

HUTNICTWO ŻELAZA I STALI	N O R M A   B R A N Ż O W A	BN-85/0601-14
	Badania ultradźwiękowe wyrobów hutniczych. Parametry głowic i defektoskopów. Wymagania i badania	Grupa katalogowa 0309

## 1. W S T Ę P

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są:

a/ wymagania, jakie powinny spełniać impulsowe defektoskopy ultradźwiękowe oraz głowice ultradźwiękowe z przetwornikami piezoelektrycznymi współpracujące z tymi defektoskopami,

b/ sposoby pomiaru parametrów defektoskopów, głowic i układu defektoskop-głowica.

1.2. Zakres stosowania normy. Postanowienia normy należy stosować do defektoskopów i głowic używanych w badaniach odbiorczych i kontrolnych wyrobów metalowych.

1.3. Nazwy i określenia

1.3.1. Warstwa czołowa głowicy - warstwa związana z przetwornikiem, znajdująca się między przetwornikiem a czołową powierzchnią głowicy, stosowana np. w celu: mechanicznej ochrony przetwornika, zwiększenia współczynnika przenikania fal do badanego materiału, zmniejszenia długości strefy martwej /głowice podwójne/ lub uzyskania wymaganego kąta załamania fal w badanym ośrodku /klin z pleksiglasu w głowicach skośnych/.

1.3.2. Warstwa tłumiąca głowicy - warstwa związana z przetwornikiem, znajdująca się po przeciwnej stronie niż warstwa czołowa, mająca na celu stłumienie drgań przetwornika.

1.3.3. Czoło głowicy - zewnętrzna powierzchnia warstwy czołowej głowicy, stykająca się z powierzchnią badania.

1.3.4. Głowica złożona - głowica o dwóch lub więcej przetwornikach, o innej konstrukcji aniżeli głowica pojedyncza lub podwójna.

1.3.5. Ośrodek sprzęgający - ciecz, pasta lub ciało stałe wprowadzone między czoło głowicy a powierzchnię badania, celem ułatwienia przejścia fal ultradźwiękowych do badanego materiału.

1.3.6. Sprzężenie akustyczne bezpośrednie - sprzężenie poprzez bezpośredni styk czoła głowicy z powierzchnią badania, bez pośrednictwa ośrodka sprzęgającego.

1.3.7. Sprzężenie akustyczne pośrednie - sprzężenie poprzez ośrodek sprzęgający.

1.3.8. Badanie kontaktowe - badanie przy sprzężeniu bezpośrednim lub pośrednim poprzez cienką warstwę ośrodka sprzęgającego.

1.3.9. Badanie zanurzeniowe - badanie przy sprzężeniu pośrednim, za pomocą cieczy w której jest zanurzony badany obiekt, gdy odległość między czołem głowicy, a powierzchnią badania jest tego rzędu, co odległość powierzchni badania od dna.

1.3.10. Długość zakresu obserwacji - różnica wartości końcowej i początkowej zakresu obserwacji.

1.3.11. Czułość defektoskopu - zmierzona na wejściu defektoskopu amplituda impulsu w woltach, który przy maksymalnym wzmocnieniu defektoskopu  $/W_r \max/$  jest zobrazowany na pełną wysokość ekranu  $/h = H/$ .

Instytut Metalurgii Żelaza

Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Metalurgii Żelaza zarządzeniem nr 8/85 z dnia 25.06.1985 r. jako norma obowiązująca od dnia 1.04.1986 r.

1,3,12. Czułość układu defektoskop - głowica - wzmocnienie echa /dla  $h = 0,4 H$ / reflektora płasko-kolistego we wzorcu do sporządzania i kontroli wykresów i skal ekranowych OWR wg BN-84/0601-13 dla określonej średnicy  $d$  i odległości  $l_{po}$ .

1,3,13. Tor X defektoskopu - podzespół defektoskopu realizujący przesuwanie plamki świetlnej na ekranie lampy oscyloskopowej w kierunku poziomym.

1,3,14. Tor Y defektoskopu - podzespół defektoskopu realizujący przesuwanie plamki świetlnej na ekranie lampy oscyloskopowej w kierunku pionowym.

1,3,15. Monitor defektoskopu - podzespół defektoskopu porównujący amplitudę występujących w bramce monitora ech z zadany progami monitora i sygnalizujący akustycznie, optycznie lub elektrycznie wzrost echa ponad próg lub spadek echa poniżej tego progu.

1,3,16. Bramka monitora - przedział czasu w obrębie którego monitor porównuje amplitudę ech z progami, wyrażony w jednostkach czasu lub długości.

1,3,17. Próg monitora - wartość odniesienia względem której są porównywane echa występujące w bramce, wyrażona w ułamkach lub procentach  $H$ .

1,3,18. Długość strefy martwej /głowicy pojedynczej/ - długość odcinka akustycznej osi głowicy, mierzona od powierzchni badania, na którym obserwowany na ekranie impuls nadawczy jest o 6 dB mniejszy od określonego poziomu /np. 0,2 H/.

1,3,19. Długość strefy przesłuchu /głowicy podwójnej/ - długość odcinka wzdłuż akustycznej osi głowicy, mierzona od powierzchni badania, na którym impuls nadawczy /odebrany przez przetwornik odbiorczy/ obserwowany na ekranie, jest mniejszy od określonego poziomu /np. 0,1 H/.

1,3,20. Długość strefy wpływu impulsu nadawczego /głowicy pojedynczej/ - długość odcinka akustycznej osi głowicy, mierzona od powierzchni badania, na którym wskutek wpływu impulsu nadawczego na wzmocnienie toru Y, następuje określony spadek amplitudy odbieranych ech.

1,3,21. Pozostałe nazwy i określenia - wg PN-76/M-70050, PN-71/T-06500, PN-77/T-06500.10, PN-73/E-04550.00, BN-84/0601-13.

#### 1.4. Oznaczenia

- c - prędkość fal ultradźwiękowych w stali, m/s
- $c_{woda}$  - prędkość fal ultradźwiękowych w wodzie, m/s
- $c_{zo}$  - prędkość fal ultradźwiękowych odczytana ze skali płynnego regulatora długości zakresu obserwacji, m/s
- D - średnica przetwornika, mm
- $D_s$  - skuteczna średnica przetwornika, mm
- e - amplituda napięcia echa na wejściu defektoskopu, V
- f - częstotliwość fal ultradźwiękowych, MHz
- $f_p$  - częstotliwość powtarzania /generacji impulsów nadawczych/, kHz
- F - ogniskowa głowicy w stali, mm
- $F_{woda}$  - ogniskowa głowicy w wodzie, mm
- h - amplituda echa zobrazowanego na ekranie, działki
- H - użyteczna wysokość ekranu, działki
- K - tłumienie, dB
- l - odległość od przetwornika do reflektora /wady/ w stali, mm
- $l_{woda}$  - odległość od przetwornika do reflektora w wodzie, mm
- $l_g$  - odległość od głowicy do reflektora /wady/, w stali, mm
- $l_{gwoda}$  - odległość od głowicy do reflektora w wodzie, mm
- $l_c$  - długość drogi fal w warstwie czołowej głowicy /indeks c oznacza prędkość fal w tej warstwie w m/s/, mm
- $l_{zo}$  - długość zakresu obserwacji, mm, cm lub m
- L - użyteczna długość /wymiar poziomy/ ekranu, działki
- $L_{zo}$  - długość zakresu obserwacji mierzona na ekranie, działki
- $l_p$  - odległość od powierzchni badania do reflektora /wady/ w stali, mm
- $l_{pwoda}$  - odległość od powierzchni badania do reflektora w wodzie, mm
- N - długość pola bliskiego w stali, mm
- $N_{woda}$  - długość pola bliskiego w wodzie, mm

$s_m$	- długość strefy martwej, mm
$s_n$	- długość strefy wpływu impulsu nadawczego, mm
$s_p$	- długość strefy przesłuchu, mm
$s_r$	- rozdzielczość, mm
$t$	- czas, s
$T$	- temperatura otoczenia, °C
$W$	- wzmocnienie echa odczytane z wykresu OWR, dB
$W_d$	wzmocnienie echa reflektora /wady/ wg BN-84/0601-13, dB
$W_r$	- wzmocnienie defektoskopu, dB
$ZO$	- zakres obserwacji, mm, cm lub m
$ZW$	- zapas wzmocnienia, dB
$\alpha$	- współczynnik tłumienia fal ultradźwiękowych w stali, dB/mm
$\beta$	- kąt załamania głowicy w stali, °
$\delta$	- uchyb lub nieliniowość, % lub dB
$\epsilon$	- kąt zboczenia głowicy, w stali, °
$\Delta F$	- wymiar ogniska w stali, mm
$\Delta F_{\text{woda}}$	- wymiar ogniska w wodzie, mm
$\lambda$	- długość fal ultradźwiękowych w stali, mm

## 2. PODZIAŁ I OZNACZANIE

### 2.1. Defektoskop

#### 2.1.1. Podział ze względu na zakres stosowania:

- defektoskopy uniwersalne,
- defektoskopy specjalistyczne.

#### 2.1.2. Podział ze względu na masę i gabaryt:

- defektoskopy przenośne,
- defektoskopy stacjonarne.

#### 2.1.3. Podział ze względu na warunki wykorzystywania:

- defektoskopy do pracy w warunkach z zabezpieczeniem przed krańcowymi wpływami otoczenia /np. w laboratoriach, halach fabrycznych/<sup>1/</sup>,
- defektoskopy do pracy w warunkach polowych bez zabezpieczenia przed krańcowymi wpływami otoczenia<sup>2/</sup>,
- defektoskopy do pracy w warunkach specjalnych.

### 2.2. Głowice

#### 2.2.1. Podział ze względu na rodzaj głowicy:

- głowice pojedyncze,
- głowice podwójne,
- głowice złożone.

#### 2.2.2. Podział ze względu na kierunek osi akustycznej:

- głowice normalne,
- głowice skośne,
- głowice o zmiennym kącie.

#### 2.2.3. Podział ze względu na rodzaj wytwarzanych fal:

- głowice fal podłużnych,
- głowice fal poprzecznych,
- głowice fal powierzchniowych,
- głowice fal innych.

#### 2.2.4. Podział ze względu na geometrię wytwarzanej wiązki fal:

- głowice o niekształtowanej wiązce fal,
- głowice skupiające,
- głowice rozpraszające.

#### 2.2.5. Podział ze względu na szerokość pasma częstotliwości:

- głowice wąskopasmowe,
- głowice szerokopasmowe.

1/ Grupa II wg PN-71/T-06500

2/ Grupa III wg PN-71/T-06500

2.2.6. Podział ze względu na kształt czoła głowicy:

- głowice o płaskim czole,
- głowice z czołem dostosowanym do określonej powierzchni krzywej.

2.2.7. Podział ze względu na sposób użytkowania głowicy:

- głowice do badań ręcznych,
- głowice do badań zmechanizowanych lub zautomatyzowanych.

2.2.8. Oznaczanie parametrów głowic

Parametry głowic zaleca się oznaczać symbolami literowymi i liczbowymi o następującym układzie:



Znaczenie symboli składowych:

- 1 częstotliwość w MHz,  
 2 rodzaj głowicy i rodzaj wytwarzanych fal:  
 L - głowica pojedyncza fal podłużnych,  
 LL - głowica podwójna fal podłużnych,  
 T - głowica pojedyncza fal poprzecznych,  
 TT - głowica podwójna fal poprzecznych,  
 S - głowica pojedyncza fal powierzchniowych,  
 SS - głowica podwójna fal powierzchniowych,  
 3 kąt załamania głowicy w stopniach uzupełniony symbolem  $^{\circ}$  ;  
 zamiast  $0^{\circ}$  można stosować literę N;  
 4 średnica lub wymiary boków przetwornika w mm - w przypadku głowic pojedynczych;  
 ogniskowa w mm, w nawiasie - w przypadku głowic podwójnych;  
 5 geometria wytwarzanej wiązki fal:  
 1 - wiązka niekształtowana,  
 2 - wiązka skupiona,  
 3 - wiązka rozproszona;  
 6 szerokość pasma częstotliwości:  
 1 - pasmo wąskie,  
 2 - pasmo szerokie;  
 7 kształt czoła głowicy:  
 1 - głowica o płaskim czole,  
 2 - głowica o niepłaskim czole;  
 8 sposób użytkowania głowicy:  
 R - badanie ręczne,  
 A - badanie zmechanizowane lub zautomatyzowane.

