

# Wykonywanie ręcznej obróbki drewna i tworzyw drzewnych



## SPIS TREŚCI

1. Zasady trasowania drewna i tworzyw drzewnych
2. Narzędzia i przyrządy do obróbki ręcznej oraz zasady skrawania drewna i tworzyw drzewnych narzędziami ręcznymi
3. Bezpieczeństwo i higieny pracy, ochrona przeciwpożarowa oraz ochrona środowiska
4. Literatura

# 1. Zasady trasowania drewna i tworzyw drzewnych

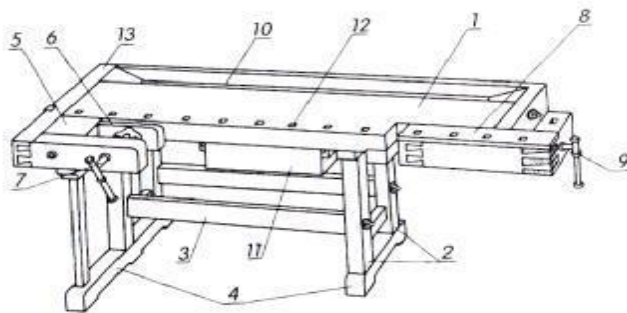
## Organizowanie stanowiska obróbki ręcznej zgodnie z wymaganiami ergonomii

Stanowisko pracy jest to określone miejsce w zakładzie, wyposażone w odpowiednie urządzenia i służące do wykonywania jednej lub kilku kolejnych operacji (lub czynności). Powierzchnia stanowiska pracy powinna być dostosowana do rodzaju pracy; do ręcznej pracy jednego stolarza potrzeba  $8\div 12\text{ m}^2$ . Stanowiska pracy mogą być przystosowane do pracy ręcznej, do pracy częściowo zmechanizowanej i zmechanizowanej. Stanowisko pracy może być stałe, jeśli praca odbywa się w określonym miejscu przy zlokalizowanym stałym urządzeniu, np. struganie lub dłutowanie na strugnicy, lub ruchome – jeśli praca nie jest związana ze stałym miejscem jej wykonywania, np. czynności załadunkowe w suszarni, układanie tarcicy w stopy. Stanowisko pracy może być indywidualne, kiedy jest obsługiwane przez jednego pracownika i zespołowe – jeśli obsługuje je dwóch lub większa liczba pracowników.

Stanowisko pracy powinno zapewniać bezpieczne i higieniczne warunki pracy i umożliwiać uzyskanie maksymalnej wydajności przy możliwie najmniejszym wysiłku fizycznym pracownika.

Wyposażenie stanowiska pracy do obróbki ręcznej składa się z urządzenia podstawowego, urządzeń pomocniczych oraz narzędzi i przyrządów. Oprócz tego na stanowisku powinno być przewidziane miejsce na układanie materiałów (elementów) przeznaczonych do obróbki i miejsce na te materiały po dokonaniu operacji.

Na stanowisku pracy ręcznej stolarza podstawowym urządzeniem jest strugnica (rys. 1). Składa się ona z dokładnie wygładzonej płyty roboczej 1, osadzonej na stojaku. Stojak stanowią cztery nogi 2, wzmocnione łączynami 3 i progami 4; na wydłużonym przednim progu jest zamocowana pionowa podstawka pod docisk przedni 5; w docisku przednim za pomocą podkładki 6 i śruby dociskowej 7 zaciska się elementy podlegające obróbce. Tylny zacisk 8 jest przesuwany równoległe do wzdłużnego boku płyty śrubą dociskową 9. W prawej bocznej podłużnej części płyty znajduje się wgłębienie 10, zwane narzędnią, a pod płytą szuflada (wysuwnica) 11. Płyta strugnicy i tylny docisk wzdłuż lewego boku są zaopatrzone w otwory 12, służące do umieszczania w nich imaków rys. 2 stanowiących opór dla obrabianych elementów dociskanych tylnym dociskiem. Płyta jest wzmocniona na czołach okładzinami 13 w celu zabezpieczenia przed spaceniem [6, s.146]

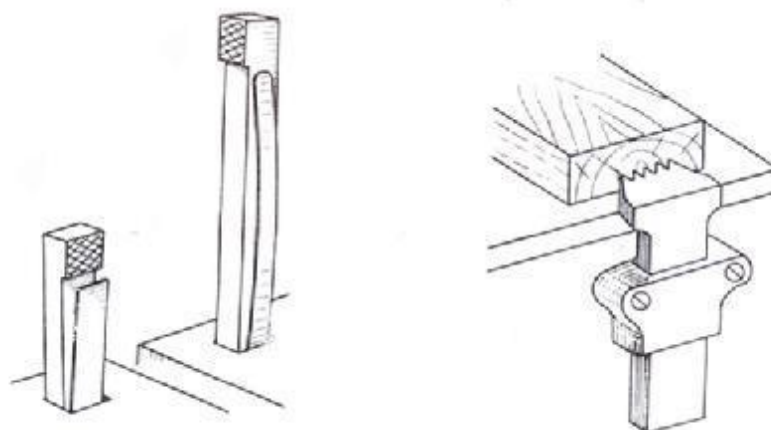


Rys. 1. Strugnica stolarska [6, s. 147]

Zasady pracy przy strugnicy:

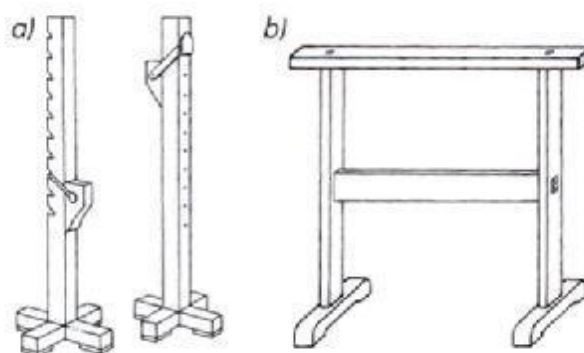
- w celu zabezpieczenia płyty roboczej przed uszkodzeniem nie można na niej piłować, dłutować ani wiercić bez użycia podkładek,
- w dociskach nie można mocować elementów metalowych, aby uniknąć uszkodzeń powierzchni zaciskowych,
- na dociskach strugnicy nie należy dłutować, gdyż można uszkodzić prowadnicę docisków,
- imaków nie można uderzać młotkiem, aby nie uszkodzić ich główek,
- płytę strugnicy należy od czasu do czasu konserwować i zabezpieczać przed różnego rodzaju zabrudzeniami np. klejem.

Do oprzyrządowania strugnicy należą przeznaczone do zamocowania obrabianych elementów imaki przedstawione na rys. 2.



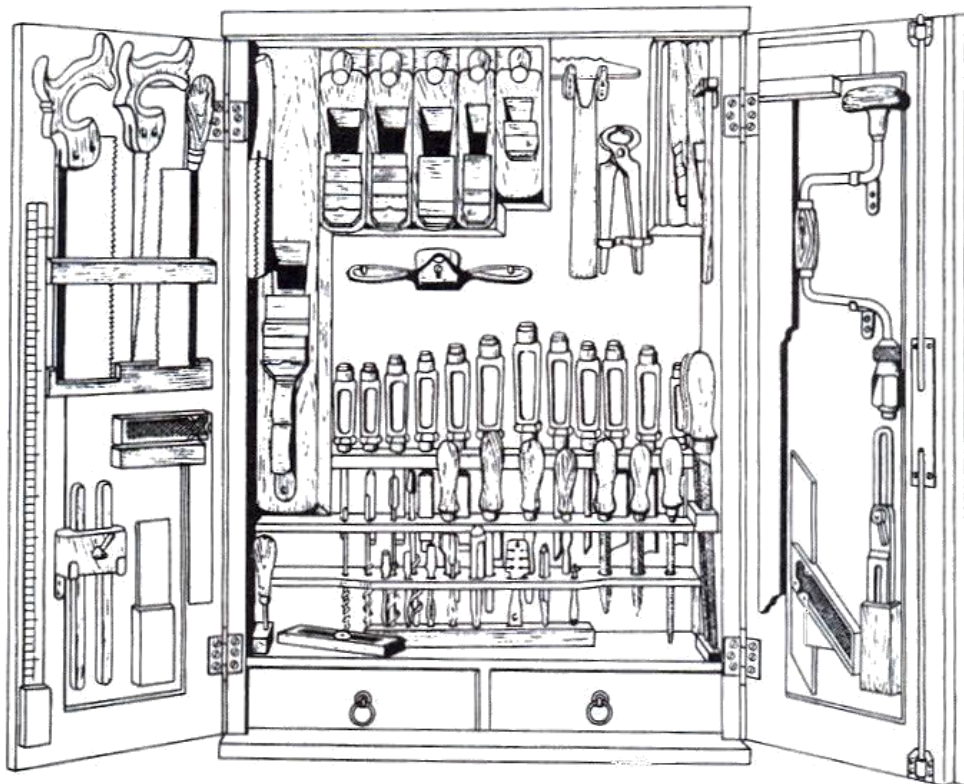
Rys. 2. Imaki [6, s. 147]

Wyposażenie pomocnicze stanowią: podpieraki i podstawki pokazane na rys. 3.



Rys. 3. Wyposażenie pomocnicze strugnicy: a) podpieraki, b) podstawka [6, s. 148]

Każde stanowisko pracy powinno być wyposażone w narzędzia, które są używane podczas pracy. Podstawowym wyposażeniem stanowiska obróbki ręcznej stolarza są narzędzia ręczne, które powinny znajdować się jednym podręcznym miejscu. Takim miejscem jest kompletna szafka narzędziowa pokazana na rys. 4.



Rys. 4. Szafka narzędziowa [6, s. 148]

Strugnica (stół stolarski) jest często w zakładach i miejscach kształcenia w dziedzinie techniki stolarskiej osobistym miejscem pracy przez dłuższy czas, przy którym należy wykonywać wiele czynności. Służy on jako podłoże dla obrabianych elementów i równocześnie daje możliwość mocowania detali lub części z drewna albo tworzyw drzewnych.

Praca w niewygodnej pozycji ciała prowadzi do przedwczesnego zmęczenia i w perspektywie do kłopotów zdrowotnych. W związku z tym wysokość strugnicy powinna być dobierana indywidualnie do każdego pracownika poprzez zastosowanie odpowiedniego podwyższenia.

Szczegółowe informacje dotyczące środowiska pracy podczas obróbki ręcznej drewna i tworzyw drzewnych znajdują się w rozdziale 4.3. „Bezpieczeństwo i higieny pracy, ochrona przeciwpożarowa oraz ochrona środowiska”.

#### **Manipulacja oraz trasowanie drewna i tworzyw drzewnych**

Materiały drzewne – tarcicę i tworzywa drzewne produkuje się w określonych normami wymiarach (grubości, szerokości i długości). Chcąc wykonać z tych materiałów jakikolwiek wyrób stolarski trzeba je przede wszystkim podzielić na odpowiednie części, czyli elementy surowe, z których otrzymuje się po dalszej obróbce elementy składowe wyrobu.

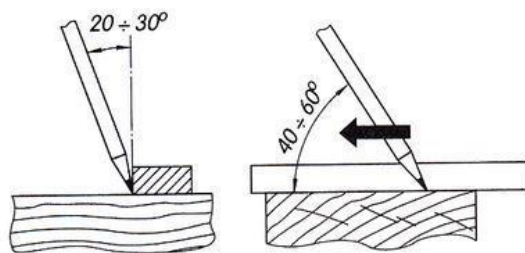
Dzielenie cennych materiałów, jakimi są tarcica i tworzywa drzewne, musi być dokładnie zaplanowane. Dlatego w pierwszej kolejności należy na materiał nanieść ołówkiem zarys potrzebnych elementów surowych. Czynność tę nazywa się trasowaniem wstępnym albo powierzchniowym. Otrzymane z podziału przez piłowanie elementy surowe przechodzą następnie wiele operacji. W celu ułatwienia wykonania tych operacji, przed ich rozpoczęciem, trasuje się na elemencie zarys kolejnej operacji. Jest to trasowanie międzyoperacyjne albo trójwymiarowe.

Celem trasowania jest:

- jak najoszczędniejsze wykorzystanie materiału drzewnego i ograniczenie do minimum ilości odpadów,
- dobieranie takich części materiału, które odpowiadają parametrom technicznym danego elementu,
- ułatwienie kształtowania elementów, gdyż korzystanie z naniesionych z góry zarysów jest łatwiejsze niż częste posługiwanie się rysunkiem podczas pracy,
- zmniejszenie ilości braków – błędne trasowanie można po sprawdzeniu poprawić, natomiast element nie trasowany może być w razie najmniejszej nieuwagi za głęboko zestrugany lub w niewłaściwym miejscu przewiercony, a takiego błędu poprawić nie można.

### Zasady trasowania

Do trasowania większej liczby elementów stosuje się wzorniki o zarysach potrzebnych elementów surowych. Naturalnie w produkcji jednostkowej, jednorazowej wykonanie i stosowanie wzorników mijają się z celem. Wyjątek stanowi trasowanie zarysów elementów krzywoliniowych, do których stosuje się wzorniki nawet wówczas, gdy stanowią pojedyncze egzemplarze. Zarys nanosi się na materiał płasko zaostrożonym ołówkiem stolarskim. Ostrze ołówka należy prowadzić tuż przy wzorniku, a przy trasowaniu bez wzorników – przez wymierzone i zaznaczone na materiale punkty (rys. 5).



Rys.5. Sposoby prowadzenia ołówka przy trasowaniu elementów [6, s. 152]

Tarcicę i tworzywa drzewne bez wad trasuje się łatwo, zwracając głównie uwagę na jak najoszczędniejsze wykorzystanie trasowanej powierzchni. Wówczas dużą usługę oddają wzorniki, gdyż w razie większej liczby zróżnicowanych wymiarów łatwiej jest rozmieścić wzorniki na materiale i wtedy wykreślić zarysy. Bez wzorników trzeba wprowadzać poprawki, które zaciemniają trasowaną powierzchnię. Błędnie naniesione zarysy unieważniają się przez naniesienie na nie linii falistych. Krzyżykami oznacza się te linie zarysów właściwych, wzdłuż których ma nastąpić piłowanie w pierwszej kolejności. Podczas trasowania należy przestrzegać następujących zasad:

- 1) tarcicę nie obrzynaną trasować zawsze z lewej strony (odrdzeniowej), tarcicę obrzynaną – ze strony obarczonej większą ilością wad (przeważnie z prawej strony),
- 2) na powierzchni trasowanej zaznaczyć ołówkiem zarysy wszystkich wad widocznych na stronie odwrotnej trasowanego materiału,
- 3) rozpoczynać trasowanie od elementów o największej powierzchni (największej długości i szerokości),
- 4) na elementy krótkie i wąskie wykorzystywać małe powierzchnie między wadami materiału oraz odpady,
- 5) na elementy łukowe i krzywoliniowe wykorzystywać powierzchnie w pobliżu wad o słojach zawitych i starać się ułożyć wzornik tak, aby słoje roczne biegły równoległe do krawędzi bocznych krzywoliniowych zarysów elementów,
- 6) nie wybierać wyłącznie czystego – bez wad – materiału na elementy, w których występowanie wad jest dopuszczalne,

- 7) tarcicę o powierzchniach zszarzałych lub brudnych, na których trudno dostrzec wady, przed trasowaniem lekko zestrugać, co w znacznym stopniu ułatwi prawidłowe trasowanie. Struganie stosuje się głównie podczas trasowania bardziej cennych gatunków tarcicy twardej.

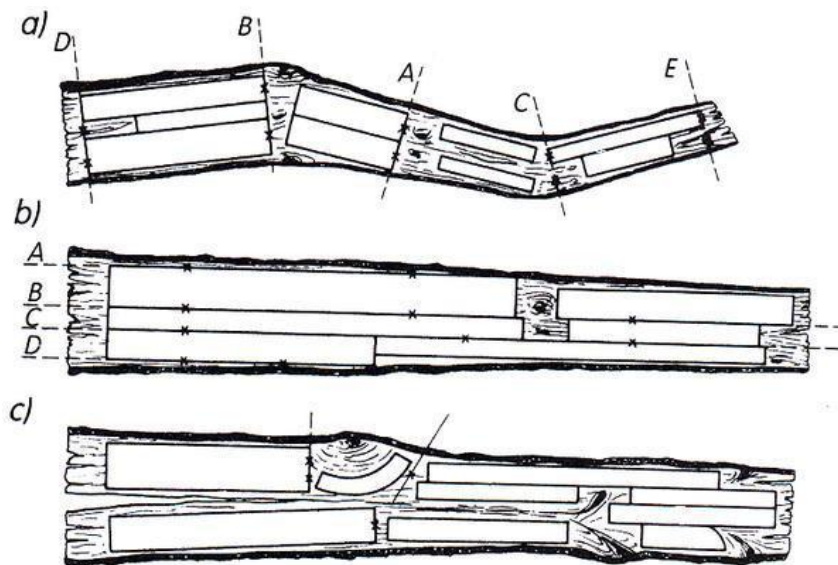
### Przykłady trasowania wstępnego

Tarcicę specjalną (przeznaczeniową) na określone elementy, o przekroju znormalizowanym, np. bale na ościeżnice do drzwi i okien, łaty, listwy wszelkiego rodzaju i inne, trasuje się wyłącznie na długość potrzebnych elementów, wykorzystując powierzchnię między dopuszczalnymi wadami.

Tarcicę nie obrzynaną krzywą trasuje się przeważnie tak, jak to przedstawiono na (rys. 6a). Wykorzystuje się względnie proste odcinki tarcicy, przerywając ją początkowo w poprzek, według oznaczonych krzyżykami linii A, B, C, D, E, a potem każdy przyrzynek wzdłużnie; na końcu skraca się elementy na oznaczoną długość.

Trasowanie prostej tarcicy nie obrzynanej, o stosunkowo prostych słojach ilustruje (rys. 6b). Rozrzyna się ją w pierwszej kolejności wzdłuż, według linii traserskich A, B, C, D, oznaczonych krzyżykami, a następnie w poprzek.

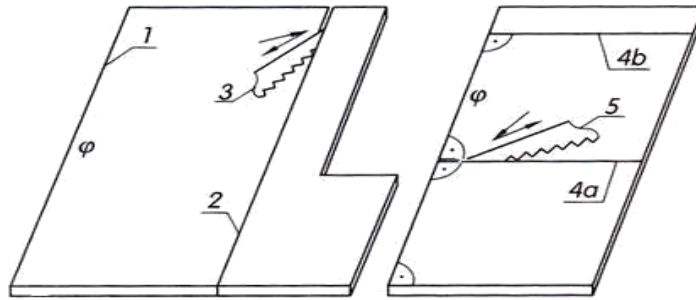
Oszczędne trasowanie tarcicy nie obrzynanej ze znaczną liczbą wad przedstawiono na (rys. 6c). Łukowy element jest wytrasowany w miejscu, gdzie słoje wokół wad układają się prawie równoległe do jego krawędzi. Piłowanie trzeba zaczynać od zarysów oznaczonych krzyżykami – u łatwi to dalszą pracę. Podczas piłowania trzeba jednak uważać, aby nie popsuć przylegających do siebie elementów.



**Rys. 6.** Trasowanie tarcicy: a) tarcica krzywa, b) tarcica prosta, c) tarcica z dużą liczbą wad [6, s. 154]

Trasowanie międzyoperacyjne będzie omawiane przy poszczególnych operacjach, co ułatwi zrozumienie potrzeby wykonywania tej czynności.

Trasowanie materiałów płytowych z tworzyw drzewnych jest, w porównaniu do tarcicy, uproszczone ze względu na ich jednolitą budowę i rzadkie występowanie wad (rys. 7). Przystępując do trasowania należy rozpocząć od wyboru i oznaczenia krawędzi odniesienia (bazowej) – 1. Następnie trasuje się cięcie przechodzące przez całą płytę – 2, odmierzając ją od krawędzi odniesienia. Po rozcięciu p łyty – 3, trasuje się przy użyciu kątownika cięcia poprzeczne 4a, b prostopadłe do krawędzi odniesienia i wykonuje cięcia poprzeczne – 5.

