

Przegląd przemysłowych metod badań nieniszczących

Rodzaje badań

- **Badania niszczące** – przeprowadza się na specjalnie przygotowanych próbkach lub na gotowych wyrobach. Jedne jak i drugie w trakcie badania ulegają zniszczeniu, stąd stosowanie tego typu badań ograniczone jest najczęściej do kilku (3-5) sztuk tzw. reprezentatywnych.
- **Badania nieniszczące** – stanowią grupę metod badań, które dostarczają informacji o właściwościach przedmiotu badanego bez pozbawienia go wartości użytkowych, tzn. bez zmiany jego eksploatacyjnej przydatności.

Obszary zastosowania badań nieniszczących

1. Sfera projektowania i badania

Projektowanie
Wykonanie prototypu

Badanie
prototypu

Produkcja
doświadczalna

2. Sfera produkcji przemysłowej

Badanie materiałów
wyjściowych

Kontrola
międzyoperacyjna

Kontrola ostateczna
wyrobu

3. Sfera eksploatacji

Kontrola działania

Okresowe przeglądy

Naprawy, remonty

Przyczyny zastosowania badań nieniszczących

- **Bezpieczeństwo** – przesądziło o zastosowaniu badań nieniszczących przede wszystkim w takich dziedzinach jak np.: lotnictwo, astronautyka, energetyka jądrowa, przemysł wydobywczy i petrochemiczny, stoczniowy, a także motoryzacyjny.
- **Ekonomia** – uzasadnia potrzebę stosowania badań nieniszczących w wypadku produkcji wielkoseryjnej lub kosztownych w skutkach awarii.

Stosowanie badań nieniszczących zapewnia:

- **Oszczędności osiągnane przez eliminowanie z procesu produkcji półwyrobów lub wyrobów wadliwych,**
- **Zmniejszenie do minimum awaryjności urządzeń,**
- **Podwyższoną jednorodność, a tym samym porównywalną jakość wyrobów.**

Zagadnienia potrzebne do dokonania analizy posiadanych informacji i wyboru optymalnej metody badania

- **Charakterystyka kontrolowanego wyrobu:**
 - rodzaj materiału,
 - struktura materiału,
 - stan powierzchni,
 - wymiary,
 - kształt,
 - metoda wytwarzania.
- **Charakterystyka szukanych wad:**
 - rodzaj wady,
 - wymiary,
 - orientacja,
 - lokalizacja,
 - normy i wzorce.

Zagadnienia potrzebne do dokonania analizy posiadanych informacji i wyboru optymalnej metody badania c.d.

- **Organizacja kontroli:**
 - sposób prowadzenia badań,
 - metody i sprzęt do badań będące w dyspozycji,
 - dostęp do przedmiotu badania,
 - technika badania,
 - wskazania wad,
 - kryteria oceny i interpretacji wyników,
 - warunki bhp podczas prowadzenia kontroli.
- **Łączne koszty badania:**
 - inwestycyjne,
 - badawcze,
 - prowadzenia kontroli.

Rodzaje wad w zależności od ich położenia w badanym materiale lub wyrobie

- **Wady zewnętrzne**
 - geometryczne
 - powierzchni
- **Wady wewnętrzne**

Rozumiane najczęściej jako wszelakiego rodzaju wewnętrzne nieciągłości materiału w skali makro, np. wtrącenia, pęcherze, żuźle, pęknięcia.

Rodzaje wad ze względu na genezę

- **Wady technologiczne – związane z metodą wytwarzania elementu lub konstrukcji, powstają w trakcie błędnie prowadzonej operacji technologicznej**
- **Wady eksploatacyjne – spowodowane środowiskiem pracy i/lub charakterem obciążenia elementu lub badanej konstrukcji**

