

Moduł 3

Obróbka ręczna skrawaniem

- 1.1 Wyposażenie i organizacja stanowiska do obróbki ręcznej**
- 1.2 Trasowanie**
- 1.3 Piłowanie**
- 1.4 Ścinanie, przecinanie, cięcie**
- 1.5 Przerzynanie**
- 1.6 Skrobanie**
- 1.7 Docieranie**
- 1.8 Polerowanie**

1. Obróbka ręczna

Obróbka ręczna przeprowadzana jest w celu nadania przedmiotom żądanych kształtów i właściwych wymiarów, a także osiągnięcia odpowiedniej jakości powierzchni wcześniej obrobionych mechanicznie. Obróbkę ręczną wykonuje się za pomocą narzędzi ręcznych (napędzanych siłą mięśni pracownika) lub za pomocą elektronarzędzi ręcznych.

Obróbka ręczna obejmuje trasowanie oraz operacje ślusarskie, takie jak:

- ścinanie,
- przecinanie,
- prostowanie,
- gięcie,
- cięcie,
- piłowanie,
- wiercenie ręczne (nawiercanie, wiercenie, powiercanie, pogłębianie)
- gwintowanie,
- nitowanie,
- lutowanie,
- skrobanie
- prace montażowe.

Obróbka ręczna skrawaniem dotyczy tych operacji, które polegają na zdejmowaniu za pomocą narzędzia skrawającego małych części materiału zwanych wiórami lub opiłkami.

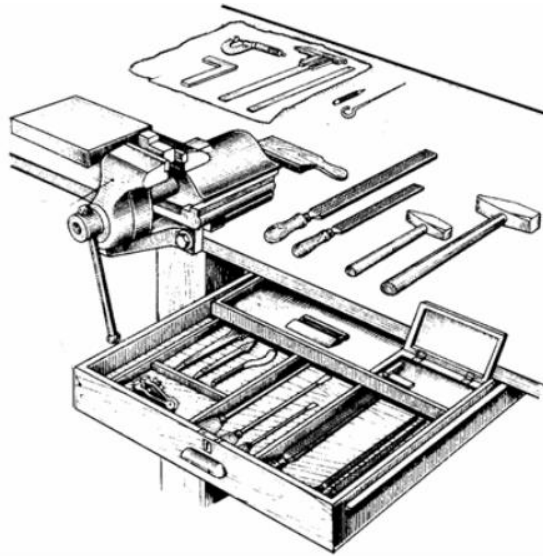
1.1. Wyposażenie i organizacja stanowiska do obróbki ręcznej

Czynności związane z wykonywaniem obróbki ręcznej powinny odbywać się na odpowiednio przygotowanym stanowisku roboczym do obróbki ręcznej.

Stanowisko powinno być wyposażone w:

- stół ślusarski z imadłem oraz narzędziami podstawowymi i przyborami pomocniczymi (rys. 3.1.).
- podstawowe narzędzia pomiarowe i przybory pomocnicze: przymiar kreskowy, suwmiarka uniwersalna, macki do pomiarów zewnętrznych i wewnętrznych, głębokościomierz, liniał krawędziowy, kątomierz uniwersalny, kątownik 90°, cyrkiel, sprawdziany do wałków, otworów i gwintów.
- podstawowe narzędzia niezbędne do wykonywania operacji ślusarskich, takie jak: młotki, pilniki, przecinaki, wkrętaki, punktaki, skrobaki, piłki ręczne.

Rys. 3.1. Rozmieszczenie narzędzi na stole ślusarskim



Źródło: Dretkiewicz-Więch J., *Technologia mechaniczna. Techniki wytwarzania*. WSiP, Warszawa 2000.

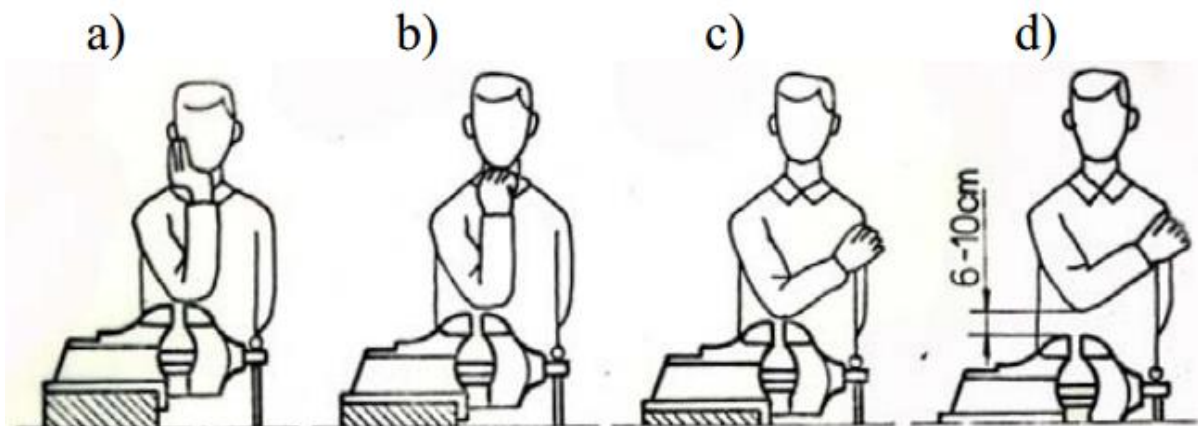
W pobliżu stanowiska głównego (przy stole ślusarskim) mogą znajdować się stanowiska pomocnicze, na przykład stanowisko do trasowania, piła mechaniczna, wiertarka stołowa, nożyce dźwigniowe, itp. Jeżeli podczas wykonywania pracy będą wykorzystywane elektronarzędzia, niezbędna będzie dostępność do źródła zasilania z zabezpieczeniem przeciwporażeniowym oraz przedłużacz elektryczny.

Organizacja pracy na stanowisku roboczym powinna zapewnić bezpieczny przebieg pracy, dlatego należy przestrzegać następujących zasad:

- na stanowisku ułożyć tylko te przedmioty, które są niezbędne do wykonania danej pracy,
- przedmioty trzymane w lewej ręce układać na lewo od imadła, a przedmioty trzymane w prawej ręce na prawo,
- przedmioty używane częściej układać bliżej niż przedmioty używane rzadziej,
- przed rozpoczęciem pracy należy oczyścić stanowisko i narzędzia oraz ułożyć je na stole ślusarskim, zabezpieczając przed upadkiem,
- należy zapoznać się z rysunkiem, instrukcją i przygotować plan działania,
- w trakcie pracy utrzymywać ład i porządek na stanowisku pracy,
- użytkować maszyny i narzędzia zgodnie z ich przeznaczeniem oraz przepisami BHP i przeciwpożarowymi,
- podczas obróbki należy systematycznie sprawdzać wymiary przedmiotu.

Podczas prac ślusarskich przedmioty obrabiane najczęściej są mocowane w imadłach. Do mocowania drobnych przedmiotów służą imadła ręczne. Prawdłowo ustawione imadło powinno się znajdować na odpowiedniej wysokości. Osoby niskiego wzrostu powinny położyć pod nogi drewniany podest. Dla osoby wysokiej trzeba umieścić imadło na odpowiedniej podkładce.

Rys. 3.2. Wysokość ustawienia imadła przy różnych pracach: a) praca lekka, b) prace różne wykonywane dorywczo, c) praca średnio ciężka, d) praca ciężka (obróbka zgrubna, ścinanie)



Źródło: Dretkiewicz-Więch J., *Technologia mechaniczna. Techniki wytwarzania*. WSiP, Warszawa 2000.

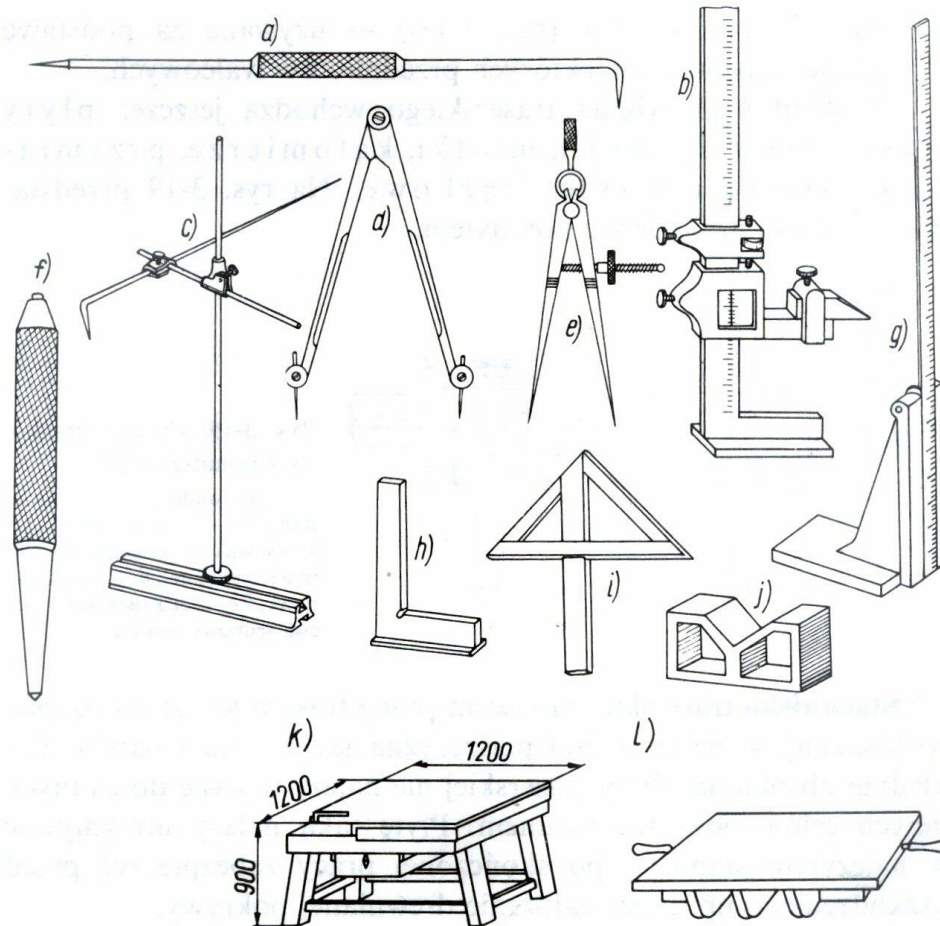
Trasowanie

Przedmioty poddawane obróbce ręcznej powinny zostać uprzednio odpowiednio przygotowane. Jednym z elementów przygotowania jest trasowanie przedmiotów, czyli naniesienie na powierzchnię linii wyznaczających miejsce, gdzie ma odbywać się obróbka (np. linii obróbkowych, środków otworów, osi symetrii, zarysu części po obróbce bądź też zaznaczenie linii, do których należy usunąć nadmiar materiału). Trasowanie wykonuje się w przypadku większości prac ślusarskich na płytach traserskich.