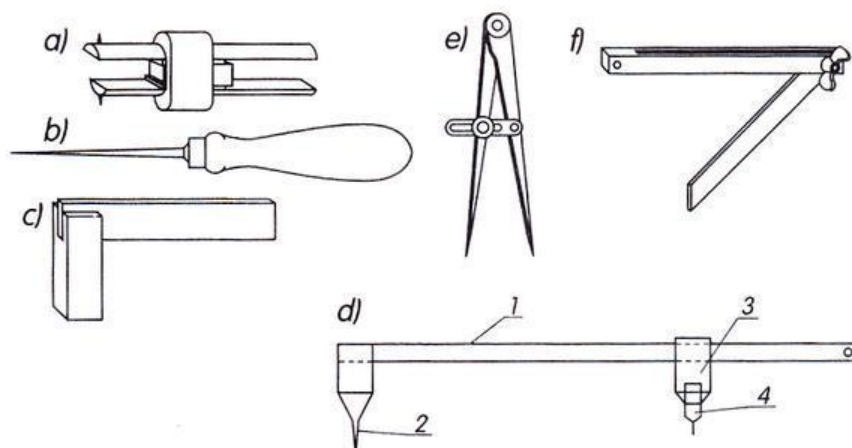


**Rys. 7.** Trasowanie elementów płytowych [6, s. 154]

Tarcica przeznaczona na wyroby stolarskie powinna mieć taką klasę jakości, jaką przewiduje opis techniczny lub warunki techniczne dołączone do rysunku. Trasując poszczególne elementy należy brać pod uwagę ich przeznaczenie, w szczególności należy uwzględnić kierunek słojów i ich układ w drewnie względem sił działających na element (co zwykle przewidują warunki techniczne). Na przykład nie można trasować elementu na nogę krzesła, rękojeści dłuta itp., jeżeli kierunek przebiegu słojów rocznych odchyła się nadmiernie od kierunku krawędzi bocznych. Dobierając materiały należy wykorzystywać w pierwszej kolejności odpady drewna i tworzyw drzewnych, które są do dyspozycji, a dopiero po ich wyczerpaniu trasować materiał pełnowartościowy – zawsze należy pamiętać o potrzebie oszczędzania materiałów drzewnych. Podczas trasowania należy również pamiętać o nadatkach materiału na długość, szerokość i grubość, która umożliwi prawidłową obróbkę elementu podczas dalszej obróbki.

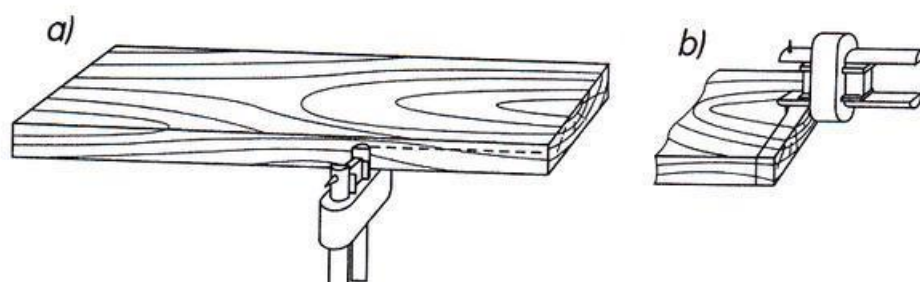
#### **Przyrządy do trasowania**

Do wstępnego trasowania stosuje się przyrządy pomiarowe takie jak: przymiar drewniany składany, przymiar stalowy zwijany, taśma miernicza oraz właściwe przyrządy traserskie, do których należą: liniał drewniany długości  $2 \div 2,5$  m z podziałką metryczną, rysik (rys. 8b), kątownik prostokątny (rys. 8c), cyrkiel drążkowy nastawny (rys. 8d), cyrkiel nastawny (rys. 8e). Do trasowania międzyoperacyjnego używa się metalowego lub drewnianego znacznika (rys. 8a).



**Rys. 8.** Przyrządy do trasowania: a) znacznik, b) rysik, c) kątownik prostokątny, d) cyrkiel drążkowy nastawny, 1 – prowadnica drążkowa, 2 – kolec centrujący, 3 – suwak, 4 – wkład ołówkowy, e) cyrkiel nastawny, f) kątownik nastawny [6, s. 156]

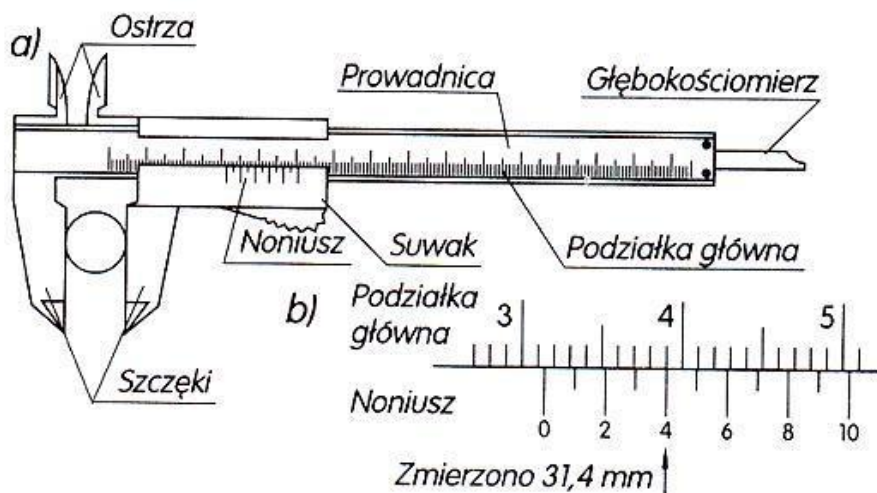
Przykłady trasowania znacznikiem przedstawiono na rysunku 9.



**Rys. 9.** Przykłady trasowania znacznikiem: a) wyznaczanie grubości, b) wyznaczanie zarysu wczepów [6, s. 156]

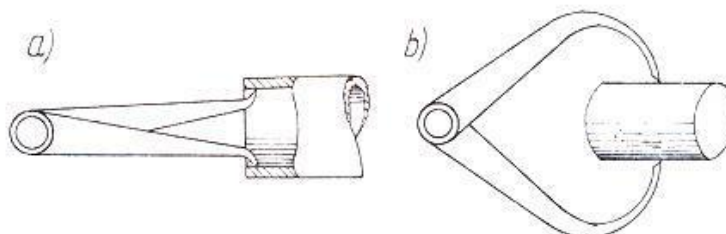
### Posługiwanie się przyrządami pomiarowymi, sprawdzianami oraz interpretacja wyników pomiarów

Do celów pomiarowych i kontrolnych podczas obróbki drewna i tworzyw drzewnych stosuje się specjalne cyrkle, zwane mackami zewnętrznymi i wewnętrznymi, grubościomierz zegarowy, suwmiarkę z noniusem (rys. 10) oraz poziomiec. Na rysunku 10 przedstawiono suwmiarkę służącą do pomiaru min. średnic, szczelin itp.



**Rys. 10.** Pomiar suwmiarką: a) suwmiarka, b) przykład odczytania pomiaru [6, s. 157]

Rysunek 11 przedstawia specjalne cyrkle zwane mackami służącymi do kontroli średnic zewnętrznych i wewnętrznych.



**Rys.11.** Macki do sprawdzania średnic: a) wewnętrzne, b) zewnętrzne [6, s. 157]

Oddzielną grupę przyrządów do trasowania stanowią wszelkiego rodzaju wzorniki wykonane ze sklejki, cienkich deszczulek, blachy stalowej i cynkowej. Wzorniki do trasowania wstępnego są bardzo proste – przedstawiają zarys elementu surowego. Natomiast wzorniki do trasowania międzyoperacyjnego mają niekiedy dość skomplikowaną konstrukcję, przy czym nie przewiduje się w nich nadmiarów – oznaczone na nich zarysy są ostateczne i podczas obróbki nie wolno ich przekroczyć.



## **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

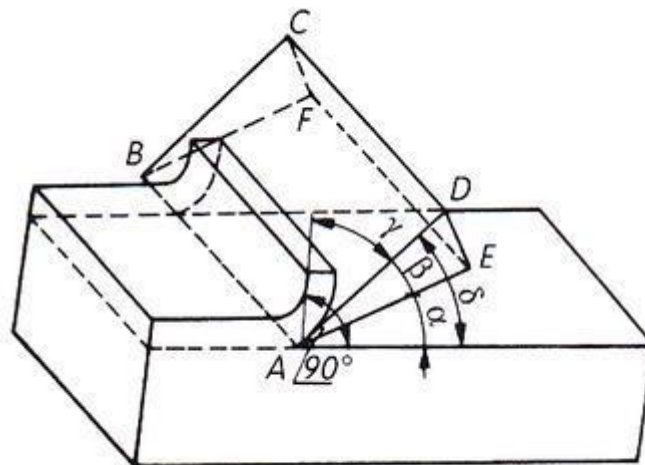
1. Jakie są zasady prawidłowej organizacji stanowiska pracy?
2. Jakie są cele trasowania drewna i tworzyw drzewnych?
3. Jakie zasady, należy stosować podczas trasowania?
4. Jakie zasady stosujemy podczas trasowania tarcicy obrzynanej i nieobrzynanej?
5. Jakie zasady stosujemy podczas trasowania elementów płytowych?

## **2. Narzędzia i przyrządy do obróbki ręcznej oraz zasady skrawania drewna i tworzyw drzewnych narzędziami ręcznymi**

### Charakterystyka noża elementarnego oraz geometrii ostrza narzędzia skrawającego

W celu łatwiejszego zrozumienia procesu skrawania oraz konstrukcji narzędzia skrawającego wprowadzono pojęcie symbolicznego narzędzia – noża elementarnego, czyli prostego, z ostrzem w kształcie klina (rys.12). Ostrz noża prostego (tak jak również poszczególne jego ostrza każdego narzędzia skrawającego) składa się z następujących elementów:

- powierzchni natarcia ABCD,
- powierzchni przyłożenia ABFE,
- bocznych powierzchni noża ADE i BCF,
- głównej krawędzi tnącej AB, czyli głównej krawędzi ostrza noża,
- bocznych krawędzi tnących AD i BC, czyli bocznych przednich krawędzi ostrza noża.



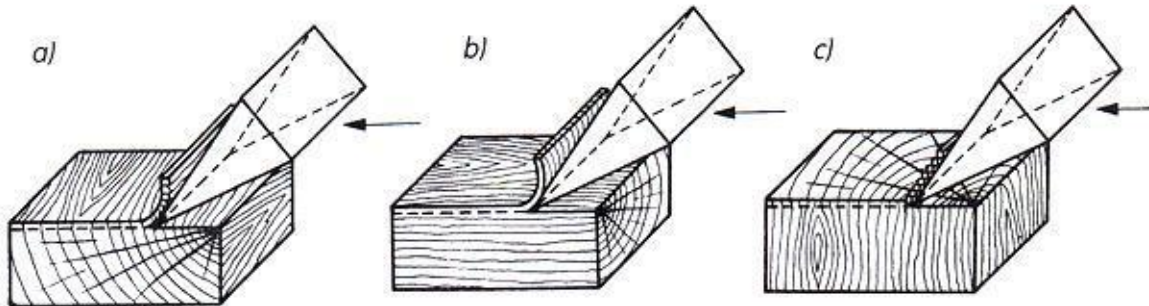
Rys. 12. Nóż elementarny (prosty) [6, s. 144]

Obróbka skrawaniem może nastąpić tylko podczas ruchu narzędzia lub obrabianego drewna, albo jednego i drugiego. W obróbce ręcznej skrawanie następuje podczas ruchu narzędzia zwanego ruchem roboczym. Przyjmując, że kierunek ruchu roboczego noża jest zarazem kierunkiem skrawania oraz, że kąt nachylenia głównej krawędzi tnącej noża do kierunku skrawania jest równy  $90^\circ$ , położenie noża prostego podczas skrawania określają następujące wielkości kątowe:

- kąt przyłożenia  $\alpha$  (alfa), zawarty między powierzchnią przyłożenia noża a powierzchnią obrabianą (kąt ruchowy),
- kąt ostrza  $\beta$  (beta), zawarty między powierzchnią natarcia a powierzchnią przyłożenia (kąt wymiarowy),
- kąt natarcia  $\gamma$  (gamma), zawarty między powierzchnią natarcia a powierzchnią prostopadłą do powierzchni obrabianej, przechodzącą przez główną krawędź tnącą:  
 $\gamma = 90^\circ - (\alpha + \beta)^\circ$  (kąt ruchowy),
- kąt skrawania  $\delta$  (delta), zawarty między powierzchnią natarcia noża a powierzchnią obrabianą, jest sumą kątów  $\alpha + \beta$  (kąt ruchowy).

Skrawanie może następować w różnych kierunkach w stosunku do przebiegu włókien drewna. Obok kilku pośrednich rozróżnia się trzy zasadnicze kierunki: skrawanie poprzeczne (rys. 13 a), skrawanie wzdłużne (rys. 13 b) oraz skrawanie prostopadłe (rys. 13 c).

Najmniejszy opór skrawania występuje przy skrawaniu poprzecznym, nieco większy przy skrawaniu wzdłużnym, a największy przy skrawaniu prostopadłym.



Rys. 13. Zasadnicze kierunki skrawania: a) poprzeczne, b) wzdłużne, c) prostopadłe [6, s. 145]

Skrawanie wzdłużne, stosowane najczęściej podczas strugania, daje gładką powierzchnię obróbki. Gładkość ta jest większa, gdy skrawanie wzdłużne następuje za słojem, mniejsza przy skrawaniu przeciw słoju. Wióry powstające po skrawaniu wzdłużnym mają postać jednolitej, gładkiej taśmy i są niełamiwe.

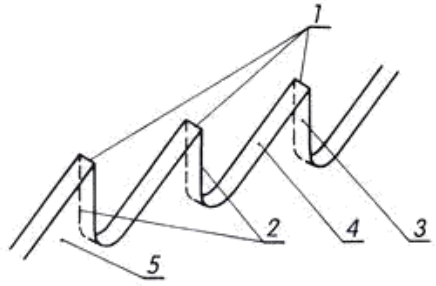
Skrawanie poprzeczne występuje najczęściej podczas piłowania drewna w poprzek (poprzeczne). Należy pamiętać, że w kierunku przedstawionym na rysunku 13 c, działają poszczególne krawędzie tnące zębów piły. W wyniku skrawania poprzecznego powstają trociny lub wióry krótkie i łamiwe.

Skrawanie prostopadłe stosuje się na przykład podczas strugania czoła drewna. Skrawanie prostopadłe daje bardzo drobne, rozpadające się wióry. Gładkość powierzchni uzyskanej w wyniku skrawania w tym kierunku jest mniejsza niż w odniesieniu do pozostałych kierunków skrawania.

### Rodzaje pił ręcznych oraz zasady piłowania

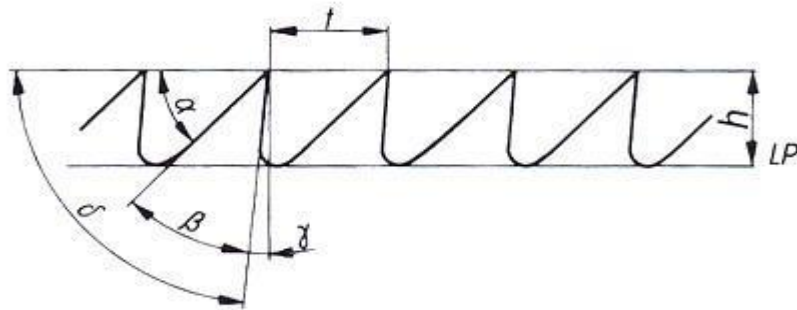
Piła ręczna składa się z części zasadniczej – uzębionej stalowej taśmy, czyli brzeszczotu oraz oprawy. Poszczególnymi elementami brzeszczotu są: uzębienie, ściany boczne i grzbiet. W wyniku ruchu posuwistego piły i nacisku zębów na drewno, ich krawędzie skrawające wycinają w nim szczelinę, zwaną rzazem, w którą zagłębia się brzeszczot. Piłowanie drewna może być wzdłużne (wzdłuż włókien) – tzw. rozrzynanie, piłowanie poprzeczne (prostopadłe do włókien) – tzw. przerzynie, skośne prostoliniowe (pod kątem do włókien), określane jako przerzynie oraz skośne krzywoliniowe – tzw. wyrzynie. Różne odmiany pił są dostosowane do rodzaju i wymaganej dokładności piłowania.

W każdym zębie brzeszczotu rys.14. rozróżnia się jak w nożu elementarnym, główną krawędź skrawającą 1, boczne krawędzie skrawające 2, powierzchnię natarcia 3, powierzchnię przyłożenia 4 i powierzchnie boczne 5.



**Rys. 14.** Elementy zębów piły [6, s. 158]

Kształt i pochylenie zębów rys.15, mają podstawowy wpływ na pracę piły, charakteryzują znane kąty: kąt przyłożenia  $\alpha$ , kąt ostrza  $\beta$ , kąt natarcia  $\gamma$  i kąt skrawania  $\delta$ . Odległość między wierzchołkami zębów nazywa się podziałką uzębienia  $t$ , a odległość między wierzchołkami zębów a linią podstawy LP, nazywa się wysokością zębów  $h$ .

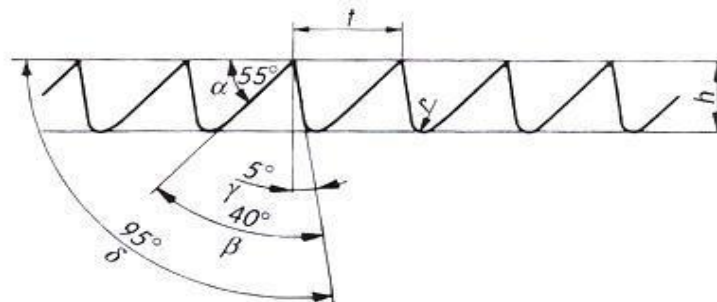


**Rys. 15.** Oznaczenie kątów, podziałki i wysokości zębów [6, s. 159]

Przy małych kątach skrawania  $\delta < 90^\circ$  piłuje się szybciej, ale wymaga to większego wysiłku, a jednocześnie występuje, przy piłowaniu poprzecznym, wrywanie włókien. Przy większych kątach skrawania  $\delta > 90^\circ$  piłowanie jest wolniejsze, lecz jest związane z mniejszym wysiłkiem, oraz pozwala na uzyskanie gładszego rzazu. Piły z takim uzębieniem są odpowiednie do piłowania poprzecznego.

Wraz z powiększeniem kąta skrawania, kształt zęba zbliża się do trójkąta równoramiennego. Uzębienie o takim kształcie pozwala na dwukierunkowy ruch roboczy („od siebie” i „do siebie”).

Większość krajowych pił ręcznych do pras stolarskich ma uzębienie jednokierunkowe o charakterze uniwersalnym, z kątem skrawania  $\delta = 95^\circ$  oraz ujemnym kątem natarcia  $\gamma = 5^\circ$  (rodzaj AA), przedstawione na rysunku 16.



**Rys. 16.** Uzębienie rodzaju AA [6, s. 159]

Dobór uzębienia obejmuje w tym przypadku tylko wielkość zębów. Przyjmuje się, że wartość podziałki jest jednocześnie oznaczeniem wielkości uzębienia, np. symbol AA 4 oznacza uzębienie AA z podziałką 4 mm. W tabeli 1 podano wartości podziałki i wysokości zębów pił rodzaju AA.

**Tabela 1.** Wielkości charakteryzujące uzębienie pił ręcznych (rodzaj AA) [6, s. 160]

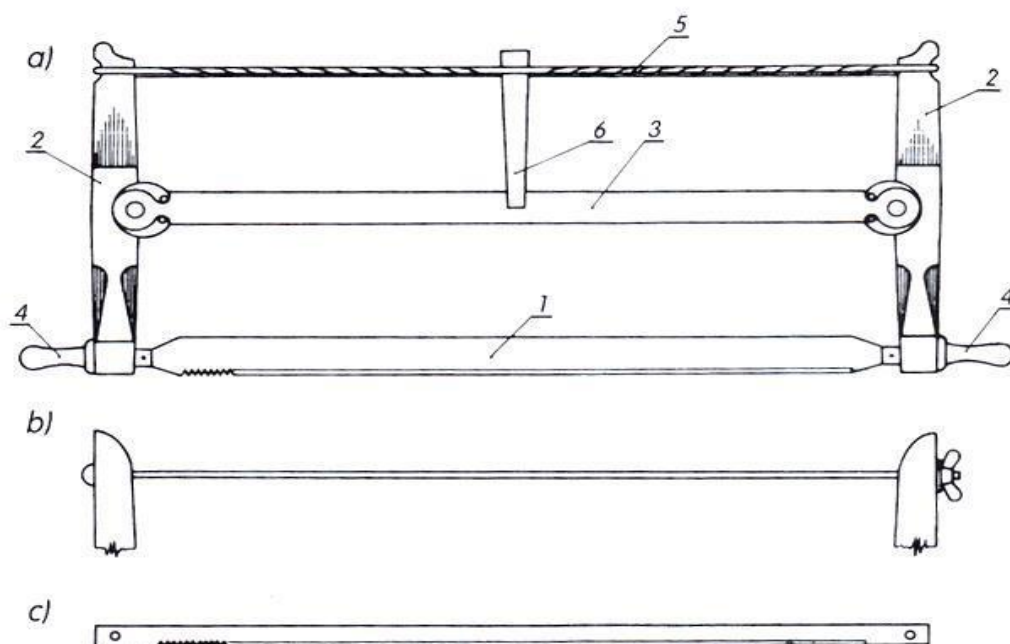
Wielkość	Wartości mm			
	<i>t</i>	1,6	2,5	4
<i>h</i>	1,2	2	3	5
<i>r</i>	Zależnie od <i>t</i> i <i>h</i>			

Ze wzrostem wielkości uzębienia zwiększa się efektywność cięcia, ale następuje to kosztem większego wysiłku. Ponadto rżaz staje się nierówny i postrzępiony. Tam, gdzie wymaga się wysokiej dokładności piłowania stosuje się piły o drobnym uzębieniu. Uzębienie o małej podziałce jest również bardziej przydatne do piłowania drewna suchego i twardego oraz do przerywania, a uzębienie o większej podziałce do piłowania drewna świeżego i miękkiego oraz do rozrywania (w drugim przypadku przestrzeń między zębowa mieści większą ilość trocin).

