



**Polski Komitet
Normalizacyjny**

POLSKA NORMA

ICS 77.040.20

PN-EN 12680-1

lipiec 2005

Wprowadza
EN 12680-1:2003, IDT

Zastępuje
PN-EN 12680-1:2003 (U)



**Odlewnictwo
Badania ultradźwiękowe
Część 1: Odlewy stalowe ogólnego stosowania**

Norma europejska EN 12680-1:2003 ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2005

nr ref. PN-EN 126801-1:2005

**Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej normy nie może być
zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego**



Przedmowa krajowa

Niniejsza norma została opracowana przez KT nr 301 ds. Odlewnictwa i zatwierdzona przez Prezesa PKN dnia 7 lipca 2005 r.

Jest tłumaczeniem – bez jakichkolwiek zmian – angielskiej wersji normy europejskiej EN 12680-1:2003.

W zakresie tekstu normy europejskiej wprowadzono odsyłacze krajowe oznaczone od ^{N1)} do ^{N4)}.

Norma zawiera krajowy załącznik informacyjny NA, którego treścią jest wykaz norm powołanych normatywnie w treści normy europejskiej i ich odpowiedników krajowych.

Załącznik krajowy NA (informacyjny)

Odpowiedniki krajowe norm i dokumentów powołanych normatywnie

Normy i dokumenty powołane	Odpowiedniki krajowe
EN 583-1:1998	PN-EN 583-1:2001 Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Część 1: Zasady ogólne
EN 583-2:2001	PN-EN 583-2:2002 (U) Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Część 2: Czulość i zakres regulacji
EN 583-5:2000	PN-EN 583-5:2002 (U) Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Część 5: Charakteryzowanie i wymiarowanie nieciągłości
EN 12223:1999	PN-EN 12223:2003 Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Opis próbki wzorcowej nr 1
EN 12668-1:2000	PN-EN 12668-1:2002 (U) Badania nieniszczące – Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury ultradźwiękowej – Część 1: Wyposażenie
EN 12668-2:2001	PN-EN 12668-2:2002 (U) Badania nieniszczące – Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury ultradźwiękowej – Część 2: Głowice
EN 12668-3:2000	PN-EN 12668-3:2003 Badania nieniszczące – Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury ultradźwiękowej – Część 3: Aparatura kompletna
EN 27963:1992	PN-EN 27963:1993 Połączenia spawane stali – Wzorzec kontrolny nr 2 do ultradźwiękowych badań stali



Wersja polska

**Odlewnictwo – Badania ultradźwiękowe –
Część 1: Odlewy stalowe ogólnego stosowania**

Founding – Ultrasonic examination
– Part 1: Steel castings for general
purposes

Fonderie – Contrôle par ultrasons
– Partie 1: Pièces moulées en acier
pour usages généraux

Gießereiwesen – Ultraschallprüfung
– Teil 1: Stahlgussteile
für allgemeine Verwendung

Niniejsza norma jest polską wersją normy europejskiej EN 12680-1:2003. Została ona przetłumaczona przez Polski Komitet Normalizacyjny i ma ten sam status co wersje oficjalne.

Niniejsza norma europejska została przyjęta przez CEN 21 listopada 2002.

Zgodnie z Przepisami Wewnętrznymi CEN/CENELEC, członkowie CEN są zobowiązani do nadania normie europejskiej statusu normy krajowej bez wprowadzania jakichkolwiek zmian. Aktualne wykazy norm krajowych, łącznie z ich danymi bibliograficznymi, można otrzymać w Centrum Zarządzania lub w krajowych jednostkach normalizacyjnych będących członkami CEN.

Norma europejska została opracowana w trzech oficjalnych wersjach językowych (angielskiej, francuskiej i niemieckiej). Wersja w każdym innym języku, przetłumaczona na odpowiedzialność danego członka CEN na jego własny język i notyfikowana w Centrum Zarządzania, ma ten sam status co wersje oficjalne.

Członkami CEN są krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Luksemburga, Malty, Niemiec, Norwegii, Portugalii, Republiki Czeskiej, Słowacji, Szwajcarii, Szwecji, Węgier, Włoch i Zjednoczonego Królestwa.



CEN

Europejski Komitet Normalizacyjny
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Centrum Zarządzania: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Spis treści

Przedmowa

- 1 Zakres normy
- 2 Powołania normatywne
- 3 Terminy i definicje
- 4 Wymagania
 - 4.1 Informacje podawane w zamówieniu
 - 4.2 Zakres badań
 - 4.3 Maksymalny dopuszczalny wymiar nieciągłości
 - 4.4 Kwalifikacje personelu
 - 4.5 Strefy przekrojów ścianki
 - 4.6 Poziomy nasilenia
- 5 Badanie
 - 5.1 Zasady
 - 5.2 Materiał
 - 5.3 Aparatura i ośrodek sprzęgający
 - 5.4 Przygotowanie powierzchni odlewu do badania
 - 5.5 Procedura badania
 - 5.6 Protokół badania

Załącznik A (informacyjny) Średnice wiązki ultradźwiękowej

Załącznik B (informacyjny) Rodzaje wskazań

Bibliografia

Przedmowa

Niniejszy dokument (EN 12680-1:2003) został opracowany przez Komitet Techniczny CEN/TC 190 „Technologia Odlewnicza”^{N1)}, którego sekretariat jest prowadzony przez DIN.

Niniejsza norma europejska powinna uzyskać status normy krajowej, przez opublikowanie identycznego tekstu lub uznanie, najpóźniej do lipca 2003, a normy krajowe sprzeczne z daną normą powinny być wycofane najpóźniej do lipca 2003.

Komitet Techniczny CEN/TC 190 w ramach swojego programu pracy powierzył Grupie Roboczej CEN/TC 190/WG 4.10 „Wady wewnętrzne”^{N2)} opracowanie następującej normy:

EN 12680-1, *Founding – Ultrasonic examination – Part 1: Steel castings for general purposes*

Niniejsza norma jest jedną z trzech norm europejskich dotyczących badania ultradźwiękowego. Pozostałe normy to:

EN 12680-2, *Founding – Ultrasonic examination – Part 2: Steel castings for highly stressed components.*

EN 12680-3, *Founding – Ultrasonic examination – Part 3: Spheroidal graphite cast iron castings.*

Załączniki A i B są informacyjne.

Zgodnie z Przepisami Wewnętrznymi CEN/CENELEC, do wprowadzenia niniejszej normy europejskiej są zobowiązane krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Luksemburga, Malty, Niemiec, Norwegii, Portugalii, Republiki Czeskiej, Szwajcarii, Szwecji, Włoch i Zjednoczonego Królestwa.

^{N1)} Odsyłacz krajowy: Odpowiednia nazwa w języku angielskim – „Foundry Technology”.

^{N2)} Odsyłacz krajowy: Odpowiednia nazwa w języku angielskim – „Inner defects”.

1 Zakres normy

W niniejszej normie europejskiej podano wymagania dotyczące badania ultradźwiękowego odlewów staliwnych (o strukturze ferrytycznej) ogólnego stosowania oraz metody określania nieciągłości wewnętrznych techniką impulsową echa.

Niniejszą normę europejską stosuje się do badań ultradźwiękowych odlewów staliwnych o grubości ścianki do 600 mm włącznie, zwykle po normalizującej obróbce cieplnej.

Dla większych grubości ścianek wymagane są specjalne uzgodnienia odnośnie do procedury badania oraz poziomów rejestracji.

Niniejszej normy europejskiej nie stosuje się dla staliwa austenitycznego i połączeń spawanych

2 Powołania normatywne ^{N3)}

Do niniejszej normy europejskiej wprowadzono, drogą datowanego lub niedatowanego powołania, postanowienia zawarte w innych publikacjach. Te normatywne powołania znajdują się w odpowiednich miejscach w tekście normy, a wykaz publikacji podano poniżej. W przypadku powołań datowanych późniejsze zmiany lub nowelizacje którejkolwiek z wymienionych publikacji mają zastosowanie do niniejszej normy europejskiej tylko wówczas, gdy zostaną wprowadzone do tej normy przez jej zmianę lub nowelizację. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie powołanej publikacji (łącznie ze zmianami).

EN 583-1:1998, *Non-destructive testing – Ultrasonic examination – Part 1: General principles.*

EN 583-2:2001, *Non-destructive testing – Ultrasonic examination – Part 2: Sensitivity and range of setting.*

EN 583-5:2000, *Non-destructive testing – Ultrasonic examination – Part 5: Characterization and sizing of discontinuities.*

EN 12223:1999, *Non-destructive testing – Ultrasonic examination – Specification for calibration block No. 1.*

EN 12668-1:2000 *Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic examination equipment – Part 1: Instruments.*

EN 12668-2:2001, *Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic examination equipment – Part 2: Probes.*

EN 12668-3:2001, *Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic examination equipment – Part 3: Combined equipment.*

EN 27963:1992, *Welds in steel – Calibration block No. 2 for ultrasonic examination of welds (ISO 7963:1985).*

3 Terminy i definicje

W niniejszej normie europejskiej przyjęto następujące terminy i definicje:

UWAGA Inne terminy i definicje użyte w niniejszej normie europejskiej podane są w EN 583-1, EN-583-2, EN-583-5 i EN 1330-4.

3.1

wymiar echa odniesienia nieciągłości

najmniejsze zarejestrowane wskazanie w czasie badania ultradźwiękowego, wyrażone zwykle jako średnica równoważnego otworu płaskodennego

^{N3)} Odsyłacz krajowy: Patrz załącznik krajowy NA.

3.2

nieciągłość punktowa

nieciągłość, której wymiary są równe szerokości wiązki ultradźwiękowej lub mniejsze

UWAGA Wymiary w tej normie odnoszą się do długości, szerokości i/lub wymiaru w kierunku na wskroś ścianki.

3.3

nieciągłość złożona

nieciągłość, której wymiary są większe od szerokości wiązki ultradźwiękowej

UWAGA Wymiary w tej normie odnoszą się do długości, szerokości i/lub wymiaru w kierunku na wskroś ścianki.

3.4

nieciągłość płaska

nieciągłość mająca dwa mierzalne wymiary

3.5

nieciągłość przestrzenna

nieciągłość mająca trzy mierzalne wymiary

3.6

specjalna strefa krawędziowa

część zewnętrznej strefy krawędziowej o specjalnych wymaganiach (np. powierzchnie obrabione mechanicznie, powierzchnie o podwyższonych naprężeniach, powierzchnie uszczelniające)

3.7

spawanie produkcyjne

każde spawanie wykonywane podczas procesu wytwarzania, przed końcową dostawą do zamawiającego

3.7.1

spawanie łączące

spawanie produkcyjne wykonywane w celu połączenia części składowych, dla uzyskania integralnej całości

3.7.2

spawanie wykańczające

spawanie produkcyjne wykonywane w celu zapewnienia uzgodnionej jakości odlewu

4 Wymagania

4.1 Informacje podawane w zamówieniu

W czasie składania zapytania ofertowego lub zamówienia powinny być uwzględnione następujące informacje (patrz również EN 583-1):

- obszary odlewu i ilość lub procentowy udział odlewów, do których odnoszą się wymagania dotyczące badania ultradźwiękowego (badana ilość odlewów, zakres badania);
- poziom nasilenia stosowany do różnych stref lub obszarów odlewu (kryteria akceptacji);
- wymagania pisemnej formy procedury badania;
- czy istnieją dodatkowe wymagania dotyczące procedury badania, patrz również 5.5.1.

4.2 Zakres badań

Odlew powinien być badany tak, aby uzgodnione obszary zostały całkowicie objęte kontrolą (na ile pozwala kształt odlewu) z zastosowaniem najlepszej dostępnej techniki badania.

Dla grubości ścianki większej od 600 mm, powinna być uzgodniona między zainteresowanymi stronami procedura badania oraz poziom rejestracji i akceptacji.

4.3 Maksymalny dopuszczalny wymiar nieciągłości

4.3.1 Zakres akceptacji dla nieciągłości płaskich zorientowanych na ogół prostopadle do badanej powierzchni

Zakresy akceptacji dla nieciągłości płaskich podano na rysunku 1.

Wskazania z wymiarami mierzalnymi są niedopuszczalne przy poziomie nasilenia 1.

Największy wymiar nieciągłości w kierunku na wskroś ścianki nie powinien przekraczać 10 % grubości ścianki odlewu, z wyjątkiem wskazań z mierzalną długością ≤ 10 mm. Takie wskazania nie powinny przekraczać 25 % grubości ścianki w kierunku na wskroś ścianki lub 20 mm.

