Wykonał :		Data:
mgr inż. Andrzej Wolnicki	WOJEWÓDZKI ZAKŁAD DOSKONALENIA ZAWODOWEGO **NAPRAWA I KONSERWACJA ELEMENTÓW MASZYN, URZĄDZEŃ I NARZĘDZI**	17.01.2022

Temat:

Weryfikacja elementów maszyn, urządzeń i narzędzi

ZAWÓD:

ŚLUSARZ

- Należy zapoznać się ze wstępem teoretycznym przedmiotu oraz odpowiedzieć na zadanie, znajdujące się na ostatniej stronie projekt.
- Pracę należy przesłać na mail: **andrzej.wolnicki@famet.com.pl** do czwartku 20.01.2022.
- Brak maila z zadaniem będzie skutkował brakiem oceny.
- WZÓR TEMATU MAILA zwrotnego: Zawód... Przedmiot... Imię ... Nazwisko ...

PRZYKŁAD tematu maila: „**Ślusarz NiKEMUiN Jan Kowalski**”

- Konsultacje pod adresem: andrzej.wolnicki@famet.com.pl

zWprowadzenie do diagnostyki technicznej

Każda maszyna i urządzenie przeznaczone do wykonywania określonych zadań powinny posiadać określony zespół cech użytkowych, które umożliwiają wypełnianie założonych funkcji. Tendencje współczesnej techniki i technologii zmierzające do wzrostu efektywności procesów poprzez:

- zwiększanie intensywności eksploatacji,
- optymalizację (zazwyczaj minimalizację) gabarytową i wagową,
- zwiększanie obciążeń maszyn i urządzeń,

stwarzają zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego, wydajności pracy, zmniejszenia dokładności, niezawodności i trwałości oraz destrukcję środowiska.

Każda maszyna i urządzenie w każdej chwili czasowej znajduje się w określonym stanie. Pod pojęciem stan systemu należy rozumieć przebieg zachodzą-ych w urządzeniu procesów, a także jego strukturę. Pod pojęciem **struktura urządzenia** należy rozumieć wszystkie elementy konstrukcyjne, uporządkowane i wzajemnie powiązane w ściśle określony sposób, w celu wypełnienia założonych funkcji. Struktura maszyn i urządzeń jest charakteryzowana rozmieszczeniem, kształtem i wymiarami części (elementów struktury). Elementami struktury całego urządzenia są zespoły, któ-re również mają swoje struktury - tworzą je układy i mechanizmy, które z kolei można podzielić na pary kinematyczne i poszczególne części.

Struktura urządzenia wyznacza całokształt jego właściwości techniczno-eksploatacyjnych założonych podczas konstruowania, określa stopień przydatności urządzenia w konkretnych warunkach eksploatacyjnych.

Może ona być opisana zbiorem mierzalnych wielkości, takich jak:

- wymiary i odległości części
- wzajemne ich położenie
- luzy pomiędzy współpracującymi elementami
- zużycie
- parametry opisujące deformacje kształtu (owalność, stożkowatość, falistość)
- parametry charakteryzujące stan powierzchni

Zbiór ten nazywany jest **zbiorem parametrów struktury urządzenia**.

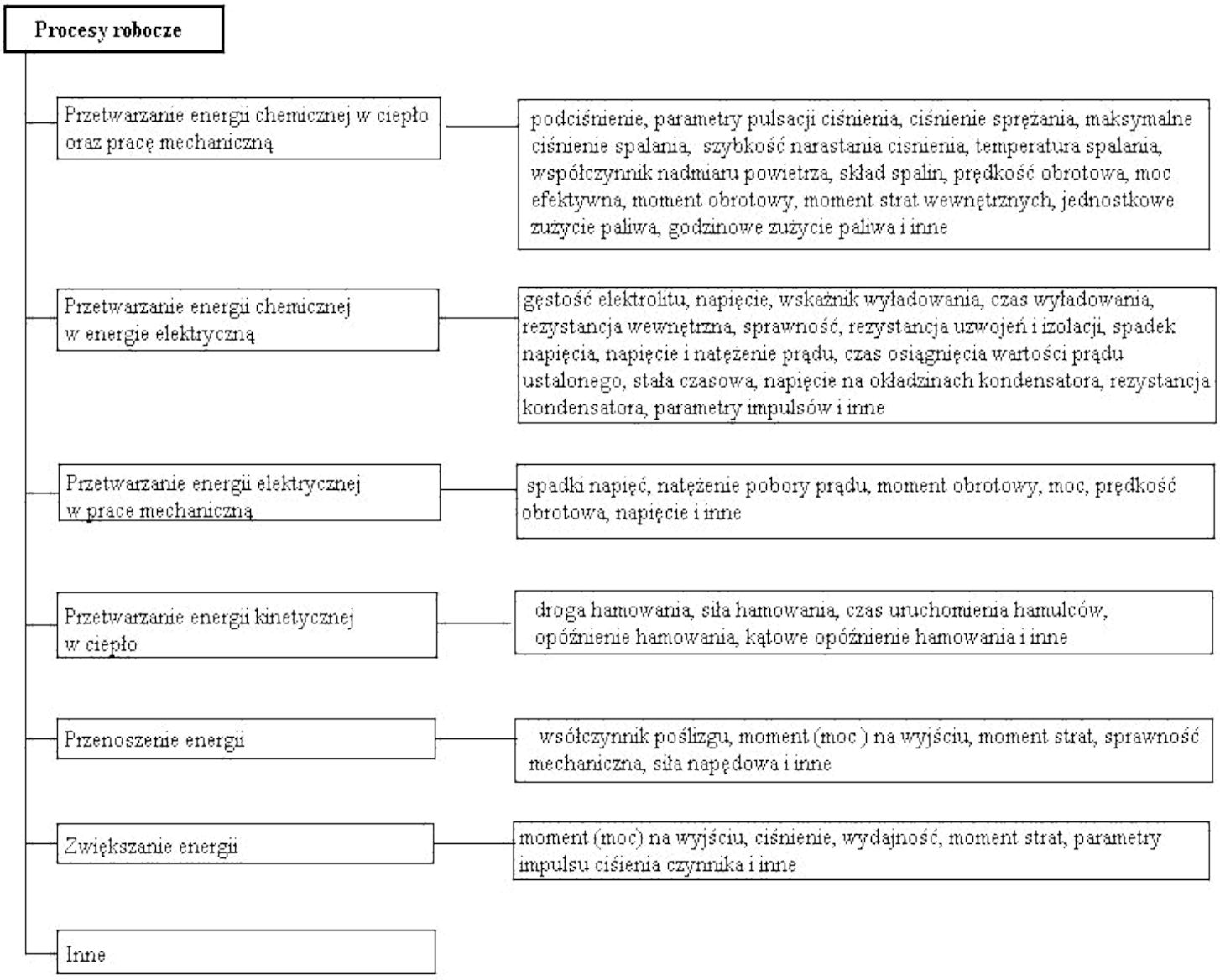
Stan elementów mechanicznych jest określany poprzez dwie grupy parametrów:

- parametry stereometryczne (geometryczne), czyli np.: kształt, wymiary, chropowatość powierzchni, rysy, pęknięcia, wżery, wgniecenia,

- właściwości fizyczne i chemiczne, czyli.: skład chemiczny i strukturę materiału, właściwości mechaniczne, rozkład naprężeń w materiale.

