brak przetopu w spoinie rury $\Phi 38/3$ mm

2 Pęknięcie obwodowe w spoinie rury $\Phi 38/3$ mm

3 Efekt kanalikowy przyklejenia na zakończeniu spoiny $\Phi 38/3$

Z przedstawionych wyżej trzech typów wad rzeczywistych najtrudniejszą do wykrycia jest przyklejenie (rys.3.), w przykładzie pogłębione kraterem powstającej nieszczelności.

Przyklejenie to na ogół powstaje na zakończeniu lub zapoczątkowaniu spawania spoiny obwodowej rury. Jest to wada o niewielkich wymiarach występująca w tych spoinach najczęściej, a także ze względu na jej szybki rozwój wada najgroźniejsza, powodująca częste awarie.

Wykrywanie wad typu (rys.3) jest trudne ale równocześnie jest niezbędne.

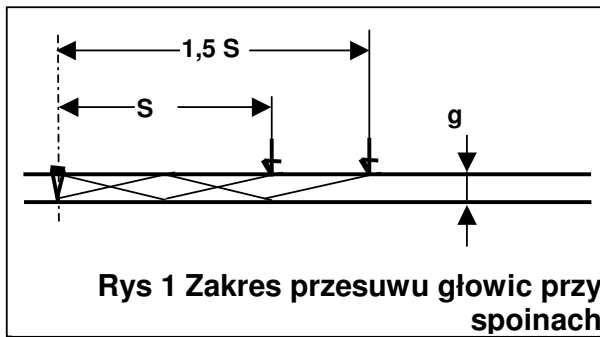
(W załączniku 5 podano uzasadnienie tego założenia)

Uwaga do badań rur - stosowanie metod które w niedostatecznym stopniu zapewniają wykrywalność wad (**rys.3**) jest poważnym błędem technicznym, a w szczególności nie należy stosować badań radiograficznych, dlatego że przy ekspozycji przez dwie ścianki na „owal” prawdopodobieństwo wykrycia wady (**rys.3**) jest znikome. Natomiast w badaniach ultradźwiękowych przy zastosowaniu specjalnych głowic i wymogów Instrukcji IBUS osiągnięto lepiej niż zadawalające rezultaty

Załącznik 2

Opis ograniczeń w badaniach ultradźwiękowych spoin małych grubości

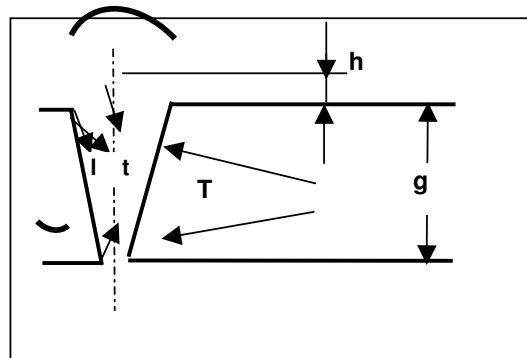
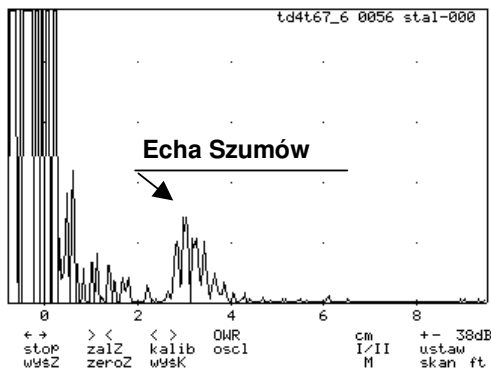
Dobre i jednoznaczne wskazania w badaniach spoin powyżej granicy 12 mm przestają



stopniowo być jednoznaczne poniżej tej granicy (dotyczy to badań głowicami z przetwornikami ok. 10x10 mm). Dla głowic z większymi przetwornikami granica ta odpowiednio wzrasta. Obniżenie jednoznaczności wskazań jest związane z powstającymi szumami geometrycznymi (wycieki, nierówności lica i grani) co powoduje obniżenie stosunku sygnału użytecznego do poziomu szumów.

1 Ograniczenia geometryczne

Wymiary głowicy przy małych grubościach spoiny wymuszają wybór zakresu przesuwu jak na rys. 1 (np. od 1 do 1.5S). Zwiększa to odległość głowicy od badanej spoiny, wymaga użycia większych wzmocnień, a naturalna rozbieżność wiązki zaciera różnice wskazań od wad w licu i grani, a nawet przy małych grubościach czyni je nierozróżnialne.



Rys. 2 Wskazania szumów geometrycznych w badaniach spoin od kształtu spoiny

2 Wzrost poziomu szumów

Na wzrost poziomu szumów przy spoinach mniejszych grubości mają wpływ niżej podane przyczyny:

- zmiana geometrii w cienkich spoinach to jest wzrost stosunku h/g (rys. 5) powodujący, że padająca fala poprzeczna T intensywniej jest odbijana i rozszczepia na nierównościach lica i grani spoiny,
- częściowe odbicia tj. fale poprzeczne t i fale podłużne l przy mniejszej grubości g mają większe prawdopodobieństwo trafienia jako echa do przetwornika głowicy odbiorczej,
- dla spoin obwodowych rur geometryczna rozbieżność wiązki fal ultradźwiękowych na przejściu przez powierzchnię walcową.