Największa odległość między wskazaniami, pozwalająca je traktować jako pojedyncze wskazania lub wskazania pochodzące od powierzchni prostopadłych lub bocznych do powierzchni przeszukiwania, nie powinna przekraczać 10 mm

Dla obszarów wskazań z mierzalną długością i wymiarem niemierzalnym w kierunku na wskroś ścianki, wymiar niemierzalny przyjmuje się jako 3 mm, a obszar wskazania powinien być obliczony z wzoru:

$$A = 3 \times L$$

gdzie:

- A obszar wskazań, w milimetrach kwadratowych;
- 3 przyjęta szerokość, w milimetrach;
- L mierzalna długość, w milimetrach.

4.3.2 Zakres akceptacji dla nieciągłości przestrzennych

Zakresy akceptacji dla nieciągłości przestrzennych podano w tablicy 1. Każda nieciągłość przekraczająca jedno z kryteriów powinna być traktowana jako niedopuszczalna.

4.3.3 Maksymalny dopuszczalny wymiar nieciągłości w przypadku badania radiograficznego odlewu, przeprowadzanego jako badanie uzupełniające badania ultradźwiękowego

Jeżeli nie uzgodniono inaczej w czasie składania zapytania ofertowego i zamówienia, to w przypadku gdy po przeprowadzeniu badań radiograficznych i ultradźwiękowych okaże się, że nieciągłość występuje w strefie środkowej, wtedy ta dodatkowa informacja sprawia, że nieciągłość jest akceptowana na poziomie nasilenia mniejszym o jedną jednostkę, np. przy badaniach radiograficznych na poziomie nasilenia 3 zamiast na poziomie nasilenia 2, patrz EN 1559-2.

4.4 Kwalifikacje personelu

Przyjmuje się, że badanie ultradźwiękowe jest wykonywane przez wykwalifikowany i kompetentny personel. W celu potwierdzenia tych kwalifikacji zaleca się certyfikację personelu zgodnie z EN 473.

4.5 Strefy przekrojów ścianki

Przekrój ścianki odlewu powinien być podzielony na strefy w sposób przedstawiony na rysunku 2. Strefy te odnoszą się do wymiarów odlewu gotowego do montażu (po końcowej obróbce skrawaniem).

4.6 Poziomy nasilenia

Jeżeli zamawiający podaje różne poziomy nasilenia w różnych obszarach tego samego odlewu, to wszystkie te obszary powinny być jasno określone na rysunku zamawiającego z podaniem:

- wszystkich niezbędnych wymiarów do dokładnego określenia położenia strefy;
- wszystkich przygotowanych obszarów do spawania i grubości każdej specjalnej strefy krawędziowej.

Poziom nasilenia 1 stosuje się tylko do obszarów przygotowanych do spawania i do specjalnych stref krawędziowych.

Jeżeli inne wymagania nie zostały uzgodnione w czasie akceptacji zamówienia, to dla spoin wykańczających stosuje się takie same wymagania jak dla materiału bazowego.

5 Badanie

5.1 Zasady

Należy stosować zasady badań ultradźwiękowych podane w EN 583-1, EN 583-2 i EN 583-5.

5.2 Materiał

Przydatność materiału do badania ultradźwiękowego jest oceniana przez porównanie wysokości echa reflektora odniesienia (zwykle pierwsze echo dna) z sygnałem szumu. Ocena powinna być przeprowadzona na wybranych obszarach odlewu, które są reprezentatywne dla wykończonej powierzchni i całego zakresu grubości ścianki. Oceniane obszary powinny mieć równoległe powierzchnie.

Wysokość echa reflektorów odniesienia, zgodnie z tablicą 2, powinna być większa o co najmniej 6 dB od sygnału szumów.

Jeżeli wysokość echa pochodzącego od płaskodennego otworu o najmniejszej wykrywalnej średnicy lub równoważnego otworu poprzecznego na końcu zakresu badania jest oceniana na mniej niż 6 dB ponad poziom szumów, to przydatność badań ultradźwiękowych jest mniejsza. W tym przypadku średnica otworu płaskodennego lub poprzecznego, która może być wykrywana przy stosunku sygnału do szumu wynoszącym co najmniej 6 dB, powinna być odnotowana w protokole badań, a dodatkowa procedura powinna być uzgodniona między wytwórcą a zamawiającym.

UWAGA Do określenia właściwych wymiarów otworu płaskodennego, można stosować wykres DGS^{N4)} lub próbkę do badań wykonaną z tego samego materiału, w tym samym stanie obróbki cieplnej i o tej samej grubości przekroju, posiadającą płaskodenne otwory o średnicy zgodnej z tablicą 2 lub równoważne otwory poprzeczne. Do zamiany średnicy płaskodennego otworu na średnicę otworu poprzecznego stosuje się następujący wzór:

$$D_Q = \frac{4,935 \times D_{FBH}^4}{\lambda^2 \times s} \quad (2)$$

gdzie:

- D_Q średnica otworu poprzecznego w milimetrach
- D_{FBH} średnica płaskodennego otworu w milimetrach
- λ długość fali w milimetrach
- s droga fali w milimetrach

Wzór stosuje się dla $D_Q \geq 2 \lambda$ i $s \geq 5 \times$ długość pola bliskiego i jest określony tylko dla głowic pojedynczych.

^{N4)} Odsyłacz krajowy: Odpowiednia nazwa w języku angielskim – „distance gain size”.

5.3 Aparatura i ośrodek sprzęgający

5.3.1 Aparat ultradźwiękowy

Aparat ultradźwiękowy powinien spełniać wymagania podane w EN 12668-1 i powinien mieć następujące charakterystyki:

- zakres nastawiany co najmniej od 10 mm do 2 m z możliwością regulacji w sposób ciągły dla fal podłużnych i poprzecznych przechodzących przez stal;
- wzmocnienie regulowane skokowo, z maksymalnym skokiem co 2 dB w zakresie co najmniej 80 dB, z dokładnością pomiarową 1 dB;
- liniowości podstawy czasu i odchylenia pionowego powinny być mniejsze niż 5 % zakresu regulacji ekranu;
- powinien być dostosowany co najmniej do nominalnych częstotliwości od 1 MHz do 5 MHz włącznie z zastosowaniem techniki echa z pojedynczymi lub podwójnymi głowicami.

5.3.2 Częstotliwości głowic i przetwornika

Częstotliwości głowic i przetwornika powinny spełniać wymagania norm EN 12668-2 i EN 12668-3 z następującymi wyjątkami:

- częstotliwość nominalna powinna mieścić się w zakresie od 1 MHz do 5 MHz;
- przy badaniach głowicami kątowymi, powinien być stosowany kąt w zakresie od 35° do 70°.

UWAGA Do badania odlewów stalowych na części pracujące pod wysokimi obciążeniami mogą być stosowane głowice normalne lub kątowe. Rodzaj stosowanej głowicy zależy od geometrii odlewu i rodzaju wykrywanej nieciągłości.

Dla badania stref blisko powierzchni zaleca się stosowanie podwójnych głowic (normalnych lub kątowych).

5.3.3 Kontrola aparatury do badań ultradźwiękowych

Aparatura do badań ultradźwiękowych powinna być regularnie kontrolowana przez operatora zgodnie z EN 12668-3.

5.3.4 Ośrodek sprzęgający

Należy stosować ośrodek sprzęgający zgodny z EN 583-1. Ośrodek sprzęgający powinien zwilżać badany obszar, w celu zapewnienia zadowalającego przenoszenia fal ultradźwiękowych. Ten sam ośrodek sprzęgający powinien być stosowany do kalibracji i do wszystkich późniejszych badań.

UWAGA Przenoszenie fal ultradźwiękowych może być kontrolowane przez zapewnienie stabilnego jednego echa dna lub więcej ech dna w obszarach o równoległych powierzchniach.

5.4 Przygotowanie powierzchni odlewu do badania

Odnosnie do przygotowania powierzchni odlewu do badania patrz EN 583-1.

Powierzchnie odlewu do badań powinny zapewnić zadowalające sprzężenie z głowicą.

W przypadku pojedynczych głowic zadowalające sprzężenie może być osiągnięte wtedy, gdy chropowatość powierzchni odpowiada co najmniej wzorcom 4 S1 lub 4 S2 zgodnym z EN 1370.

Chropowatość każdej badanej powierzchni obrabianej mechanicznie powinna wynosić $R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$.

Dla technik specjalnych może być wymagana wyższa jakość powierzchni taka jak 2 S1, 2 S2 (patrz EN 1370) i $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$.

5.5 Procedura badania

5.5.1 Postanowienia ogólne

Ponieważ dobór zarówno kierunku padania wiązki, jak i odpowiednich głowic zależy w dużym stopniu od kształtu odlewu lub od spodziewanych nieciągłości, a także od spodziewanych nieciągłości powstałych podczas spawania wykańczającego, dlatego stosowana procedura badań powinna być określona przez wytwórcę odlewów. W szczególnych przypadkach mogą być wykonane odpowiednie uzgodnienia.

Jeżeli jest to możliwe, to badane obszary powinny być kontrolowane z dwóch stron. Jeżeli badanie przeprowadza się tylko z jednej strony, to do wykrywania nieciągłości leżących blisko powierzchni należy stosować dodatkowo głowice o wąskim zakresie rozdzielczości. Badanie głowicami podwójnymi jest odpowiednie tylko dla grubości ścianek do 50 mm.

Ponadto, jeżeli nie uzgodniono inaczej między zamawiającym a wytwórcą, to dla wszystkich odlewów następujące obszary powinny być sprawdzone do głębokości 50 mm, z użyciem głowic podwójnych normalnych i/lub kątowych:

- obszary krytyczne, np. zaokrąglenia, zmiany przekrojów, obszary z zewnętrznymi ochładzalnikami;
- spoiny wykańczające;
- obszary przygotowywane do spawania, jak określono w zamówieniu;
- specjalne strefy krawędziowe, jak określono w zamówieniu, krytyczne przy wykonaniu odlewu.

Spoiny wykańczające znajdujące się głębiej niż 50 mm powinny być przedmiotem dodatkowego badania, innymi odpowiednimi głowicami kątowymi.

Dla głowic kątowych o kącie załamania większym niż 60°, droga wiązki ultradźwiękowej nie powinna przekraczać 150 mm.

Całkowite pokrycie wszystkich obszarów przeznaczonych do badań powinno być zapewnione przez wykonywanie systematycznie nakładających się przeszukiwań.

Prędkość przeszukiwania nie powinna przekraczać 150 mm/s.

5.5.2 Nastawienie zakresu

Nastawienie zakresu powinno być przeprowadzone na ekranie aparatu do badań według EN 583-2, z użyciem głowic normalnych lub kątowych, zgodnie z jedną z trzech opcji podanych poniżej:

- na próbce wzorcowej nr 1 zgodnie z EN 12223 lub nr 2 zgodnie z EN 27963;
- na alternatywnej próbce wzorcowej, wykonanej z materiału o podobnych właściwościach akustycznych co badany materiał;
- bezpośrednio na odlewie, jeżeli stosuje się normalne głowice. W tym przypadku badany odlew powinien mieć równoległe powierzchnie, ze zmierzoną odległością między nimi.

5.5.3 Nastawianie czułości

5.5.3.1 Postanowienia ogólne

Nastawianie czułości powinno być przeprowadzone po nastawieniu zakresu (patrz 5.5.2) zgodnie z EN 583-2. Powinna być stosowana jedna z dwóch następujących technik:

- technika krzywej korekcji odległość – amplituda (DAC)

Krzywa korekcji odległość – amplituda wykorzystuje wysokość echa szeregu identycznych reflektorów (otwory płaskodenne FBH lub otwory poprzeczne SDH), każdy reflektor ma różną długość drogi wiązki ultradźwiękowej.

UWAGA Najczęściej stosuje się częstotliwość 2 MHz i otwory płaskodenne o średnicy 6 mm.

- technika stosująca zależność wielkości wzmocnienia od odległości (DGS).

Technika stosująca zależność wzmocnienia od odległości wykorzystuje szereg teoretycznie wyprowadzonych krzywych, które wyznaczają współzależność między drogą wiązki dźwiękowej, wzmocnieniem aparatu oraz średnicą reflektora tarczowego, który jest prostopadły do osi tej wiązki.