Procesy zachodzące w maszynach i urządzeniach podzielić można na:

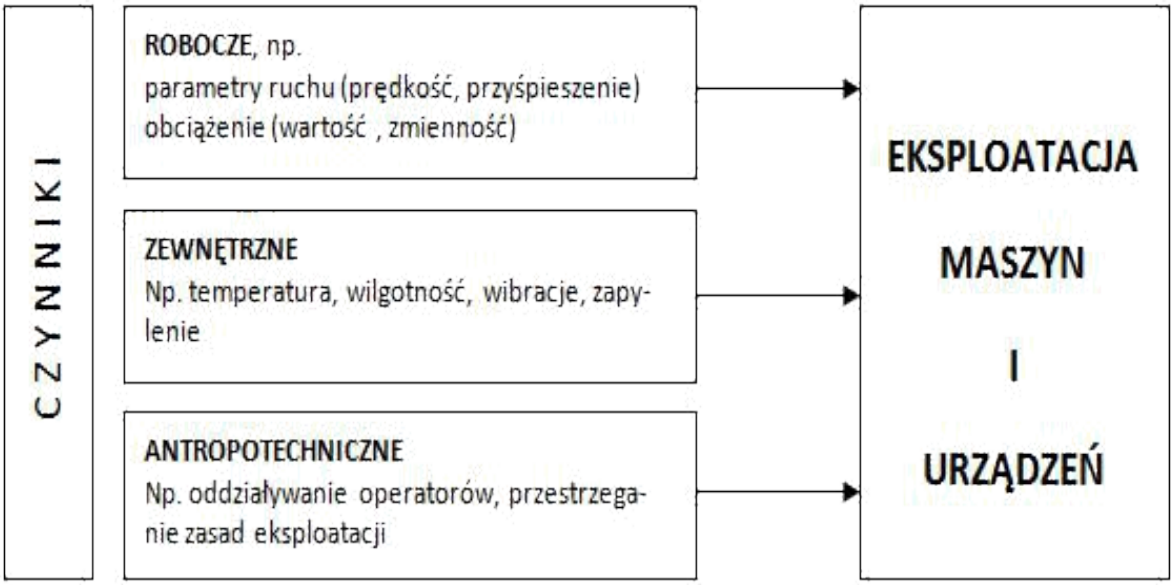
- robocze, wynikające bezpośrednio z realizacji użytkowych funkcji urządzenia (np. przemiany energetyczne, wymiana ciepła, tarcie w elementach ciernych),



W czasie eksploatacji na maszyny i urządzenia oddziałują następujące czynniki:

- **robocze** (wewnętrzne – np. zmienna prędkość kątowa, zmienne obciążenie robocze, nadmierne obciążenie),
- **zewnętrzne** (otoczenia – np. temperatura, wilgotność),
- **antropotechniczne** (np. operatorzy, zasady eksploatacji).

Wymienione czynniki wywołują zmianę stanu obiektu technicznego. Czynniki te ma-ją charakter losowy, czyli zmiany w stanie obiektu (zmiany parametrów charakteryzujących stan obiektu mają również charakter losowy. Wynika stąd, że obiekty , które były eksploatowane ten sam okres, mogą znajdować się w krańcowo różnym stanie technicznym.

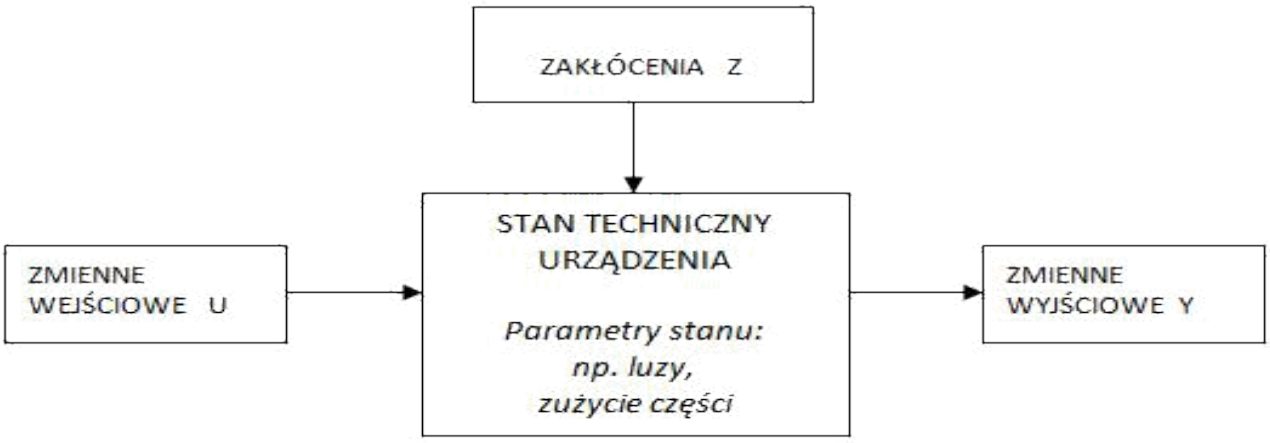


Zagadnieniami uzyskiwania informacji o obiekcie i określania jego stanu zajmuje się **diagnostyka** (gr. Diagnosis – rozpoznanie, ustalenie).

Diagnostyka techniczna dotyczy środków i sposobów rozpoznawania stanu technicznego obiektu na podstawie obserwacji skutków jego działania, badań prowadzonych technikami bezinwazyjnymi i bez demontażu obiektu.

Diagnozę uzyskuje się w **procesie diagnostycznym** - ciągu czynności zmierzają-cych do określenia bieżącego stanu obiektu technicznego oraz oceny przeszłych i przy-szłych jego stanów z uwzględnieniem oddziaływań operatora i otoczenia, w którym ten obiekt działa.

Diagnozowaniu może być poddawany obiekt (np. pojazd, obrabiarka) ewentualnie zespół (np. silnik, przekładnia zębata) lub podzespół (np. układ korbowo-tłokowy), a także pojedyncza część (np. łożysko).



Ustalenie stanu maszyny, urządzenia lub narzędzia jest możliwe tylko w wyniku przeprowadzenia jego badań diagnostycznych. Badania diagnostyczne urządzenia polegają na wykonaniu pomiarów określonych wielkości charakteryzujących zachodzące procesy (parametrów diagnostycznych) i analizie uzyskanych wyników.

Pomiarom diagnostycznym podlegają parametry procesów roboczych, jak też parametry procesów towarzyszących.

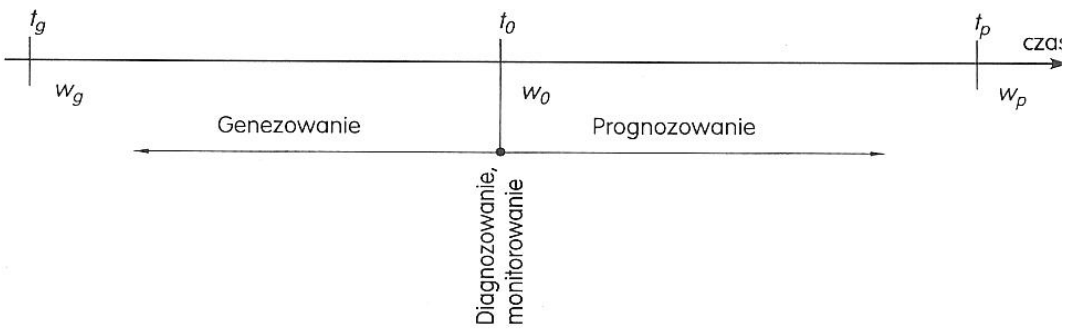
Dokonując pomiaru parametru wyjściowego można określić poziom parametrów stanu.