Autorzy niektórych norm świadomi wymienionych zjawisk ograniczają zakres ich zastosowań do grubości większych od 8 mm.

3 Wnioski

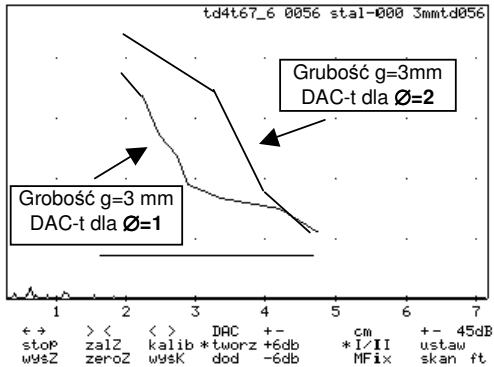
- a) Istotny wyraźny wskaźnik w badaniach spoin, jakim jest położenie (lico, grań) wykrytej wady w przekroju spoiny, przy badaniu spoin małych grubości przestaje być wyraźny aż do zaniku tych wskazań.
- b) Wzrost poziomu szumów przy badaniu spoin małych grubości prowadzi do istotnego zwiększenia ilości spoin ze wskazaniami nieakceptowanymi na skutek niezgodności (wad) takich jak nierówności lica i grani w tym np. wycieki o nasileniu przyjętym jako dopuszczalne.
- c) Wnioski a i b wymuszają potrzebę opracowania głowic minimalizujące ich negatywne skutki, a takimi głowicami współcześnie są doprofilowane głowice tandem.

Załącznik 3

1 Przykłady oceny dynamiki wskaźników ultradźwiękowych głowic TD

Dynamika wskaźników tak przy badaniach elementów płaskich jak i rurowych jest podobna. Przykłady tej dynamiki podano niżej

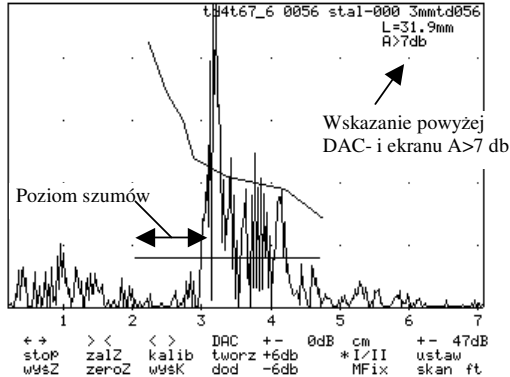
2 Przykład zmian dynamiki wskaźników przy zmianie wzorcowego otworka \emptyset



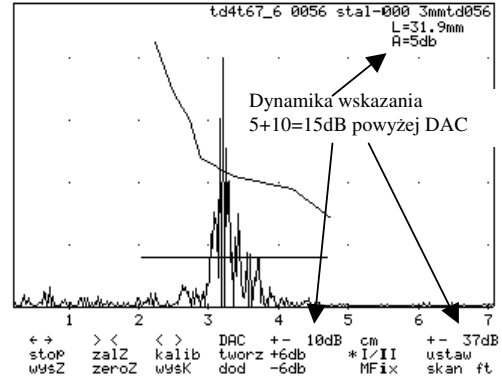
Obok pokazano dwie krzywe DAC wykonane na elemencie płaskim o grubości 3 mm, oraz średnicach otworków wzorcowych o średnicy 1 i 2mm. Na elementach rurowych występują podobne rozkłady krzywych DAC-t

Rys. 1 Krzywe DAC dla otworków wzorcowych 1mm i 2mm

3 Przykład rzeczywistej dynamiki wskaźników wykrytej wady w spoinie.



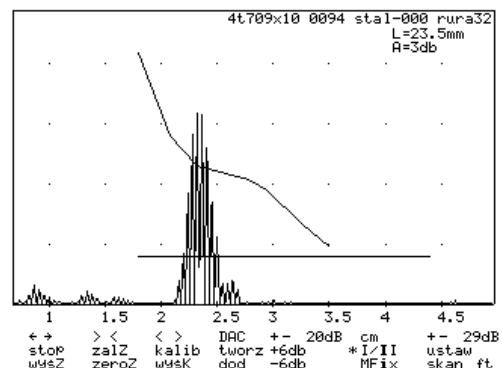
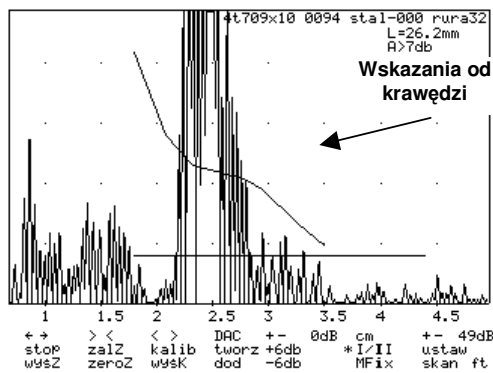
Rys.2 Rzeczywiste wskazanie wady, spoina g=3 mm, w oględzinach spoiny widoczna wada jako brak przetopu o wymiarach ok. 3x0.5 mm



Rys.3 Odczytana dynamika wskazania wady z rys.2 (po korekcie wzmacnienia i położenia DAC wynosi +15dB, przy znikomym poziomie szumów

4 Przykład zakresu dynamiki wskaźników

W przykładzie zakres dynamiki wskaźników który jest duży i wynosi w odniesieniu do szumów 28dB, a w odniesieniu do krzywej DAC 23dB (rura o średnicy 34mm i grubości 2,8 mm).