Przykłady budowy symbolu głowicy:

a/ głowica pojedyncza fal podłużnych o częstotliwości 2 MHz, normalna, z przetwornikiem o średnicy 20 mm, o niekształtowanej wiązce fal, wąskopasmowa, o płaskim czole, do badań ręcznych:

2LN20 - 111R      lub      2L $0^{\circ}$ 20-111R;

b/ głowica podwójna fal podłużnych o częstotliwości 4 MHz, o kącie załamania  $0^{\circ}$ , o ogniskowej równej 50 mm, o niekształtowanej wiązce fal, wąskopasmowa, o czole dopasowanym do powierzchni walcowej, do badań automatycznych:

4LL $0^{\circ}$ /50/- 112A      lub      4LLN/50/- 112A.

3. WYMAGANIA3.1. Defektoskop

3.1.1. Dokumentacja towarzysząca powinna być zgodna z PN-77/T-06500.10. W zakresie danych technicznych dokumentacja powinna zawierać informacje wyszczególnione w tabl.1



Tablica 1  
Parametry i charakterystyki defektoskopów

Lp.	Parametry /charakterystyka/
	<u>Informacje ogólne</u>
1	Przeznaczenie /z uwzględnieniem 2.1/
2	Skład kompletu
3	Masa
4	Wymiary gabarytowe
5	Charakterystyka zasilania /sposób zasilania, napięcie, pobierana moc, czas pracy ciągłej/
6	Znamionowe warunki pracy
7	Znamionowe warunki składowania i transportu
8	Wymagania mechaniczne
9	Wymagania klimatyczne
10	Zabezpieczenie przed porażeniem elektrycznym
11	Odporność na zakłócenia elektryczne w otoczeniu
12	Czas nagrzewania
13	Pozycje pracy
14	Rodzaje głowic przewidzianych do współpracy
15	Użyteczne wymiary ekranu lampy oscyloskopowej
16	Opis skał naniesionych na ekranie lub nakładanych na ekran
	<u>Podstawa czasu</u>
17	Długości zakresów obserwacji wybierane skokowo: a/ w jednostkach długości dla fali podłużnej w stali b/ w mikrosekundach
18	Zakres prędkości fal w badanym materiale dla którego można wyregulować długości zakresów obserwacji j.w.lp. 17
19	Długość opóźnień zakresu obserwacji uzyskiwane przy poszczególnych długościach zakresu obserwacji: a/ w jednostkach długości dla fali podłużnej w stali b/ w mikrosekundach
20	Nieliniowość podstawy czasu
21	Częstotliwość powtarzania i sposób jej zmiany
22	Sposób synchronizacji podstawy czasu /np. od impulsu nadawczego lub pierwszego echa/
	<u>Tory Y</u>
23	Czułość defektoskopu
24	Zakres regulacji wzmocnienia
25	Uchyb regulatora wzmocnienia
26	Nieliniowość toru Y
27	Dynamika zobrazowania
28	Rodzaj i zakres podcięcia
29	Charakterystyka zasięgowej regulacji wzmocnienia
30	Sposób i zakres zmiany energii impulsu nadawczego
	<u>Monitor</u>
31	Zakres regulacji początku i końca bramki: a/ w jednostkach długości dla fal podłużnych w stali b/ w mikrosekundach
32	Wysokość progu monitora
33	Stan sygnalizowany przez monitor /wzrost echa powyżej progu, spadek echa poniżej progu/
34	Rodzaje i charakterystyka sygnałów wyjściowych /opóźnienie, czas narastania, czas trwania, wartość napięcia, dopuszczalne obciążenie przez odbiornik sygnału,

## 3.1.2. Znamionowe warunki pracy - podano w tabl. 2

Tablica 2  
Znamionowe warunki pracy defektoskopu

Lp	Rodzaj wielkości wpływającej	Wartość wielkości wpływającej	
		defektoskopy do pracy z zabezpieczeniem przed krańcowymi wpływami otoczenia	defektoskopy do pracy w warunkach polowych lub specjalnych
1	Temperatura otoczenia	- 10 do + 40°C	- 10 do + 40°C lub w szerszym zakresie
2	Wilgotność względna	10 do 90 %	odpowiednio do przeznaczenia
3	Ciśnienie atmosferyczne	860 do 1060 hPa	
4	Nasłonecznienie	bez nasłonecznienia	
5	Zawartość wody w powietrzu	obecność kropeł	
6	Zawartość piasku i pyłu w powietrzu	pomijalnie małe	
7	Zawartość soli w powietrzu		
8	Zawartość gazów w powietrzu		
9	Wibracje i wstrząsy		
10	Położenie	defektoskopy stacjonarne: $\pm 30^\circ$ defektoskopy przenośne: $0 + 90^\circ$	
11	Odchyłki wartości napięcia zasilania	zasilanie z sieci: + 10 %, - 15 % zasilanie z akumulatorów lub ogniw: wg deklaracji producenta	
12	Odchyłki częstotliwości napięcia zasilania	$\pm 5 \%$	

## 3.1.3. Warunki odniesienia - podano w tabl. 3

Tablica 3  
Warunki odniesienia pracy defektoskopu

Lp	Rodzaj wielkości wpływającej	Wartość wielkości wpływającej
1	Temperatura otoczenia	$23 \pm 2^\circ\text{C}$
2	Wilgotność względna	45 $\pm$ 55 %
3	Ciśnienie atmosferyczne	860 $\pm$ 1060 hPa
4	Nasłonecznienie	bez nasłonecznienia
5	Zawartość wody w powietrzu	pomijalnie małe
6	Zawartość soli w powietrzu	
7	Zawartość gazów w powietrzu	
8	Zawartość piasku i pyłu w powietrzu	
9	Wibracje i wstrząsy	
10	Położenie	poziome $\pm 5^\circ$
11	Odchyłki wartości napięcia zasilania	$\pm 1 \%$
12	Odchyłki częstotliwości napięcia zasilania	$\pm 5 \%$

3.1.4. Wymagania mechaniczne. Defektoskopy uniwersalne stacjonarne powinny spełniać wymagania mechaniczne przewidziane w PN-75/T-06500.07 dla przyrządów pomiarowych grupy II.

Defektoskopy uniwersalne przenośne powinny spełniać wymagania mechaniczne przewidziane w PN-75/T-06500.07 dla przyrządów pomiarowych grupy III.

3.1.5. Wymagania klimatyczne. Defektoskopy przeznaczone do pracy w warunkach z zabezpieczeniem przed krańcowymi wpływami otoczenia powinny spełniać wymagania klimatyczne przewidziane w PN-75/T-06500.06 dla przyrządów II grupy z uwzględnieniem 3.1.3.

Defektoskopy przeznaczone do pracy w warunkach polowych bez zabezpieczenia przed wpływami otoczenia powinny spełniać wymagania klimatyczne przewidziane wg PN-75/T-06500.06 dla przyrządów III grupy z uwzględnieniem 3.1.3.

3.1.6. Zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym powinno odpowiadać warunkom PN-76/T-06500.05 klasa II, określającym stopień zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym przyrządów z obudową metalową.

3.1.7. Odporność na zakłócenia elektryczne w otoczeniu. Defektoskopy przeznaczone do pracy w stanowiskach kontroli zmechanizowanej lub zautomatyzowanej powinny być wyposażone w urządzenia przeciwzakłóceń.

3.1.8. Sposób zobrazowania wyników badania. Defektoskopy uniwersalne powinny mieć wskaźnik w postaci lampy oscyloskopowej i przedstawiać wyniki w układzie czas - amplituda impulsu /zobrazowanie typu A/.

3.1.9. Ekran i obudowa lampy oscyloskopowej. Ekran lub skala nakładana na ekran lampy powinny mieć naniesione linie poziome na wysokości równej 0, 20, 40, 60, 80 i 100 % jego użytecznej wysokości. Linia podstawy czasu powinna być podzielona na 10 części /działek/. Zaleca się koniec 10 działki podstawy czasu umieścić w odległości nie mniejszej niż 5 % użytecznej długości ekranu od prawego jego brzegu, celem umożliwienia lepszej obserwacji ech wykorzystywanych do skalowania końca zakresu obserwacji.

Obudowa ekranu powinna być przystosowana do wkładania ekranowych skal OWR, do nakładania osłony przeciwsłonecznej i do mocowania aparatu fotograficznego przy wykonywaniu zdjęć ekranu.

3.1.10. Częstotliwość głowic. Defektoskopy uniwersalne powinny współpracować z głowicami o częstotliwościach w zakresie nie węższym niż 0,5 ÷ 12 MHz.

3.1.11. Zakres obserwacji. Defektoskopy uniwersalne i specjalistyczne powinny być wyposażone w regulacje umożliwiające:

- skokową i płynną zmianę długości zakresu obserwacji,
- płynną zmianę początkowej wartości zakresu obserwacji /regulacja opóźnienia/.

Regulacje te powinny umożliwiać kalibrację zakresu obserwacji o długości od 10 mm do 2500 mm dla metody echa, przy prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w badanym materiale w granicach nie węższych niż 2÷7 km/s.

Zaleca się, by skokowa zmiana długości zakresu obserwacji odbywała się według mnożnika 1 - 2 - 5.

Regulator płynnej zmiany długości zakresu obserwacji powinien być wyposażony w skalę prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w granicach nie węższych niż 2÷7 km/s.

Uchyb kalibracji długości zakresu obserwacji za pomocą skokowego i płynnego regulatora długości zakresu obserwacji nie powinien przekraczać  $\pm 10\%$ .

3.1.12. Nieliniowość toru X nie powinna przekraczać  $\pm 2\%$ .

3.1.13. Częstotliwość powtarzania. Defektoskopy powinny być wyposażone w łatwo dostępny przełącznik częstotliwości powtarzania, przeznaczony do identyfikacji ech pozornych.

3.1.14. Regulacja wzmocnienia. Zakres regulacji wzmocnienia powinien być tak dobrany aby, przy pracy z głowicami przewidzianymi do danego defektoskopu, echa dużych reflektorów wzorców kontrolnych można było wyregulować do wysokości równej 0,2 H.

Regulator wzmocnienia powinien umożliwiać nastawę wzmocnienia co 1 dB.

Uchyb wzmocnienia nie powinien przekraczać  $\pm 1$  dB, a uchyb zmiany wzmocnienia o 1 dB nie powinien przekraczać  $\pm 0,25$  dB.



3.1.15. Dynamika zobrażenia mierzona względem pełnej wysokości ekranu nie powinna być mniejsza niż 26 dB.

3.1.16. Nieliniowość toru Y dla sygnałów o amplitudzie w granicach 20÷100 % użytecznej wysokości ekranu nie powinna przekraczać  $\pm 5\%$ .

3.1.17. Niestabilność parametrów defektoskopu przy zmianie napięcia zasilania i temperatury otoczenia w granicach znamionowych nie powinna przekraczać

a/ czułości: 3 dB,

b/ początku i długości zakresu obserwacji: 5 % użytecznej długości ekranu,

c/ położenie początku i szerokości bramki monitora: 2 % użytecznej długości ekranu,

d/ wysokości progu zadziałania monitora: 5 % użytecznej wysokości ekranu.