Diagnozę przeprowadza się w celu:

- oceny stanu stwierdzonego,
- prognozy rozwoju zmiany stanu,
- przyczyn rozwoju zmiany stanu,
- łącznie wszystkich wymienionych elementów.

W związku z tym wyróżnia się następujące **rodzaje badań diagnostycznych**

- diagnozowanie stanu,
- monitorowanie stanu,
- genezowanie stanów,
- prognozowanie stanów.



Diagnozowanie to ustalenie stanu obiektu w chwili t_0, w której wykonywane jest badanie diagnostyczne.

Monitorowanie (diagnozowanie ciągłe, dozorowanie) jest bieżącą obserwacją sta-nu obiektu (np. obserwacja wskaźników urządzeń kontrolno- pomiarowych na pulpicie sterowania). Dostarcza informacji o aktualnym stanie obiektu.

Genezowanie to ustalenie przyczyn stanu w chwili t_g poprzedzającej chwilę t_0 ba-dania obiektu. Inaczej mówiąc jest to odtworzenie kolejności zaistniałych w przeszłości stanów (np. urządzenia przed awarią). Prawidłowe genezowanie może mieć decydujący wpływ na zmianę, np. przebiegu procesu technologicznego wytwarzania lub remontu maszyny. Genezowanie jest szczególnie ważne podczas ustalania pierwotnych oraz wtórnych uszkodzeń elementów maszyn. Wiarygodność genezy w dużym stopniu zależy od znajomości stanów wcześniejszych.

Prognozowanie to wyznaczanie stanów przyszłych, następujących po chwili t_0 . Prognoza jest tym bardziej wiarygodna, im dokładniejsze są informacje, na podstawie których została opracowana oraz im krótszy jest czas prognozowania.

Diagnozowanie maszyn i urządzeń ma wpływ na różnorodne aspekty związane z re-alizacją procesów produkcyjnych. Do najważniejszych należą:

niezawodność maszyn i urządzeń,

niezawodność realizowanych procesów technologicznych,

wydajność urządzeń,

jakość wytwarzanych wyrobów,

bezpieczeństwo pracy,

ochrona środowiska.



Spośród różnych cech charakteryzujących obiekt i jego stan wyróżnia się czasem ta-kie, które występują tylko w czasie, gdy obiekt jest uszkodzony lub nie w pełni sprawny. Cechy te nazywamy **symptomami**

Występowanie tych cech jest związane jest z:

- naruszeniem zasad pracy urządzenia,
- przekroczeniem dopuszczalnych granic obciążalności, wytrzymałości.

Symptomami uszkodzenia są np. nadmierne drgania urządzenia, zmiana temperatu-ry pracy.



Parametry charakteryzujące efektywność działania urządzeń to np. zmiana zuży-cia energii przez urządzenie. Mogą być wykorzystane do oceny stanu technicznego całe-go obiektu lub jego zespołów i układów.

Parametry charakteryzujące szczelność są wykorzystywane podczas diagnozo-wania zamkniętych przestrzeni roboczych (np. układy chłodzenia, smarowania, zasila-nia, zespoły hydrauliczne i pneumatyczne).

Parametry charakteryzujące stan cieplny określany za pomocą temperatury ele-mentów urządzenia i szybkości jej zmian, są wykorzystywane głównie do oceny stanu technicznego zespołów, w których na skutek pracy wydzielają się znaczne ilości ciepła.

Stan materiałów eksploatacyjnych (np. ilość i stan zanieczyszczeń oleju oraz zmiana jego właściwości użytkowych) umożliwia ocenę intensywności oraz stopnia zużycia (szczególnie tarciowego) niektórych elementów maszyn.

Parametry procesów wibroakustycznych, towarzyszących pracy wszystkich rucho-mych elementów mechanizmów.

Cechy, które określają stan sprawności obiektu nazywane są **parametrami**. Warto-ści liczbowe parametrów, zwykle dotyczących podstawowych właściwości urządzenia, umieszczane w dokumentacji technicznej pozwalają na identyfikacje stanu urządzenia.

Wartość diagnostyczną mają te parametry, których zmiany następują wtedy i tylko wtedy, gdy następuje zmiana stanu maszyny.

Diagnozowania elementów maszyn, urządzeń i narzędzi z reguły dokonuje się me-todą obserwacji prostej przy zaangażowaniu zmysłów człowieka - wzroku, słuchu, doty-ku. Metoda ta nie jest kosztowna, ale wymaga dużego doświadczenia od osoby przepro-wadzającej diagnozę.

Kontrola **wzrokowa** dotyczy:

- odczytywania wskazań przyrządów kontrolno-pomiarowych - termometru, ma-nometru, wskaźników zanieczyszczenia wkładu filtrującego (np. oleju, powie-trza),
- obserwacji wibracji (drgania, silne jednorazowe wstrząsy, wstrząsy powtarzają-ce się),
- wilgoć pojawiająca się na elementach, ślady oleju,
- oceny stanu powierzchni maszyn i urządzeń (pęknięcia, zarysowania, starcie elementów współpracujących),
- oceny wzajemnego usytuowania elementów współpracujących,

- wycieków chłodziwa, oleju,
- wykonywania podstawowych pomiarów długości, kąta, chropowatości powierzchni.

Kontrola **słuchowa** polega na zwracaniu uwagi na hałas powstający podczas pracy urządzenia, ale nie wynikający z normalnego działania urządzenia.

Kontrola **dotykowa** polega na wyczuwaniu poprzez dotyk miejsc:

- nadmiernie rozgrzewających się,
- wibrujących.

Za metodę diagnozowania maszyn i urządzeń można uznać również ocenianie jako-ści produktów wytwarzanych przez te maszyny urządzenia, zgodność parametrów geometrycznych wyrobów, jakość powierzchni, wygląd zewnętrzny produktów – im wyższa zgodność wartości tych parametrów z wartościami zawartymi w dokumentacji produktu, tym lepszy stan maszyny.

Zasady wykonywania weryfikacji elementów maszyn, urządzeń i narzędzi

Weryfikacja jest to proces kontrolowania elementów maszyn, urządzeń i narzędzi pod katem pełnienia określonych funkcji lub zadań, zakwalifikowania do określonej grupy.

Weryfikacji podlegają wszystkie elementy maszyn, urządzeń i narzędzi. Przeprowadzenie weryfikacji przyczynia się do znacznego obniżenia kosztów naprawy i racjonalnego wykorzystania części.

Wskazane jest, aby weryfikacja odbywała się zgodnie z instrukcją opracowaną dla potrzeb naprawy maszyn i urządzeń.

Instrukcja ta powinna zawierać:

- warunki techniczne weryfikacji,
- kolejność operacji weryfikacyjnych,
- zalecane metody weryfikacji,
- wykaz narzędzi i przyrządów pomiarowych,
- specyfikację parametrów weryfikowanych części.

W wyniku procesu weryfikacji wszystkie sprawdzane elementy powinny być podzielone na trzy grupy:

- elementy do ponownego wykorzystania –elementy nie posiadające oznak zużycia lub elementy, których parametry zawierają się w granicach tolerancji,
- elementy do regeneracji – posiadające oznaki zużycia, lecz w stopniu niewielkim,
- elementy przeznaczone do złomowania – zużyte w bardzo dużym stopniu lub zniszczone.