5.5.3.2 Poprawka na straty przeniesienia

Poprawka na straty przeniesienia powinna być określona zgodnie z EN 583-2.

W przypadku stosowania próbek wzorcowych może być konieczna poprawka na straty przeniesienia. Przy określaniu poprawki na straty przeniesienia, należy wziąć pod uwagę nie tylko jakość powierzchni łączącej, lecz także powierzchni przeciwległej, wpływającej na wysokość echa dna (stosowanego do kalibracji). Jeżeli powierzchnia przeciwległa jest poddana obróbce mechanicznej lub odpowiada przynajmniej wzorcowi 4 S1 lub 4 S2 według EN 1370, to ma ona jakość wystarczającą do przeprowadzenia pomiarów poprawki na straty przeniesienia.

5.5.3.3 Wykrywanie nieciągłości

Dla wykrywania nieciągłości wzmocnienie powinno być zwiększane tak długo, aż poziom szumów stanie się widoczny na ekranie (czułość przeszukiwania).

Na końcu zakresu grubości, który ma być badany, wysokości ech pochodzących od otworów płaskodennych podanych w tabelicy 2 lub odpowiadających im otworów poprzecznych powinny wynosić przynajmniej 40 % wysokości ekranu.

Jeżeli podczas badania istnieje podejrzenie, że spadek echa dna przekracza wartość poziomu zapisu (patrz tabela 3), to badanie należy powtórzyć, stosując lokalnie zmniejszoną czułość badania i zmniejszenie wskazywania echa dna powinno być określone ilościowo w decybelach.

Nastawianie czułości głowic kątowych powinno być takie, aby typowa dynamika ech od reflektorów odniesienia (rysunek 3) była wyraźnie widoczna na ekranie.

UWAGA Zaleca się weryfikację nastawiania czułości głowic kątowych na rzeczywistych (nie sztucznych) nieciągłościach płaskich (pęknięcia o wymiarach w kierunku na wskroś ścianki) lub na ściankach prostopadłych do powierzchni, których wymiary są znacznie większe w stosunku do średnicy wiązki ultradźwiękowej. W tych przypadkach nasadka głowicy powinna być wyprofilowana odpowiednio do kształtu odlewu (patrz EN 583-2).

5.5.4 Uwagi o różnych rodzajach wskazań

Należy obserwować i oceniać następujące rodzaje wskazań, które mogą się pojawiać razem lub osobno w czasie kontroli odlewów:

- spadek echa dna, nie wywołany kształtem odlewu lub sprzężeniem;
- wskazania echa od nieciągłości.

Zmniejszenie echa dna jest wyrażane w decybelach jako spadek wysokości echa dna. Wysokość wskazania echa jest podana jako średnica otworu płaskodennego lub otworu poprzecznego.

5.5.5 Rejestracja i granice rejestracji

Jeżeli nie określono inaczej, wszystkie spadki amplitudy ech dna lub wysokości ech osiągające lub przekraczające poziomy podane w tablicy 3 powinny być zarejestrowane.

Jeżeli stosuje się głowice fal poprzecznych, niezależnie od amplitudy, należy rejestrować do dalszej oceny wszystkie wskazania, które charakteryzują się przesunięciami lub takie, które mają zauważalny wymiar w kierunku na wskroś ścianki.

Każde miejsce, w którym zarejestrowano wskazania, powinno być oznaczone i opisane w protokole badania. Położenie punktów odbić powinno być udokumentowane np. za pomocą szkicu lub fotografii.

5.5.6 Badanie zarejestrowanych wskazań

Miejsca, w których zarejestrowano wskazania (patrz. 5.5.5) powinny być zbadane dokładniej pod względem ich rodzaju, kształtu, wymiarów i położenia. Badanie może być wykonane przez zmianę techniki badania ultradźwiękowego (np. zmiana kąta padania) lub przez dodatkowe badanie radiograficzne.

5.5.7 Charakteryzowanie i określenie wymiarów nieciągłości

5.5.7.1 Postanowienia ogólne

Dla scharakteryzowania i określenia wymiarów nieciągłości patrz EN 583-5.

Ultradźwiękowe określenie wymiarów nieciągłości z dokładnością wystarczającą do zastosowań inżynierskich jest możliwe tylko pod pewnymi warunkami wstępnymi (np. znajomości rodzaju nieciągłości, nieskomplikowanego kształtu nieciągłości i optymalnego padania wiązki ultradźwiękowej na nieciągłość).

Scharakteryzowanie rodzaju nieciągłości może być udoskonalone przez zastosowanie dodatkowych kierunków dźwięku i kątów padania. W celu uproszczenia procedury został przyjęty następujący podział nieciągłości:

- nieciągłości bez wymiarów mierzalnych (nieciągłości punktowe);
- nieciągłości z wymiarami mierzalnymi (nieciągłości złożone).

UWAGA 1 W załączniku A podano informacje o średnicach wiązki ultradźwiękowej, w celu odróżnienia nieciągłości z wymiarami mierzalnymi od nieciągłości bez wymiarów mierzalnych.

UWAGA 2 W załączniku B podano informacje o rodzajach wskazań i o określaniu ich wymiarów. Podano również informacje o nastawianiu zakresu (patrz 5.5.2) i nastawianiu czułości (5.5.3).

UWAGA 3 Dla określenia wymiarów nieciągłości zaleca się stosowanie, w miejscu występowania nieciągłości, głowicy o możliwie najmniejszej średnicy wiązki ultradźwiękowej.

5.5.7.2 Pomiar wymiarów nieciągłości zorientowanych równoległe do badanej powierzchni

Granice każdej nieciągłości powinny być określone przez linię graniczną, przy której amplituda sygnału spada o 6 dB w stosunku do ostatniego maksimum lub, w przypadku spadku echa dna, echo to jest zmniejszone o 6 dB (głowica 2 MHz) poniżej wysokości niezakłóconego echa dna.

UWAGA Wymiar nieciągłości w kierunku na wskroś ścianki powinien być mierzony zgodnie z rysunkiem 4.

5.5.7.3 Pomiar wymiarów nieciągłości w kierunku na wskroś ścianki

Pomiar wymiarów nieciągłości płaskich i ich ocenę w stosunku do określonych poziomów nasilenia należy przeprowadzić przez przeszukiwanie głowicą zgodnie z 5.5.7.1, lecz w tym przypadku spadek echa dna wynosi 20 dB (patrz rysunek 3).

5.6 Protokół badania

Protokół badania powinien zawierać co najmniej następujące informacje:

- powołanie na niniejszą normę europejską (EN 12680-1);
- charakterystyczne dane badanego odlewu;
- zakres badania;
- rodzaj zastosowanego wyposażenia badawczego;
- stosowane głowice;
- technikę badania w odniesieniu do badanego obszaru;
- wszystkie dane konieczne do nastawienia czułości;
- informacje o wszystkich charakterystycznych cechach nieciągłości podlegających rejestracji (np. spadek echa dna, położenie i wymiar w kierunku na wskroś ścianki, długość, powierzchnia i średnica otworu płaskodennego) i opis ich położenia (rysunek lub fotografia);
- datę badania i nazwisko osoby odpowiedzialnej.

Tablica 2 – Wymagania dotyczące możliwości badań ultradźwiękowych

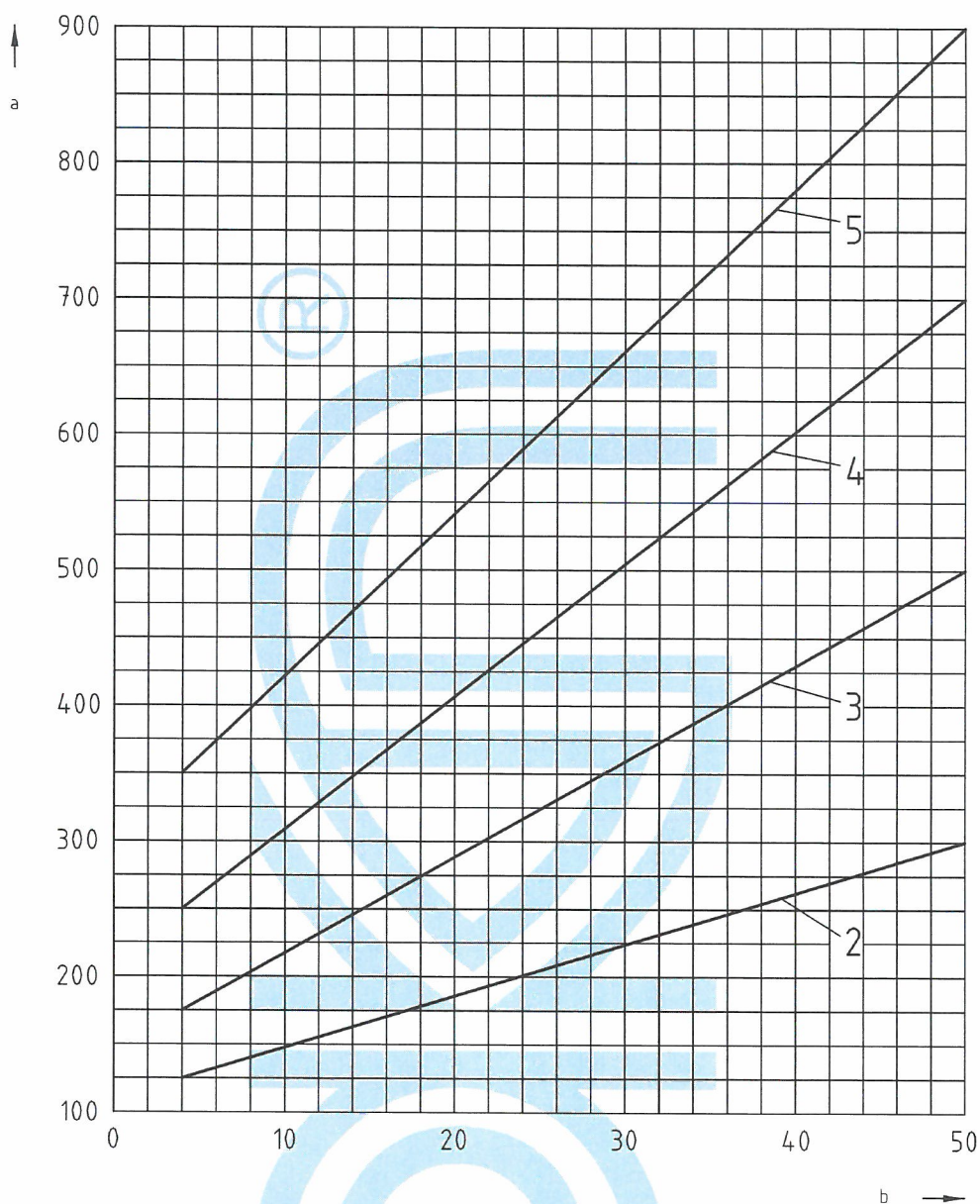
Wymiary w milimetrach

Grubość ścianki	Średnica najmniejszego wykrywalnego otworu płaskodennego zgodnie z 5.2
≤ 300	3
$> 300 \leq 400$	4
$> 400 \leq 600$	6

Tablica 3 – Poziomy rejestracji

Grubość ścianki mm	Obszar badany	Wskazania bez mierzalnego wymiaru. Średnica równoważnego płaskodennego otworu ^a min. mm	Wskazania z mierzalnym wymiarem. Średnica równoważnego płaskodennego otworu ^a min. mm	Spadek echa dna min. dB
≤ 300	–	4	3	12
$> 300 \leq 400$	–	6	4	
$> 400 \leq 600$	–	6	6	
–	obszary o poziomie nasilenia 1	3	3	6
–	specjalna strefa krawędziowa	3	3	–

^a Wzór używany do zamiany średnicy płaskodennego otworu na średnicę otworu poprzecznego, patrz uwaga 5.2.



