

Obróbka ręczna

wchodzi w zakres prac ślusarskich i ma na celu nadanie przedmiotom żądanych kształtów i właściwych wymiarów oraz poprawę jakości powierzchni, najczęściej poprzednio obrobionych mechanicznie. Często prace ślusarskie wiążą się z pracami montażowymi, które mają na celu dopasowanie składanych części i zapewnienie prawidłowej ich współpracy.

Mimo znacznego postępu w dziedzinie obróbki metali, a w szczególności w zakresie mechanizacji i automatyzacji procesów wytwarzania, obróbka ręczna nie straciła na znaczeniu. O roli i znaczeniu obróbki ręcznej w przemyśle mogą świadczyć liczby określające w procentach udział operacji ślusarskich i montażowych w stosunku do operacji maszynowych. W budownictwie maszyn roboty tego typu zajmują średnio około 30% czasu przeznaczanego na całkowitą obróbkę produktu. Podana wartość udziału robót ręcznych w ogólnym czasie wytwarzania odnosi się do produkcji seryjnej. Udział ten jest znacznie większy, gdy produkcja ma charakter jednostkowy.

Podstawowe prace ślusarskie to:

- trasowanie
- ścinanie
- przecinanie,
- prostowanie,
- gięcie
- cięcie
- piłowanie,
- wiercenie
- gwintowanie
- nitowanie
- różne roboty montażowe.

Typowe stanowisko ślusarza wyposażone jest w stół drewniany albo metalowy. Płyta stołu jest obita blachą lub linoleum. Niekiedy do brzegów stołu są przybite ciężkie listewki, zabezpieczające drobne przedmioty przed spasaniami na ziemię. Do płyty stołu jest umocowane imadło służące do zamocowania w nim przedmiotów podczas różnych operacji ślusarskich. Imadła równoległe stosuje się do mocowania przedmiotów przy typowych robotach ślusarskich. Zacisku przedmiotu dokonuje się przez dosunięcie szczęki przesuwanej. Przed zabezpieczeniem przed uszkodzeniem miękkich lub kruchych przedmiotów przy zaciskaniu w imadle stosuje się wkładki imadłowe.

Do obróbki drobnych przedmiotów stosowane są imadła trzymane w rękach. Stół ślusarski jest zaopatrzone w szuflady do przechowywania w nim narzędzi. W czasie pracy potrzebne narzędzia, przyrządy i materiały powinny być rozłożone na stole ślusarskim w takim porządku, żeby wszystkie czynności można było wykonać bez wysiłku i zbędnych ruchów.

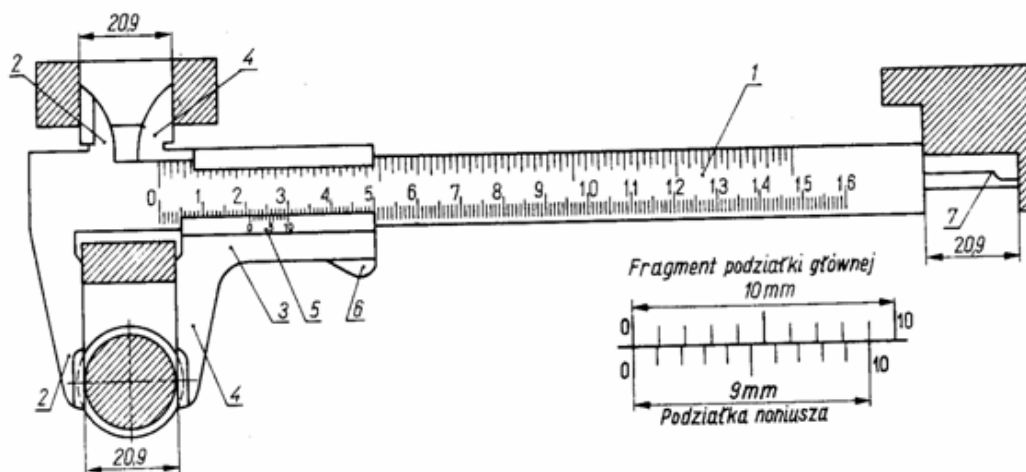
Narzędzia pomiarowe i sposoby pomiaru:

Cel i dokładność pomiarów warsztatowych:

Celem pomiarów warsztatowych jest sprawdzenie prawidłowości wykonania przedmiotu obrabianego zgodnie z rysunkiem technicznym.

Sprawdzenie kształtu przedmiotu polega na ogół na pomiarze długości krawędzi średnic, pomiarze kątów, tj. wzajemnego położenia płaszczyzn względem siebie oraz na określeniu chropowatości powierzchni.

Narzędzia pomiarowe:



Suwmiarka - Suwmiarką nazywa się przyrząd pomiarowy z noniuszem, przystosowany do pomiaru wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych, a gdy ma wysuwkę głębokościomierza – również do pomiaru głębokości. Suwmiarką można dokonać pomiaru z dokładnością do 0,1mm; 0,05mm lub do 0,02mm.

Budowa suwmiarki:

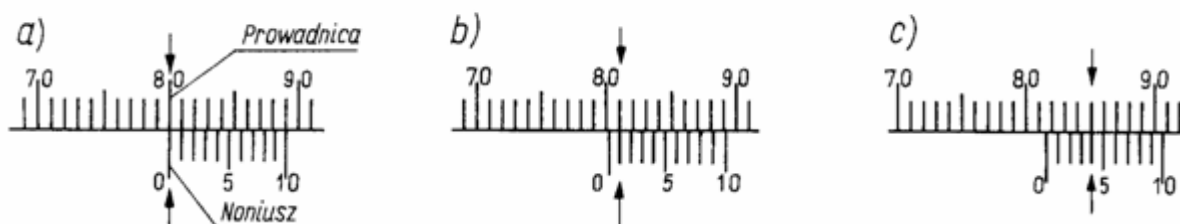
1. Prowadnica stalowa z podziałką milimetrową
2. Szczęki nieruchome na prowadnicy
3. Suwak
4. Dwie szczęki (odpowiadające szczękom stałym).
5. Podziałka długości 9mm, zwana noniuszem 5, składająca się z 10 równych części (lub więcej - zależnie od dokładności)
6. Dźwignia zacisku
7. Wsuwka głębokościomierza

Wynik pomiaru odczytuje się na podziałce milimetrowej naciętej na prowadnicy suwmiarki oraz na podziałce noniusza. Liczbę pełnych milimetrów odczytujemy na podziałce milimetrowej. Liczbę dziesiętnych części milimetra określi na podziałce noniusza ta kreska noniusza, która pokryje się z którąkolwiek kreską prowadnicy.

Oprócz suwmiarek z noniuszem 0,1 w warsztatach są stosowane niekiedy suwmiarki z noniuszem 0,05 i 0,02 mm na długości 19 mm.. W przypadku suwmiarek z noniuszem 0,05 składa się on z 20 działek naciętych w przypadku suwmiarki z noniuszem 0,02 ma ona noniusz z 50 działkami naciętymi na długości 49 mm.

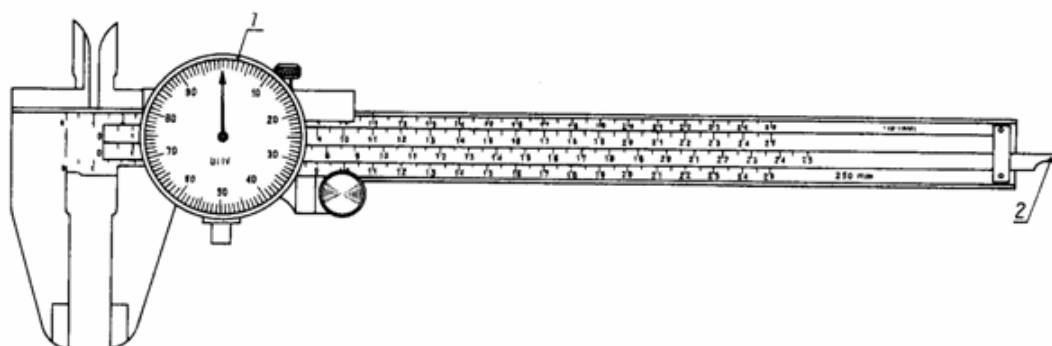
We wszystkich tych suwmiarkach zasada odczytania pomiaru jest taka sama.

Poniżej są pokazane różne sposoby odczytywania wymiarów. Pomiary zostały wykonane z dokładnością do 0,1 mm.



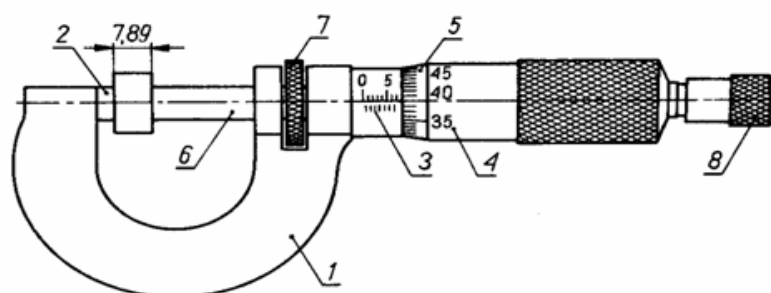
Przykłady położenia podziałki noniusza suwmiarki podczas pomiaru: a) wymiar 0,0 mm, b) wymiar 80,1 mm c) wymiar 81,4 mm

Są różne rodzaje suwmiarek, między innymi z czujnikiem, a wygląda ona tak:



Mikrometr - jest przyrządem służącym głównie do pomiarów wymiarów zewnętrznych. Przebieg pomiaru jest podobny jak przy pomiarze suwmiarką. Mikrometr jest zbudowany w następujący sposób: W kabłąku z jednej strony jest zamocowane kowadełko, a z drugiej- tuleja, zakończona nakrętką współpracującą z gwintem wrzeciona. Do zgrubnego przesuwania wrzeciona służy bębenek, a do dokładnego - sprzęgiełko. Zacisk służy do unieruchomienia wrzeciona w określonym położeniu. Tuleja w części gwintowanej jest przecięta i ponadto zaopatrzona w wewnętrzny gwint stożkowy, na który jest nakręcona nakrętka. W miarę nakręcania tej nakrętki na gwint stożkowy następuje ściskanie gwintu wewnętrznego, a tym samym kasowanie luzów, które mogą powstać wskutek długotrwałej pracy przyrządu. Śruba wrzeciona ma zwykle skok wynoszący 0,5 mm, wobec tego jeden obrót śruby przesuną kowadełko wrzeciona o 0,5 mm. Obrócenie więc bębna o 1 działkę podziałki poprzecznej powoduje przesunięcie się wrzeciona o 0,01mm.

