7.5.2 Obrabiarki skrawające

W maszynowej obróbce skrawaniem nazwy obrabiarek pochodzą od nazw obróbki prowadzonej na danym typie obrabiarki. Tak więc toczenie wykonuje się na tokarkach, frezowanie na frezarkach, struganie na strugarkach, szlifowanie na szlifierkach, a wiercenie na wiertarkach.

Tokarki są to obrabiarki skrawające, na których oprócz operacji toczenia, czyli zdejmowania za pomocą noża wióra z obracającego się przedmiotu w celu nadania mu określonego kształtu i wymiarów, można wykonywać także inne operacje. Przy użyciu tokarek można toczyć powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne, wiercić, rozwiercać i przecinać, za pomocą dodatkowych przyrządów również frezować i szlifować. W tokarce należy zamocować obrabiany przedmiot i nadać mu ruch obrotowy oraz zamocować narzędzie skrawające, czyli nóż, i nadać mu posuw. Ze względu na różne kryteria tokarki można podzielić na:

- kłowe,
- uchwytowe,
- wielonożowe,
- rewolwerowe,
- karuzelowe,
- półautomatyczne,
- automatyczne.

Najbardziej rozpowszechnione są ***tokarki kłowe*** (rys. 7.20), w których obrabiany przedmiot jest mocowany w kłach wrzeciona (stąd nazwa). Wśród tokarek kłowych rozróżnia się z kolei tokarki:

- uniwersalne (pociągowe), z wałkiem pociągowym i śrubą pociągową umożliwiającą nacinanie gwintu;
- produkcyjne, bez śruby pociągowej, co uniemożliwia nacinanie gwintu;
- precyzyjne (stołowe), do ustawiania na stole i obróbki małych przedmiotów;
- ciężkie, stosowane w przemyśle ciężkim.

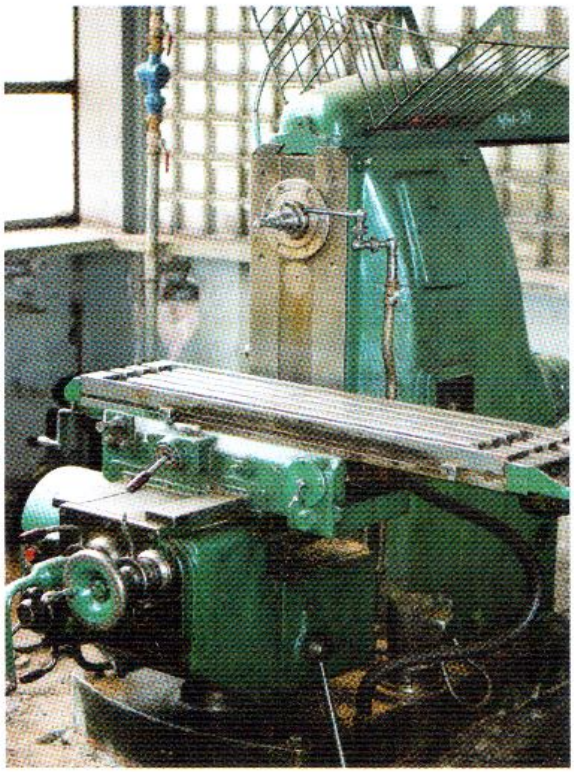
Rys. 7.20 Tokarka kłowa

Podstawowa część tokarki kłowej to łoże, czyli żeliwny odlew w kształcie dwóch belek, na którym mocuje się pozostałe elementy tokarki. Po łożu przesuwa się suport z imakiem, w którym mocuje się noże tokarskie. Przekładnia zębata, śruba pociągowa i wałek pociągowy służą do nadania suportowi przesuwu wzdłużnego i poprzecznego. W głowicy znajduje się wrzeciennik z wrzecionem umożliwiającym zamontowanie obrabianego przedmiotu i nadanie mu ruchu obrotowego. Skrzynka prędkości pozwala na zmianę obrotów wrzeciona. Na łożu jest osadzony konik z kłem, który służy do podtrzymywania przedmiotu toczonego.