Trasowanie wykonuje się za pomocą narzędzi umożliwiających:

- naniesienie linii na powierzchni materiału – rysiki,
- zaznaczenie i utrwalenie punktu na powierzchni materiału – punktaki,
- wyznaczenie położenia linii – suwmiarka traserska, znacznik, cyrkle traserskie, liniał traserski z podstawą, kątownik, środkownik,
- ustabilizowanie materiału trasowanego – pryzma traserska.

Rys. 3.3. Narzędzia traserskie a - rysik, b - suwmiarka traserska z podstawą, c - znacznik stosowany do wykreślania linii poziomych, e - cyrkle traserskie, f - punktak, g - liniał traserski, h - kątownik, i - środkownik do wyznaczania środka na płaskich powierzchniach przedmiotów walcowych, j - pryzma traserska, k, l - płyty traserskie



Źródło: Mac S., *Obróbka metali z materiałoznawstwem*. Wyd XII. WSIP, Warszawa 1997.

Przed przystąpieniem do trasowania należy:

- sprawdzić, czy przedmiot jest oczyszczony z warstw tlenku, a odlewy z piasku; ewentualnie oczyścić materiał,
- sprawdzić stan materiału (pęknięcia i skrzywienia są niedopuszczalne),
- sprawdzić, czy wymiary materiału są większe od wymiarów trasowanego kształtu i istnieją naddatki na obróbkę,
- przyjąć bazę traserską,
- powierzchnie trasowane pokryć np. kredą lub farbą w celu lepszej widoczności trasowanych linii.

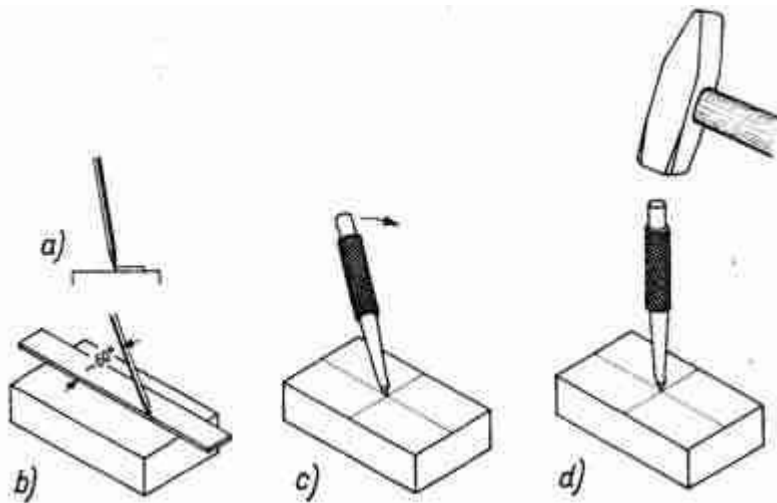
Do malowania odlewów i przedmiotów dużych nieobrobionych stosuje się kredę rozdrobnioną w wodzie z dodatkiem oleju lnianego, a przedmioty stalowe lub żeliwne maluje się roztworem wodnym siarczanu miedzi.

1.2.1 Przebieg trasowania na płaszczyźnie

Trasowanie wykonuje się za pomocą dobrze naostrzonego rysika i punktaka podobnie jak rysunki na papierze. Trasowanie rozpoczyna się zwykle od wyznaczenia głównych osi symetrii przedmiotu. W przypadku trasowania połączeń linii prostych i krzywych, w pierwszej kolejności rysuje się linie proste, a później łączy je się łukami. Przecięcia linii, środki okręgów, punktuje się, co ułatwia późniejsze odtworzenie trasowanych linii w przypadku ich starcia. Dłuższe linie proste punktuje się w odstępach co 20–50 mm, a łuki i krótkie linie proste w odstępach co 5–10 mm.

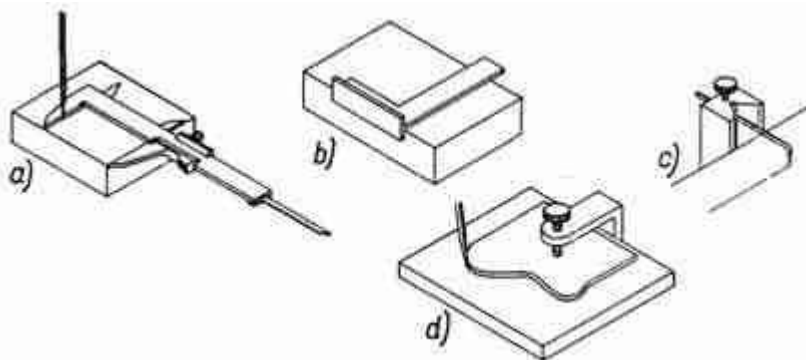
Odmierzanie wymiarów odbywa się za pomocą cyrkla traserskiego lub przymiaru wg wymiarów podanych na rysunku technicznym elementu. Trasowanie środka otworu polega zwykle na trasowaniu dwóch prostokątnych linii, a następnie punktowaniu miejsca przecięcia linii.

Rys. 3.4. Wyznaczanie linii i punktów: a, b — prowadzenie rysika, c — ustawianie punktaka, d — wybijanie punktu



Źródło: <http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm>

Rys. 3.5. Przykłady trasowania linii na płaszczyźnie: a — wyznaczenie linii w określonej odległości, b — wyznaczanie prostych prostokątnych, c — wyznaczanie prostych równoległych, d — wyznaczanie linii według wzornika



Źródło: <http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm>

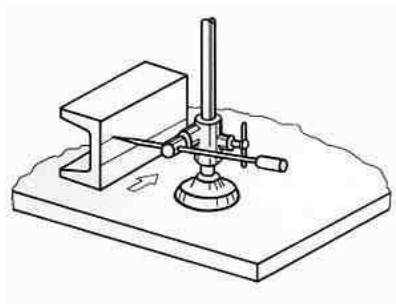
1.2.2 Przebieg trasowania przestrzennego

Stosowane są trzy metody trasowania przestrzennego:

- przez obrót przedmiotu trasowanego,
- za pomocą kątownika,
- za pomocą skrzynek traserskich.

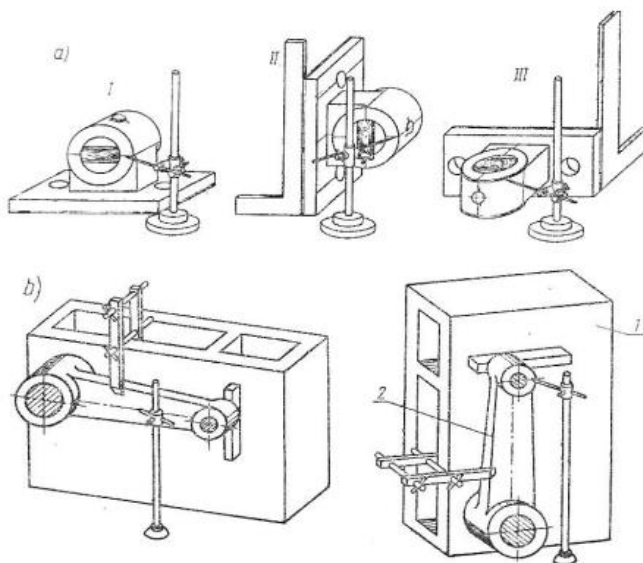
Trasowanie przestrzenne przez obrót przedmiotu trasowanego polega na ustawieniu przedmiotu na płycie traserskiej lub podstawkach traserskich, ustawieniu znacznika z rysikiem przy materiale i poprzez obracanie materiałem – naniesienie linii na powierzchni. Bezpośrednio na płycie kładzie się przedmioty, które mają co najmniej jedną powierzchnię obrobioną, na podstawkach traserskich ustawia się przedmioty o powierzchniach nieobrobionych.

Rys. 3.6. Wykorzystanie znacznika do trasowania linii równoległych i trasowania przestrzennego



Źródło: sitzn.dryszel.republika.pl

Rys. 3.7. Przykłady trasowania przestrzennego: a) przedmiot ustawiany w trzech płaszczyznach za pomocą kątownika, b) przedmiot przymocowany do skrzynki traserskiej



Źródło: http://www.warsztat.sltzn.katowice.pl/or_zaj/Notatki/1e/s2.pdf

Trasowanie za pomocą kątownika polega na wykreślaniu rys poziomych przez obrót przedmiotu trasowanego, natomiast położenie przedmiotu w płaszczyźnie pionowej jest ustalane za pomocą kątownika.

Przy stosowaniu metody z pomocą skrzynek traserskich przedmiot mocowany jest do skrzynki traserskiej, a rysy zaznaczane są rysikiem mocowanym w znaczniku. W przypadku ciężkich przedmiotów możliwe jest ustawienie przedmiotu na stole traserskim, natomiast rysik mocowany jest do skrzynki traserskiej.

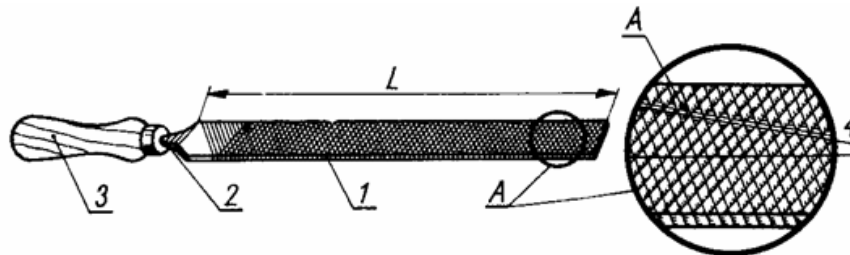
1.2.3 Zasady bezpiecznej pracy przy trasowaniu

- stanowisko pracy przy trasowaniu powinno być należycie oświetlone,
- w czasie trasowania starannie ustawiać ciężkie przedmioty tak, aby nie spowodowały urazu kończyn w razie upadku,
- zachować porządek na stanowisku pracy,
- zwracać szczególną uwagę na ostre narzędzia (rysiki, cyrkle, znaczniki), przechowując je w odpowiedni sposób oraz posługując się nimi z zachowaniem dużej ostrożności.

1.3 Piłowanie

Piłowanie polega na skrawaniu warstwy materiału (do ok. 1,5 mm) z powierzchni przedmiotu za pomocą narzędzia nazywanego pilnikiem w celu nadania przedmiotowi odpowiedniego kształtu, wymiarów i gładkości.