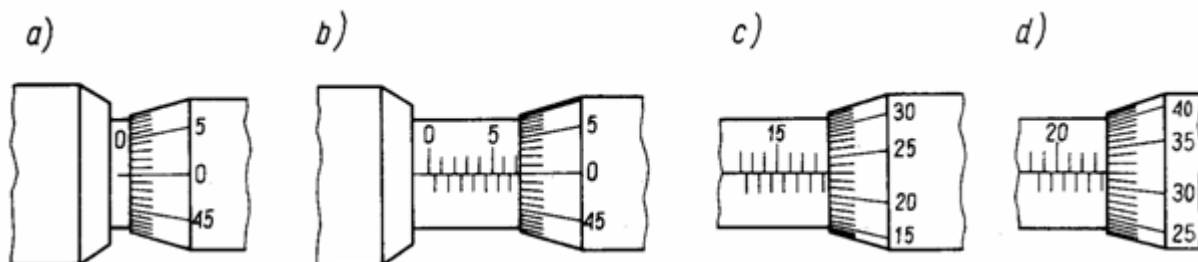
$$\frac{\text{skok śruby}}{50} = \frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ mm.}$$



Budowa mikrometru:

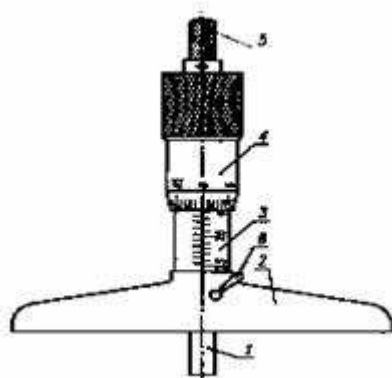
1. kabłąka
2. kowadełko
3. nieruchoma tuleja z podziałką wzdłużną
4. obrotowy bęben
5. podziałka poprzeczna
6. wrzeciono
7. zacisk ustalający
8. pokrętło sprzęgła ciernego

Przykłady położenia podziałki bębna mikrometru w czasie pomiaru



- a) położenie tulei i bębna w czasie zetknięcia się wrzeciona z kowadełkiem (odczyt – 0,00 mm)
- b) odczytanie wymiaru 7,50 mm,
- c) odczytanie wymiaru 18,73 mm
- d) odczytanie wymiaru 23,82 mm.

Dla zwiększenia zakresu pomiarowego między tuleją a końcówką stałą wkręca się odpowiedni przedłużacz lub ich zastaw. W skład kompleksu wchodzi przedłużacze długości 13, 25, 50, 100 i 200 mm. Zakres pomiarowy średnicówki bez przedłużacza wynosi 75 , 88 mm, a ze wszystkimi przedłużaczami 75 , 575 mm.



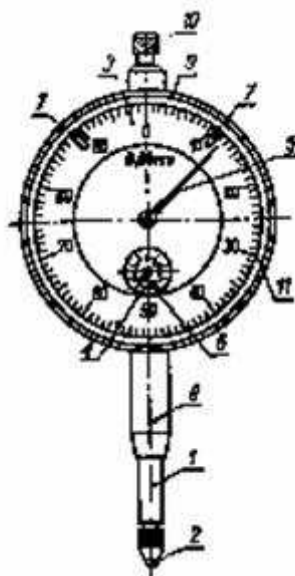
Głębokościomierz mikrometryczny - służy do pomiaru głębokości otworów.

- 1) Stopa głębokościomierza
- 2) Tuleja mikrometryczna
- 3) Gwint prowadzący wrzeciono
- 4) Bębenek
- 5) Sprzęgło

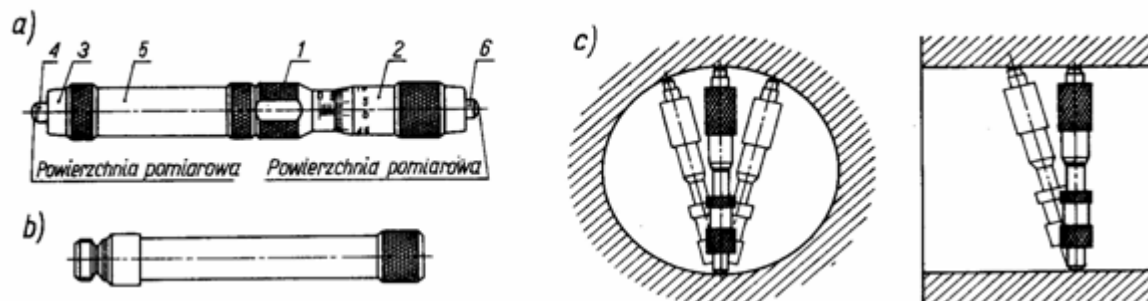
Czujniki to przyrządy pomiarowe, służące najczęściej do określania odchyłek od wymiaru nominalnego. Zakres pomiaru czujników nie przekracza 1 mm, często zamyka się w granicach kilku dziesiątych.

Czujnik jest zamontowany na pionowej kolumnie, nie uwidocznionej na rysunku, i po niej może być przesuwany w górę lub w dół. Mierzony przedmiot ustawia się na stoliku pomiarowym tak, aby końcówka pomiarowa wspierała się na powierzchni przedmiotu. Na naszym rysunku wysokość mierzonego przedmiotu odpowiada ściśle wymiarowi, na który czujnik został ustawiony. Zakres pomiarowy tego przyrządu wynosi zaledwie $\pm 0,2$ mm.

Szerokie zastosowanie w pomiarach warsztatowych, zwłaszcza przy odbiorze i kontroli maszyn, znalazły czujniki zegarowe. Jeden z najczęściej stosowanych czujników zegarowych:



Średnicówka mikrometryczna służy do wyznaczania wymiarów otworów, głównie średnic, w zakresie 75 , 575 mm. Średnicówka mikrometryczna zbudowana jest z tulei 1, wrzeciona 6 ze śrubą mikrometryczną, bębna 2, końcówki stałej 3 z trzpieniem pomiarowym 4 i przedłużacza 5. Na tulei znajduje się kreska wzdłużna i podziałka o zakresie pomiarowym 13 mm. Na jednym końcu tulei znajduje się końcówka o powierzchni sferycznej, a na drugim nagwintowany wewnątrz otwór, w którym przesuwają się wrzeciono ze śrubą mikrometryczną o skoku 0,5 mm. Na wrzecionie jest zamocowany bęben z podziałką o zakresie pomiarowym 0,5 mm, co umożliwia odczyt z dokładnością do 0,01 mm.



Do sferycznej powierzchni tulei przylega trzpień pomiarowy osadzony w przykręconej do tulei oprawie ze sprężyną zapewniającą odpowiedni docisk. Jeden koniec wrzeciona ma sferyczną powierzchnię pomiarową i zabezpieczone nakrętką dwie śruby regulacyjne do nastawienia dolnej granicy zakresu pomiarowego.

Średnicówka mikrometryczna: a) widok, b) przedłużacz, c) prawidłowe (linie grube) położenie średnicówki w otworze

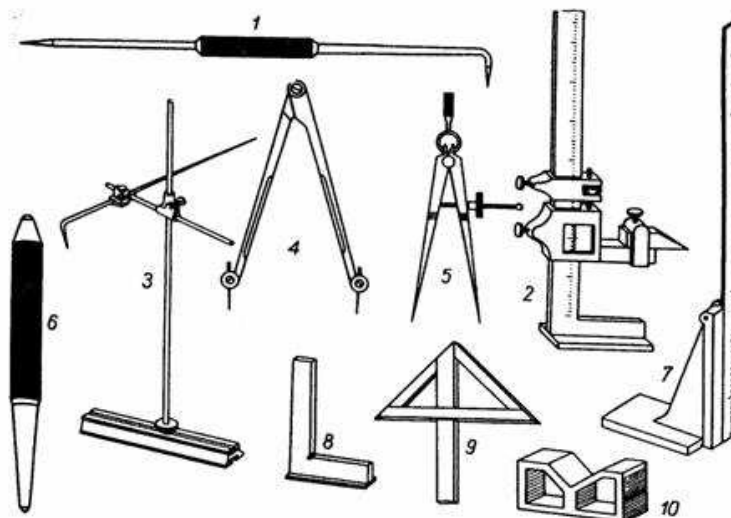
Dla zwiększenia zakresu pomiarowego między tuleją a końcówką stałą wkręca się odpowiedni przedłużacz lub ich zastaw. W skład kompleksu wchodzi przedłużacze długości 13, 25, 50, 100 i 200 mm. Zakres pomiarowy średnicówki bez przedłużacza wynosi 75 , 88 mm, a ze wszystkimi przedłużaczami 75 , 575 mm.

Trasowanie

Przed obróbką należy w wielu przypadkach wyznaczyć na przedmiocie linie, do których należy zebrać nadmiar materiału, lub określić miejsca, w których należy wywiercić lub wyciąć otwory. Czynności

związane z wyznaczaniem takich linii lub określonych miejsc na obrabianym przedmiocie nazywamy trasowaniem. Trasowanie jest potrzebne w licznych pracach ślusarskich.