Weryfikację szczegółową przeprowadza się w czasie demontażu poprzez:

- pomiary parametrów elementów weryfikowanych i porównanie ich wartości z wartościami granicznymi tych parametrów zawartych w dokumentacji technicznej elementu,
- określanie na podstawie tabel, katalogów technicznych, w których producenci elementów określają poprawne wartości parametrów elementów maszyn, urządzeń i narzędzi,
- ocenę ogólnego wyglądu elementów weryfikowanych,
- określenie czasu pracy elementu i porównanie z czasem pracy zalecanym przez producenta.

Bardzo ważnym warunkiem poprawnego przeprowadzenia weryfikacji jest *doświadczenie pracownika* przeprowadzającego weryfikację.

- Ocenę wynikającą z weryfikacji wpisuje się do arkusza weryfikacyjnego części, pod-zespołu lub zespołu.
- Rozpoznawanie zużycia i określenie uszkodzeń maszyn i urządzeń odbywa się w następującej kolejności:

maszyna-----> zespół (mechanizm)----> podzespół---> element.

W związku z tym wyróżnia się:

- weryfikację maszyn (kwalifikowanie maszyn do remontu),
- weryfikację zespołów lub podzespołów (diagnostykę zespołów lub podzespołów),

- weryfikację podzespołów prostych i części.

Ślusarze w mniejszym stopniu zajmują się weryfikacją maszyn, ale weryfikacja zespołów i podzespołów oraz części wchodzi w zakres czynności, które powinni wykonywać.

Metody określania zużycia, uszkodzeń i wad ukrytych w czasie weryfikacji części po demontażu

Spośród wielu **metod ilościowego określania zużycia**, w warunkach warsztato-wych

najpowszechniej stosuje się metody:

- liniową,
- wagową,
- objętościową.

Metoda liniowa polega na określaniu zużycia przez zmianę wymiaru liniowego. Podstawą jest pomiar wymiaru liniowego badanego elementu po określonym czasie zużywania i porównanie z wartością zapisaną w dokumentacji technicznej elementu. Metoda liniowa bezpośrednio dotyczy parametrów stereometrycznych (geometrycznych)weryfikowanych elementów.

Metoda wagowa polega na ważeniu po określonym czasie pracy. Różnica masy elementu weryfikowanego i masy nominalnej daje informację o wartości zużycia.

Analogicznie do obu wymienionych metod, w przypadku **metody objętościowej** miarą zużycia jest zmiana objętości próbki (elementu) przed i po zużyciu.

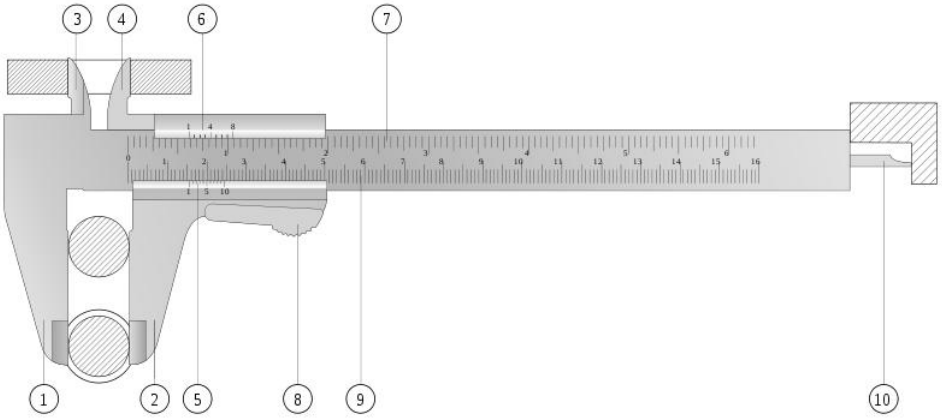
Od właściwego rozpoznania uszkodzeń zewnętrznych i wad ukrytych w znacznym stopniu zależy trafność decyzji weryfikacyjnych. Na początku wykonuje się odpowiednie próby sprawności maszyn oraz osłuchiwanie i badanie dotykowe pracujących mechanizmów z użyciem przyrządów wyczulających zmysły (np. szkieł powiększających, stetoskopów). Następnie ocenia się zespoły i podzespoły, a później elementy stosując metody przedstawione powyżej.

Pomiaru parametrów geometrycznych elementów poddawanych weryfikacji stosuje się narzędzia i przyrządy pomiarowe takie jak podczas wykonywania pomiarów warsztatowych.

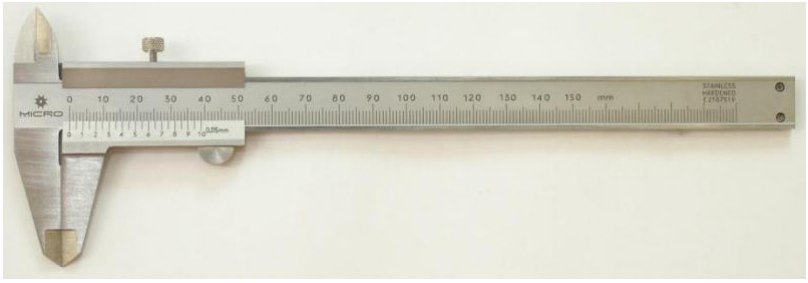
Pomiar długości

Do pomiaru długości stosuje się:

przyrządy suwmiarkowe – suwmiarki z odczytem noniuszowym, cyfrowym, wskazówkowym, głębokościomierze suwmiarkowe, wysokościomierze suwmiar-kowe.



Budowa suwmiarki: 1. stała szczęka do pomiaru wymiarów zewnętrznych, 2.ruchoma szczęka do pomiaru wymiarów zewnętrznych, 3.stała szczęka do pomiaru wymiarów wewnętrznych, 4.ruchoma szczęka do pomiaru wymiarów wewnętrznych, 5.zwiększający dokładność pomiarową odczytu w [mm], 6.noniusz zwiększający dokładność pomiarową odczytu w calach, 7.podziałka calowa, 8.dźwignia zacisku ustalającego położenie przesuwnej szczęki, 9.podziałka milimetrowa, 10.głębokościomierz, do pomiarów głębokości i wymiarów mieszanych