Rys. 4 Ilustracja zakresu dynamiki wskaźników - 23 dB powyżej DAC

Załącznik 4

Walidacja ultradźwiękowej metody IBUS-TD zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025

Norma PN-EN ISO/IEC 17025 pod tytułem „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących” w punkcie 5.4.4. formułuje wymogi do stosowania metod nieznormalizowanych.

Wymogi punktu 5.4.4. i ich omówienie podano niżej:

- a) *właściwą identyfikację*: podano w tytule instrukcji IBUS – TD – 06
- b) *zakres*: podano w tytule instrukcji IBUS – TD – 06
- c) *opis rodzaju obiektu, który ma być badany lub wzorcowany*: podano w tytule instrukcji IBUS – TD – 06
- d) *parametry lub wielkości oraz zakresy, które mają być określone*: podano w instrukcji IBUS – TD – 06
- e) *aparaturę i wyposażenie, łącznie z wymogami dotyczącymi ich parametrów technicznych*: podano w instrukcji IBUS – TD – 06
- f) *wymagane wzorce odniesienia i materiały odniesienia*: podano w instrukcji IBUS – TD – 06
- g) *wymagane warunki środowiskowe oraz, jeżeli jest potrzebny ,okres stabilizacji*; podano w instrukcji IBUS – TD – 06
- h) *opis procedury, zawierający*:
 - *nanoszenie znaków identyfikacyjnych, obchodzenie się z obiektami oraz ich transportowanie, przechowywanie i przygotowanie*: nie dotyczy instrukcji IBUS – TD – 06
 - *sprawdzenia , jakie należy wykonać przed rozpoczęciem pracy*: podano w instrukcji IBUS – TD – 06
 - *sprawdzenia poprawności pracy wyposażenia oraz, tam gdzie to jest wymagane, wzorcowanie oraz regulacja wyposażenia przed każdym użyciem*, podano w instrukcji IBUS – TD – 06
 - *metodę zapisywania obserwacji i wyników*, podano w instrukcji IBUS – TD – 06
 - *wszystkie środki bezpieczeństwa , które należy zachować*: nie dotyczy instrukcji IBUS – TD – 06 natomiast obowiązują ogólne zasady bezpieczeństwa pracy
- i) *kryteria i/lub wymagania dotyczące przyjęcia/odrzućcia* : podano w instrukcji IBUS – TD – 06
- j) *dane, które należy zarejestrować oraz metodę ich analizy i prezentacji*: podano w instrukcji IBUS – TD – 06
- k) *niepewność lub procedurę szacowania niepewności*: podano w instrukcji IBUS – TD – 06

Załącznik 5

Artykuł opublikowany w „dozór techniczny” Nr 4 1992 r

Mgr inż. JANUSZ BARCZYK
Elektrownia „Turów”
Mgr inż. FRANCISZEK LESZKOWICZ
Elektrownia „Turów”
Mgr inż. WŁADYSŁAW MICHNOWSKI
Zakład Badań Materiałowych ULTRA
Wrocław

System zapewnienia wysokiej niezawodności spoin obwodowych rur w energetycznych kotłach blokowych, a aktualne normy (r.1992) na ultradźwiękowe badania spoin

Ultradźwiękowe badania spoin w Polsce mają około trzydziestoletnią tradycję, obecnie są związane z zestawem norm [1-9] regulujący metodykę badań oraz klasyfikacje zbadanych spoin. Chociaż niektóre z tych norm są tylko zapowiedziane lub istnieją jako projekty, to normy już wydane [1-3] obejmują większość przypadków z istniejących potrzeb. Realizacja całego programu wydawniczego tych norm stwarzałyby możliwość ujednoczenia badań i klasyfikacji wszystkich spoin według jednolitego spójnego systemu. Zalety takiego rozwiązania są oczywiste, a byłoby to pierwsze w całej trzydziestoletniej tradycji uporządkowanie badań spoin tak kompleksowe. Mimo oczywistych zalet w stosowaniu jednego kompleksowego systemu badań i klasyfikacji spoin poglądy, że system ten obejmuje wszystkie możliwe przypadki w praktyce jest utopijny.

Przykładami, które nie mieszczą się ściśle w wymogach aktualnych norm to badania na urządzeniach automatycznych, a także badania ręczne spoin obwodowych rur w zakresie średnic 31-89 mm, usytuowanych w energetycznych kotłach blokowych. W podanych przykładach, a także w innych, jeśli jest to uzasadnione, niezbędne jest wprowadzenie szczegółowej instrukcji zakładowej będącej adaptacją wymogów normy do miejscowych warunków. Przedmiotem niniejszego artykułu jest uzasadnienie sposobu badania spoin rur o średnicach 31-89 mm na energetycznych kotłach OP 650b w Elektrowni „Turów”. Sposób ten ujęto w instrukcji IBUS-R 91, która jest adaptacją poprzedniej instrukcji IBUS do wymogów normy [1] i projektu normy [4].