Do trasowania potrzebne są specjalne przyrządy i narzędzia:

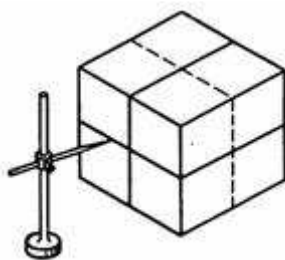


- 1 — rysik do wykreślania na trasowanym przedmiocie linii wg liniału lub wzornika;
- 2 — suwmiarka traserska z podstawą do wyznaczania linii poziomej;
- 3 — znacznik (składający się z podstawy, słupka i rysika) do tych samych celów co suwmiarka traserska;
- 4 i 5 — cyrkle traserskie zakończone ostrymi nóżkami do trasowania okręgów kół, do konstrukcji kątów, odkładania wymiarów itp.;
- 6 — punktak do punktowania wyznaczonych linii;
- 7 — liniał traserski z podstawą, który jest przyrządem pomocniczym do znacznika i cyrkli;
- 8 — kątownik do wyznaczania linii pionowych i poziomych;
- 9 — środkownik do wyznaczania środka na płaskich powierzchniach przedmiotów walcowych;
- 10 — pryzma traserska — jako podstawka podczas trasowania nie których przedmiotów walcowych

Oprócz przedstawionych narzędzi w skład wyposażenia stanowiska traserskiego wchodzi płyta traserska, na której wykonuje się niemal wszystkie roboty traserskie. Przed przystąpieniem do trasowania należy oczyścić przedmiot i następnie pomalować go. Malowanie zwiększa widoczność linii kreślonych rysikiem na przedmiocie. Do malowania odlewów i dużych przedmiotów nieobrobionych stosuje się kredę rozrobioną w wodzie z dodatkiem oleju lnianego. Obrobione przedmioty stalowe lub żeliwne maluje się roztworem wodnym siarczanu miedzi. Powstaje wtedy na ich powierzchniach cienka warstewka miedzi wytrąconej przez żelazo z roztworu. Na tak przygotowanych przedmiotach kreślone linie są dobrze widoczne i trwałe.

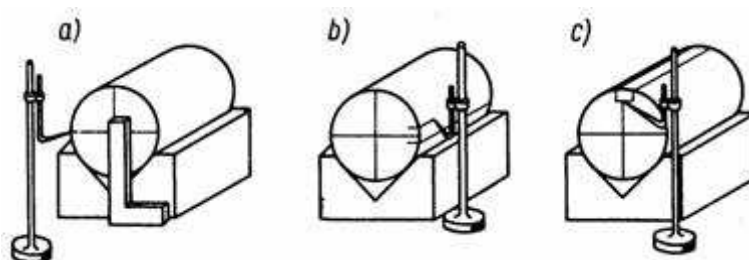
Wszystkie prace traserskie można podzielić na trasowanie na płaszczyźnie oraz trasowanie przestrzenne.

Trasowanie na płaszczyźnie wykonuje się w sposób podobny do kreślenia technicznego na papierze. Na płycie należy wyznaczyć środki otworów, które następnie będą wywiercone na wiertarce. W tym celu za pomocą cyrkla traserskiego odmierza się i zaznacza rysą odległość środków otworów od brzegów płyty. Tak wyznaczone środki należy napunktować punktakiem.



Trasowanie przestrzenne polega na wyznaczeniu linii określających granice, do których należy zebrać materiał, gdy linie te leżą w różnych płaszczyznach. Trasowanie przestrzenne rozpoczyna się od wyznaczenia głównych osi przedmiotu, względem których wyznacza się następnie wszystkie pozostałe osie i linie. Zależnie od kształtu trasowanego przedmiotu ustawia się go bezpośrednio na płycie, na pryzmie traserskiej lub — w wielu przypadkach — w specjalnym przyrządzie. W przypadku trasowania przedmiotu ustawionego na płycie.

Znacznik ustawiony na odpowiednią wysokość i przesuwany po płycie obok przedmiotu kreśli linię poziomą, równoległą do podstawy. Podczas trasowania wałków należy posługiwać się pryzmą, która umożliwia wygodne ustawienie tego rodzaju przedmiotów. Za pomocą znacznika i kątownika można wtedy łatwo wyznaczyć np. położenie rowka wpustowego.



a), b), c) kolejne czynności

PROSTOWANIE I GIĘCIE

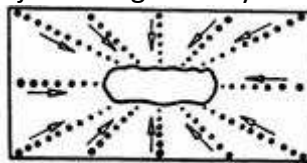
Prostuje się materiały i przedmioty, które w poprzednich procesach technologicznych uległy skrzywieniu. Można prostować materiały przerobione plastycznie, jak blachy, płaskowniki, kształtowniki oraz wszelkiego rodzaju pręty. Można również prostować przedmioty uprzednio hartowane lub odlewane.

Niektóre przedmioty nieutwardzone obróbką cieplną prostuje się na kowadłe lub płaskiej płycie — po ułożeniu przedmiotów wypukłością ku górze — przez systematyczne uderzanie w wypukłości obuchem młotka. Najłatwiejsze jest prostowanie prętów, płaskowników i taśm. Robotnik zabezpieczony przed zranieniem rąk rękawicami trzyma w lewej ręce skrzywiony pręt, a w prawej — młotek, którym uderza w wypukłą część pręta. Wynik prostowania bada się zwykle „na oko”, patrząc na pręt wzdłuż jego osi.



Prostowanie blach jest znacznie trudniejsze od operacji prostowania prętów lub płaskowników. Do prostowania układa się blachy na płycie wypukłością ku górze i następnie miejsca wygięte oznacza się

kredą lub ołówkiem. Ułożoną na płycie blachę prostuje się częstymi uderzeniami młotka, zmieniając miejsca uderzeń wzdłuż linii prostej biegnącej od brzegu blachy ku wypukłości.



Po dojściu do linii otaczającej wypukłości wykonuje się następną serię uderzeń, rozpoczynając ją od brzegu blachy w pewnej odległości od poprzednio uderzonych miejsc. Siła uderzeń w miarę zbliżania się do wypukłości powinna maleć, a liczba uderzeń — wzrastać.

Do prostowania blach grubych używa się młotków metalowych, a do blach cienkich — młotków drewnianych. Bardzo cienkie blachy prostuje się na płaskiej płycie za pomocą klocka drewnianego, uderzanego młotkiem i przesuwanego ręcznie po blasze.

Gięcie ma na celu nadanie wytwarzanym przedmiotom pożądanego kształtu i właściwych wymiarów. Przed przystąpieniem do gięcia należy określić wymiary materiału wyjściowego, aby po zgięciu otrzymać produkt odpowiadający wymiarom podanym na rysunku. Niekiedy warunki techniczne określają wymiary materiału wyjściowego, lecz częściej ślusarz musi je ustalić na podstawie rysunku gotowej części.

Wymiary materiału wyjściowego można wyznaczyć przez podział przedmiotu przedstawionego na rysunku na elementy proste i następnie określić długość odcinków prostych i zaokrągleń. Poszukiwany wynik będzie sumą obliczonych poprzednio składników.

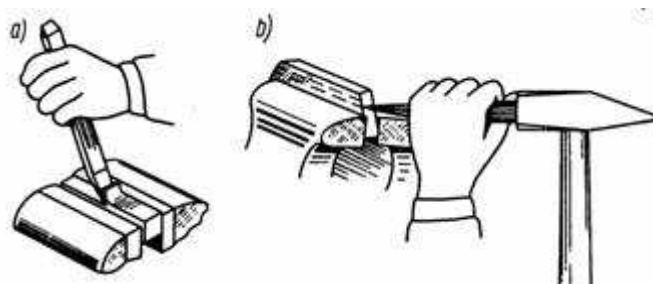
Po wyliczeniu wymiarów materiału wyjściowego można przystąpić do gięcia. Gięcie metodami ślusarskimi odbywa się w imadle za pomocą młotka i klocków zaciskowych.

PRZECINANIE , WYCINANIE , CIĘCIE

Do ręcznego ścinania i przecinania metali służą przecinaki. Do wycinania rowków i zagłębień używa się wycinaków.

Przedmioty poddawane ścinaniu zamocowuje się w imadle, następnie przystawia się w odpowiednim miejscu narzędzie i uderzeniami młotka powoduje usuwanie nadmiaru materiału.

Ścinanie można wykonać na poziomie szczęk imadła lub według rysek uprzednio wytrasowanych na przedmiocie.



Ścinanie wąskich płaszczyzn materiału: a) na poziomie szczęk imadła, b) według rysek uprzednio wytrasowanych na przedmiocie

W przypadku ścinania na poziomie szczęk imadła materiał jest uchwycony w imadle w taki sposób, że nad poziom szczęk wystaje jedynie warstwa materiału przeznaczona do ścięcia. Grubość tej warstwy nie powinna przekraczać 4 mm. Jeżeli konieczne jest zebranie z przedmiotu warstwy grubszej, ścinanie wykonuje się kilkakrotnie — za każdym razem zdejmując niezbyt grubą warstwę metalu wystającą ponad

szczęki imadła. Po ścięciu pierwszej warstwy przedmiot należy wysunąć z imadła na grubość następnej warstwy. Czynność tę powtarza się aż do usunięcia całego nadmiaru materiału.

Ścinanie według rysek powyżej poziomu imadła wyjaśniono na rys.b. Na przedmiocie jest wyznaczonych kilka równoległych rysek, wzdłuż których kolejno należy ścinać materiał. Przedmiot powinien być zamocowany w imadle tak, aby wszystkie ryski znajdowały się powyżej szczęk i były do nich równoległe.

