

Moduł 3

Narzędzia i przyrządy pomiarowe stosowane podczas wykonywania obróbki maszynowej

1. Wstęp
2. Podstawowe pojęcia z metrologii
3. Wzorce miar
4. Przyrządy pomiarowe
5. Sprawdziany
6. Dobór przyrządów pomiarowych
7. Użytkowanie i konserwacja narzędzi pomiarowych

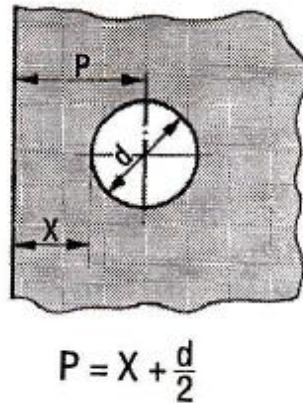
1. Wstęp

Celem pomiarów warsztatowych jest stwierdzenie zgodności wykonania przedmiotu obrabianego z rysunkiem technicznym. Obrabiany przedmiot może być sprawdzany i mierzony zarówno w czasie jego wykonywania, jak i po wykonaniu. Pomiar polega na porównaniu mierzonej wartości danej wielkości ze znaną wartością tej wielkości, przyjmowaną za jednostkę miary. Sprawdzenie polega na stwierdzeniu, czy dany przedmiot spełnia określone założenia, np. pod względem kształtu, wymiarów, chropowatości powierzchni. Nie wymaga ono podawania wielkości liczbowej danej wielkości.

W technice pomiarów warsztatowych stosuje się dwie metody pomiarowe:

- a. **bezpośrednią**, w której wynik pomiaru otrzymuje się przez odczytanie wskazania przyrządu pomiarowego;
- b. **pośrednią**, która polega na bezpośrednich pomiarach innych wielkości, z których można obliczyć wielkość poszukiwaną

Rys. 3.1 Pomiar wymiaru pośredniego.



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

Pomiar przeprowadza się w określony sposób, na który składają się charakterystyczne czynności i kolejność ich wykonywania. Każdy wynik pomiaru jest obarczony, błędem pomiaru, którego źródłami są:

- błąd metody,
- błąd narzędzia,
- błąd odczytu.
-

2. Podstawowe pojęcia z metrologii

Metrologia jest nauką zajmującą się sposobami dokonywania pomiarów oraz zasadami interpretacji uzyskanych wyników.

Można wyróżnić następujące rodzaje metrologii:

- ogólną,
- stosowaną (przemysłową),
- teoretyczną (naukową),
- prawną.

Podstawą metrologii są jednostki miar, które grupowane są w układy. Obecnie najpowszechniej używanym standardem jest układ SI.

Część metrologii zajmująca się praktycznym uzyskiwaniem wyników pomiarów to miernictwo. Dlatego metrologia zajmuje się również narzędziami służącymi do pomiaru, czyli narzędziami pomiarowymi.

2.1. Czujnik

Czujnik jest to układ fizyczny lub biologiczny, który swoją reakcją na bodziec fizyczny lub biologiczny przekształca w mierzalny sygnał innej wielkości fizycznej.

2.2. Jednostka

Jednostka (jednostka miary, miano) jest określona miara danej wielkości służąca za miarę podstawową, czyli wzorzec do ilościowego wyrażania innych miar danej wielkości metodą porównania tych miar za pomocą liczb. Wartość liczbowa takiej miary podstawowej wynosi jeden, stąd jej nazwa - jednostka miary. Konkretnie wartości wielkości można przedstawiać zarówno wielokrotnościami, jak i ułamekami jednostek, a same wartości, o ile to możliwe, mogą być zarówno dodatnie, jak i ujemne.

2.3. Pomiar

Pomiar według *Międzynarodowego słownika podstawowych terminów w metrologii – International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (ISO, 2007)* - skrót: VIM - jest to zbiór operacji mających na celu wyznaczenie wartości wielkości.

2.4. Niepewność pomiaru

Niepewność pomiarowa to według słownika VIM parametr związany z wynikiem pomiaru, charakteryzujący rozrzut wartości, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej.

Niepewność pomiaru jest wynikiem oddziaływania szeregu przyczyn, do których można zaliczyć m. in.:

- niepełne uwzględnienie oddziaływania czynników otoczenia (np. temperatury),
- niedoskonałości charakterystyk technicznych przyrządu (histereza, rozrzut wskazań, określona rozdzielczość),
- błędy odczytu ze skal analogowych (błąd paralaksy),
- niedokładność użytych wzorców,
- przyjęte uproszczenia i założenia co do metody pomiaru,
- niedoskonałość realizacyjna definicji mierzonego parametru (np. wykonując pomiar średnicy wałka mikrometrem, poprzez nieprawidłowe ustawienie końcówek pomiarowych mierzy się jedną z cięciw), itp.

2.5. Błąd pomiaru

Błąd pomiaru jest to niezgodność wyniku pomiaru z wartością wielkości mierzonej (otrzymany wynik pomiaru), a wartością rzeczywistą,

Rozróżnia się błędy:

- a. **systematyczne**, które przy wielokrotnym wykonywaniu pomiarów tej samej wielkości i w tych samych warunkach są stałe, np. błąd wynikający ze zużycia szczęk suwmiarki;
- b. **przypadkowe**, nie dające się wyeliminować ani nawet przewidzieć;
- c. **nadmierne (grube)**, które powstają na skutek nieprawidłowego wykonywania pomiaru.

Błędy systematyczne eliminuje się przez wykrycie i określenie przyczyn ich powstawania.

Błędy nadmierne i przypadkowe są łatwiejsze do usunięcia. Osiąga się to przez powtórzenie tego samego pomiaru i określenie średniej arytmetycznej z pomiarów wykonywanych w tym samym miejscu i w tych samych warunkach.

Do obliczenia średniej nie wlicza się wyników pomiarów, które rażąco odbiegają od pozostałych. Podczas pomiarów należy zdawać sobie sprawę z przyczyn powodujących powstawanie błędu pomiaru. Błąd może być dodatni bądź ujemny. Liczbową wartość błędu można wyrazić jako:

- **błąd bezwzględny**, określający różnicę algebraiczną między wynikiem pomiaru, a wartością wielkości mierzonej;
- **błąd względny**, wyrażony stosunkiem błędu bezwzględnego do wartości wielkości mierzonej.

Pierwszym rezultatem przeprowadzenia pomiaru jest surowy wynik pomiaru, który może być obciążony błędem systematycznym. Do wykonywania pomiarów służą wzorce miar, sprawdziany i przyrządy pomiarowe.