Rys. 3.8. Pilnik: 1 – część robocza, 2 – uchwyt, 3 – drewniana rękojeść, 4 – linia kolejnych zębów utworzonych przez przecięcie nacięcia górnego z dolnym



Źródło: <http://www.eszkola.ovh.org/Obrobka%20reczna.htm>

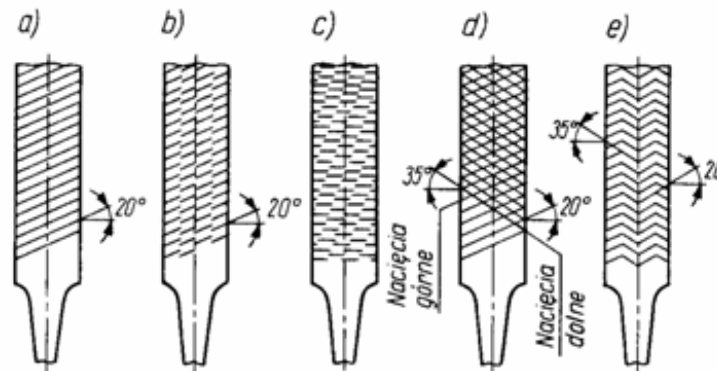
Pilnik składa się z części roboczej **1** i chwytu **2** osadzonego w drewnianej rękojeści **3**. Na części roboczej są wykonane nacięcia, czyli zęby. Wielkość pilnika jest określona długością części roboczej **L**. Pilniki wykonuje się ze stali węglowej narzędziowej. Zęby na części roboczej powstają poprzez maszynowe nacinanie przecinakiem, frezowanie lub przeciąganie.

Na pilnikach wykonywane są różne nacięcia. Rozróżnia się pięć rodzajów nacięć pilników (rys. 3.9.).

Pilniki o nacięciu jednorzędowym są używane do piłowania materiałów miękkich. Zbierają one wiór równy szerokości pilnika, co przy piłowaniu twardych materiałów wymagałoby bardzo dużego wysiłku.

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

Rys. 3.9. Nacięcia pilników: a) pojedyncze jednorzędowe, b) pojedyncze wielorzędowe, c) pojedyncze wielorzędowe śrubowe, d) podwójne jednorzędowe, e) podwójne wielorzędowe



Źródło: <http://www.eszkola.ovh.org/Obrobka%20reczna.htm#pilo>

Klasyfikację pilników przeprowadza się w oparciu na podstawie dwóch kryteriów:

- liczba nacięć na długości 10 mm,
- kształt przekroju pilnika.

Ze względu na liczbę nacięć rozróżnia się pilniki:

- nr 0 – zdzieraki – 4,5 do 10 nacięć,
- nr 1 – równiaki – 6,3 do 28 nacięć,
- nr 2 – półgładziki – 10 do 40 nacięć,
- nr 3 – gładziki – 15 do 56 nacięć,
- nr 4 – podwójne gładziki – 25 do 80 nacięć,
- nr 5 – jedwabniki – 40 do 80 nacięć.

Im wyższy numer pilnika, tym większa gładkość powierzchni obrobionej.

Ze względu na kształt przekroju poprzecznego pilnika rozróżniamy pilniki: płaski, płasko-zbieżny, trójkątny, czworokątny, półokrągły, półokrągły zbieżny, okrągły, nożowy, mieczowy.

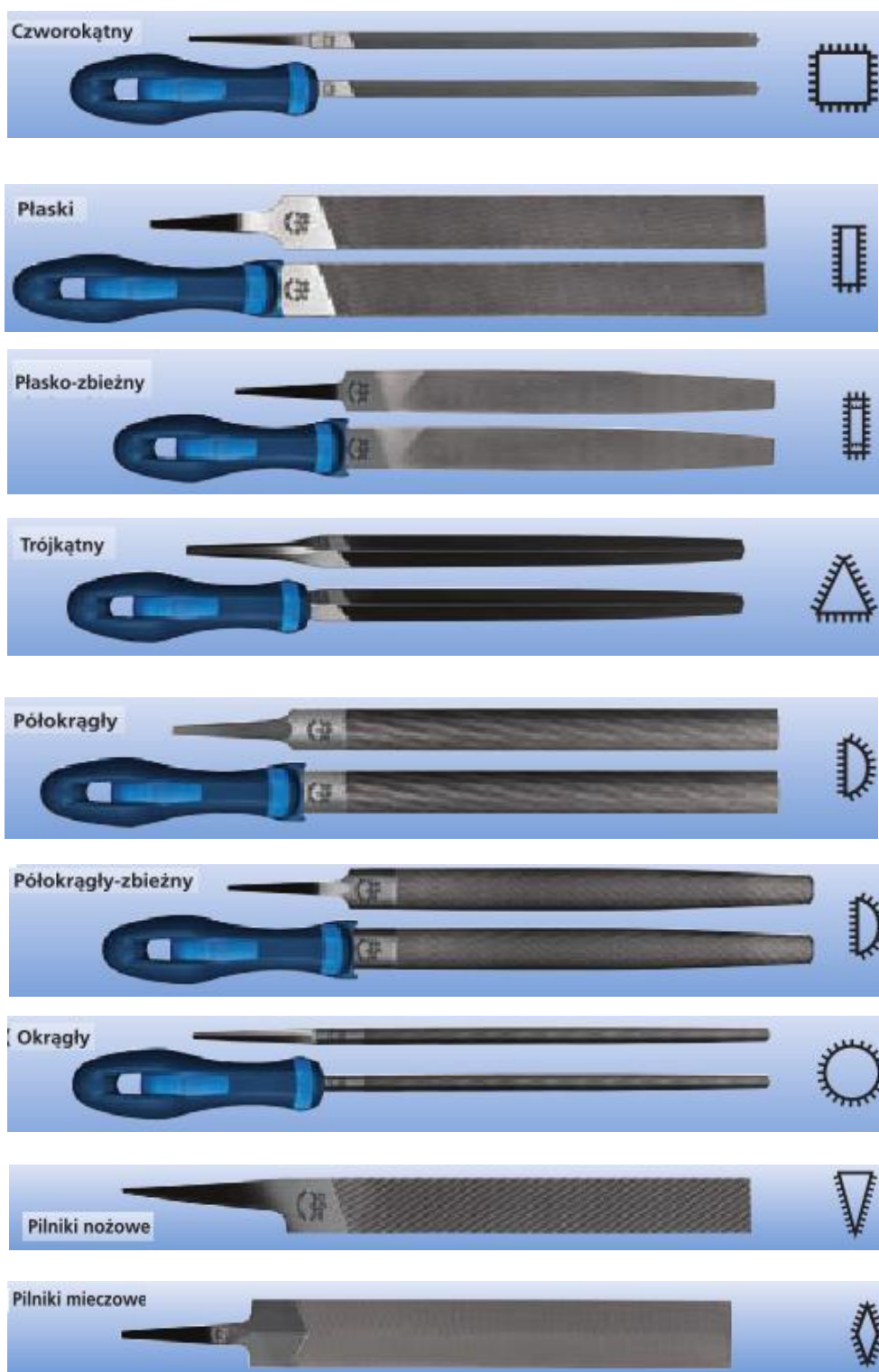
Stosowane są również pilniki igiełkowe oraz tarniki. Pilniki igiełkowe są pilnikami precyzyjnymi o małej długości i bardzo drobnych nacięciach. Służą do obróbki wykańczającej małych powierzchni.

Tarniki o zębach w postaci zadziórów stosowane są do piłowania materiałów miękkich. Kształty pilników igiełkowych i tarników są takie jak na rys. 3.10.

1.3.1 Zasady użytkowania pilników

1. Nie należy stosować pilników do obróbki surowych, nieoczyszczonych powierzchni odlewów i odkuwek.
2. Nie piłować stali hartowanej.
3. Nie piłować nieoczyszczonych powierzchni skorodowanych oraz ostrych krawędzi.
4. Nie używać pilników o drobnych nacięciach do piłowania materiałów miękkich.
5. Pilniki zanieczyszczone opiłkami należy czyścić szczotką drucianą, prowadzoną wzdłuż nacięć
6. Chronić przed wilgocią.
7. Zapobiegać zabrudzeniu pilników smarami lub olejami.
8. Pilniki przechowywać posmarowane pokostem lub benzyną.

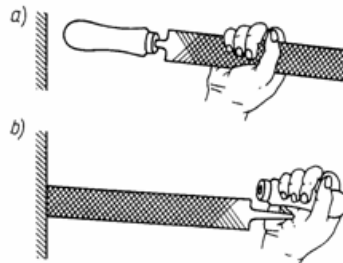
Rys. 3.10. Rodzaje pilników



Źródło: http://www.pferd.com/images/WZH_21_201_72dpi_pl.pdf

Osadzenia pilnika w rękojeści dokonuje się poprzez lekkie uderzenie o twarde podłoże lub pobijanie rękojeści młotkiem gumowym, przy czym należy kontrolować osiowość osadzenia pilnika i rękojeści.

Rys. 3.11. Osadzenie pilnika w rękojeści: a) sposób właściwy, b) niedopuszczalny

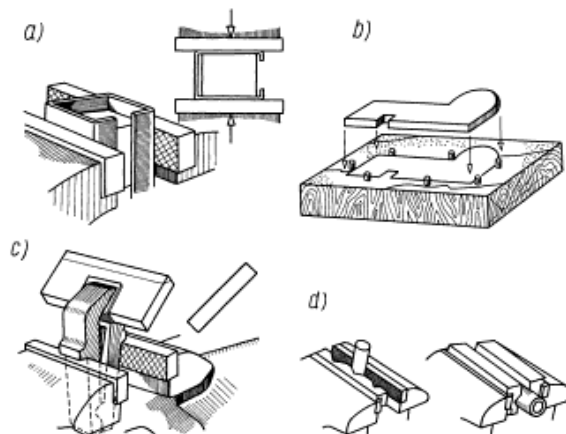


Źródło: <http://www.eszkola.ovh.org/Obrobka%20reczna.htm>

1.3.2. Zamocowanie obrabianego przedmiotu

Przedmioty poddawane obróbce piłowaniem należy zamocować w imadle, aby unieruchomić i usztywnić piłowany przedmiot. Piłowana powierzchnia powinna wystawać poza szczęki imadła na ok. 5–10 mm. W przypadku piłowania przedmiotów z materiałów miękkich należy stosować na szczęki imadła nakładki z miękkiego materiału. Jeżeli będzie piłowana blacha, to krawędzie obrabiane powinny być usztywnione (np. kątownikami, płytkami).

