

Dr inż. MAREK ŚLIWOWSKI  
NDTEST Sp. z o.o.  
Warszawa

## **ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1**

### **WSTĘP**

W ramach prac Komitetu Technicznego CEN/TC 190 „Wyroby odlewane” we współpracy z CEN/TC 190/WG4.10 „Wady wewnętrzne” opracowywane są następujące normy wyrobu:

EN 12680-1: 2002	Wyroby odlewane. Badania ultradźwiękowe. Część 1: Odlewy staliwne ogólnego zastosowania.
prEN 12680-2: 2002	Wyroby odlewane. Badania ultradźwiękowe. Część 2: Odlewy staliwne na elementy o dużych obciążeniach.
prEN 12680-3: 2002	Wyroby odlewane. Badania ultradźwiękowe. Część 3: Odlewy z żeliwa sferoidalnego

*Norma EN 12680-1 uzyskała już w chwili obecnej status normy europejskiej i jako taka może być w formie okładowej stosowana w Polsce, pozostałe dwie są jeszcze w fazie końcowych wydań projektowych.*

*W poniższym tekście omówiono dosyć szczegółowo i wiernie podstawowe wymagania normy EN 12680-1, które autorowi wydawały się niezbędne dla poprawnego i pełnego wykonania ultradźwiękowego badania odlewów staliwnych.*

*Ta norma badania wyrobów odlewanych staliwnych jest kolejną z serii europejskich norm zharmonizowanych, w której starano się uzgodnić zapisy, terminologię i zawartość merytoryczną z istniejącymi już normami ogólnymi i przedmiotowymi dla badań ultradźwiękowych.*

*Wydaje się to mieć istotne znaczenie dla przejrzystości i jednoznaczności wymagań w przemyśle jak też wobec intensywnie się ostatnio rozwijającego w Polsce procesu certyfikacji personelu wg EN 473.*


### **1 Zakres normy**

*Norma EN 12680-1 ustala wymagania ultradźwiękowego badania odlewów staliwnych (o strukturze ferrytycznej) ogólnego zastosowania a także metodykę określania wad wewnętrznych przy pomocy techniki impulsowej echa.*

*Norma EN 12680-1 obowiązuje przy badaniach ultradźwiękowych odlewów staliwnych, zwykle po obróbce cieplnej dla uzyskania struktury drobnoziarnistej oraz o grubości ścianki do 600 mm.*

*Przy większych grubościach ścianek wymagane są specjalne uzgodnienia odnośnie techniki badania i poziomów zapisu (granicy rejestracji).*

*Norma EN 12680-1 nie obowiązuje dla stali austenitycznych i złączy spawanych.*

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 2 stron: 18

## 2 Normy powołane

EN 583-1:1999 <i>prPN-EN 583-1:2001</i>	Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Part 1: General principles. <i>Badania nieniszczące. Badania ultradźwiękowe. Część 1: Zasady ogólne</i>
EN 583-2:1999 <i>prPN-EN 583-2:2002</i>	Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Part 2: Sensitivity and range setting. <i>Badania nieniszczące. Badania ultradźwiękowe. Część 2: Nastawianie czułości i zakresu obserwacji.</i>
EN 583-5:2000 <i>prPN-EN 583-5:2003</i>	Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Part 5: Characterization and sizing of discontinuities <i>Badania nieniszczące. Badania ultradźwiękowe. Część 5: Charakterystyka i wymiarowanie nieciągłości.</i>
EN 12668-1:2000 <i>prPN-EN 12668-1:2002</i>	Non-destructive testing. Characterization and verification of ultrasonic examination equipment. Part 1: Instruments <i>Badania nieniszczące. Charakteryzowanie i sprawdzanie aparatury ultradźwiękowej. Część 1: Wyposażenie.</i>
EN 12668-2:2000 <i>prPN-EN 12668-2:2003?</i>	Non-destructive testing. Characterization and verification of ultrasonic examination equipment. Part 2: Probes. <i>Badania nieniszczące. Charakteryzowanie i sprawdzanie aparatury ultradźwiękowej. Część 2: Głowice.</i>
EN 12668-3:2000 <i>prPN-EN 12668-3:2002</i>	Non-destructive testing. Characterization and verification of ultrasonic examination equipment. Part 3: Combined equipment <i>Badania nieniszczące. Charakteryzowanie i sprawdzanie aparatury ultradźwiękowej. Część 3: Zestaw kompletny.</i>

## 3 Oznaczenia

Oznaczenia stosowane w tej normie zostały uzgodnione z normą terminologiczną, ultradźwiękową EN 1330-4.

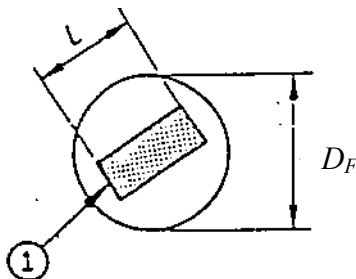
Oznaczenia w ujęciu EN 12680 - charakterystyczne dla wyrobów odlewanych:

**W ujęciu tej normy pojęcie rozmiar rozciąga się zarówno na kierunek długości, szerokości jak też głębokości.**

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 3 stron: 18

### 3.2 Reflektor bez mierzalnego rozmiaru

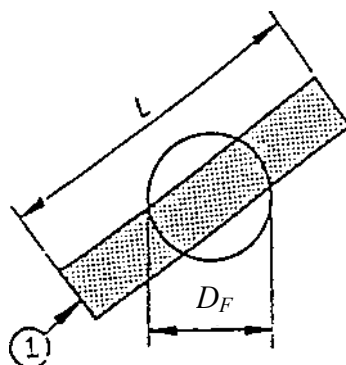
reflektor o rozmiarach mniejszych  $l$  lub równych średnicy wiązki ultradźwiękowej  $D_F$



Rys. 1 Reflektor bez mierzalnego rozmiaru (punktowy)

### 3.3 Reflektor o mierzalnych rozmiarach

reflektor o rozmiarach  $l$  większych niż średnica wiązki ultradźwiękowej  $D_F$



Rys. 2 Reflektor z mierzalnym rozmiarem (złożony)

### 3.4 Reflektor płaski

reflektor o dwóch mierzalnych rozmiarach

### 3.5 Reflektor przestrzenny

reflektor o trzech mierzalnych rozmiarach


### 3.6 Strefa specjalna

zewnętrzna część strefy krawędziowej o specjalnych wymaganiach (np. obróbka mechaniczna powierzchni, zwiększone obciążenia, szczelność obszaru)

## 4 Wymagania

### Warunki zamówienia

Do momentu złożenia oferty i zamówienia powinny być podane następujące informacje:

<b>NIENISZCZACE BADANIA MATERIAŁÓW</b>		<b>ZAKOPANE</b> 11 – 14. 03.2003
	<b>ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1</b>	str: 4 stron: 18

- obszary odlewu, ich liczba lub udział w całości odlewu, podlegające wymaganiom badania ultradźwiękowego;
- klasy jakości, jakie należy zastosować przy badaniu różnych stref lub obszarów odlewu;
- wymaganie przygotowania pisemnej instrukcji badania;
- czy są dodatkowe wymagania co do przeprowadzenia badania

### **Zakres badania**

Odlew powinien być przebadany w takim zakresie, że uzgodnione obszary zostały kompletnie przeszukane przy zastosowaniu odpowiedniej techniki badania (na ile to tylko możliwe jest ze względu na kształt odlewu).