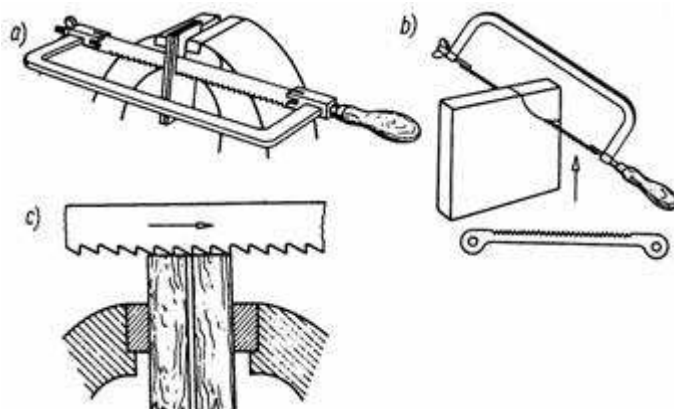
Do ścinania szerokich płaszczyzn stosuje się najpierw *wycinaki* i następnie *przecinaki*. Pierwsze równoległe rowki nacina się wycinakiem, a przecinakiem — ścina powstałe występy. Po usunięciu występow powierzchnię przedmiotu wygładza się przez ścięcie jeszcze jednej bardzo cienkiej warstwy materiału lub pozostałe nierów ności spiłowuje się pilnikiem.

Niekiedy konieczne jest wycięcie rowków o skomplikowanym kształcie na płaszczyźnie lub powierzchniach wklęsłych.

Przecinanie wykonuje się na kowadle lub płycie. Przedmiot umieszcza się na płaskiej powierzchni kowadła lub płyty, a przecinaki, trzymany lewą ręką, ustawia się prostopadle do materiału. Następnie przecina się materiał uderzeniami młotka.

Przy przecinaniu zmienia się położenie przedmiotu na powierzchni podstawki (kowadła lub płyty).

Przerzynanie wykonuje się narzędziem wielostrzowym, zwanym piłą (ręczną lub mechaniczną). Robocza część piły nosi nazwę brzeszczotu. Jest to cienka uzębiona stalowa taśma, którą zamocowuje się w oprawie. Do przerzynania materiałów twardych używa się brzeszczotów o uzębieniu drobnym. Brzeszczoty o uzębieniu grubym stosuje się do przerzynania metali miękkich i tworzyw sztucznych.



Przykłady przerzynania piłą:

a) długich przedmiotów, b) wzdłuż linii krzywej, c) blachy

Przy przerzynaniu ręcznym przedmiot mocuje się w imadle w taki sposób, aby część przeznaczona do odcięcia wystawała poza szczęki imadła.

Przedmioty pełne, cięte piłą ręczną, powinny być zamocowane w imadle tak, aby miejsce przecięcia znajdowało się w pobliżu szczęk imadła. Dzięki temu unika się drgań przedmiotu podczas cięcia.

Zamocowanie rur bezpośrednio w szczękach imadła mogłoby spowodować zgniecenie przedmiotu. Z tego powodu rury cienkościenne należy zamocowywać w imadłach za pomocą drewnianych nakładek lub specjalnych uchwytach.

Materiały metalowe o dużych przekrojach tnie się na piłach mechanicznych. Zwykle jest stosowana piła ramowa.

PIŁOWANIE

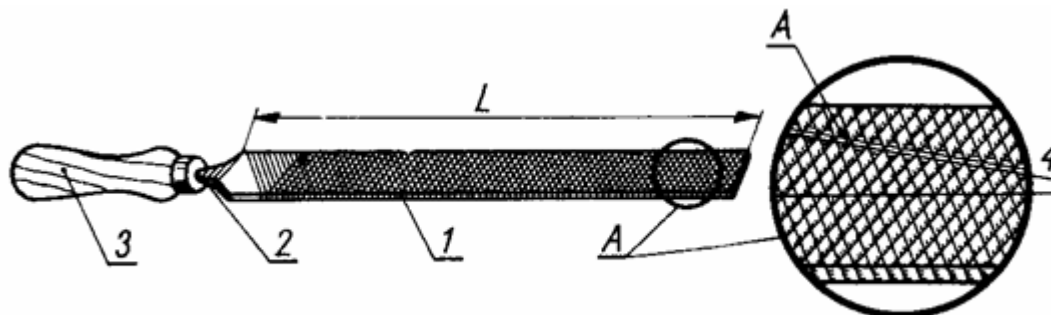
1. Piłowanie

a) Wiadomości ogólne

Piłowanie odbywa się za pomocą pilnika i ma na celu usunięcie nadmiaru materiału z obrabianego przedmiotu, aby nadać mu właściwy kształt i wymiary, a powierzchniom – określoną gładkość.

B Pilniki

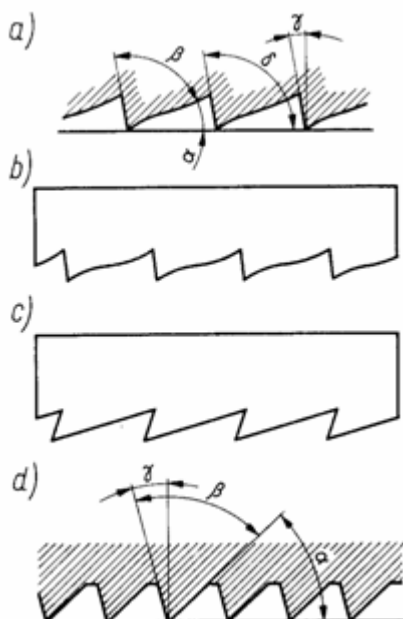
Budowa pilników



Pilnik składa się z części roboczej 1 i chwytu 2 osadzonego w drewnianej rękojeści 3. Na części roboczej są wykonane nacięcia, czyli zęby. Wielkość pilnika jest określona długością części roboczej L . Pilniki wykonuje się ze stali węglowej narzędziowej.

1 – część robocza, 2 – uchwyt, 3 – drewniana rękojeść, 4 – linia kolejnych zębów utworzonych przez przecięcie nacięcia górnego z dolnym

Zęby na części roboczej wykonuje się przez maszynowe nacinanie przecinakiem, frezowanie lub przeciąganie. Zależnie od sposobu wykonania zęby mają różne kształty oraz inną geometrię ostrzy (**rys. 8**). Zęby nacięte przecinakiem mają kąt przyłożenia $a = 36^\circ$, kąt ostrza $b = 70^\circ$, kąt natarcia $g = 16^\circ$, kąt skrawania $d = 106^\circ$. Zęby wykonane innymi metodami mają następujące kąty: $a = 20,25^\circ$, $b = 60,63^\circ$, $g = (+2),(-10^\circ)$, $d = 80,90^\circ$.

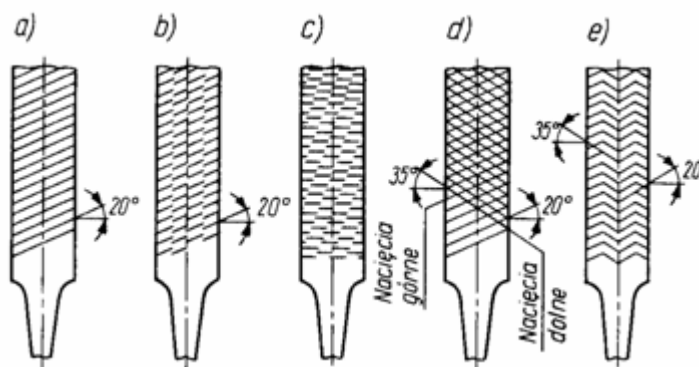


Rys. 8 Zęby pilnika:

- a) kąty zębów
- b) zęby nacinane przecinakiem
- c) zęby frezowane,
- d) zęby przeciągane

Rozróżnia się pięć rodzajów nacięć pilników (**rys. 9**). Pilniki o nacięciu jednorzędowym są używane do piłowania materiałów miękkich. Zbierają one wiór równy szerokości pilnika, co przy

piłowaniu twardych materiałów wymagałoby bardzo dużego wysiłku.



Nacięcia podwójne są nachylone pod kątem 35° do osi pilnika, a nacięcia górne pod kątem 20° . Nacięcie dolne jest nacięciem podstawowym, a górne ma tylko znaczenie pomocnicze (dzieli jedno nacięcie podstawowe na wiele odcinków). Powoduje to, że zamiast jednego wióra o szerokości równej szerokości otrzymuje się drobne wióry, co zmniejsza wysiłek fizyczny podczas piłowania.

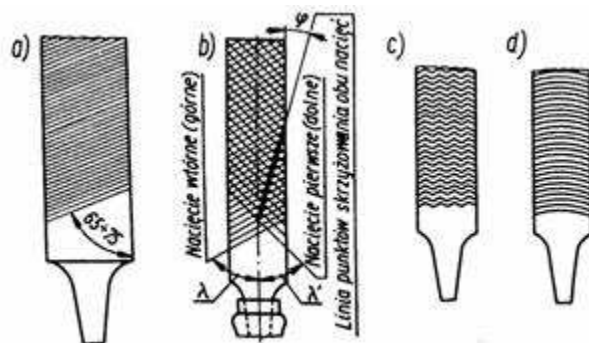
Rys. 9. Nacięcia pilników:

- pojedyncze jednorzędowe,
- pojedyncze wielorzędowe,
- pojedyncze wielorzędowe śrubowe,
- podwójne jednorzędowe,
- podwójne wielorzędowe

podział pilników

Piłowanie odbywa się za pomocą pilnika i ma na celu usunięcie nadmiaru materiału z obrabianego przedmiotu, aby nadać mu właściwy kształt i wymiary, a powierzchniom — określoną gładkość.