### 3.2. Głowice

3.2.1. Dokumentacja towarzysząca powinna zawierać informacje wyszczególnione w tabl.4.

Tablica 4

Parametry i charakterystyki głowic i układu defektoskop-głowica

Lp	Parametr / charakterystyka //
	<u>Informacje ogólne</u>
1	Przeznaczenie /z uwzględnieniem 2.2/
2	Masa
3	Wymiary gabarytowe
4	Rodzaj wtyku
5	Znamionowe warunki pracy
6	Znamionowe warunki składowania i transportu
7	Wymagania mechaniczne
8	Wymagania klimatyczne
9	Dopuszczalny ubytek warstwy czołowej wskutek ścierania
	<u>Parametry niezależne od defektoskopu</u>
10	Częstotliwość
11	Długość pola bliskiego
12	Wymiary przetwornika <sup>1/</sup>
13	Średnica skuteczna przetwornika <sup>1/</sup>
14	Kąt załamania <sup>2/</sup>
15	Współczynnik zmiany kąta załamania <sup>2/</sup> z temperaturą
16	Kąt zbieżności <sup>2/</sup>
17	Położenie środka
18	Długość drogi fali w warstwie czołowej głowicy oraz prędkość ich rozchodzenia się w tej warstwie
19	Ogniskowa, wymiary ogniska <sup>3/</sup>
20	Nieunormowany wykres OWR
	<u>Parametry układu defektoskop-głowica</u>
21	Czułość układu defektoskop-głowica
22	Zapewnienie wzmocnienia
23	Długość strefy martwej
24	Długość strefy przesłuchu
25	Długość strefy wpływu impulsu nadawczego
26	Rozdzielczość
1/ głowic pojedynczych 2/ głowic skośnych 3/ głowic podwójnych i skupiających	



3.2.2. Znamionowe warunki pracy podano w tabl. 5.

3.2.3. Warunki odniesienia podano w tabl. 5.

Tablica 5  
Warunki znamionowe i odniesienia głowic

Lp	Rodzaj wielkości wpływającej	Wartość wielkości wpływającej	
		warunki znamionowe	warunki odniesienia
1	Temperatura otoczenia	-10 do +40°C	23 ± 2°C
2	Temperatura badanej powierzchni lub cieczy sprzęgającej 1/	odpowiednio do przeznaczenia	23 ± 2°C
3	Ciśnienie atmosferyczne	860 do 1060 hPa	860 do 1060 hPa
4	Wibracje i wstrząsy	odpowiednio do przeznaczenia	pomijalnie małe
1/ z uwzględnieniem dopuszczalnego czasu kontaktu z powierzchnią lub cieczą			

3.2.4. Wymagania mechaniczne. Głowice do badań ręcznych powinny spełnić wymagania mechaniczne przewidziane dla przyrządów grupy II wg PN-75/T-06500.07.

3.2.5. Wymagania klimatyczne. Głowice powinny spełniać wymagania klimatyczne przewidziane dla defektoskopów z którymi mają pracować.

3.2.6. Oznaczenia na obudowie:

- nazwa lub znak firmowy producenta,
- symbol ustalony przez producenta, charakteryzujący głowicę zgodnie z 2.2.1 ÷ 2.2.7.
- numer seryjny głowicy,
- oznaczenie położenia środka głowicy.

3.2.7. Częstotliwość. Odchyłka od wartości nominalnej nie powinna przekraczać ± 10 %.

3.2.8. Długość pola bliskiego. Odchyłka od wartości nominalnej nie powinna przekraczać ± 15 %.

3.2.9. Skuteczna średnica przetwornika. Odchyłka od wartości deklarowanej nie powinna przekraczać ± 10 %.

3.2.10. Kąt załamania głowicy. Odchyłka od wartości nominalnej nie powinna przekraczać ± 2 %.

3.2.11. Środek. Przesunięcie rzeczywistego środka głowicy względem jego oznaczenia w głowicy nowej /nieużywanej/ nie powinno przekraczać 2 mm.

#### 4. BADANIA I POMIARY

4.1. Aparatura do badania defektoskopów i głowic

4.1.1. Oscyloskop katodowy o parametrach:

- oporność wejściowa ok. 1 MΩ,
- pojemność wejściowa ok. 30 pF,
- pasmo przenoszenia wzmacniacza Y /przy 3 dB spadku/ 0 ÷ 30 MHz,
- czas narastania napięcia wzmacniacza Y - poniżej 20 ns,
- błąd określenia wzmocnienia wzmacniacza Y - nie większy niż ± 3 %.
- czułość wzmacniacza Y - nie mniejsza niż 5 mV/cm,
- zakresy podstawy czasu - 2 μs ÷ 2 s na cały ekran, przy błędzie nie większym niż ± 3 %.

4.1.2. Głowica szerokopasmowa normalna fal podłużnych o paśmie przenoszenia 0,5 ÷ 15 MHz

4.1.3. Analizator widma impulsów o parametrach:

- zakres częstotliwości nie węższy niż 0,1 ÷ 35 MHz,
- pasmo przenoszenia /dla 3 dB spadku/ regulowane w granicach 0,5 ÷ 30 MHz,
- czułość nie gorsza niż 150 μV.

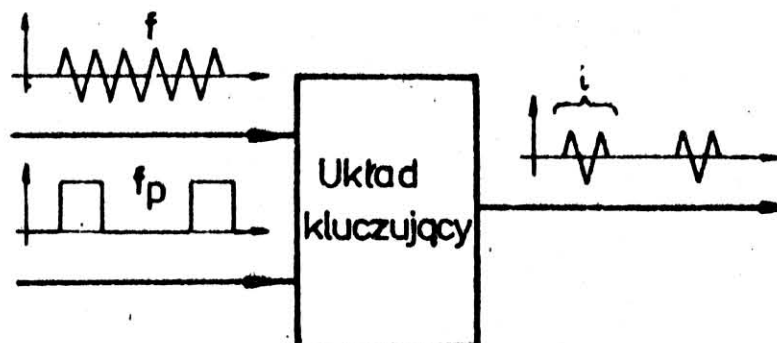
**4.1.4. Generator napięć prostokątnych o parametrach:**

- częstotliwość regulowana w zakresie 0,1÷30 kHz,
- czas trwania impulsów wyjściowych regulowany w zakresie nie węższym niż 0,25÷300  $\mu$ s,
- błąd nastawy częstotliwości i czasu trwania impulsów nie większy niż  $\pm 1\%$ ,
- amplituda napięcia wyjściowego regulowana w granicach 10 mV ÷ 10 V,
- synchronizacja fazy napięcia wyjściowego impulsami zewnętrznymi /impulsami nadawczymi defektoskopu/.

**4.1.5. Generator napięć sinusoidalnych wysokiej częstotliwości o parametrach:**

- częstotliwość regulowana w zakresie nie węższym niż 0,1 ÷ 12 MHz,
- błąd nastawy częstotliwości nie większy niż  $\pm 1\%$ ,
- napięcie wyjściowe regulowane w granicach 10 mV ÷ 10 V,
- synchronizacja fazy napięcia wyjściowego impulsami zewnętrznymi.

**4.1.6. Układ kluczący** - przedstawiony schematycznie na rys. 1, sterowany generatorem napięć prostokątnych wg 4.1.4 i generatorem napięć sinusoidalnych wg 4.1.5, formujący serie przebiegów sinusoidalnych, składające się z  $i$  przebiegów / $i$  - liczba zadana/.

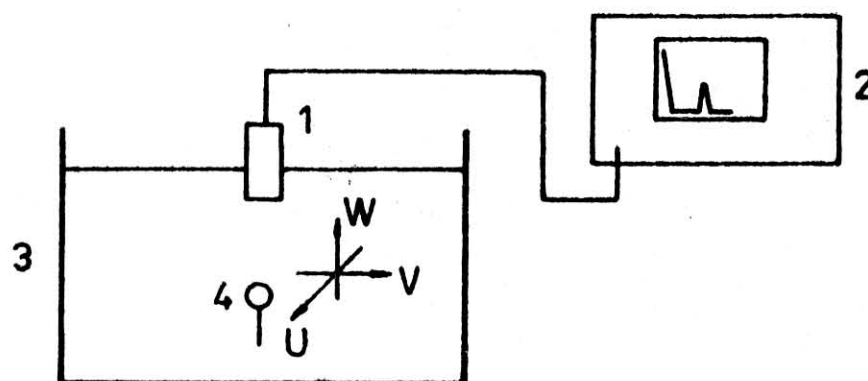


Rys.1

**4.1.7. Miliwoltomierz wartości szczytowej napięcia o częstotliwości 0,1÷35 MHz.****4.1.8. Tłumik o parametrach:**

- pasmo przenoszenia /dla 3 dB spadku/ nie węższe niż 0,1÷35 MHz,
- podział napięcia w granicach 0-48 dB co 1 dB z błędem nie większym niż  $\pm 1\%$ .

**4.1.9. Urządzenie do badań zanurzeniowych w wodzie** umożliwiające wzajemne przemieszczanie reflektorów wzorcowych i badanej głowicy w kierunkach osi prostokątnego układu współrzędnych UVW i obrót głowicy w płaszczyznach UW i VW /rys.2/. Błąd odczytu współrzędnych nie powinien być większy od 0,5 mm, a błąd odczytu kąta obrotu nie powinien być większy od 0,25°.



Rys.2 Ogólna koncepcja urządzenia do badań zanurzeniowych:  
1 - badana głowica, 2 - defektoskop, 3 - wanna z wodą, 4 - reflektor przemieszczalny wzdłuż osi U, V, W.

Uchwyt głowicy powinien umożliwiać dowolne zorientowanie geometrycznej osi głowicy względem osi układu współrzędnych UVW.

Badania należy przeprowadzać stosując wodę pitną o temperaturze  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , odstającą przynajmniej 24 godziny po napełnieniu wanny.

**4.2. Wzorce i reflektory****4.2.1. Wzorce kontrolne:**

- a/ W1 wg PN-75/M-70051,
- b/ W2 wg PN-75/M-70054.

4.2.2. Wzorce do sporządzenia i kontroli wykresów i ekranowych skal OWR wg BN-84/0601-13

p. 2.4.2:

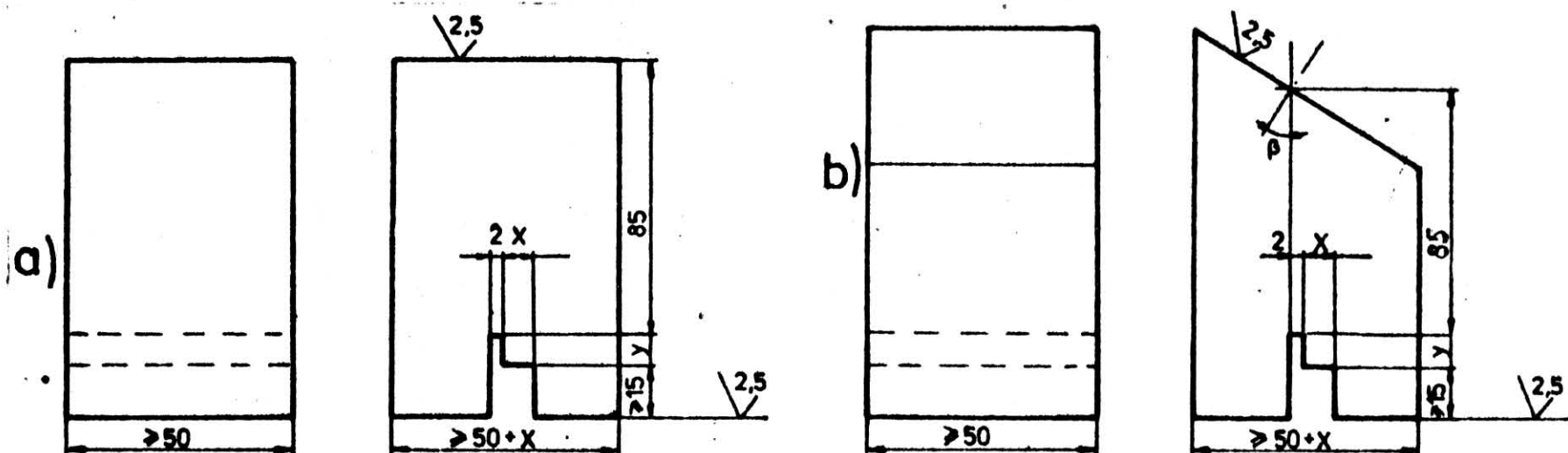
a/ dla głowic normalnych - bez reflektorów, o wymiarze  $l_{p0}$  wg 4.3.5.1 obliczonym wg wzoru /1/ lub równym  $F$ ,

b/ dla głowic normalnych i skośnych - z reflektorem o średnicy 2 mm i wymiarze  $l_{p0} = 100$  mm.