Rys. 3.12. Mocowanie przedmiotów w imadle: a) z użyciem klocka w celu uniknięcia zniekształceń, b) cienkiej płytki na klocku drewnianym, c) w imadle skośnym, d) przedmiotów walcowych

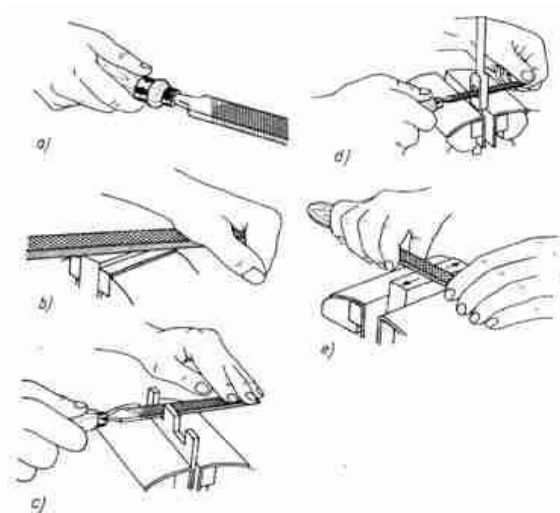


Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

1.3.3. Technika piłowania

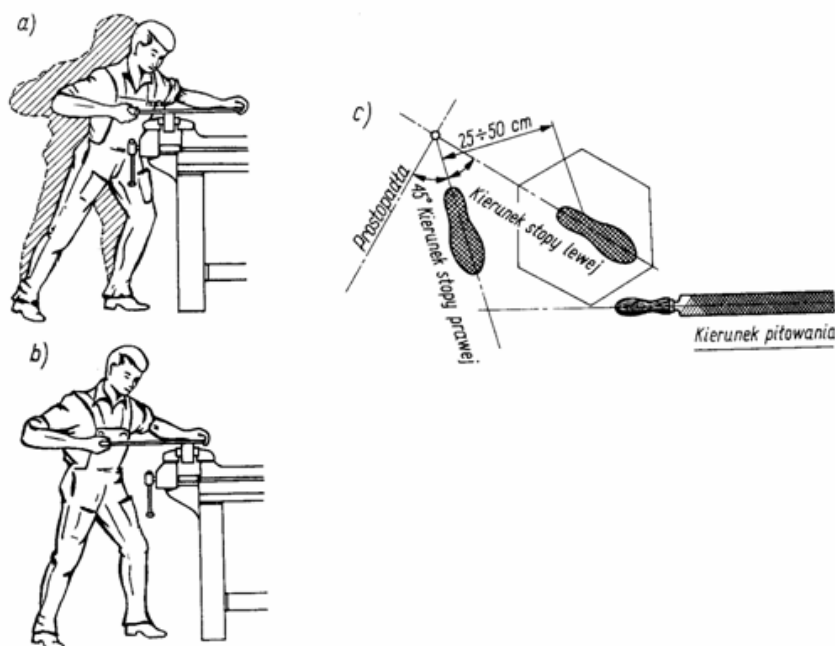
Ruch pilnika powinien odbywać się w płaszczyźnie równoległej do piłowanej powierzchni, a pilnik powinien być trzymany za rękojeść (duże pilniki należy chwycić dwoma rękami oraz za wolną końcówkę pilnika). Przy wygładzaniu powierzchni (tzw. wyciąganiu) pilnik ustawia się prostopadle do wzdluznej osi przedmiotu, dociskając go lekko obydwoima rękami do obrabianej powierzchni. Pilniki igielkowe można chwycić jedną ręką.

Rys. 3.13. Trzymanie pilnika przy piłowaniu: a — trzymanie trzonka, b — prowadzenie końca dużego pilnika. c — prowadzenie końca pilnika średniej wielkości, d— prowadzenie końca małego pilnika, e — sposób trzymania pilnika przy wygładzaniu obrabianej płaszczyzny



Źródło: http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm#_Toc152511922

Rys. 3.14. Właściwa postawa podczas piłowania: a) zgrubnego, b) wykańczającego, c) ustawienie nóg.



Źródło: <http://www.eszkola.ovh.org/Obrobka%20reczna.htm>

Bardzo ważnym aspektem podczas wykonywania piłowania (zwłaszcza zgrubnego dużym pilnikiem jest balansowanie ciałem, które pozwala na zwiększenie siły nacisku rąk ślusarza na pilnik i dzięki temu zwiększenie efektywności piłowania. Podczas piłowania zgrubnego zdzierakiem, wymagającym dużego nacisku, należy wykorzystać ciężar ciała, przesuwając tułów wraz z ramionami do przodu i z powrotem, przy czym ciężar ciała przesuwa się z nogi prawej na lewą.

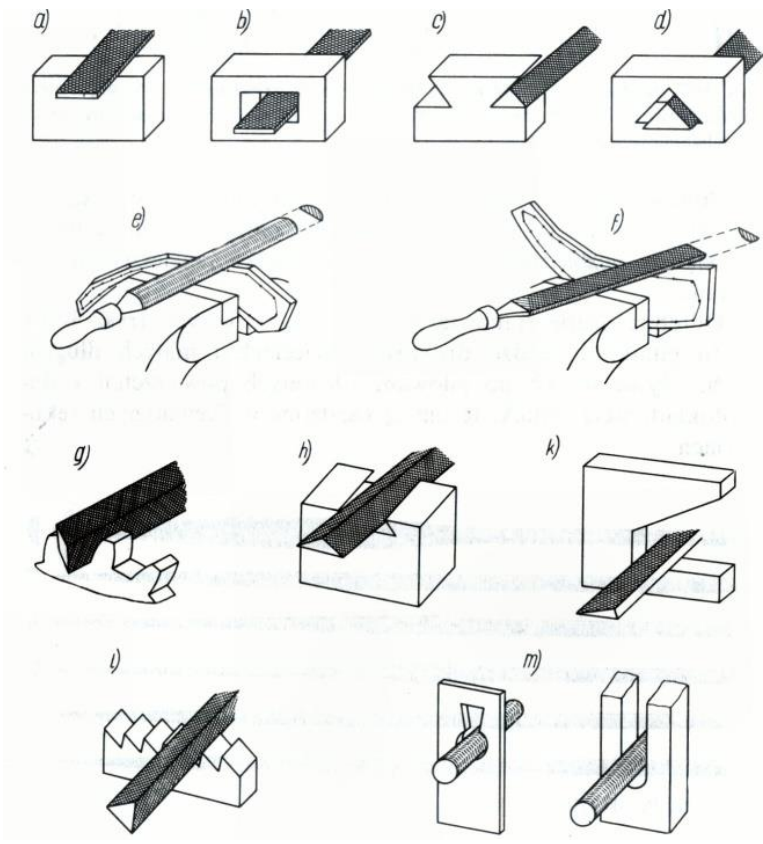
Podczas piłowania wykańczającego ciężar ciała powinien być równomiernie rozłożony na obie nogi, a ruchy robocze wykonują tylko ramiona, gdy tymczasem tułów jest w równowadze.

Ustawienie stóp powinno zapewnić stabilność położenia ciała pracownika podczas wykonywania operacji piłowania.

Pociągnięcia pilnika po materiale powinny być długie, płynne i rytmiczne (należy wykorzystywać całą długość pilnika). Zalecane tempo to około 30–40 ruchów roboczych na minutę (podczas piłowania pilnikami dużymi) oraz 5–60 ruchów na minutę (podczas piłowania pilnikami mniejszymi).

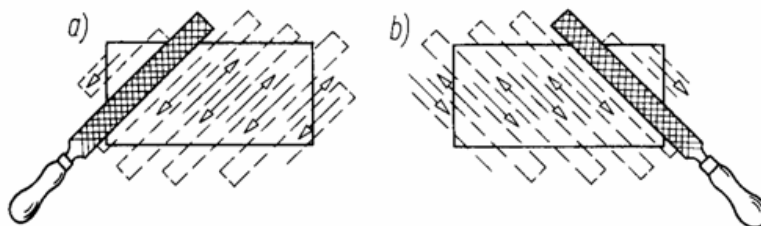
Praca w szybszym tempie zdecydowanie wpływa na szybsze zmęczenie pracownika oraz przyczynia się do pogorszenia jakości piłowania.

Rys. 3.15. Pilniki o różnych kształtach oraz ich zastosowanie: a i b - płaskie, c i d - trójkątne, g - mieczowe, h - trójkątne spłaszczone, k - nożowe, l - trójkątne do pił, m - okrągłe



Źródło: Mac S., *Obróbka metali z materiałoznawstwem*. Wyd XII. WSIP, Warszawa 1997.

Rys. 3.16. Zasada piłowania krzyżowego płaszczyzn: a) piłowanie w prawo, b) piłowanie w lewo



Źródło: <http://www.eszkola.ovh.org/Obrobka%20reczna.htm>

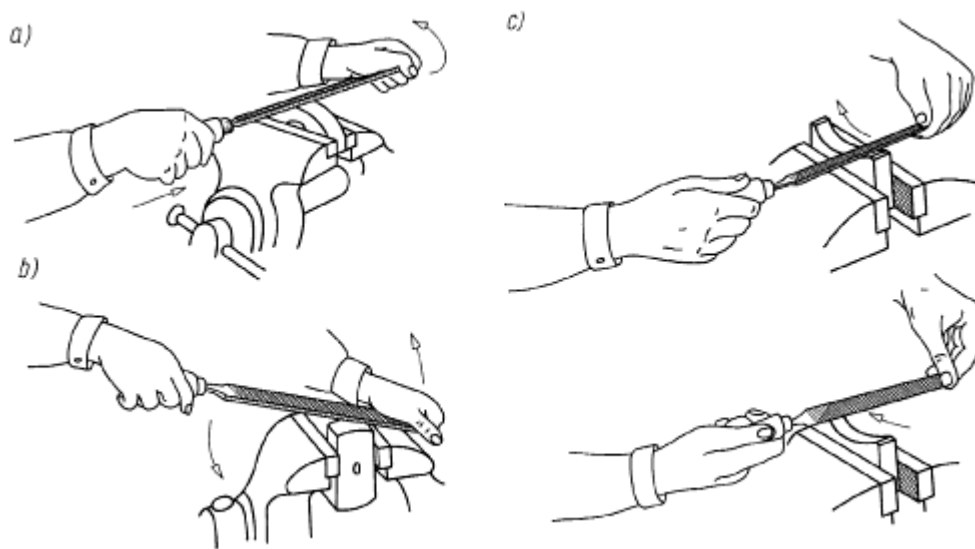
Duże płaszczyzny piłuje się zgrubnie metodą krzyżową (rys. 3.14). Obróbkę wykańczającą powierzchni można wykonać pilnikiem o drobnym nacięciu lub płótnem ściernym. Należy przy tym dbać, aby nie wystąpiły głębokie zadrapania. Najczęściej przyczyną zadrapań są wióry zakleszczone między zębami pilnika. Aby je usunąć, pilnik należy starannie oczyszczać metalowymi szczotkami.

Przedmioty cienkie (płytki, blachy) należy piłować wzdłuż ich krawędzi. Podczas piłowania płaszczyzn wzajemnie prostopadłych lub nachylonych pod kątem wykonuje się obróbkę zgrubną obu płaszczyzn, a następnie obróbkę wykańczającą.

Piłowanie przedmiotów prostokątnych należy rozpocząć od obróbki zgrubnej i wykańczania jednej z największych powierzchni, a dopiero później inne powierzchnie.

Piłowanie powierzchni wypukłych oraz walcowych wykonuje się pilnikami płaskimi. Podczas ruchu roboczego pilnik należy prowadzić tak, aby jego koniec wykonywał ruch półkolisty w kierunku od powierzchni obrabianej.