Ze względu na przeznaczenie przyrządy pomiarowe dzieli się na:

- a. **etalony** (wzorce lub przyrządy pomiarowe o wysokiej dokładności), przeznaczone wyłącznie do sprawdzania przez porównanie innych narzędzi pomiarowych;
- b. **przyrządy pomiarowe użytkowe** do wykonywania pomiarów użytkowych w warunkach produkcyjnych lub laboratoryjnych;
- c. **przyrządy pomiarowe pomocnicze** do pomiarów wielkości wpływających na wartość wielkości mierzonej lub wskazania przyrządu pomiarowego, np. wbudowana w przyrząd pomiarowy poziomnica do sprawdzania właściwego ustawienia przyrządu pomiarowego.

Właściwości metrologiczne przyrządów pomiarowych:

- a. podziałka przyrządu pomiarowego jest to uporządkowany zbiór wskazów (kreski lub inne znaki) naniesionych na podzielnice urządzenia wskazującego (rys. 3.2)
- b. długość działki elementarnej jest to odległość między osiami dwóch sąsiednich wskazów,
- c. zakres pomiarowy przyrządu jest to przedział od najmniejszej do największej wartości wielkości mierzonej, w którym przyrząd może być stosowany z błędem nie przekraczającym granicznego błędu dopuszczalnego,

- d. dokładność przyrządu pomiarowego jest to największy błąd wskazania przyrządu, który występuje przy prawidłowym wykonaniu pomiaru tym przyrządem, np. 0,01 mm dla mikrometru.

Rys. 3.2. Podziałka kreskowa z przesunięciem wskazówki: a) prostoliniowym, b) łukowym



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

Błędy graniczne dopuszczalne są to wartości krańcowe błędu przyrządu pomiarowego określone odpowiednimi przepisami legalizacyjnymi. Praktycznie przyjmuje się, że w warunkach produkcyjnych wartość dokładności pomiaru równa się $\pm 0,5$ wartości działki elementarnej przyrządu. Podczas pomiarów wymiarów tolerowanych należy dobrać taki sprzęt pomiarowy, aby wartość dokładności pomiaru wynosiła $0,1 + 0,2$ tolerancji wymiaru.

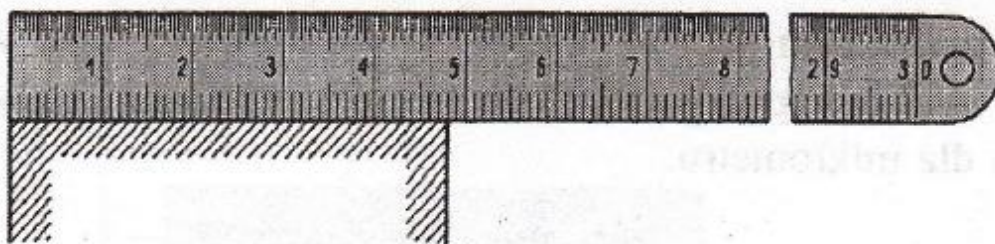
1. Wzorce miar

Wzorce miar są to urządzenia odtwarzające niezmiennie podczas ich użycia, jedną lub wiele znanych wartości danej wielkości.

3.1. Przymiar kreskowy

Przymiar kreskowy (rys. 3.3) służy do bezpośredniego pomiaru długości z dokładnością do 1 mm, Jest to listwa lub taśma stalowa z naciętą podziałką milimetrową. Niektóre miary mają również podziałkę co pół milimetra. Rozróżnia się przymiary kreskowe sztywne, półsztywne i wstępowe (zwijane) oraz składane.

Rys. 3.3. Przymiar kreskowy

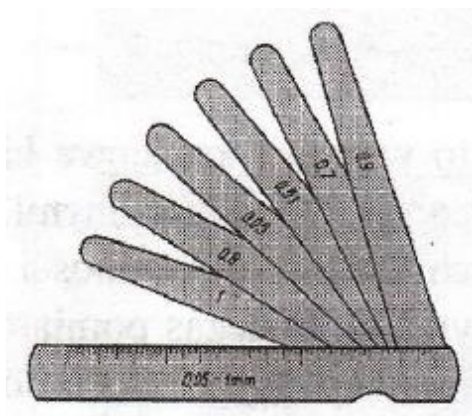


Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

3.2. Szczelinomierz

Szczelinomierz służy do pomiaru szczelin i luzów między powierzchniami współpracujących elementów. Składa się z kompletu płytek, każda o innej grubości, osadzonych obrotowo jednym końcem w oprawie (rys. 3.4). Na każdej płytce podana jest jej grubość. Zakresy pomiarowe szczelinomierzy wynoszą zwykle 0,05 . 1,00 mm.

Rys. 3.4. Szczelinomierz

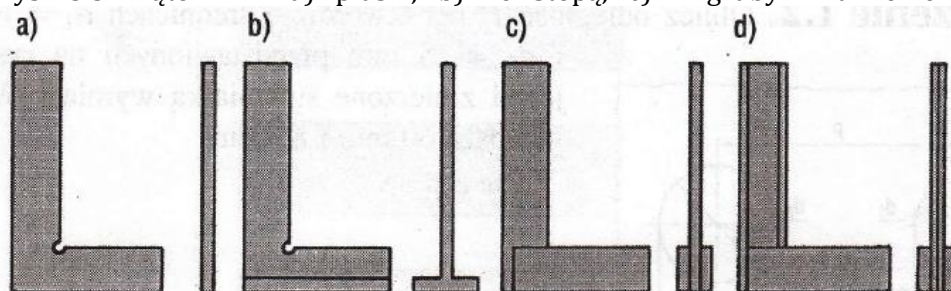


Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

3.3. Kątowniki

Kątowniki są to wzorce kąta prostego. Rozróżnia się kątowniki płaskie, ze stopą, z grubym ramieniem i krawędziowe (rys. 3.5).

Rys. 3.5. Kątowniki: a) płaski, b) ze stopą, c) z grubym ramieniem, d) krawędziowy



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

3.4. Wzorce zarysu gwintów

Wzorce zarysu gwintów (rys. 3.6) są przeznaczone do sprawdzania prawidłowości zarysu gwintu i skoku gwintu oraz do szybkiego rozpoznawania gwintu o nieznanym zarysie. Na każdym „grzebyku” jest podane oznaczenie gwintu,

Rys. 3.6 Wzorce zarysu gwintu



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

3.5. Wzorce łuków

Wzorce łuków (rys. 3.7) są to wzorniki do sprawdzania promieni zaokrągleń wypukłych i wklęsłych.