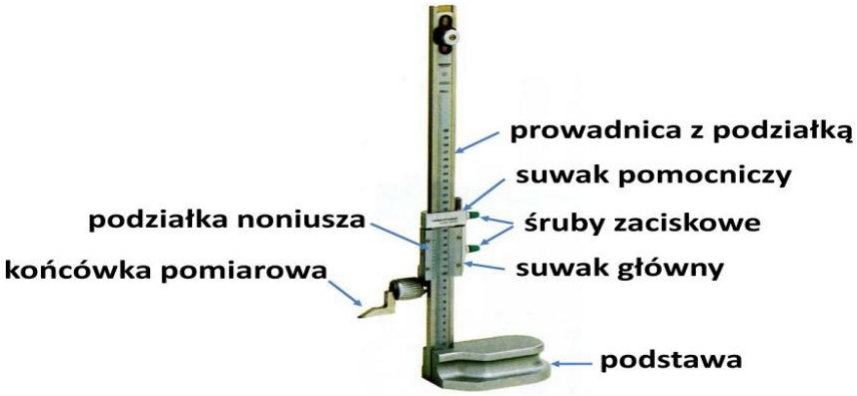
Suwmiarka z odczytem noniuszowym



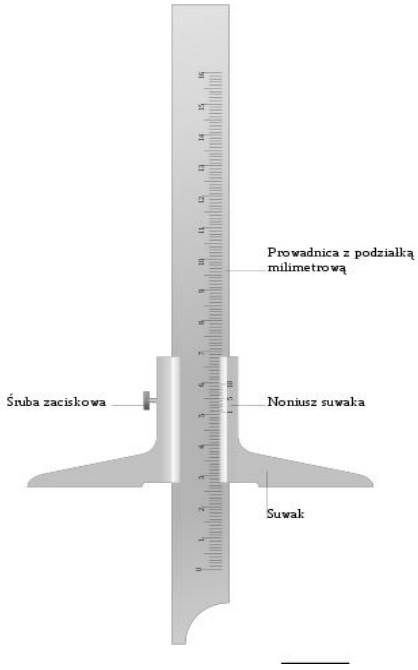
Suwmiarka z odczytem cyfrowym



Suwmiarka z odczytem wskazówkowym

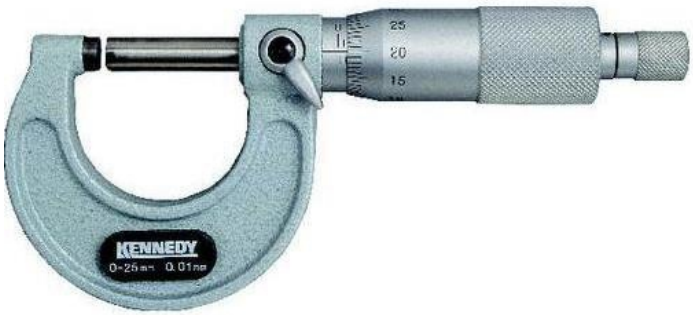


Budowa wysokościomierza suwmiarkowego



Budowa głębokościomierza suwmiarkowego

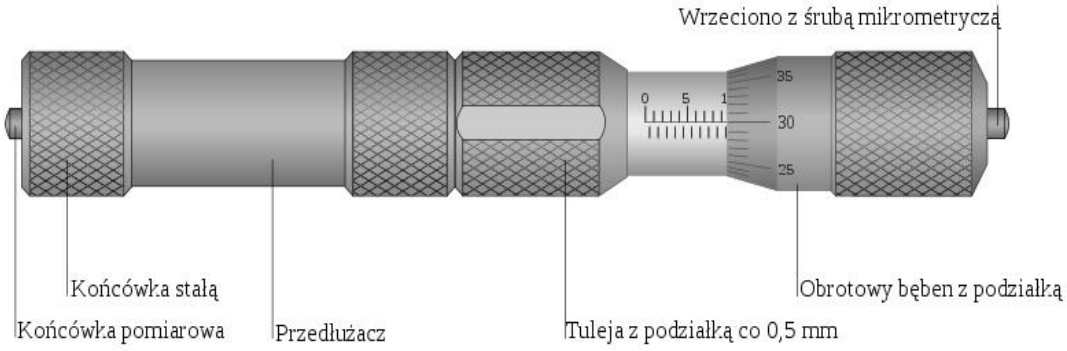
przyrządy mikrometryczne – mikrometr zewnętrzny, mikrometr wewnętrzny, średnicówka mikrometryczna, głębokościomierz mikrometryczny.



Mikrometr zewnętrzny



Mikrometr do pomiaru wymiarów wewnętrznych

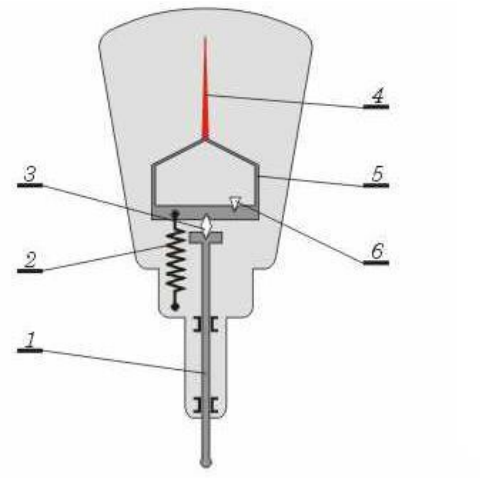


Średnicówka mikrometryczna



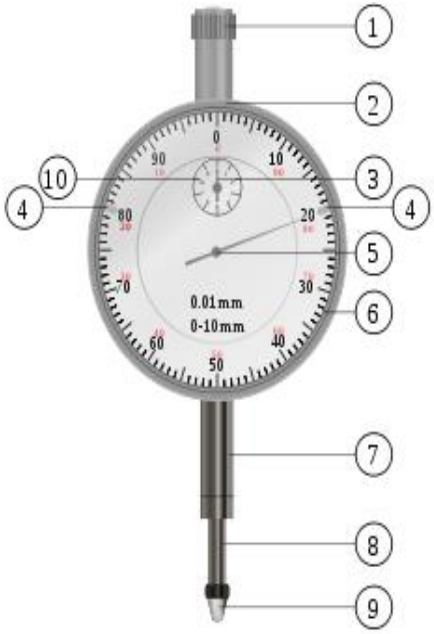
Widok głębokościomierza mikrometrycznego

Czujniki – służą do pomiarów długości metodą różnicową. Metoda ta polega na pomiarze małych różnic między wzorcem, a mierzonym wymiarem danego elementu. Wzorcem długości jest, np. stos płytek wzorcowych. Czujniki mają mały zakres pomiarowy, lecz charakteryzują się dużą dokładnością wskazań.



1. trzpień pomiarowy,
2. sprężyna,
3. dwustronny nóż,
4. wskazwka,
5. dźwignia,
6. nieruchomy nóż.

Konstrukcja czujnika dźwigniowego

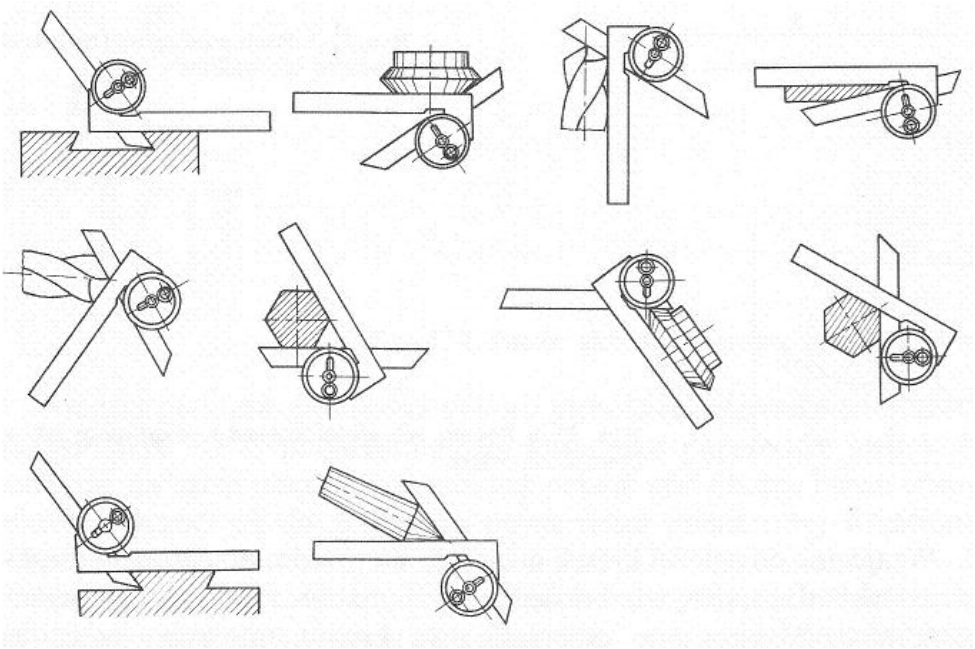


1 - uchwyt do podnoszenia i opuszczania trzpienia pomiarowego
2 - pierścień do ustawiania tarczy
3 - mała wskazówka [mm]
4 - ustawne wskaźniki tolerancji
5 - duża wskazówka
6 - obudowa
7 - tuleja trzpienia
8 - trzpień pomiarowy
9 - końcówka pomiarowa
10 - podziałka pomocnicza [mm]