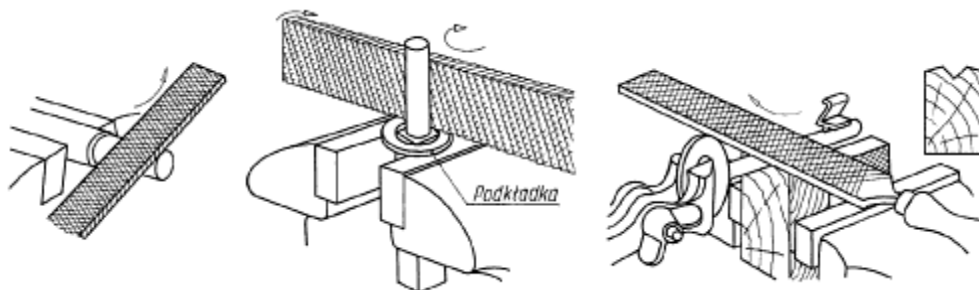
Rys. 3.17. Piłowanie powierzchni kształtowych: a) wykańczanie powierzchni wypukłej, b) zgrubne powierzchni wypukłej, c) piłowanie powierzchni wklęsłej



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Piłowanie powierzchni wklęsłych wykonywane jest pilnikami okrągłymi lub półokrągłymi.

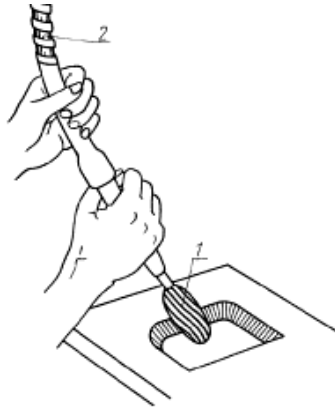
Rys. 3.18. Piłowanie powierzchni walcowych



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

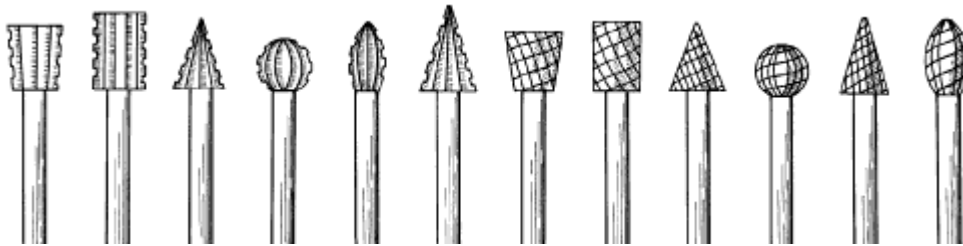
W celu zwiększenia wydajności piłowania stosuje się pilnikarki o napędzie elektrycznym lub pneumatycznym. Do piłowania mechanicznego używa się bardzo często pilnikarek ręcznych z giętym wałkiem. Wałek zakończony jest uchwytem do mocowania pilników (frezów) o różnym kształcie.

Rys. 3.19. Piłowanie przyrządem ręcznym z wałkiem giętym: 1. frez, 2. wałek giętki



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Rys. 3.20. Frezy do przyrządu ręcznego z wałkiem giętym



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

1.3.4 Zasady bezpiecznej pracy przy piłowaniu

Przestrzeganie zasad BHP na stanowisku pracy pozwala uniknąć wielu wypadków. Przystępując do pracy na stanowisku obróbki ręcznej pracownik powinien być zdrowy i wypoczęty, ubrany w dobrze dopasowaną, przylegającą do ciała odzież ochronną, w czapce lub berecie na głowie.

Podczas wykonywania operacji piłowania głównymi zagrożeniami są:

- przedmiot niewłaściwie zamocowany w imadle,
- pilnik niewłaściwie przygotowany do pracy lub niewłaściwie wykorzystywany.

Najczęstsze uszkodzenia ciała występujące jako wynik urazu w przypadku pracowników warsztatów to rany szarpane (poszarpana część ciała przez ostre, sterczące przedmioty), rany cięte (uszkodzenie powierzchni tkanki ostrą krawędzią blachy lub ostrzem), rany klute, tłuczone. Podczas piłowania często zdarzają się skaleczenia rąk wskutek przesunięcia ręki po ostrych krawędziach obrabianego przedmiotu lub usuwania opiłków z powierzchni przedmiotu. Należy unikać rozlewania oleju lub zanieczyszczenia podłogi smarem, gdyż może to stać się przyczyną wypadków.

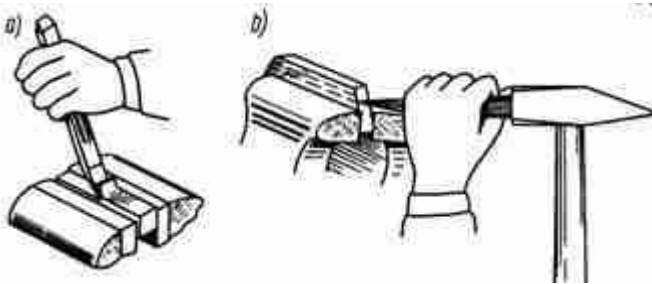
Przed przystąpieniem do pracy należy sprawdzić stan narzędzi. Należy usunąć ze stanowiska pracy zbędne przedmioty i narzędzia, niedopuszczalne jest zostawianie ich w pobliżu jedzenia. Opiłki należy usuwać szczotką, nigdy rękami. Stanowisko pracy powinno być odpowiednio oświetlone.

1.4. Ścinanie, przecinanie, cięcie

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

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

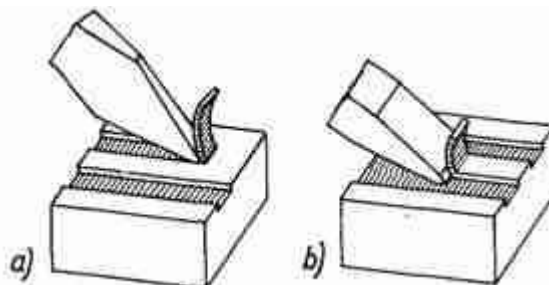
Rys. 3.21. Ścinanie wąskich płaszczyzn materiału: a) na poziomie szczęk imadła, b) według rys wytrasowanych na przedmiocie



Źródło: <http://www.eszkola.ovh.org/Obrobka%20reczna.htm#pilo>.

W przypadku ścinania materiał jest uchwycony w imadle w taki sposób, że nad poziom szczęk wystaje jedynie warstwa materiału przeznaczona do ścięcia. Grubość tej warstwy ścinanej nie powinna przekraczać 4 mm. Jeżeli konieczne jest zebranie z przedmiotu warstwy grubszej, ścinanie wykonuje się kilkakrotnie.

Rys. 3.22. Ścinanie większych płaszczyzn a — wstępne wycinanie rowków, b — ścinanie wykańczające

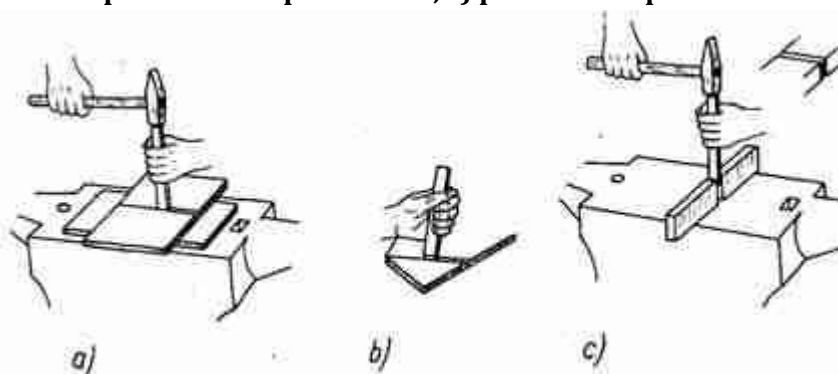


Źródło: http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm#_Toc152511922

Podczas ścinania szerokich płaszczyzn najpierw wycina się równoległe rowki, a następnie powstałe występy. Po usunięciu występów powierzchnię przedmiotu wygładza się przez ścięcie jeszcze jednej bardzo cienkiej warstwy materiału lub pozostałe nierówności spiłowuje się pilnikiem.

Przecinanie przecinakiem stosowane jest do obróbki zgrubnej, gdyż powoduje ono zniekształcenie krawędzi. Należy wtedy zostawiać odpowiednie naddatki niezbędne do wykonywania dalszej obróbki krawędzi pilnikiem. Przesunięcie przecinaka do każdego następnego cięcia powinno być mniejsze niż szerokość ostrza przecinaka, tak aby po ustawieniu w nowym miejscu część ostrza znajdowała się w rowku już poprzednio naciętym. Grubsze płaskowniki przecina się zwykle przez nacięcie z czterech stron, a następnie odłamuje się.

Rys. 3.22. Przecinanie za pomocą przecinaka: a) przecinanie blachy na podkładce, b) sposób trzymania i przesuwania przecinaka, c) przecinanie piaskownika

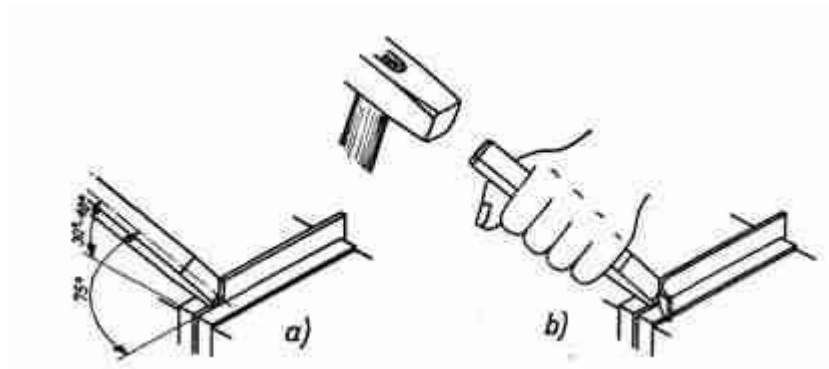


Źródło: http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm#_Toc152511922

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

Wąskie paski blach najlepiej odcinać, mocując materiał w imadle tak, aby linia cięcia znajdowała się w poziomie górnej krawędzi szczęk. Przecinak trzymamy w lewej ręce pod kątem 30° do 40° do poziomu i około 75° do krawędzi szczęk.

Rys. 3.23. Przecinanie blach w szczękach imadła: a) prawidłowe ustawienie przecinaka, b) przecinanie



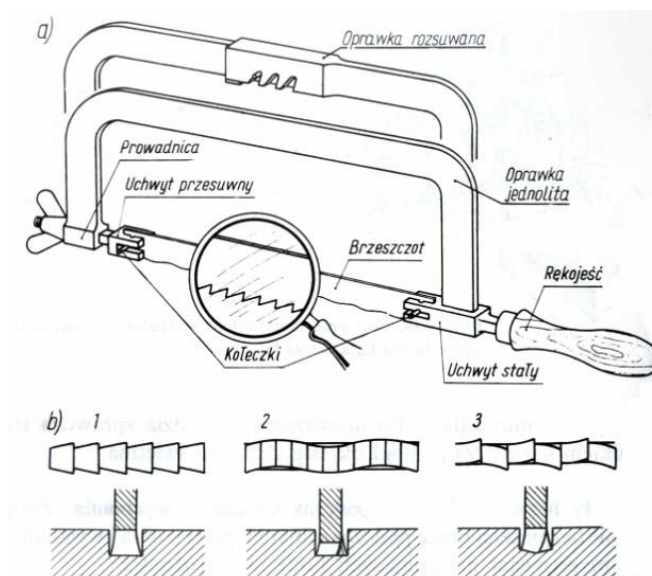
Źródło: http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm#_Toc152511922

W przypadku przecinania grubszych blach lub wycinania większych otworów obok linii cięcia wierce się szereg otworów o średnicy około 6 mm, a następnie wycinakiem wycina się materiał pomiędzy otworami.