Rys. 3.7. Wzorce łuków



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

3.6. Płytki wzorcowe

Płytki wzorcowe zapewniają bardzo dokładne odtworzenie wymiaru z błędem poniżej 0,001 mm.

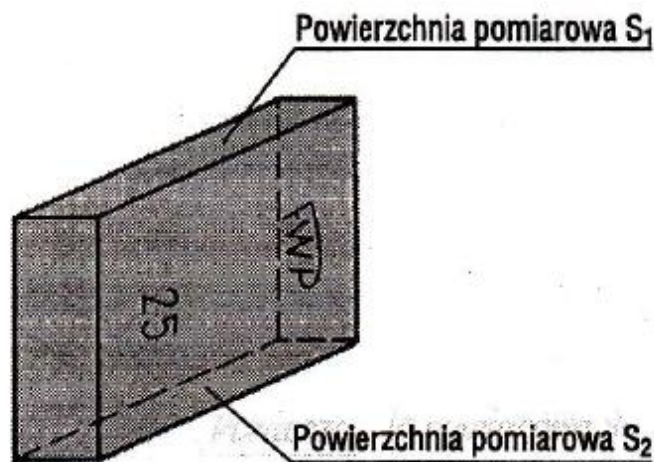
Płytki wzorcowe stosowane są do:

- a. sprawdzania dokładności wskazań przyrządów pomiarowych (mikrometrów, suwmiarek),

- b. nastawiania przyrządów do pomiarów porównawczych (mikrometry czujnikowe, czujniki zegarowe),
- c. sprawdzania zużycia sprawdzianów,
- d. nastawiania sprawdzianów nastawczych,
- e. dokładnych pomiarów bezpośrednich.

Płytką jest prostopadłościanem, którego dwie ściany przeciwległe są równoległe względem siebie i oddalone o ściśle określoną odległość, stanowiącą wymiar nominalny wybity na płytce (rys. 3.8).

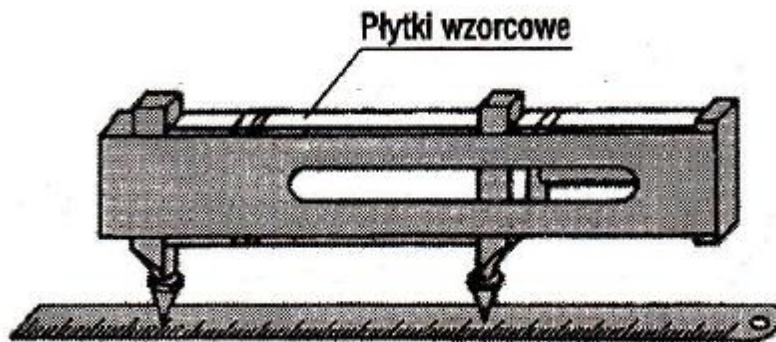
Rys. 3.8. Płytką wzorcowa



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

Powierzchnie płytek wzorcowych odznaczają się wysoką twardością i odpornością na ścieranie oraz bardzo dużą gładkością i płaskością. Każda płytka jest wzorcem tylko jednego wymiaru i dlatego do pomiarów stosuje się komplety płytek mały - 47 płytek, średni - 76 i duży - 103 płytki (rys 3.9)

Rys. 3.10. Sprawdzanie przymiaru kreskowego za pomocą płytek wzorcowych



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

3.7. Wzorce płaskości i prostoliniowości

Wzorce płaskości i prostoliniowości stosuje się w pomiarach warsztatowych, Należą do nich liniały i płyty pomiarowe.

Liniały krawędziowe i powierzchniowe służą do pomiarów odchyłek płaskości i prostoliniowości. Liniał krawędziowy niekiedy stosuje się jako urządzenie pomiarowe pomocnicze, np. do porównywania wysokości przedmiotu ze stosem płytek wzorcowych. Płyty pomiarowe są wykorzystywane podczas pomiaru jako płaszczyzny podstawowe.

2. Przyrządy pomiarowe.

Przyrządy pomiarowe są to urządzenia przeznaczone do wykonywania pomiarów samodzielnie lub z wieloma urządzeniami dodatkowymi, przetwarzającymi wielkości mierzone na odpowiednie wskazania. Rozróżnia się przyrządy suwmiarkowe, mikrometryczne, czujniki pomiarowe, przyrządy do pomiaru kątów, maszyny pomiarowe i inne.

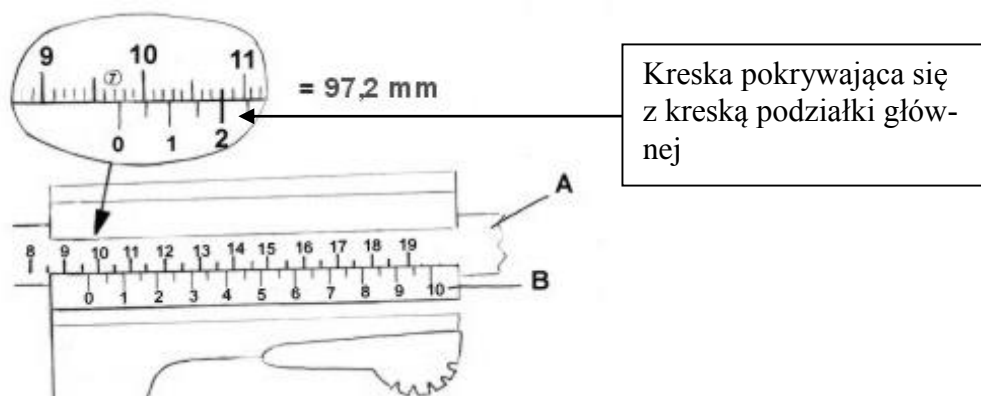
4.1. Przyrządy suwmiarkowe

Przyrządy suwmiarkowe są to najczęściej stosowane uniwersalne przyrządy pomiarowe. Dzielą się na suwmiarki, głębokościomierze suwmiarkowe i wysokościomierze suwmiarkowe. Są one wyposażone w kreskowy wzorzec długości o wartości działki zwykle 1 mm oraz w tzw. noniusz, który zmniejsza błąd pomiaru.