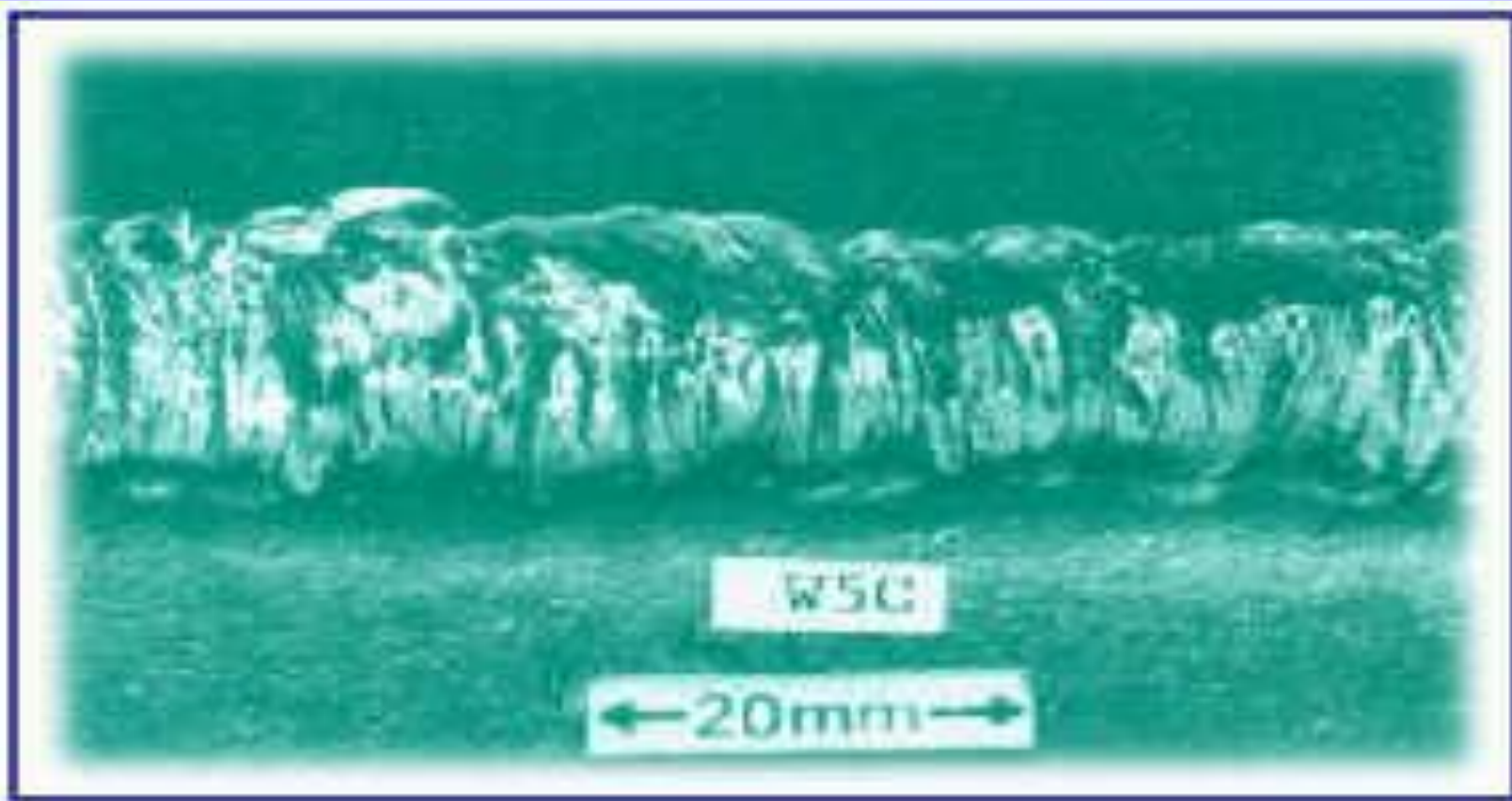
Najczęściej stosowane metody badań

- **Oględziny zewnętrzne VT**
- **Badania szczelności LT**
- **Badania penetracyjne**
- **Badania magnetyczno-proszkowe**
- **Badania prądami wirowymi**
- **Badania radiograficzne RT**
- **Badania ultradźwiękowe UT**