W pracach ślusarskich używa się pilników, których kształty przedstawiono w normie PN-90/M-64660, a odmiany nacięć — w normie PN-90/M-64580.



Pilniki ślusarskie o nacięciu: a) pojedynczym, b) podwójnym krzyżowym, c) daszkowym, d) łukowym

Używane w ślusarstwie pilniki dzieli się na:

- ∅ *zdzieraki,*
- ∅ *równiaki,*
- ∅ *gładziki*
- ∅ *i jedwabniki,* różniące się gęstością nacięć i wysokością zębów.

Zakres prac wykonywanych pilnikiem jest szeroki. Obejmuje on piłowanie powierzchni płaskich i krzywoliniowych, zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych, oraz dopasowywanie elementów współpracujących.

W procesie piłowania wyodrębnia się

- ∅ piłowanie zgrubne
- ∅ i wykańczające.

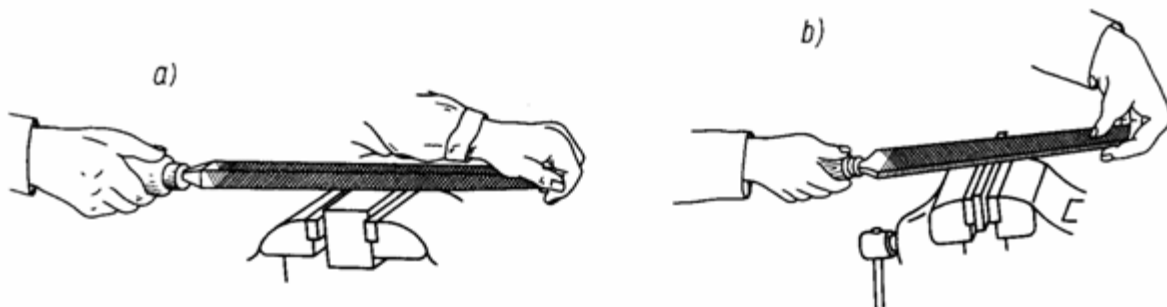
Zależnie od rodzaju obróbki należy stosować pilniki o odpowiednim kształcie, wielkości i nacięciu.

W zależności od kształtu przekroju poprzecznego rozróżnia się pilniki:

- płaskie,
- okrągłe,
- półokrągłe,
- kwadratowe,
- trójkątne,
- płaskie zbieżne,
- nożowe,
- owalne,
- soczewkowe
- mieczowe.

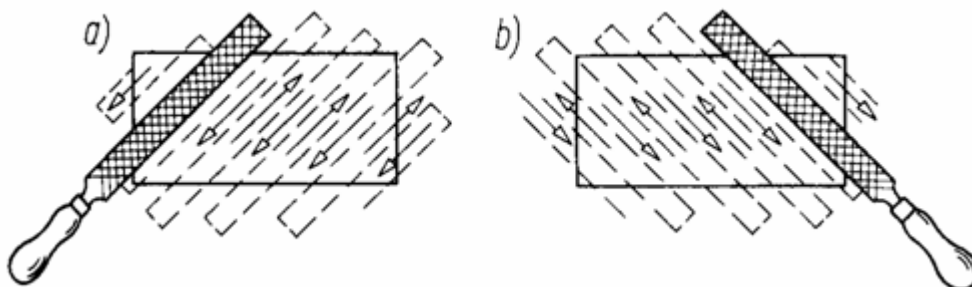
2. Technika piłowania

Właściwa technika piłowania ma decydujący wpływ na dokładność obróbki oraz wydajność pracy.



Rys. 11. Prawidłowe uchwycenie pilnika

Piłowanie płaszczyzn



Duże płaszczyzny piłuje się zgrubnie metodą krzyżową. Obróbkę wykańczającą powierzchni można wykonać pilnikiem o drobnym nacięciu lub płótnem ściernym. Należy przy tym dbać, aby nie wystąpiły głębokie zadrapania. Najczęściej przyczyną zadrapań są wióry zakleszczone między zębami pilnika. Aby je usunąć, pilnik należy starannie oczyszczać metalowymi szczotkami.

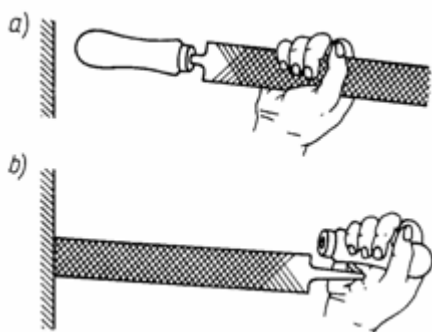
Zamocowanie przedmiotu do piłowania

Zamocowanie musi zapewnić całkowite unieruchomienie i usztywnienie obrabianego materiału. Mocując przedmiot należy zwracać uwagę, żeby obrabiana powierzchnia znajdowała się o 5, 10 mm ponad szczękami imadła.

Zasady bezpiecznej pracy podczas piłowania

Podczas piłowania często zdarzają się skaleczenia rąk na skutek przesunięcia ręki po ostrych krawędziach obrabianego przedmiotu, zsunięcia pilnika z rękojeści (**rys. 13**) lub usuwania rękami opiłków z powierzchni przedmiotu. Wadliwy sposób osadzania rękojeści może spowodować wypadek. Zbyt głębokie osadzenie rękojeści może spowodować jej pęknięcie w czasie pracy i w następstwie skaleczenie.

Podczas piłowania nie należy używać pilników pękniętych oraz bez rękojeści lub z wadliwą rękojeścią. Podczas piłowania przedmiotów o ostrych krawędziach nie należy podginać palców pod pilnikiem przy powrotnym ruchu pilnika. Podczas piłowania nie wolno wykonywać gwałtownych ruchów do przodu, żeby nie uderzać rękojeścią pilnika o przedmiot, gdyż może się zsunąć, nie wolno usuwać opiłków ręką ani też zdmuchiwać ustami.



Osadzenie pilnika w rękojeści: a) sposób właściwy, b) niedopuszczalny

Przed rozpoczęciem piłowania należy sprawdzić czy przedmiot jest dobrze zamocowany w imadle.

Przedmiot do piłowania mocuje się w imadle ślusarskim w taki sposób, aby obrabiana powierzchnia wystawała ponad górną powierzchnię szczęk o 5—10 mm. Podstawową zasadą zapewniającą prostoliniowość jest zachowanie równości momentów sił wywieranych przez obie ręce działające na pilnik podczas ruchu roboczego. Równość momentów sił $F_1 l_1 = F_2 l_2$ obowiązuje tylko przy ruchu pilnika do przodu, gdyż wówczas następuje piłowanie; jest to spowodowane kształtem naciętych na pilniku zębów. Duże płaszczyzny piłuje się zgrubnie *metodą krzyżową*. Obróbkę wykańczającą powierzchni można wykonać pilnikiem o drobnym nacięciu lub płótnem ściernym. Należy przy tym dbać, aby nie wystąpiły głębokie zadrapania. Najczęściej przyczyną zadrapań są wióry zakleszczone między zębami pilnika. Aby je usunąć, pilnik należy starannie oczyszczać metalowymi szczotkami.

Wyniki piłowania należy co pewien czas kontrolować za pomocą liniału krawędziowego i kątownika, jeżeli zależy nam na utrzymaniu kąta prostego między obrabianymi powierzchniami.

Płaszczyzny wąskie należy piłować w kierunku poprzecznym. Płaszczyzny pochylone względem siebie pod kątem wymagają zazwyczaj dokładnego wytrasowania na obu przeciwległych ścianach przed rozpoczęciem piłowania. Piłowanie kształtów wewnętrznych poprzedza wywiercenie otworów, przez co usuwa się znaczną część zbędnego materiału i umożliwia obróbkę pilnikiem.

Płaszczyzny równoległe piłuje się po uprzednim wytrasowaniu ich wzajemnego położenia. Najłatwiej uzyskuje się równoległość płaszczyzn, gdy trasowanie jest poprzedzone dokładnym doprowadzeniem do płaskości wybranej powierzchni. W czasie piłowania drugiej powierzchni należy często sprawdzać suwmiarką lub mackami wartość odchylenia od równoległości.

Powierzchnie kształtowe piłuje się według wytrasowanej linii lub wzornika, który wraz z obrabianym przedmiotem jest umocowany we właściwym miejscu w szczękach imadła.

WIERCENIE

Wykonywanie otworów

Wierceniem nazywa się sposób obróbki skrawaniem polegający na wykonywaniu otworów w pełnym materiale za pomocą narzędzia zwanego **wiertłem**, wykonującego ruch obrotowy i ruch posuwowy wzdłuż osi obrotu. Wiercenie można wykonywać wzdłuż linii traserskich lub w przyrządzie wiertarskim. Metodą wiercenia można wykonywać otwory cylindryczne o średnicy 60-80 mm.

Powiększenie za pomocą wiertła średnicy otworu już wywierconego lub istniejącego w przedmiocie nazywa się **wierceniem wtórnym (powiercaniem)**. W szczególnych przypadkach, z użyciem specjalnych wiertel i odpowiednich przyrządów, metodą wiercenia wtórnego można obrabiać otwory nieokrągłe, np. trójkątne, kwadratowe lub inne wielokątne.

Wiercenia dokonuje się zwykle na **wiertarkach i wiertarko-frezarkach**. Możliwe jest jednak wiercenie otworów na innych obrabiarkach, np. na tokarkach, automatach tokarskich.

W wyniku wiercenia otrzymuje się otwory o przeciętnej dokładności. Aby polepszyć dokładność, poddaje się wywiercony otwór operacji rozwiercania. Otwory o dużej głębokości wykonuje się za pomocą specjalnych narzędzi, zwanych **wiertłami do głębokich otworów**.