Uzasadnienie instrukcji IBUS-R91, choć oparte na przykładzie Elektrowni „Turów” to może, a nawet powinno być wzięte pod uwagę w innych elektrowniach, tym bardziej, że przytoczone zjawiska miały także miejsce w innych elektrowniach. Podczas rozruchu i kolejnych lat pracy bloków w Elektrowni „Turów” w latach sześćdziesiątych wystąpiły nieszczelności w części ciśnieniowej kotłów powodujące dziesiątki odstawień awaryjnych każdego bloku, przy czym działo się to w czasie deficytu energetycznego. Szacunkowe straty ponoszone rocznie wyrażane były cyframi o wielkości zauważalnej w budżecie państwa. Stan ten utrzymywał się kilka lat, a podejmowane próby jego poprawy początkowo nie przynosiły efektów. Przeprowadzono wiele analiz, z których na szczególną uwagę zasługują: analiza Zakładów Energetycznych Okręgu Dolnośląskiego Z.E.O.D. [10 i 11] i Energopomiaru w Gliwicach.

Z analiz tych w zakresie dotyczącym spoin obwodowych rur wynikało: zdecydowanie najwięcej nieszczelności powstawało na spoinach montażowych i remontowych, natomiast spoiny fabryczne i zgrzeiny były stosunkowo dobre, prawie zawsze dawało się odróżnić nieszczelności pierwotne, stanowiące przyczynę uszkodzenia od nieszczelności wtórnych, - **w ponad 50% nieszczelności pierwotnych powodem uszkodzenia był niewielki, czasem trudno zauważalny otvorek o kształcie „przecinkowym”, okrągłym lub owalnym.**

Niewielkie wymiary najczęściej występujących nieszczelności skłaniały do

oczywistego wniosku, że wada w spoinie, która te nieszczelności powoduje też ma niewielkie wymiary.

Takie wady, które odpowiadałyby temu opisowi to:- niewielkie promieniowe pęknięcie poprzeczne lub skośne do osi spoiny też najczęściej występujące na zakończeniu spoiny. Charakter i niewielkie wymiary eksploatacyjne groźnych wad w spoinach kotłów blokowych, a co za tym idzie ich bardzo trudna wykrywalność potwierdza pośrednio fakt, że podczas modernizacji kotła bloku 4, 100% **spoin zbadano radiograficznie w klasie 1, a nie uzyskano poprawy niezawodności spoin.** W tej sytuacji w ówczesnym Rejonowym Technicznym we Wrocławiu opracowano we współpracy z Elektrownią „Turów” metodę zapewnienia wysokiej niezawodności spoin rur w oparciu o badania ultradźwiękowe. Zastosowanie i wdrożenie tej metody, a także usprawnienia technologiczne spawania, spowodowały w okresie około 3 lat radykalną poprawę w zakresie jakości spoin w kotłach blokowych, a autorzy metody byli nagrodzeni nagrodą ówczesnego Ministra Energetyki [12]. Zapewnienie wysokiej niezawodności spoin w kotłach blokowych to rozwiązanie trzech zagadnień, a mianowicie:

- A. **Badania oparte są o instrukcję IBUS obejmującą technikę badań i kryteria oceny.** Celem tych badań jest bezpośrednia i natychmiastowa selekcja spoin na dobre lub złe. Zbędna wtedy staje się jakakolwiek klasyfikacja, a badania znacznie się upraszczają i znacznie przyspiesza ją. Kryteria oceny są dobrane na takim wysokim poziomie, **że do złych spoin klasyfikuje się nie tylko niewątpliwie złe, ale także wszystkie spoiny wątpliwe.** Często podnoszony jest zarzut, że w takim ujęciu część spoin jest wycinana niepotrzebnie. Jest to zarzut słuszny, ale mało istotny, jeżeli weźmie się pod uwagę wielkość strat związanych z awaryjnym odstąpieniem bloku oraz konieczność wykrycia każdej nawet bardzo drobnej i trudno wykrywalnej wady, bo może ona być groźna. Zresztą zagadnienia opisane w punkcie B i C wpływają na ograniczenie ilości spoin wątpliwych do minimum, a praca badawcza wykonana w Instytucie Energetyki potwierdziła słuszność takiego podejścia.
- B. **Sprzęt.** Badania są prowadzone przy użyciu sprzętu składającego się ze specjalnych głowic ultradźwiękowych ze zwilżaniem wodnym i wzorca [12, 13 i 14]. W konstrukcji głowic ultradźwiękowych do badania spoin rur małych średnic istotną trudność sprawia dekoncentracja (rozproszenie geometryczne) pola ultradźwiękowego na przejściu przez powierzchnię cylindryczną. Efektem tej dekoncentracji pola jest „uczulenie” na wady o charakterze obwodowym.
- Jest to zjawisko niekorzystne zwiększające poziom szumów (ech cząstkowych) od nierówności lica i grani spoiny. Natomiast pożądaną cechą głowic do badania spoin rur byłoby „uczulenie” ich na wady promieniowe. Przeprowadzone serie badań nad modelami wykonanych głowic pozwoliły ustalić jej optymalne cechy konstrukcyjne, a mianowicie: kąt załamania 67 stopni, wymiary przetwornika 7x7 mm, częstotliwość 4 MHz. Ponadto głowice powinny być dokładnie doprofilowane i najlepiej ze zwilżaniem wodnym [patent 14]. Ich czułość i przydatność jest stale kontrolowana na specjalnym wzorcu.
- C. **Współpraca.** Zadania operatorów badań ultradźwiękowych nie kończą się na zbadaniu spoin i podaniu wyników. Dodatkowymi ich obowiązkami są: współpraca i ocena spawaczy, analizy i wyjaśnienie przypadków badań z wynikiem negatywnym, a najważniejsze to dopilnowanie i kontrola wycięcia i naprawy wszystkich spoin zbadanych z wynikiem negatywnym.
- System zapewnienia wysokiej niezawodności spoin rur w kotłach blokowych oparty jest na badaniach wykonywanych według instrukcji IBUS. W poprawionej wersji tej instrukcji IBUS-R 91 uwzględniono wymogi projektu normy [4] oraz normy [1] jednak pozostały różnice przedstawione niżej. Ocena spoin w najwyższej klasie UI według normy [1] dopuszcza występowanie w spoinie wad punktowych. W świetle przytoczonych wyżej faktów byłby to poważny błąd, bo wada punktowa może być najbardziej groźna dla tych spoin.