Oględziny zewnętrzne

- **tz. wzrokowe, prowadzone nieuzbrojonym okiem lub z zastosowaniem prostych urządzeń dodatkowych, jak np.: lupa, latarka, lusterka.**
- **mają na celu wykrycie ewidentnych wad i wyeliminowanie z dalszych badań elementów lub obszarów wadliwych oraz wytypowanie elementów lub obszarów o wątpliwej jakości do dalszych badań szczegółowych.**

Badanie wzrokowe złącza spawanego



Metody badań szczelności

- **Próba hydrauliczna**
- **Próba „baniek mydlanych”**
- **Próba zanurzenia**
- **Próba „nafty i kredy”**

Próba hydrauliczna

Zamknięty szczelnie zbiornik podłącza się do przewodu tłocznego, wyposażonego w manometr i termometr. Zbiornik napęlnia się wodą. Po uzyskaniu odpowiedniego ciśnienia i po upływie określonego czasu sprawdza się ciśnienie i temperaturę oraz przeprowadza oględziny zbiornika, ze szczególnym uwzględnieniem wszystkich połączeń, króćców i włączów.

Próba „baniek mydlanych”

Stosowana jest w wypadku zbiorników o dużych rozmiarach.

Zbiornik napełnia się gazem pod niewielkim ciśnieniem, a miejsca oględzin pokrywa się wodą z mydłem. W miejscach nieszczelności pojawiają się bańki mydlane.

Próba zanurzenia

Stosowana jest wyłącznie do badania małych zbiorników, które po napełnieniu gazem zanurza się w wodzie. Pęcherzyki powietrza wychodzące na powierzchnię wody świadczą o nieszczelności (Ten sposób badania jest stosowany przy lokalizacji miejsca nieszczelności w dętce).

Próba „nafty i kredy”

Wewnętrzną powierzchnię zbiornika pokrywa się mieszaniną wody i kredy. Po wyschnięciu powierzchni, na przeciwległą powierzchnię nanosi się naftę podgrzaną do temperatury około 40°C. Miejsca nieszczelności widoczne są po stronie „kredy” jako ciemniejsze plamy.



Próba „nafty i kredy”



Metody penetracyjne

Metody te wykorzystują zjawisko włoskowatości. Wszelkiego rodzaju zewnętrzne wady szczelinowe zachowują się jak kapilary, w które wnika ciecz zwana penetrantem.

Zalety metod penetracyjnych:


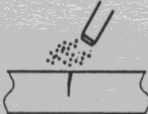
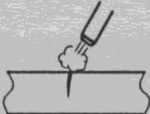
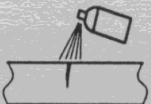
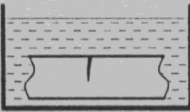


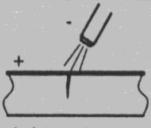
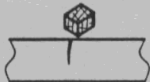

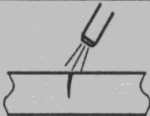

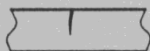

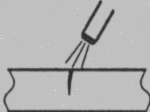
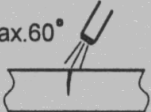


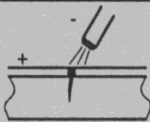
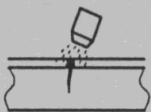
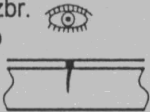

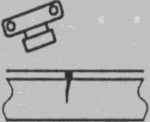
- Szybki i prosty proces badania, niezbyt wysokie kwalifikacje,**
- Możliwość badania różnych materiałów i wyrobów o dowolnych kształtach i wymiarach,**
- Łatwość wykrywania wad o wielkości od ok. 0,001 mm,**
- Łatwość stosowania w warunkach warsztatowych i terenowych,**
- Niskie koszty badania,**
- Możliwość mechanizacji procesu badania,**
- Duża skuteczność wykrywania wad.**

Wady metod penetracyjnych:

- **Konieczność wstępnego oczyszczenia i odtłuszczenia powierzchni badanej oraz oczyszczenia powierzchni po badaniu,**
- **Wykrywanie tylko wad otwartych, a zatem wpływ rodzaju obróbki na skuteczność kontroli,**
- **Wpływ temperatury obiektu na właściwości preparatów,**
- **Starzenie się preparatów,**
- **Duża toksyczność preparatów, a zatem konieczność zapewnienia dobrej wentylacji podczas stosowania w pomieszczeniach zamkniętych.**