Przy grubościach ścianki powyżej 600 mm strony zawierające umowę dokonują między sobą uzgodnień co do przebiegu badania a także kryteriów (poziomów) zapisu i dopuszczalności (akceptacji).

### **Obszary przeszukiwania, kierunki wprowadzania fal**

Wybór kierunku wprowadzania wiązki jak też odpowiednich głowic zależy w dużej mierze od kształtu badanego elementu odlewu, spodziewanych wad odlewniczych i wad spawalniczych i musi być przedmiotem uzgodnień pomiędzy wytwórcą (zamawiającym) i badającym (wykonawcą).

Jeśli to możliwe, obszary badania powinny być przeszukiwane z obydwu stron. Przy przeszukiwaniu jednostronnym należy użyć głowic pozwalających na wykrywanie wad położonych blisko powierzchni. Badanie z użyciem głowic nadawczo-odbiorczych SE jest celowe przy grubościach ścianek nie przekraczających 50 mm.

Dodatkowo dla wszystkich odlewów, chyba że inaczej ustalono między Zamawiającym i Wykonawcą, następujące obszary muszą być zbadane do głębokości 50 mm przy pomocy głowic SE – normalnych i/lub kątowych:

- obszary krytyczne np. wklęsłości, zmiany grubości ścianek, obszary wokół ochładzalników;
- spoiny produkcyjne;
- napawania, tak jak podano w zamówieniu;
- dla stref specjalnych, tak jak podano w zamówieniu.

Spoiny produkcyjne o grubości większej niż 50 mm muszą być dodatkowo zbadane innymi odpowiednimi głowicami kątowymi.

Przy stosowaniu głowic kątowych o kątach załamania większych od 60° długość drogi fali nie powinna przekraczać 150 mm.

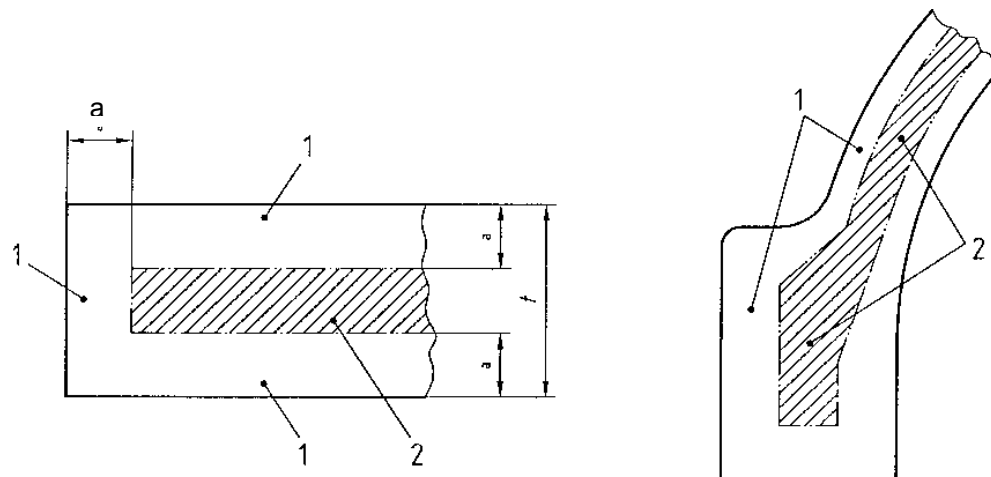
Wykonanie pełnego badania polega na systematycznym przeszukiwaniu obszarów badania wzdłuż torów wzajemnie zachodzących na siebie.

Prędkość przeszukiwania nie powinna przekraczać 150 mm/s.

<b>NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW</b>		<b>ZAKOPANE</b> 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	<b>ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1</b>	str: 5 stron: 18

### Podział odlewu na strefy

Grubość ścianki odlewu powinna być podzielona na strefy w sposób pokazany na rys. 3. Podział na strefy dotyczy wymiarów odlewu na „gotowo” (po obróbce wykańczającej).



- 1     **strefa krawędziowa** (zewnątrzna) odlewu  
2     **strefa rdzeniowa** (środkowa) odlewu  
t     grubość ścianki odlewu  
a      $t/3$  (max. 30 [mm] )

Rys. 3     *Podział przekroju wzdłuż grubości ścianki na strefy*

### Klasy jakości odlewu

Przewidziano 5 klas jakości odlewu od 1 do 5. Oceniający wyniki badania klasyfikuje dany odlew (wskazany obszar odlewu) według wymiarów granicznych podanych w kryteriach dopuszczalności dla każdej klasy.

Jeśli zamawiający zleca badanie różnych stref odlewu dla różnych klas jakości, należy w zamówieniu jasno to zaznaczyć z podaniem:


- wszystkich niezbędnych wymiarów, dla dokładnej lokalizacji stref;
- całego zakresu napawania i grubości wszystkich stref specjalnych.

Klasa jakości 1 jest przewidziana tylko przy badaniu stref napawanych i specjalnych.

Jeśli do momentu przyjęcia zamówienia nie zostały podane inne wymagania, dla spoin wykonawczych obowiązują wymagania jak dla materiału podstawowego.

### Kwalifikacje personelu

Zakłada się, że badania przeprowadzone zostaną przez wykwalifikowany i kompetentny personel. Zalecane jest potwierdzenia kwalifikacji przez certyfikację personelu zgodnie z EN 473

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 6 stron: 18

## 5. Technika badania

Mają zastosowanie podstawowe zasady przeprowadzania badań ultradźwiękowych podane w normach EN 583-1, EN 583-2 oraz EN 583-5.