Budowa czujnika zegarowego

Pomiar kątów

Pomiar kątomierzem uniwersalnym polega na przyłożeniu bez szczelin obu ramion kątomierza do powierzchni boków mierzonego kata. Wskazania odczytuje się z noniusza.



Przykłady pomiaru kątów kątomierzem uniwersalnym

W celu pomiaru kąta stosowane są płytki kątowe przywieralne składane w zestawy odpowiadające odpowiedniej wartości kąta.



Zestaw płytek kątowych przywieralnych

Sprawdziany

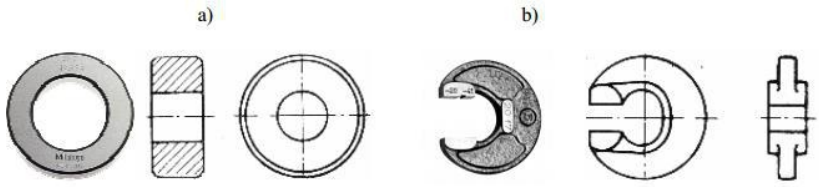
Sprawdziany umożliwiają sprawdzenie, czy dany wymiar jest poprawny, czy niepoprawny – nie pozwalają na określenie wartości rzeczywistej wymiaru. Dzięki stosowaniu sprawdzianów możliwe jest określenie, czy wymiar nie przekracza wartości granicznej (dolnej i górnej). Sprawdziany dzielą się na sprawdziany:

- wymiaru,
- kształtu.

Do najczęściej stosowanych sprawdzianów wymiaru zalicza się sprawdziany do:

- otworów,
- wałków,
- gwintów.

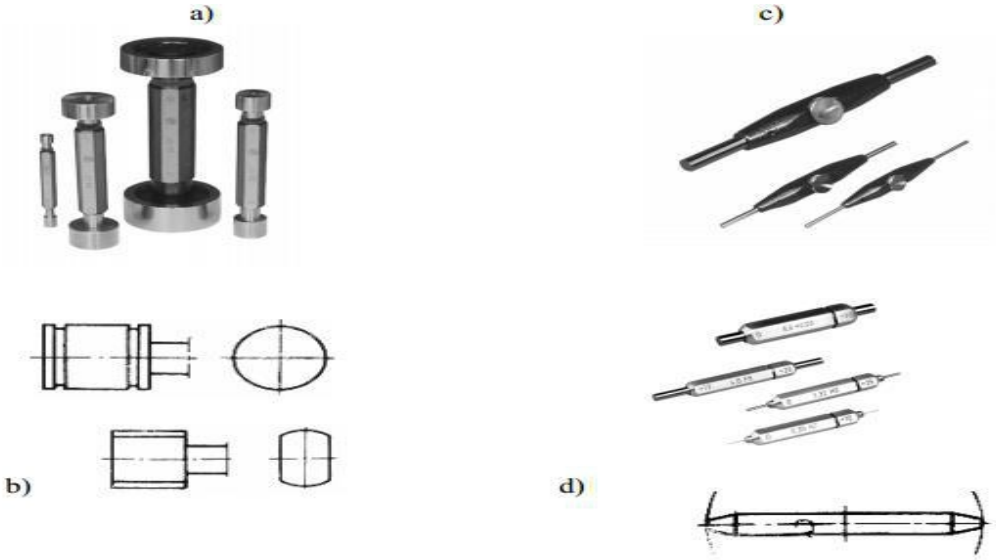
Sprawdziany mogą odwzorowywać tylko jeden wymiar graniczny (najmniejszy lub największy) – wtedy nazywane są sprawdzianami **jednogranicznymi**, mogą także odwzorowywać oba wymiary graniczne – wtedy nazywane są **dwugranicznymi**.



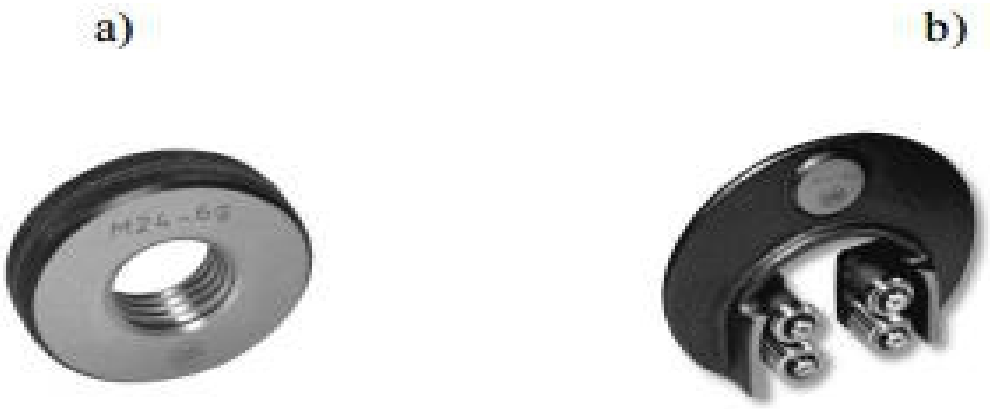
Sprawdziany jednograniczne do wałków; a) pierścieniowy, b)szczękowy



Sprawdzian dwugraniczny do wałków



Sprawdziany do otworów; a) tłoczkowy walcowy dwugraniczny, b)łopatkowy walcowy, średniówkowe, d) sposób pomiaru



Sprawdziany do gwintów zewnętrznych: a) pierścieniowy, b) szczękowy rolkowy

Sprawdzian trzpieniowy przechodnio-nieprzechodni do gwintów wewnętrznych



W celu pomiaru promienia zaokrąglenia stosowane są promieniomierze.