Rozróżnia się trzy grupy pił ręcznych:

- 1) piły z brzeszczotem naprężanym,
- 2) piły jednochwytowe z brzeszczotem zamocowanym w rękojeści,
- 3) piły poprzeczne dwuchwytowe.

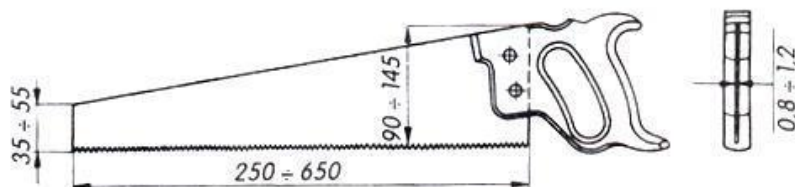
Do pierwszej grupy należy piła ramowa (rys. 17). Składa się ze stalowego brzeszczotu i drewnianej ramy. Dzięki możliwości zastosowania w pile ramowej brzeszczotów o różnej szerokości i podziałce uzębienia, zastosowanie do piłowania zarówno wzdłuż, w poprzek oraz do piłowania krzywoliniowego.



**Rys. 17.** Elementy piły ramowej: a) piła ramowa, b) drut napinający z nakrętką, c) brzeszczot wąski  
1 – brzeszczot szeroki, 2 – ramiona, 3 – rozpora, 4 – uchwyty, 5 – sznur napinający, 6 – prężak [6, s. 161]

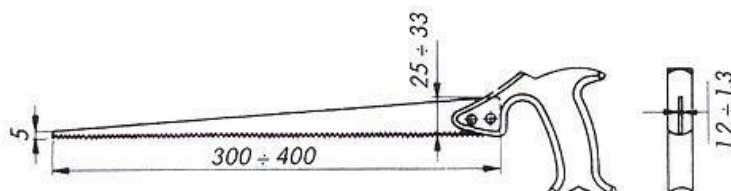
Do drugiej grupy, tj. pił jednochwytowych należą: płatnica, otwornica, grzbietnica, zasuwnica i przyrznica.

Płatnica (rys. 18) jest stosowana do cięć zgrubnych, wstępnych. Używana jest głównie do dzielenia drewna i płyt z tworzyw drzewnych na elementy surowe.



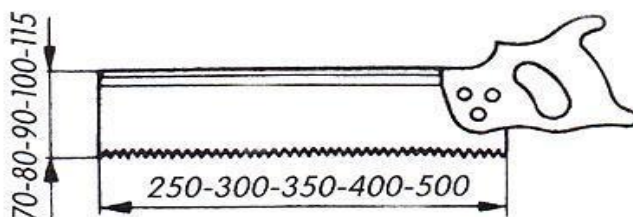
Rys. 18. Płatnica z rękojeścią zamkniętą [6, s. 161]

Otwornica (rys. 19) służy do wyrzynania zarysów krzywoliniowych otwartych i zamkniętych. Przy wyrzynaniu zarysów zamkniętych wywierca się otwór o średnicy umożliwiającej rozpoczęcie piłowania końcem piły. Obecnie piła otwornica ma znikome zastosowanie w stolarstwie. Skutecznie zastępuje ją praca wyrzynarką.



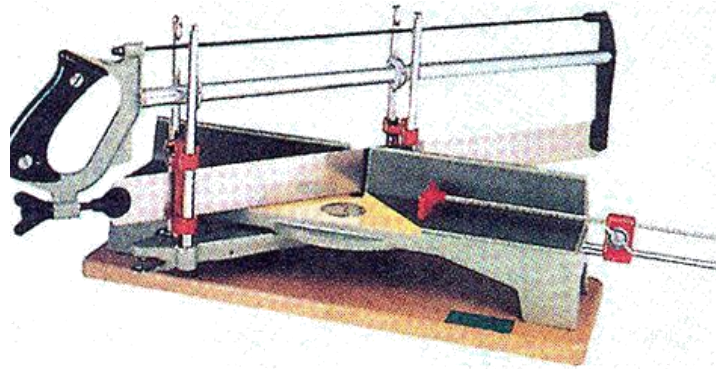
Rys. 19. Otwornica [6, s. 162]

Grzbietnica (rys. 20) jest przeznaczona do dokładnego i precyzyjnego piłowania. Stosuje się ją do wykonywania złączy stolarskich, do nacinania rowków, czopów i uciosów oraz przycinania cienkich elementów. Grzbiet piły jest usztywniony listwą stalową, a jednokierunkowe użębienie o zwiększonym kącie skrawania  $\delta = 100^\circ$  umożliwia bardzo precyzyjne cięcia w każdym kierunku.



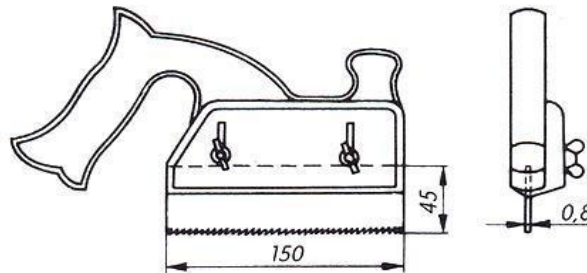
Rys. 20. Grzbietnica [6, s. 162]

Piły uciosowe (rys. 21) wyposażone są w łatwy w obsłudze system prowadzenia. Używane są do precyzyjnego wycinania kątów i przycinania na długość. Zaopatrzone są w grzbietnicę lub jeszcze dokładniejszą w prowadzeniu piłę ramową Brzeszczot wymienia się w zależności od materiału, jaki będzie obrabiany: może to być drewno, materiały drewnopochodne oraz tworzywa sztuczne. Ten rodzaj piły wielostronnego zastosowania wymaga starannej konserwacji.



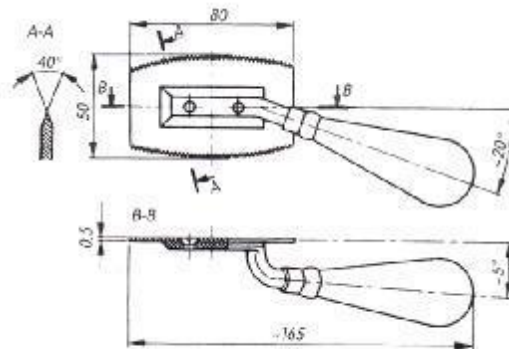
**Rys. 21.** Piła uciosowa: piła ramowa do wycinania kątów  
(np. z zapadką ustawianą na  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  i  $22,5^\circ$ ) [3, s. 99]

Zasuwnica nastawna (narznica) – (rys. 22) służy do narzynania drewna na odpowiednią głębokość, np. przy pletwieniu. Boczna prowadnica piły może być nastawiana na wysokość za pomocą nakrętek motylkowych. Piła zasuwana obecnie jest rzadko stosowana w pracach stolarskich.



**Rys. 22.** Zasuwnica nastawna (narznica) [6, s. 162]

Przyrznica do fornirow dwustronna (rys. 23) z obustronnie łukowo-wypukłym brzeszczotem. Przyrznice prowadzi się przy listwie prowadzącej, położenie brzeszczotu – pionowe. Ruch roboczy – od siebie, lekko kołyszący (wykorzystanie całego uzębienia). Przyrznice stosuje najczęściej się w stolarniach i pracowniach renowacji mebli oraz ręcznego składania oklein.



**Rys. 23.** Przyrznica do fornirow dwustronna [6, s. 163]

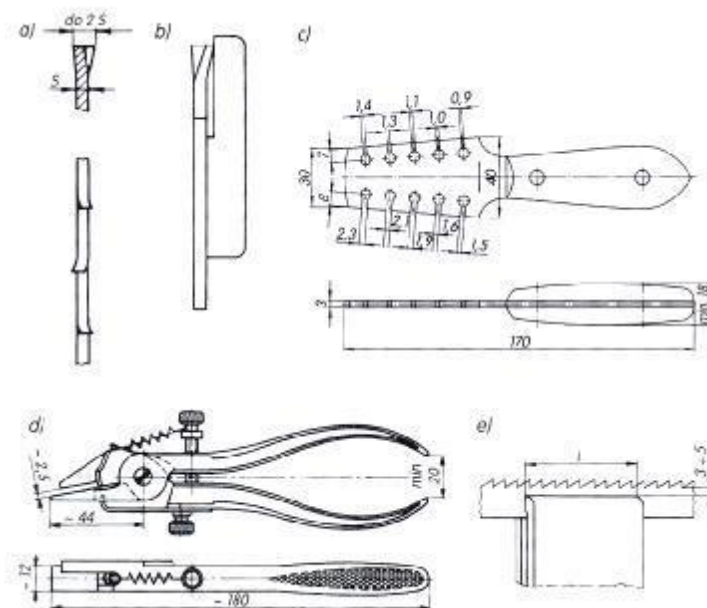
Trzecia grupa pił, tzw. poprzeczne piły dwuchwytowe, służą do poprzecznego dzielenia grubszych sortymentów. Piły posiadają uzębienie dwukierunkowe w kształcie równoramiennych trójkątów o skośnych bokach i z ostrymi wierzchołkami. Piły te w stolarstwie nie mają większego zastosowania.

Przygotowanie pił do pracy obejmuje niżej omówione czynności:

## Rozwieranie zębów piły

Aby zapobiec zakleszczaniu i nagrzewaniu się brzeszczotu piły podczas piłowania, a tym samym zmniejszyć wysiłek fizyczny piłującego, stosuje się rozwieranie zębów. Rozwieranie zębów polega na ich odginaniu pod jednakowym kątem na zewnątrz brzeszczotu (rys. 24 a), przy czym odginanie kolejne i na przemian, tzn. jeden ząb zostaje wychylony w jedną stronę, a następny w stronę przeciwną. Wierzchołki odgiętych zębów, zarówno z jednej jak i z drugiej strony brzeszczotu, powinny leżeć wzdłuż linii prostej równoległej do krawędzi bocznej brzeszczotu.

Prawidłowość rozwarcia należy sprawdzić za pomocą odpowiedniego sprawdzianu (rys. 24 b), przesuwając go wzdłuż rozwartych zębów brzeszczotu. Wszelkie niedokładności w odgięciu zębów muszą być poprawione. Jeśli rozwarcie zębów jest nierówne, nie można utrzymać piły w kierunku wytrasowanej linii prostej podczas piłowania.



**Rys. 24.** Rozwieranie zębów piły: a) zęby rozwarne – przekrój poprzeczny i widok z góry, b) sprawdzian do kontroli rozwarcia zębów, c) rozwierak jednoramienny, d) rozwierak szczypcowy, e) zamocowanie brzeszczotu piły do rozwierania i ostrzenia zębów [6, s. 164]

Zęby odgina się od jednej trzeciej do połowy wysokości, licząc od wierzchołka zęba. Wielkość rozwarcia zależy od rodzaju piły i jej przeznaczenia. Większe rozwarcie stosuje się do piłowania drewna miękkiego i bardziej wilgotnego, mniejsze – do drewna twardego i suchego. Także większe rozwarcie stosuje się przy rozrzynaniu, mniejsze przy przerynaniu.

Wielkość obustronnego rozwarcia zębów nie może przekraczać  $2s$  ( $s$  oznacza grubość brzeszczotu). To znaczy, że przy grubości brzeszczotu 0,8 mm, odchylenie zęba piły w jedną stronę nie może przekroczyć 0,4 mm.

Zębów otwornicy i przyrznicy nie rozwiera się. Brzeszczot otwornicy jest nieco grubszy w linii uzębienia niż w linii grzbietowej.

Do rozwierania zębów piły służą rozwieraki jednoramienne (rys. 24 c), rozwieraki szczypcowe (rys. 24 d), i inne.

Rozwieranie zębów piły wykonuje się następująco:

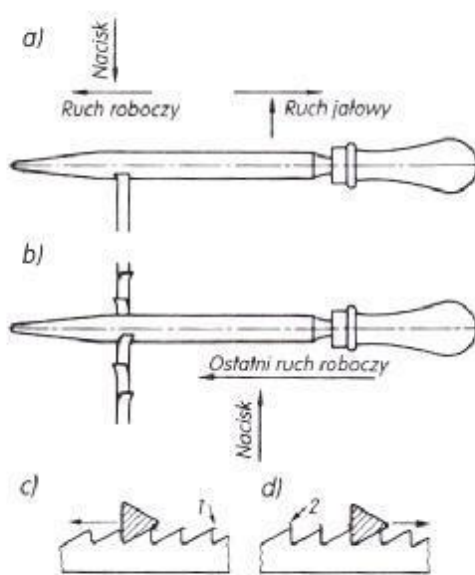
- brzeszczot zamocowuje się w imadle drewnianym (rys. 24 e) w ten sposób, aby linia podstaw zębów przebiegała 3÷5 mm ponad szczękami imadła. Rozwiera się tylko zęby znajdujące się w zasięgu szczęk imadła, po czym brzeszczot przesuwamy dalej. Brzeszczot piły ramowej należy do rozwierania odprężyć, zamocować w imadle, a ramie odpowiednio przekręcić i swobodnie położyć na podstawie, na której jest umocowane imadło.



## Ostrzenie zębów piły

Po dłuższej pracy zęby piły się tępią. Piłowanie tępą piłą wymaga dużego wysiłku fizycznego. Włókna drzewna nie są przecinane, lecz częściowo wrywane, drewno miejscami się odłupuje. Ostrzenie uzębienia piły wykonuje się po rozwarciu. Brzeczot piły zamocowuje się w imadle drewnianym w ten sam sposób, jak przy rozwieraniu zębów (rys. 24 e). Zamocowanie brzeczotu powinno być takie, aby nachylenie zębów było skierowane na prawo. Zasadą jest rozpoczynanie ostrzenia z prawej strony, czyli ostrzenie pod ząb.

Zęby ostrzy się drobno naciętym pilnikiem do ostrzenia pił, o trójkątnym przekroju poprzecznym. Przekrój poprzeczny pilnika powinien w całości wypełniać przestrzeń między błą uzębienia i kilka milimetrów ponad nią wystawać. Kąt ostrzącej części pilnika musi być równy kątowi ostrza  $\beta$ . Położenie pilnika podczas ostrzenia powinno być poziome. Podczas ostrzenia pił nie mających bocznego zaostrzenia (np. zębienie typu A), pilnik należy trzymać prostopadle do brzeczotu (rys. 25 a, b). Wykonując ruch roboczy – w przód – wywiera się umiarkowany nacisk pilnikiem (zawsze jednakowy) na powierzchnie zębów – natarcia i przyłożenia. Podczas powrotnego ruchu jałowego – do siebie – pilnik należy przesuwac bez najmniejszego nacisku. Liczba roboczych ruchów pilnikiem powinna być jednakowa dla każdego zęba, w przeciwnym razie wysokość zębów będzie różna. Przy ostatnim ruchu roboczym pilnika dla każdego zęba należy wywrzeć większy nacisk na powierzchnię przyłożenia zęba niż na powierzchnię natarcia.



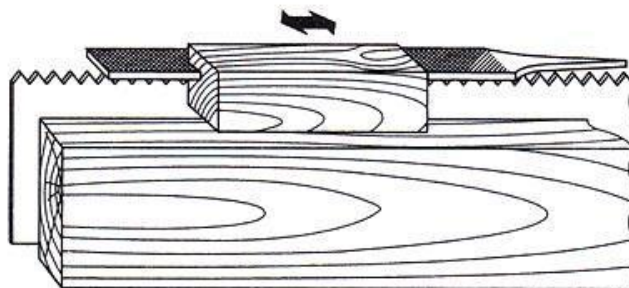
**Rys. 25.** Ostrzenie piły bez bocznego zaostrzenia zębów: a) widok z boku, b) widok z góry, c) ostrzenie pod ząb – prawidłowe, d) ostrzenie w kierunku pochylenia zębów – nieprawidłowe [6, s. 166]

Dzięki kierunkowi ostrzenia pod ząb (rys. 25 c) na głównej krawędzi skrawającej zęba formuje się niewielka ostrzyna (pokazana strzałką 1) pochylona na prawo, czyli w kierunku natarcia zęba, co do dodatnio wpływa na pracę piły. W przypadku ostrzenia w kierunku odwrotnym (rys. 25 d) ostrzyna może się uformować, lecz pionowo lub z pochyleniem na lewo (strzałka 2), co utrudnia piłowanie.

Główne krawędzie skrawające tępych zębów zawsze błyszczą. Zanik tego błysku w czasie ostrzenia jest oznaką, że zęby są naostrzone (zęby matowieją). W przyrznicach, po zakończeniu ostrzenia pilnikiem, uzębioną część brzeczotu wygładza się obustronnie na marmurku, usuwając ostrzynę z bocznych krawędzi ząbków.

### Wyrównywanie zębów

Podane wiadomości, dotyczące rozwierania i ostrzenia zębów, są oparte na założeniu, że piła ma zęby, których wierzchołki leżą w jednej linii, czyli, że jest nowa lub mało używana i prawidłowo ostrzona. Po dłuższym używaniu, a zwłaszcza po nieprawidłowym ostrzeniu piły mogą mieć zęby nierówne, a nawet złamane. Takie piły można naprawić przyrządem do wyrównywania zębów. Przyrząd taki (rys. 264) składa się z drewnianego klocka z wyciętą szczeliną, w którą jest wciśnięty pilnik. Przyrząd ułatwia prowadzenie pilnika prostopadle do brzeszczotu. Wierzchołki wszystkich zębów muszą być nieznacznie ścięte.

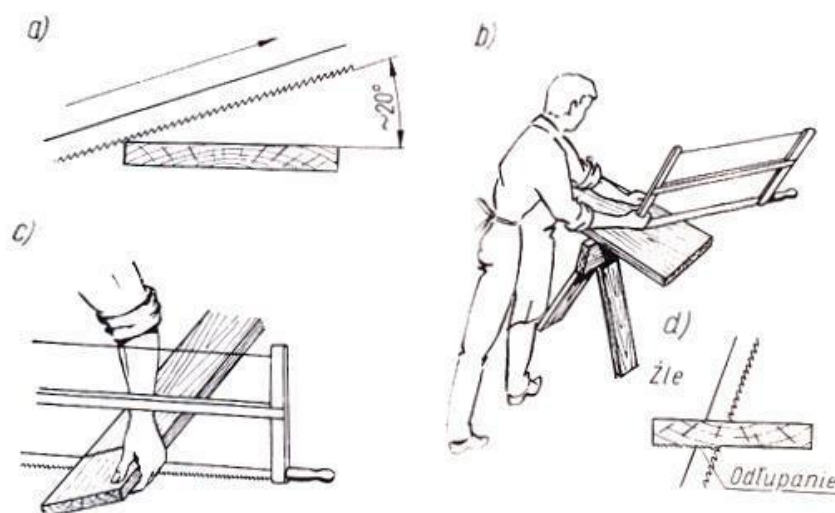


Rys. 26. Wyrównywanie uzębienia [6, s. 167]

Praca ta jest uciążliwa, wymaga dużej wprawy i jest celowa tylko wówczas, gdy różnice wysokości zębów piły są niewielkie.