### Wykrywalność w materiałach odlewanych

Wykrywalność techniki ultradźwiękowej dla danego materiału odlewane go ocenia się przez porównanie echa reflektora odniesienia z poziomem szumów. Oceny dokonuje się w wybranych miejscach, reprezentatywnych dla całego odlewu i posiadających równoległe powierzchnie zewnętrzne.

Wysokość echa reflektorów odniesienia, zapewniających wymaganą wykrywalność dla określonej grubości odlewu ( por. tabela 2 str. 8 oraz rys. 5), powinna być co najmniej o 6 dB wyższa od poziomu szumów.

Jeśli wysokość echa tego najmniejszego reflektora tarczowego – DSR lub równoważnego otworu poprzecznego - SDH, rozróżnialnego na końcu zakresu obserwacji jest mniejsza niż 6 dB ponad poziom szumów, wówczas wykrywalność jest obniżona. Obniżenie poziomu wykrywalności powinno być uzgodnione pomiędzy wykonawcą i zamawiającym i musi być odnotowane w protokole badania.

### Aparatura ultradźwiękowa

Aparat ultradźwiękowy musi spełniać wymagania EN 12668-1

### Głowice, częstotliwość

Głowice używane do badań powinny spełniać wymagania norm EN 12668-2 i -3.

Częstotliwości głowic stosowanych w badaniach odlewów muszą mieścić się w zakresie od 1 MHz do 5 MHz.

Przy badaniu głowicami kątowymi należy stosować kąty wiązki pomiędzy 35° i 70°. Do badania stref przypowierzchniowych zalecane są głowice nadawczo-odbiorcze – SE (normalne i kątowe).


### Kontrola systemu pomiarowego

Układ aparat – głowica powinien być regularnie kontrolowany przez operatora zgodnie z wymaganiami normy EN 12668-3.

### Przygotowanie powierzchni, ośrodki sprzęgające

Sposób przygotowania powierzchni odlewu oraz dobór ośrodków sprzęgających zgodny z zaleceniami normy ogólnej EN 583-1.

Chropowatość powierzchni przeszukiwania po obróbce mechanicznej musi spełniać warunek  $R_a \leq 12.5 \mu\text{m}$ .

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 7 stron: 18

## 5 Wykonanie badania

### Skalowanie zakresu obserwacji

Skalowanie zakresu obserwacji dla zestawu aparat – głowice ultradźwiękowe normalne lub kątowe należy wykonać zgodnie z normą EN 583-2 wykorzystując jedną z opcji:

- przy pomocy wzorców Nr 1 wg EN 12223 lub Nr 2 wg EN 27963;
- przy pomocy innego wzorca kalibracyjnego, z materiału o takich samych właściwościach akustycznych jak badany odlew;
- bezpośrednio na odlewie przy wykorzystaniu głowic normalnych. W tym przypadku badany odlew musi mieć równoległe powierzchnie zewnętrzne, odległość których musi być dokładnie zmierzona.

### Nastawianie czułości badania

Nastawianie czułości badania dla przyjętego zakresu obserwacji (por. rys. 4) powinno być wykonane zgodnie z normą EN 583-2. Należy stosować jedną z dwóch poniższych technik:

- technikę DAC;  
W technice DAC używa się krzywej odległość – amplituda określonej dla szeregu jednakowych reflektorów (płaskodennych tarcz DSR lub otworów poprzecznych SDH) usytuowanych w różnych odległościach.

*Uwaga.* Dla głowic o częstotliwości 2 MHz zaleca się stosowanie płaskodennych tarcz  $D_{DSR} = 6 \text{ mm}$ .

- technikę DGS;  
W technice DGS wykorzystuje się szereg teoretycznie otrzymanych krzywych określających wzajemne powiązania pomiędzy długością drogi fali, wzmocnieniem i średnicą ustawionego prostopadle do osi wiązki płaskodennego reflektora kołowego DSR.

### Poprawka strat przeniesienia

Poprawkę strat przeniesienia należy określać zgodnie z EN 583-2.

Przy wyznaczaniu poprawki strat przeniesienia należy uwzględnić nie tylko stan powierzchni przeszukiwania odlewu ale również powierzchni naprzeciwległej, ponieważ wysokość echa dna ma istotny wpływ na wielkość poprawki. Z punktu widzenia pomiaru poprawki strat przeniesienia powierzchnia naprzeciwległa odlewu ma wystarczającą jakość, jeśli jest obrobiona mechanicznie.



NIENISZCZACE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 9 stron: 18

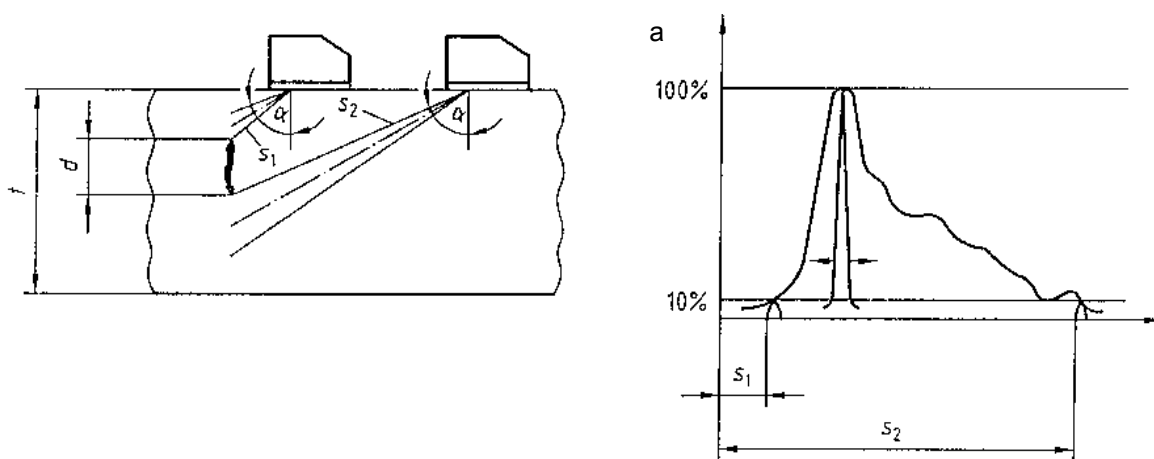
Wysokość ech podanych w tabeli 2 otworów płaskodennych DSR lub równoważnych otworów poprzecznych powinna być widoczna na końcu zakresu obserwacji co najmniej na wysokości 40% wysokości ekranu (40% FSH).