Rozwiercaniem nazywa się sposób obróbki skrawaniem narzędziami wielostrzowymi, zwanymi **rozwiertakami**, polegający na powiększeniu średnicy otworu wywierconego, które ze względu na kształt części roboczej dzieli się na walcowe i stożkowe. W czasie obróbki rozwiertak wykonuje ruchy obrotowy i posuwowy wzdłuż osi obrotu. Celem rozwiercania jest uzyskanie otworu o żądanej dokładności i chropowatości powierzchni; nie dającej się uzyskać wiertłami.

Rozwiercać można otwory walcowe i lekko stożkowe. Rozróżnia się **rozwiercanie zgrubne** (wykonywane po wierceniu) i **rozwiercanie wykańczające**, w wyniku którego otrzymuje się ostateczny wymiar otworu.

Rozwiertaki zgrubne (zdzieraki) mają przeważnie ostrza śrubowe, natomiast rozwiertaki wykańczające (wykańczaki) mają ostrza proste i drobniejsze.

Rozwiertaki walcowe do otworów są wyposażone w chwyt walcowy z zakończeniem kwadratowym. Ostrza rozwiertaka są zazwyczaj proste, o podziałce nierównomiernej. Zapewnia to większą gładkość otworu niż przy podziałce równomiernej. Liczba ostrzy w tym przypadku powinna być parzysta.

W wydziałach naprawczych do obróbki otworów z rowkami stosuje się rozwiertaki o ostrzach śrubowych. Najlepiej stosować rozwiertaki lewoskrętne; bo nadają one powierzchni otworu największą gładkość.

Niekiedy stosuje się rozwiertaki rozprężne. Wpychanie kulki w stożkowy otwór. osiowy rozwiertaka powoduje jego rozprężanie i tym samym zwiększanie średnicy.

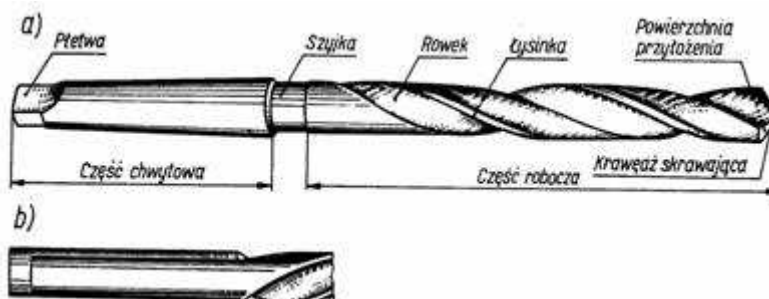
Rozwiertaki stożkowe wykonuje się o zbieżności. 1:50, 1:30 i 1:10. Komplet rozwiertaków do gniazd stożkowych Morse'a składa się z trzech sztuk wstępnego, zdzieraka i wykańczaka. Rozróżnia się rozwiertaki ręczne, mające chwyt walcowy z łbem kwadratowym, oraz rozwiertaki maszynowe z chwytem stożkowym lub walcowym. Do rozwiertaków ręcznych stosuje się pokrętło. Naddatek na rozwiercanie wynosi zależnie od średnicy 01-0,3 mm.

Operacją wstępną dla pogłębiania i rozwiercania jest zazwyczaj wiercenie, tj. wykonywanie otworu o przekroju kołowym za pomocą wiertła i wiertarki. Aby mogło nastąpić skrawanie, wiertło musi w ruchu obrotowym w stosunku do obrabianego przedmiotu oraz w ruchu postępowym wzdłuż własnej osi. Ruch obrotowy jest ruchem głównym, ruch postępowy posuwem.

Podstawowym zadaniem **nawiercania** jest wykonanie nakiełków niezbędnych do toczenia i szlifowania wałków w kłach. Do nawiercania służą narzędzia zwane nawiertakami.

Pogłębianie jest to powiększanie na pewnej długości wykonywanego otworu w celu ścięcia ostrych krawędzi otworu lub wykonania wgłębienia na umieszczenie walcowego lub stożkowego łba wkręta lub nitu. Narzędzia do pogłębiania nazywają się **pogłębiaczami**. Bywają one stożkowe i czołowe. Pogłębiacze czołowe mają czop prowadzący o średnicy równej średnicy otworu w celu utrzymania współosiowości. Pogłębiaczem stożkowym nadaje się kąty wierzchołkowe 30°, 45°, 60°, 90° i 120°. Chwyty pogłębiaczy są takie same jak wiertel. Podczas pogłębiania należy zwrócić szczególną uwagę na wykonanie właściwej głębokości wgłębienia, tak żeby łeb śruby nie wystawał lub nie był położony zbyt nisko.

Jedną z częściej wykonywanych czynności ślusarskich jest wiercenie otworów za pomocą wiertel na wiertarkach. Najczęściej używa się wiertel krętych:



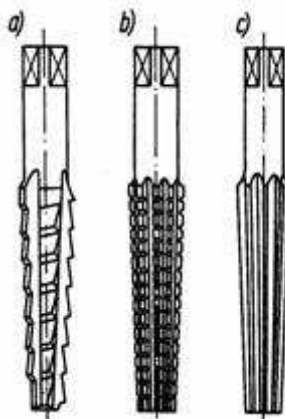
Wiertło takie składa się z części roboczej i części chwytowej. Obie te części łączą się ze sobą za pośrednictwem szyjki. Na części roboczej są nacięte dwa rowki śrubowe, które służą do usuwania wiórow powstających podczas obróbki. Wiertło po stronie roboczej ma stożkowe zakończenie. Powierzchnia stożkowa, przecinając się ze śrubowymi powierzchniami rowków wiórowych, tworzy dwie krawędzie skrawające. W celu zmniejszenia styku narzędzia z obrabianym materiałem części powierzchni cylindrycznej są nieco obniżone. W związku z tym na krawędziach rowków tworzą się paski prowadzące, zwane łysinkami.

Część chwytowa ma kształt stożkowy zakończony płetwą lub kształt cylindryczny (rys.21b). Służy ona do zamocowywania narzędzia w odpowiednim uchwycie wiertarki. Wiertła zakończone chwytem stożkowym zamocowuje się w stożkowym otworze wrzeciona wiertarki. Wiertła z uchwytem cylindrycznym zamocowuje się w uchwycie szczękowym.

Wiertło wykonuje podczas pracy ruch roboczy obrotowy oraz ruch posuwowy w głąb materiału. Proces tworzenia się wióra podczas wiercenia przedstawia rys. 22



Powstawanie wiórów podczas wiercenia



Komplet rozwiertaków stożkowych: a) wstępny, b) zdzierak, c) wykańczak

Do wiercenia otworów w pracach ślusarskich używa się wiertarek o napędzie ręcznym, pneumatycznym lub elektrycznym. Najczęściej są stosowane *wiertarki elektryczne ręczne* lub *stołowe*.

Otwory wykonane wiertłem nie mają dokładnych wymiarów, a po wierzchnia w ich wnętrzu nigdy nie jest gładka. Można ją jednak wygładzić i ponadto uzyskać dokładniejsze wymiary. Do tego celu służą *rozwiertaki* o różnych wymiarach, kształtach i typach. W pracach ślusarskich stosuje się rozwiertaki ręczne lub maszynowe przy rozwiercaniu na wolnoobrotowej wiertarce.

Najczęściej są używane rozwiertaki stałe i nastawne do otworów walcowych oraz rozwiertaki stożkowe do otworów o małych zbieżnościach. Rozwiertaki stożkowe stosuje się w kompletach utworzonych z trzech narzędzi różniących się między sobą budową. Rozwiertak, który jako pierwszy powinien być użyty, nazywa się *wstępnym*, drugi — *zdzierakiem*, a trzeci *wykańczakiem*. Otwory o małej zbieżności rozwierca się od razu wykańczakiem.

W celu wykonania otworu o określonej średnicy i dużej gładkości należy uprzednio wywiercić otwór o średnicy mniejszej od nominalnej o 0,2—0,3 mm i następnie, stosując jednokrotne lub dwukrotne rozwiercanie, osiągnąć średnicę zbliżoną do nominalnej w granicach dopuszczalnych odchyłek.

GWINTOWANIE

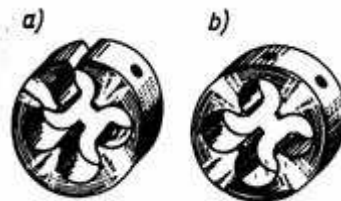
Do ręcznego gwintowania otworów służą gwintowniki ślusarskie. W praktyce są stosowane komplety gwintowników, składające się z dwóch lub trzech sztuk. Pierwszy gwintownik jest przeznaczony do gwintowania zgrubnego, drugi — do gwintowania średniego, a trzeci — do gwintowania wykańczającego.



Komplet gwintowników

Dokładne średnice wiertel przeznaczonych do obróbki różnych materiałów i wykonywania różnych gwintów można odnaleźć w tablicach zamieszczanych w poradnikach.

Gwintowanie prętów odbywa się za pomocą *narzynek*, tj. krążków z naciętym gwintem. Narzynka przedstawiona na jest przecięta i dzięki temu może sprężynować. Właściwość tę można wykorzystać do częściowej regulacji wymiaru nacinanego gwintu.