### Zasady piłowania drewna i tworzyw drzewnych

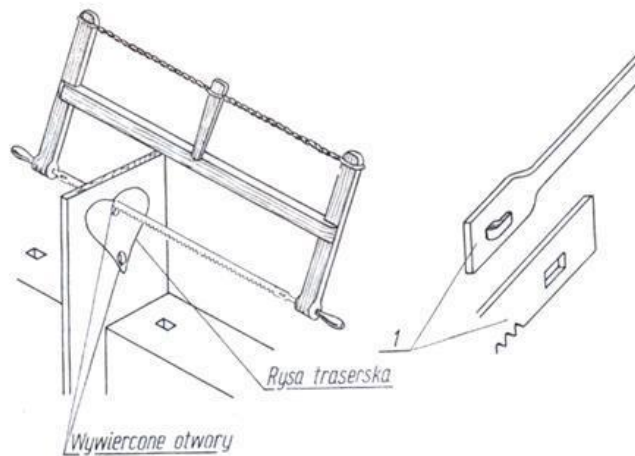
Podczas wszystkich operacji związanych z piłowaniem korpus piłującego powinien być prawie nieruchomy – pracować powinny tylko ręce. W czasie piłowania należy korzystać z całej długości brzeszczotu, przy czym podczas ruchu roboczego (od siebie) wywierać lekki nacisk, a podczas ruchu jałowego brzeszczot nieco unieść. Poniższe rysunki przedstawiają przykłady zasad piłowania.



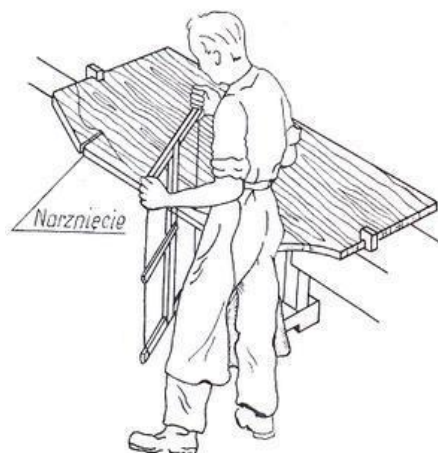
Rys. 27. Przerzynanie poprzecznicą: a) faza początkowa (pierwsze pociągnięcia piłą do siebie), b) przerzynanie, c) faza końcowa, d) niewłaściwe nachylenie brzeszczotu do poziomej deski [5, s. 289]



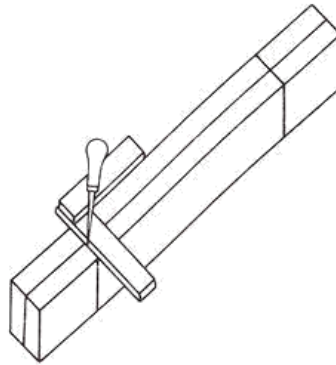
**Rys. 28.** Rozrzynanie krawężnicą tarcicy długiej (z lewej) i elementów krótkich zamocowanych pionowo (z prawej) [5, s. 289]



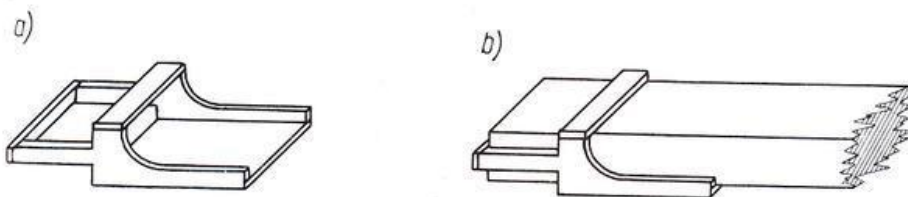
**Rys. 29.** Wyrzynanie wewnętrzne krzywicą w układzie pionowym 1 – szczegół połączenia brzeszczotu na haczyk z uszkiem [5, s. 290]



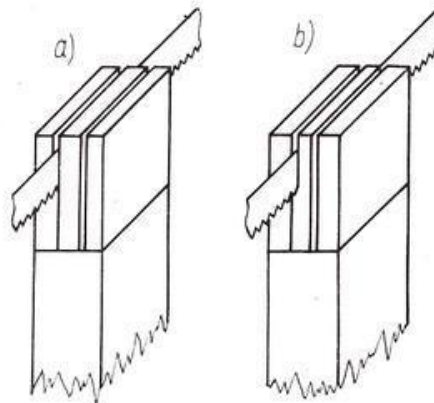
**Rys. 30.** Wyrzynanie krzywicą zarysu zewnętrznego w układzie poziomym [5, s. 291]



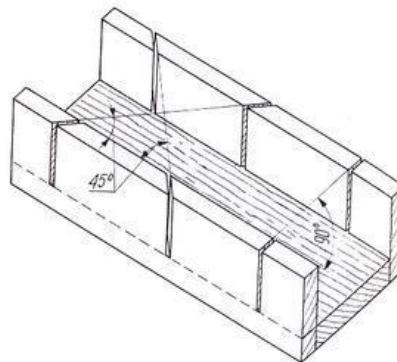
**Rys. 31.** Trasowanie czopów za pomocą kątownika i rysika [5, s. 291]



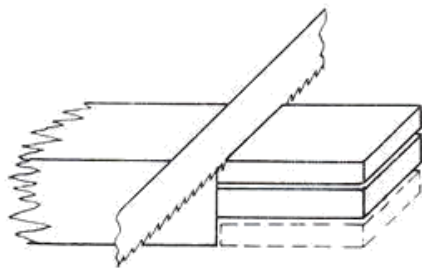
**Rys. 32.** Trasowanie czopów za pomocą wzornika: a) wzornik, b) element z założonym wzornikiem [5, s. 291]



**Rys. 33.** Czopowanie: a) narzynanie elementu z czopem, b) narzynanie elementu z widlicą [5, s. 292]



**Rys. 34.** Przykład skrzynki uciosowej [5, s. 292]



Rys. 35. Odsadzanie czopa [5, s. 292]

### Konserwacja i zabezpieczanie pił

Po zakończeniu pracy piły należy oczyścić – z brzeszczotów zeszkrobać osadzoną na nich żywicę, dobrze wytrzeć i lekko naoliwić. Części drewniane wyczyścić i co pewien czas pokryć lakierem zabezpieczającym. Piły ramowe odprężyć. Piły należy umieszczać w miejscach dla nich przeznaczonych. Uzębienie pił nie może dotykać części metalowych. Piły należy przechowywać w ten sposób, aby ich uzębienie było zwrócone ku ścianie szafki narzędziowej ich uzębienie nie powinno wystawać na zewnątrz.

### Wytyczne pracy i zasady bhp

Przed przystąpieniem do pracy należy:

- 1) sprawdzić stan piły,
- 2) odprężony brzeszczot piły ramowej ustawić przez pokręcenie uchwytami pod odpowiednim kątem w stosunku do płaszczyzny ramy. Do przerywania kąt ten ustawia się w granicach od 25 do 30°. Takie samo ustawienie brzeszczotu jest najodpowiedniejsze do rozrywania pionowo zamocowanej deski, pod warunkiem, że odrzynany element zmieści się między rozporą a brzeszczotem piły. Do rozrywania poziomo zamocowanej deski brzeszczot ustawia się w stosunku do płaszczyzny ramy pod kątem 100÷110°,
- 3) wyregulować ustawienie brzeszczotu, aby na całej długości leżał w płaszczyźnie (aby nie był skrzywiony),
- 4) naprężyć brzeszczot – właściwie naprężony brzeszczot średniej długości i grubości, naciśnięty w środkowej części bocznej powierzchni nie powinien wychylać się więcej niż 3 mm; zbyt silne naprężenie nadwyręza części składowe ramy,
- 5) zamocować materiał odpowiednio do jego wymiarów i rodzaju piłowania,
  - przy piłowaniu należy wykorzystywać całą długość brzeszczotu,
  - przy cofaniu pracujących „od siebie” pił nie można wywierać żadnego nacisku,
  - ostatnie ruchy piły należy wykonywać szczególnie lekko i uważnie – aby zapobiec odłupaniu drewna, należy przytrzymywać odrzynany kawałek,
  - przy piłowaniu wzdłużnym (rozrywaniu) płatnicę prowadzi się pod kątem ok. 60° do płaszczyzny elementu, a przy piłowaniu poprzecznym (przerzycaniu) pod kątem ok. 45°,
  - zachować szczególną ostrożność w czasie wyrównywania rozwierania i ostrzenia zębów,
  - nie opierać i nie przenosić pił z uzębieniem zwróconym na zewnątrz,
  - nie dotykać uzębienia, a w czasie ruchu piły nie przesuwając ręki poniżej uzębienia,
  - nie naprężać piły ramowej zbyt silnie,
  - odprężając piły ramowe mocno przytrzymywać prężak całą ręką i nie zwalniać piły z naprężenia zbyt raptownie.

## **Struganie**

W zależności od kierunku strugania, w stosunku do przebiegu włókien drewna, rozróżnia się struganie wzdłużne, skośne, poprzeczne i czołowe. Do strugania służą różnego rodzaju strugi stolarskie. Zależnie od celu strugania i użytego rodzaju struga rozróżnia się struganie: wstępne wyrównujące, grubościowo – szerokościowe, profilowe, obróbcze i wygładzające.

Struganie wstępne wyrównujące ma na celu wyrównanie dwóch przyległych (najczęściej prostopadłych) powierzchni elementu, stanowiących podstawę do dalszej obróbki. Powierzchnie te stanowią podstawę do trasowania międzyoperacyjnego (wyznaczanie szerokości i grubości elementu), do obróbki innych jego powierzchni lub do pasowania powierzchni dwóch elementów przeznaczonych np. do sklejenia. Struganie wyrównujące może również obejmować tylko jedną powierzchnię, przeznaczoną do połączenia stykowego z innymi elementami.

Struganie grubościowo – szerokościowe, wykonywane z wykorzystaniem powierzchni podstawowych, uzyskanych struganiem wyrównującym, ma na celu doprowadzenie grubości i szerokości elementu (lub sklejonych ze sobą elementów) do wymiarów określonych na rysunku roboczym lub w wykazie materiałów.

Struganie profilowe stanowi operację dodatkową, wykonywaną na elementach poddanych uprzednio struganiu wyrównującemu i grubościowo – szerokościowemu. Struganie profilowe wykonuje się w celach zdobniczych lub konstrukcyjnych (łączenie elementów). Obecnie obróbka taka jest stosowana bardzo rzadko.

Struganie obróbcze stosuje się w celu doprowadzenia do wspólnej powierzchni kilku połączonych ze sobą elementów, tworzących zespół płaski lub przestrzenny. Stanowi ono połączenie strugania wyrównującego i grubościowo – szerokościowego.

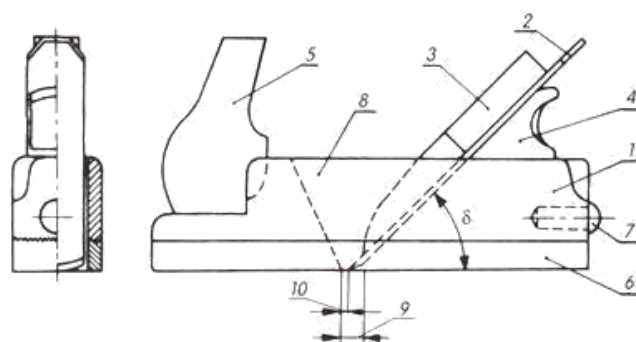
Struganie wygładzające wykonuje się jako uzupełnienie wymienionych rodzajów strugania, przed dalszymi operacjami wykończeniowymi.

### **Charakterystyka strugów i narzędzi strugarskich**

Ze względu na przeznaczenie i związany z tym profil poprzeczny płozy i ostrza strugi dzieli się na: płaszczyznowe (podstawowe) do obróbki płaszczyzn–zdzierak, równiak, spust, gładzik, drapak; strugi profilowe do strugania profili złączowych–wręgownik, kątnik, wpustnik, płetwiak, wyźłabiak (wybiornik); strugi profilowe zdobniki–żłobniki, wałkowniki, falowniki i inne; strugi do obrabiania powierzchni krzywych–krzywak, ośnik; gładzice– płaskie i profilowe. Spośród wymienionych, zostaną omówione tylko niektóre strugi stosowane obecnie w stolarstwie.

Różne rodzaje strugów, a szczególnie strugi płaszczyznowe, mają w swej budowie dużo cech wspólnych. Częściami składowymi strugów są (rys. 36): kadłub (oprawa) drewniany (1); nóż (2) ze stali zwykłej z nakładką ze stali stopowej – narzędziowej; klin drewniany (3), osadzony zaciskowo-przesuwnie w prowadnicach kadłuba (w nowszych konstrukcjach do zaciskania klina służą metalowe oporniki); piętka drewniana (4), zapletwiona w kadłubie, stanowiąca oparcie dla noża i klina; uchwyt drewniany (rozek) (5), zapletwiony pionowo w kadłubie; płoza (stopa) (6), przyklejona do kadłuba; odbój (7) (stalowy, drewniany lub z tworzyw sztucznych).

Służy do rozluźniania (przez pobijanie młotkiem) klina przy wyjmowaniu noża. Wszystkie części drewniane są wykonywane z drewna twardego, przeważnie buka; płozy są najczęściej grabowe.



Rys. 36. Budowa struga (opis w tekście) [6, s. 170]

Wewnątrz kadłuba – przed klinem – znajduje się przelotowa wolna przestrzeń, zwana gniazdem kadłuba (8), zakończona u dołu prostokątnym otworem (9) w płozie (szczelina kadłuba) na umieszczenie ostrza noża; między ostrzem noża a przednią krawędzią otworu zostaje szczelina robocza struga (1), przez którą podczas strugania wchodzi do gniazda wióry. Szerokość tej szczeliny ma wpływ na gładkość obrabianej powierzchni (tab. 2).

Tabela 2. Wielkości charakterystyczne strugów płaszczynowych (podstawowych).

Nazwa struga	Długość kadłuba $l$ mm	Szerokość noża $a$ mm	Szerokość szczeliny roboczej mm	Kąt skrawania $\delta$	Ustawienie ostrza noża ponad powierzchnię płozy mm	Stosowany nóż
Zdzierak	240	32	3÷4	45°	1÷2	Pojedynczy
Równiak	200 240	40 48	2	45°	0,5÷1	Pojedynczy lub z odchylakiem
Spust stolarski	500	48	1÷1,5	45°	0,1÷0,25	Z odchylakiem
Gładzik	200 240	40 48	0,5÷1	45°	0,1÷0,25	Z odchylakiem

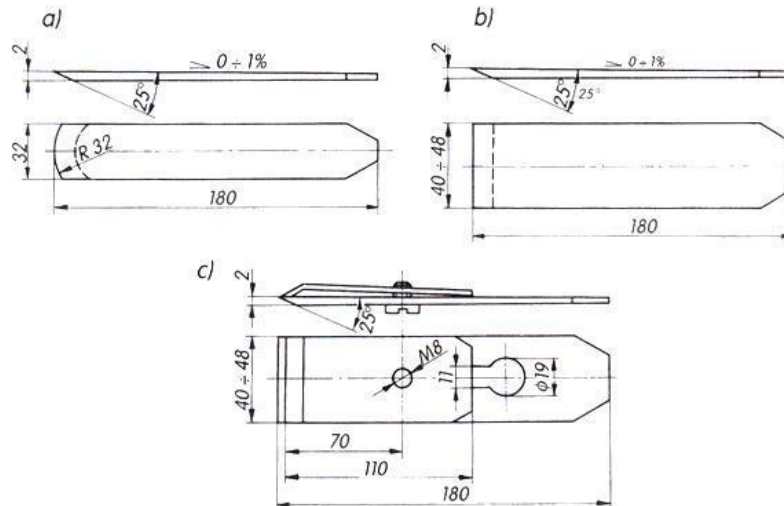
Tylna ściana gniazda 8 nosi nazwę łożyska noża. Płaszczyzna łożyska noża tworzy z powierzchnią roboczą (płozą) struga kąt skrawania  $\delta$ . Wynosi on przeważnie 45°, w gładzikach również 50°.

Za pomocą klina można regulować wysunięcie noża ponad powierzchnię płozy, stosowanie do wymaganej grubości wiórów, w granicach określonych dla poszczególnych rodzajów struga (tab. 2).

Wielkości strugów określa się szerokością noża  $a$  i długością kadłuba  $l$ .

Strug zdzierak, choć bardzo rzadko, bywa stosowany do wst ępnego strugania bardzo nierównych powierzchni. Nóż zdzieraka (rys. 37 a) ma łukowe ostrze wystające ponad powierzchnię płozy (1÷2mm). Ostrze to pozostawia na struganej powierzchni drewna żłobkowo – faliste ślady. Zdzierakiem należy strugać skośnie do przebiegu włókien, w przeciwnym razie powstają zadziory i odłupania.

Ze względu na konieczność oszczędzania drewna, zdzieraki są stosowane sporadycznie. Strug równiak (wyrówniak). Nóż równiaka ma ostrze proste i bywa pojedynczy (rys. 37 b), z otworem na śrubę mocującą oraz z odchylakiem i śrubą mocującą (rys. 37 c). Odchylak jest to płytka stalowa wygięta u dołu i ściśle przylegająca dolną krawędzią do przedniej powierzchni ostrego noża. Zadaniem odchylaka jest łamanie wióra w czasie strugania, co zapobiega odłupywaniu się włókien i ułatwia uzyskiwanie gładkiej powierzchni struganego drewna. Ostrze powinno wystawać ponad powierzchnię płozy od 0,5 mm do strugania drewna twardego i suchego do 1 mm – do strugania drewna miękkiego i wilgotnego.



**Rys. 37.** Noże strugów płaszczyznowych: a) zdzieraka, b) równiaka pojedynczy, c) równiaka, gładzika i spustu z odchylakiem i śrubą mocującą [6, s. 172]

Równiak stosuje się do wyrównywania powierzchni uprzednio obrobionych zdzierakiem, jak również do bezpośredniej obróbki tarcicy czystej o stosunkowo równej powierzchni.

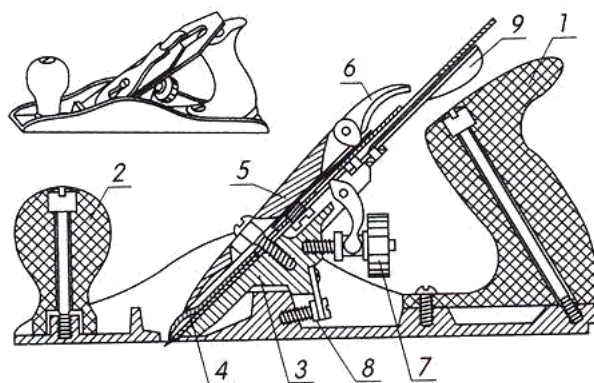
Strug spust stolarski (spustnik) ma uchwyt w tylnej części kadłuba poza nożem, a odbój – na górnej powierzchni przed gniazdem. W spuście stosuje się wyłącznie nóż z odchylakiem. Ostrze noża powinno wystawać ponad powierzchnię płozy od 0,1 do 0,25 mm. Spust służy do strugania dłuższych elementów oraz płyt o większych rozmiarach. Jest on podstawowym narzędziem w stolarstwie ręcznym do strugania wyrównującego oraz do pasowania powierzchni elementów, które mają być ze sobą sklejane.

Strug gładzik jest podobny do równiaka. Ma nóż z odchylakiem, przy czym czoło odchylaka umieszcza się w odległości około 0,25 mm od krawędzi ostrza noża. Dzięki temu powierzchnia strugania gładzikiem jest gładka, bez względu na układ usłojenia i wady w obrabianym drewnie. Robocze ustawienia ostrza noża ponad powierzchnię płozy wynosi 0,1÷0,25 mm w zależności od twardości i wilgotności drewna.

Gładzik służy do ostatecznego strugania wygładzającego. Do strugania powierzchni czołowych drewna stosuje się gładzi ze skośnym ustawieniem noża – pod kątem 60° do bocznej krawędzi płozy.

Ustawianie noża w tradycyjnych strugach drewnianych jest żmudne i wymaga pewnej wprawy. Łatwiej ustawia się nóż w produkowanych obecnie strugach metalowych (rys. 38). Do lekkiego korpusu takiego struga są przykręcone: rękojeść (1), uchwyt (2) oraz wspornik noża (3). Nóż (4) z odchylakiem jest dociskany do wspornika płytka mocującą (5) za pośrednictwem mimośrodowego zacisku (6) i wkręta zaciskowego. Do regulacji wysunięcia noża poza płozę służy pokrętło (7). Wkrętem ustalającym (8) ustawia się szczelinę roboczą struga. Dźwignią nastawczą (9) ustawia się krawędź tnącą noża równoległe do płaszczyzny płozy.



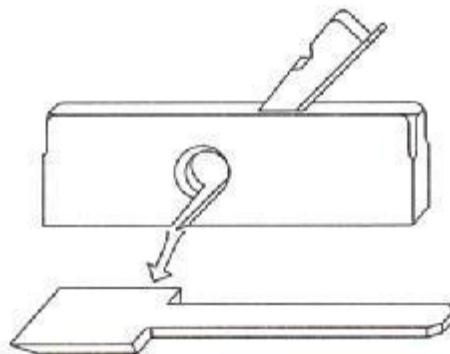


**Rys. 38.** Strug metalowy (opis w tekście) [6, s. 173]

Obecnie często spotyka się również strugi drewniane płaszczyznowe z nożem nastawianym przy użyciu pokrętła.