Tabela 2 Wymagania dla wykrywalności w technikach ultradźwiękowych

Grubość ścianki $t$ [mm]	Średnica najmniejszego otworu tarczowego wykrywalnego zgodnie z DSR [mm]
$t \leq 300$	3
$300 < t \leq 400$	4
$400 < t \leq 600$	6

Jeśli podczas badania zachodzi podejrzenie, że spadek echa dna przekracza wartość poziomu zapisu (granicy rejestracji – por. tabela 3), badanie należy przeprowadzić miejscowo ze zmniejszoną czułością i określić liczbowo spadek echa dna w dB.

Czułość badania przy badaniu głowicami kątowymi powinna być w taki sposób dobrana, że typowa dynamika echa zlokalizowanego reflektora (por. rys. 5) w sposób wyraźny jest widoczna na ekranie.



Rys. 5 Typowa dynamika echa przy lokalizacji nieciągłości głowicą kątową

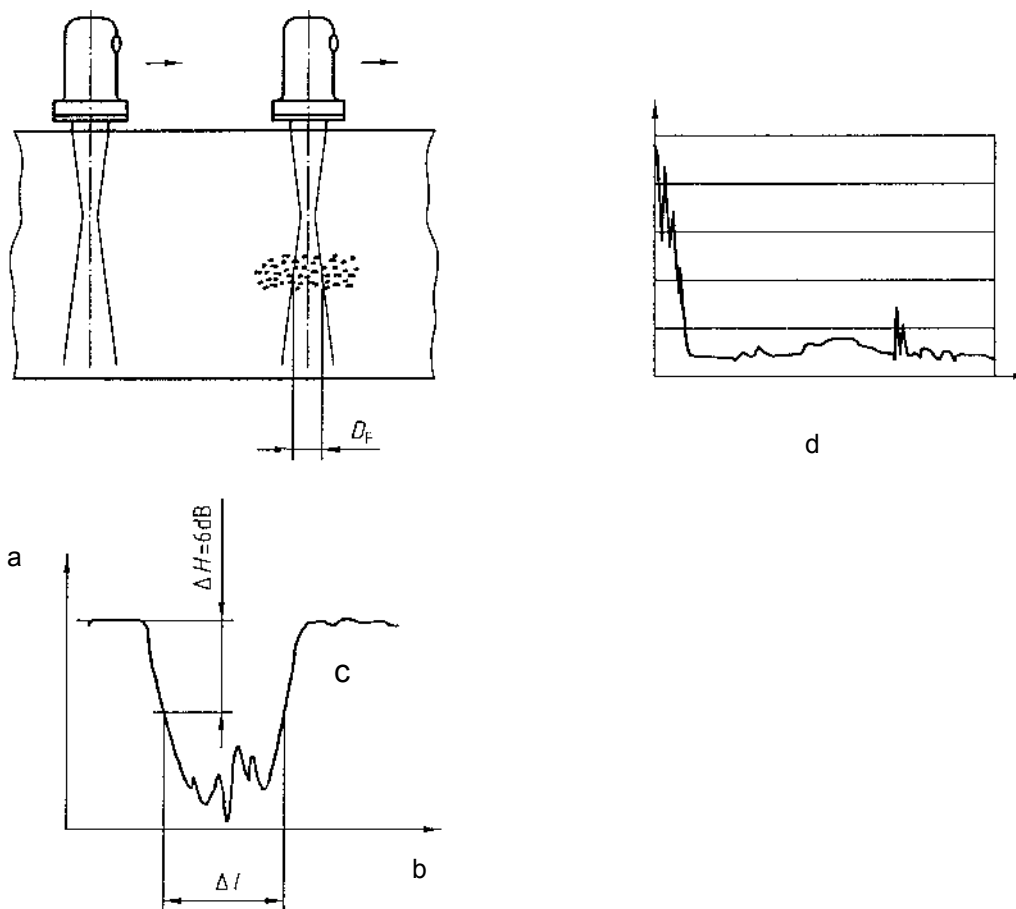
*Uwaga.* Zaleca się ustawianie czułości dla głowic kątowych na rzeczywistych (nie sztucznych) płaskich reflektorach (pęknięcia z mierzalnym rozmiarem w kierunku głębokości) lub ścianach odlewu, które są prostopadłe do powierzchni przeszukiwania i znacznie większe od rozmiarów wiązki ultradźwiękowej (por. rys. 4).

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 10 stron: 18

### Klasyfikacja wskazań

Podczas badania mogą występować jednocześnie lub oddzielnie następujące rodzaje wskazań, które należy brać pod uwagę i ocenić:

- **spadek echa dna, nie wywołany kształtem odlewu lub niewłaściwym sprzężeniem.** Spadek echa dna jest wyrażany jako obniżenie wysokości echa dna w dB



Typowe wskazanie:

Spadek echa dna o więcej niż 12 dB. Wskazania od nieciągłości o dużym nasileniu i braku wyraźnego echa. Przyczyna wskazania: jama usadowa, pęcherze gazowe (gniazdo), wtrącenia, duża leżąca ukośnie nieciągłość

$\Delta l > D_F$ ; gdzie  $\Delta l$  rozmiar nieciągłości,  $D_F$  średnica wiązki ultradźwiękowej