Dlatego ocena spoin według IBUS-R 91 nie dopuszcza jakichkolwiek wad wykrytych powyżej granicy rejestracji wad. Granice rejestracji wad norma [4] ustala arbitralnie jako wadę równoważną 0,7 mm i nie wspomina o zakłóceniach, to jest jak się ma poziom szumów do tak ustawionej granicy rejestracji wad. Instrukcja IBUS-R 91 ustala granice rejestracji najczulej jak to fizycznie jest możliwe, to znaczy na poziomie szumów, przy równoczesnej stałej kontroli przez operatora tego poziomu i możliwości korekcji tej granicy rejestrowalności wad w zakresie 6 dB.

Reasumując, instrukcja IBUS-R 91 stawia wyższe wymogi jakości spoin niż wynikałoby to z ocen według norm [1 i 4] w klasie UI, to znaczy wprowadza klasę UI - specjalną, w której niedopuszczalne są wady punktowe i to na poziomie rejestracji wad. Wydaje się zrozumiałe, że tak ostre wymogi jakościowe mogą budzić wątpliwości czy można im podołać, a co za tym idzie chęć ich złagodzenia. Próby złagodzenia tych wymogów, bardziej lub mniej świadome, niestety były robione i kończyły się negatywnie. Najbardziej drastycznym przykładem jest prowadzona przez Przedsiębiorstwa Energomontaż w latach siedemdziesiątych budowa Elektrowni „Dolna Odra”. Przy montażu kotłów pierwszych bloków zastosowano 100% badania ultradźwiękowe, ale według dość złagodzonych kryteriów. Niestety, spowodowało to powtórzenie katastrofalnego stanu niezawodności kotłów, podobnego jak wcześniej opisano dla Elektrowni „Turów”. Dopiero wtedy w montażu kotłów ostatnich bloków zastosowano w pełni system zapewnienia wysokiej niezawodności spoin, co natychmiast odniosło skutek i radykalną poprawę aż tak dużą, że uzyskano bezawaryjny, (jeśli idzie o spoiny) rozruch kotła. Stan ten osiągnięto kosztem zwiększenia ilości spoin do wycięcia, których wynik badania był negatywny.

Jednak krótki czas rozruchu, a przede wszystkim późniejsza bezawaryjna praca kotłów z nawiązką to zrekompensowała. Za każdym razem wprowadzenie systemu zapewnienia wysokiej niezawodności spoin rur w kotłach blokowych opartego na trzech fundamentach, to jest: **A - Badania, B - Sprzęt (głowice) i C - Współpraca**, ma swoisty rytm. Początkowo tempo badań jest względnie wolne, a liczba spoin wycinanych z wynikiem negatywnym duża. Stopniowo system osiąga dojrzałość charakteryzującą się wzrostem tempa badań i dość znaczną obniżką spoin z wynikiem negatywnym. Z punktu widzenia celu to jest niezawodności spoin stan dojrzałości systemu jest najkorzystniejszy. Jest oczywiste, że tak tempo jak i stopień dojrzałości systemu osiąga się przez zespół działań określonych jako współpraca. Przyspieszenie i pogłębienie dojrzałości systemu osiąga się najefektywniej, jeśli nowo powstały zespół montażowy podda się treningowi, np. spawając i badając krótkie próbne. Trening zwykle nie jest konieczny w przypadkach działań już ustabilizowanych.