Frezarki są to najczęściej spotykane obrabiarki do obróbki powierzchni krzywoliniowych. Narzędzie, czyli frez, wykonuje zawsze ruch obrotowy, a zęby frezu ścinają z materiału wióry o zmiennej grubości. ***Frezowanie*** może być ***współbieżne***, gdy kierunek ruchu posuwowego stołu frezarki jest zgodny z kierunkiem ruchu frezu, lub ***przeciwbieżne***, gdy te dwa kierunki są przeciwne. Frezarki, podobnie jak tokarki, można ze względu na różne kryteria podzielić na:

- ***ogólnego przeznaczenia***, do których należą frezarki stołowe, wspornikowe poziome (rys. 7.21), wspornikowe pionowe i bezwspornikowe;
- ***specjalizowane***, do których należą kopiarki, frezarki do rowków i grawerki;
- ***specjalne*** branżowe, do których należą frezarki do wałów korbowych, gwintów i kół zębatych.

Na podstawie frezarki wspornikowej poziomej jest umocowany kadłub wraz z pionowymi prowadnicami, po których przesuwa się stół. W górnej części kadłuba znajduje się belka, służąca do zamocowania podtrzymki trzpienia frezarskiego. Trzpień frezarski mocuje się we wrzecionie.



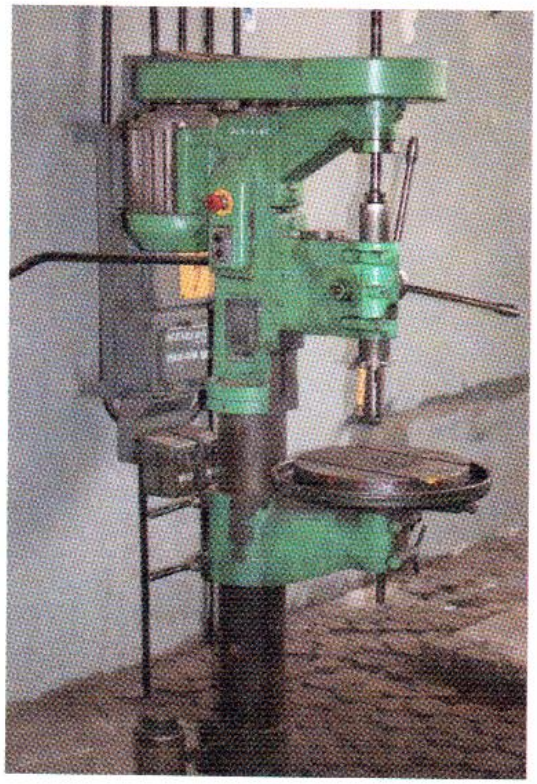
Rys. 7.21 Frezarka wspornikowa pozioma

Strugarki są to obrabiarki wykorzystywane do obrabiania płaszczyzn. Za ich pomocą można otrzymywać różnego rodzaju rowki – np. prostokątne i trapezowe. Struganie coraz częściej zastępuje się obecnie frezowaniem, które jest bardziej wydajne i ekonomiczne. Narzędzie (nóż strugarski) wykonuje prostoliniowy ruch posuwisto-zwrotny względem obrabianego przedmiotu. Ruch, podczas którego następuje skrawanie materiału, to ruch roboczy, a ruch powrotny to ruch jałowy. Szybkość ruchu jałowego jest większa niż ruchu roboczego. W zależności od kierunku ruchu noża można rozróżnić strugarki poziome i pionowe, czyli dłutownice. Istnieje także podział strugarek ze względu na wzajemne ruchy noża i przedmiotu obrabianego:

- ***poprzeczne*** (nóż wykonuje ruch roboczy, a stół z umocowanym przedmiotem poprzeczny ruch posuwowy);
- ***wzdłużne*** (stół z umocowanym na nim przedmiotem wykonuje ruch roboczy, a nóż ruch posuwowy);
- ***pionowe***, czyli dłutownice (nóż wykonuje ruch roboczy w płaszczyźnie pionowej do poziomo umieszczonego na stole przedmiotu obrabianego).