Etapy procesu badania penetracyjnego

- oczyszczenie powierzchni,
- naniesienie penetranta,
- usunięcie nadmiaru penetranta po czasie jego wnikania,
- suszenie powierzchni,
- naniesienie wywoływacza,
- poszukiwanie wad i ich dokumentowanie (zapis).

a	 szczotka	 piaskowanie	 para wodna	 zmywacz	
b	 zanurzanie	 pędzel	 w aerozolu	 elektrostatycz.	
c	 gąbka, szmaty	 pędzel	 woda (max. 5bar)	 zmywacz	
d	 suszenie naturalne	 szmaty	 powietrze	 max.60° powietrze gorące	
e				 puder	
f	nieuzbr. oko 		folia 		

Metody penetracyjne (badanie szyny kolejowej)



Metody magnetyczno-proszkowe

Metody wykorzystują zjawisko rozproszenia pola magnetycznego lub zmiany przenikalności magnetycznej w miejscach występowania wad.

W czasie badania na powierzchnię obiektu nanosi się podczas magnesowania drobnoziarnisty proszek magnetyczny.

Jeśli w badanym elemencie nie ma wad, to linie sił pola magnetycznego zobrazone usytuowaniem ziaren proszku będą układać się bez zmiany kierunku. Natomiast będą odchylać się w miejscu z wadą (zjawisko rozproszenia pola magnetycznego)

Zalety i wady metod magnetyczno-proszkowych

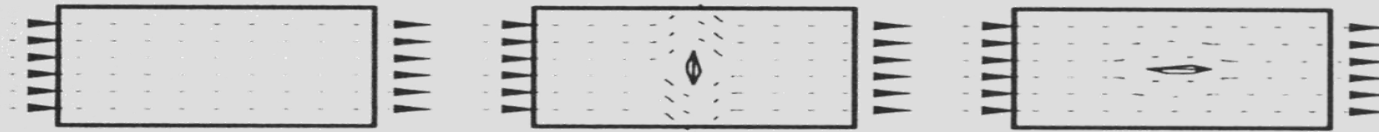
- **Zalety**

- duża skuteczność wykrywania wad,
- znacznie mniejsza wrażliwość na zabrudzenie powierzchni badanej oraz tzw. zamknięcie wad jak w metodach penetracyjnych,
- szybki i prosty proces badania.

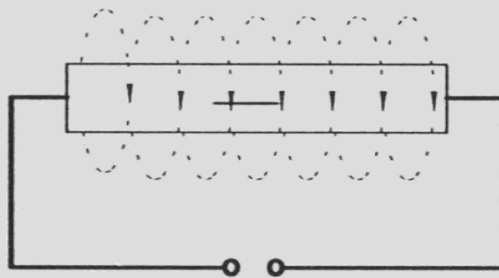
- **Wady**

- aparatura bardziej skomplikowana jak w metodzie penetracyjnej,
- skuteczność tylko dla materiałów ferromagnetycznych,
- często konieczność oczyszczania i rozmagnesowania elementu przed i po kontroli.

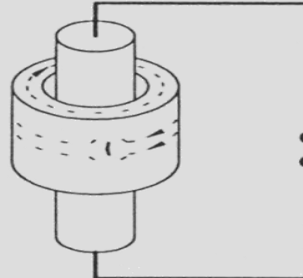
a)



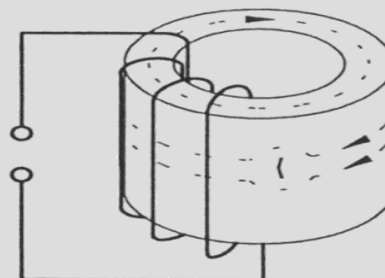
b)