4.2.3. Wzorzec do wyznaczania kąta zbieżności głowic skośnych - wg rys. 3. Materiał wzorca: stal niskostopowa, obrabiona cieplnie na ziarno nr 8 wg PN-84/H-04507-01.

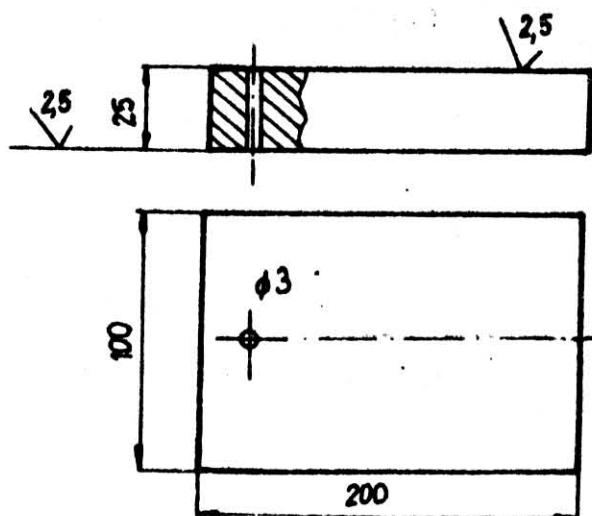
4.2.4. Wzorce do wyznaczania rozdzielczości - wg rys. 4. Materiał wzorca: stal niskostopowa, obrabiona cieplnie na ziarno nr 8 wg PN-84/H-04507-01.

4.2.5. Reflektory kuliste - kulki stalowe o dokładnie sferycznym kształcie, gładkiej powierzchni, o średnicy wg 4.4.5.



Rys. 3

Wzorzec do wyznaczania kąta zbieżności głowic skośnych



Rys. 4

Wzorce do wyznaczania rozdzielczości głowic normalnych /a/  
i skośnych /b/

Zalecane wymiary:  $x = 2 - 4 - 8 - 16 - 32$  mm,  
 $y = 2 - 4 - 8 - 16 - 32 - 64$  mm

### 4.3. Badania i pomiary parametrów defektoskopów

4.3.1. Postanowienia ogólne. Podczas badań i pomiarów defektoskop powinien pracować zgodnie z instrukcją obsługi.

Stabilność parametrów defektoskopu należy sprawdzić przy każdej kombinacji następujących wartości wielkości wpływających:

- a/ skrajnych znamionowych i odniesienia - napięcia zasilania,
- b/ skrajnych znamionowych i odniesienia - temperatury otoczenia.

4.3.2. Wymagania mechaniczne należy sprawdzić zgodnie z normami PN-75/T-06500.07 oraz PN-73/E-04550.05 i 06.

4.3.3. Wymagania zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym należy sprawdzić zgodnie z normą PN-75/T-06500.05.

4.3.4. Wymagania klimatyczne należy sprawdzić zgodnie z normami PN-75/T-06500.06 oraz PN-73/E-04550.01 i 02.

4.3.5. Uchyb kalibracji długości zakresu obserwacji należy określić wg 4.3.5.1 lub 4.3.5.2.

4.3.5.1. Sposób 1. Umieścić głowicę normalną fal podłużnych na wzorcu wg 4.2.2, a o wymiarze  $l_{po}$  obliczonym z wzoru

$$l_{po} = l_{ZO} \frac{c}{c_{ZO}} (n-1) \quad /1/$$

gdzie:  $l_{ZO}$  - długość zakresu obserwacji dla metody echa nastawiona za pomocą skokowego regulatora długości zakresu obserwacji,

$c_{ZO}$  - wartość prędkości rozchodzenia się fal w badanym materiale nastawiona za pomocą płynnego regulatora długości zakresu obserwacji,

$c$  - prędkość rozchodzenia się fal podłużnych w materiale wzorca,

$n$  - liczba wykorzystywanych echa dna <sup>1/</sup>.

Ustawić echo dna wyznaczające początek zakresu obserwacji na początku poziomej skali ekranu za pomocą regulatora opóźnienia.

Odczytać odległość  $\Delta L$  pomiędzy echem dna wyznaczającym koniec długości zakresu obserwacji, a końcem poziomej skali ekranu /rys. 5a/.

Uchyb kalibracji długości zakresu obserwacji  $\delta_1$  obliczyć z wzoru

$$\delta_1 = 100 \frac{\Delta L}{L} \% \quad /2/$$

gdzie:  $\Delta L$  - odległość odczytana na ekranie,

$L$  - długość poziomej skali ekranu.

4.3.5.2. Sposób 2. Podać na wejście defektoskopu impulsy prostokątne z generatora wg 4.1.4 o częstotliwości obliczonej z wzoru

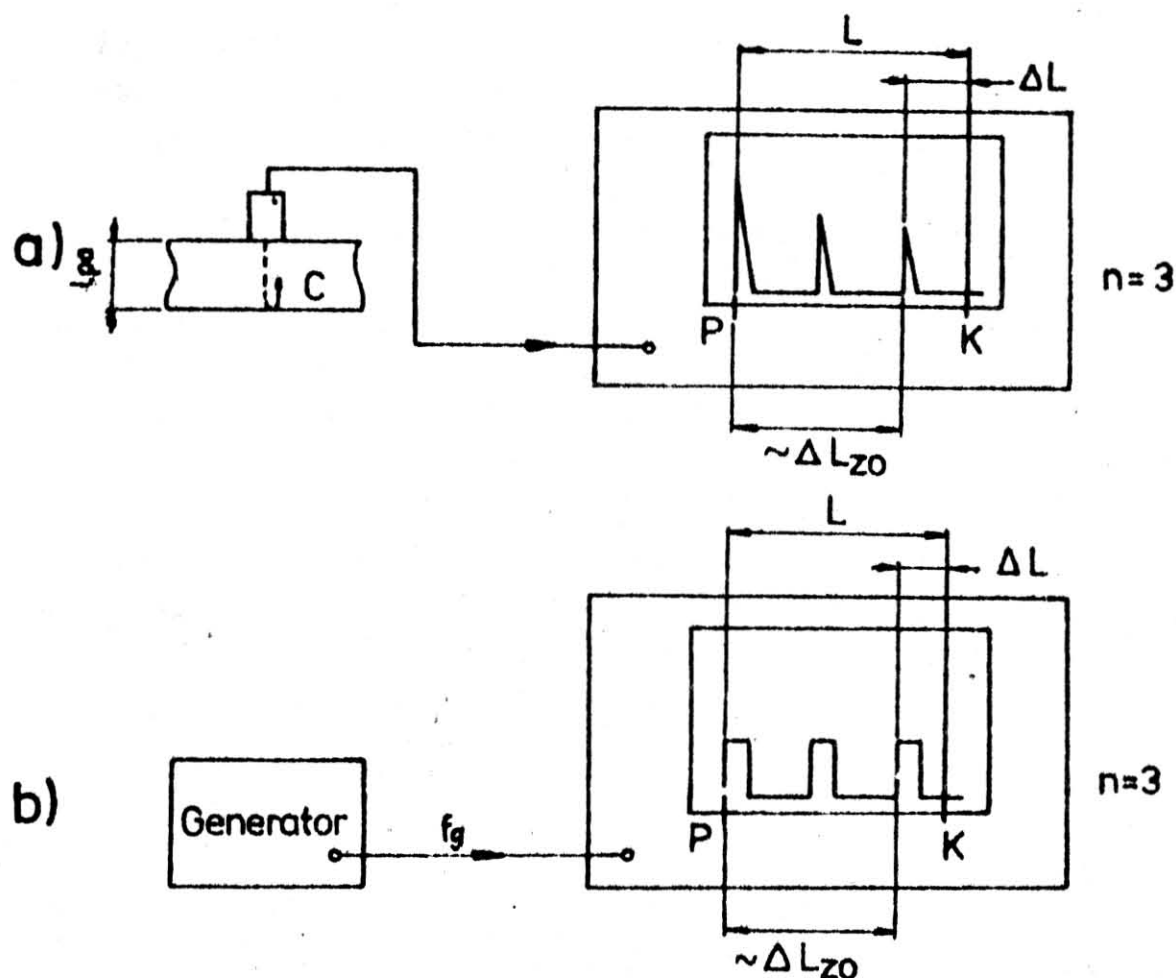
$$f_g = \frac{c_{ZO}}{2 l_{ZO}} (n-1) \quad /3/$$

Ustawić impuls wyznaczający początek zakresu obserwacji na początku poziomej skali ekranu za pomocą regulatora opóźnienia. Odczytać odległość  $\Delta L$  pomiędzy impulsem wyznaczającym koniec długości zakresu obserwacji, a końcem poziomej skali ekranu /rys. 5b/. Uchyb  $\delta_1$  obliczyć z wzoru /2/.

4.3.6. Nieliniowość toru X należy określić sposobem przedstawionym w 4.3.6.1 lub 4.3.6.2.

1/ Wartości  $l_{po}$  obliczone wg wzoru /1/ podano w tabl.J-1 Informacji dodatkowych





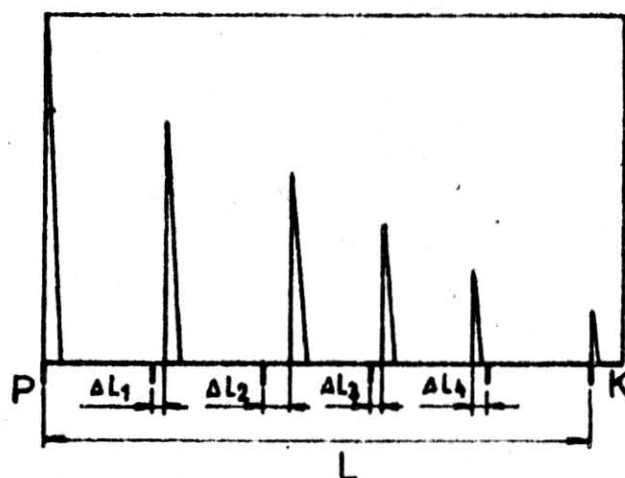
Rys. 5

- 4.3.6.1. Sposób 1.** Umieścić głowicę normalną fal podłużnych na wzorcu wg 4.2.2. a o wymiarze  $l_{po}$  obliczonym z wzoru /1/. przyjmując  $n > 6$ .<sup>1/</sup> Ustawić echo dna wyznaczające początek zakresu obserwacji na początku poziomej skali ekranu za pomocą regulatora opóźnienia. Ustawić echo dna wyznaczające koniec zakresu obserwacji na końcu poziomej skali ekranu za pomocą płynnego regulatora długości zakresu obserwacji. Odczytać odległości  $\Delta L_1 \dots \Delta L_4$  pomiędzy kolejnymi echemi dna, a punktami na poziomej skali ekranu położonymi w odległościach  $L/5, 2L/5, 3L/5$  i  $4L/5$  od początku skali /rys. 6/.

Nieliniowość toru  $\delta_2$  obliczyć z wzoru

$$\delta_2 = 100 \frac{\Delta L_{max}}{L} \% \quad /4/$$

gdzie:  $\Delta L_{max}$  - największa z wartości  $\Delta L_1 \dots \Delta L_4$ .