Narzynki: a) przecięta, b) niedzielona



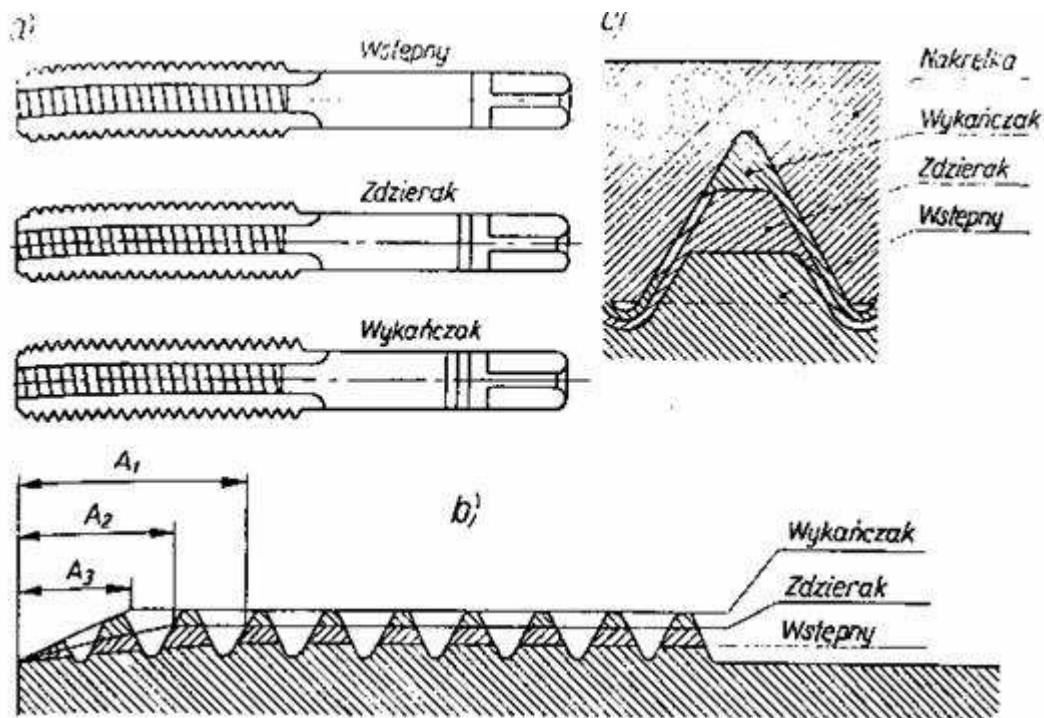
Oprawka do narzynek okrągłych

Narzynka niedzielona pokazana na daje gwint o stosunkowo dokładnych wymiarach.

W celu wykonania gwintu, narzynki — podobnie jak poprzednio gwintowniki — są mocowane podczas pracy w oprawkach.

Gwintowniki dzielimy na:

1. gwintownik wstępny,
2. zdzierak,
3. gwintownik wykańczający



Struganie

Struganie drewna ma na celu wyrównywanie i wygładzanie jego powierzchni oraz uzyskiwanie żądanych wymiarów i kształtów czy profili elementów. Dlatego też struganie jest połączone z trasowaniem między operacyjnym obrabianych elementów. Strugi ręczne dzieli się na dwie ogólne grupy, a mianowicie: strugi płaszczyznowe, tj. służące do strugania płaszczyzn, oraz strugi profilowe, służące do obróbki profili. W obróbce płaszczyzn elementów z drewna, w zależności od kierunku strugania w stosunku do przebiegu słoików i włókien drzewnych, rozróżnia się struganie wzdłużne, skośne, poprzeczne i czołowe. W zależności od celu strugania i odmiany użytego struga rozróżnia się następujące odmiany strugania: zdzieranie, równanie, gładzenie, profilowanie i wygładzanie.

Technika strugania ręcznego

Strugi płaszczyznowe stosuje się do większości prac stolarskich. Służą one m.in. do zmniejszania grubości i szerokości elementów z drewna, wyrównywania powierzchni elementów lub klejonych prefabrykatów z drewna, do wyrównywania i wygładzania płaszczyzn, boków i czoł elementów, do załamywania ostrych krawędzi elementów (tzw. fazowania) itd. W obróbce płaszczyzn elementów z drewna, w zależności od kierunku strugania w stosunku do przebiegu słoików i włókien, wyróżnia się struganie wzdłużne, skośne, poprzeczne i czołowe. W praktyce warsztatowej najczęściej wykorzystuje się struganie wzdłużne, rzadziej poprzeczne, skośne i czołowe.

Ogólną, bodaj **najważniejszą zasadą strugania ręcznego wzdłużnego** jest struganie zgodne z kierunkiem przebiegu słoików rocznych i włókien drzewnych. Struganie „z włóknem” oznacza kierunek, w którym włókna wychodzą na struganą powierzchnię, a nie „pod włókna”, tj. w kierunku, w którym włókna z powierzchni „schodzą” niejako w głąb drewna w elemencie. Struganie pod włókna powoduje bowiem wrywanie i zadzieranie włókien drzewnych, co bardzo pogarsza jakość obróbki struganiem. Druga praktyczna zasada strugania ręcznego nakazuje lekkie skrucenie strugów płaszczyznowych w stosunku do kierunku strugania o kąt ok. 10°. Stosowanie tej zasady ma szczególne znaczenie przy struganiu drewna o nieregularnej budowie oraz przy struganiu poprzecznym do kierunku przebiegu włókien. **Trzeba również pamiętać, że na jakość strugania drewna mają wpływ:**

- dobór odpowiednich strugów do konkretnego zastosowania;
- kształt i stan ostrza noża oraz odchylaka i klina;
- wielkość kąta ostrza noża i kąta skrawania;
- ustawienie (wysunięcie) krawędzi tnącej noża w oprawie struga;
- kierunek skrawania;
- szerokość szczeliny roboczej w płozie struga;
- odpowiednie zamocowanie obrabianych elementów.

Pierwszych pięć czynników zostało już omówionych w niniejszym rozdziale, dwa ostatnie omówimy poniżej.

Szerokość szczeliny w płozie struga powinna być następująca:

w zdzieraku 3 -4 mm, w równiaku 2 mm, w spuście stolarskim 1,0 -1,5 mm, w gładziku 0,8 -1,0 mm i w zębaku 1- 2 mm.

Podczas strugania należy zwracać uwagę na zarys linii traserskich, prawidłowe ujęcie i prowadzenie struga, zachowanie odpowiedniej postawy przy stole roboczym oraz na kolejność i sposób strugania.

Przed rozpoczęciem strugania płaskiego każdy element należy obejrzeć, określić według słoików rocznych jego prawą (lepszą jakościowo) powierzchnię, sprawdzić jego kształt (ustalić czy jest prosty, krzywy czy spaczony), zaznaczyć ołówkiem ewentualne nieprawidłowości kształtu oraz zamocować element na płycie stołu roboczego prawą powierzchnią ku górze i układem ustojenia zgodnym z kierunkiem posuwu struga.

Struganie elementu rozpoczyna się od szerokiej jego powierzchni. Jeśli w wyposażeniu warsztatu domowego jest strugnica stolarska, przeznaczony do strugania element mocuje się między jej imakami. W przypadku braku strugnicy można korzystać z innych sposobów zamocowania lub unieruchomienia obrabianych elementów. Sposób pierwszy z zastosowaniem kołków oporowych oraz klinów drewnianych, jest przydatny szczególnie przy struganiu szerokich płaszczyzn elementów. Drugi sposób, polegający na opieraniu struganego elementu o listwę lub klocek oporowy, zaleca się stosować przy struganiu boków elementów.

Podczas obróbki konieczne jest trzymanie i prowadzenie struga obu rącz. Struganie .z prowadzeniem narzędzia jedną dłonią. pogarsza jakość obróbki. Struganie rozpoczyna się zwykle *równiakiem*, a w wyjątkowych przypadkach, tj. przy konieczności zebrania grubej warstwy drewna, zdziera kiem, a następnie równiakiem. Równiak prowadzi się przy struganiu nieco skośnie (ok. 10°). W ruchu powrotnym strug przechyla się w prawo na krawędź płozy, aby uniknąć tarcia i tępienia ostrza o powierzchnię elementu. Na początku strugania nacisk się wywiera szczególnie na rękojeść struga, a na końcu elementu silniej naciska się na piętękę, jak wskazują strzałki na rysunku. W czasie strugania płaszczyzn niektórych elementów, zwłaszcza długich, często zachodzi potrzeba zmiany ich położenia, tzn. obrócenia o 180°, aby strugać je na całej długości zgodnie z przebiegiem włókien.

Podczas strugania wstępnego, wyrównującego, szerokiej płaszczyzny elementu należy sprawdzić dokładność obróbki. Sprawdzenie przeprowadza się za pomocą dwóch idealnie prostych listewek o jednakowej szerokości, układając je na struganej płaszczyźnie. Zauważone niedokładności strugania poprawia się równiakiem. Po struga niu równiakiem następuje struganie gładzikiem lub spustem, a dokładność i poprawność obróbki sprawdza się jak poprzednio. **Należy pamiętać, że struganie wyrównujące i wygładzające** trzeba wykonywać przy możliwie małym wysunięciu ostrza noża, a więc zbierając z obrabianej powierzchni cienkie wióry, co sprzyja jakości obróbki.

Wysuszone deski, zwłaszcza boczne oraz większe ich odcinki, są zwykle wypaczone. Wielkość wypaczenia można stwierdzić przykładając w poprzek deski linię. Jeśli wypaczenie jest zbyt duże, wyrównanie obu płaszczyzn doprowadziłoby do znacznego zmniejszenia grubości deski, a tym samym do dużej straty materiału. W takim przypadku należy przepiłować deskę wzdłużnie pośrodku, wyrównać przecięte boki i skleić, a następnie sklejoną płytę wyrównać i wygładzić. Podczas wyrównywania wypaczonej deski trzeba najpierw zestrugać materiał wzdłuż boków od wklęsłej strony deski, a następnie wyrównać i

wygładzić drugą, wypukłą powierzchnię deski. Wyrównana i wygładzona szeroka płaszczyzna elementu stanowi *pierwszą płaszczyznę bazową tego elementu*. Po jej obróbce wybiera się *drugą płaszczyznę bazową*, którą będzie stanowiła wąska płaszczyzna boku. Wybiera się na nią lepszy jakościowo bok elementu. Element zamocowuje się pionowo do powierzchni płyty strugnicy lub stołu roboczego obrobioną szeroką płaszczyzną bazową na zewnątrz, a płaszczyznę bazową boku struga się równiakiem i spustem lub dzikiem. Podczas strugania boku należy prowadzić strug długimi ruchami i unikać przerywania posuwów na długości boku. **Warunkiem poprawności strugania jest prostopadłość wąskiej płaszczyzny boku do szerokiej płaszczyzny bazowej**, co należy sprawdzać kątownikiem w czasie strugania i po jego zakończeniu. Prostopadłe do siebie płaszczyzny bazowe oznacza się ołówkiem tak, aby znaki przylegały do siebie na krawędzi elementu.