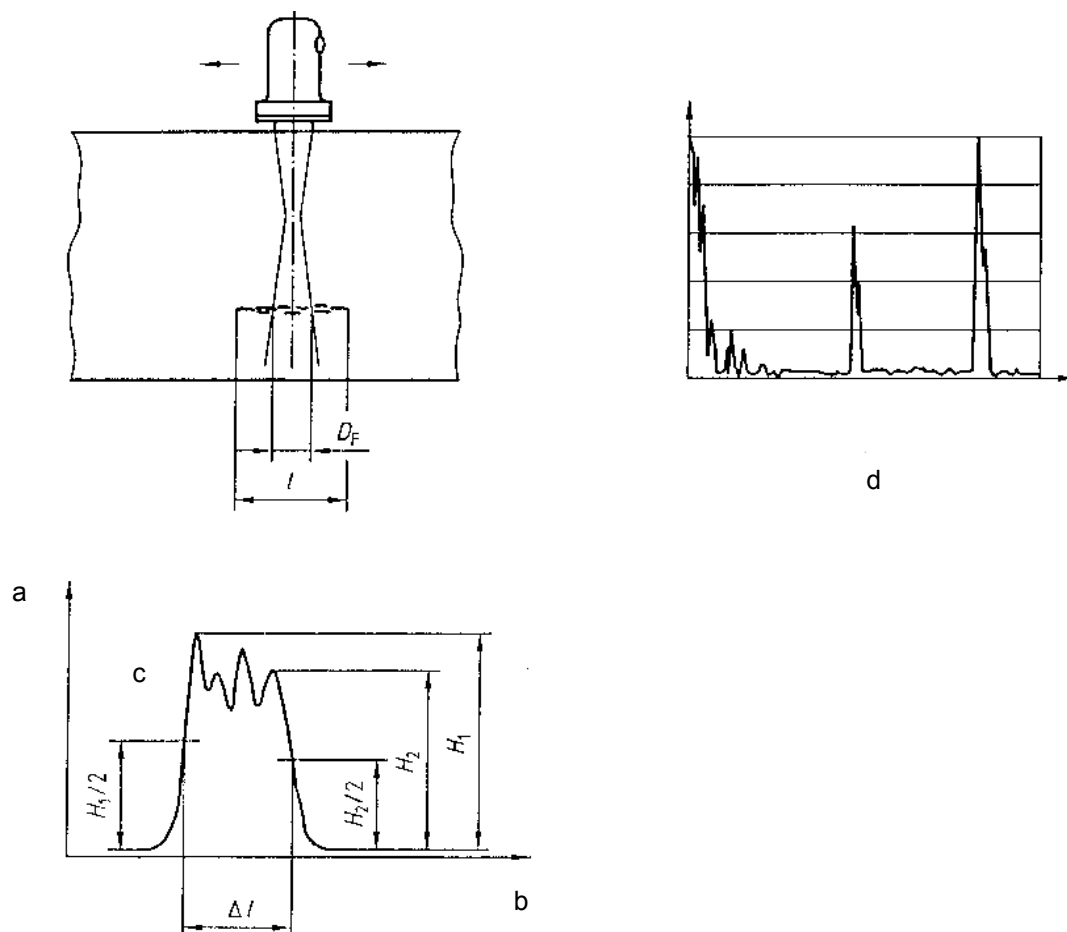
$\Delta H$  spadek echa dna  
a wysokość echa  
c dynamika echa

b przesunięcie głowicy  
d A - scan

Rys. 6 Spadek wysokości echa dna o więcej niż 12 dB, mierzalny rozmiar wskazania.

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 11 stron: 18

- **wskazania ech reflektora.** Wysokość wskazania echa reflektora może być wyrażona jako średnica otworu płaskodennego DSR lub równoważnego poprzecznego SDH




Typowe wskazanie:

Pojedyncze wskazanie(a), o przeważnie takim samym położeniu w kierunku głębokości. Rozmiar(y) wskazania większy(e) niż średnica wiązki ultradźwiękowej  $D_F$ .

- $l$  boczny rozmiar wskazania
- $\Delta l$  rozmiar połówkowy wskazania
- $H_1, H_2$  ostatnie maksima dynamiki echa po obydwu stronach wskazania

- a wysokość echa
- b przesunięcie głowicy
- c dynamika echa
- d A - scan

Rys. 7 *Pojedyncze wskazanie o mierzalnych rozmiarach:  
Mierzalna długość, bez mierzalnej szerokości lub  
Mierzalna długość, mierzalna szerokość*

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 12 stron: 18

### Zapisywanie i granice rejestracji wskazań

Jeśli nie zostało inaczej uzgodnione, wszystkie spadki echa dna lub wysokości echa reflektora, równe przekraczające wartości podane w tabeli 3, muszą być zapisane,

Tabela 3 Granice rejestracji (zapisu)

Grubość ścianki t [mm]	Obszar badania	Wskazania bez mierzalnego rozmiaru. Średnica równoważnego otworu tarczowego <sup>*)</sup> DSR <sub>min</sub> [mm]	Wskazania z mierzalnym rozmiarem. Średnica równoważnego otworu tarczowego <sup>*)</sup> DSR <sub>min</sub> [mm]	Spadek echa dna ΔHu <sub>min</sub> [dB]
t ≤ 300	---	4	3	12
300 < t ≤ 400	---	6	4	
400 < t ≤ 600	---	6	6	
---	Obszary klasy 1 odlewu	3	3	6
---	Obszary specjalne	3	3	---

<sup>\*)</sup> lub przeliczonego równoważnego otwór poprzeczny

Przy badaniu głowicami kątowymi, wszystkie wskazania, które wykazują „wędrujące” echo lub wyraźny rozmiar w kierunku głębokości niezależnie od wysokości tego echa, powinny być zlokalizowane. zgodnie z rys. 11 i zapisane.

Każde miejsce, w którym zlokalizowano wskazanie podlegające zapisowi, musi być oznaczone i jego położenie zapisane w protokole badania. Miejsca te powinny być udokumentowane np. poprzez szkic lub fotografię.

Miejsca, w których zlokalizowano wskazania podlegające zapisowi, muszą być dokładniej przebadane ze względu na rodzaj, kształt, wielkość i położenie wskazania. Można to osiągnąć poprzez zmianę techniki badania ultradźwiękowego (np. zmianę kąta wprowadzenia fali – głowice kątowe, głowice kątowe nadawczo-odbiorcze SE) lub dodatkowe prześwietlenie radiograficzne.