Rys. 6

1/ Wartości  $l_{po}$  obliczone wg wzoru /1/ podano w tabl. J-1 Informacji dodatkowych

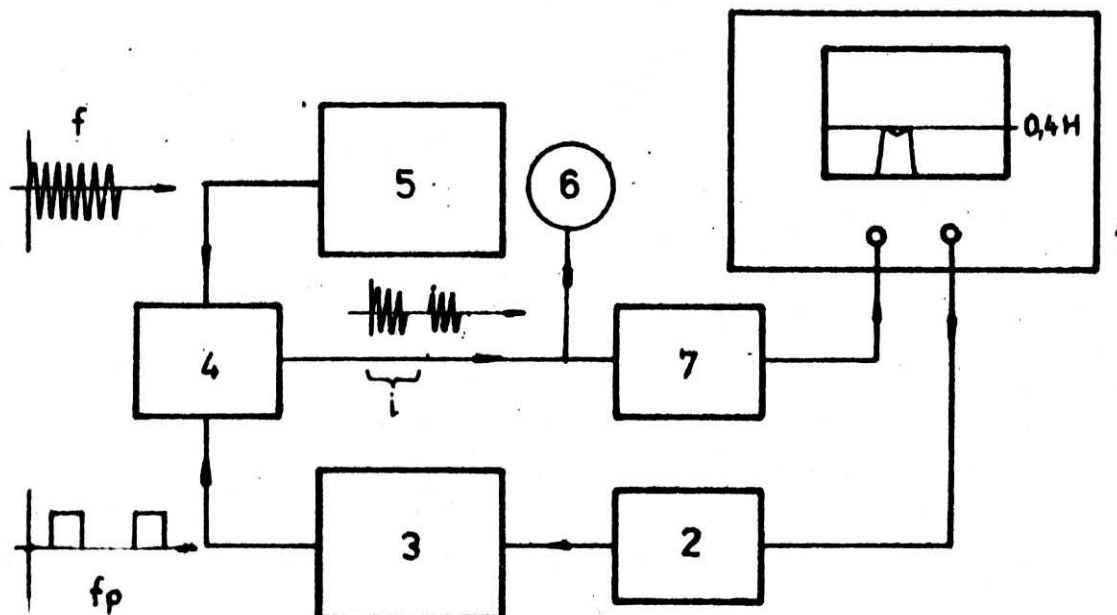
**4.3.6.2. Sposób 2.** Podać na wejście defektoskopu impulsy prostokątne z generatora wg 4.1.4 o częstotliwości obliczonej z wzoru /3/, przyjmując  $n = 6$ . Ustawić impuls wyznaczający początek zakresu obserwacji na początku skali ekranu za pomocą regulatora opóźnienia. Ustawić impuls wyznaczający koniec zakresu obserwacji na końcu poziomej skali ekranu za pomocą płynnego regulatora długości zakresu obserwacji. Odczytać odległości  $\Delta L_1 \dots \Delta L_4$  pomiędzy kolejnymi impulsami, a punktami na poziomej skali ekranu położonymi w odległościach  $L/5, 2L/5, 3L/5$  i  $4L/5$  od początku skali /rys. 6/.

Nieliniowość toru  $X \delta_2$  obliczyć z wzoru /4/.

**4.3.7. Czułość defektoskopu** należy zmierzyć za pomocą układu pomiarowego jak na rys.7. Na wejście defektoskopu podać napięcie wyjściowe układu klucującego zasilanego:

- napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 0,5-6-12 MHz,
- napięciem prostokątnym o częstotliwości 1 kHz i czasie trwania równym 10 okresom napięcia wysokiej częstotliwości.

Za pomocą tłumika pomiarowego wyregulować napięcie wyjściowe układu klucującego tak, by było ono zobrazowane na całej wysokości ekranu. Amplituda tego napięcia jest miarą czułości defektoskopu. Pomiar należy wykonać przy wyłączonym podcięciu, maksymalnym wzmacnieniu defektoskopu, dla poszczególnych poziomów energii impulsu nadawczego.



Rys.7 Schemat układu do pomiaru czułości i uchybów regulatora wzmacnienia defektoskopu: 1 - defektoskop, 2 - tłumik pomocniczy, 3 - generator impulsów prostokątnych wg 4.1.4, 4 - układ klucujący wg 4.1.6, 5 - generator napięć sinusoidalnych wg 4.1.5, 6 - miliwoltomierz wg 4.1.7, 7 - tłumik pomiarowy

**4.3.8. Dynamika zobrazowania.** Pomiar należy wykonać przy wyłączonym podcięciu. Dobrać wzmacnienie  $W_{r1}$ , przy którym echo dowolnego reflektora osiąga pełną wysokość ekranu. Z kolei zmniejszyć wzmacnienie do wartości  $W_{r1}$ , przy której wysokość echa stanowi 1/20 wysokości ekranu.

Miarę dynamiki zobrazowania jest różnica  $\Delta W = W_{r2} - W_{r1}$ .

**4.3.9. Nieliniowość toru Y** należy określić za pomocą układu jak na rys. 8a, przy wyłączonym podcięciu. Do defektoskopu są dołączone 2 głowice normalne fal podłużnych: głowica nadawcza/bezpośrednio/, głowica odbiorcza za pośrednictwem tłumika pomiarowego. Głowice są ustawione naprzeciw siebie, na przeciwległych powierzchniach wzorca równoległościennego i pracują metodą przepuszczania. Warunki dobiera się tak, by uzyskać w środku zakresu obserwacji impuls o wysokości równej 0,5 H. Podczas pomiarów zmienia się nastawę tłumika /K/ i obserwuje wysokość impulsu /h/ na ekranie. Wyniki przedstawia się w układzie współrzędnych prostokątnych /rys. 8b/:

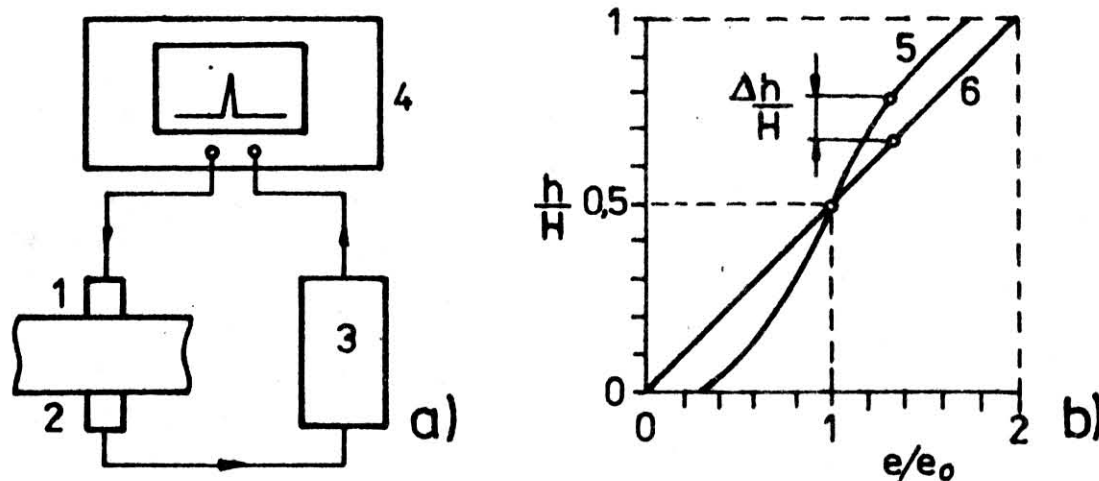
- na osi rzędnych względną wartość amplitudy impulsu  $h/H$ ,
- na osi odciętych względną wartość napięcia na wejściu defektoskopu  $e/e_0$  obliczoną z nastawy tłumika wg wzoru

$$e/e_0 = 10 \frac{K-K_{0,5}}{20}$$

/5/

gdzie:  $e$  - napięcie na wejściu defektoskopu,  
 $e_0$  - napięcie gdy amplituda impulsu jest równa 0,5 H,  
 $K_{0,5}$  - tłumienie odczytane z tłumika pomiarowego gdy amplituda impulsu jest równa 0,5 H.

Miarą nieliniowości toru Y  $\delta_3$  jest największą wartość różnicy  $\Delta h/H$  między charakterystyką rzeczywistą i liniową, stwierdzona w zakresie (0,2+1)H.



Rys.8 Pomiar nieliniowości toru Y:  
a - schemat układu, b - sposób przedstawienia wyników pomiaru, 1 - głowica nadawcza, 2 - głowica odbiorcza, 3 - tłumik, 4 - defektoskop, 5 - charakterystyka zmierzona, 6 - charakterystyka liniowa.

4.3.10. Uchyb regulatora wzmacnienia należy określić za pomocą układu pomiarowego jak na rys. 7 lub 8. Najpierw należy wyznaczyć wartość tłumienia  $K_{max}$ , dla której przy najmniejszym wzmacnieniu defektoskopu  $W_r = 0$  impuls zobrazowany na ekranie ma wysokość 0,4 H. Następnie, zwiększając wzmacnienie  $W_r$  należy dobrać takie wartości K, przy których wysokość impulsu na ekranie jest równa 0,4 H.

Uchyb regulatora wzmacnienia oblicza się z wzoru

$$\delta_w = W - K_{max} + K \quad \text{dB.} \quad /6/$$

#### 4.4. Badania głowic

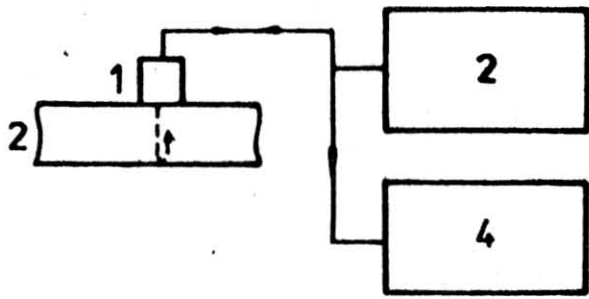
4.4.1. Postanowienia ogólne. Wymagania mechaniczne, wymagania zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym oraz wymagania klimatyczne dla głowic są takie same jak dla defektoskopów, z którymi głowice te mają pracować /4.3.2, 4.3.3 i 4.3.4/.

4.4.2. Częstotliwość głowicy należy określić sposobem przedstawionym w 4.4.2.1 lub 4.4.2.2.

4.4.2.1. Sposób 1. Pomiar wykonuje się za pomocą oscyloskopu włączonego na wejście defektoskopu równolegle do badanej głowicy /rys.9/. Badaną głowicę umieszcza się na wzorcu wybranym w zależności od typu głowicy wg rys.10. Na ekranie oscyloskopu wybiera się kilka półokresów napięcia wypełniających pierwsze echo dna wzorca i mierzy się przedział czasu między początkiem pierwszego półokresu i końcem ostatniego. Częstotliwość głowicy wylicza się ze wzoru:

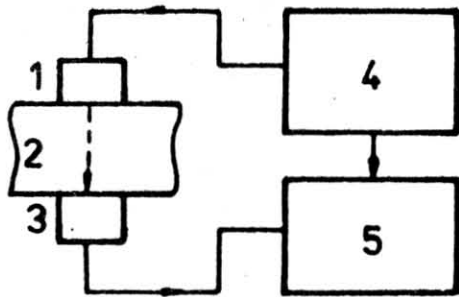
$$f = \frac{n}{2 \Delta t}$$

gdzie:  $n$  - liczba półokresów,  
 $t$  - obserwowany przedział czasu.