Ograniczone zastosowanie w obróbce ręcznej mają strugi specjalne, przeznaczone głównie do strugania profilowego. Te operacje są wykonywane obecnie na frezarkach. Spośród strugów profilowych zostaną tylko omówione dwie odmiany strugów: kątnik i wyżłabiak (wybiornik).

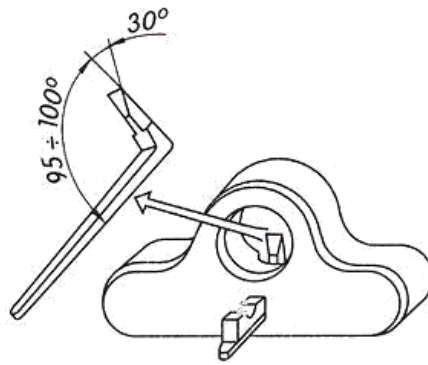
Strug kątnik (rys. 39) ma wąski kadłub z bocznymi otworami do odprowadzania wiórów i nóż nieco szerszy od kadłuba. Nóż jest zeszlifowany z trzech stron, co pozwala na skrawanie równoczesne dwóch prostopadłych do siebie płaszczyzn. Stosuje się go głównie do strugania wygładzającego odsadzeń, wręgów, uciosów itp.



**Rys. 39.** Strug kątnik [6, s. 174]

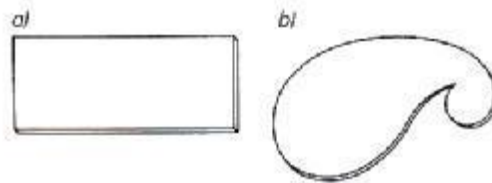
Oprócz przedstawionego na rysunku kątnika prostego, stosuje się również kątniki z nożem mającym odchylak. W kątnikach takich jest przesuwana przednia część płozy, co pozwala na regulację wielkości szczeliny roboczej.

Kąt skrawania kątników  $\delta = 45^\circ$ . Wymiary:  $a = 15 \div 33$  mm,  $l = 250 \div 300$  mm. Strug wyżłabiak (wybiornik) (rys. 40) ma nóż w kształcie haka, wysuwanego z półkolistego kadłuba. Wybiornik służy do wybierania drewna z rowków o uprzednio naciętych piłą bokach. Ostrze noża, zeszlifowane z trzech stron, ma trzy krawędzie tnące: czołową i dwie boczne. Nóż jest wysuwany poniżej płozy kadłuba, zależnie od wysokości obrabianego rowka (np. bruzd pletwowych) lub głębokości oddzielania wiórów.



**Rys. 40.** Strug wyżłabiak (wybiornik) [6, s. 174]

Gładzice (cykliny) prostokątne (rys. 41 a), stosuje się do obróbki powierzchni p łaskich i wypukłych, profilowe (rys. 41 b) do obróbki elementów wydrążonych i krzywych. Ostrze tnące gładzicy stanowi ostrzyna. Gładzica może być zwykła (nie oprawiona) lub oprawiona – osadzona w metalowej lub drewnianej oprawie. Gładzice zwykle wykonuje się z blachy stalowej o grubości  $1 \div 1,5^\circ$  mm, gładzice oprawne – z blachy grubości  $2 \div 2,5$  mm. Ulepszoną odmianą gładzicy oprawnej jest gładzica nastawna.



**Rys. 41.** Gładzice: a) prostokątna, b) profilowa [6, s. 175]

### Przygotowanie strugów do pracy i ostrzenie noży

Przygotowanie strugów do pracy polega na:

- 1) sprawdzeniu sprawności struga, która obejmuje
  - stan płozy i szczeliny w płozie – powstałe usterki usuwa się stosownie do wskazówek zawartych w punkcie „konserwacja i zabezpieczanie strugów”,
  - równoległe ustawienie boków noża do boków kadłuba – powinny to zapewnić prowadnice kadłuba,
  - stan noża – jeżeli główna krawędź tnąca noża wykazuje uszkodzenia lub znaczne stępienia, nóż należy przekazać do ostrzenia; jeżeli stan ostrza jest dobry, lecz jest ono minimalnie stępione w wyniku poprzedniej pracy, nóż należy tylko wygładzić na marmurku lub polerce.
- 2) właściwym osadzeniu noża i odchylaka w kadłubie struga, główna krawędź tnąca ostrza noża po zamocowaniu powinna być ściśle równoległa do płaszczyzny płozy (w równiaku, spuście i gładziku) lub powinna wystawać w środkowej części płozy w (zdzieraku). Ostrze noża powinno wystawać ponad płaszczyznę płozy stosownie do danych wymienionych w opisie strugów. Dolna krawędź odchylaka wiórów musi być równoległa do krawędzi ostrza noża. Dociśnięcie noża i odchylaka powinno być tak silne, aby w czasie pracy nie mogło nastąpić ich przesunięcie.

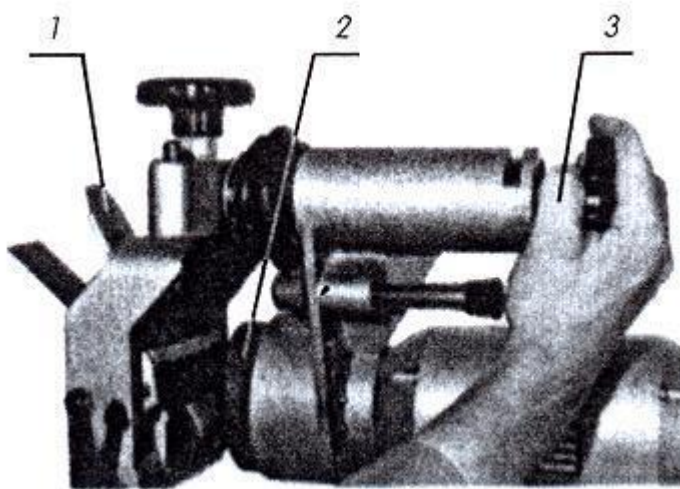
## Ostrzenie noży

Noże płaskie ostrzy się na ostrzarce z napędem elektrycznym, stosując tak ustawioną podpórkę, aby zachować kąt ostrza noża (rys. 42). Nóż należy przesuwac powolnymi ruchami w lewo i w prawo. Podczas ostrzenia docisk noża powinien być równomierny. Czynność ta wymaga wprawy. Dlatego ostrzarki są wyposażane w oprzyrządowanie z poprzecznymi prowadnicami wspornika do mocowania noża, usprawniające proces ostrzenia. Należy pamiętać o częstym chłodzeniu noża przez zanurzenie w naczyniu z wodą. Jeżeli tarcza ściernicy jest mała wówczas przy tym sposobie ostrzenia, tworzy się wklęsła powierzchnia przyłożenia i konieczne jest jej późniejsze doprowadzenie do stanu płaskiego podczas wygładzania na osetce.



**Rys. 42.** Ostrzenie noża na ostrzarce elektrycznej [6, s. 176]

Unika się tego przy stosowaniu ostrzarki przedstawionej na rys. 43, w której nóż jest dociskany do bocznej płaszczyzny ściernicy.



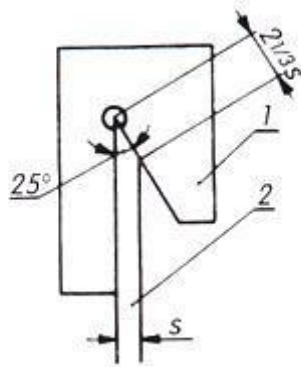
**Rys. 43.** Ostrzenie noża na ostrzarce elektrycznej z dociskiem noża do bocznej płaszczyzny ściernicy 1 – nóż, 2 – ściernica, 3 – regulacja docisku noża [6, s. 177]

Podczas ostrzenia należy przestrzegać następujących zasad:

- krawędź tnąca noża, osadzonego w płócie prostopadle do jej boku, powinna być ściśle prostopadła do bocznej krawędzi noża,
- kąt ostrza powinien wynosić  $25^\circ$ , szerokość powierzchni przyłożenia (faza) wynosi wówczas  $2\frac{1}{3}$  grubości noża. W praktyce przyjmuje się dwukrotną grubość noża,
- kształt krawędzi ostrza powinien być zachowany odpowiednio do rodzaju struga.

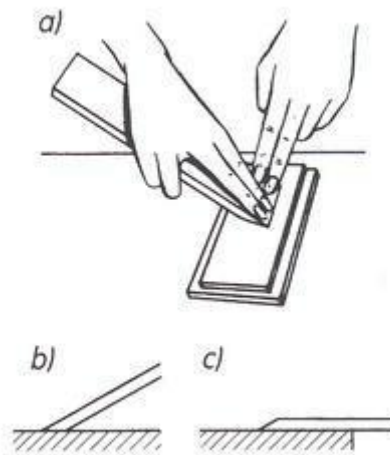
W zdzieraku krawędź ostrza noża przedstawia łuk o promieniu równym szerokości noża (32 mm), w równiaku, spuście i g ładziku oba końce krawędzi ostrza powinny mieć zaokrąglenie. Zaokrąglenia krawędzi ostrza stosuje się w tym celu, aby uniknąć śladów strugania na obrabianej powierzchni.

Kąt ostrza można kontrolować za pomocą sprawdzianu (rys. 44).



**Rys. 44.** Sprawdzanie kąta noża; 1 – sprawdzian, 2 – nóż , [6, s. 177]

Po naostrzeniu nóż wygładza się na marmurku (drobnoziarnistej osełce), zwilżając ją wodą (rys. 45). Nóż należy równomiernie dociskać całą powierzchnią przyłożenia, a następnie powierzchnią natarcia do powierzchni osełki. Wygładzanie usuwa ostrzynę.



**Rys. 45.** Wygładzanie ostrza noża na osełce: a) sposób trzymania noża, b) i c) położenie noża przy wygładzaniu [6, s. 177]

Krawędź dobrze zaostrzonego i wygładzonego noża oglądana pod światło, nie powinna być widoczna. Jeśli się zauważy połyskującą linię lub punkty na krawędzi ostrza, należy ostrzenie i szlifowanie powtórzyć. Wygładzanie noża stosuje się nie tylko po każdym ostrzeniu, lecz także w czasie pracy strugiem, jeżeli wyczuwa się niewielkie stępienie noża, a ostrze nie jest uszkodzone.

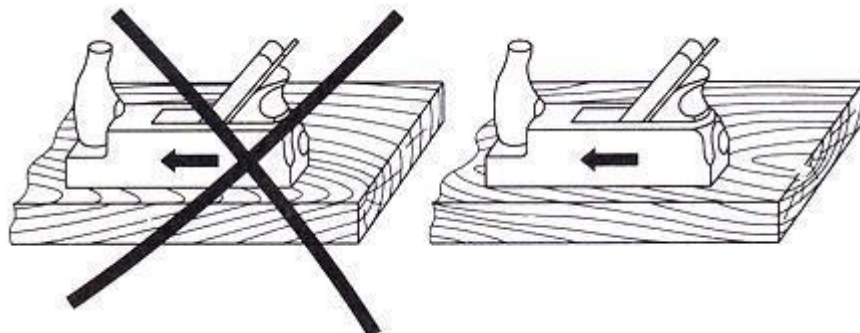
#### **Konserwacja i zabezpieczanie strugów**

Kadłuby nowych strugów powinny być nasycone ciepłym olejem lnianym lub pokostem przez zanurzenie. Po wysuszeniu powierzchnię kadłuba, z wyjątkiem płozy, pokrywa się lakierem, co zabezpiecza do przed zawilgoceniem i ułatwia oczyszczanie. W czasie strugania na płozie rozciera się kroplę oleju maszynowego w celu zmniejszenia tarcia i zabezpieczenia

przed brudzeniem się. Nie należy stosować smarowania olejem przy struganiu powierzchni elementów, które mają być sklejane, gdyż wpływa to ujemnie na proces klejenia. Po pracy strugi należy dobrze oczyścić, noże i odchylaki po oczyszczeniu lekko przetrzeć naoliwioną szmatką. Strug należy zawsze kłaść na boku korpusu. Płoza struga w czasie pracy staje się nierówna i porysowana, a ponadto stopniowo ściera się, przez co powiększa się szerokość szczeliny roboczej – wpływa to ujemnie na jakość strugania. Niewielkie nierówności płozy można usunąć przez szlifowanie jej na poziomo napiętym arkuszu papieru ściernego. Kiedy szczelina robocza – po kilku wyrównaniach p łoży – jest już znacznie poszerzona, dopasowuje się i wkleja wstawkę z twardego drewna (najczęściej grabowego), o grubości 15 mm, szerokości równej szczelinie roboczej i długości 60÷70 mm. Strugi przechowuje się w szafce narzędziowej w odpowiednich gniazdach. W przechowywanych strugach noże nie powinny wystawać poza powierzchnię płozy, co zabezpiecza pracowników przed skaleczeniem.

Wytyczne pracy i zasady bhp:

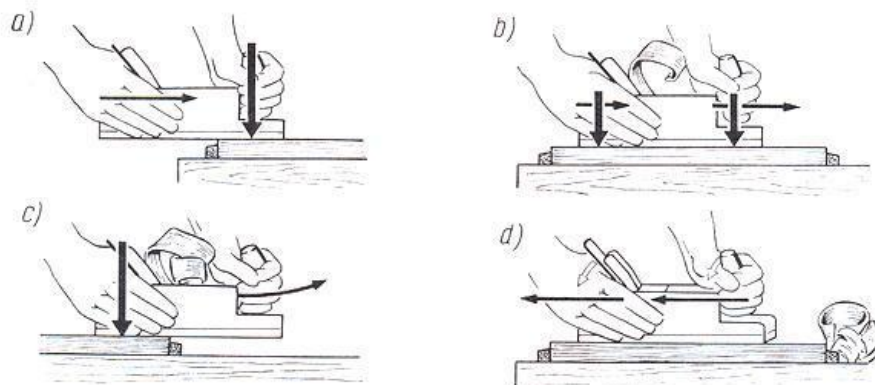
- 1) w celu zapewnienia dobrej organizacji pracy podczas strugania należy:
  - dobrać właściwy strug do rodzaju strugania, sprawdzić jego stan i ustawić prawidłowo nóż,
  - zaopatrzyć się w potrzebne przyrządy pomocnicze,
  - wykonać – jeśli trzeba – trasowanie według rysunku danego elementu,
  - zamocować element w strugnicy w taki sposób, aby było zapewnione jego nieruchome położenie i aby nóż struga podczas pracy nie mógł zawadzić o imaki strugnicy,
  - przystąpić do strugania, zwracając uwagę na zarys linii traserskich,
  - zachować kolejność operacji i sposób strugania.
- 2) podstawową zasadą, jaką należy stosować przy struganiu, jest skrawanie „za słojem”, aby nie podważać ostrzem noża włókien drewna i nie odszczepiać słojów (rys. 46),



Rys. 46. Nieprawidłowe i prawidłowe struganie drewna [6, s. 179]

- 3) po zakończeniu strugania równiakiem, a później spustem i ostatecznie sprawdzeniu prostopadłości obu płaszczyzn oznacza się je ołówkiem tak, aby znaki przylegały do siebie na krawędzi elementu. Znaki te informują przez cały czas obróbki, które płaszczyzny należy uważać za podstawowe przy trasowaniu elementu przed kolejnymi operacjami,
- 4) podczas strugania należy często sprawdzać prawidłowość obróbki. Sprawdzenie polega na ocenie płaskości powierzchni, prostopadłości boków do płaszczyzny i prostopadłości czoła do boków elementu. Prostopadłości sprawdza się przy użyciu kątownika, a płaskość powierzchni za pomocą dwóch jednakowej szerokości linijek, układając je na struganej płaszczyźnie. Jeżeli górne krawędzie obu linijek, obserwowane pod światło, leżą na jednej płaszczyźnie geometrycznej, to znaczy, że obrobiona powierzchnia jest wystrugana prawidłowo. Sprawdzenia dokładności strugania elementów szerokich dokonuje się za pomocą jednej linijki, obserwując czy dolna jej krawędź szczelnie przylega w różnych kierunkach do wystruganej płaszczyzny elementu,

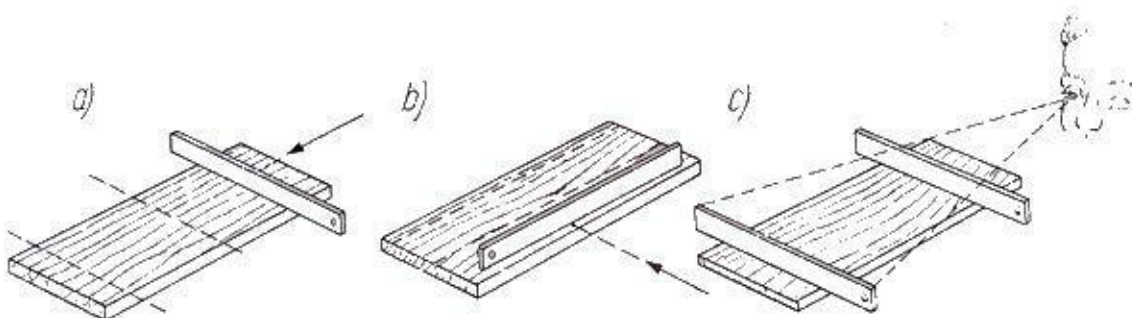
- 5) elementy z drewna twardego po struganiu gładzikiem lub spustem, jeśli jest taka potrzeba wykończa się, gładzicą, prowadząc ją obiema rękami „za słojem”, ukośnie do kierunku przebiegu włókien. Gładzicę najczęściej prowadzi się „do siebie”, a blisko krawędzi powierzchni elementu zawsze w kierunku na zewnątrz obrabianego elementu,
- 6) należy zachować ostrożność podczas ostrzenia, wygładzania i sprawdzania ostrości noży strugów, aby uniknąć skaleczenia; przy ostrzeniu na ostrzarce elektrycznej należy koniecznie nakładać okulary ochronne,
- 7) podczas przekładania i przenoszenia noża należy trzymać go całą dłonią w połowie długości, ostrzem zwróconym do dołu,
- 8) wysokość strugnicy powinna być dostosowana do wzrostu strugającego. Rysunki obrazują zasady i przebieg strugania



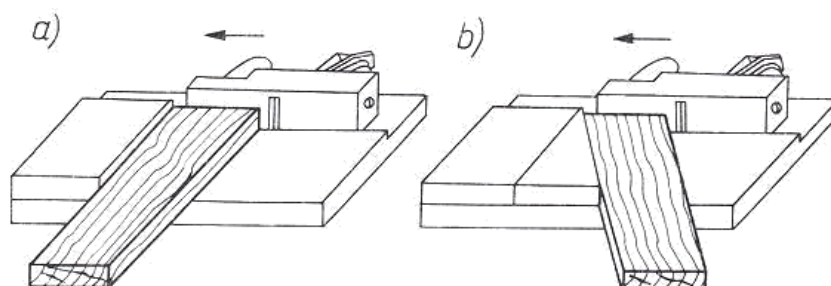
**Rys. 47.** Sposób ujęcia i prowadzenie struga: a) początek posuwu, b) środkowa faza posuwu, c) końcowa faza posuwu, d) powrotny ruch strugiem [5, s. 306]



**Rys. 48.** Sposób ujęcia i prowadzenie spustu: a) początek posuwu, b) końcowa faza posuwu [5, s. 306]



**Rys. 49.** Sprawdzanie prostoliniowości strugania spustem (strzałki wskazują kierunek patrzenia pod światło): a) w poprzek włókien, b) wzdłuż włókien, c) równość powierzchni [5, s. 307]



Rys. 50. Wspornice do strugania czołowego: a) prostopadłego, b) skośnego [5, s. 308]

## Wiercenie

Rozróżnia się następujące rodzaje wierceń:

- wiercenie otworów przelotowych,
- wiercenie gniazd,
- nawiercanie, czyli walcowe lub stożkowe poszerzenie górnej części wywierconego otworu, np. w celu wpuszczenia łba śruby lub wkręta,
- rozwiercanie, czyli powiększanie średnicy już wywierconego otworu,
- wiercenie okrężne, w celu ścięcia (stępienia) krawędzi elementów walcowych niewielkiej średnicy.

Wiercenie może być wykonywane wzdłuż, w poprzek i skośnie do włókien drewna, jednak najczęściej stosuje się wiercenie w poprzek włókien.