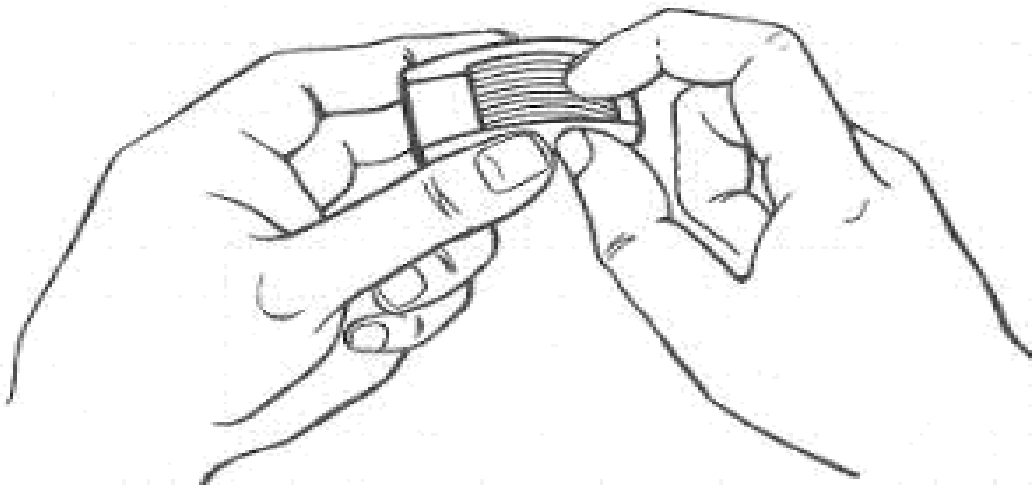


Komplet promieniomierzy

Ocena chropowatości powierzchni

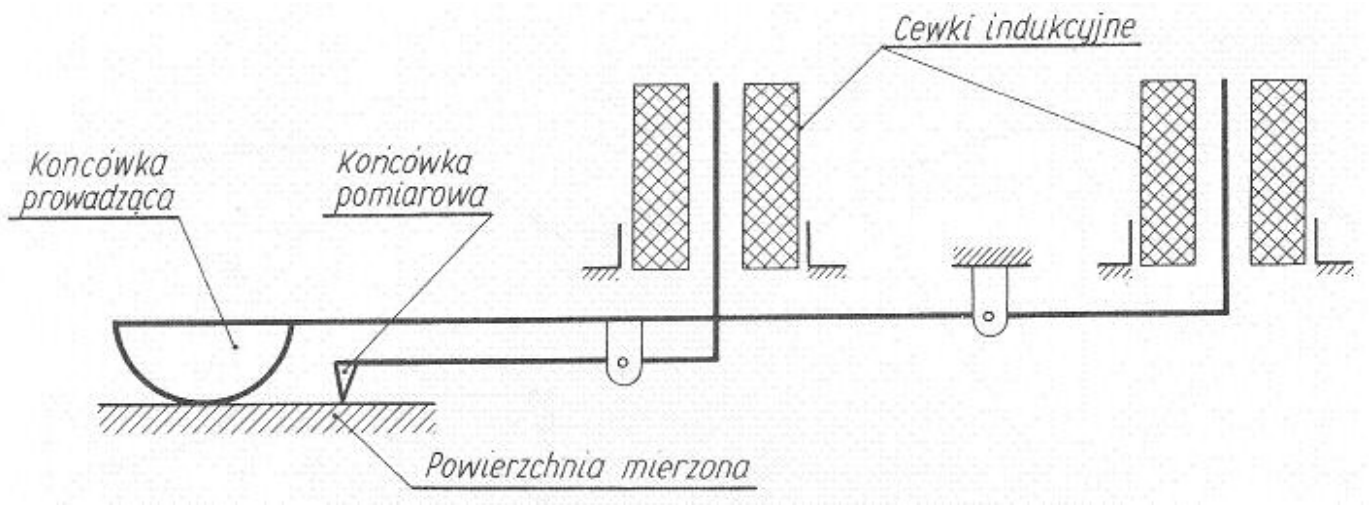
Stosowane są dwie metody oceny chropowatości powierzchni przedmiotów:

- metoda porównania z wzorcem chropowatości,
- pomiar profilometrem.



Ocena chropowatości powierzchni poprzez porównanie dotykiem wzorca chropowatości i powierzchni przedmiotu

Ocena chropowatości powierzchni *poprzez porównanie* z wzorcem polega na prze-suwaniu paznokcia lub miękkiej blaszki po powierzchni wzorca chropowatości i po po-wierzchni badanej. Jeżeli drgania paznokcia (lub blaszki) w obu przypadkach są jedna-kowe to przyjmuje się, że chropowatość badanej powierzchni i wzorca są jednakowe.



Rys. 3.31. Zasada działania profilometru

Istotą pomiaru chropowatości jest *porównanie sygnałów elektrycznych generowa-nych* w cewkach indukcyjnych sprzężonych z końcówkami: prowadzącą i pomiarową.



Stanowisko do wykonywania pomiarów profilometrem

Badania nieniszczące

Są przypadki, że weryfikacji elementów nie można dokonać metodami opisanymi powyżej, lecz niezbędna jest specjalistyczna aparatura i wykonanie tzw. badań nieniszczących.

Za pomocą **badań nieniszczących** można badać:

- wewnętrzne i zewnętrzne defekty (makroskopowe),
- cechy geometryczne,
- strukturę i skład materiału,
- niektóre właściwości fizyczne.

Badania nieniszczące dostarczają one informacji o stanie elementu i nie powodują zmian zarówno badanych, jak i niebadanych właściwości użytkowych obiektu oraz jego funkcji.

Zaliczamy do nich **defektoskopię**, która umożliwia znalezienie i identyfikację nieciągłości struktury badanego obiektu (wadę, defekt). Mogą to być zanieczyszczenia, pęknięcia i nieprawidłowości struktury wewnętrznej. Badania defektoskopowe pozwalają wykryć nawet niewielkie wady materiału oraz określić ich wymiary i lokalizację. W pracach remontowych badania defektoskopowe wykonuje się głównie metodami:

- penetracyjnymi,
- ultradźwiękowymi,
- magnetycznymi,
- rentgenowskimi.

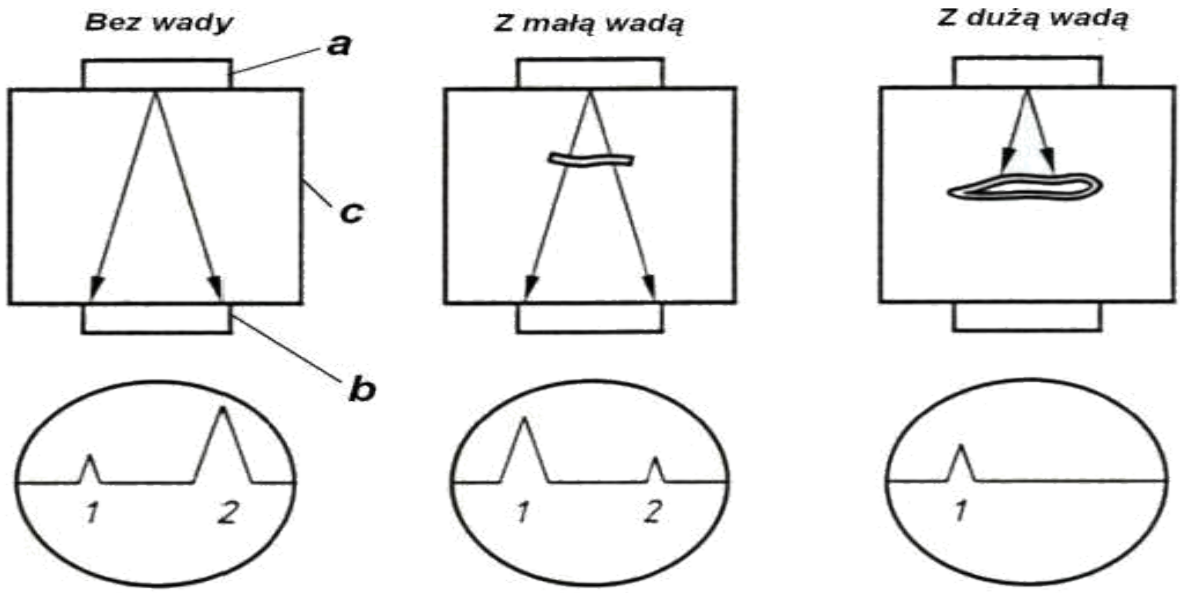
Metoda penetracyjna polega na wykorzystaniu cieczy łatwo wnikającej w wadę oraz na zabiegach umożliwiających powiększenie obrazu wykrytej wady. Metoda po-zwala na wykrycie powierzchniowych wad o szerokości powyżej 2 μm. Metoda bazuje na zdolności cieczy do wnikania w małe otwory – dzięki zjawiskom kapilarnym. Materiał pokrywa się cieczą, następnie oczyszcza się powierzchnię. Ciecz, która wniknęła do pęknięć pozostaje tam. Następnie rozpyla się wywoływacz powierzchnię badaną. Ciecz z pęknięć reaguje z wywoływaczem i powoduje zmianę koloru.