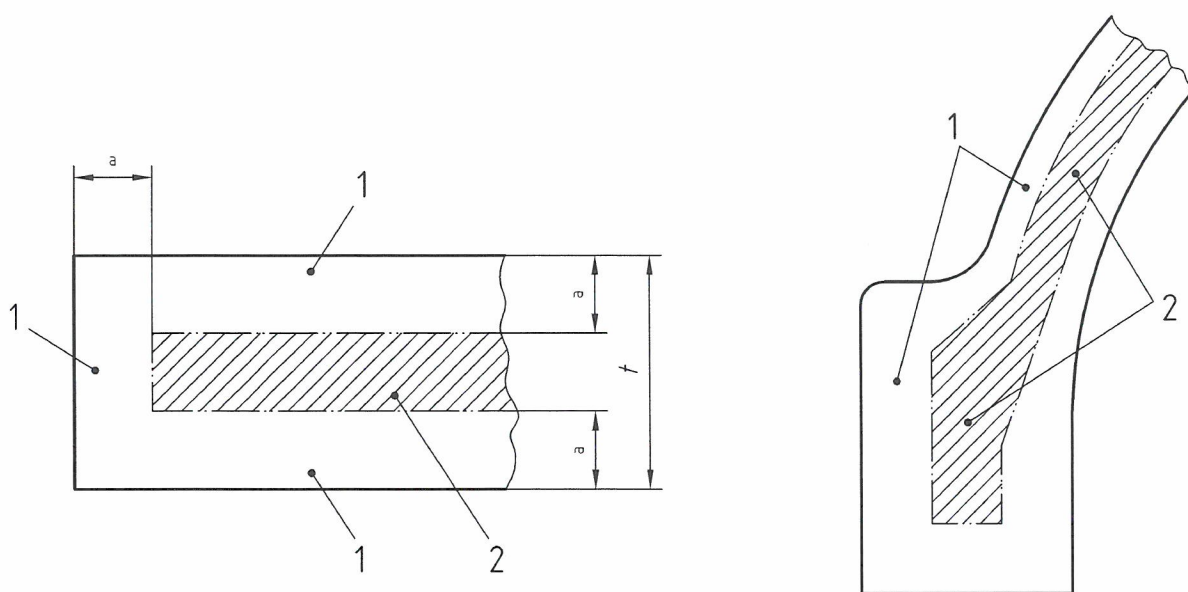
Opis

- 2 Poziom nasilenia 2
- 3 Poziom nasilenia 3
- 4 Poziom nasilenia 4
- 5 Poziom nasilenia 5

- ^a Powierzchnia największego dopuszczalnego pojedynczego wskazania, w milimetrach kwadratowych
- ^b Odległość od powierzchni badanej, w milimetrach

Wskazania z wymiarami mierzalnymi nie są dopuszczalne na poziomie nasilenia 1.

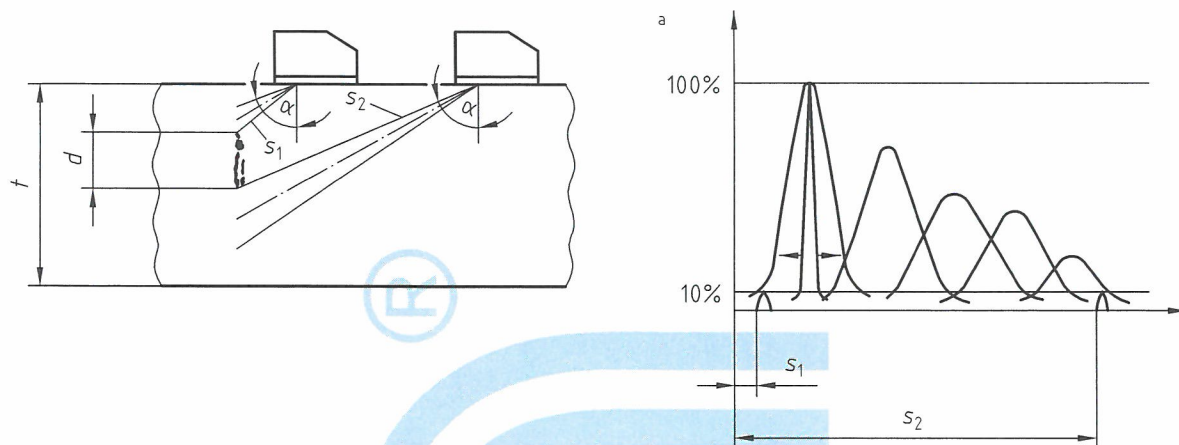
Rysunek 1 – Granice akceptacji dla pojedynczych płaskich wskazań zorientowanych głównie w kierunku na wskroś ścianki, wykrywanych za pomocą głowic kątowych



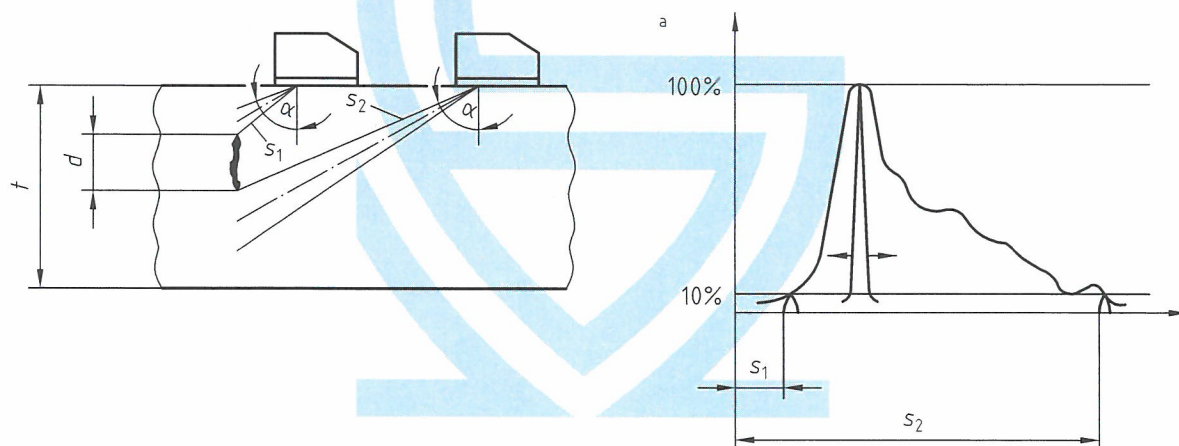
Opis

- 1 Strefa krawędziowa
- 2 Strefa środkowa
- t Grubość ścianki
- a $t/3$ (max. 30 mm)

Rysunek 2 – Podział przekrojów ścianki na strefy



a) Odbicie zakłócone



b) Odbicie niezakłócone

Opis:

d Wymiar w kierunku na wskroś ścianki

s_1, s_2 Długość drogi wiązki ultradźwiękowej

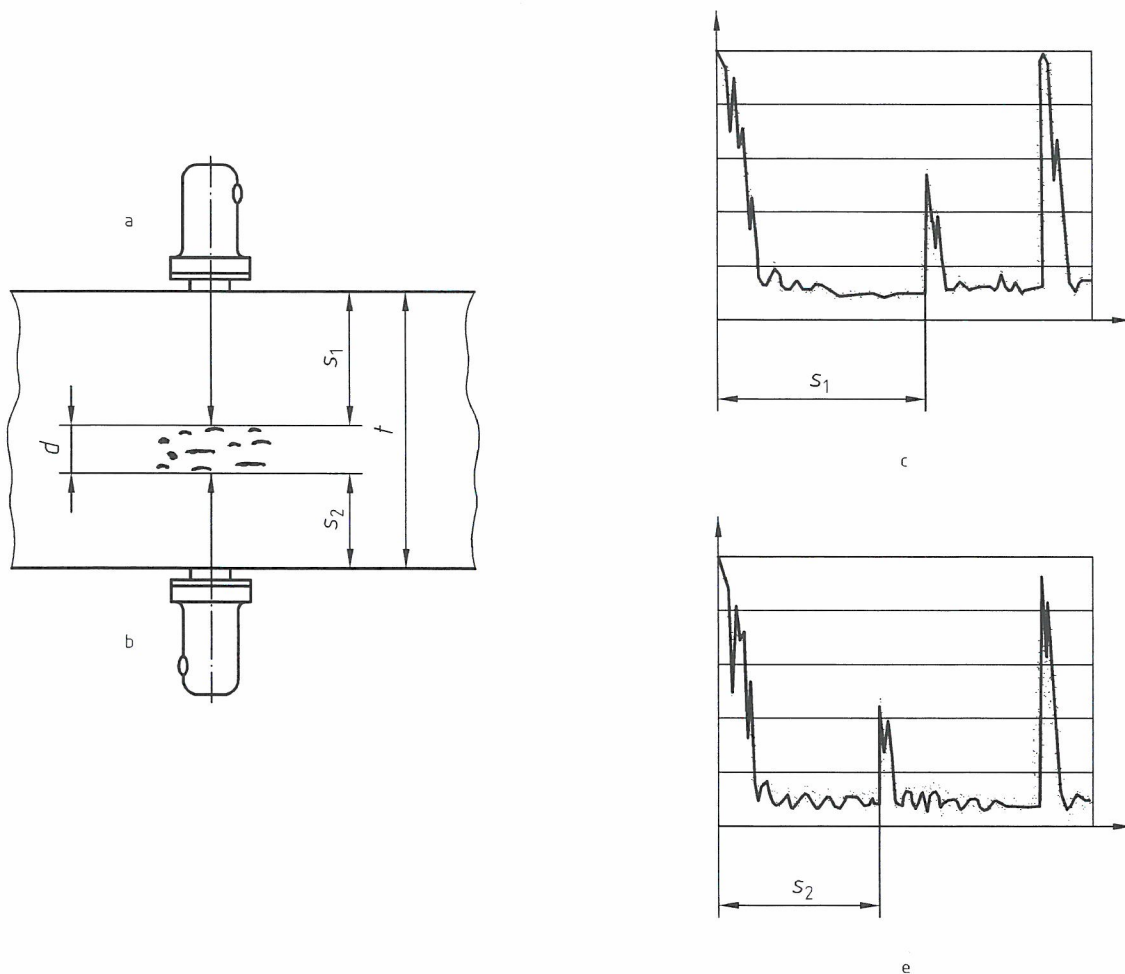
t Grubość

α Kąt padania wiązki

a Wysokość echa

$$d = (s_2 - s_1) \times \cos \alpha$$

Rysunek 3 – Pomiar wymiaru nieciągłości w kierunku na wskroś ścianki



Opis

- a Pozycja przeszukiwania „A”
- b Pozycja przeszukiwania „B”
- c Zobrazowanie typu A przy pozycji przeszukiwania „A”
- e Zobrazowanie typu A przy pozycji przeszukiwania „B”

Zasięg głębokości $d = t - (s_2 + s_1)$

gdzie:

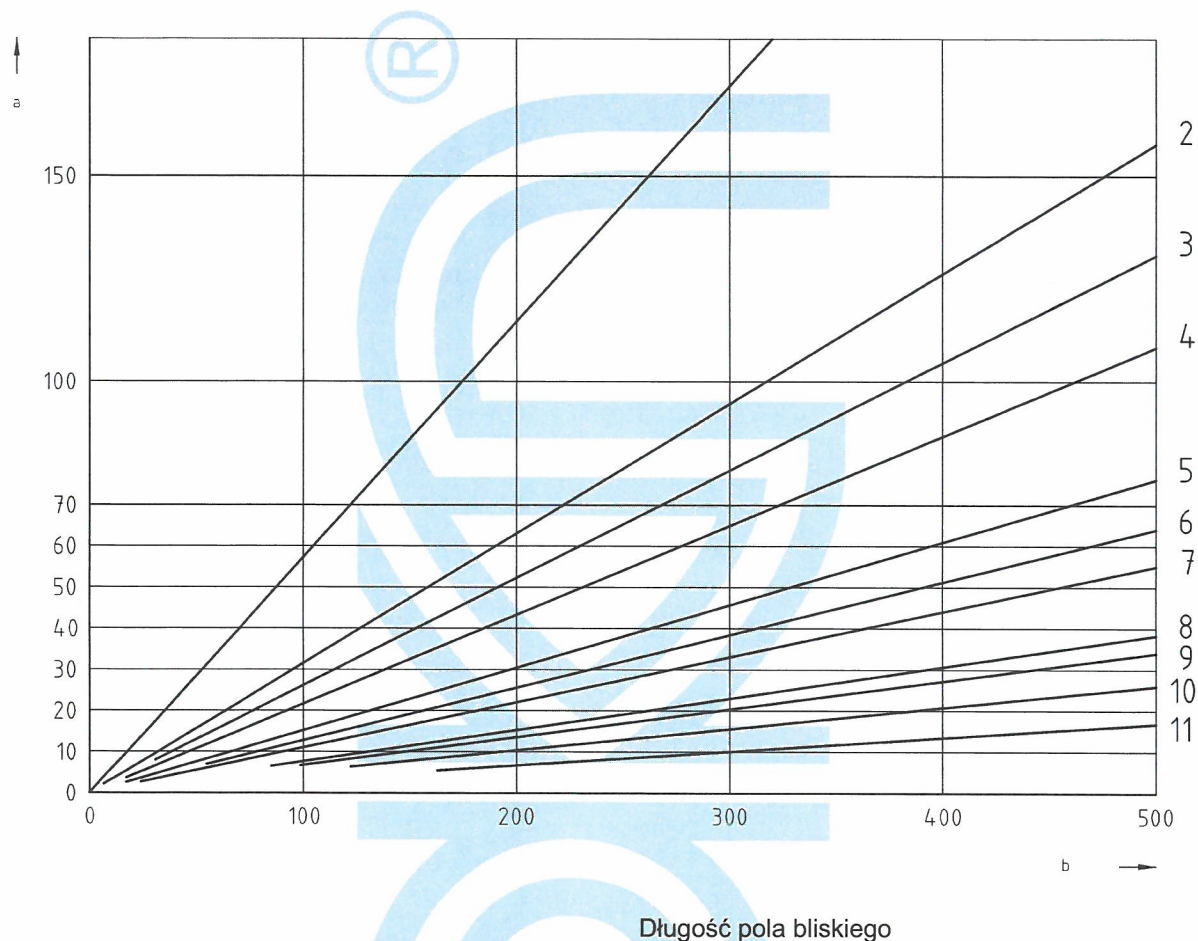
- t grubość ścianki;
- s_1, s_2 długość drogi wiązki ultradźwiękowej.