## Charakterystyka świrdrów i przyrządów pomocniczych do wiercenia

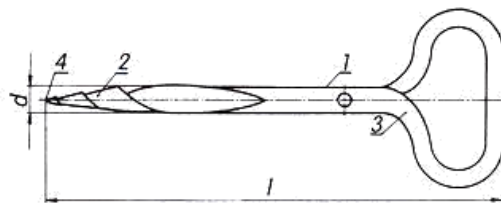
Narzędziami służącymi do ręcznego wiercenia otworów w drewnie i tworzywach drzewnych są świrdry. W obróbce maszynowej narzędzia do wykonywania otworów w drewnie i tworzywach drzewnych noszą nazwę wiertel. Różnią się od świrdrów rodzajem chwytu – jest on wyłącznie walcowy.

Rozróżnia się:

- świrdry ręczne – trzymane bezpośrednio w ręce, z chwytem stanowiącym jedną całość ze świrdrem lub zaopatrzone w ucho przez które przetyka się pokrętło,
- świrdry – z chwytem kwadratowym zbieżnym, walcowym lub płaskim, służącym do osadzenia świrdra w przyrządzie, który wprowadza świder w ruch roboczy (np. w wiertarce ręcznej, korbie stolarskiej lub wiertarce elektrycznej).

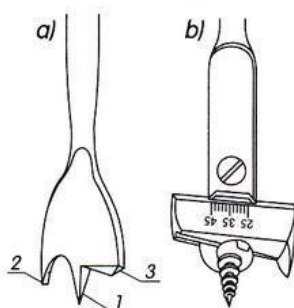
Świrdry wykonuje się ze stali konstrukcyjnej wysokiej jakości. W zależności od budowy i przeznaczenia rozróżnia się świrdry: ślimakowe, środkowce, kręte jednozwojne i dwuzwojne, łyżkowe, sedniki, grotniki i stożkowce.

Świrdry ślimakowe składają się z trzonu (1), uzwojenia (2) z boczną krawędzią skrawającą, chwytu (3) i kolca środkującego (4). Świrdry ślimakowe służą do wiercenia głównie gniazd stożkowych na wkręty gwoździe we wszystkich kierunkach do przebiegu włókien drewna. Świrdry ślimakowe z chwytem ręcznym mają wymiary:  $d$  (średnica świrdra) = 2÷10 mm,  $L$  (długość świrdra) = 125;140;160 mm.



**Rys. 51.** Świder ślimakowy z chwytem ręcznym (opis w tekście) [6, s. 182]

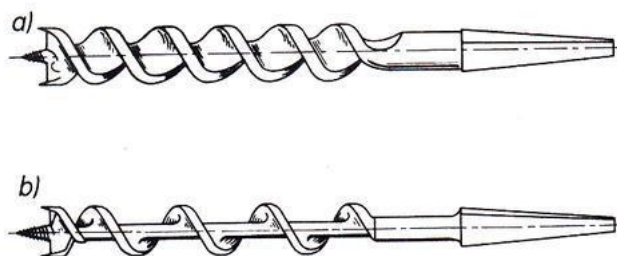
Świdry środkowce do korb mają kolec środkujący (1), jeden krajak podcinający pionowo (2) i jedno ostrze skrawające podciętą warstwę drewna (3). Kolec środkujący może być stożkowy o trójkątnym przekroju poprzecznym (rys. 53 a) lub okrągły, nagwintowany stożkowo. Świdry środkowce mają wymiary:  $d = 6 \div 32$  mm,  $l = 125$  i  $140$  mm. Stosuje się również środkowce nastawne o średnicach  $14 \div 40$  mm oraz  $22 \div 78$  mm.



**Rys. 52.** Świdry środkowce: a) z gładkim kolcem środkującym, b) nastawny z gwintowanym kolcem środkującym (opis w tekście) [6, s. 182]

Odmianą środkowca jest wiertło płytkowe jednolite lub z wymiennymi ostrzami. Nie nadaje się ono do prac precyzyjnych. Świdry środkowce stosuje się do wiercenia poprzecznego w cienkim materiale (konstrukcja nie zapewnia odprowadzania skrawanych wiórów).

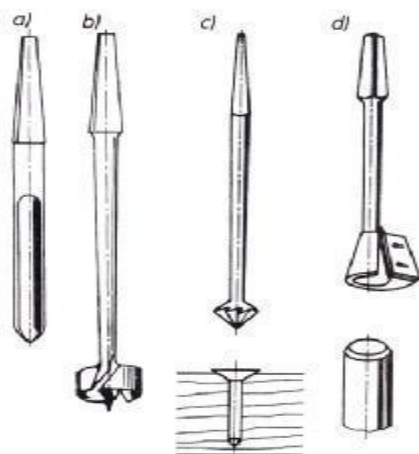
Świdry kręte dwuzwojne i jednozwojne, mają stożkowy gwintowany kolec środkujący. Świdry dwuzwojne mają dwa krajaki i dwa ostrza skrawające, a jednozwojne mogą mieć jeden krajak i jedno osadzone promieniowo skośnie ostrze skrawające. Produkuje się również świdry kręte bez krajaków (do drewna twardego). Świdry dwuzwojne mają wymiary:  $d = 6 \div 32$  mm i  $l = 200, 220$  i  $250$  mm, jednozwojne –  $d = 6 \div 18$  mm  $l = 200$  i  $220$  mm. Świdry kręte służą do głębokiego wiercenia poprzecznego.



**Rys. 53.** Świdry kręte: a) dwuzwojny, b) jednozwojny [6, s. 183]



Świdry łyżkowe (rys. 54a) . Żłobkowo wydrążony trzon takiego świdra jest zakończony ostrzem ostrzem skrawającym. Świdry łyżkowe do korb służą do wiercenia i rozwiercania otworów wzdłuż włókien drewna. Mają wymiary  $d = 6\div 16$ ,  $l = 200$  i  $220$  mm.



**Rys. 54.** Świdry: a) łyżkowy, b) sednik, c) grotnik (pod nim element nawiercony), d) stożkowiec (pod nim element stępiony) [6, s. 183]

Świdry sedniki (rys. 54b) są produkowane z krótkim kolcem środkującym i bez kolca (do prac zdobniczych). Są one dwuostrzowe, mają dwa ostrza nacinające, odpowiedniki krajków, na krótkiej walcowanej części roboczej, ze skośnymi do wewnątrz krawędziami tnącymi oraz ostrza skrawające ustawione promieniowo. Wymiary sedników:  $d = 6\div 60$  mm,  $L = 120\div 150$  mm. Służą do dokładnego wiercenia płytkich gniazd, np. do zawiasów puszkowych.

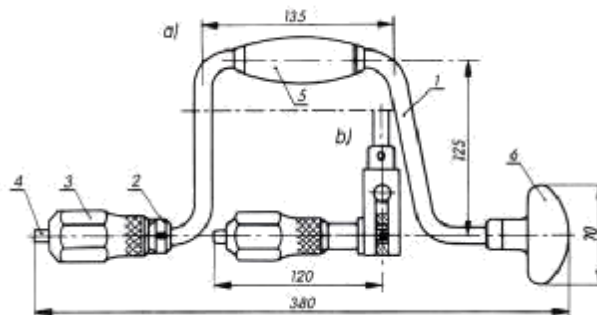
Grotniki (rys. 54c) ma trzon zakończony stożkiem, na którego powierzchni znajdują się wzdłużne rowki z ostrzymi krawędziami. Grotniki służą do nawiercania gniazd lub otworów na łby wkrętów i śrub.

Stożkowiec (rys. 54d) ma trzon zakończony wydrążonym stożkiem. W przeciętej wzdłużnie ściance stożka umocowuje się dwiema śrubami ostrze skrawające. Służy on do stępiania krawędzi walcowych i stożkowych elementów o małej średnicy (na przykład kołków do połączeń).

Do ręcznego wiercenia otworów można również wykorzystać wiertła śrubowe stosowane głównie w obróbce maszynowej, m.in. do wykonywania otworów na kołki. Do odprowadzania skrawanego wióra służą śrubowe rowki, stąd nazwa wiertło śrubowe. Wiertła z wierzchołkiem stożkowym służą do wiercenia otworów w drewnie wzdłuż włókien. Do wiercenia w poprzek włókien stosuje się wiertła śrubowe z krajkami i kolcem środkującym.

Do wiercenia w drewnie i tworzywach drzewnych małych otworów, o średnicy do 4 mm, stosuje się również wiertła śrubowe do metalu. Ze względu na ich duży kąt wierzchołkowy (powyżej  $120^\circ$ ), wiertła te bardziej rozrywają włókna drewna niż je przecinają.

Przyrządami do wiercenia ręcznego są tzw. korby stolarskie ręczne, wiertarki ręczne i elektryczne.



**Rys. 55.** Korba do świderów z uchwytem dwuszcękowym: a) zwykły a, b) z mechanizmem zapadkowym 1 – pałak stalowy, 2 – wrzeciono, 3 – nakrętka, 4 – szczęki, 5 – uchwyt, 6 – główka [6, s. 183]

### Przygotowanie świderów do pracy

Przygotowanie świderów do pracy polega na ich ostrzeniu, które wymaga dużej wprawy i uwagi. Kolec środkujący należy ostrzyć jak najrzadziej, gdyż za często skręcony nie spełnia swego zadania. W pracy kolec tępi się nieznacznie; trzeba raczej unikać jego stępienia lub złamania w wyniku niewłaściwego obchodzenia się ze świdrem. Zarówno kolec jak krajaki i ostrza skrawające ostrzy się bardzo drobno naciętymi pilnikami, a wygładza osłką w kształcie pręta o małym przekroju poprzecznym.

Ostrzenia krajaków i skrawaczy dokonuje się od wewnętrznej strony ostrza. Zdjęta pilnikiem warstwa stali powinna być jak najcieńsza.

Podczas ostrzenia nie wolno zmieniać kąta ostrza świda, ponieważ kąty ostrza w świderach różnych rodzajów są różnej wielkości, a wymierzanie tych kątów jest trudne.

### Konserwacja i przechowywanie świderów

Po pracy świdy należy dobrze oczyścić i przetrzeć naoliwioną ściereczką. Świdry zanieczyszczone żywicą można oczyścić naftą lub terpentyną. Świdry przechowuje się w szafce narzędziowej, zabezpieczając ich ostrza przed uszkodzeniem i stępieniem. Najlepiej wkładać je w odpowiednie gniazda – ostrzem do ściany. Świdry drobne powinny się przechowywać w płaskiej kasetce, w drewnianych gniazdach z oznaczeniem ich średnic.

Wytyczne pracy i zasady bhp:

- zamocować element w przednim docisku strugnicy stroną wierconą do góry,
- jeżeli mają być wiercone pojedyncze elementy, wymierzyć odległość otworów od czoła i posługując się kątownikiem prostokątnym oznaczyć te odległości poprzecznymi rysami  
Za pomocą znacznika nanieść rysy wzdłużne, określając odległości poszczególnych otworów od powierzchni podstawowej elementu. Przecięcia rys poprzecznych i podłużnych wyznaczają środki otworów (ewentualnie gniazd). W każde przecięcie rys traserskich wcisnąć ostrze rysika, aby przygotować miejsce na kolec środkujący świda,
- do wiercenia większej liczby jednakowych elementów przygotować wzornik z blach (z otworkami na rysik) lub ze sklejki (z kolcami),
- dobrać odpowiedni rodzaj i średnicę świda do rodzaju wiercenia,
- zamocować sprawdzony świder w uchwycie wiertarki lub korby,
- do wiercenia przelotowego elementy o grubości do 30 mm można trasować z jednej strony. Wiercenie należy prowadzić do chwili, kiedy po drugiej stronie ukaże się punkt przebicia wierzchołkiem kolca. Po odwróceniu elementu umieszcza się kolec świda w przebitym punkcie i kończy wiercenie. Można także pod wiercony element podłożyć podkładkę z odpadowego drewna,
- elementy grubsze należy trasować dwustronnie i wiercić początkowo z jednej strony, a następnie element obrócić o 180° i wiercić „na spotkanie”,
- przy wierceniu gniazd celowe jest nakładanie na świdy ograniczników metalowych lub drewnianych, co zapewnia zachowanie przewidzianej głębokości gniazda,

- wiercenie pod kątem ostrym wykonuje się z zastosowaniem odpowiednich pomocy, np. w postaci przewierconego pod właściwym kątem klocka, który po dociśnięciu do wierconego elementu stanowi prowadzenie świdra,
- przekładanie, a zwłaszcza ostrzenie i wygładzanie świdrów, powinno się wykonywać ostrożnie i uważnie, aby uniknąć skaleczenia. Podczas przenoszenia świdrów należy trzymać je ostrzami zwróconymi do dołu. W czasie pracy wiertarką ręczną lub elektryczną, należy przestrzegać zasad instrukcji obsługi dołączonych do tych urządzeń lub opracowanych przez specjalistów z dziedziny bhp.

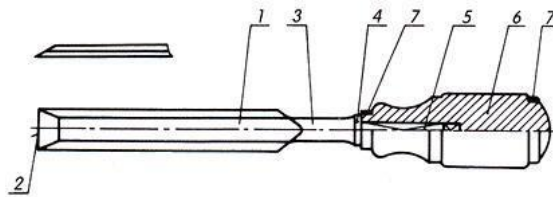
### Dłutowanie

Rozróżnia się dłuta ogólnego przeznaczenia do pras stolarskich i ciesielskich, dłuta rzeźbiarskie i tokarskie. Budowa ich jest zbliżona; różnice występują głównie w wielkości i kształcie ostrzy.

Dłuta ogólnego przeznaczenia służą do wykonywania w drewnie różnego rodzaju wcięć w celu ukształtowania gniazd, wczepów, widlic, wpustów i innych elementów złączy stolarskich oraz do wyrównywania i wygładzania trudno dostępnych powierzchni.

Dłuto składa się ze stalowego brzeszczotu (1), zakończonego z jednej strony ostrzem (2), a z drugiej szyjką (3), przechodzącą w kołnierz (4) i uchwyt (5), służące do osadzania trzonka (6) z twardego drewna (grab, jesion, buk). Przy dłutowaniu pobija się dłuto młotkiem drewnianym (dłuta drewniane) lub młotkiem stalowym (dłuta nie opravione).

Trzonek jest zazwyczaj okuwany z obu końców stalową skuwką (7). Skuwki te zabezpieczają trzonek przed rozłupywaniem podczas uderzeń młotkiem lub pobijakiem. Oś podłużna trzonka powinna tworzyć z osią dłuć linię prostą.



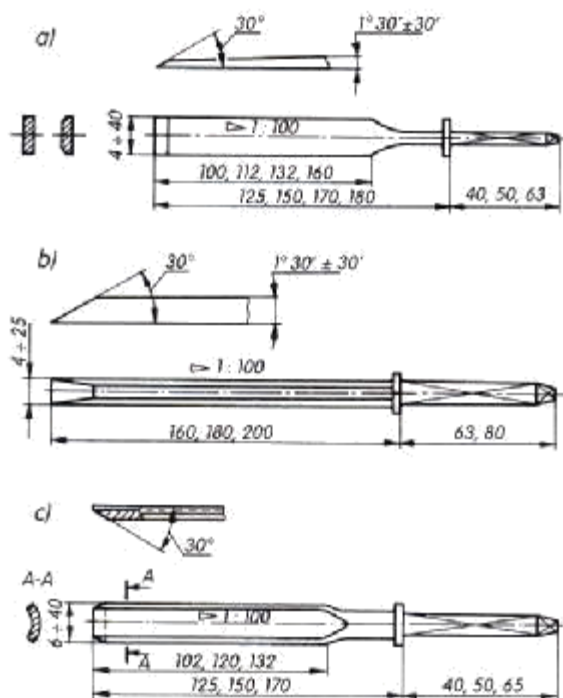
Rys. 56. Elementy budowy dłuta (opis w tekście) [6, s. 188]

Boczne powierzchnie dłuć mają niewielką zbieżność (1:100) w kierunku trzonka, w celu zmniejszenia tarcia podczas pracy i łatwiejszego wyjmowania z obrabianego materiału. Kąt ostrza dłuta ogólnego przeznaczenia wynosi  $30^\circ$ . Rozróżnia się następujące rodzaje dłuć ogólnego przeznaczenia.

Dłuta płaskie z prostymi i ściętymi powierzchniami bocznymi stosowane są powszechnie w stolarstwie. Krawędź tnąca jest zwykle prostopadła do osi podłużnej dłuta. Dłuta płaskie ze ściętymi powierzchniami bocznymi stosuje się, gdy boki dłuta mogłyby uszkodzić dłutowane powierzchnie – głównie do wykonywania złączy wczepowych.

Dłuta gniazdowe – przysiek – jest narzędziem, stosowanym do głębokiego dłutowania w stolarstwie oraz w ciesielstwie. Przysiek jest podobny do dłuta płaskiego, lecz jego silnej budowy brzeszczot jest prawie trzy razy grubszy. Przekrój poprzeczny brzeszczotu przysieka ma kształt trapezu.

Dłuta żłobaki mają rynienkowy kształt ostrza. Służą do wykonywania wyłobień oraz otworów o krzywych zarysach wewnętrznych.



**Rys. 57.** Dłuta: a) płaskie, b) gniazdowe (przysiek), c) żłobak [6, s. 188]

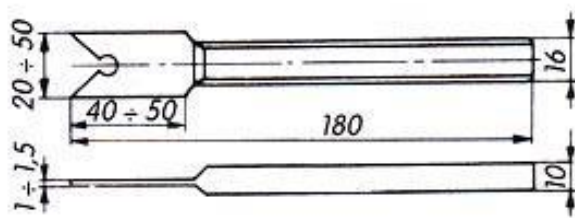
Dłuta kąciaki – bez trzonka – mają dwa ostrza odchyłone względem siebie pod pewnym kątem. Służą do wygładzania narożników we wgłębieniach i do dłutowania małych gniazd w miejscach niedostępnych dla zwykłego dłuta.

Obecnie d łuta te są używane w stolarstwie dość rzadko. Spotyka się je najczęściej w pracowniach renowacji mebli.



**Rys. 58.** Dłuto kąciak [6, s. 189]

D łuta do zawiasów – szczelinowe (rys. 59), z chwytem zamiast trzonka, są jedno-, dwu-, i trójstrzowe. Dłuta te służą do wykonywania wąskich gniazd (szczelin), szerokości  $1 \div 2,5$  mm, przeznaczonych na zawiasy okienne i drzwiowe w stolarce budowlanej. Obecnie ze względu na nowoczesne okucia okienne i drzwiowe d łut te nie mają większego zastosowania. Stosuje się je najczęściej przy pracach renowacyjnych starej stolarki okiennej i drzwiowej.



**Rys. 59.** Dłuto do zawiasów – szczelinowe, dwuostrzowe [6, s. 189]

## Przygotowanie dłut stolarskich do pracy

Podstawową czynnością przygotowania dłut jest ich ostrzenie. Ostrzy się je i wygładza w taki sam sposób, jak noże strugów – na ostrzarce z napędem elektrycznym, a potem na oselce (marmurku). Podczas ostrzenia należy zachować wartość kąta ostrza, przewidzianą do dalszej pracy. Ponieważ ostrza dłut są stosunkowo wąskie, należy stale zmieniać miejsca ostrzenia na ściernicy, aby nie wyłabiać jej powierzchni. Po naostrzeniu dłuta krawędź powinna być prosta (bez zaokrągleń) i prostopadła do podłużnej osi dłuta. Rozbite czoło trzonka należy wyrównać, a trzonki pęknięte lub rozłupane – wymienić na nowe.

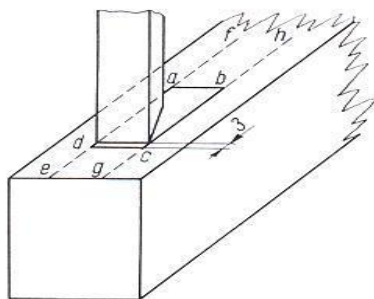
## Konserwacja i przechowywanie dłut stolarskich

Po pracy dłuta należy dobrze oczyścić, a po ostrzeniu wytrzeć do sucha szmatką. Dłuta dłużej nie używane powinny być lekko naoliwione. Trzonki drewniane należy konserwować przez nasycenie olejem lnianym, a następnie polakierować, zabezpieczając w ten sposób przed zabrudzeniem. Dłuta przechowuje się w szafce narzędziowej w odpowiednich gniazdach w pozycji pionowej według rodzaju i wielkości. Przy każdym dłucie powinna być oznaczona szerokość jego ostrza.