Na zakończenie może warto przytoczyć zdanie Dyrektora montażu Elektrowni „Dolna Odra” (cytat z pamięci):

„Byłem od początku przeciwnikiem wprowadzania tych badań, ale mi je narzucono. Ilości spoin wycinanych i całe to zamieszanie utwierdziły mnie w mojej niechęci, ale to, że uzyskaliśmy skrócenie rozruchu o blisko półtora miesiąca dowodzi, że nie miałem racji.”

PIŚMIENNICTWO

- [1] PN-89/M-69777 Spawalnictwo. Klasyfikacja wadliwości złączy spawanych na podstawie badań ultradźwiękowych.
- [2] PN-89/M-70055/01 Spawalnictwo. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Postanowienia ogólne.
- [3] PN-89/M-70055/02 Spawalnictwo. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Badanie spoin czołowych o grubości 8-30 mm głowicami skośnymi, falami poprzecznymi.
- [4] PN- /M-70055/03 (projekt) Spawalnictwo. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Badania spoin czołowych o grubości 3-8 mm głowicami skośnymi falami poprzecznymi.

- [5] PN- /M-70055/04 (zapowiedź) Spawalnictwo. Badania głowicami skośnymi złącz spawanych ze spoinami czołowymi o grubości ponad 30 mm ze stali węglowych i niskostopowych.
- [6] PN- /M-70055/05 (zapowiedź) Spawalnictwo. Badanie złączy spawanych ze spoinami czołowymi.
- [7] PN- /M-70055/06 (zapowiedź) Spawalnictwo. Badanie złączy spawanych ze spoinami pachwinowymi.
- [8] PN- /M-70055/07 (zapowiedź) Spawalnictwo. Badanie złączy spawanych z aluminium i jego stopów. [9] PN- /M-70055/08 (zapowiedź) Spawalnictwo. Badanie złączy ze stali o strukturze silnie tłumiącej i rozpraszającej.
- [10] *R. Bauer*: Analiza przyczyn odstawień i uszkodzeń 7 bloków w Elektrowni Turów za okres 1967. ZEOD 1968 (praca nie publikowana)
- [11] *R. Bauer, E. Rudziński, W. Michnowski, S. Salka, Z. Zawada*: Analiza awaryjności kotłów w Elektrowni Turów w roku 1969. ZEOD 1970 (praca nie publikowana)
- [12] *W. Michnowski, K. Skowroński, F. Leszkiewicz, Z. Strużyński*: Metoda kontroli spoin na rurach kotłowych małych średnic (32-68) przy pomocy specjalnej głowicy ultradźwiękowej - (projekt racjonalizatorski) ZEOD 1974.
- [13] *W. Michnowski*: Niektóre problemy niezawodności kotłów bloków energetycznych. Dozór Techniczny nr 2/1973.
- [14] Patent nr 72214/71 (*W. Michnowski, M. Wiewiórski*)

Załącznik 6

Przykład poświadczenia z badań prostych IBUS-TD-06 Bpr.

Poświadczenie powinno zawierać dane wg spisu:

1. **Wykonawca badań** :Logo: Pełna nazwa:
2. Adres: ,Email: internet: Telefony: NIP:
Podstawa działalności gospodarczej Wpisy do rejestrów działalności:
3. **E K S P E R T Y Z A** Nr/mm/rrrr
4. **Nazwa : Badania ultradźwiękowe spoin rur według IBUS-TD-06-Bpr**
5. **Miejsce: „Dla Elektrowni Dolny Wisłok w Zagórzcu”**
6. Nr zlecenia (umowy) z dnia: znak:
7. **Zleciendawca badań**: Logo: Pełna nazwa:
8. Adres: ,Email: internet: Telefony: NIP:
9. Właściciel obiektu badań: Nazwa
10. Nr zlecenia (umowy) z dnia: znak:
11. **Kierownik grupy badawczej**: Imię Nazwisko, Certyfikat kompetencji według normy 473, UT Stopień, Podpis,
12. Data badania i miejsce” **Badanie wykonano w dniach od:** dd.mm.rrrr. do dd.mm.rrrr.
13. **TREŚĆ ORZECZENIA**: Miejsce badania, obiekt badany, ogólna ilość spoin, ilość spoin wykonanych, z tego ilość spoin badanych, oraz które i dlaczego nie badano
14. Podstawa wykonywanych badań i uzgodnienia odbiorcze.
15. **Aparatura zastosowana do badań**
16. **Ogólny wynik badań**
17. **Wytyczne i normy**

Poniżej

Przykład

<p>ULTRA ZAKŁAD BADAŃ MATERIAŁÓW mgr inż. Władysław Michnowski</p>	53-621 Wrocław, Głogowska 4/55, tel/fax + 48 71 3734188 52-404 Wrocław, Harcerska 42, tel/fax + 48 71 3643652 tel. kom. + 48 601 710290
	www.ultrasonic.home.pl ultrasonic@home.pl Nr. Ewidencji 22667 U.M.Wrocław NIP: 897-003-18-44 Certyfikat Kompetencji UDT NR wg normy PN-EN 473 02-001-00015 w zakresie Badań Nieniszczących

E K S P E R T Y Z A Nr/mm/rrrr

Dla: **ZAKŁADÓW REMOTOWYCH ENERGETYKI**
"Elserwis" S.A.

ul. Dobra 1
12.345 Pacanów

Badania ultradźwiękowe spoin rur według IBUS-TD-06-Bpr

Dla Elektrowni Dolny Wisłok w Zagórze

Nr zlecenia (umowy) z dnia: znak:

Kierownik grupy badawczej: Imię Nazwisko
Certyfikat kompetencji według normy 473
UT Stopień
Podpis

Badania dla Elektrowni Dolny Wisłok w Zagórze

Badanie wykonano w dniach od: dd.mm.rrrr. do dd.mm.rrrr.