Rysunek 4 – Pomiar wymiaru nieciągłości w kierunku na wskroś ścianki przy zastosowaniu głowic normalnych

Załącznik A (informacyjny)

Średnice wiązek ultradźwiękowych

W załączniku A podano informacje o średnicach wiązek ultradźwiękowych, w celu rozróżnienia nieciągłości o mierzalnych i niemierzalnych wymiarach.



Opis

- 1 1 MHz, L, \varnothing 10
- 2 2 MHz, L, \varnothing 10
- 3 1 MHz, L, \varnothing 24
- 4 2 MHz, T, 8 × 9
- 5 4 MHz, L, \varnothing 10
- 6 2 MHz, L, \varnothing 24
- 7 4 MHz, T, 8 × 9
- 8 2 MHz, T, 8 × 9
- 9 4 MHz, L, \varnothing 24
- 10 5 MHz, L, \varnothing 24
- 11 4 MHz, T, 20 × 22

- a średnica wiązki ultradźwiękowej (-6 dB) w milimetrach
b droga wiązki ultradźwiękowej w milimetrach

Wymiar przetwornika głowicy mm	Długość pola bliskiego w milimetrach (wartości przybliżone)					
	fale podłużne (L)				fale poprzeczne (T)	
	1 MHz	2 MHz	4 MHz	5 MHz	2 MHz	4 MHz
\varnothing 10	4,2	8,0	15,6	–	–	–
\varnothing 24	22,7	45	88	115	–	–
8 × 9	–	–	–	–	14	28
20 × 22	–	–	–	–	75	150

Rysunek A.1 – Średnice wiązek ultradźwiękowych różnych głowic w zależności od wiązki ultradźwiękowej i długości pola bliskiego

Długość pola bliskiego i średnicę wiązki ultradźwiękowej można obliczyć z użyciem następujących wzorów:

$$N = \frac{D_c^2}{4 \times \lambda} \quad (\text{A.1})$$

$$D_F = \frac{2 \times s}{D_c} \quad (\text{A.2})$$

gdzie:

- N długość pola bliskiego w milimetrach;
- D_c średnica przetwornika wyrażona w milimetrach;
- λ długość fali w milimetrach;
- s droga wiązki ultradźwiękowej w milimetrach;
- D_F średnica wiązki ultradźwiękowej w milimetrach, wzdłuż drogi wiązki ultradźwiękowej, gdzie spadek ciśnienia akustycznego prostopadle do centralnej wiązki wynosi 6 dB.

Załącznik B (informacyjny)

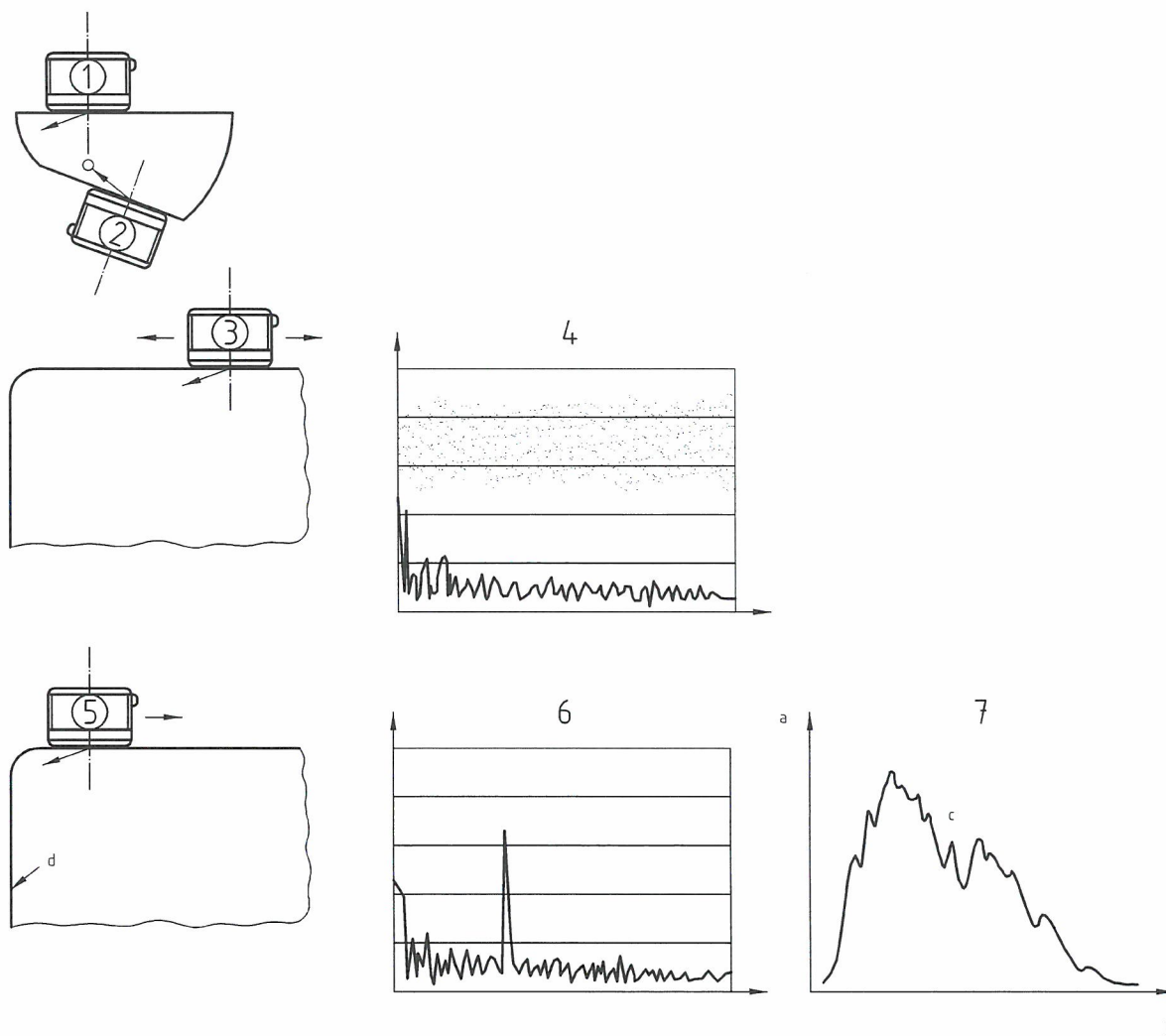
Rodzaje wskazań

Na rysunkach od B.1 do B.11 przedstawiono możliwe różnice między różnymi rodzajami wskazań w wyniku dynamiki echa.

W celu identyfikacji rodzaju wskazań, czułość badania może być zmieniana według:

- odległości od badanej powierzchni;
- kształtu geometrycznego;
- stanu wykończenia powierzchni badanej.

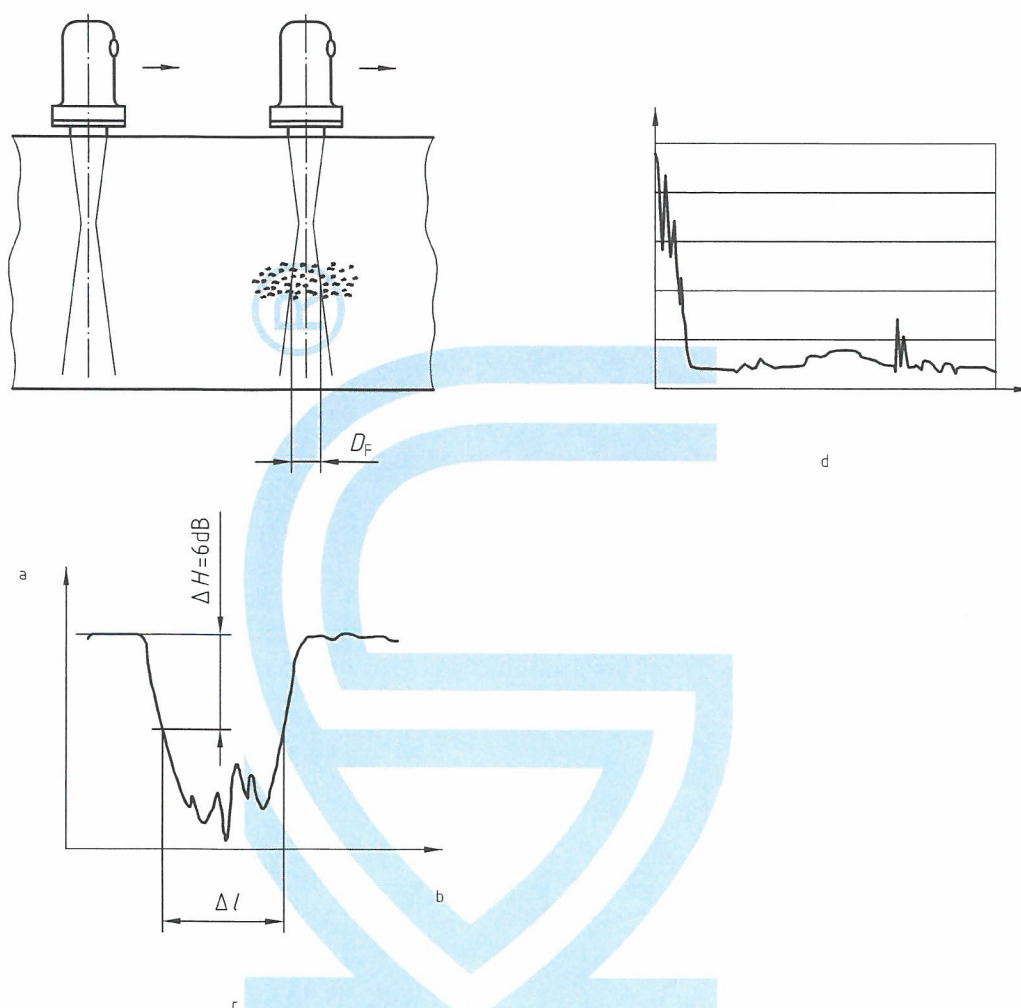




Opis

- 1 Nastawienie zakresu np. za pomocą próbki wzorcowej zgodnie z EN 12223 lub EN 27963
 - 2 Kontrola wyposażenia badawczego na otworze poprzecznym próbki wzorcowej, wysokość echa pochodzącego od otworu poprzecznego wynosi 100 % wysokości ekranu
 - 3 Nastawienie czułości w kontrolowanym obszarze odlewu, wolnym od nieciągłości, bez reflektora odniesienia
 - 4 Średnia wysokość poziomu szumów równa w przybliżeniu od 5 % do 10 % wysokości ekranu
 - 5 Kontrola czułości badania i wyposażenia badawczego przez obserwację dynamiki echa od powierzchni surowego odlewu w kierunku na wskroś ścianki
 - 6 Zobrazowanie typu A
 - 7 Typowa dynamika echa
- a Wysokość echa
 b Przesuw głowicy
 c Dynamika echa
 d Powierzchnia surowego odlewu

Rysunek B.1 – Nastawienie zakresu i czułości aparatu ultradźwiękowego z podwójną głowicą kątową (4 MHz, kąt 60°), w celu wykrycia nieciągłości zorientowanych głównie w kierunku na wskroś ścianki, z wymiarem mierzalnym w obszarze strefy krawędziowej



Typowe wskazanie:

Spadek echa dna o więcej niż 12 dB. Wskazanie pochodzące od niewidocznych, często występujących nieciągłości.