Badania ultradźwiękowe polegają na wykorzystaniu fal ultradźwiękowych przechodzących przez badane materiały. Ultradźwiękiem nazywa się drgania mechaniczne powyżej obszaru słyszalności ucha ludzkiego, o częstotliwościach ponad 20 kHz. Drgania te wywołują powstanie w materiałach fal ultradźwiękowych. Fale ultradźwiękowe rozchodzą się w ośrodkach stałych, ciekłych lub gazowych, uginają się wokół przeszkód występujących na ich drodze, a na granicy dwóch ośrodków ulegają załamaniu lub odbiciu.

Właściwości fal ultradźwiękowych wykorzystuje się przy badaniu materiałów metodami:

- przenikania,
- echa.

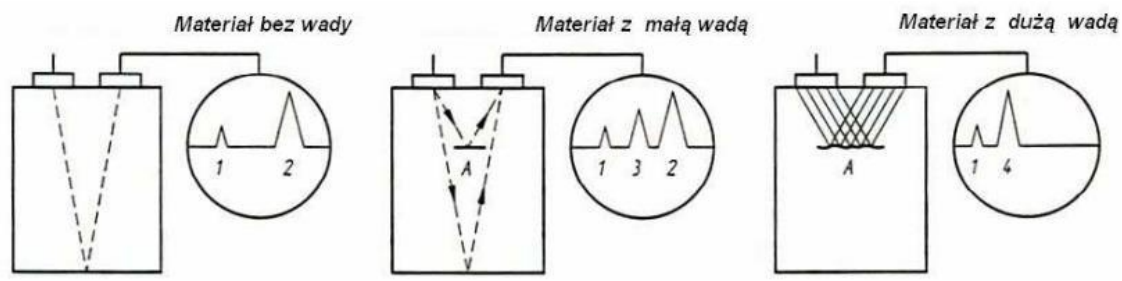
W *metodzie przenikania* stosuje się dwie sondy: nadawczą oraz odbiorczą, które są umieszczone po obu stronach badanego przedmiotu.



Badania ultradźwiękowe, metoda przenikania:

a – sonda nadawcza, b – sonda odbiorcza, c – badany przedmiot

Przebiegi na oscyloskopie odpowiadające przenikaniu fal ultradźwiękowych przez przedmiot umożliwiają ocenę czy przedmiot nie zawiera wad oraz czy wada jest mała lub duża. W przypadku przedmiotu bez wad impuls docierający do sondy odbiorczej jest duży. W przypadku niewielkiej wady impuls jest mały. Impuls ten nie występuje w przypadku dużej wady.



Badania ultradźwiękowe, metoda echa

W *metodzie echa* obie sondy (nadawcza i odbiorcza) są umieszczane po jednej stro-nie przedmiotu. Materiał bez wady daje dwa impulsy. Przedmiot z wadą daje dodatkowe impulsy.

Metody ultradźwiękowe są szeroko stosowane w badaniach do wykrywania wad wewnętrznych odlewów, konstrukcji spawanych. Może być stosowana również do badania materiałów niemetalowych takich jak guma lub tworzywa sztuczne.

Metoda rentgenowska wykorzystuje zjawisko niejednakowego pochłaniania pro-mieni rentgenowskich przez niejednorodny materiał.

Badania radiologiczne polegają na prześwietlaniu przedmiotów promieniami X lub γ, które przechodząc przez materiał ulegają rozpraszaniu i pochłanianiu. Promienie przechodzą przez przedmiot, przy czym natężenie promieniowania jest inne w materiale jednorodnym, zaś inne w materiale z wadą.

Wiązka promieniowania przepuszczona przez przedmiot na ekranie fluoroscencyj-nym lub kliszy fotograficznej (umieszczonej pod badanym przedmiotem) wytwarza ob-raz. Przedmioty jednorodne dają obraz jaśniejszy, natomiast przedmioty zanieczyszczo-ne lub pęcherze gazowe wytwarzają obraz ciemniejszy. Ocena wad, dokonywana jest przez porównanie z odpowiednimi wzorcami, wymaga jednak wiedzy i doświadczenia. Pojedynczy radiogram pozwala na określenie rodzaju wady wewnętrznej oraz jej położenia w płaszczyźnie równoległej do kliszy. Nie da się jednak na tej podstawie ustalić

Badania magnetyczne umożliwiają wykrycie wad wewnętrznych i powierzchnio-wych w materiałach ferromagnetycznych, czyli w stopach żelaza. Polegają one na wykorzystaniu różnic między przenikalnością magnetyczną stali a przenikalnością przez wady takie jak:

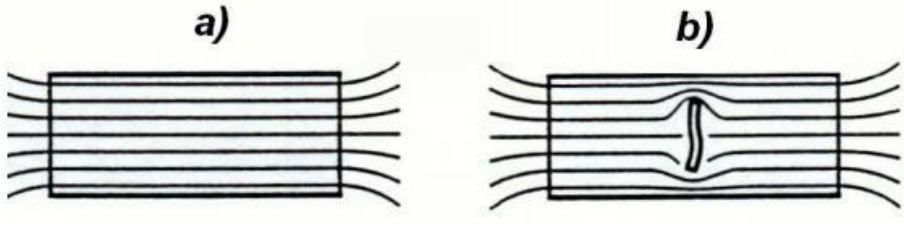
pęknięcia,

rysy,

wtrącenia niemetaliczne,

pęcherze gazowe.

Linie sił pola magnetycznego przebiegające drogą o największej przenikalności omi-jają wady, zagęszczając się na ich granicy.



Rozkład sił pola magnetycznego w ferromagnetyku:

a – przedmiot bez wady, b – przedmiot z wadą [Katarzyński S., Kocańda S., Zakrzewski M.: Badania właściwości materiałów mechanicznych metali. Wyd. III. WNT, Warszawa 1969]

Ocena przebiegu linii sił pola magnetycznego na powierzchni badanego przedmiotu wymaga ich uwidocznienia. Przedmiot przed badaniem spryskuje się zawiesiną proszku ferromagnetycznego w nafcie lub oleju. Po włączeniu pola magnetycznego cząstki proszku układają się na powierzchni przedmiotu w linie równoległe, zagęszczające się na krawędzi wady. Metoda magnetyczna daje bardzo dobre wyniki podczas wykrywania wad powierzchniowych, stosuje się ją do wykrywania rys, pęknięć, pęcherzy gazowych, zawalcowań itp.

Zadanie:

- **zapoznać się z materiałem i potwierdzić to drogą mailową**