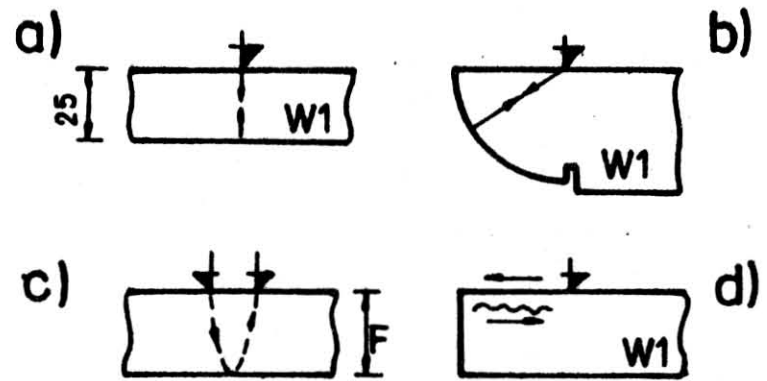


Rys.9 Schemat układu do pomiaru częstotliwości głowicy za pomocą oscyloskopu:  
1 - badana głowica, 2 - wzorec /wg rys. 10/, 3 - defektoskop, 4 - oscyloskop

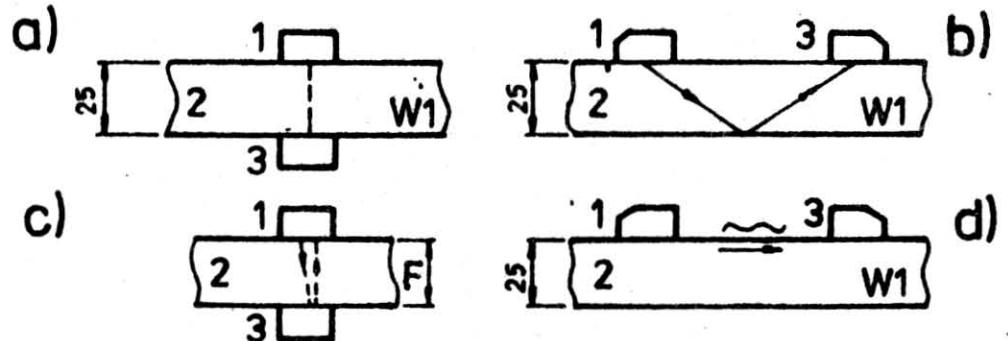
4.4.2.2. Sposób 2. Pomiar wykonuje się za pomocą analizatora widma impulsów wg 4.1.3 w układzie jak na rys. 11. Badaną głowicę umieszcza się na wzorcu wybranym w zależności od typu głowicy wg rys. 12, naprzeciwko odbiorczej głowicy szerokopasmowej wg 4.1.2. Jako częstotliwość głowicy przyjmuje się częstotliwość, która w widmie ma największą amplitudę.



Rys.11 Schemat układu do pomiaru częstotliwości głowicy za pomocą analizatora widma impulsów:  
1 - badana głowica, 2 - wzór wg rys. 12, 3 - głowica odbiorcza szerokopasmowa, 4 - defektoskop, 5 - analizator widma impulsów



Rys.10 Wzorce i położenie głowic na wzorcach przy pomiarach częstotliwości głowicy za pomocą oscyloskopu i parametrów układu defektoskop - głowica w przypadku głowic: a - pojedynczych normalnych, b - pojedynczych skośnych, c - podwójnych i pojedynczych skupiających /grubość wzorca równa ogniskowej badanej głowicy tj.  $l_{po} = F$ /, d - fal powierzchniowych



Rys.12 Wzorce i położenie głowic na wzorcach przy pomiarze częstotliwości głowicy za pomocą analizatora widma impulsów w przypadku głowic: a - pojedynczych normalnych, b - pojedynczych skośnych, c - podwójnych i pojedynczych skupiających, d - fal powierzchniowych.  
1 - głowica badana, 2 - wzorec, 3 - głowica szerokopasmowa /pracująca jako głowica odbiorcza/

4.4.3. Długość pola bliskiego wyznacza się za pomocą urządzenia do badań zanurzeniowych wg 4.1.9 oraz płaskiej, gładkiej płytki stalowej, spełniającej rolę dużego reflektora, umieszczonej prostopadle do osi akustycznej badanej głowicy, w różnych od niej odległościach.

Sposób pomiaru:

a/ ustawić płytkę w najmniejszej możliwej odległości od głowicy /z uwagi na strefę martwą/ i wyznaczyć wzmocnienie echa powierzchni  $W_{d \min}$ ;

b/ zmierzyć wzmocnienie echa powierzchni  $W_d$  dla co najmniej 10 różnych odległości reflektora od głowicy  $l_{g \text{ woda}}$ , leżących w zakresie od 3 do 10 spodziewanych długości pola bliskiego w wodzie  $N_{\text{woda}}$ ;

c/ obliczyć odległość reflektora od przetwornika  $l_{\text{woda}}$  i wzmocnienie  $W$  z zależności:

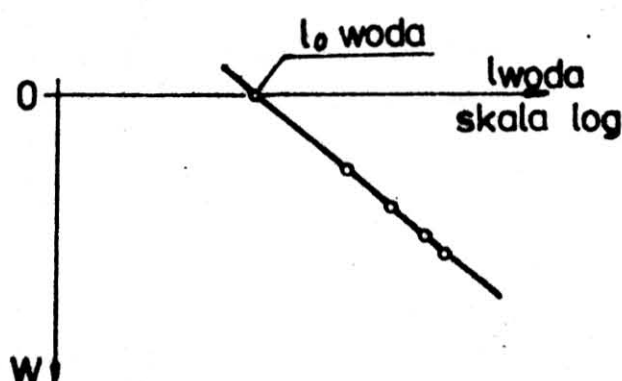
$$l_{\text{woda}} = l_{g \text{ woda}} + l_c \frac{c}{c_{\text{woda}}} \quad /8/$$

$$W = W_d - 2 L_{g \text{ woda}} \alpha c_{\text{woda}} - W_{d \min} \quad /9/$$



gdzie:  $l_c$  - długość drogi fal w warstwie czołowej głowicy,  
 $c$  - prędkość fal w tej warstwie;

d/ przedstawić wartości  $l_{\text{woda}}$  i  $W$  w układzie jak dla nieunormowanego wykresu OWR, połączyć je linią prostą i odczytać wartość  $l_{0 \text{ woda}}$ , przy której przecina ona prostą  $W = 0$  dB /rys. 13/;



Rys. 13

e/ obliczyć długość pola bliskiego z zależności:

$$N_{\text{woda}} = \frac{2}{\pi} l_{0 \text{ woda}} \quad /10/$$

$$N = N_{\text{woda}} \frac{c_{\text{woda}}}{c} \quad /11/$$

gdzie:  $c$  - prędkość rozchodzenia się fal wytwarzanych przez głowicę w stali.

4.4.4. Skuteczna średnica przetwornika. Skuteczną średnicę przetwornika oblicza się z zależności:

$$D_s = \sqrt{4 N \lambda + \lambda^2} \quad /12/$$

lub

$$D_s = 2 \sqrt{N \lambda} \quad \text{gdy} \quad \lambda \ll 4N \quad /13/$$

gdzie:  $N$  - długość pola bliskiego wyznaczona zgodnie z 4.4.3,

$\lambda$  - długość fal ultradźwiękowych wytwarzanych przez głowicę w stali.

4.4.5. Ogniskowa i wymiary ogniska. Pomiar wykonuje się za pomocą urządzenia do badań zanurzeniowych wg 4.1. i reflektora kulistego wg 4.2.5 o średnicy równej w przybliżeniu 1,5 długości fali. Głowica i reflektor powinny być tak umocowane w urządzeniu, by przesuw reflektora odbywał się wzdłuż osi prostokątnego układu współrzędnych UVW, którego oś W jest zorientowana równoległe do akustycznej osi głowicy, a oś U lub V prostopadle do płaszczyzny symetrii wiązki w przypadku głowic pojedynczych lub strefy odbioru w przypadku głowic podwójnych /rys. 14/.

Ogniskową w wodzie  $/F_{\text{woda}}/$  jest odległość od głowicy do reflektora, przy której uzyskuje się maksymalne jego echo.

Aby określić wymiary ogniska w wodzie  $/\Delta F_{\text{woda}}/$ , należy znaleźć położenia reflektorów na osiach U, V, W, w których echo spada o 6 dB względem wartości maksymalnej. Odległości między tymi położeniami są wymiarami ogniska dla 6 dB spadku echa:

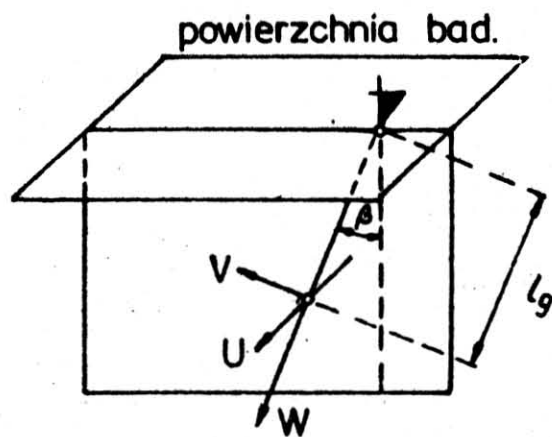
$$\Delta F_{\text{woda } U}, \Delta F_{\text{woda } V}, \Delta F_{\text{woda } W}$$

Ogniskową  $/F/$  i wymiary ogniska  $/\Delta F_U, \Delta F_V, \Delta F_W/$  w stali oblicza się wg wzoru

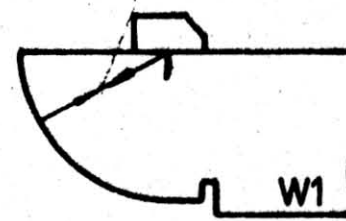
$$\text{/wartość w stali/} = \frac{c_{\text{woda}}}{c} \times \text{/wartość w wodzie/} \quad /14/$$

gdzie:  $c$  - wartość rozchodzenia się fal, wytwarzanych przez głowicę w stali.

**4.4.6. Środek głowicy skośnej** należy wyznaczyć za pomocą wzorca kontrolnego W1. Głowicę umieszcza się na wzorcu w położeniu jak na rys. 15. Przesuwając głowicę wzdłuż wzorca znajduje się położenie w którym echo powierzchni walcowej osiąga maksimum. W tym położeniu środek krzywizny powierzchni walcowej wskazuje położenie środka głowicy na obudowie głowicy.



Rys. 14

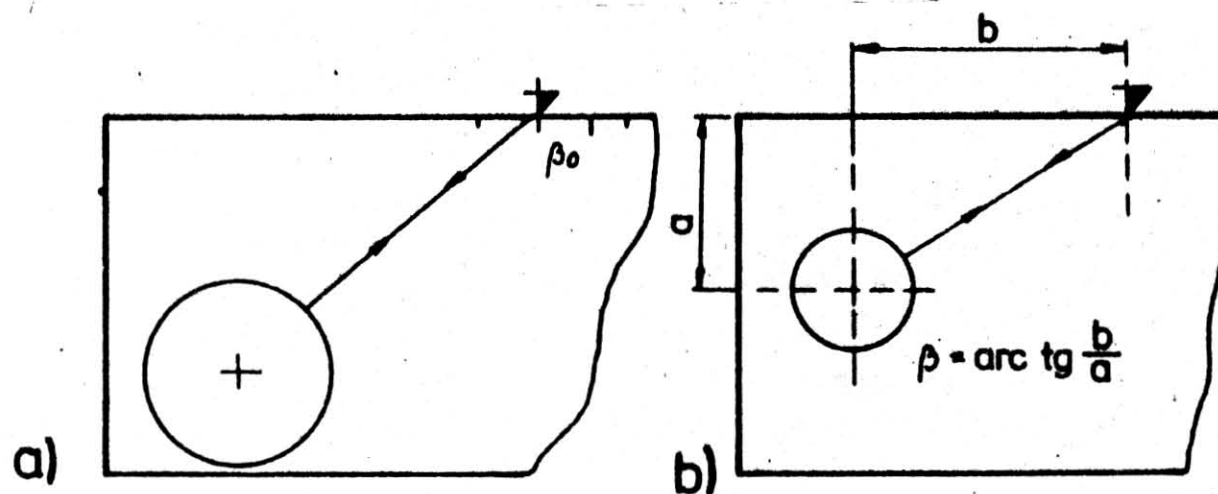


Rys. 15

**4.4.7. Kąt załamania głowicy skośnej** wyznacza się za pomocą wzorca kontrolnego W1. Przesuwając głowicę wzdłuż wzorca /rys. 16a/ znajduje się położenie przy którym echo od otworu o średnicy 50 mm osiąga maksymalną wysokość. Wartość kąta załamania wskazuje środek głowicy na skali naniesionej na wzorcu.