Wiertarki są to obrabiarki służące do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania otworów. Proces wiercenia został omówiony w podrozdziale 7.4, dotyczącym prac ślusarskich. Przedstawiono tam podział wiertarek ze względu na napęd i charakter pracy. Wiertarki można również – podobnie jak inne obrabiarki – podzielić na:

- ***ogólnego przeznaczenia*** (stojakowe słupowe i kadłubowe, wielowrzecionowe, na których można wiercić jednocześnie wiele otworów, oraz promieniowe, na których można wiercić otwory w różnych miejscach przedmiotu bez zmiany jego położenia);



Rys. 7.22 Wiertarka stojakowa słupowa

- ***specjalizowane*** (współrzędnościowe, na których można wiercić otwory o bardzo dokładnym rozstawieniu osi dzięki dodatkowemu wyposażeniu w przyrządy optyczne).

Na rysunku 7.22 przedstawiono wiertarkę stojakową słupową.

Szlifierki są to obrabiarki przeznaczone do obróbki skrawaniem, w których narzędziem skrawającym jest ściernica, osełka lub taśma ścierna. Podczas szlifowania ruch roboczy obrotowy wykonuje ściernica. Obrabiany przedmiot może wykonywać ruch obrotowy lub prostoliniowy. Szlifierki można – podobnie jak inne obrabiarki – podzielić na:

- ogólnego przeznaczenia,
- specjalizowane,
- specjalne.

Częściej stosuje się jednak podział ze względu na rodzaj obrabianej powierzchni:

- ***szlifierki do wałków,***
- ***szlifierki do otworów,***
- ***szlifierki do płaszczyzn.***

W kłowych szlifierkach do wałków obrabiany przedmiot umieszcza się w kłach wrzeciennika i konika. Bezkłowe szlifierki do wałków mają dwie ściernice, z których jedna, robocza, służy do szlifowania, a druga, posuwowa, do obracania i przesuwania przedmiotu.

Rozróżnia się szlifierki do otworów:

- z wrzeciennikiem ściernicy znajdującym się na suporcie i wykonującym prostoliniowy ruch posuwisto-zwrotny,
- z wrzeciennikiem przedmiotu obrabianego wykonującym prostoliniowy ruch posuwisto-zwrotny.

Podział szlifierek do płaszczyzn opiera się na rozróżnieniu ustawienia osi wrzeciona oraz ruchu przedmiotu obrabianego ustawionego na stole. Szlifierki do płaszczyzn mogą być:

- z poziomą osią wrzeciona (stół wykonuje postępowy ruch posuwisto-zwrotny lub obrotowy),
- z pionową osią wrzeciona (stół wykonuje postępowy ruch posuwisto-zwrotny lub obrotowy).

Małe zakłady naprawcze wykorzystują maszyny uniwersalne, pozwalające wykonywać różne operacje technologiczne na jednym urządzeniu. Duże zakłady produkcyjne wymagają sprzętu specjalistycznego, gwarantującego bardzo dobrą jakość wyrobów i maksymalną wydajność produkcji. Te warunki spełniają **obrabiarki sterowane numerycznie CNC** (ang. *Computer Numerical Control*), które powstały w latach siedemdziesiątych XX w. w USA jako rozwinięcie obrabiarek NC (ang. *Numerical Control*), stworzonych z kolei w latach pięćdziesiątych XX w. na potrzeby lotnictwa wojskowego USA.

Budowa obrabiarek CNC jest podobna do konwencjonalnych, omówionych w tym punkcie. Ruchy poszczególnych zespołów są obliczane, sterowane i kontrolowane przez wewnętrzny komputer. Korzyści ze stosowania obrabiarek CNC w porównaniu z tradycyjnymi maszynami to:

- większa wydajność dzięki większej szybkości skrawania i krótszym czasom przygotowawczym,
- jednakowa jakość produktów,
- mała liczba braków,
- krótsze cykle produkcyjne,

- większa elastyczność produkcji.

Dostrzegając te zalety, z roku na rok coraz więcej zakładów produkcyjnych, także mniejszych, stosuje obrabiarki CNC.