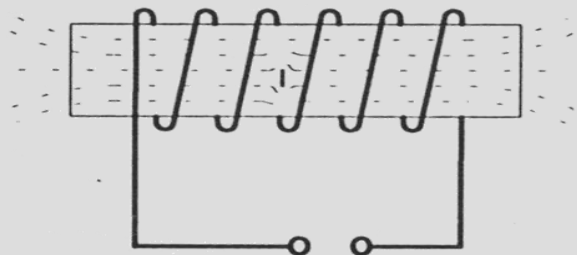
bezpośredni przepływ
prądu o dużym natężeniu
przez badany obiekt
(pole kołowe)



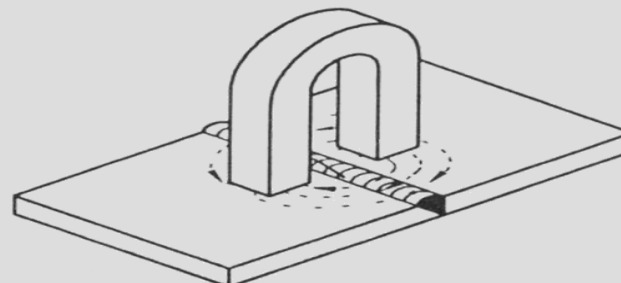
prąd płynący
przez przewód
umieszczony w
otworze obiektu
(pole kołowe)



prąd płynący w przewodzie
nawiniętym na badanym
obiekcie
(cewka - pole kołowe)



nawinięcie przewodu,
przez który płynie prąd
o dużym natężeniu
(cewka - pole podłużne)



magnes stały - jarzmo
(strumień magnetyczny)

Badania magnetyczno-proszkowe :

- a) przebieg linii sił pola magnetycznego,
- b) praktyczne sposoby magnesowania obiektu badanego
- przebieg linii sił pola magnetycznego.

Metody radiacyjne

W metodach tych wykorzystuje się zjawiska towarzyszące promieniowaniu jonizującemu, a przede wszystkim zjawisko fotochemiczne. Promieniowanie jonizujące posiada zdolność przenikania przez różne materiały oraz zdolność naświetlania błony fotograficznej. Ilość promieniowania przenikającego przez materiał zmienia się dla różnych materiałów wraz ze zmianą ich gęstości, a dla tych samych materiałów zależnie od ich grubości lub obecności wad. Stosuje się promieniowanie rentgenowskie – X (radiografia) lub promieniowanie gamma - γ (gammagrafia).

Na wywołanej błonie otrzymuje się dwuwymiarowy, płaski obraz, będący rzutem badanego obiektu lub jego fragmentu.