## Zasady i przebieg dłutowania drewna

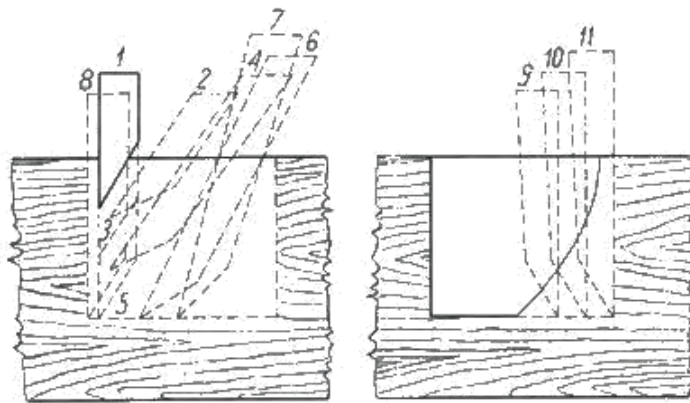
Do dłutowania należy element zacisnąć w strugnicy w ten sposób, aby cała jego postawa opierała się na podłożu; nie może ona wystawać poza strugnicę, a w podłożu nie powinno być przerw. W przeciwnym razie dłutowanie może spowodować odłupanie się warstw drewna przyległych do wykonywanego otworu. Dłuto musi być ostre, dobrane szerokością do odległości między wyznaczonymi rysami. Ścianki otworów i dna w gniazdach powinny być równe i równoległe do zewnętrznych powierzchni elementu.

Dłutowanie gniazda przedstawiono na (rys. 60). Na elemencie trasuje się za pomocą kątownika i rysika rysy  $ab$  i  $cd$ , odmierzając od wyrównanego czoła odległości podane na rysunku wykonawczym.



Rys. 60. Dłutowanie gniazda [5, s. 322]

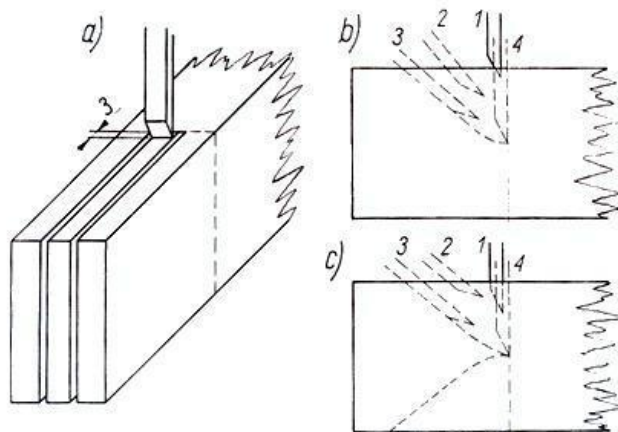
Znacznikiem nanosi się rysy wzdłużne  $ef$  i  $gh$ . Utworzony prostokąt  $abcd$  ogranicza gniazdo, które ma być dłutowane. Dłuto należy ustawić prostopadle między rysami podłużnymi w odległości 3 mm od rysy poprzecznej, równoległe do niej. Pierwsze uderzenia młotkiem drewnianym w trzonek dłuta powinny być lżejsze, następne mocniejsze. Środek powierzchni uderzeniowej młotka powinien uderzać w środek  $g$  łowicy trzonka. Po kilku uderzeniach pionowych dłuto przenosi się z pozycji 1 na pozycję 2 (rys. 61) i skośnie dłutuje w kierunku uformowanej pionowej szczeliny, usuwając powstające wióry. Kolejne pozycje dłuta są uwidocznione na rysunku. Po wydłutowaniu mniej więcej połowy gniazda (pozycja 7) dłuto ustawia się prostopadle przy rysie  $cd$  (pozycja 8) i stopniowo ścina pominiętą na początku warstwę 3mm grubości. Dalsze dłutowanie wykonuje się od środka gniazda ku rysie  $ab$  (poz. 9÷11).



**Rys. 61.** Przebieg dłutowania gniazda: kolejne pozycje dłuta od 1 do 11  
(opis w tekście) [5, s. 323]

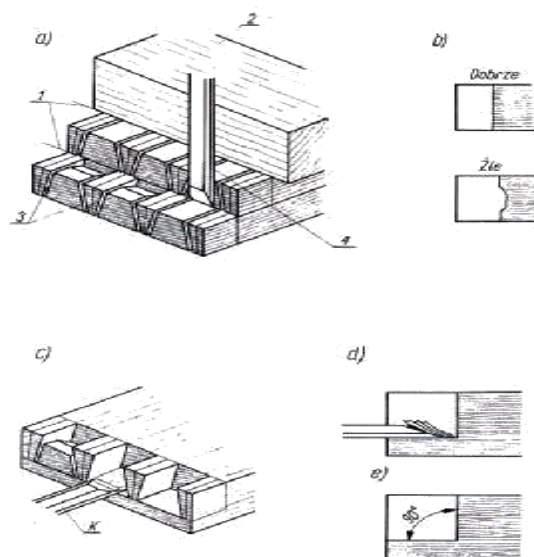
Otwór przelotowy trasuje się dwustronnie. Początkowo należy dłutować z jednej strony elementu do połowy głębokości otworu w ten sam sposób, jak przy dłutowaniu gniazda; następnie element odwraca się o  $180^\circ$  i dłutuje z drugiej strony, aż do uzyskania otworu przelotowego.

Dłutowanie widlicy przedstawiono na (rys. 62). Trasowanie wykonane było przy narzynaniu czopnicą; można zatem po zamocowaniu elementu przystąpić do dłutowania, które polega na usunięciu środkowej części materiału – między rzazami czopnicy. Przysiek ustawia się prostopadle, 3 mm przed rysą. Po wydłutowaniu mniej więcej połowy szerokości elementu (rys. 62b) ścina się pozostawioną 3 mm warstwę i element odwraca się. W ten sposób sam sposób dłutuje się z drugiej strony. Ostatnią pozycję dłuta ilustruje (rys. 62c).



**Rys. 62.** Dłutowanie widlicy: a) ustawienie dłuta w początkowej fazie dłutowania,  
b) kolejne położenia dłuta (od 1 do 4) z jednej strony elementu,  
c) kolejne położenia dłuta z drugiej strony elementu (od 1 do 4) [5, s. 323]

Dłutowanie gniazd wczepowych opiera się na tych samych zasadach, jak omówiono powyżej. Przebieg operacji przedstawiono na (rys. 63).



**Rys. 63.** Dłutowanie skośnych gniazd wczepowych: a) dłutowanie do połowy otwartych gniazd wczepowych, b) jakość dłutowania, c) dłutowanie półkrytych gniazd wczepowych, d) przekrój wzdłuż gniazda w toku wyrównywania, e) przekrój wzdłuż gniazda po wydłutowaniu, 1 – krawędzie elementu i klocka dociskowego leżą dokładnie na rysach traserskich, 2 – klocek dociskowy, 3 – rzazy po narzynaniu czopnicą, 4 – grzbiet dłuta przylega do czoła górnego elementu, K – końcowa faza wyrównywania ścianki gniazda [5, s. 324]

Dłutowanie żłobakiem jest podobne do dłutowania dłutem płaskim. Kształt żłobaków należy dobierać odpowiednio do zarysu dłutowanych otworów.

Dłutowanie szczelin na zawiasy polega na wielokrotnym wbijaniu i wyjmowaniu (dla usunięcia wiórów) dłuta szczelinowego w wytrasowanym miejscu.

Wytyczne prace i zasady bhp:

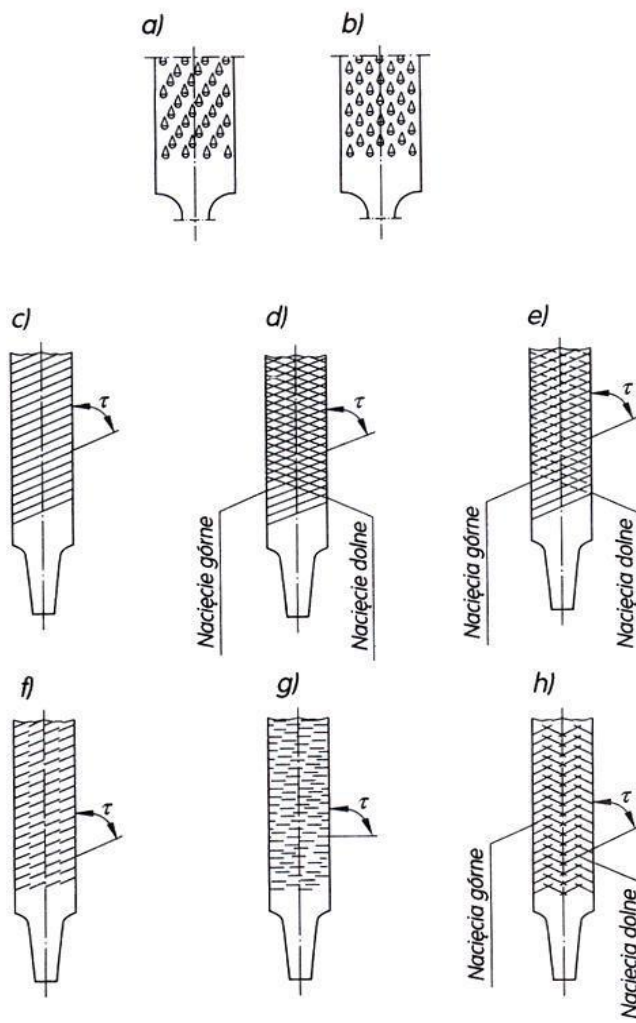
- dobrać dłuto odpowiedniego rodzaju i potrzebnej szerokości oraz sprawdzić jego stan,
- wytrasować zarys dłutowania,
- zaciśnąć element w strugnicy w ten sposób, aby cała jego podstawa opierała się na podłożu (nie na dociskach); nie może ona wystawać poza strugnicę, a w podłożu nie powinno być przerw. W przeciwnym razie dłutowanie może spowodować odłupywanie warstw drewna przyległych do wykonywanego otworu,
- do pobijania dłuta z trzonkiem nie można używać młotków stalowych, lecz drewniane,
- dłutowanie należy prowadzić w dwóch etapach: wstępnym i wykończeniowym. W obróbce wstępnej należy pozostawić część materiału w odległości 1÷2 mm od linii traserskiej, jako nadmiar na obróbkę wykończeniową,
- nie powinno się zbyt głęboko wcinać ostrza dłuta w drewno, najgłębiej do 5 mm. Zbyt głębokie wcinanie ostrza prowadzi do pęknięcia albo odłupania obrabianego elementu. Wybieranie drewna należy prowadzić stopniowo,
- ostrze dłuta należy zagłębiać „za słojem”, zgodnie z kierunkiem słoików rocznych,
- szerokość brzeszczotu dłuta powinna być mniejsza o ok. 2 mm od najmniejszej szerokości dłutowanego kształtu,
- zachować ostrożność podczas ostrzenia i wygładzania dłut oraz przy ich czyszczeniu i przenoszeniu,
- nie wolno kłaść dłuta na skraju strugnicy lub stołu; należy uważać, aby jego ostrzenie nie wystawało poza obręb stołu,
- nie wolno skrawać dłutem w kierunku ręki podtrzymującej element.

## Obróbka tarnikami i pilnikami

W miejscach, gdzie nie można użyć strugów, na przykład na powierzchniach krzywoliniowych o małych promieniach lub nieregularnych kształtach, stosuje się wyrównywanie powierzchni tarnikami i pilnikami.

Tarnik (rys. 64) jest to pręt stalowy z naciętymi na powierzchni drobnymi zębami, stanowiącymi ostrza skrawające. Tarniki do drewna mają brzeszczoty o długości  $l = 150 \div 300$  mm oraz przekroje: płaskie, półokrągłe zwykłe i szerokie oraz okrągłe. Rozróżnia się dwa rodzaje nacięć tarników: A – niesymetryczne (rys. 64a) i B – symetryczne (rys. 64b).

W symetrycznych ostrza każdego szeregu znajdują się w połowie odległości między ostrzami szeregu sąsiedniego. Tarniki charakteryzuje liczba nacięć (ząbków) na  $1 \text{ cm}^2$  powierzchni tarnika. Liczba ta przyporządkowana jest długości  $l$  brzeszczotów. Przykładowo wynosi ona przy  $l = 200$  mm: 10; 16 i 22 (31) nacięć, a przy  $l = 300$  mm: 6; 10 i 14 nacięć. Najmniejsza liczba nacięć oznacza jednocześnie największą wysokość ostrza skrawającego.



**Rys. 64.** Nacięcia: – tarników: a) niesymetryczne, b) symetryczne, – pilników: c) pojedyncze, d) podwójne, e) podwójne z rozdzielnikiem wióra, f) i g) pojedyncze wielorzędowe, h) podwójne wielorzędowe [6, s. 192]

W odróżnieniu od tarników, pilniki (rys. 64 c-h) mają zamiast ząbków nacięcia na całej szerokości, najczęściej skośne w stosunku do krawędzi bocznych. Spośród wielu rodzajów pilników o różnych długościach i kształtach przekroju, stosowanych głównie do obróbki metalu (min. do ostrzenia pił i świdrów), do obróbki drewna używa się tylko ich część, o długościach brzeszczotów  $l = 100 \div 450$  mm.



Nacięcia pilników mogą być pojedyncze i podwójne. Nacięcia pojedyncze są wykonywane jako górne, tj. przebiegające od strony lewej ku prawej w górę, tworząc z osią podłużną pilnika kąt  $\tau = 45 \div 90^\circ$ .

Pilniki z nacięciami podwójnymi mają dodatkowo nacięcia dolne, które przebiegają od strony lewej ku prawej w dół. Na (rys. 64 c÷e), przedstawiono rodzaje nacięć na pilnikach o powierzchni płaskiej (jednorzędowe), a na (rys. 64 f÷h) rodzaje nacięć na pilnikach o powierzchni wypukłej (wielorzędowe).

Pilniki charakteryzuje liczba nacięć górnych na długości 1 cm wzdłuż osi pilnika. Podobnie, jak u tarników jest ona przyporządkowana długości 1 brzeszczotów. Przykładowo wynosi ona przy  $l = 200$  mm: 10; 14; 15; 17; 18 i 20 nacięć, a przy  $l = 300$  mm: 8; 11; 14 i 16 nacięć. Obecnie zaniechano stosowania dla tarników i pilników następujących numeracji nacięć – tarników: 0; 1; 2; 3; 4; pilników: 0; 1; 2; 3; 4 i 5. Z numeracją związane były zwyczajowe nazwy – tarników i pilników: zdzieraki, równiaki, półgładziki, gładziki i podwójne gładziki oraz pilniki jedwabniki.

Do wstępnej obróbki drewna i tworzyw drzewnych stosuje się zwykle tarniki, a do wykańczającej – pilniki o drobnych nacięciach. Pilniki z nacięciami podwójnymi służą do drewna bardzo twardego. Tarniki i pilniki powinny być osadzone w drewnianych trzonkach tak, aby osie podłużne tarników i pilników oraz ich trzonek stanowiły linię prostą.

### **Konserwacja i przechowywanie tarników i pilników**

Miejsca między nacięciami tarników i pilników „nabijają się” w czasie pracy drobnymi trocinami oraz resztkami kleju (podczas obróbki elementów klejonych). Zanieczyszczenia żywiczne usuwa się przez nawilżenie brzeszczotu terpentyną w celu zmiękczenia żywicy, zanieczyszczenia klejowe zwilża się gorącą wodą, a następnie w obydwu przypadkach usuwa się resztki twardą szczotką ryżową lub z tworzywa sztucznego. Nie należy stosować szczotki drucianej. Wyczyszczone narzędzie należy dokładnie wysuszyć. Tarniki i pilniki należy przechowywać w oddzielnych gniazdach w szafce narzędziowej, tak aby nie stykały się ostrzami innych narzędzi. Po pracy należy je zawsze odkładać trzonkami zwróconymi w kierunku pracującego.

Wytyczne pracy i zasady bhp:

- 1) elementy przeznaczone do obróbki zamocowuje się w jednym z docisków strugnicy, najbardziej dogodnym dla danego kształtu i wielkości obrabianej powierzchni. Tarnikami i pilnikami obrabia się najczęściej krzywe powierzchnie elementów. Przy obróbce tarnik i pilnik należy trzymać w prawej ręce, którą wywiera się nacisk na obrabianą powierzchnię i wykonuje posuw narzędziem. Lewą ręką prowadzi się pilnik (tarnik), przytrzymując jego koniec. Początkowo wykonuje się posuw w poprzek włókien, a następnie w skos włókien, „za słojem”. W końcowej fazie obróbki, o ile jest to możliwe, posuw należy wykonywać wzdłuż włókien. Nacisk na obrabianą powierzchnię wywiera się tylko przy ruchu „od siebie”;
- 2) praca tarnikami i pilnikami jest bezpieczna i skaleczenia mogą nastąpić tylko w razie szczególnej nieuwagi pracownika. Posługiwanie się tarnikami (pilnikami) nie oprawionymi w trzonki zagraża odparzeniem dłoni.

### **Szlifowanie**

Omówione dotychczas rodzaje obróbki drewna, nawet przy najbardziej starannym wykonaniu nie zapewniają obrabianym powierzchniom odpowiedniej gładkości. Powierzchnie łatwo się brudzą, pojawiają się na nich zadry. Niedostatecznie gładka powierzchnia szczególnie uwidacznia się przy wykończaniu powierzchniowym barwnikami, politurą lub lakierami. Ze względów estetycznych oraz użytkowych powierzchnie poszczególnych elementów składowych oraz gotowego wyrobu powinny być jak najstaranniej ostatecznie wygładzone za pomocą nasypowych materiałów (narzędzi) ściernych w postaci papierów lub płócien.

## Charakterystyka nasypowych materiałów ściernych

Papier ścierny składa się z podłoża papierowego i nasypu. Zamiast papieru na podłożu stosuje się również płótno lub papier wzmocniony tkaniną (p łótnowany). Spoiwem wiążącym nasypu z podłożem są najczęściej kleje syntetyczne. Nasyp składa się z ziaren elektrokorundu, węgla krzemu, krzemienia, szkła itp. Ziarna te uzyskuje się z rozdrobnionego materiału drogą przesiewania i segregacji na sitach.

Porównawczą charakterystykę materiałów ściernych z podaniem wymiarów ziaren w mikrometrach podano w tabeli 3.

**Tabela 3.** Numeracja nasypu papieru ściernego (w zakresie od nr P 36 do nr 220)

Numeracja obowiązująca wg PN-76/M-59107	Charakterystyczny wymiar ziaren nasypu $\mu\text{m}$		Zbliżony nasyp wg numeracji bieżącej
	od	do	
P 36	600	500	7
P 40	425	355	6,5
P 50	355	300	5
P 60	300	250	4
P 80	212	180	3,2
P 100	180	150	2
P 120	125	106	0
P 150	106	90	2/0
P 180	90	75	3/0
P 220	75	63	4/0

W tabeli 4 zestawiono zależności uziarnienia papieru ściernego od prac szlifierskich.

**Tabela 4.** Numeracja nasypu papieru ściernego [3, s. 104]

Uziarnienie	Prace szlifierskie (przykłady)
P 20 do P 80	Szlifowanie zgrubne: szlifowanie wstępne powierzchni drewnianych struganych, nadanie szorstkości, usunięcie powłok, wyrównywanie
P 80 do P 100	Szlifowanie wstępne: szlifowanie sklejki i płyt wiórowych, szlifowanie wstępne powierzchni szpachlowanych, przeszlifowanie drewna i tworzyw drzewnych
P 120 do P 180	Szlifowanie wykańczające: drewna miękkiego, tworzyw drzewnych i powierzchni fornirowanych, przeszlifowanie powierzchni szpachlowanych i powierzchni metali nieżelaznych
P 180 do P 240	Szlifowanie wykańczające: drewna twardego, powierzchni szpachlowanych i powierzchni z tworzyw sztucznych
P 240 do P 600	Szlifowanie bardzo dokładne: polerowanie powierzchni lakierowanych, szlifowanie powierzchni lakierowanych, szlifowanie w czasie bejcowania

## Wytyczne prace i zasady bhp

Podczas wygładzania powierzchni drewna i tworzyw drzewnych stosuje się początkowo papier ścierny o większych ziarnach (grubszej granulacji), a następnie o mniejszym uziarnieniu, zależnie od stopnia gładkości, do jakiej ma być doprowadzona powierzchnia. Pod lakier jest pożądanym ostatecznym wygładzaniem papierem nr 180÷220.