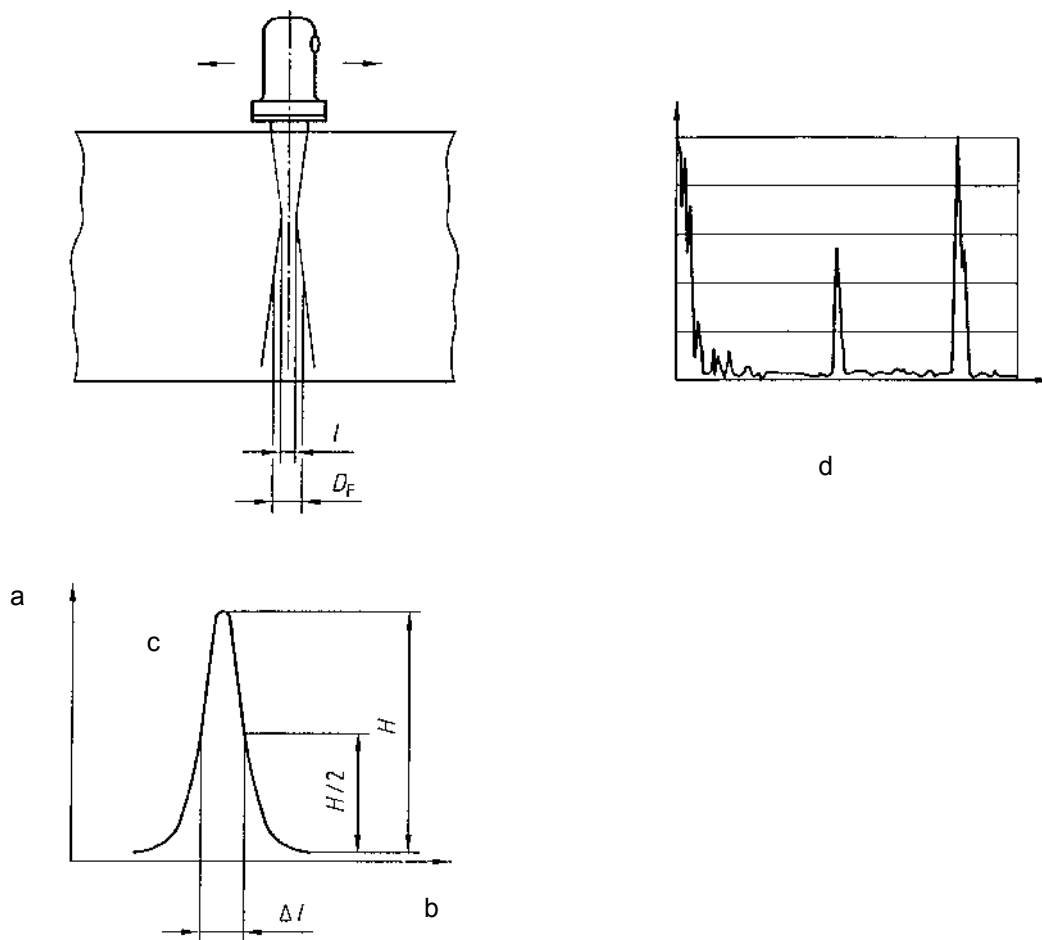
NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 13 stron: 18

## 6 Klasyfikacja i ocena rozmiarów nieciągłości

Dla sklasyfikowania i określenia rozmiarów nieciągłości służy norma EN 583-5.

Dla ułatwienia klasyfikacji reflektory można podzielić na następujące grupy:

- nieciągłości bez mierzalnych rozmiarów (punktowe);



Typowe wskazanie:

Pojedyncze wskazanie, rozmiar połówkowy  $\Delta l$  mniejszy lub równy średnicy wiązki ultradźwiękowej  $D_F$ .

- $l$  boczny rozmiar wskazania
- $\Delta l$  rozmiar połówkowy wskazania
- $H$  maksymalna wysokość echa wskazania

- a wysokość echa
- b przesunięcie głowicy
- c dynamika echa
- d A - scan

Rys. 8 Pojedyncze wskazanie, bez mierzalnego rozmiaru.

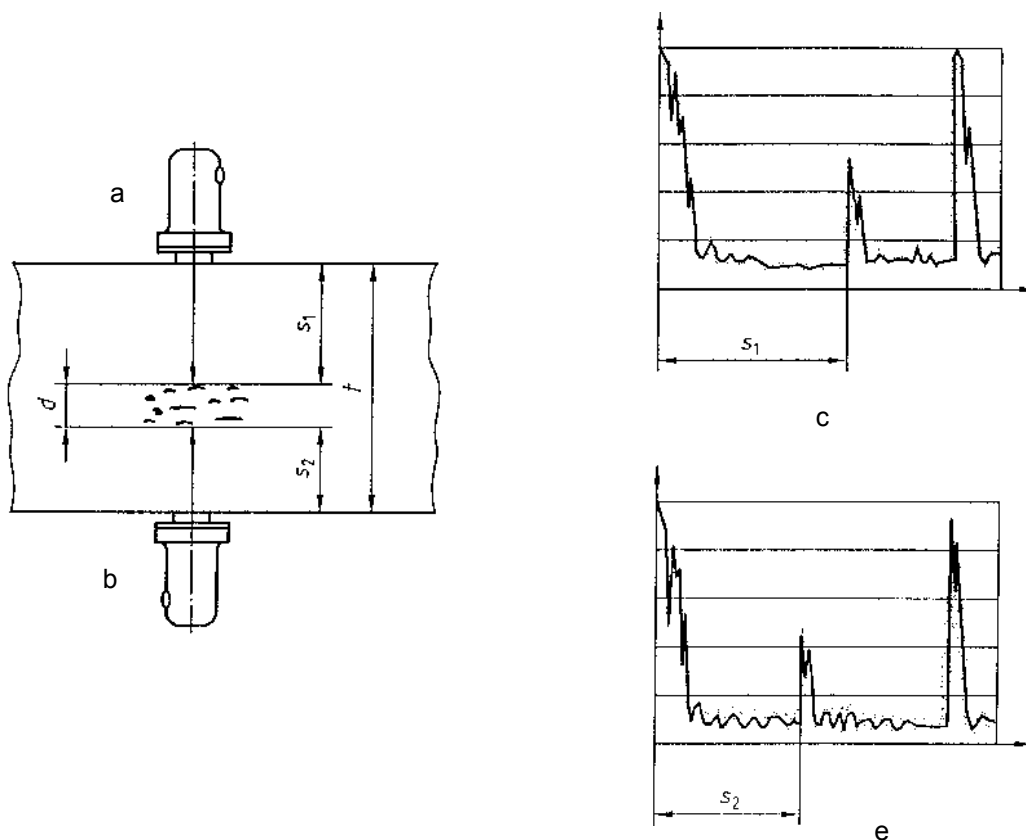


NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 15 stron: 18

### Ocena rozmiarów nieciągłości usytuowanych równoległe do powierzchni przeszukiwania

Granica rozmiaru reflektora jest zdefiniowana jako współrzędna obwiedni echa, dla której jego wysokość spada o 6 dB poniżej ostatniego maksimum (por. rys. 7 i 9) lub też w przypadku spadku echa dna, jeśli echo dna obniża się o 6 dB (głowica 2 MHz - por. rys. 6) w stosunku do niezakłóconego echa dna.

*Uwaga.* Rozmiary nieciągłości w kierunku głębokości należy określać zgodnie z rys. 10.