Zagórze dnia. dd.mm.rrrr.

TREŚĆ ORZECZENIA:

1. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ

Badaniom ultradźwiękowym poddano spoiny obwodowe rur podgrzewacza wody w kotle K3 na poziomie II cały pęczek rur IV szkic załącznik 1 Cały pęczek IV w całości wymieniono i zawiera:

131 sztuk spoin Φ 38 /4 z czego przebadano sztuk 128, w tym poprawianych 9
48 sz oraz ocenę przeprowadzono sztuk spoin Φ 67 /6 z czego przebadano sztuk 48
w tym poprawianych szt 3

9 sztuk spoin Φ 98 /6 z czego przebadano sztuk 9 bez poprzek

Ogółem cały przebadany pęczek IV składa się z 188 sztuk spoin z czego przebadano sztuk 185 oraz 11 sztuk spoin poprawianych razem 196 spoin. Trzy spoiny zaznaczone na szkicu załącznik 1 nie przebadano ze względu na brak dostępu.

Poprawki spoin złych wykonano według technologii MNC.

2. PODSTAWA WYKONYWANYCH BADAŃ I UZGODNIENIA ODBIORCZE.

Na podstawie uzgodnień ze zleceniodawcą badań, badania ultradźwiękowe i cenę spoin przeprowadzono zgodnie z IBUS-TD-06

3. APARATURA ZASTOSOWANA DO BADAŃ

- Defektoskop ultradźwiękowy typ Wytwórca
- Głowice ultradźwiękowe tandem o oznaczeniach TD4T67 7 Φ 38, Φ 67, Φ 98 oraz normalna 2X2I012.
- Wyposażenie (układ zwilżania wodą, zasilacz, wzorce).

4. OGÓLNY WYNIK BADAŃ

Przebadane spoiny podgrzewacza wody w kotle K3 na poziomie II to jest cały pęczek rur IV szkic (załącznik 1) według zakresu podanego w punkcie 1 185 sztuk spoin w tym 11 sztuk po wykonaniu poprawek spełniają wymogi IBUS-TD-06-Bpr Ni są wykonane poprawnie

5. Badania wykonał zespół w składzie:

- Jan Kowalski Certyfikat w zakresie kompetencji IBUS-TD-06 Nr wydany przez:
- Odyn Żąszczka Certyfikat w zakresie kompetencji IBUS-TD-06 Nr wydany przez:
- Alfons Grzegorzówka Certyfikat w zakresie kompetencji IBUS-TD-06 Nr wydany przez:

6. Wytyczne i Normy

- 6.1 IBUS-TD
- 6.2 IBUS-NZ
- 6.3 .PN-89/M-70055/02
- 6.4 PN-EN-1712; PN-EN-1714
- 6.5 PN-85/M-69775
- 6.6 PN-EN ISO/IEC 17025

.Zagórze, dnia dd.mm.rrrr.

Załącznik 8

U L T R A ZAKŁAD BADAŃ MATERIAŁÓW	53-621 Wrocław, Głogowska 4/55,	tel/fax 071 3734188
	52-404 Wrocław, Harcerska 42,	tel. 071 3643652
	www.ultrasonic.home.pl	tel. kom. 0 601 710290
	e.mail: ultrasonic@home.pl	krymos@pwr.wroc.pl

**POŚWIADCZENIE Nr. 03/02.2006.
WYKONANIA i ZBADANIA
Głowic ultradźwiękowych
Typu Tandem**

na podstawie wyników badań wykonanych w dniu 20.02.2006 r. głowic zgodnie z Instrukcją Badań Ultradźwiękowych Spoin - IBUS - TD, oraz zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO/IEC 17025 – p-kt 5.4.4

stwierdzono że:

wymienione w Tabeli 1 głowice ultradźwiękowe posiadają parametry zgodne z wymogami Instrukcji IBUS - TD, co odpowiada wymogom punktu p-kt 5.4.4. normy PN-EN ISO/IEC 17025

Niniejsze poświadczenie jest ważne dwa lata tj do dnia 20.02.2008 po którym to terminie należy głowice poddać badaniom okresowym.