Do wygładzania powierzchni profilowych praktyczniej jest stosować papier płótnowany lub płótno ścierny, gdyż papier ścierny jest za sztywny i szybko ulega zniszczeniu. Podczas wygładzania powierzchni płaskich papier ścierny można trzymać bezpośrednio w dłoni, ale bardziej równomierny nacisk zapewnia zastosowanie tzw. klocków szlifierskich. Można je wykonywać z drewna, twardej gumy lub tworzywa sztucznego. Elastyczny docisk zapewnia się przez oklejenie klocka warstwą filcu, miękkiej gumy lub korka. Na klocku napręża się papier ścierny za pomocą palców i nasady dłoni lub przy użyciu specjalnych zacisków. Różne rodzaje klocków szlifierskich przedstawiono na (rys. 65).



Rys. 65. Klocki szlifierskie [6, s. 196]

Powierzchnie wygładza się oburącz równomiernymi ruchami od siebie i do siebie wzdłuż włókien. Szlifowanie w poprzek włókien jest dopuszczalne jedynie przy zgrubnym wygładzaniu powierzchni oraz przy wyrobach przeznaczonych do wykończenia kryjącego. Jeżeli przewiduje się wykończenie wyrobu barwnikami, politurą lub bezbarwnym lakierem, szlifuje się ostatecznie tylko wzdłuż włókien, gdyż szlifowanie w poprzek włókien pozostawia na powierzchni rysy, nawet przy użyciu papieru o najdrobniejszych ziarnach.

Podczas szlifowania powierzchni krzywoliniowych, wyrównywanych wstępnie tarnikami i pilnikami, stosuje się po pierwszym szlifowaniu papierem ściernym lekkie zwilżanie powierzchni, co powoduje wystąpienie wgniecionych włókien ponad powierzchnię. Po wyschnięciu szlifuje się ostatecznie papierem o drobniejszym uziarnieniu.

Do wygładzania powierzchni krzywoliniowych i zaokrągleń, zamiast klocków można użyć gąbki obłożonej płótnem ściernym. Wygładzoną powierzchnię należy często oczyszczać zmiotką z pyłu drzewnego.

Szlifowanie ręczne jest pracochłonne i fizycznie wyczerpujące, tym bardziej, że pracujący oddycha powietrzem z pokaźną domieszką pyłu drzewnego (który należy usuwać dolnym wyciągiem powietrznym).

#### **Narzędzia do wygładzania i polerowania powierzchni drewna**

Szlifowanie drewna i tworzyw drzewnych stosuje się najczęściej jako obróbkę drewna przed wykończeniem materiałami malarsko-lakierniczymi. Stosując odpowiednią granulację papierów ściernych doprowadzamy szlifowany materiał do potrzebnej gładkości. Należy tutaj dodać, że powłoka malarsko-lakiernicza wymaga również uszlachetnienia. Do uszlachetniania drewna już polakierowanego stosuje się drobnoziarnisty papier ścierny, pastę polerską oraz filce polerskie nadające powłoce lakierowej lub surowemu drewnu odpowiednią gładkość.

#### **Ocena jakości obróbki skrawaniem oraz usuwanie usterek**

Obrobiony element tylko w pewnym stopniu odpowiada elementowi określonego rysunkiem wykonawczym. Różnice między elementem obrobionym a elementem przedstawionym na rysunku nazywają się odchyłkami.

Odchyłki mogą dotyczyć kształtu, wymiarów i gładkości powierzchni. Należy dążyć do zmniejszenia tych odchyłek, pamiętając jednak, że dokładniejsza obróbka podraża produkcję: praca trwa dłużej, potrzebne są bardziej precyzyjne narzędzia, wymagane są wyższe kwalifikacje pracującego. Dlatego należy w każdym przypadku rozważyć celowość tej dokładności, biorąc pod uwagę uzasadnienia ekonomiczne i techniczne. Na przykład w złączeniu mebla duży stopień dokładności jest uzasadniony wytrzymałością mebla, natomiast duża dokładność prostego wyrobu, np. deski do prasowania, nie jest potrzebna.

Odchyłki kształtu i wymiarów są ze sobą powiązane: jedna odchyłka wywołuje drugą. Czynniki mające wpływ na dokładność obróbki zależą od obrabianego elementu oraz od narzędzi i umiejętności posługiwania się nimi. Istotny wpływ na dokładność obróbki wywierają właściwości drewna, wynikające z różnokierunkowości i niejednorodności jego budowy i higroskopijności. Kurczenie się i pęcznienie drewna są różne w różnych częściach i kierunkach elementu.

W celu zachowania jak największej dokładności wymiarów i kształtu należy:

- unikać zmian wilgotności materiału drzewnego w czasie obróbki i użytkowania;
- obrabiać materiał o równomiernej wilgotności, niższej o ok. 2% od przewidzianej podczas jego użytkowania;
- w razie obróbki elementu o wilgotności wyższej od użytkowej należy przewidzieć odpowiednie nadmiary;
- elementy klejone obrabiać dopiero po doprowadzeniu wilgotności do właściwego poziomu;
- do obróbki stosować dobrze naostrzone narzędzia o właściwych kształtach.

Dokładność obróbki ustala się w wyniku pomiaru obrobionych elementów. Pomiar miarą metrową z podziałką milimetrową przeprowadza się z dokładnością do 0,5 mm, suwmiarką zwykłą z noniusem – do 0,1 mm. Sprawdziany bywają dostosowane do pomiaru z dokładnością 0,1÷1 mm. Kąty mierzy się kątomierzem i przymiarami z dokładnością 0,5°.

Usterki w obróbce drewna i tworzyw drzewnych mogą powstawać praktycznie podczas każdej czynności lub operacji technologicznej, począwszy od trasowania poprzez piłowanie i struganie na obróbce wykończeniowej skończywszy. Charakter tych usterek może być znacząco różny i w różny sposób wpływać na jakość dalszej obróbki. Nie sposób jest przytoczyć i opisać wszystkie możliwe powstawania usterek i ich usuwania, ponieważ zagadnieniom tym należałoby poświęcić oddzielny poradnik. W poradniku tym zasady pracy podczas każdego rodzaju obróbki zostały dokładnie opisane. Dotyczy to zarówno przygotowania stanowiska pracy, przygotowania narzędzi i materiałów, postawy pracownika podczas pracy oraz zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. Wnikliwe zapoznanie się i opanowanie materiału nauczania poszczególnych rozdziałów pomoże Ci zminimalizować powstawanie usterek. W tym rozdziale zagadnienia związane z powstawaniem i usuwaniem usterek ograniczać się będą do właśnie zrozumienia istoty niedopuszczania do powstawania usterek oraz ich zupełnej eliminacji.

Na powstawanie usterek podczas obróbki ręcznej mają następujące czynniki:

- niedostateczna znajomość literatury i niedoświadczenie pracownika,
- zły stan przygotowania narzędzi do pracy,
- nieprawidłowe przygotowanie stanowiska pracy,
- niska jakość i niewłaściwy dobór materiału,
- nieprzestrzeganie zasad prawidłowej obróbki i przepisów bhp,
- inne czynniki wynikające z charakterystyki i rodzaju obróbki.

Niedostateczna znajomości literatury i niedoświadczenie pracownika może spowodować usterki między np.:

- częściowego lub całkowitego uszkodzenia wyrobu na skutek niewłaściwego doboru konstrukcji lub złącza,
- niewłaściwy dobór narzędzi do obróbki co wpływa min. na jakość obróbki.

Zły stan przygotowania narzędzi do pracy może powodować obniżenie jakości wyrobu np. szorstka powierzchnia po struganiu, krzywoliniowość piłowania czy też wyrwania podczas wiercenia itp.

Nieprawidłowe przygotowanie stanowiska do pracy może skutkować np. poobijaniem elementów ich pobrudzeniem itp.

Niska jakość materiałów i ich niewłaściwy dobór wpływa min. na powstawanie usterek wynikających z obecności wad w obrabianym materiale oraz niskiej jakości obrabianej powierzchni.

Nieprzestrzeganie zasad prawidłowej obróbki i przestrzeganie przepisów bhp. może doprowadzić do bardzo poważnych usterek częściowego lub całkowitego zniszczenia wyrobu np. przeszlifowanie powierzchni, wylupania podczas wiercenia lub wyrwania podczas

strugania niezgodnie z kierunkiem przebiegu włókien. Nieprzestrzeganie podstawowych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy może spowodować dotkliwy uraz pracownika a nawet wypadek przy pracy.

Powstawanie wad podczas obróbki jest praktycznie nieuniknione. Sposób usuwania usterek wynika z ich rozmiaru i stopnia uszkodzenia materiału. Sposobu usuwania usterek wybiera pracownik tak, aby skutek była zadowalający. Inne metody stosuje się np. przy usuwaniu usterek w miejscach niewidocznych a inne na płaszczyznach widocznych wykończonych lakierem.

Bardzo ważne jest usuwanie usterek natychmiast po ich powstaniu. Nie powinno się przekazywać na następne stanowisko lub do dalszej obróbki elementy posiadające usterki chyba, że jest to uzasadnione i usunięcia dokona się podczas następnej operacji.

### **Racjonalna gospodarka narzędziami, materiałami i energią**

Do produkcji wyrobów stolarskich oprócz surowca, jakim jest drewno i tworzywa drzewne używamy również wyroby służą ce do zmontowania wyrobu oraz do wykończenia powierzchni. W procesie obróbki drewna i tworzyw drzewnych stosuje się narzędzia ręczne i zmechanizowane napędzane energią elektryczną oraz sprężonym powietrzem. Na końcową cenę wyrobu stolarskiego składają się czynniki wymienione tj. koszty surowca, koszty pozostałych materiałów służących do wykonania wyrobu, koszty zużytej energii oraz koszty związane z transportem, dystrybucją, reklamą, koszty związane z przygotowaniem produkcji, koszty wynagrodzeń, ubezpieczeń oraz inne. Jak widać cały proces wykonania wyrobu pochłania bardzo wiele kosztów, które decydują o atrakcyjności wyrobu i co się z tym wiąże sprzedawalnością i zyskiem. Taki stan rzeczy zmusza wytwórców do szukania oszczędności oraz prowadzenia racjonalnej gospodarki narzędziami, materiałami i energią.

Racjonalna gospodarka narzędziami polega na doborze ich tak, aby spełniały wymagania stawiane wykonywanym wyrobom, ale również nie były przesadnie drogie gdyż wp ływa to na cenę wyrobu. Dobór odpowiednich narzędzi jest niezwykle istotny z punktu widzenia wymogów technologicznych oraz wymogów bezpieczeństwa i higieny pracy. Tanie narzędzia są z regu ły mało przydatne, ponieważ szybko się niszczą oraz co bardzo ważne nie zawsze spełniają wymogi bezpieczeństwa i higieny pracy. Zbyt drogie narzędzia są oczywiście najczęściej bardzo dobrej jakości, ale podrażają koszty wyrobu. Optymalnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest taki dobór narzędzi, aby spełniały wymogi technologiczne oraz były bezpieczne. Narzędzia powinny być używane zgodnie z ich przeznaczeniem, powinny być odpowiednio konserwowane, co przedłuży ich okres używalności i przełoży się na obniżenie kosztów wyrobu.

Rozpatrując koszty związane z wykonaniem wyrobu jest oczywiste, że koszty materiałów stanowią znaczącą część. Podobnie jak w przypadku narzędzi wskazana jest również racjonalna gospodarka materiałami. Racjonalna gospodarka materiałami konieczna jest nie tylko z powodu obniżenia ceny wyrobu, ale również z powodu deficytu surowca drzewnego i ochrony środowiska. Racjonalna gospodarka materiałami polega na optymalnym wykorzystaniu wszystkich materiałów stosowanych w wyrobie zgodnie z ich przeznaczeniem.

Zakładając na przykład, że stosowany materiał spełnia wymogi konstrukcyjne to ze względów oszczędnościowych możemy w miejscach niewidocznych zastosować drewno z drobnymi, lecz dopuszczalnymi wadami lub inny materiał np. tańszy. Innym przykładem racjonalnej gospodarki materiałami jest wykorzystywanie materiałów, które są odpadem w jednym procesie produkcyjnym do wykonania zupełnie nowego wyrobu lub jego części w innym procesie produkcyjnym. Ważny jest też dobór gatunkowy drewna i materiałów drzewnych do wykonania wyrobu. Nie ma uzasadnionej potrzeby stosowania materiałów bardzo drogie tam, gdzie w zupełności wystarczą materiały tańsze np. w miejscu, gdzie swoje zadanie bez uszczerbku na jakości i konstrukcji spełni drewno topoli zastępować drewnem dębowym itp.

W przypadku niewłaściwie rozumianej racjonalnej gospodarki materiałami można zamiast oszczędności przynoszących zyski wpaść w niełaskę klientów, którzy są bardzo wyczuleni na jakość oferowanych im wyrobów.

W dzisiejszym warsztacie stolarskim obróbka ręczna polega na używaniu przede wszystkim narzędzi i urządzeń zmechanizowanych. Począwszy od wiertarek elektrycznych poprzez strugi i inne narzędzia na ściskach pneumatycznych skończywszy, napędzane są energią elektryczną lub sprężonym powietrzem. Energia w procesie produkcji to nie tylko napęd narzędzi i urządzeń, ale również ogrzewanie, wentylacja itp. Udział energii w kosztach wyrobu jest również znaczący. Tak jak w przypadku oszczędności materiałów oszczędzać energię musimy nie tylko ze względów obniżenia kosztów, ale również z powodu ochrony środowiska i zasobów naturalnych. Oszczędzania energii powinniśmy szukać w stosowaniu oszczędnych urządzeń, dobrze zaprojektowanych pomieszczeń produkcyjnych oraz świadomości pracowników w tym zakresie. Oszczędność czy inaczej racjonalna gospodarka energią nie może się dokonywać kosztem obniżenia jakości wyrobu oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.

## **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Jakie cechy charakteryzują nóż elementarny oraz geometrię ostrza skrawającego?
2. Jakie są zasadnicze kierunki skrawania drewna?
3. Jakie jest zastosowanie poszczególnych rodzajów pił ręcznych?
4. Jakie zastosowanie mają poszczególne rodzaje strugów?
5. Jakie jest zastosowanie tarników i pilników do obróbki drewna i tworzyw drzewnych?

### 3. Bezpieczeństwo i higieny pracy, ochrona przeciwpożarowa oraz ochrona środowiska

Bezpieczeństwo pracy na stanowisku roboczym jest związane z przestrzeganiem następujących zasad:

- zachowanie ostrożności podczas posługiwania się ostrymi narzędziami zostało omówione przy poszczególnych rodzajach obróbki),
- zachowanie dyscypliny technologicznej i porządkowej,
- podwyższanie kwalifikacji obsługi stanowisk,
- dostosowanie się do instrukcji, regulaminu i zarządzeń bezpośrednich przełożonych. Podczas pracy powinno się przestrzegać zasad dotyczących porządku i higieny:
- stanowisko robocze powinno być zawsze utrzymane w czystości i porządku, na strugnicy (stole) mogą znajdować się tylko te narzędzia i przyrządy, które są niezbędne podczas wykonywania czynności,
- narzędzia i przyrządy muszą być należycie konserwowane, a gdy nie są używane, powinny przechowywane zawsze w tym samym miejscu, wskazanym przez przełożonego,
- elementy przeznaczone do obróbki powinny być równo ułożone w miejscu, z którego łatwo i bez wysiłku można je pobierać,
- elementy obrobione należy układać równo w innym dogodnym miejscu,
- wszystkie odpady drzewne, trociny i wióry należy często usuwać z miejsca pracy,
- ubranie robocze powinno być obcisłe, nie krępujące ruchów, rękawy zapięte lub podwinięte, kołnierzyk luźny a długie włosy schowane pod nakryciem głowy,
- postawa pracującego, umożliwiająca sprawne i nie męczące wykonywanie czynności, powinna jednocześnie zapewniać swobodę ruchów i głębokie oddychanie.

Higiena pracy powinna być zapewniona przez stworzenie odpowiednich warunków pracy, jak:

- racjonalne rozmieszczenie urządzeń i obrabianych materiałów w celu ograniczenia do minimum potrzeby pochylania się i obrotów tułowia,
- dobre nie rażące oświetlenie,
- właściwą temperaturę i wilgotność powietrza,
- możliwość częstego przewietrzania,
- niedopuszczanie do hałasów i wstrząsów.

Podłogi powinny być wykonane z materiału nie wytwarzającego pyłu oraz będącego złym przewodnikiem ciepła.

#### **Zagrożenia pożarowe oraz ochrona przeciwpożarowa podczas ręcznej obróbki drewna i tworzyw drzewnych**

Podczas obróbki drewna i tworzyw drzewnych powstaje szereg zagrożeń, które mogą być przyczyną pożaru. Zagrożenia pożarowe mogą powstawać na skutek:

- obróbki palnych materiałów jakimi są drewno i tworzywa drzewne,
- stosowania palnych materiałów wykończeniowych (lakierów, rozpuszczalników itp.),
- niewłaściwego składowania odpadów poprodukcyjnych oraz czyszczywa,
- niewłaściwej eksploatacji instalacji elektrycznej potrzebnej do napędu narzędzi,
- urządzeń stosowanych podczas obróbki ręcznej oraz oświetlenia i ogrzewania,
- braku okresowych przeglądów stanu p. poż. w stolarni.

Do pożaru dochodzi, gdy występują jednocześnie trzy czynniki: musi być materiał palny, odpowiednio wysoka temperatura materiału palnego oraz dostęp tlenu. Jeśli któryś z tych czynników nie występuje nie dojdzie do procesu palenia.

Podczas obróbki ręcznej do zagrożenia pożarowego może dojść najczęściej na skutek zaniedbań pracującego na stanowisku. Te zaniedbania powstają najczęściej w obszarze nieprawidłowej eksploatacji i konserwacji instalacji elektrycznej, niewłaściwego stosowania oraz przechowywania materiałów malarsko lakierniczych, niewłaściwe stosowanie elektronarzędzi, brak utrzymania czystości w stolarni.

Postępowanie na skutek powstania pożaru powinno być omawiane podczas szkoleń prowadzonych przez osoby z odpowiednim przygotowaniem oraz okresowo ćwiczone symulując powstanie pożaru. Instrukcje postępowania na skutek powstania pożaru powinny być wywieszane w widocznym miejscu a oświadczenie o zapoznaniu pracownika z instrukcją i szkoleniem z zakresu ochrony p. poż. potwierdzone na piśmie.

### **Zasady ochrony środowiska podczas ręcznej obróbki drewna i tworzyw drzewnych**

Podczas obróbki ręcznej drewna i tworzyw drzewnych powstają zagrożenia dla środowiska związane z:

- powstawaniem pyłów drzewnych, które zanieczyszczają środowisko,
- stosowaniem materiałów wykończeniowych na bazie rozcieńczalników organicznych szkodliwych dla środowiska,
- stosowaniem rozpuszczalników i czyściw do konserwacji narzędzi,

Aby zminimalizować lub zupełnie wyeliminować szkodliwy wpływ czynności technologicznych podczas obróbki ręcznej drewna i tworzyw drzewnych dla środowiska musimy:

- stosować szczelny system odpylania i składowania powstających wiórów i pyłów,
- stosować materiały wykończeniowe np. wodorozcieńczalne, które są w minimalnym stopniu są szkodliwe dla środowiska naturalnego i dla pracujących,
- właściwie przechowywać materiały niezbędne podczas pracy, które są szkodliwe dla środowiska np. czyściwa, rozpuszczalniki, impregnaty itp.

Stosując powyższe zasady spowodujemy, że proces ręcznej obróbki drewna i tworzyw drzewnych będzie w minimalnym stopniu szkodliwy dla środowiska, co przełoży się na spełnienie naszego obowiązku dotyczącego ochrony środowiska naturalnego.

## **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są zasady pracy na stanowisku obróbki drewna i tworzyw drzewnych?
2. Jakich zasad należy przestrzegać chcąc utrzymać porządek podczas pracy na stanowisku?
3. Jakie są zasady higieny pracy na stanowisku obróbki ręcznej?
4. Jakie są przyczyny powstawania zagrożeń pożarowych?
5. Jakie są zasady postępowania w przypadku powstania pożaru?



## 4. LITERATURA

1. Bajkowski J.: Maszyny i urządzenia do obróbki drewna. cz.1–2 WSiP, Warszawa 1990
2. Bieniek S., Duchnowski K.: Obrabiarki i urządzenia w stolarstwie. WSiP, Warszawa 1995
3. Deyda B., Beilschmidt L., Blotz G.: Technologia drewna. cz.1–3. REA, Warszawa 1999
4. Nowak H.: Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo. cz. 2. WSiP, Warszawa 2000
5. Prażmo J.: Stolarstwo. cz.1. WSiP, Warszawa 1995
6. Prażmo J.: Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo. cz. 1. WSiP Warszawa 1999
7. Prządka W., Szczuka J.: Technologia meblarstwa. cz. 2. WSiP, Warszawa 1996
8. Prządka W., Szczuka J.: Stolarstwo. cz. 2. WSiP, Warszawa 1995