- a            pozycja „a” wprowadzenia fali
- b            pozycja „b” wprowadzenia fali
- c            A-scan pozycji „a” wprowadzenia fali
- e            A-scan pozycja „b” wprowadzenia fali

$s_1, s_2$         długości drogi fali ultradźwiękowej do reflektora  
 $t$               grubość odlewu

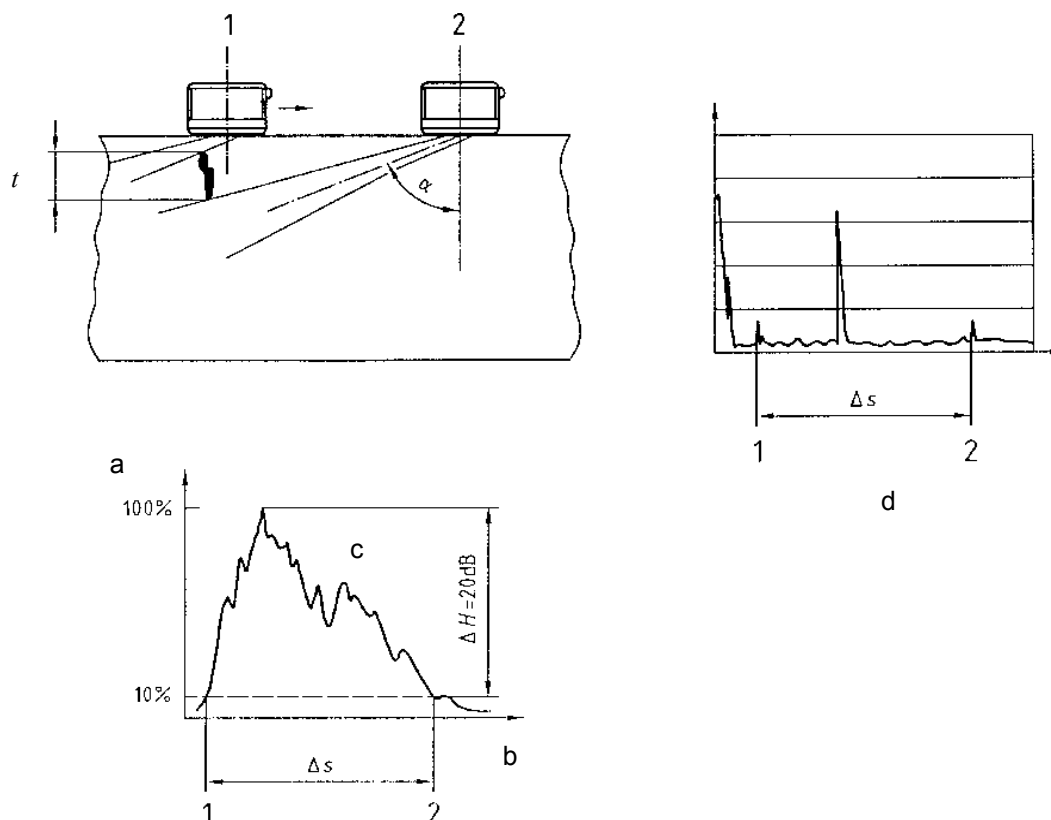
Rozmiar reflektora w kierunku głębokości     $d = t - (s_1 + s_2)$

**Rys. 10**        *Określanie rozmiaru reflektorów mierzalnych w kierunku głębokości przy badaniu głowicą normalną*

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 16 stron: 18

### Ocena rozmiarów nieciągłości w kierunku głębokości

Określanie rozmiarów płaskich nieciągłości, dla których ze względu na narzuconą klasę odlewu należy zastosować technikę przesuwu głowicy, odbywać się musi przy spadku obwiedni ech o 20 dB w stosunku do maksymalnego echa. (por. rys. 11).



Typowe wskazanie:

Pojedyncze wskazanie, o wyraźnej dynamice echa tylko w kierunku głębokości (tzw. „wędrujące wskazanie”) lub też zarówno w kierunku głębokości jak też w kierunku równoległym do powierzchni przeszukiwania:

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

gdzie

- $t$  rozmiar w kierunku głębokości
- $\Delta s$  różnica długości drogi fali pomiędzy pozycją 2 i pozycją 1
- $\alpha$  kąt załamania głowicy

- 1 pozycja głowicy 1
- 2 pozycja głowicy 2
- $\Delta H$  spadek maksymalnej wysokości echa wskazania

- a wysokość echa
- b przesunięcie głowicy
- c dynamika echa
- d A - scan

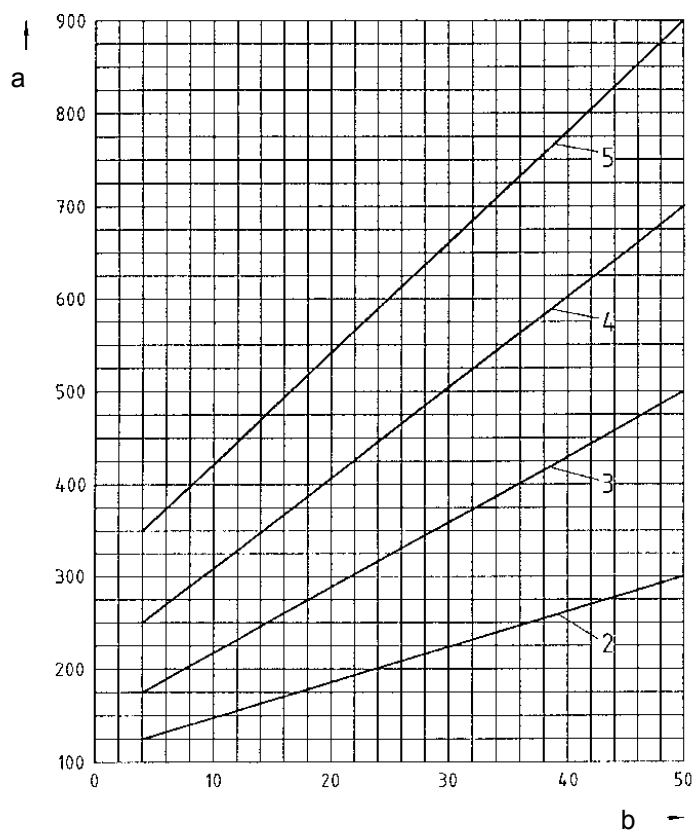
Rys. 11 *Pojedyncze wskazanie o mierzalnym rozmiarze w kierunku głębokości. Metodyka oceny rozmiaru wskazania*

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
<b>NDTEST</b>	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 17 stron: 18

## 7 Kryteria dopuszczalności

### Kryteria akceptacji dla reflektorów płaskich usytuowanych prostopadle do powierzchni zewnętrznej

Kryteria dopuszczalności dla płaskich reflektorów podano na rys. 12.