1.5 Przerzynanie

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

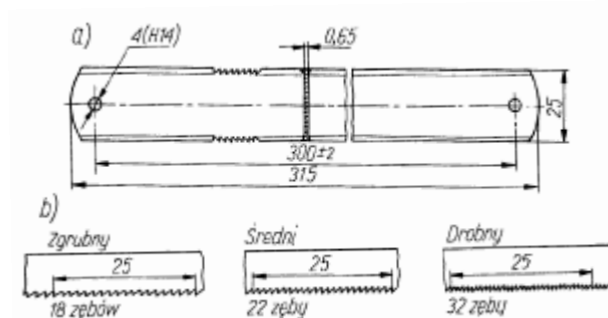
Rys. 3.24. Piła ręczna: a) budowa piły, b) zarysy ostrza brzeszczotu



Źródło: Mac S., *Obróbka metali z materiałoznawstwem*. Wyd XII. WSIP, Warszawa 1997.

Brzeszczoty do piłek ręcznych są znormalizowane. Wielkościami charakteryzującymi brzeszczoty są: długość oraz liczba zębów przypadająca na 25 mm długości. Zwykle wytwarzane brzeszczoty mają 22 zęby, ale również 18 i 32. Brzeszczotami o większej liczbie zębów przecina się materiały twarde i cienkie, a o mniejszej materiały grube i miękkie.

Rys. 3.25. Brzeszczot: a) widok i podstawowe wymiar, b) uzębienie



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

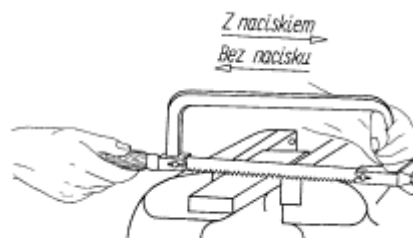
1.5.1 Technika przecinania piłką – przerzynania.

Rys. 3.26. Prawidłowa postawa podczas przecinania piłką



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

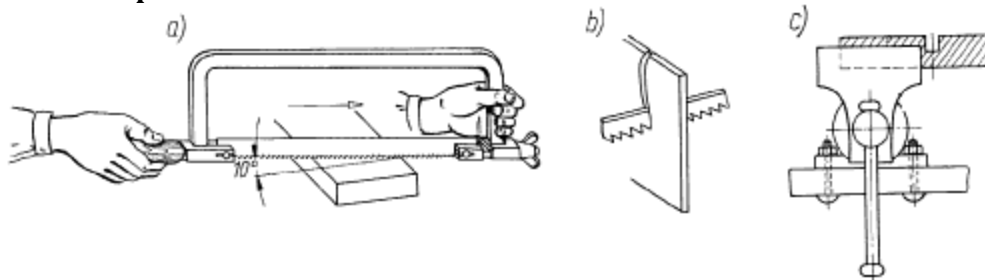
Rys. 3.27. Prawidłowy sposób prowadzenia piłki



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

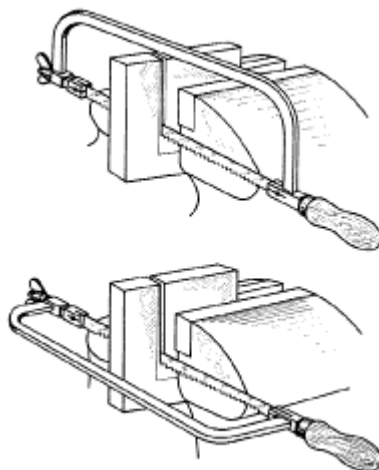
Nacisk na piłkę wywierany jest tylko podczas ruchu roboczego. W trakcie przecinania należy wykorzystywać ok. 2/3 długości brzeszczotu. Zęby powinny mieć kierunek nachylenia ku przedniemu uchwytywi.

Rys. 3.28. Przycinanie piłką przedmiotów płaskich: a) właściwe, b) niewłaściwe, c) zamocowanie przedmiotu w imadle



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

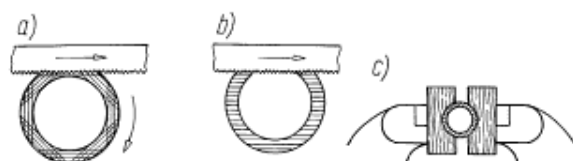
Rys. 3.28. Przycinanie piłką przedmiotów długich



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Przy przecinaniu piłką przedmiot mocuje się w imadle w taki sposób, aby część przeznaczona do odcięcia wystawała poza szczęki imadła. Przedmioty pełne, cięte piłką ręczną, powinny być zamocowane w imadle tak, aby miejsce przecięcia znajdowało się w pobliżu szczęk imadła. Dzięki temu unika się drgań przedmiotu podczas cięcia.

Rys. 3.29. Przycinanie piłką rur: a) prawidłowe, b) nieprawidłowe, c) sposób zamocowania rur cienkościennych



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Zamocowanie rur bezpośrednio w szczękach imadła mogłoby spowodować zgniecenie przedmiotu. Z tego powodu rury cienkościennie należy zamocowywać w imadłach za pomocą drewnianych nakładek lub w specjalnych uchwytach. Rury przecina się, obracając je stopniowo co ok. 45°.

W celu zwiększenia wydajności procesów przecinania, ścinania oraz oczyszczania materiałów stosowane są często szlifierki kątowe.

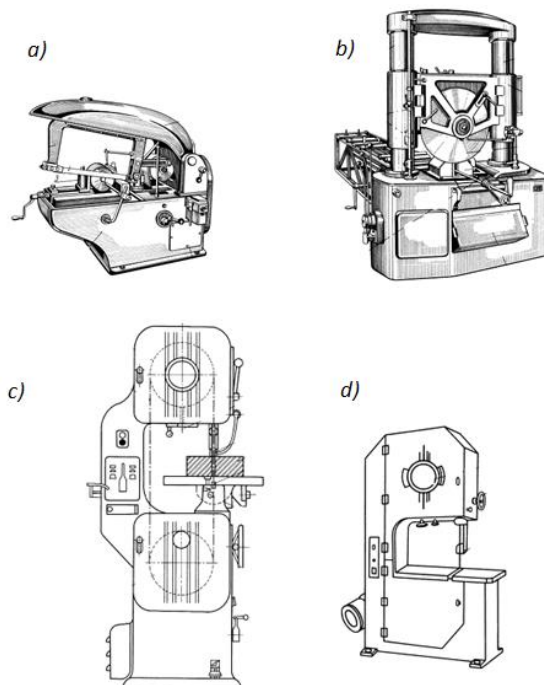
Rys. 3.30. Przecinananie materiału szlifierką kątową



Źródło: www.budnet.pl

Do przecinania materiałów o większych przekrojach stosowane są piły mechaniczne: ramowe, tarczowe, taśmowe, cierna.

Rys. 3.31. Piły mechaniczne: a) ramowa, b) tarczowa, c) taśmowa, d) cierna



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

1.5.2. Zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania operacji ścinania, wycinania i przecinania metali

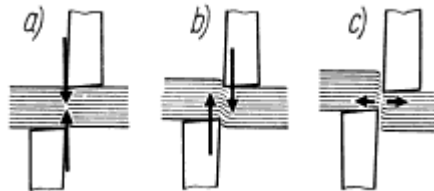
Podczas wykonywania operacji ścinania, wycinania i przecinania metali należy:

- używać wyłącznie sprawnych technicznie narzędzi,
- pewnie mocować przedmioty obrabiane,
- ostrożnie posługiwać się narzędziami ostrymi,
- używać środków ochrony indywidualnej.

1.5.3 Cięcie metali nożycami

Proces cięcia przedstawiony jest na rysunku 3.32.

Rys. 3.32. Kolejne fazy procesu cięcia: a) wywarcie nacisku, b) przesunięcie materiału, c) rozdzielenie materiału



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Cięcie materiałów wykonywane jest za pomocą nożyc.

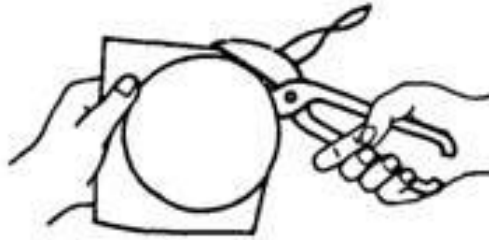
Rys. 3.33. Nożyce ręczne: a) proste lewe, b) proste prawe, c) do wycinania otworów



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

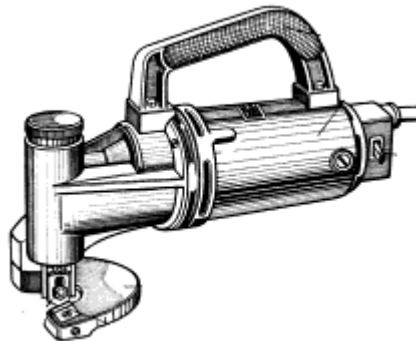
Ostrza nożyc pracują jak dwa przecinaki przeciwnie skierowane. Ciętą blachę należy wsuwać jak najdalej w rozwarte ostrza nożyc, jednak szerokie rozwarcie nożyc powoduje wysuwanie materiału. Szczęki nożyc powinny być ustawione prostopadle do powierzchni blachy. Cięcia nie należy wykonywać do całkowitego zamknięcia szczęk nożyc, a tylko do około 3/4 długości ostrzy, gdyż grozi to nadrywaniem naciętej krawędzi oraz skaleczeniem dłoni przy cięciu nożycami ręcznymi. Odciętą część blachy należy odginać do góry, aby ułatwić cięcie i uchronić dłonie przed skaleczeniem. Zarys wycinanego kształtu powinien być wytrasowany na materiale przed rozpoczęciem operacji cięcia. Nożyce ręczne stosowane są do cięcia blach o grubości do 1mm.

Rys. 3.34. Wycinanie krążka nożycami ręcznymi



Źródło: http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm#_Toc152511922

Rys. 3.35. Nożyce elektryczne

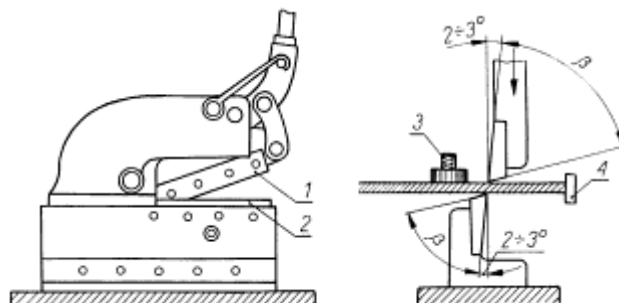


Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Do wycinania skomplikowanych kształtów z blach grubości do 3 mm stosuje się nożyce elektryczne.