Zalety i wady metod radiacyjnych

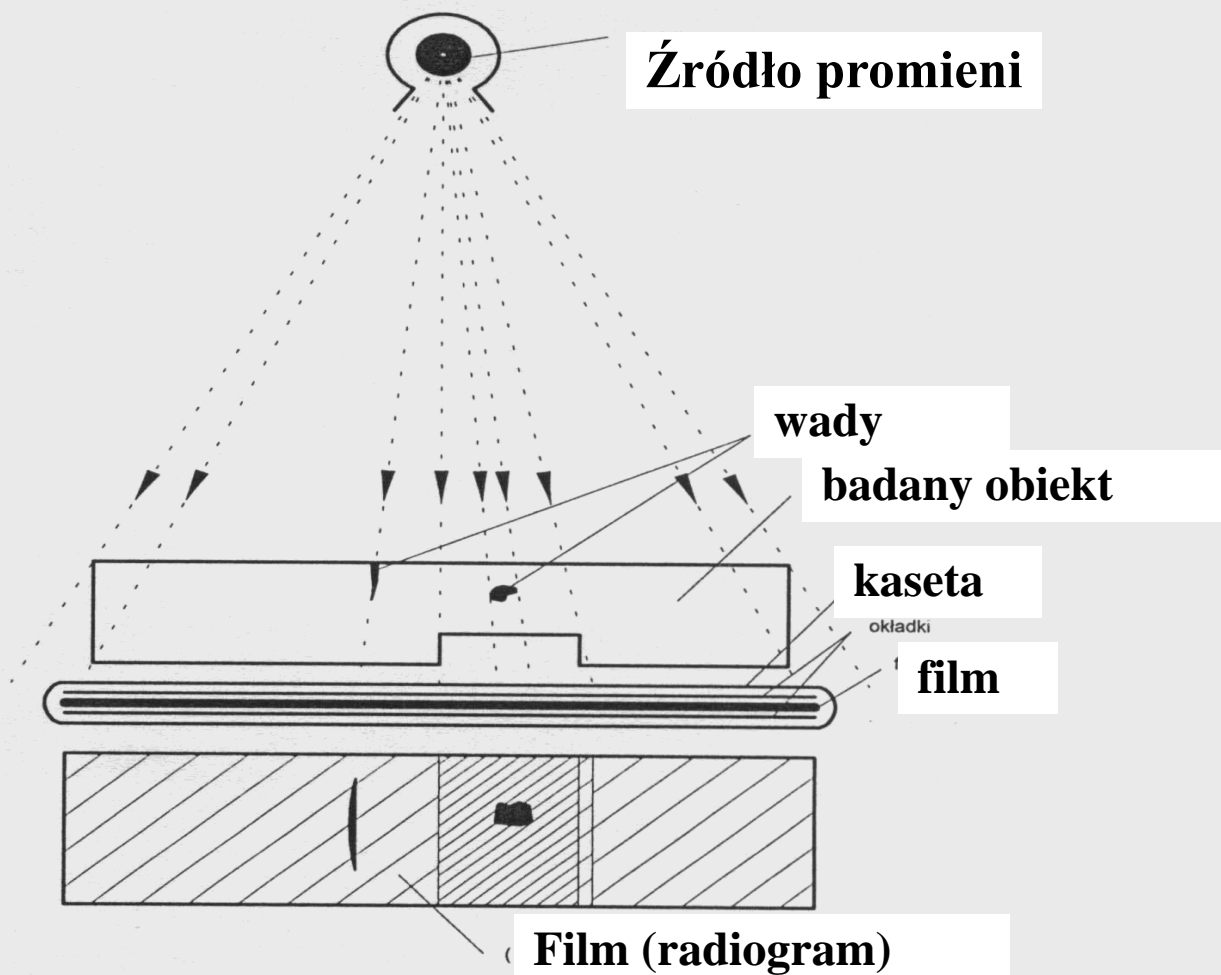
- **Zalety**

- możliwość badania materiałów o dowolnych właściwościach,
- dobra wykrywalność wad stanowiących ubytek grubości badanego obiektu od około 5%,
- trwały wynik badania w postaci radiogramu.

- **Wady**

- wysokie koszty aparatury, sprzętu i badań,
- ograniczona wykrywalność wad w elementach grubościennych i o skomplikowanych kształtach,
- brak wykrywalności płaskich wad równoległych do powierzchni,
- wysokie reżimy bezpieczeństwa.

Powstawanie radiogramu podczas badania radiograficznego lub gammagraficznego



Schemat powstawania radiogramu podczas badania radiograficznego lub gammagraficznego.

Metody ultradźwiękowe

Badania ultradźwiękowe wykorzystują zjawiska towarzyszące rozchodzeniu się fal o częstotliwości ultradźwiękowej, tzn. większej od górnej granicy słyszalności ucha ludzkiego (ponad 20 000 Hz).

Stosowana jest metoda echa i metoda przenikania.

Zalety metod ultradźwiękowych:

- **Uniwersalność i skuteczność,**
- **Szybkość badania i bezpośrednia dostępność wyników,**
- **Możliwość dokładnej lokalizacji wad,**
- **Możliwość pomiaru grubości elementów jednostronnie dostępnych z dokładnością rzędu 0,1 mm lub większą,**
- **Przenośna i lekka aparatura.**