Przyczyna: rzadziwa gąbczasta, pęcherze gazowe, wtrącenia, lub duże nieciągłości nachylone ukośnie.

$$\Delta l > D_F$$

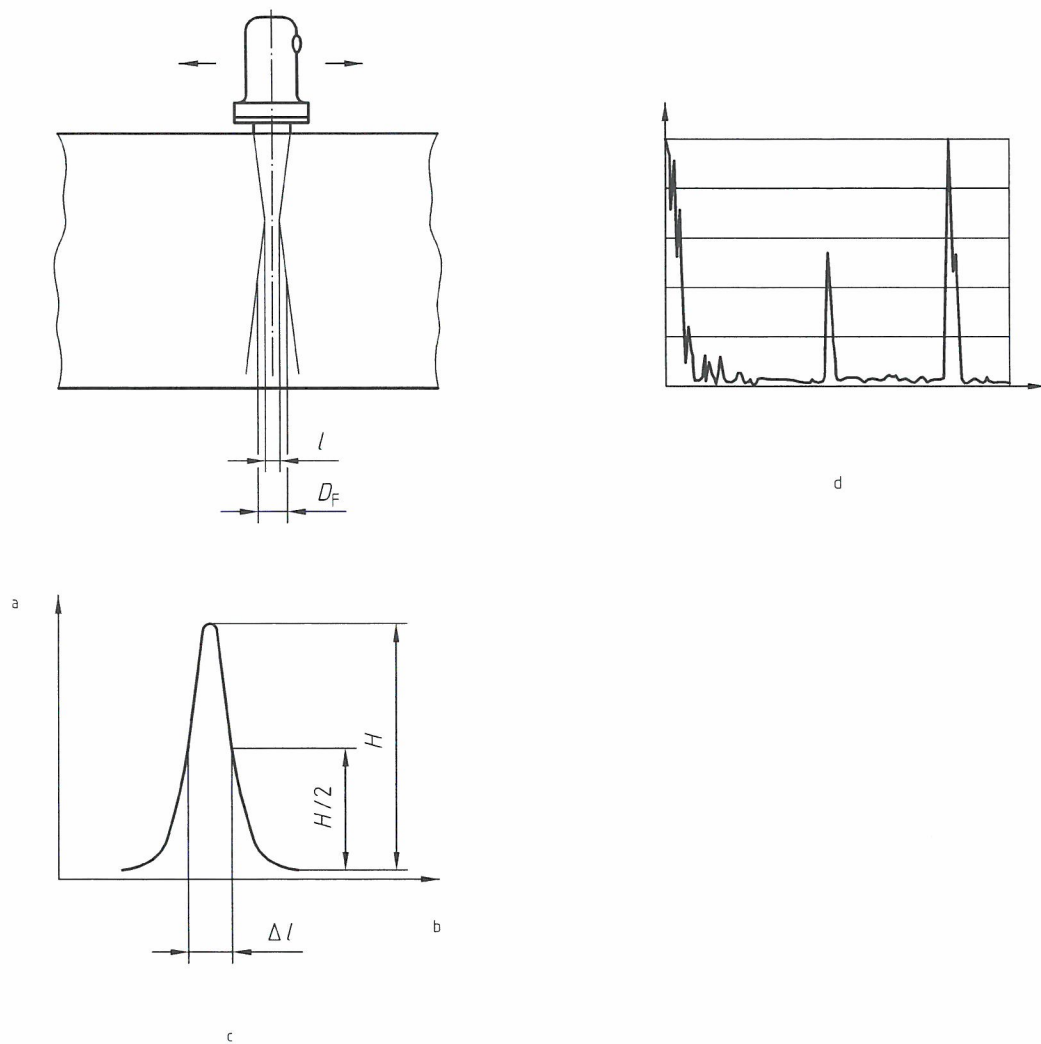
gdzie

D_F średnica wiązki ultradźwiękowej;
 Δl wymiar nieciągłości.

Opis

ΔH Spadek echa dna
 a Wysokość echa
 b Przesuw głowicy
 c Dynamika echa
 d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.2 – Spadek echa dna o więcej niż 12 dB, wymiar mierzalny zakresu wskazania



Typowe wskazanie:

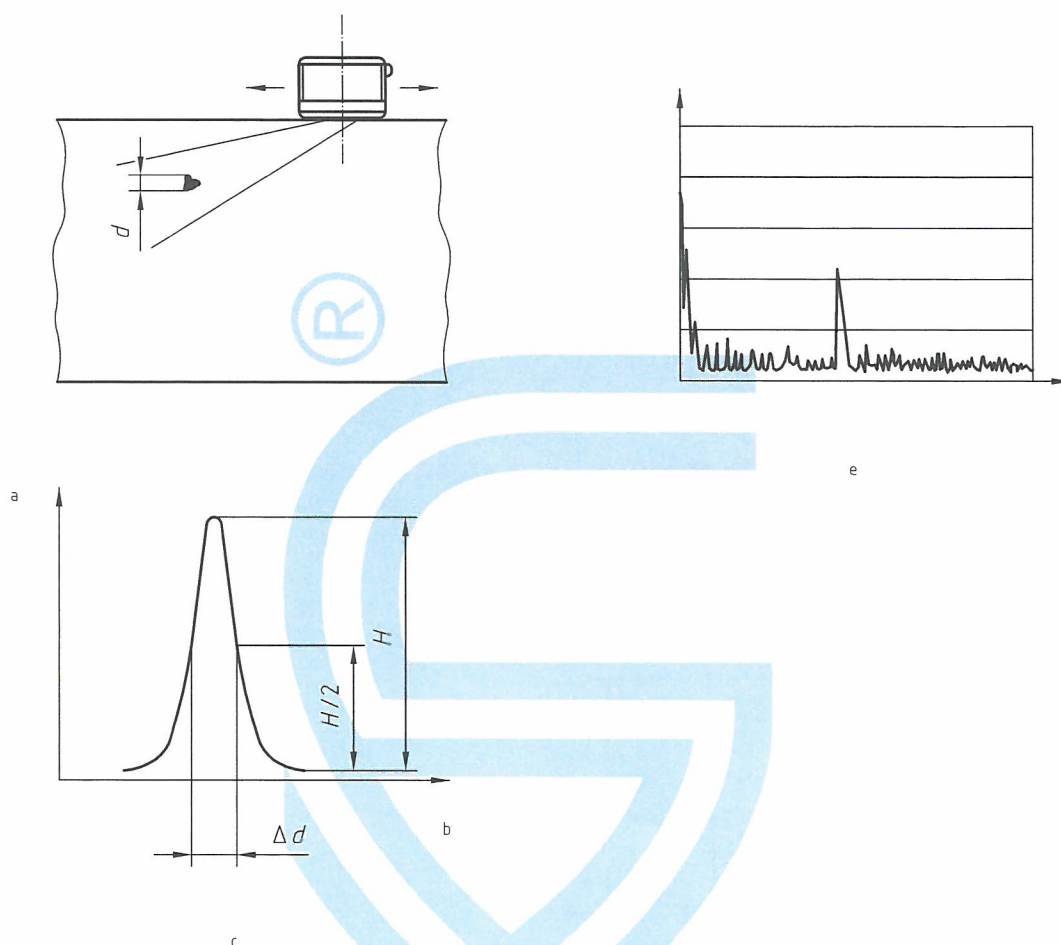
Wskazanie pojedyncze, połowa wymiaru Δl jest równa średnicy wiązki ultradźwiękowej D_F lub mniejsza.

Opis

- l Boczny zasięg wskazania
- H Maksymalna wysokość echa pojedynczego wskazania

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamik echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.3 – Pojedyncze wskazanie bez wymiarów mierzalnych



Typowe wskazanie:

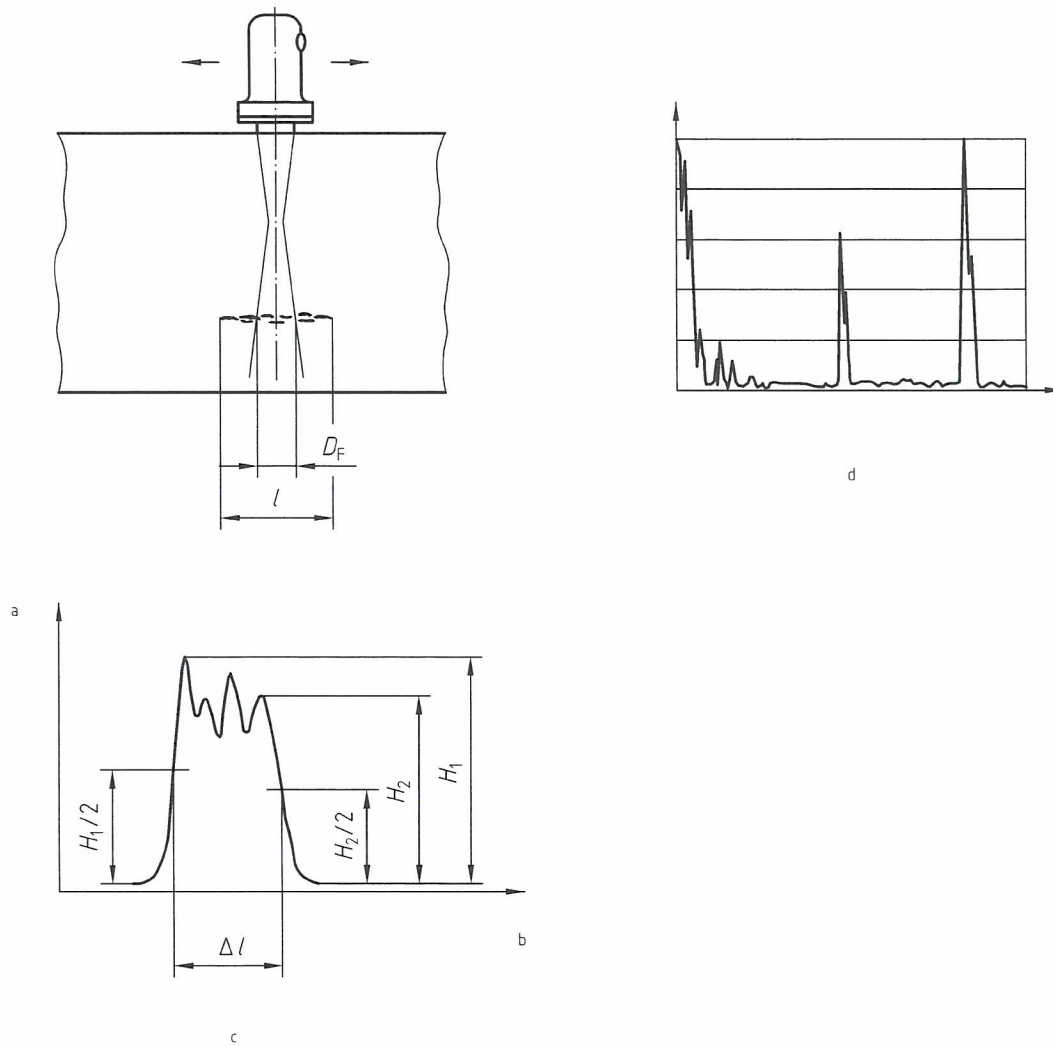
Wskazanie pojedyncze, połowa wymiaru Δd w punkcie odbicia jest równa średnicy wiązki ultradźwiękowej D_F lub mniejsza.

Opis

D Wymiar wskazania w kierunku na wskroś ścianki
 H Maksymalna wysokość echa pojedynczego wskazania

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.4 – Pojedyncze wskazanie bez wymiarów mierzalnych; pojedyncze wskazanie z jednym wymiarem mierzalnym równoległym do badanej powierzchni i bez wymiaru mierzalnego, w kierunku na wskroś ścianki



Typowe wskazanie:

Wskazanie(-a) pojedyncze, na ogół o takim samym położeniu w kierunku na wskroś ścianki.