- 2 klasa jakości 2 odlewu
- 3 klasa jakości 3 odlewu
- 4 klasa jakości 4 odlewu
- 5 klasa jakości 5 odlewu


- a powierzchnia największego dopuszczalnego pojedynczego wskazania w [mm<sup>2</sup>]
- b odległość od powierzchni przeszukiwania w [mm]

Rys. 12 Kryteria dopuszczalności dla, wykrywanych głowicami kątowymi, pojedynczych płaskich wskazań, przebiegających w kierunku głębokości.

Wskazania o mierzalnym rozmiarze nie są dopuszczalne w klasie jakości 1.

Największy rozmiar w kierunku głębokości nie powinien przekraczać 10% grubości ścianki, wyłączony wskazania, których mierzalna długość (boczny rozmiar) wynosi  $\leq 10$  mm. Wskazania takie nie powinny przekraczać rozmiaru w kierunku głębokości wynoszącego 25% grubości ścianki lub 20 mm.

Największa odległość między wskazaniami, pozwalająca traktować je przy cenie jako pojedyncze wskazanie lub pojedyncze wskazanie płaskie, nie powinna

NIENISZCZACE BADANIA MATERIAŁÓW		ZAKOPANE 11 – 14. 03.2003
	ULTRADŹWIĘKOWE BADANIE ODLEWÓW STALIWNYCH – WYMAGANIA NORMY EN 12680-1	str: 18 stron: 18

przekraczać 10 mm w kierunku zarówno w kierunku prostopadłym jak też bocznym do powierzchni przeszukiwania.

Dla powierzchni z mierzalną długością i bez mierzalnego rozmiaru w kierunku głębokości należy przyjąć ten niemierzalny rozmiar jako 3 mm i obliczać powierzchnię wskazania jak poniżej:

$$A = 3 \times L$$

gdzie

- $A$  powierzchnia w [mm<sup>2</sup>]
- $3$  przyjęta szerokość wskazania w [mm]
- $L$  mierzalna długość w [mm]

### **Kryteria dopuszczalności dla reflektorów przestrzennych**

Kryteria dopuszczalności dla reflektorów przestrzennych podano w tabeli 4 (*DODATEK*). Każdy reflektor, który przekracza jedno z podanych kryteriów, należy traktować jako nieakceptowalny.

### **Największe dopuszczalne nieciągłości, w przypadku przeprowadzenia uzupełniających badań radiograficznych odlewu**

Jeśli poprzez badania radiograficznego i ultradźwiękowego stwierdzone zostanie, że jakaś nieciągłość znajduje się w strefie rdzeniowej (środkowej), to jeśli nie uzgodniono inaczej w ofercie lub zamówieniu, należy dopuścić nieciągłość w niższej klasie jakości, np. klasa 3 zamiast 2 dla badania radiograficznego, por. norma EN 1559-2.

## **8 Protokół badania**

Protokół badania powinien zawierać co najmniej następujące dane:

- powołanie się na normę EN 12680-1;
- parametry badanego odlewu;
- parametry użytego aparatu;
- parametry zastosowanych głowic;
- zastosowane techniki badania z podaniem obszarów badania;
- wszystkie parametry potrzebne do ustawienia czułości badania;
- wszystkie parametry podlegających zapisowi wskazań (np. wielkość spadku echa dna, położenie i rozmiar w kierunku głębokości, długość, powierzchnia i średnica tarczy reflektora płaskodennego z opisem jego położenia (szkic lub fotografia);
- data badania i nazwisko osoby odpowiedzialnej

**DODATEK**

**Tabela 4 Kryteria dopuszczalności dla reflektorów przestrzennych**

Charakterystyka (cecha) reflektora	Jedn. ostki	Strefa (patrz rys.2)	Klasa jakości													
			1	2		3			4			5				
Grubość odlewu w badanym zakresie	mm		---	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 600	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 600	≤ 50	>50 ≤ 00	>100 ≤600	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 600	
Reflektory bez mierzalnego rozmiaru																
Największa średnica równoważnego otworu płaskodennego DSR	mm	Krawędź Rdzeń	3	a											nie jest oceniana jako cecha	
Liczba reflektorów podlegających zapisowi na powierzchni 100 100 mm	---	Krawędź Rdzeń	3 <sup>b</sup>	3	5	6	6	nie jest oceniana jako cecha								
Reflektory z mierzalnym rozmiarem																
Największa średnica równoważnego otworu płaskodennego DSR	mm	Krawędź Rdzeń	3	a											nie jest oceniane jako cecha	
Największy rozmiar reflektora w kierunku głębokości	---	Krawędź Rdzeń	nie- do- pu- szcza- lne	15% grubości strefy									20% grubości strefy			
Największa długość bez mierzalnej szerokości	mm	Krawędź Rdzeń		15% grubości ścianki odlewu									20% grubości ścianki			
Największa pojedyncza powierzchnia <sup>c, d</sup>	mm <sup>2</sup>	Krawędź Rdzeń		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Największa całkowita powierzchnia reflektorów na powierzchni odniesienia <sup>c</sup>	mm <sup>2</sup>	Krawędź Rdzeń		75	75	100	75	75	120	100	100	150	100	100	150	
				600	1000	1000	600	2000	2000	2000	2000	2000	3000	4000	4000	
				10000	10000	15000	15000	15000	20000	15000	15000	20000	20000	30000	40000	
			10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	15000	15000	15000	20000	20000		
			10000	15000	15000	15000	20000	20000	15000	20000	20000	30000	40000	40000		
Powierzchnia odniesienia	mm <sup>2</sup>	---	150 00 ≈ (390 mm × 390 mm)				100 00 ≈ (320 mm × 320 mm)									

<sup>a</sup> przy grubościach ścianek nie większych niż 50 mm średnica równoważnego otworu płaskodennego DSR powyżej 8 mm jest niedopuszczalna przy grubościach ścianek większych niż 50 mm dopuszczenie wskazania, o średnicy równoważnej otworu płaskodennego DSR powyżej 8 mm, w strefie krawędziowej – powinno być uzgodnione pomiędzy Zamawiającym i Wykonawcą

<sup>b</sup> Strefa krawędziowa + strefa rdzeniowa

<sup>c</sup> Wskazania odległe od siebie poniżej 25 mm są oceniane jako pojedyncze

<sup>d</sup> Jeśli wskazanie w strefie rdzeniowej pochodzi od pojedynczego reflektora, którego rozmiar w kierunku głębokości nie przekracza 10% grubości ścianki (np. jama usadowa w strefie rdzeniowej), wówczas dla klas jakości 2 do 4 wartości podane w tabeli dopuszczalne są wartości do 50% większe, natomiast dla klasy jakości 5 dopuszczalna jest nieograniczona powierzchnia wskazania