Opracował dr inż. Jarosław Mierzwa

Sprawdził i zatwierdził mgr inż. Władysław Michnowski
Rzecznik SIMP nr legitymacji, 1126
specjalista trzeciego stopnia w zakresie badań nieniszczących.
Posiadający certyfikat kompetencji UDT-CERT nr 02-001-00015

Wrocław 20.02.2006r

Poświadczenie wydaje się dla :
Przedsiębiorstwa XYZ

**00-411 Ścinawka Średnia
ul Górna 42**

Tabela 1

lp	Głowica oznaczenia	Nr fabryczny	Uwagi
1	TD4T 67 Ø 69 - DM	U6028	
2	TD4T 67 Ø88 - MM	U6031	
3	TD4T 67 Ø120 - DP	U6037	

Załącznik 9

U L T R A ZAKŁAD BADAŃ MATERIAŁÓW	53-621 Wrocław, Głogowska 4/55, tel/fax 071 3734188
	52-404 Wrocław, Harcerska 42, tel. 071 3643652
	www.ultrasonic.home.pl tel. kom. 0 601 710290
	e.mail: krymos@pwr.wroc.pl ultrasonic@home.pl

POŚWIADCZENIE Nr. 14/07.2005. ZBADANIA ULTRADŹWIĘKOWEGO WZORCA RUROWEGO o oznaczeniach Ø 32/4 U IBUS 04002

na podstawie wyników badań wykonanych w dniu 06.07. 2005 r. wzorca zgodnie z Instrukcją Badań Ultradźwiękowych Spoin - IBUS - TD, oraz zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO/IEC 17025 – p-kt 5.4.4

stwierdzono że:

wymienione Wzorzec ultradźwiękowy posiada parametry zgodne z wymogami Instrukcji IBUS - TD, co odpowiada wymogom punktu p-kt 5.4.4. normy PN-EN ISO/IEC 17025

Niniejsze poświadczenie wydaje się bez terminowo, a jego ewentualne użytkowanie uwarunkowane jest brakiem widocznych uszkodzeń mechanicznych w tym widocznej korozji zmieniającej powierzchnie i wymiary.

Opracował dr inż. Jarosław Mierzwa

Sprawdził i zatwierdził mgr inż. Władysław Michnowski
Rzeczoznawca SIMP nr legitymacji, 1126
specjalista trzeciego stopnia w zakresie badań nieniszczących.
Posiadający certyfikat kompetencji UDT-CERT nr 02-001-00015

Wrocław 06.07.2005r

Poświadczenie wydaje się dla :
Przedsiębiorstwa ABC

**00-123 Płock
ul Dolna 8**

Spis treści

A. Wprowadzenie	2
1.Wstęp	2
2.Cele Badań	2
3.Zakres stosowania	2
4.Podstawowa zasada i założenia do metody badań	2
5.Kategorie badań i ich uwarunkowania	3
5.1. Badania proste - Bpr	3
5.2. Badania normalne - Bne	3
5.3. Badania zautomatyzowane – Bza	4
B. Przygotowanie Badań Bpr i Bne	4
.....	4
6.Etap przygotowawczy sprzętu (krzywe DAC)	4
6.1 Wzorce i głowice	4
6.1.1 Wzorzec uproszczony	4
6.1.2 Wzorzec zwyczajny	5
6.2.Sporządzanie krzywej DAC	5
6.3. Głowice	6
6.4. Zestaw badawczy	7
6.4.1 Defektoskop	7
6.4.2 Defektoskop + komputer	7
7.Etap przygotowawczy badania	7
7.1 Przygotowania badania prostego Bpr	7
7.2 Przygotowania badania normalnego Bne	8
7.3 Podłączenie głowicy TD	8
7.4 Ustawienia parametrów defektoskopu	8
7.3.1 Ustawienie normalne parametrów defektoskopu	8
7.3.2 Korekcja parametrów defektoskopu i położenia krzywej DAC	9
C Wykonywanie badań	10
7.4 Ruchy głowicą i obserwacja ekranu	10
7.5 Ocena spoin	10
7.5 Wyniki badań	10
7.5.1 Wynik badań prostych Bpr	10
7.5.2 Wynik badań normalnych Bne	10
8 Piśmiennictwo	11
Załącznik 1	12
Potrzeba badań spoin małych grubości	12
Załącznik 2	12
Opis ograniczeń w badaniach ultradźwiękowych spoin małych grubości	13
1 Ograniczenia geometryczne	13
2 Wzrost poziomu szumów	13
3 Wnioski	13
Załącznik 3	14
1 Przykłady oceny dynamiki wskazań ultradźwiękowych głowic TD	14
2 Przykład zmian dynamiki wskazań przy zmianie wzorcowego otworka \emptyset	14
3 Przykład rzeczywistej dynamiki wskazań wykrytej wady w spoinie	14
4 Przykład zakresu dynamiki wskazań	14
Załącznik 4	15
Uzasadnienia zgodności z normą PN-EN ISO/IEC 17025	15
Załącznik 5	16
System zapewnienia wysokiej niezawodności spoin obwodowych rur	16
Załącznik 6	20
Przykład poświadczenia z badań prostych IBUS-TD-06 Bpr.	20
Przykład	20

Załącznik 7	23
Wzorzec zwyczajny IBUS-W	23
Załącznik 8	24
POŚWIADCZENIE Nr. 03/02.2006.	24
WYKONANIA i ZBADANIA	24
Głowic ultradźwiękowych	24
Załącznik 9	25
POŚWIADCZENIE Nr. 14/07.2005. ZBADANIA.....	25
ULTRADŹWIĘKOWEGO WZORCA RUROWEGO	25
Spis treści	26

Wrocław 06.03.2006