Kąt załamania głowicy skośnej można wyznaczyć w ten sam sposób za pomocą próbki o podobnej budowie jak wzorec kontrolny W1, z otworem o innej średnicy i znajdującym się w innej odległości od powierzchni /rys. 16b/. Kąt załamania  $/\beta/$  oblicza się w wzoru

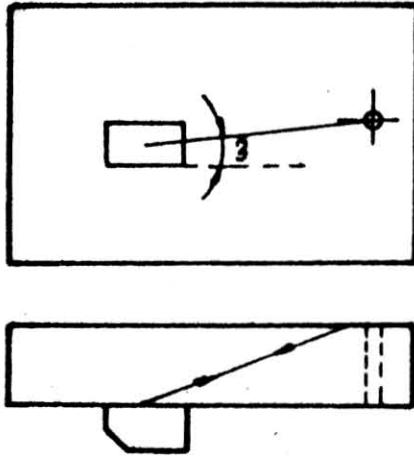
$$\text{tg } \beta = \frac{b}{a} \quad /15/$$



Rys. 16

**4.4.8. Kąt zboczenia głowicy skośnej** wyznacza się za pomocą wzorca wg 4.2.3. Badaną głowicę ustawić tak, by otrzymać maksymalne echo od naroża, jaki tworzy pobocznicą otworu z powierzchnią próbki.

Kątem zboczenia ( $E$ ) jest kąt między boczną płaszczyzną obudowy głowicy, a prostą łączącą środek głowicy ze środkiem otworu /rys. 17/.



Rys. 17

#### 4.5. Pomiar parametrów defektoskop-głowica

4.5.1. Zapew wzmocnienia należy wyznaczyć przy największej energii impulsu nadawczego, przy wyłączonym podcięciu i monitorze, posługując się wzorcem dobranym wg rys. 10 - w następujący sposób:

- wyregulować wzmocnienie do wartości  $W_{ro}$ , przy której amplituda echa wykorzystywanego reflektora jest równa 0,2 H,
- zwiększyć wzmocnienie do wartości  $W_{rz}$ , przy której szumy osiągną na ekranie amplitudę 0,1 H,
- obliczyć zapew wzmocnienia z wzoru

$$ZW = W_{rz} - W_{ro} \quad /16/$$

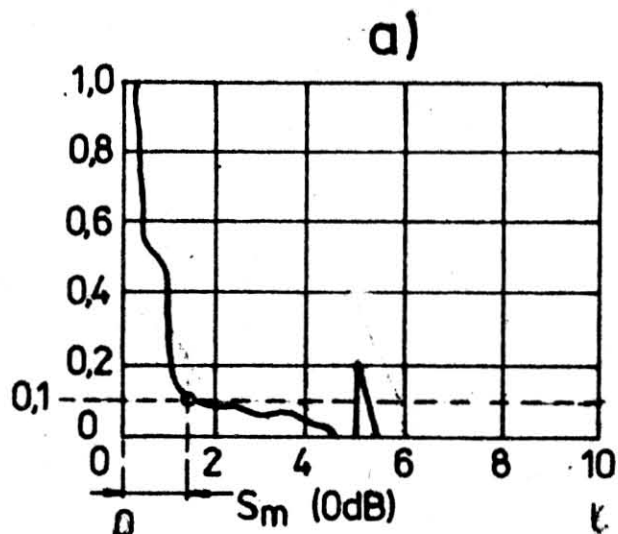
Jeśli przy maksymalnym wzmocnieniu defektoskopu  $/W_{r \max}/$  amplituda szumów jest mniejsza niż 0,1 H, przyjmuje się  $W_{rz} = W_{r \max}$ .

4.5.2. Długość strefy martwej należy wyznaczyć przy największej energii impulsu nadawczego, przy wyłączonym podcięciu i monitorze, posługując się wzorcem dobranym wg rys. 10 - w następujący sposób:

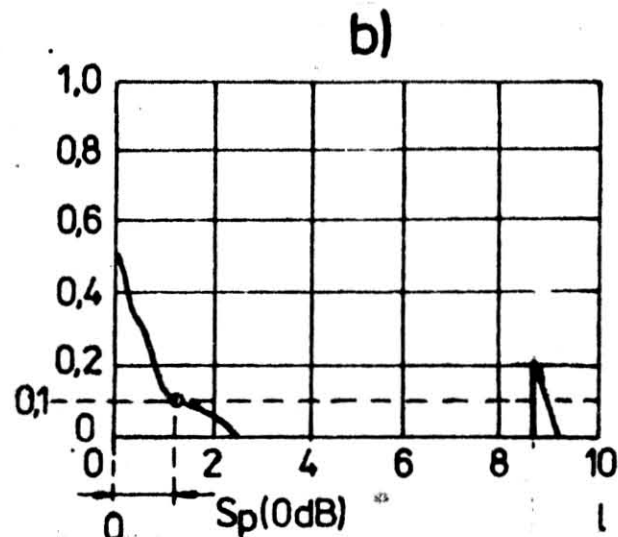
- wyregulować wzmocnienie defektoskopu tak, by amplituda echa wykorzystywanego reflektora była równa 0,2 H,
- wyregulować zakres obserwacji  $ZO = /0 \pm 1/$ , przyjmując za 1 wartość większą od największej spodziewanej długości strefy martwej,
- odczytać z ekranu długość odcinka zakresu obserwacji, na którym impuls nadawczy przekracza wysokość 0,1 H /rys. 18/; długość tę, będącą długością strefy martwej przy poziomie 0 dB, zapisać w postaci:  $s_m /0 \text{ dB}/ = \dots \text{ mm};$
- zwiększyć wzmocnienie defektoskopu o 20 dB a następnie o 40 dB i wyznaczyć długości odcinka zakresu obserwacji jak w punkcie c/; wyznaczone długości, będące długościami strefy martwej przy poziomach 20 dB, i 40 dB, zapisać w postaci:

$$s_m /20 \text{ dB}/ = \dots \text{ mm.}$$

$$s_m /40 \text{ dB}/ = \dots \text{ mm.}$$



Rys. 18



Rys. 19

**4.5.3. Długość strefy przesłuchu** należy wyznaczyć przy największej energii impulsu nadawczego, przy wyłączonym podcięciu i monitorze, posługując się wzorcem dobranym wg rys. 10 - w następujący sposób:

- wyregulować wzmocnienie defektoskopu tak, by amplituda zobrazowania echa wykorzystywanego reflektora była równa 0,2 H;
- wyregulować zakres obserwacji  $ZO = /0 \div l/$ , przyjmując za l wartość większą od największej spodziewanej długości strefy przesłuchu,
- odczytać z ekranu długość odcinka zakresu obserwacji, na którym impuls przesłuchu przekracza wysokość 0,1 H /rys. 19/, długość tę, będącą długością strefy przesłuchu przy poziomie 0 dB, należy zapisać następująco:

$$s_p / 0 \text{ dB} / = \dots \text{ mm.}$$

- zwiększyć wzmocnienie defektoskopu o 20 dB a następnie o 40 dB, i wykonać odczyty długości odcinka zakresu obserwacji jak w punkcie c/; odczytane długości, będące długościami strefy przesłuchu przy poziomach 20 dB i 40 dB, zapisać w postaci:

$$s_p / 20 \text{ dB} / = \dots \text{ mm.}$$

$$s_p / 40 \text{ dB} / = \dots \text{ mm.}$$

**4.5.4. Długość strefy wpływu impulsu nadawczego** na zobrazowanie echa wady należy wyznaczyć przy największej energii impulsu nadawczego, przy wyłączonym podcięciu i monitorze, posługując się wzorcem dobranym wg rys. 10 - w następujący sposób:

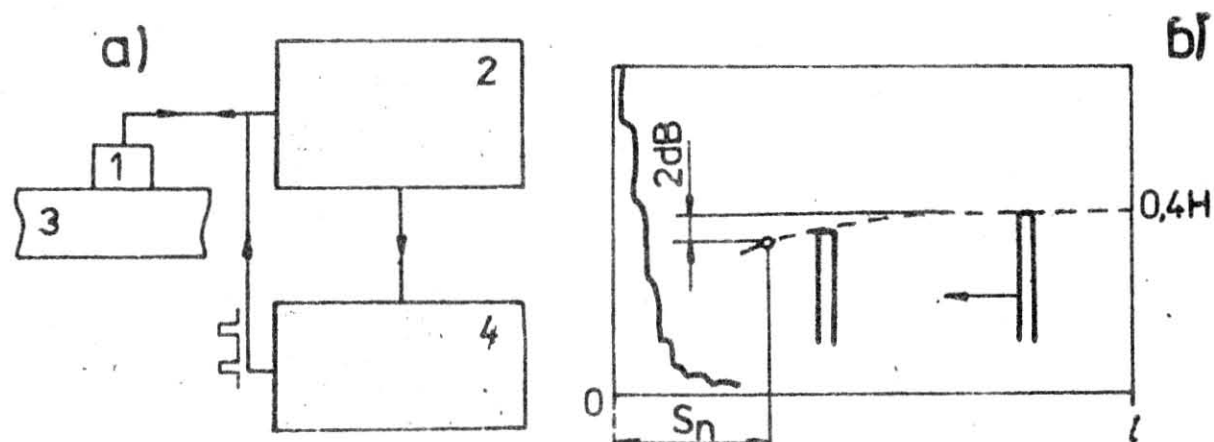
- wyregulować wzmocnienie defektoskopu tak, by amplituda zobrazowania echa wykorzystywanego reflektora była równa 0,4 H;
- wyregulować zakres obserwacji  $ZO = /0 \div l/$ , przyjmując za l wartość większą od największej spodziewanej długości strefy wpływu impulsu nadawczego;
- na wejście defektoskopu, równoległe do głowicy, podać napięcie prostokątne o częstotliwości równej częstotliwości powtarzania impulsów nadawczych, o czasie trwania równym ok. 10 okresom drgań głowicy, opóźnione względem impulsu nadawczego o płynnie regulowany odcinek czasu, przesuwać impuls prostokątny w kierunku impulsu nadawczego wyznaczyć jego odległość od początku zakresu obserwacji, przy której amplituda impulsu prostokątnego maleje o 2 dB /rys. 20/, odległość tę, będącą długością strefy wpływu impulsu nadawczego, przy poziomie 0 dB, należy zapisać

$$s_n / 0 \text{ dB} / = \dots \text{ mm.}$$

- zwiększyć wzmocnienie defektoskopu o 20 dB, zmniejszyć napięcie prostokątne tak, by jego zobrazowanie na ekranie miało nadal amplitudę równą 0,4 H; przesuwać ten impuls w kierunku impulsu nadawczego wyznaczyć jego odległość od początku zakresu, przy której amplituda impulsu maleje o 2 dB; procedurę powtórzyć przy wzmocnieniu zwiększonym o 40 dB, wyniki tych obu pomiarów, będące długością strefy wpływu impulsu nadawczego przy poziomach 20 dB i 40 dB, zapisać w postaci:

$$s_n / 20 \text{ dB} / = \dots \text{ mm.}$$

$$s_n / 40 \text{ dB} / = \dots \text{ mm.}$$



Rys.20 Układ do pomiaru długości strefy wpływu impulsu nadawczego na zobrazowanie echa wad: a - schemat, b - obraz na ekranie, 1 - badana głowica, 2 - badany defektoskop, 3 - wzorzec, 4 - generator impulsów prostokątnych



**4.5.5. Rozdzielczość** należy wyznaczyć przy wyłączonym podcięciu i monitorze, przy największej energii impulsu nadawczego.