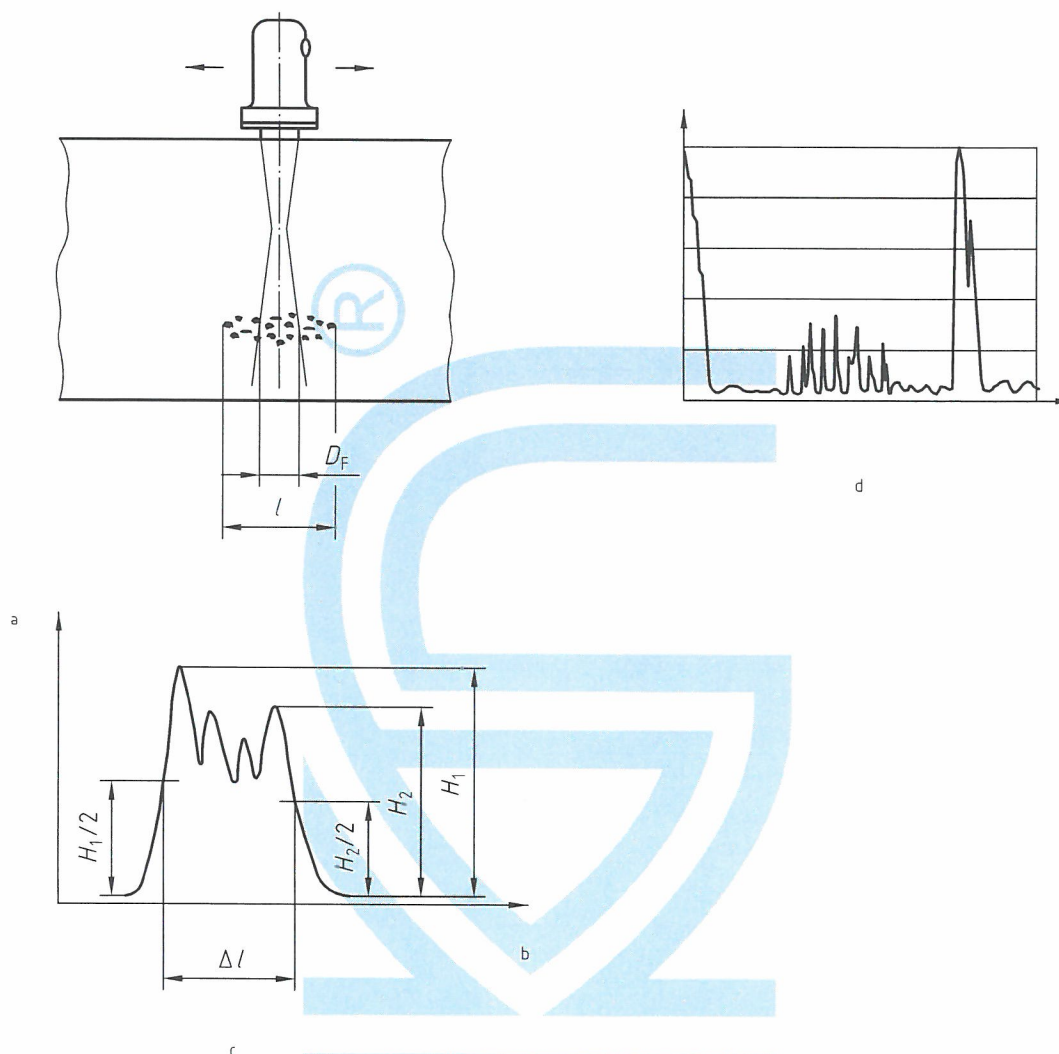
Wymiar zakresu wskazania większy niż średnica wiązki ultradźwiękowej D_F .

Opis

- l Boczny zasięg wskazania
- Δl Połowa wymiaru wskazania
- H_1, H_2 Ostatnie maksimum wysokości echa po przeciwnych stronach wskazania

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.5 – Pojedyncze wskazanie z wymiarami mierzalnymi: mierzalna długość, niemierzalna szerokość; mierzalna długość, mierzalna szerokość



Typowe wskazanie:

Grupa wskaźników, na ogół złożonych o wymiarach niemierzalnych.

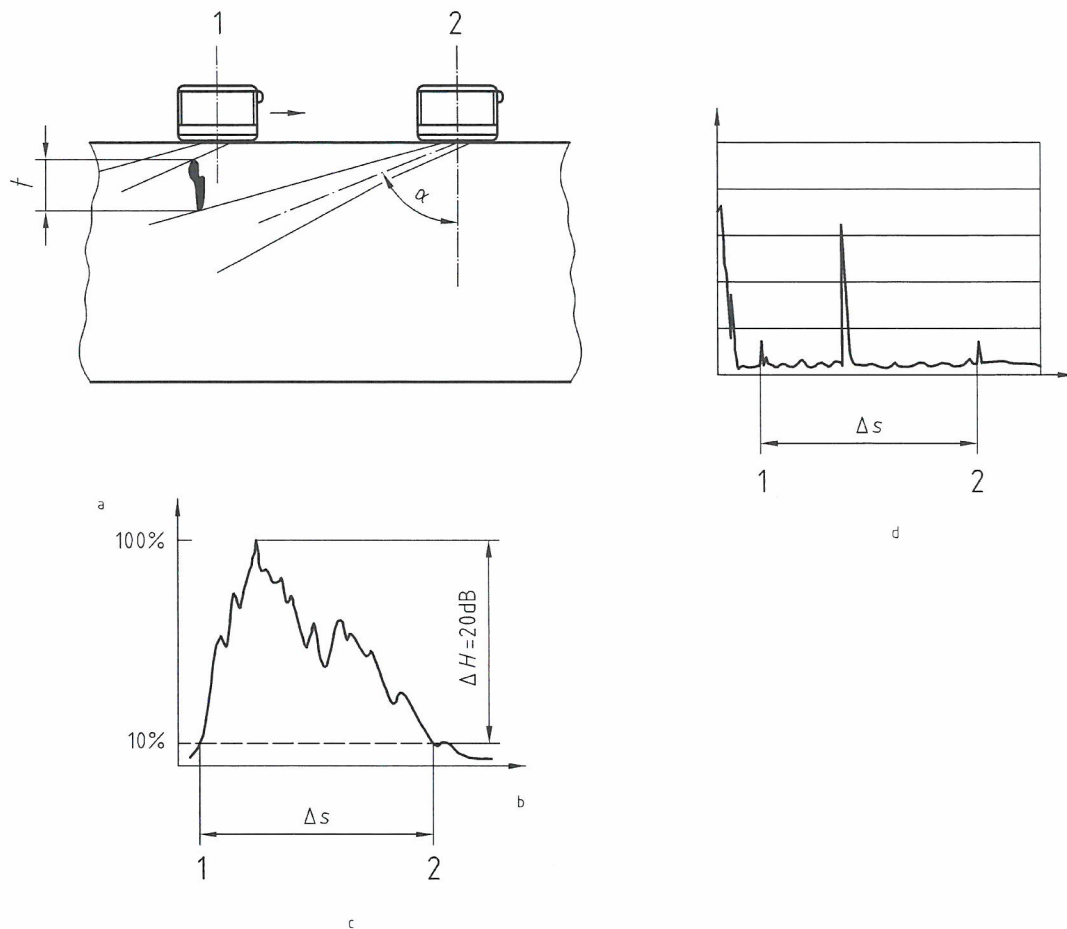
Wymiar zakresu wskazania jest równy średnicy wiązki ultradźwiękowej D_F lub większy.

Opis

l Boczny zasięg wskazania
 Δl Połowa wymiaru wskazania
 H_1, H_2 Ostatnie maksimum wysokości echa po przeciwnych stronach wskazania

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.6 – Grupa wskaźników złożonych o wymiarach mierzalnych w zakresie wskazania



Typowe wskazanie:

Pojedyncze echo, z wyraźną dynamiką echa tylko w kierunku na wskroś ścianki (wskazanie przesuwające się) lub zarówno w kierunku na wskroś ścianki jak i w kierunku równoległym do badanej powierzchni:

$$t = \Delta s \times \cos \alpha$$

gdzie:

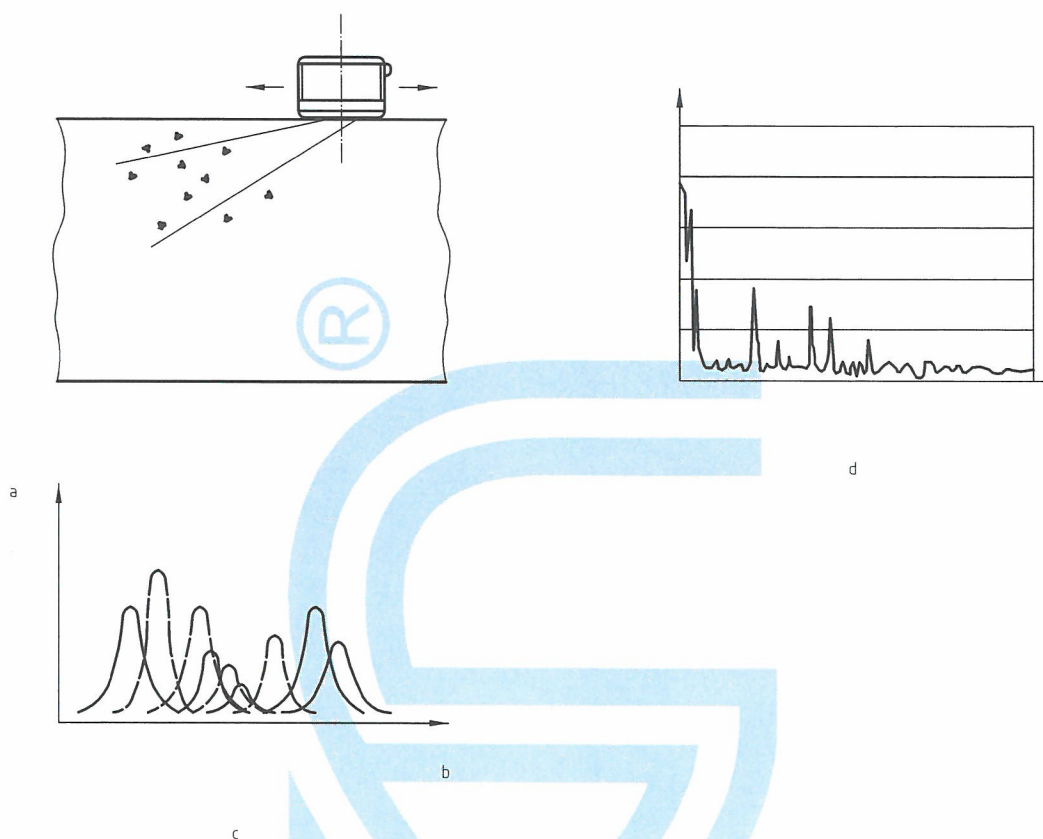
- t wymiar w kierunku na wskroś ścianki
- Δs różnica między drogą wiązki ultradźwiękowej z położenia 2 w położenie 1
- α kąt padania

Opis

- 1 Głowica w położeniu 1
- 2 Głowica w położeniu 2
- ΔH Spadek maksymalnej wysokości echa wskazania

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.7 – Pojedyncze wskazanie o wymiarach mierzalnych w kierunku na wskroś ścianki



Typowe wskazanie:

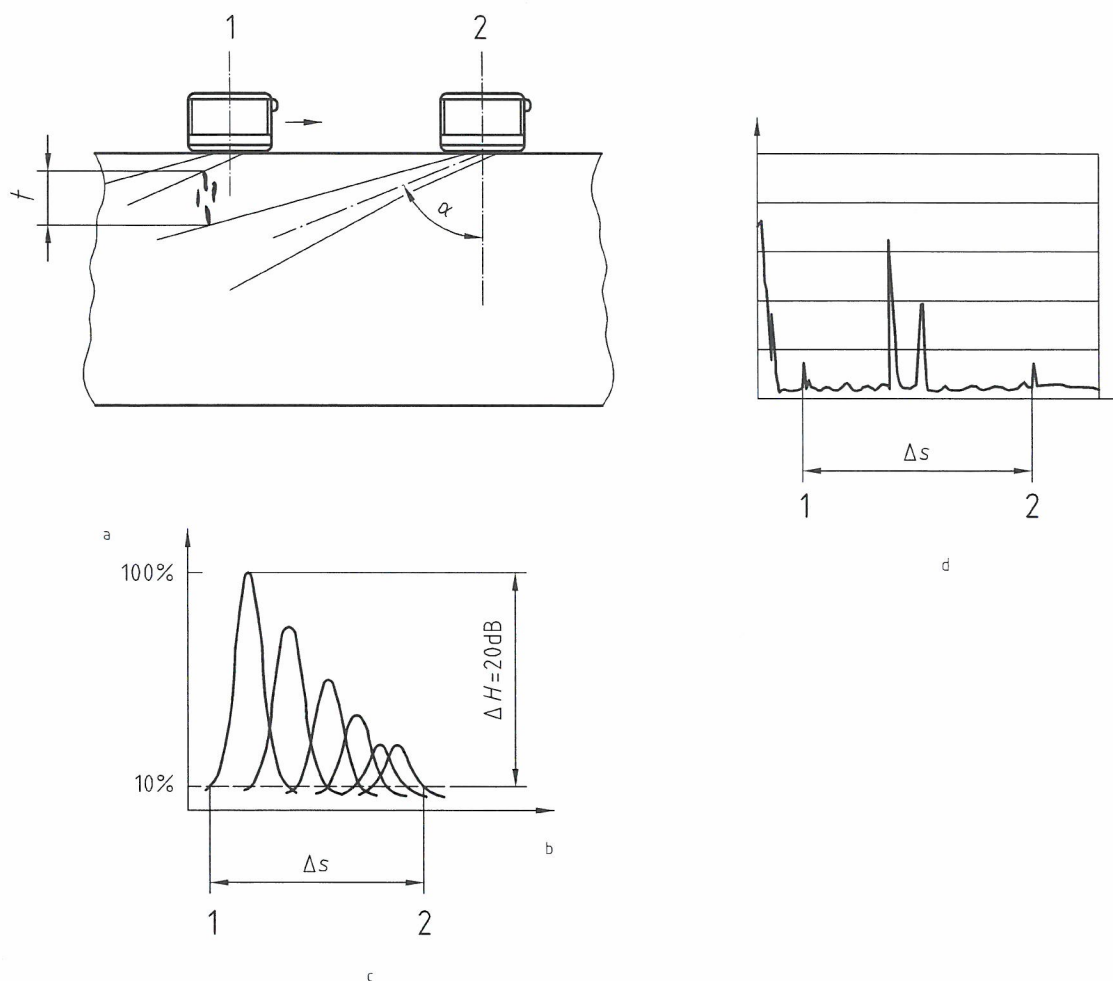
Liczne pojedyncze wskazania.

Podczas przesuwu głowicy zmienia się droga przebiegu wiązki ultradźwiękowej, ale wszystkie wskazania pozostają bez wymiarów mierzalnych.

Opis

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.8 – Liczne pojedyncze wskazania bez wymiarów mierzalnych, ale z wymiarami mierzalnymi zakresu wskazania



Typowe wskazanie:

Pojedyncze wskazania, z wymiarami mierzalnymi głównie w kierunku na wskroś ścianki:

$$t = \Delta s \times \cos \alpha$$

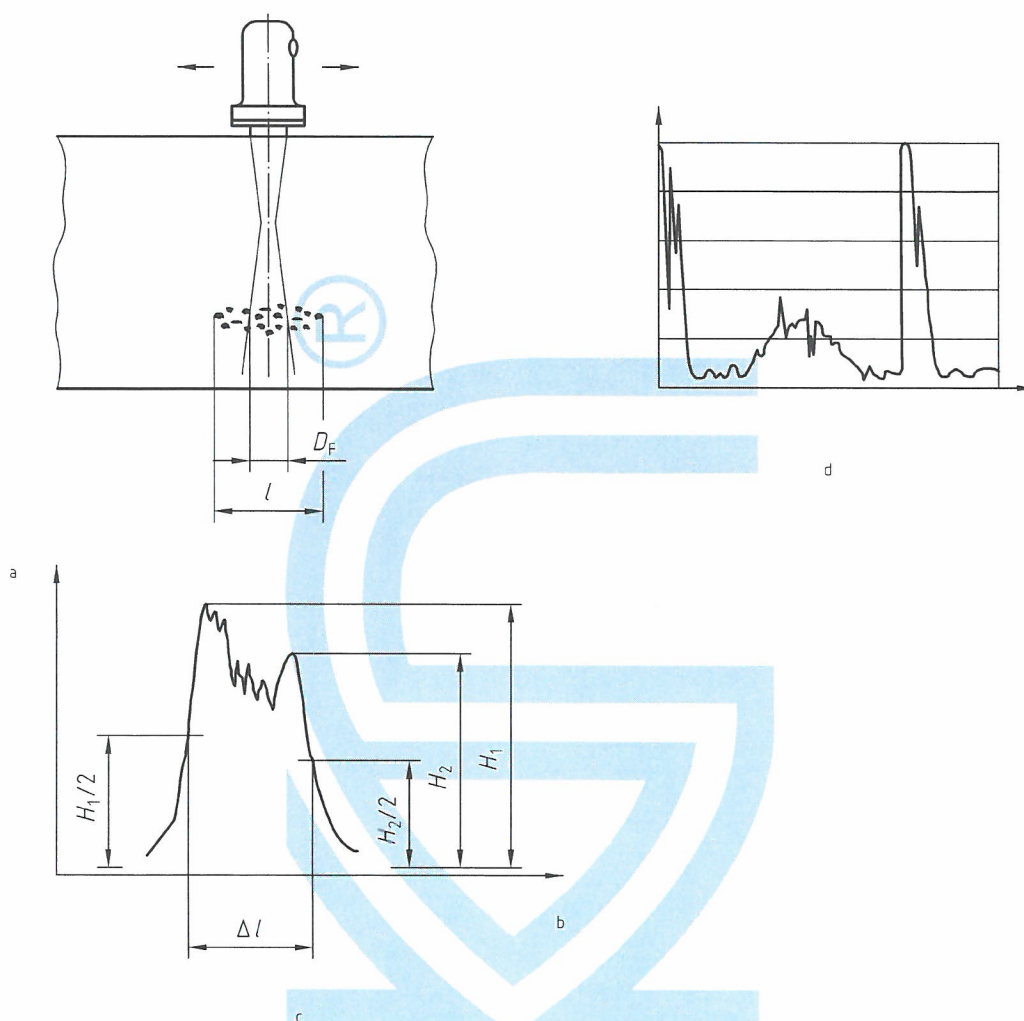
gdzie:

- t wymiar wskazania w kierunku na wskroś ścianki;
- Δs różnica między drogą wiązki ultradźwiękowej z położenia 2 w położenie 1;
- α kąt padania

Opis

- 1 Głowica w położeniu 1
- 2 Głowica w położeniu 2
- ΔH Spadek maksymalnej wysokości echa wskazania
- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.9 – Liczne płaskie wskazania z wymiarami mierzalnymi w kierunku na wskroś ścianki



Typowe wskazanie:

Grupa wskazań, głównie trudne do określenia pojedyncze wskazania. Wymiar zakresu wskazania jest równy średnicy wiązki ultradźwiękowej D_F lub większy.

Ten rodzaj wskazania powinien być oceniony tylko wtedy, gdy ze względów geometrycznych nie można uzyskać echa dna.

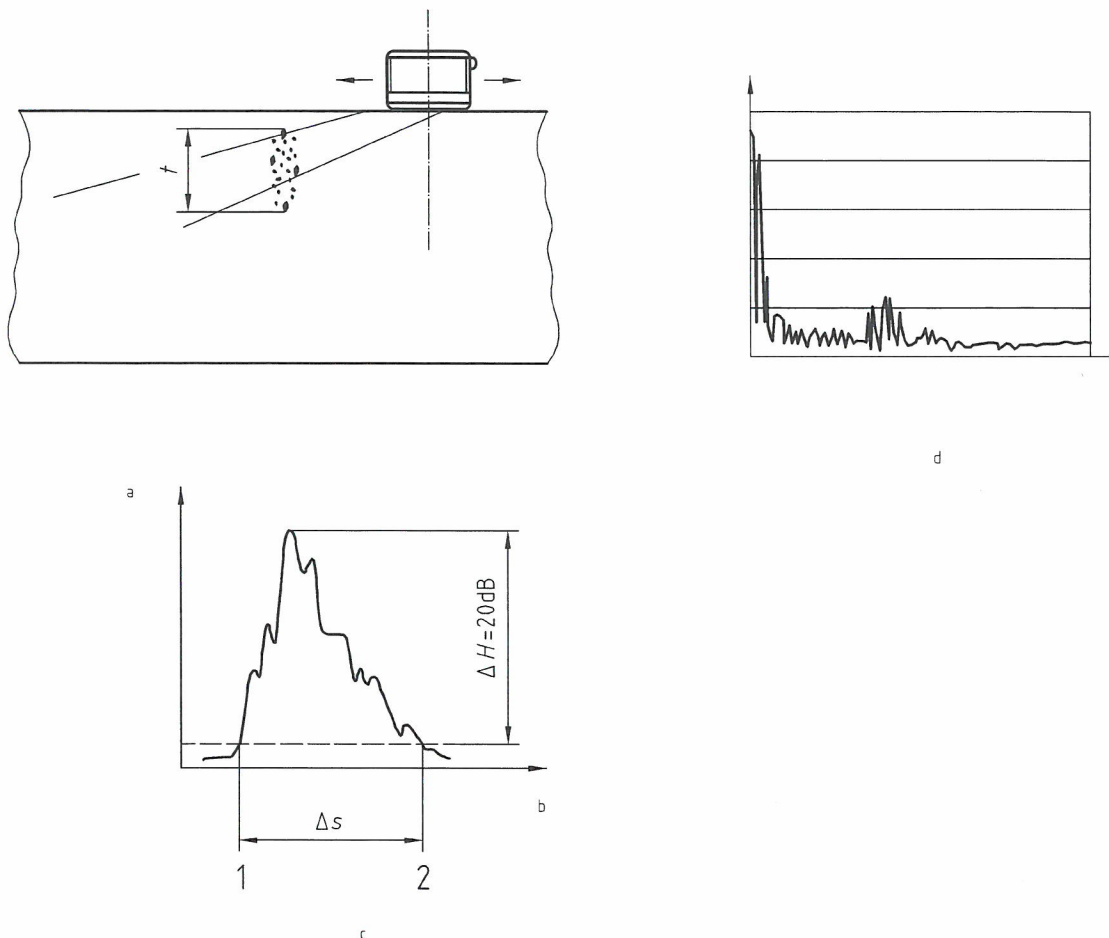
Spadek echa dna powinien być oceniany zgodnie z rysunkiem B.2.

Opis

- l Boczny zasięg wskazania
- Δl Połowa wymiaru wskazania
- D_F Średnica wiązki ultradźwiękowej
- H_1, H_2 Ostatnie maksimum wysokości echa po przeciwnych stronach wskazania

- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.10 – Grupa wskazań trudnych do określenia z wymiarami mierzalnymi zakresu wskazania (głowica normalna)



Typowe wskazanie:

Grupa wskaźników, najczęściej trudnych do określenia:

$$t = \Delta s \times \cos \alpha$$

gdzie:

t wymiar wskazania w kierunku na wskroś ścianki;

Δs różnica między drogą wiązki ultradźwiękowej z położenia 2 w położenie 1;

α kąt padania.

Opis

- 1 Głowica w położeniu 1
- 2 Głowica w położeniu 2
- ΔH Spadek maksymalnej wysokości echa wskazania
- a Wysokość echa
- b Przesuw głowicy
- c Dynamika echa
- d Zobrazowanie typu A

Rysunek B.11 – Grupa wskaźników trudnych do określenia z wymiarami mierzalnymi zakresu wskazania (głowica kątowna)

Bibliografia

- [1] EN 473, *Non destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel – General principles.*
- [2] EN 1330-4, *Non-destructive testing – Terminology – Part 4: Terms used in ultrasonic testing.*
- [3] EN 1370, *Founding – Surface roughness inspection by visual/tactile comparators.*
- [4] EN 1559-2, *Founding – Technical conditions of delivery – Part 2: Additional requirements for steel castings.*





ISBN 83-243-7322-5

Polski Komitet Normalizacyjny
ul. Świętokrzyska 14, 00-050 Warszawa
<http://www.pkn.pl>