Blachy o grubości większej do 5 mm tnije się nożycami dźwigniowymi (rys. 3.36), przymocowanymi na stałe do stołu lub na specjalnej konstrukcji mocowanej do podłogi. Cięta blacha ma być ułożona prostopadłe do płaszczyzny ostrzy nożyc.

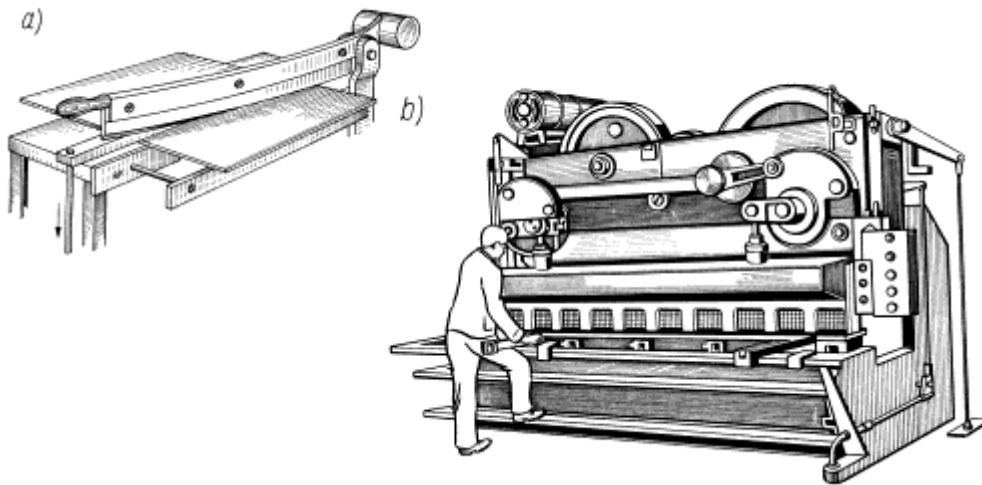
Rys. 3.36. Nożyce dźwigniowe



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Dolny nóż 2 nożyc jest nieruchomy, górny nóż jest ruchomy i połączony z dźwignią.

Rys. 3.37. Nożyce gilotynowe: a) ręczne, b) mechaniczne

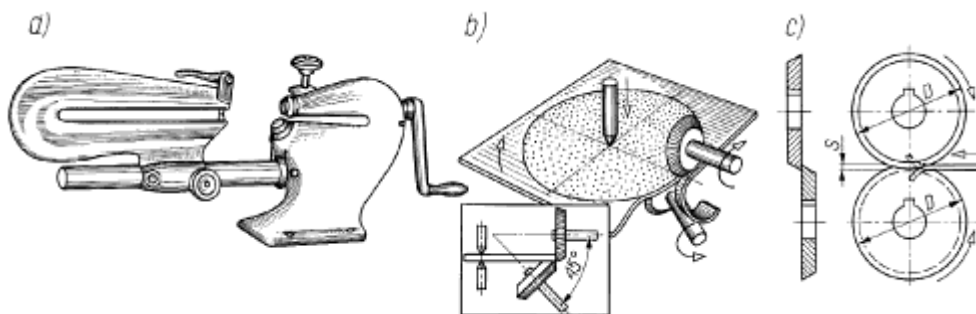


Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa, 2012.

Nożyce gilotynowe (równoległe) służą do cięcia blach wzdłuż linii prostej. Nożycami gilotynowymi ręcznymi tnie się długie paski z blach cienkich, natomiast nożycami gilotynowymi mechanicznymi można rozcinać materiały o grubości do 32 mm.

1.5.4 Cięcie nożycami krążkowymi.

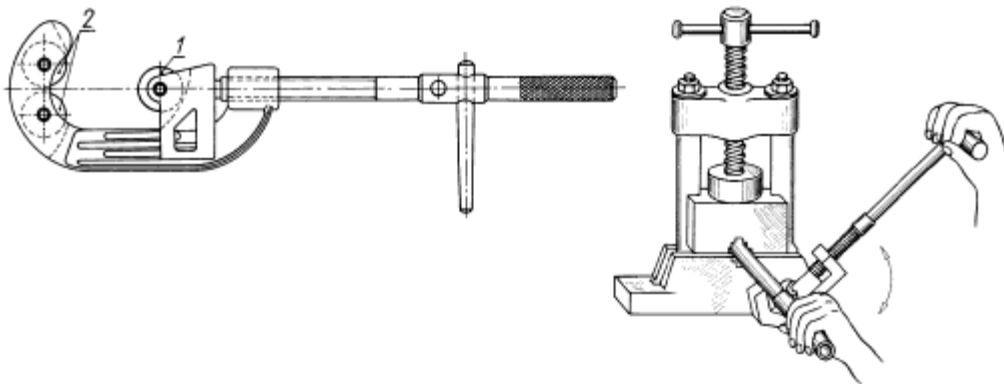
Rys. 3.38. Nożyce krążkowe: a) widok, b) cięcie na nożycach krążkowych po okręgu, c) cięcie na nożycach krążkowych wzdłuż linii prostej



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

Noże w nożycach krążkowych wykonane są w postaci krążków i obracają się w przeciwnych kierunkach. Cechą wyróżniającą ten rodzaj nożyc jest długość materiału, który można rozciąć – nie ma ograniczeń długości.

Rys. 3.39. Zastosowanie obcinaka do cięcia rur: a) widok obcinaka, b) cięcie rur obcinakiem



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa 2012.

W obcinaku do rur narzędziem tnącym jest nóż krążkowy dociskany śrubą do powierzchni rury obcinanej. Rurę mocuje się w imadle do rur, zakłada obcinak i dociska krążek tnący do powierzchni rury, a następnie obraca obcinak dookoła rury, sukcesywnie dociskając krążek tnący do rury.

1.5.5 Zasady BHP podczas cięcia

Najczęściej występującymi urazami związanymi z wykonywaniem operacji cięcia metali są:

- skaleczenia dłoni pracowników,
- uderzenia ciała pracowników przez ruchome części urządzeń wykonujących cięcie,
- zmiżdżenie lub obcięcie palców.

Podczas wykonywania operacji cięcia metalu należy zwracać uwagę na:

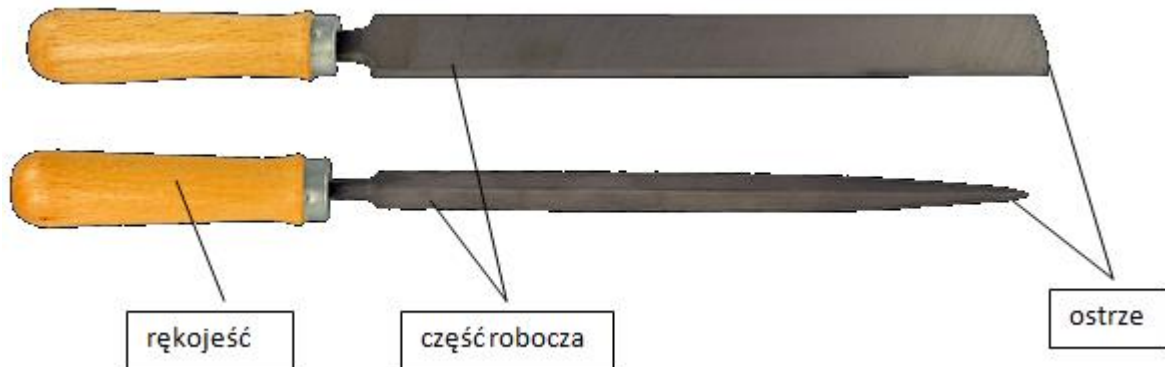
- stępienie krawędzi, na których występują zadziory,
- prawidłowe zabezpieczenie elementów ruchomych urządzeń (np. samoczynne opadnięcie dźwigni nożyc dźwigniowych).
- bezpieczne użytkowanie ostrych noży,
- osłony zabezpieczające maszyny i urządzeń, których nie należy demontować.

1.6. Skrobanie

Skrobanie polega na ręcznym usuwaniu nierówności i śladów poprzedniej obróbki w celu uzyskania gładkich powierzchni części maszyn wzajemnie przylegających lub ślizgających się (np. prowadnic tokarek, czopów łożysk ślizgowych). Operację skrobania wykonuje się za pomocą narzędzi nazywanych skrobakami (rys. 3.40.) Skrobanie zalicza się do operacji obróbki powierzchniowej i jest bardzo pracochłonną operacją. Do skro-

bania powierzchni płaskich stosuje się skrobaki płaskie o krawędzi ostrza prostej lub zaokrąglonej. Skrobanie powierzchni wklęsłych dokonuje się skrobakami trójkątnymi.

Rys. 3.40. Budowa skrobaka



Źródło: opracowano na podstawie: www.pilniki.com.pl

Skrobaki wykonywane są ze stali narzędziowych i poddawane obróbce cieplnej w celu uzyskania wysokiej twardości. Podczas eksploatacji skrobaki szybko ulegają stępieniu i dlatego muszą być często ostrzone. Po wykonaniu ostrzenia za pomocą szlifierki ostrza skrobaków dogładza się osetką.

1.6.1. Proces skrobania

Przed rozpoczęciem operacji skrobania należy sprawdzić płaskość powierzchni liniałem krawędziowym. W celu usunięcia odchyłki płaskości należy obrobić powierzchnię pilnikiem gładzikiem. Po uzyskaniu odpowiedniej płaskości należy spiłować ostre krawędzie i oczyścić powierzchnię po piłowaniu.

Kolejnym etapem jest sprawdzenie powierzchni „na tusz” za pomocą płyty kontrolnej, liniału powierzchniowego lub trójkątnego. Sprawdzenie to przebiega następująco:

- po dokładnym wytarciu powierzchni płyty kontrolnej pokrywa się ją cienką warstwą mieszanki tuszu technicznego i oleju maszynowego,
- do powierzchni płyty kontrolnej przykładają się powierzchnie przedmiotu sprawdzanego i przesuwa kilkakrotnie ruchem kolistym,
- przedmiot zdejmują z płyty i mocują tak, aby obrabiana powierzchnia była usytuowana poziomo.

Powierzchnia przeznaczona do skrobania pokryta jest plamkami tuszu: plamy jasne (tusze zostały starty w czasie pocierania o płytę kontrolną) oznaczają najwyższe wypukłości materiału – należy zeszkrobać je w pierwszej kolejności, plamy ciemne oznaczają miejsca o mniejszej wypukłości, a miejsca bez plam tuszu nie podlegają skrobaniu.

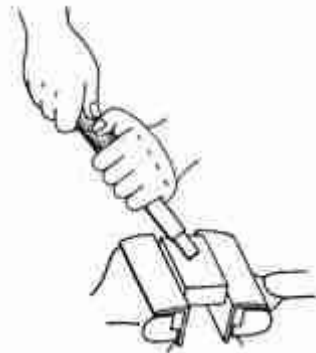
Po wykonaniu skrobania i powtórnym sprawdzeniu na powierzchni powinno pojawić się więcej mniejszych plamek. Miarą dokładności skrobania jest liczba plamek przypadająca na cal kwadratowy powierzchni.