Dalszy przebieg obróbki elementu jest następujący:

- trasowanie szerokości elementu od wąskiej płaszczyzny bazowej za pomocą rysika, z nadmiarem 0,5-1,0 mm na ostateczne wygładzenie;
- zamocowanie elementu i struganie szerokościowe (tj. na szerokość) równiakiem, a następnie spustem, wyjątkowo zdzierakiem, równiakiem i spustem ewentualnie gładzikiem; _
- trasowanie grubości elementu znacznikiem, opierając jego głowicę o prawą, bazową płaszczyznę elementu; wąskie elementy trasuje się wzdłużnie, szerokie wzdłużnie i poprzecznie;
- zamocowanie elementu i struganie grubościowe (tj. na grubość) równiakiem i spustem lub równiakiem i gładzikiem.

Struganie szerokościowe i grubościowe elementu wykonuje się oczy wiście z zastosowaniem zasad i wskazówek praktycznych podanych w opisie strugania płaszczyzn bazowych. W przypadku strugania boków krótkich elementów o stosunkowo znacznej szerokości można posłużyć się prostym oprzyrządowaniem, zwanym *przystrugnicą*, której wykonanie we własnym zakresie nie nasuwa żadnych trudności. Struganie wygładzające płaszczyzn i boków elementów wykonuje się jako uzupełnienie strugania wyrównującego. Sposób strugania gładzikiem jest taki sam jak równiakiem i spustem. Struga się nim zasadniczo wzdłuż włókien, a jedynie w połączeniach elementów prostopadłych do siebie - ukośnie (np. w ramach konstrukcyjnych, ramach do obrazów).

Czoła elementów struga się tylko w koniecznych przypadkach. Zazwyczaj wystarczy bowiem poprzeczne dokładne przycięcie elementu piłą ręczną i wygładzenie czoła papierem ściernym. Do wyrównywania niedokładnie przyciętych czoł elementów nie należy stosować przenośnych strugarek tarczowych, nasadek strugarskich do wiertarek i strugarek-wyrówniarek. Zakaz ten ma na względzie bezpieczeństwo pracy; jego nieprzestrzeganie może łatwo doprowadzić do wypadku. Struganie czoł elementów jest znacznie trudniejsze niż struganie płaszczyzn i boków. **Przy struganiu czoł trzeba pamiętać o następujących wskazówkach praktycznych:**

- zamocowanie obrabianych elementów musi być bardzo silne i zapobiegające ich drganiu w czasie obróbki;
- podczas strugania czoł występuje bardzo duży opór skrawania, dlatego nóż struga (np. równiak) z odchylakiem musi być naostrzony, a jego ostrze wysunięte poza płaszczyznę płozy najwyżej 0,2 mm;
- struganie wykonuje się wielokrotnymi posuwami struga, na który trzeba wywierać silny nacisk nie tylko dłońmi, ale całym korpusem ciała;
- ze względu na odłupywanie się naroży czoł strug prowadzi się ukosem do boków obrabianego elementu;
- czoła elementów o większych przekrojach (np. 40 x 40 mm, 40 x 60 mm) należy strugać po przekątnych, lecz tylko do połowy ich długości;
- podczas strugania czoł szerokich elementów obróbkę rozpoczyna się od jednego naroża ukośnie skierowanym strugiem, potem prowadzi się strug również ukośnie do krawędzi czoła, nie dosuwając go jednak do przeciwległego naroża, które wyrównuje się odwracając strug o 180°.

Odfuypywaniu naroży można zapobiegać poprzez podpieranie obrabiane go elementu odpadowym klockiem drewna zaciśniętym razem z elementem w imaku strugnicy, można też stosować ścisk stolarski. Struganie prowadzi się w kierunku klocka.

Przy struganiu profilowym boków elementów, szczególnie strugiem wręgownikiem i kątnikiem nacisk na oprawę struga wywiera się nie tylko z góry, ale i z boku do powierzchni elementu, po której przesuwają się płoza struga i ostrze noża. Struganie rozpoczyna się od końca obrabianego boku, zbierając cienką warstwę drewna, następnie cofając najpierw do połowy długości boku, aż wreszcie do początku długości boku. Jednofazowe równe zdjęcie wiórów wzdłuż całej długości nie jest możliwe, prowadzi bowiem do pogorszenia jakości obróbki.

Elementy z twardych gatunków drewna wygładza się po struganiu płaszczyzn i boków gładzikiem lub spustem, za pomocą gładzicy. Powierzchnie elementu przeznaczone do wygładzania zwilża się lekko mokrą szmatką lub gąbką nasączoną wodą. W czasie wygładzania gładzicę nie oprawioną trzyma się oburącz, z lekkim naciskiem kciuków na płytkę gładzicy. Gładzicę nachyloną pod kątem 5 - 70° do wygładzanej powierzchni i skręconą pod kątem ok. 30° do zamierzonego kierunku ruchu, np. „od siebie”, prowadzi się wzdłuż słoju drewna z lekkim dociskiem. **Przy wygładzaniu elementów płytowych pokrytych okleiną zaleca** się prowadzenie gładzicy w kierunku „do siebie”, co ułatwia kontrolę nad prowadzonym ostrzem i zapobiega ścinaniu zbyt grubych wiórków. W przypadku zawitego przebiegu słoju kierunek prowadzenia gładzicy należy dostosować do kierunku słoju. Konieczne jest jednak unikanie ruchów gładzicą w kierunku poprzecznym do słoju. Przy wygładzaniu powierzchni krawędzi elementu gładzicę prowadzi się skośnie do przebiegu włókien, wykonując nią jednocześnie ruchy lekko koliste. W końcowej fazie ruchu podczas wygładzania powierzchni krzywoliniowych gładzicę unosi się płynnie do góry, szczególnie w przypadku powierzchni okleinowanych.

Wygładzanie powierzchni elementów z drewna gładzicą zwykłą jest wyczerpujące i prowadzi do szybkiego zmęczenia, zwłaszcza kciuków. Znacznie łatwiejsza jest praca przy zastosowaniu gładzic oprawionych. Niektóre rodzaje opraw do gładzic znajdują się w sprzedaży. Proste oprawy można wykonać we własnym zakresie. Należy jednak pamiętać, że stosowanie gładzic oprawionych zalecane jest stolarzom amatorom jedynie w odniesieniu do elementów z litego drewna lub do wygładzania (tzw. cyk linowania) posadzek z drewna. Nie należy ich natomiast używać do wygładzania elementów płytowych pokrytych fornirem.

Struganie tworzyw drzewnych płytowych ogranicza się jedynie do wyrównywania powierzchni boków elementów płytowych, a w niektórych przypadkach do tzw. załamywania krawędzi tych elementów, czyli do stępienia ich krawędzi. Wyrównywanie powierzchni boków elementów płytowych dotyczy zwłaszcza elementów, w których boki przewidziane są do okleinowania lub oklejania folią papierową i tworzywową. Stosunkowo rzadko stosuje się oklejanie elementów płytowych doklejkami z listew drewnianych. Wspomniane elementy płytowe wykonane są przeważnie z płyt wiórowych, bardzo rzadko są to elementy z grubej sklejki. Struganie boków elementów z płyt wiórowych i ze sklejki powoduje szybsze tępienie ostrzy noży niż struganie drewna. Z tego względu wskazane jest stosowanie grubszych noży z kątem ostrza 30°, przy czym krawędź ostrza musi być wysunięta 0,4-0,6 mm.

Wyrównywanie boków elementów z tworzyw drzewnych wykonuje się z reguły strugiem równiakiem. Elementy mocuje się pionowo, przy czym wskazana jest obróbka kilku elementów jednocześnie, przy dokładnym ustawieniu przeznaczonych do strugania boków. Przy wyrównywaniu boków pojedynczych elementów można posługiwać się przystrugnicą, która może być wykorzystana również w tym celu do obróbki płaskich elementów z drewna. Wyrównywanie boków elementów z cienkiej sklejki lub płyt

piłśniowych wykonuje się pojedynczo, a do jednoczesnego strugania kilku elementów służy przystrugnica lub też inne, również proste oprzyrządowanie. W jednym i drugim przypadku wskazane jest zaciśnięcie obrabianych elementów przynajmniej dwoma małymi zaciskami śrubowymi, aby zapobiec przesuwaniu się po szczególnych elementach podczas strugania. Stępienie krawędzi elementów płytowych ze sklejki lub płyty piłśniowej (np. tylnych ścianek do szafek) wykonuje się równiakiem na pojedynczych elementach ułożonych poziomo na brzegu płyty stołu roboczego.

Podczas prac przygotowawczych oraz podczas strugania ręcznego należy przestrzegać następujących przepisów bhp:

- zachować ostrożność przy ostrzeniu, wygładzaniu i sprawdzaniu ostrości noży strugów;
- przy przenoszeniu noży trzymać je całą dłońią ostrzem do tyłu;
- posługiwać się strugnicą lub stołem roboczym o wysokości dostosowanej do wzrostu osoby strugającej;
- co pewien czas, w celu odprężenia mięśni i wykonania kilku głębokich oddechów, struganie należy przerywać.

Opracowano na bazie materiałów z Internetu.