Najczęściej są stosowane noniusze o liczbie działek $n = 10$

Jeżeli noniusz ma n działek, to największy błąd odczytu wynosi $\pm 1/n$ mm. Na rysunku 3.13 przedstawiono sposób odczytu wyniku pomiaru z użyciem noniusza. liczbę pełnych milimetrów odczytuje się na podziałce głównej, a ułamek milimetra na noniuszu, obserwując, która kreska noniusza pokrywa się z jedną z kresk wzorca.

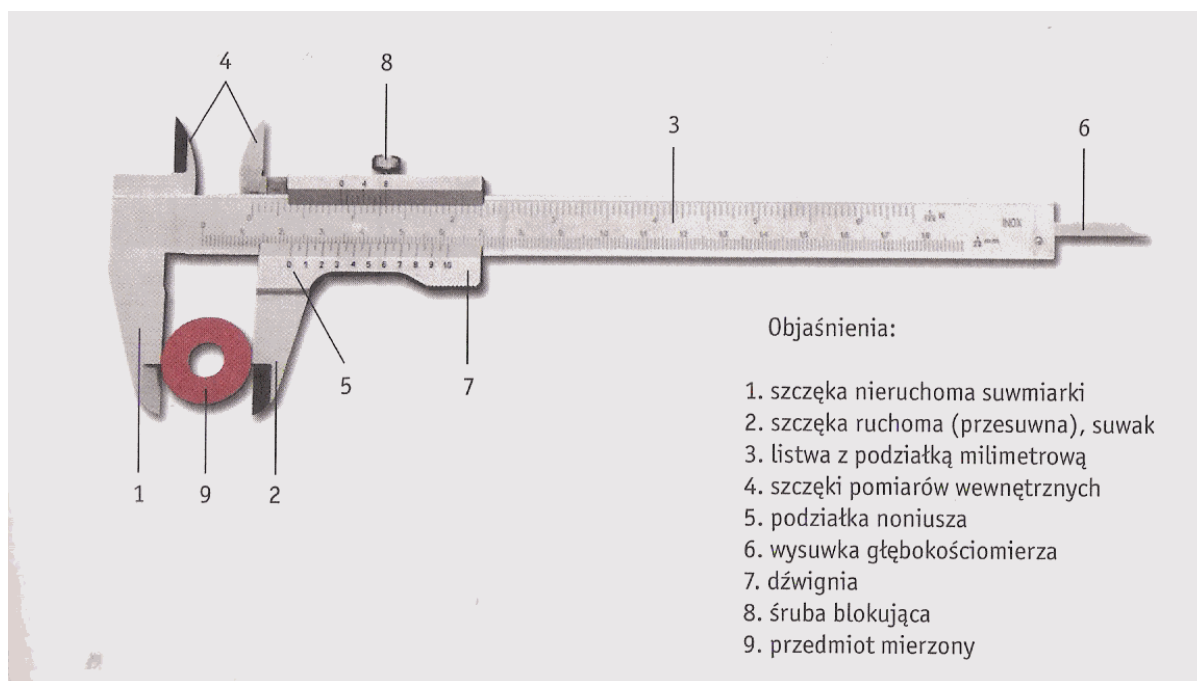
Rys. 3.12. Zasada odczytu pomiaru za pomocą noniusza a) skala główna, b) noniusz



<http://ceramiczne-abc.blog.onet.pl/2008/10/03/suwmiarka-sposob-pomiaru/>

Suwmiarka dwustronna z głębokościomierzem zwana uniwersalną (rys. 3.13) służy do pomiarów zewnętrznych, wewnętrznych oraz głębokości otworów. Jest powszechnie stosowanym podręcznym przyrządem pomiarowym. Pomiar suwmiarką wykonuje się często dwu- lub trzykrotnie w różnych płaszczyznach, przy czym jako wynik pomiaru przyjmuje się średnią wszystkich wymiarów. Takie postępowanie gwarantuje zwiększenie dokładności pomiaru. W praktyce warsztatowej poza suwmiarką uniwersalną używa się suwmiarek o dokładności pomiaru 0,05 mm i 0,02 mm.

Rys. 3.13. Suwmiarka dwustronna z głębokościomierzem



<http://opisy.przyrzadypomiarowe.prv.pl/5przrzsuwm.htm>

Głębokościomierz suwmiarkowy służy do pomiarów wymiarów mieszanych. Stosuje się go tam, gdzie ze względu na trudny dostęp nie można użyć suwmiarki

Wysokościomierz suwmiarkowy (rys. 3.14) służy do pomiaru wysokości przedmiotu lub wzajemnych odległości punktów albo powierzchni przedmiotów, głównie do pomiaru

skomplikowanych części, np. korpusów, a także trasowania (rysowana) rysunków na powierzchniach przedmiotów po zamocowaniu w suwaku (zamiast końcówki pomiarowej rysika). Suwak pomocniczy przyrządu wraz ze śrubami zaciskowymi umożliwia dokładne ustawienie suwaka z końcówką pomiarową. Wysokościomierze są produkowane w różnych wielkościach, o zakresach pomiarowych do 1000 mm.

Rys. 3.14. Wysokościomierz suwmiarkowy



<http://opisy.przyrzadypomiarowe.prv.pl/5przyrzsuum.htm>

Obecnie coraz częściej stosuje się nowe typy przyrządów suwmiarkowych, które ułatwiają odczyt pomiaru i podwyższają dokładność wskazań. Należą do nich suwmiarki czujnikowe z urządzeniem wskazującym w postaci tarczy ze wskazówkami i suwmiarki cyfrowe wyposażone w czytnik elektroniczny z wyświetlaczem cyfrowym. Suwmiarki cyfrowe umożliwiają pomiar w systemie metrycznym i calowym, mogą współpracować z komputerem i drukarką, dzięki czemu można opracowywać wszystkie wyniki pomiarów i wydrukowywać je, prowadzić rejestrację wyrobów dobrych i złych.