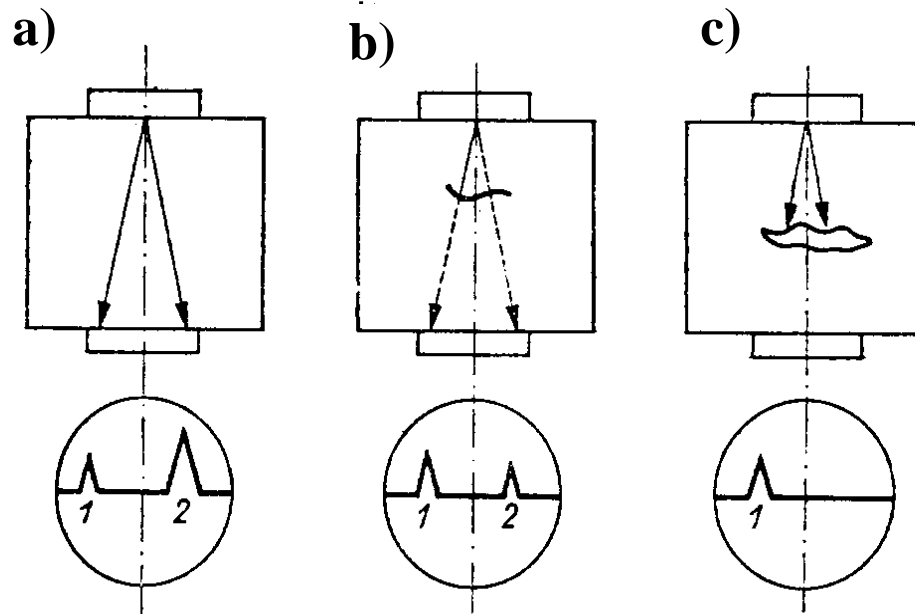
Wady metod ultradźwiękowych:

- Konieczne wysokie kwalifikacje badającego,**
- Utrudnione lub niemożliwe badania elementów bardzo małych,**
- Wpływ struktury badanego materiału na wykrywalność wad, a zatem utrudnione badanie materiałów niejednorodnych i gruboziarnistych,**
- Konieczność dobrego przygotowania powierzchni badania.**

Metoda przenikania

1-impuls
wejścia fal z
sondy
nadawczej
do
przedmiotu,

2-impuls
wyjścia fal z
przedmiotu
do sondy
odbiorczej,



a) Materiał bez wady, b) mała wada, c) duża wada

Metoda echa

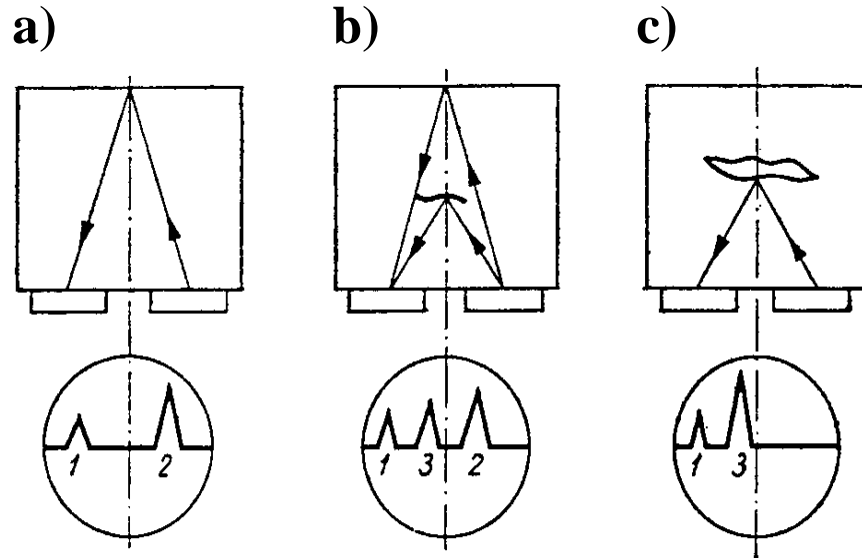
1-impuls

wejścia fal z
sondy
nadawczej
do
przedmiotu,

2-impuls

odbicia od
dna z sondy
odbiorczej,

3-dodatkowy
impuls
odbicia fal
od wady



a) Materiał bez wady, b) mała wada, c) duża wada

Metoda ultradźwiękowa (badanie poszycia samolotu)



Metoda ultradźwiękowa (badanie rur)



Główce do badań metodą ultradźwiękową