Tabela 3.1. Zalecana dokładność skrobania

Element obrabiany	Liczba punktów przylegania (plamek) na cal ²
Powierzchnie przyrządów wzorcowych i kontrolnych	25 ÷ 32
Prowadnice obrabiarek precyzyjnych	16 ÷ 20
Prowadnice obrabiarek ogólnego przeznaczenia	8 ÷ 12
Prowadnice obrabiarek ciężkich	5 ÷ 8

Źródło: Andrzejewski H., Lipski R., *Technologia dla zasadniczych szkół mechanicznych. Część I. Obróbka ręczna*. WSiP, Warszawa, 1980.

Rys. 3.41. Skrobanie płaszczyzn skrobakiem



Źródło: http://www.czek.eu/zajecia%20praktyczne/dzial%20I.htm#_Toc152511922

Podczas skrobania trzonek skrobaka trzyma się w prawej dłoni, a lewa dłoń spoczywa na skrobaku, powodując nacisk. Przesuwając skrobak lekkimi ruchami w kierunku od i do siebie skrobie się nadmiar materiału z obrabianej płaszczyzny. Ruchem roboczym jest ruch w kierunku od siebie. Skrobak ścina materiał cienkimi warstewkami przy ruchu do przodu. Pod koniec każdego ruchu roboczego należy zmniejszyć nacisk lewą ręką, aby uniknąć zadziorów.

W celu ułatwienia wykonywania operacji skrobania stosuje się również skrobaki o napędzie elektrycznym lub pneumatycznym.

1.7. Docieranie

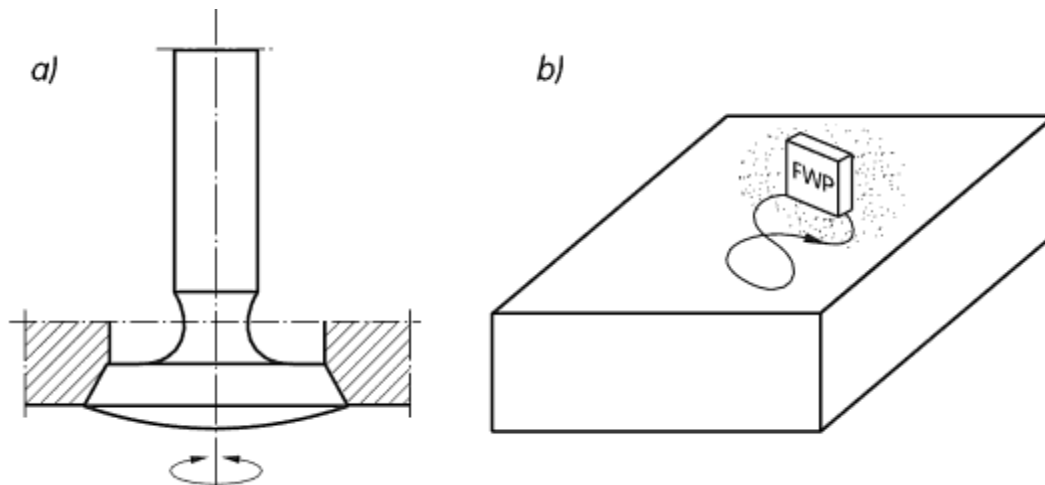
Docieranie – obróbka powierzchni za pomocą narzędzi zwanych docierakami i zawiesiny materiałów ściernych (pasty). Materiał ścierny umieszczony między narzędziem i powierzchnią obrabianą wygładza ją dzięki naciskom i ruchom narzędzia (mechanicznym lub ręcznym), a czasem również przedmiotu obrabianego. Pasta ścierna składa się ze ścierniwa (korund, karborund, węglík boru, diament) wymieszanego z cieczą (mieszaniną nafty, olejów, tłuszczu, stearyny). Docieranie pozwala uzyskać bardzo dużą dokładność powierzchni obrobionej.

Stosowane są dwa sposoby docierania:

- za pomocą docieraka, czyli narzędzia o kształcie i twardości dobranej do kształtu i materiału docieranej części,
- przez współpracę dwóch części, które będą współpracowały ze sobą w zmontowanym mechanizmie – docieranie montażowe. Sposób ten, oprócz wymaganej dokładności wymiarowej i chropowatości, zapewnia szczelne przyleganie współpracujących powierzchni.

Ślusarze wykonują docieranie, stosując metodę docierania mechanicznego – proszek ścierny ulega wgnieceniu w powierzchnie docieraka, powodując zjawiska skrawania podobnie jak w przypadku piłowania pilnikiem. Powierzchnia docierana jest tworzona wskutek mikroskrawania ziaren ściernych, procesu tarcia oraz oddziaływania chemicznego.

Rys. 3.42. Przykłady docierania: a) docieranie montażowe zaworu, b) docieranie ręczne



Źródło: Zawora, J., *Podstawy technologii maszyn*. WSiP, Warszawa 2007.

1.8. Polerowanie

Polerowanie jest metodą powierzchniowej obróbki wykańczającej, której celem jest zmniejszenie chropowatości oraz nadanie połysku powierzchni przedmiotu.

Polerowanie mechaniczne wykonuje się między innymi na polerkach. Narzędziami do polerowania na polerkach są elastyczne, wielowarstwowe tarcze polerskie z filcu, wołoku, skóry lub płótna. Przygotowanie tarczy do polerowania polega na naniesieniu pasty ścierniej lub zawiesiny ścierniwa na powierzchnie roboczą tarczy. Materiałami ściernymi mogą być: tlenek chromu, węgiel boru, tlenek żelaza, tlenek aluminium, kreda, wapno wiedeńskie. Materiał ścierny może być wymieszany ze stearyną, parafiną, woskiem, łożem, wazeliną bezkwasową itp., tworząc pastę ścierną.

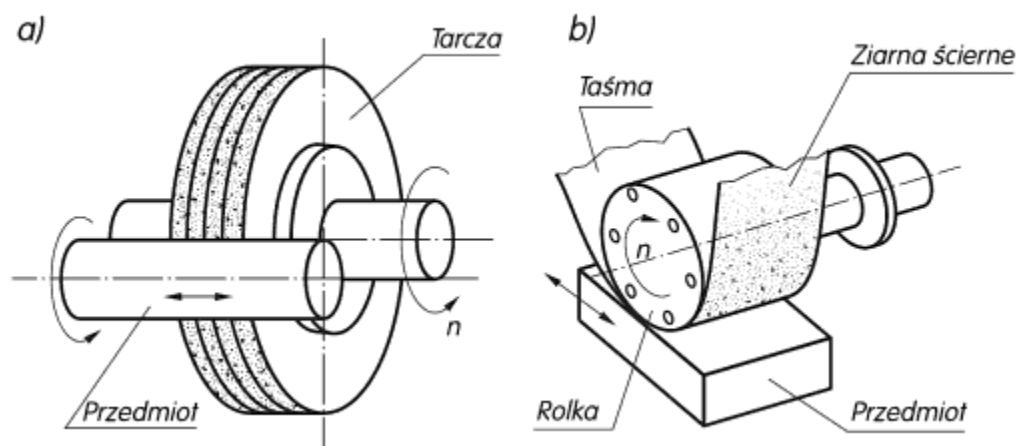
Polerowanie polega na przyłożeniu przedmiotu do obracającej się powierzchni tarczy (z prędkością obwodową ok. 40 m/s) nasyconej pastą ścierną i powolnym przemieszczaniu przedmiotu tak, aby wymagana powierzchnia została równomiernie wypolerowana.

Dzięki ciepłu wydzielającemu się wskutek tarcia i chemicznemu oddziaływaniu past polerskich następuje nadtopienie i wygładzenie warstwy wierzchniej metalu. Polerowanie zwiększa odporność korozyjną i zmęczeniową materiału. Za pomocą polerowania wykańcza się powierzchnie:

- dekoracyjne,
- stanowiące podłoże dla powłok galwanicznych,
- części pracujących pod dużym obciążeniem,
- części silnie narażonych na działanie korozji.

Najczęściej poleruje się przedmioty ze stali, chromu, niklu, miedzi, mosiądzu, brązu, aluminium i jego stopów. Polerowanie, które nie wymaga dużego połysku może być również wykonywane za pomocą taśm ściernych.

Rys. 3.43. Przykłady polerowania: a) tarczą polerską, b) taśmą ścierną



Źródło: Zawora, J., *Podstawy technologii maszyn*. WSiP, Warszawa 2007.

Rys. 3.44. Polerka dwutarczowa



Źródło: www.alejka.pl

Rys. 3.45. Polerka pneumatyczna



Źródło: www.kangoo.pl

Rys. 3.46. Polerka elektryczna



Źródło: www.euro-shopy.pl

1.8.1 Zasady BHP podczas wykonywania docierania i polerowania

Podczas wykonywania procesu docierania lub polerowania należy:

- używać urządzeń sprawnych technicznie,
- nie zbliżać rąk do części wirujących,
- nie nakładać ani nie zdejmować past ściernych i polerskich, gdy narzędzie jest w ruchu,
- przewody (elektryczne, pneumatyczne) zasilające narzędzia ręczne nie powinny być załamane ani narażone na zniszczenie,
- narzędzia odkładać na miejsce składowania wtedy, gdy części robocze nie będą wirowały,
- używać ochrony oczu podczas polerowania.

Bibliografia:

1. Literatura obowiązkowa:

2. Dretkiewicz-Więch J. (2000). *Technologia mechaniczna. Techniki wytwarzania*. Warszawa: WSiP.
3. Górecki A. (2012). *Technologia ogólna: Podstawy technologii mechanicznych*. Warszawa: WSiP.
4. Górecki A, Grzegórski Z. (2003). *Ślusarstwo przemysłowe i usługowe*. Technologia. Warszawa: WSiP.
5. Mac S. (1997). *Obróbka metali z materiałoznawstwem*. Wyd XII. Warszawa: WSIP.
6. Malinowski J. (1998). *Pomiary długości i kąta w budowie maszyn*. Warszawa: WSiP.
7. Zawora. J. (2007). *Podstawy technologii maszyn*. Warszawa: WSiP.
8. Praca zbiorowa: *Poradnik mechanika (2000)*. Warszawa: WNT.
9. Solis H., Lenart T. (1996). *Technologia i eksploatacja maszyn*. Warszawa: WSiP.

Netografia:

10. Klasyfikacja i systemy oznaczania metali i stopów w oparciu o aktualnie obowiązujące polskie normy PN-EN (Polska Norma-Europejska Norma) oraz międzynarodowe normy ISO www.kim.pollub.pl/student/Instrukcja.16.pdf
11. Obróbka ręcz-
na http://technikbhp.prv.pl/index_pliki/publikacja3_pliki/pobieranie/materia/pomiary_obrobka_reczna.pdf