Pomiary zaleca się wykonać używając wzorców wg 4.2.4 - w następujący sposób:

a/ umieścić głowicę na wzorcu i dobrać jej położenie tak, by uzyskać maksymalne echo reflektora odniesienia, tj. reflektora o szerokości 2 mm znajdującego się w odległości 85 mm od powierzchni badania; dla tego położenia głowicy określić wzmocnienia /przy  $h = 0,4 H$ /:

- echa reflektora odniesienia  $/W_{do}/$ ,
- wklęsnięcia między echami  $/W_{dz}/$ ,
- echa reflektora o szerokości  $x$  położonego w odległości  $85 + y$  od powierzchni badania  $/W_{dxy}/$ . /rys. 21a/:

b/ sporządzić wykresy przedstawiające zależność:

- głębokości wklęsnięcia między echami w funkcji wymiaru  $b$ , tj.

$$W_{dz} - W_{do} = \Delta W_1 = f / b /;$$

- różnicy poziomów ech w funkcji wymiaru  $b$ , tj.

$$W_{do} - W_{dxy} = \Delta W_2 = f / b /;$$

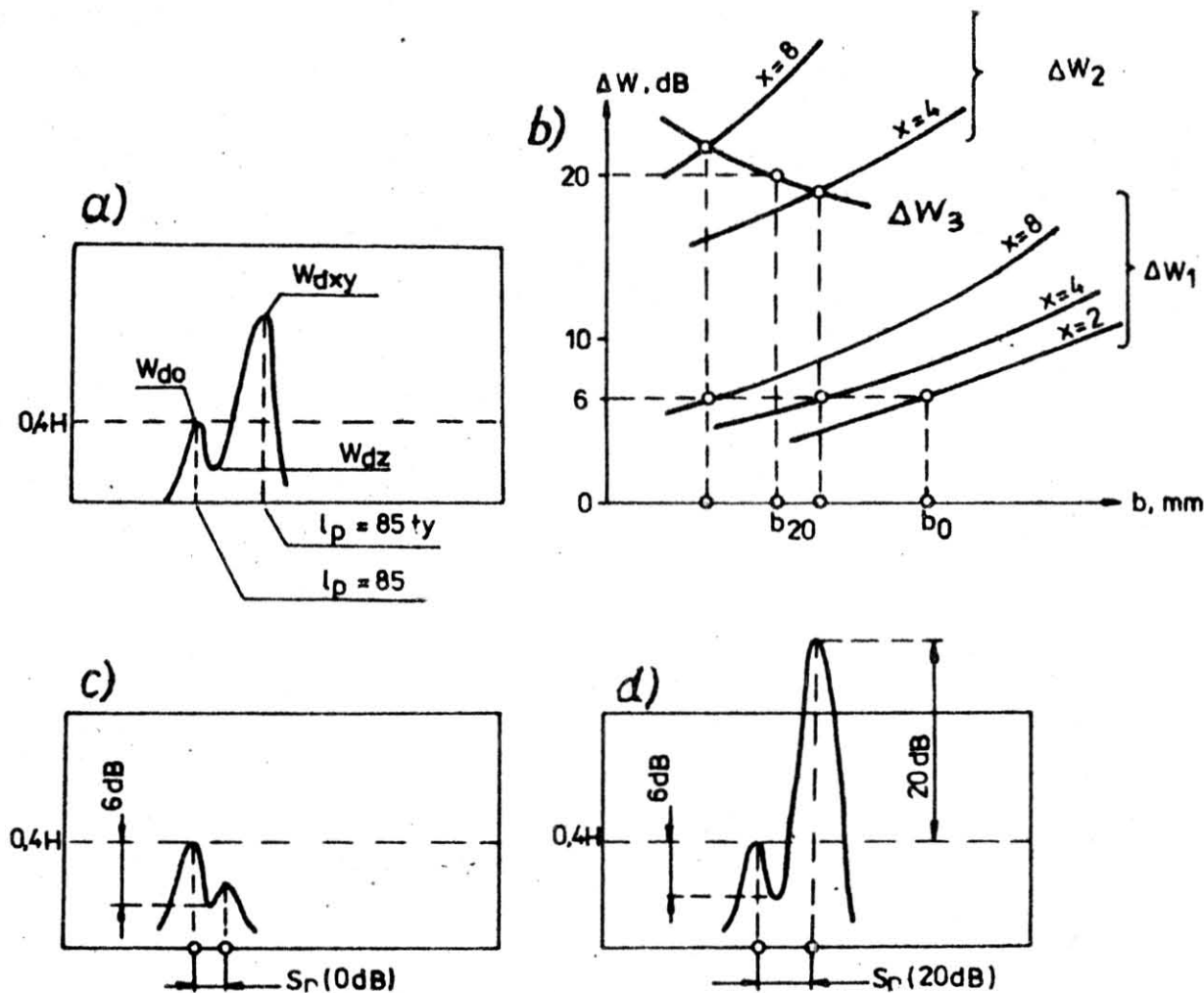
c/ z zależności  $\Delta W_1 = f / b /$  dla  $x = 2$  mm odczytać wartość  $b_0$ , przy której  $\Delta W_1 = 6$  dB /rys. 21b/; wartość ta jest miarą rozdzielczości przy różnicy poziomów 0 dB i jest oznaczana

$$s_r / 0 \text{ dB} / = \dots \text{ mm};$$

d/ z zależności  $\Delta W_1 = f / b /$  dla różnych wartości  $x > 2$  odczytać wartości  $b$  dla których  $\Delta W_1 = 6$  dB; punkty na krzywych  $\Delta W_2$  odpowiadające tym wartościom  $b$  połączyć linią /krzywa  $\Delta W_3$  na rys. 21b/, odczytać wartość  $b_{20}$  odpowiadającą punktowi przecięcia krzywej  $\Delta W_3$  z prostą  $\Delta W = 20$  dB; wartość ta jest miarą rozdzielczości przy różnicy poziomów 20 dB i jest oznaczana

$$s_r / 20 \text{ dB} / = \dots \text{ mm}.$$

Obrazy na ekranie przy rozdzielczości  $s_r / 0 \text{ dB} /$  i  $s_r / 20 \text{ dB} /$  pokazano na rys. 21c i d.



Rys. 21

4.5.6. Czułość układu defektoskop-głowica. Ustawić głowicę na wzorcu wg 4.2.2.b i wyznaczyć wzmocnienie echa  $W_d$  znajdującego się w nim reflektora. Otrzymana wartość  $W_d$  jest miarą czułości układu dla danej średnicy reflektora  $d$  i jego odległości od powierzchni badania  $/l_{po}/$ .

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE DO BN-85/0601-14

1. Instytucja opracowująca normę: Instytut Metalurgii Żelaza im. St. Staszica w Gliwicach

#### 2. Normy związane

- PN-76/M-70050 Badania nieniszczące. Metody ultradźwiękowe. Nazwy i określenia.  
 PN-75/M-70051 Badania nieniszczące metodami ultradźwiękowymi. Wzorzec kontrolny W1.  
 PN-75/M-70054 Badania nieniszczące metodami ultradźwiękowymi. Wzorzec kontrolny W2.  
 BN-84/0601-13 Badanie ultradźwiękowe wyrobów hutniczych. Określanie rozmiarów wad równoważnych.  
 PN-73/E-04550.00 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Postanowienia ogólne.  
 PN-73/E-04550.01 Próba A - zimno  
 PN-73/E-04550.02 Próba B - suche gorąco  
 PN-73/E-04550.05 Próba E - udary mechaniczne  
 PN-73/E-04550.06 Próba F<sub>CT</sub> - wibracje sinusoidalne  
 PN-71/T-06500 Elektryczne przyrządy pomiarowe. Ogólne wymagania i badania.  
 PN-71/T-06500.01 Programy, warunki i ocena badań  
 PN-77/T-06500.02 Warunki pracy  
 PN-71/T-06500.03 Ogólne wymagania konstrukcyjne i badania  
 PN-71/T-06500.04 Zasady określenia i badania parametrów oraz uchybów  
 PN-76/T-06500.05 Wymagania i badania bezpieczeństwa obsługi  
 PN-75/T-06500.06 Wymagania i badania klimatyczne  
 PN-75/T-06500.07 Wymagania i badania mechaniczne  
 PN-76/T-06500.08 Pakowanie, przechowywanie i transport  
 PN-73/T-06500.09 Napisy i oznaczenia  
 PN-77/T-06500.10 Dokumentacja towarzysząca  
 PN-84/H-04507-01 Metale. Metalograficzne badania wielkości ziarna.  
 Mikroskopowe metody określenia wielkości ziarna

#### 3. Normy zagraniczne

- СТ СЭВ 1635-79 Универсальная международная система автоматического контроля, регулирования и управления (УРС). Изделия УРС. Общие технические требования.  
 ГОСТ 23049-78 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Общие технические требования  
 ГОСТ 2367-79 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров  
 ГОСТ 23702-79 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Основные параметры и методы их измерений  
 РД 50-337-82 Методические указания. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы и средства поверки.  
 BS 4331 Methods for assessing the performance characteristics of ultrasonic flaw detection equipment  
 ASTM E317-79 Standard recommended practice for evaluating performance characteristics of ultrasonic pulse-echo testing systems without the use of electronic measurement instruments  
 ČSN 35 6884-73 Zkoušení materiálu a výrobků ultrazvukem. Ultrazvukové sondy

#### 4. Autorzy projektu normy:

dr Julian Deputat - Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa  
 doc. mgr inż. Adam Stryk - Instytut Metalurgii Żelaza, im. St. Staszica, Gliwice.

5. Tablica J-1. Dane dla doboru grubości wzorców równoległościennych wg 4.2.3, stosowanych przy pomiarze uchybu kalibracji długości zakresu obserwacji wg 4.3.5.1 oraz przy pomiarze nieliniowości toru X wg 4.3.6.1

Należy przyjmować:

- a/  $n \geq 2$  w przypadku pomiaru uchybu kalibracji długości zakresu,  
 b/  $n \geq 6$  w przypadku pomiaru nieliniowości toru X.

Tablica J-1

C <sub>zo</sub> km/s	g mm	n <sup>1/</sup>														
		Izo mm														
		10	20	25	50	100	200	250	500	1000	2000	2500				
2	30	2	3	-	6	11										
	60		2	-	-	6	11									
	75			2	3	5	9	11								
	150				2	3	5	6	11							
	300					2	3	-	6	11						
	600						2	-	-	6	11					
	750							2	-	5	9	11				
3	10	3	5	6	11											
	20	2	3	-	6	11										
	25			3	5	9	17									
	40		2	-	-	6	11									
	50			2	3	5	9	11								
	100				2	3	5	6	11							
	200					2	3	-	6	11						
4	15	2	3	-	6	11										
	37,5			2	3	5	9									
	75				2	3	5	6	11							
	150					2	3	-	6	11						
	300						2	-	-	6	11					
	375							2	3	5	9	11				
5	6	3	5	6	11											
	12	2	3	-	6											
	24															
	30			2	3	5	9	11								
	100							4	7	13						
	120					2	3	3	6	11						
	300							2	3	5	5	9	11			
6	2	6	11													
	5	3	5	6	11											
	10	2	3	-	6	11										
	20		2	-	-	6	11									
	25			2	3	5	9	11								
	40						6									
	50				2	3	5	6	11							
	100					2	3	-	6	11						
	200						2	-	-	6	11					
250							2	3	5	9	11					
8,57	8,57	2	3	-	6	11										
	17,14		2	-	-	6	11									
	21,43			2	3	5	9	11								
	42,86				2	3	5	6	11							
	85,71					2	3	-	6	11						
	171,43						2	-	-	6	11					
	214,29							2	3	5	9	11				

$$1/ \quad n = \frac{\Delta z_0}{g} \frac{C_L}{C_{zo}} + 1$$