4.2. Przyrządy mikrometryczne

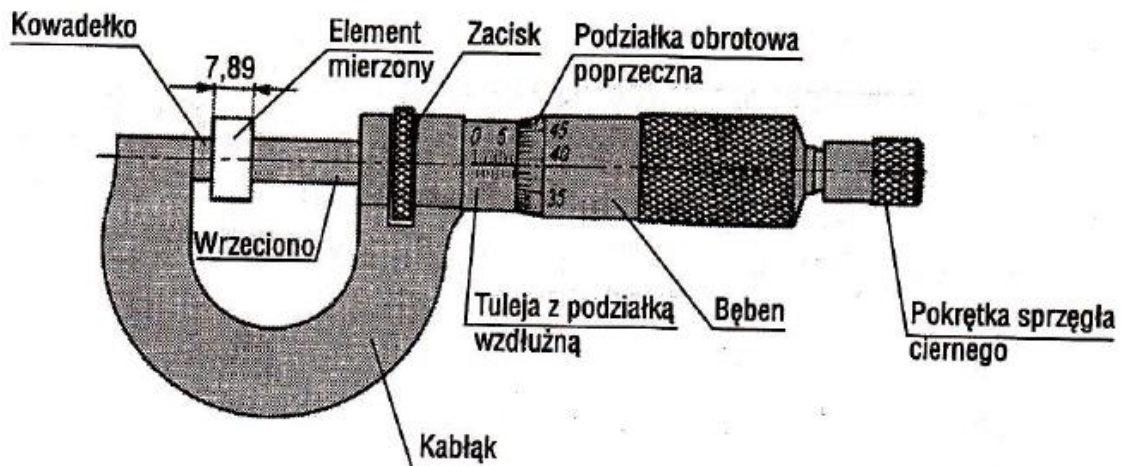
Przyrządy mikrometryczne są przeznaczone do bezpośrednich pomiarów wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych z dokładnością do 0,01 mm. Dzieli się je na:

- mikrometry zewnętrzne,
- mikrometry wewnętrzne,
- średnicówki mikrometryczne
- głębokościomierze mikrometryczne.

Zasada działania tych przyrządów polega na tym, że śruba mikrometryczna obracając się w nakrętce przesuwa się o odległość proporcjonalną do liczby obrotów. Po jednym pełnym obrocie śruba przesuwa się o skok gwintu (0,5 mm). Jeśli na bębnie połączonym ze śrubą jest 50 równomiernie rozmieszczonych działek, to obrót śruby o jedną działkę spowoduje przesunięcie śruby o 0,01 mm. Śruba mikrometryczna nie może być zbyt długa, gdyż nawet bardzo małe błędy skoku sumując się, powodowałyby duży błąd pomiaru. Dlatego przyrządy mikrometryczne mają niewielki zakres pomiarowy, zwykle 25

mm (0+25 mm, 25+50 mm itd.). Na rysunku 3.15 przedstawiono mikrometr zewnętrzny.

Rys. 3.15. Budowa mikrometru do pomiaru wymiarów zewnętrznych

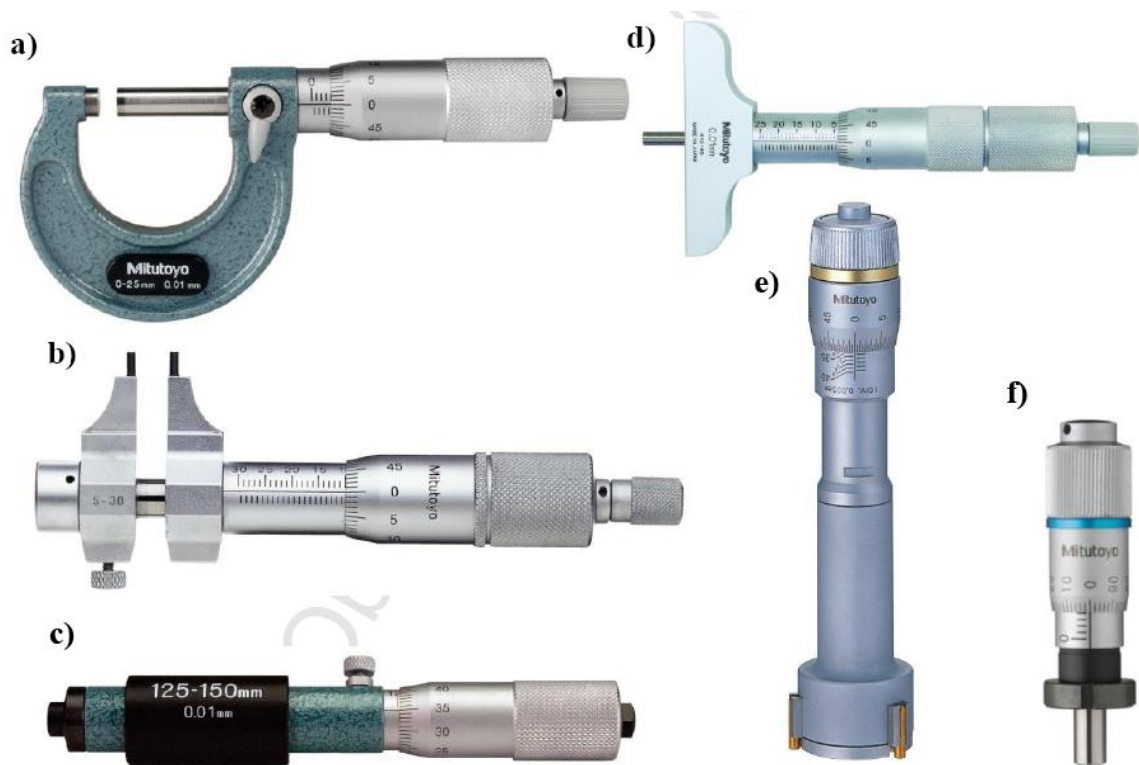


Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

Przedmiot mierzony zaciska się między wrzecionem a kowadełkiem. w czasie pomiaru bęben należy obracać za pomocą pokrętła sprzęgła, co zapewni odpowiedni nacisk pomiarowy. powierzchnie pomiarowe mikrometru mogą być płaskie, kuliste, płaskie zwężone lub rozszerzone. wartość mierzonego wymiaru określa się odczytując na podziałce wzdłużnej liczbę pełnych milimetrów i połówek milimetrów odsłoniętych przez brzeg bębena, a następnie odczytuje się setne części milimetra na podziałce wzdłużnej bębna, patrząc, która działka na obwodzie bębna odpowiada wzdłużnej kresce wskaźnikowej tulei.

Rys. 3.16. Przykłady różnych odmian przyrządów mikrometrycznych ogólnego przeznaczenia: a) mikrometru do wymiarów zewnętrznych; b) mikrometru szczękowego (do wymiarów we-

wewnętrznych); c) średnicówki dwustykowej; d) głębokościomierza mikrometrycznego; e) średnicówki trójstykowej; f) głowicy mikrometrycznej



<http://ioitbm.p.lodz.pl/Dydaktyka/MWG/INSMWG05.pdf>

Mikrometr wewnętrzny (rys. 3.16b) jest stosowany do pomiaru średnic otworów wgłębień i szerokich rowków. Powierzchniami pomiarowymi są zewnętrzne strony szczęk mikrometru. Zakresy pomiarowe wynoszą 5÷30 mm i 30÷55 mm.