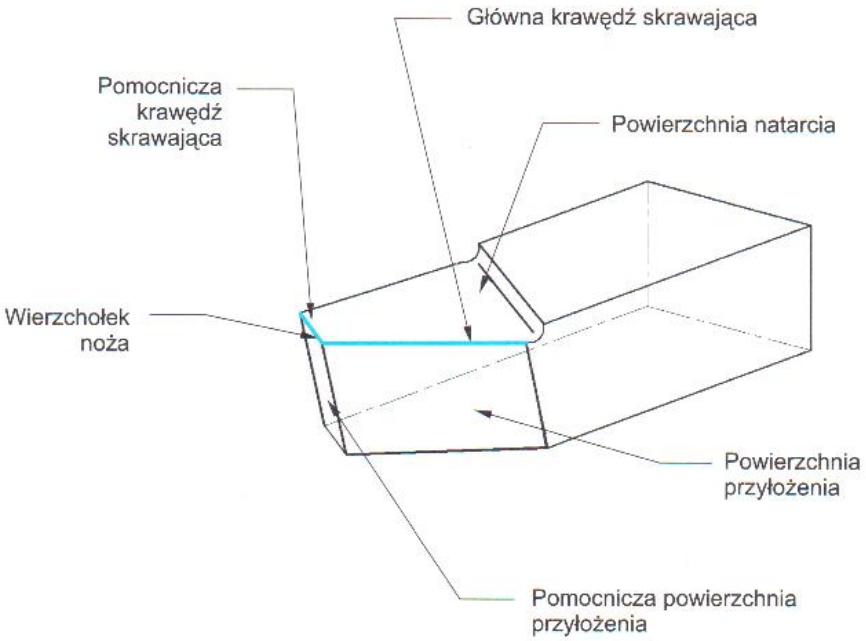
7.5.3 Narzędzia

Narzędzia stosowane do mechanicznej obróbki skrawaniem muszą być twarde oraz odporne na ścieranie i działanie wysokiej temperatury. Dlatego są wykonywane ze stali stopowych, węglików spiekanych i materiałów metaloceramicznych, omówionych w rozdziale 2 („Materiały konstrukcyjne"). Narzędzia skrawające – z uwagi na rodzaj obróbki, do której są przeznaczone – dzieli się na:

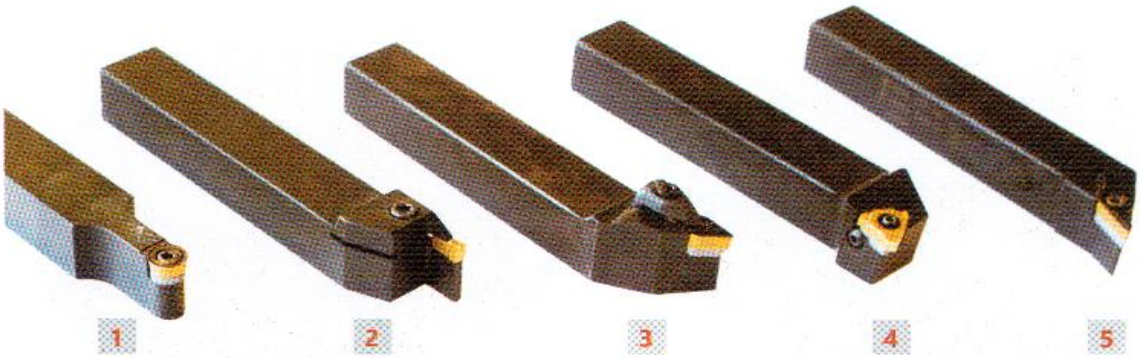
- noże (tokarskie, strugarskie);
- wiertła, rozwiertaki;
- frezy;
- narzędzia szlifierskie i in.