Średnicówką mikrometryczną (rys. 3.16c) mierzy się wymiary wewnętrzne. Dla zwiększenia zakresu pomiarowego wyposaża się ją w komplet przedłużaczy, które zapewniają pomiar w granicach 75+500 mm.

Głębokościomierz mikrometryczny (rys. 3.16d) jest przystosowany do pomiaru wymiarów mieszanych, np. głębokości tworów nieprzelotowych, wgłębień albo wysokości załamania. Głębokościomierze mogą też mieć wymienne przedłużacze. Zakresy pomiarowe najczęściej stosowanych głębokościomierzy wynoszą 0+100 mm. Obecnie produkuje się i stosuje przyrządy mikrometryczne z cyfrowymi urządzeniami wskazującymi.

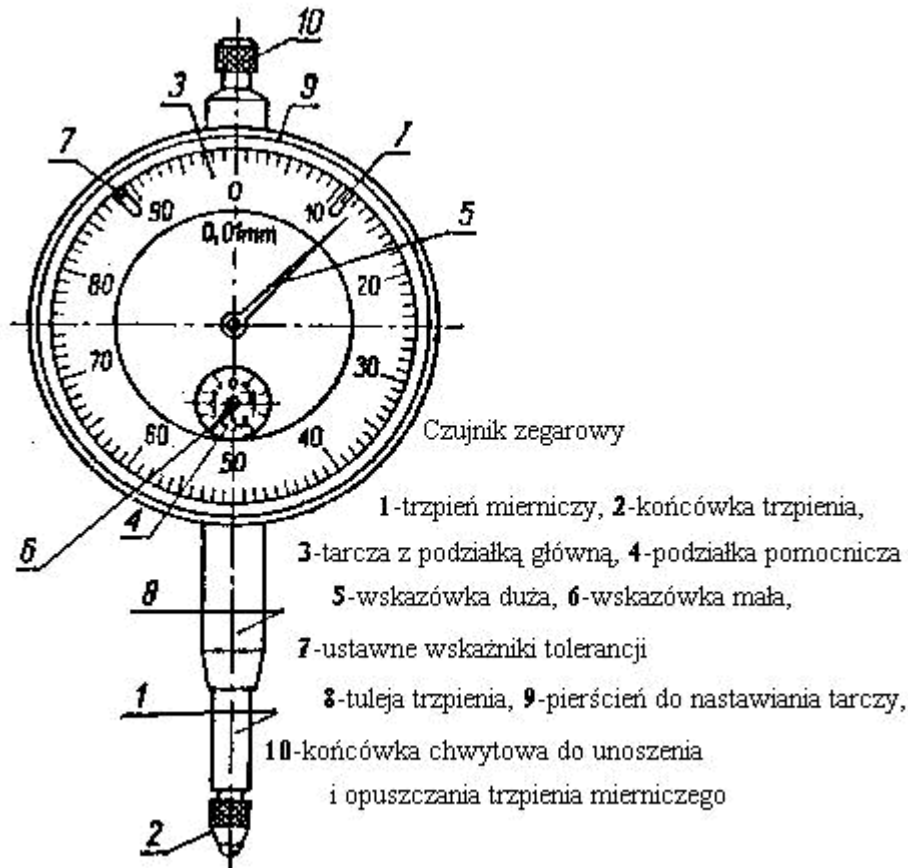
4.3 Czujniki pomiarowe

Czujniki pomiarowe są to przyrządy do pomiarów długości metodą różnicową, która polega na mierzeniu małej różnicy między wzorcem (zwykle stosem płytek wzorcowych) i mierzonym wymiarem.

Są one wyposażone w przekładnię, która zamienia ruch końcówki pomiarowej na ruch wskazówki przyrządu w taki sposób, aby niewielki ruch końcówki pomiarowej powodował znaczne przesunięcie wskazówki. W zależności od rodzaju przekładni rozróżnia się czujniki mechaniczne, pneumatyczne, optyczne i elektryczne. Wśród czujników me-

chanicznych rozróżnia się czujniki dźwigniowe, zębate (zegarowe), dźwigniowo zębate, dźwigniowo śrubowe i sprężynowe. W praktyce warsztatowej najczęściej stosuje się czujnik zegarowy (rys. 3.17) ze względu na dużą dokładność wskazań, łatwość obsługi i uniwersalność zastosowań. Zakres pomiarowy tego czujnika wynosi 3 lub 10 mm, a wartość działki elementarnej 10 pm.

Rys. 3.17. Budowa czujnika zegarowego



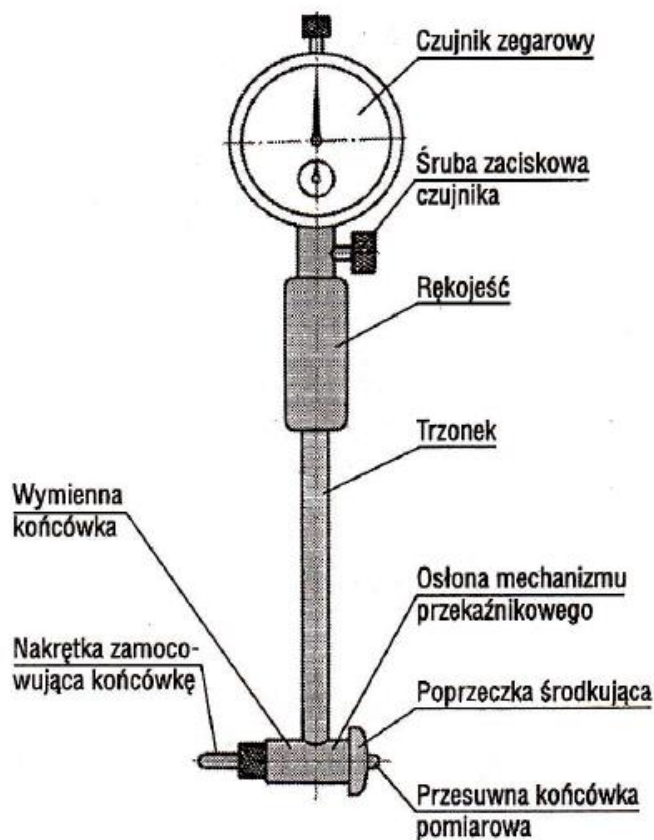
Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

Przesunięcie trzpienia odczytuje się na dwóch podziałkach - głównej (wartość działki elementarnej wynosi 0,01 mm) i pomocniczej (wartość działki elementarnej wynosi 1 mm). Tarczę z podziałką główną można obracać, aby zero podziałki pokryło się z małą wskazówką: jest to zerowanie czajnika, Gdy sprawdza się większą liczbę przedmiotów o złożonych odchyłkach, kontrolę można ułatwić przez oznaczanie wskazówkami tolerancji granic pola tolerancji.

Czujniki zegarowe są stosowane do: sprawdzania wymiarów, pomiarów porównawczych przedmiotów płaskich i walcowych, sprawdzania dokładności ustawienia i zamocowania przedmiotów na obrabiarce, kontroli błędów kształtu wykonanych przedmiotów, do sprawdzenia dokładności montażu zespołów. Czujniki zegarowe o wartości działki elementarnej najczęściej ,01 mm i zakresie pomiarowym 0:10 mm umieszcza się na statywie.

Przedstawiona na rys. 3.18 średnicówka czujnikowa umożliwia wykorzystanie czujnika zegarowego do pomiaru wymiarów wewnętrznych metodą pośrednią. Jest ona używana do dokładnego pomiaru średnic głębokich otworów i wyznaczania ich błędów kształtu. W czasie pomiaru, po włożeniu średnicówki do mierzonego otworu, należy wykonywać nią wahadłowe ruchy obserwując wskazania czujnika. Właściwy odczyt będzie wówczas, gdy wartość odczytu będzie najmniejsza, przyrządy do pomiaru kątów są przeznaczone do bezpośredniego pomiaru wymiarów kątów. w technice pomiarów warsztatowych spotyka się kątomierze zwykłe i uniwersalne. Wartość działki elementarnej kątomierza zwykłego wynosi 1° .

Rys. 3.18. Średnicówka czujnikowa



Źródło: Janina Dretkiewicz-Więch: Technologia mechaniczna Techniki wytwarzania. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2000r.

Wskazania przyrządu odczytuje się podobnie jak na suwmiarce. Liczbę stopni wskazuje kreska zerowa noniusza, a liczbę minut jedna z kreszek podziałki głównej, pokrywająca się z kreską podziałki noniusza. kątomierzem uniwersalnym można mierzyć kąty z dokładnością $\pm 5'$.

3. Sprawdziany

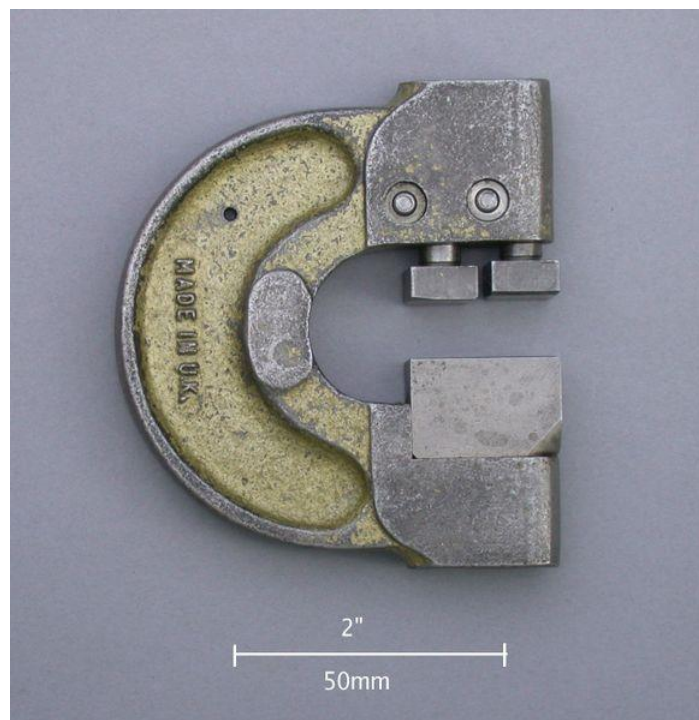
Sprawdziany są to urządzenia przeznaczone do sprawdzania wymiarów granicznych, stosowane jako przyrządy kontrolne w produkcji seryjnej lub masowej. Umożliwiają one sprawdzenie, czy wymiar wykonanego przedmiotu mieści się w granicach ustalonej tolerancji. Dzieli się je na:

1. **sprawdziany wymiaru** do sprawdzania wymiarów liniowych i kątowych,
2. **sprawdziany kształtu** do sprawdzania prostych lub złożonych kształtów produktów.

Wśród sprawdzianów wymiaru rozróżnia się:

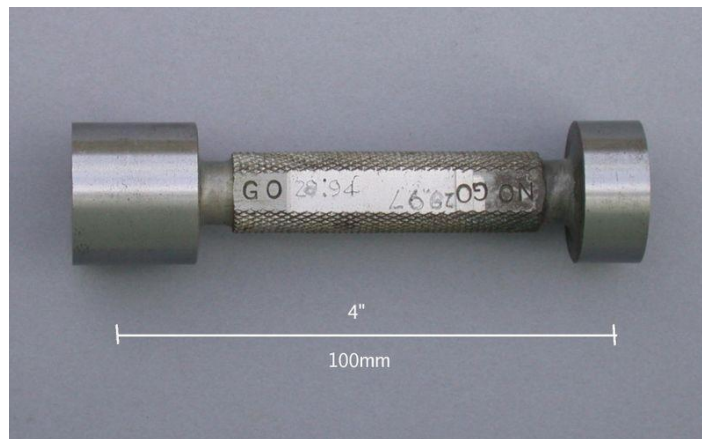
- sprawdziany wymiarów zewnętrznych: pierścieniowe, szczękowe;
- sprawdziany wymiarów wewnętrznych: tłoczkowe (rys. 3.12), krążkowe, łopatkowe, średnicówkowe;
- sprawdziany wymiarów pośrednich;
- sprawdziany wymiarów mieszanych.

Rys.3.11. Sprawdzian do wałków dwugraniczny



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Sprawdzian_%28przyrz%C4%85d%29

Rys. 3.12. Sprawdzian do otworów dwugraniczny



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Sprawdzian_%28przyrz%C4%85d%29

Rys. 3.13. Sprawdzian do gwintu



Źródło: <http://www.itechnika.pl/pl/127-sprawdziany-do-gwintow>

Sprawdziany mogą być jednograniczne i dwugraniczne.