Noże do obróbki skrawaniem składają się z części roboczej, skrawającej materiał, i chwytu, służącego do właściwego zamocowania noża. Noże można podzielić ze względu na:

- rodzaj obróbki: tokarskie i strugarskie;
- dokładność obróbki: zdzieraki, gładziki i wykańczaki;
- położenie krawędzi tnącej: prawe (z częścią roboczą odchyloną w prawo w stosunku do ostrza) i lewe (z częścią roboczą odchyloną w lewo);
- sposób wykonania: jednolite (w całej objętości wykonane z jednego rodzaju materiału), z nakładkami w części roboczej z innych rodzajów materiałów (np. z węglików spie-



Rys. 7.23 Geometria noża tokarskiego



Rys. 7.24 Rodzaje noży tokarskich (przykłady)
1 – promieniowy, *2* – przecinak prawy, *3* – odsadzony prawy, *4* – do gwintów zewnętrznych, *5* – odsadzony spiczasty

kanych) i zgrzewane (z częścią roboczą i chwytem wykonanymi z różnych materiałów i zgrzanymi ze sobą).

Na rysunku 7.23 przedstawiono elementy części roboczej noża tokarskiego. Powierzchnia natarcia to powierzchnia, po której spływają wióry. Powierzchnia przyłożenia jest to powierzchnia skierowana do płaszczyzny obrabianej, pomocnicza powierzchnia przyłożenia to powierzchnia skierowana do powierzchni obrobionej. Główna krawędź skrawająca to linia przecięcia się powierzchni natarcia i przyłożenia. Pomocnicza krawędź skrawająca jest to linia przecięcia się powierzchni natarcia i pomocniczej powierzchni przyłożenia. Wierzchołek to punkt przecięcia się głównej krawędzi skrawającej i pomocniczej krawędzi skrawającej. Na rysunku 7.24 pokazano różne rodzaje noży tokarskich.

Frezy to narzędzia skrawające wyposażone w wiele ostrzy. Mogą one być wykonane w całości z jednego materiału lub (tak jak w przypadku noży) z ostrzami np. z węglików spiekanych. Ze względu na dużą różnorodność powierzchni, które można uzyskać za pomocą frezowania (rowki, gniazda, zęby, gwinty itp.) rozróżnia się wiele rodzajów frezów. W zależności od kształtu ostrzy są to frezy:

- ścinowe (wykonane przez frezowanie),
- zataczane (wykonane przez wytaczanie lub szlifowanie).

Ze względu na kształt można rozróżnić frezy:

- walcowe,
- walcowo-czołowe,
- tarczowe,
- palcowe kształtowe itp.

Na rysunku 7.25 przedstawiono różne rodzaje frezów.

Wiertła i rozwiertaki opisano w podrozdziale 7.4 dotyczącym ślusarstwa.

Narzędzia szlifierskie, czyli ściernice, osełki, taśmy ścierne i pasty ścierne mogą być wykonane z materiałów naturalnych lub sztucznych. Do materiałów naturalnych należą:

- kwarc (dwutlenek krzemu, bardzo tani materiał ścierny);
- korund (minerał składający się głównie z tlenku aluminium);
- diament (najtwardszy minerał, odmiana alotropowa węgla, najdroższy materiał ścierny).

Rys. 7.25 Rodzaje frezów
a – walcowy, *b* – ślimakowy, *c* – tarczowy piłkowy, *d* – tarczowy

Sztuczne materiały ścierne to:

- karborund (węglik krzemu),
- elektrokorund (tlenek glinu),
- sztuczne diamenty.

Cechą charakterystyczną materiału ściernego jest jego ziarnistość, czyli wielkość ziaren, którą określa się na podstawie analizy sitowej.

Ziarna materiału ściernego związane spoiwem skrawają obrabiany materiał jak nóż, lecz krawędzie skrawające ziaren są bardzo małe. Ściernice charakteryzuje rodzaj materiału ściernego (rys. 7.26), wielkość ziarna oraz rodzaj spoiwa i struktura zależna od procentowego udziału materiału ściernego w objętości ściernicy.

Najczęściej używa się ściernic ze spoiwem ceramicznym, odpornych na działanie wilgoci i łatwo wchłaniających ciecze obróbkowe, ale mało odpornych na uderzenia. Ściernice w zależności od przeznaczenia mogą mieć różne kształty, jak np. trzpieniowe, talerzowe lub płaskie pierścieniowe.