Sprawdziany jednograniczne odwzorowują jeden z granicznych wymiarów - największy lub najmniejszy.

Sprawdziany dwugraniczne odwzorowują oba wymiary graniczne. Najczęściej stosowane sprawdziany są przedstawione na rys. 3.11, 3.12 i 3.13.

Podczas posługiwania się sprawdzianami obowiązuje zasada:

- strona przechodnia (S_p) powinna przejść przez sprawdzany wymiar,
- strona nieprzechodnia (S_n) nie powinna przejść przez sprawdzany wymiar.

4. Dobór przyrządów pomiarowych

Przy doborze przyrządów pomiarowych należy uwzględnić:

- geometryczne i fizyczne właściwości mierzonego elementu,
- rodzaj mierzonego wymiaru (zewnątrzny, wewnątrzny, mieszany, pośredni),
- kształt i ciężar mierzonego elementu,
- wielkość produkcji.

Przy doborze urządzeń do pomiarów metodą bezpośrednią, wymiar mierzony powinien mieścić się między dolną i górną granicą zakresu pomiarowego.

W pomiarach metodą różnicową wymiar wzorca powinien niewiele różnić się od wymiaru mierzonego.

Kształt elementu i mierzony wymiar decydują o sposobie podparcia produktu podczas pomiaru, np. na płycie, w kłach.

Oceniając możliwości i celowość zastosowania określonego urządzenia pomiarowego musimy brać pod uwagę kształt przedmiotu, liczbę sprawdzanych wymiarów, gabaryty i jego masę oraz materiał, z którego jest wykonana. Konstrukcja urządzenia pomiarowego musi zapewniać łatwy dostęp do sprawdzanych wymiarów. W produkcji jednostkowej lub małoseryjnej należy stosować uniwersalne urządzenia pomiarowe. W produkcji średnio- i wielkoseryjnej uniwersalne urządzenia pomiarowe ustępują miejsca sprawdzianom, specjalizowanemu oprzyrządowaniu pomiarowemu, przyrządom wielowymiarowym o zwiększonym stopniu mechanizacji czynności pomocniczych i o sygnalizacji świetlnej wyniku pomiaru.

5. Użytkowanie i konserwacja narzędzi pomiarowych

Gwarancją uzyskania dokładnych wyników pomiarów jest:

- prawidłowe użytkowanie narzędzi pomiarowych,
- zachowanie czystości przy wykonywaniu pomiarów,
- należyta konserwacja narzędzi pomiarowych,
- porządek na stanowisku roboczym.

Pomiary muszą być wykonywane bardzo starannie i dokładnie. Narzędzia pomiarowe w czasie użytkowania i magazynowania powinny być szczególnie chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi i korozyjnym wpływem warunków atmosferycznych. Powierzchnie lub krawędzie pomiarowe muszą być czyste i nie uszkodzone, nie powinny mieć rys, wgnieceń i innych nierówności.

Niewłaściwe i niestaranne obchodzenie się z narzędziami pomiarowymi powoduje ich przedwczesne mechaniczne zużycie lub uszkodzenie. z tych powodów podczas użytkowania należy :

- wykonywać pomiar bez użycia siły, zwracając szczególną uwagę, aby powierzchnie
- pomiarowe narzędzia nie rysowały się i nie wycierały,
- chronić narzędzia przed uderzeniem, upadkiem, wilgocią,
- kłaść zawsze na czyste miejsce, z daleka od narzędzi do obróbki.

Narzędzia pomiarowe należy magazynować w stanie zakonserwowanym w celu utrzymania ich właściwego stanu użytkowego. Konserwacja zabezpiecza powierzchnię narzędzi pomiarowych przed szkodliwym działaniem czynników chemicznych, elektromechanicznych i atmosferycznych powodujących korozję.

Konserwacja narzędzi pomiarowych polega na:

- dokładnym umyciu środkami zmywającymi powierzchni narzędzi pomiarowych w celu usunięcia wszelkich tłuszczów (rozpuszczalnikiem, benzyną oczyszczoną),
- dokładnym wytarciu do sucha mytych powierzchni za pomocą miękkiej ścierki,
- starannym posmarowaniu konserwowanych powierzchni cienką i równomierną
- warstwą środka konserwującego (wazeliną).

Narzędzia pomiarowe niewłaściwie konserwowane szybko ulegają zużyciu, co ze względu na ich kosztowność powoduje duże straty materialne. Przed przystąpieniem do pomiarów narzędzia pomiarowe należy oczyścić ze smaru konserwującego. Narzędzia pomiarowe powinny być poddawane sprawdzeniu lub legalizacji w umówionych terminach,

W tym module zapoznałeś się z różnymi rodzajami narzędzi i przyrządów pomiarowych stosowanych podczas wykonywania obróbki maszynowej. Przejdź teraz do pozostałych materiałów zamieszczonych na platformie.

Bibliografia:

1. Górecki J.,(2011). *Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
2. Dillinger J., Heinzler M., Dobler H. D. (2013). *Technologia mechaniczna Podręcznik Część 1*. Warszawa: Wydawnictwo Rea
3. Potrykus J. (2012) *Poradnik mechanika*. Warszawa: Wydawnictwo Rea
4. Grzesik W. (2012). *Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych Wydanie 2* Warszawa: Wydawnictwa Naukowo- Techniczne
5. Dudik K., Górski E. (2013). *Poradnik tokarza*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo- Techniczne
6. Górski E. (2012). *Poradnik frezera*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo- Techniczne
7. Olszak W. (2008). *Obróbka skrawaniem*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo- Techniczne
8. Cichosz P. (2013). *Narzędzia skrawające*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo- Techniczne
9. Paderewski K. (1993). *Obrabiarki*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
10. Dobrzański L. (2003). *Metalowe materiały inżynierskie*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo- Techniczne

Netografia

1. <http://www.abplanalptools.pl/katalog-narzedzi> - Katalog narzędzi Abplanalptools
2. <http://www.hoffmann-group.com/pl/produkty/katalog-narzedziowy.html#c2446> - Katalog narzędzi Hoffmann Group
3. <http://www.katalogi-narzedziowe.pl/katalogi-producentow/narzedzia-skrawajace> - Katalogi narzędziowe
4. <http://www.mitsubishicarbide.com/EU/pl/product/catalog/catalog.html> - Katalog narzędzi Mitsubishi
5. <http://www.poltra.pl/korloy/?url=korloy> - Katalog narzędzi Korloy
6. www.zasada.ps.pl/dydaktyk.html - Strona dr inż. Marka Zasady