

Obrabiarki skrawające do metali

OBRABIARKA – nazywa się maszyną do kształtowania przedmiotów z różnych materiałów konstrukcyjnych za pomocą zamocowanych w niej narzędzi. W zależności od metody kształtowania przedmiotów na obrabiarce rozróżnia się obrabiarki do obróbki plastycznej i skrawające.

Obrabiarki skrawające są stosowane do nadawania obrabianemu przedmiotowi wymaganego kształtu przez oddzielenie nadmiaru materiału w postaci *wiórów*. Do obrabiarek tych należą: *tokarki, wiertarki, frezarki, strugarki, szlifierki* i inne.

W zależności od zastosowania rozróżnia się obrabiarki:

- *ogólnego przeznaczenia* umożliwiając wykonywanie różnorodnych prac w produkcji jednostkowej i małoseryjnej,
- *specjalizowane* przewidziane do wykonywania określonych robót w węższym zakresie np.: tokarko-kopiarki, frezarki,
- *specjalne-stosowane* w określonych gałęziach przemysłu np. tokarki dla kolejnictwa do obróbki kół wagonowych, tokarki dla przemysłu hutniczego do obróbki walców hutniczych itp.

Zależnie od kształtu i wymaganej chropowatości powierzchni przedmiotu stosuje się różne rodzaje i sposoby obróbki skrawaniem. Różnią się one między sobą stosowanymi narzędziami oraz charakterem ruchów, które wykonują narzędzia i przedmiot obrabiany.

SPOSOBY OBRÓBK SKRAWANIEM

Rozróżnia się podstawowe sposoby obróbki skrawaniem:

- a) *Toczenie*-przedmiot obrabiany wykonuje ruch obrotowy, narzędzie zaś (nóż tokarski) przesuwa się równoległe do osi obrotu przedmiotu lub prostopadłe do niej, bądź wykonuje oba te ruchy łącznie. Toczenie stosuje się głównie w celu otrzymania powierzchni walcowatych, stożkowatych lub kulistych.
- b) *Struganie*-przedmiot i narzędzie wykonują ruchy prostoliniowe, stosuje się je przede wszystkim do wykonywania płaszczyzn.
- c) *Wiercenie*-narzędzie (wiertło) wykonuje ruch obrotowy i jednocześnie prostoliniowy postępowy ruch posuwowy. Ten rodzaj obróbki służy do wykonywania otworów.
- d) *Frezowanie*-narzędzie (frez) wykonuje ruch obrotowy, przedmiot obrabiany przesuwa się prostoliniowo. Przedmiot może wykonywać również ruch prostoliniowy obrotowy jednocześnie.
- e) *Szlifowanie*-narzędzie (ściernica) wykonuje szybki ruch obrotowy. Przedmiot obrabiany porusza się bądź ruchem prostoliniowym (szlifowanie płaszczyzn), bądź obrotowym (szlifowanie powierzchni walcowych).

Oprócz podanych sposobów obróbki skrawaniem znane są inne np. *dhutowanie, przeciąganie, gładzenie, dogładzanie, docieranie*.

W zależności od dokładności, kształtu, wymiaru i obrabianej powierzchni rozróżnia się następujące rodzaje obróbki skrawaniem: *zgrubna, średnio dokładna, dokładna i bardzo dokładna*, zwana wykańczającą.

CHARAKTERYSTYKA TOCZENIA:

- Najbardziej rozpowszechniony sposób obróbki skrawaniem polegający na oddzielaniu nożem tokarskim warstwy materiału z przedmiotu, na obrabiarce zwanej tokarką.

Zależnie od kierunku ruchu posuwowego noża względem osi obrotu przedmiotu rozróżnia się toczenie:

- ✓ *Wzdłużne* (kierunek posuwu noża równoległy do osi obrotu przedmiotu),
- ✓ *Poprzeczne* (kierunek posuwu prostopadły do osi obrotu przedmiotu),
- ✓ *Kopiowe* tj. według wzornika sterującego ruchem posuwowym noża po dowolnej w zasadzie linii.

Toczenie może być wykonywane *nożem pojedynczym* lub jednocześnie kilkoma nożami zamocowanymi w jednym imaku (*toczenie wielonożowe*).

Toczeniem kształtowym nazywa się toczenie krótkich brył obrotowych niecyldrycznych za pomocą noża, którego ostrze ma kształt tworzącej obrabianego przedmiotu.

PARAMETRY TOCZENIA

Na przebieg procesu toczenia mają wpływ: *prędkość*, *głębokość skrawania* oraz *posuw*. Zależą od nich trwałość ostrza noża, opór skrawania i dokładność wymiaru obrabianej powierzchni.

Prędkość skrawania – jest to stosunek drogi do czasu, w którym krawędź skrawająca narzędzia przesuwa się względem powierzchni obrabianego przedmiotu w kierunku głównego ruchu roboczego. Oblicza się według wzoru:

$$V := \frac{\pi \cdot d \cdot n}{100}$$

V- prędkość skrawania w m/min.

d - średnica przedmiotu obrabianego w mm.

n- prędkość obrotów przedmiotu obrabianego w obr/min.

Głębokość skrawania - jest to grubość warstwy materiału usuwanej podczas jednego przejścia narzędzia skrawającego.

Posuw - jest to przesunięcie noża na jeden obrót przedmiotu. Oznacza go się najczęściej literą „p” i wyraża się w mm/obr. Ruch ten może odbywać w kierunku równoległym do prowadnic łoża tokarki, wówczas nazywa się go posuwem wzdłużnym. Gdy nóż wykonuje ruch prostopadły to posuw nazywa się poprzecznym.

Siła skrawania - nazywa się taką siłą, z jaką ostrze narzędzia oddziałuje na materiał skrawany w celu oddzielenia od niego wióra. Siłę skrawającą F można rozłożyć na trzy wzajemnie prostopadłe siły składowe:

- *siłę obwodową* lub siłę styczną skrawania (główna siła skrawania),
- *siłę posuwową* lub poosiową skrawania,
- *siłę odporową* lub pionową skrawania.

BUDOWA I RODZAJE NOŻY TOKARSKICH

Najbardziej typowym i najczęściej używanym w obróbce skrawaniem narzędziem jest *nóż tokarski*.

Nóż tokarski składa się z dwu zasadniczych części: *trzonka* (chwytu) i *części roboczej*. Część chwytająca służy do ustawienia położenia narzędzia względem obrabiarki i jego zamocowania w imaku tokarki. Natomiast część robocza narzędzia obejmuje elementy konstrukcyjne, związane bezpośrednio z pracą narzędzia.

Poszczególne elementy części noża to:

- *powierzchnia natarcia*,
- *powierzchnia przyłożenia*,
- *główna powierzchnia przyłożenia*,
- *pomocnicza powierzchnia przyłożenia*.

Ostrze - jest to część narzędzia ograniczona powierzchniami natarcia i przyłożenia.

Krawędź skrawająca - stanowi linię przecięcia powierzchni natarcia i przyłożenia. Rozróżnia się skrawającą krawędź główną i pomocniczą.

Naroże (wierzchołek) - jest to punkt ostrza narzędzia w miejscu przecięcia się krawędzi skrawającej głównej z pomocniczą.

Rodzaje noży tokarskich:

- ✓ *noże zdzieraki i wykańczaki* – Noże zdzieraki służą do obróbki zgrubnej i odznaczają się masywną budową. Mogą być proste lub wygięte oraz lewe i prawe. Noże wykańczaki są stosowane do obróbki dokładnej i wykańczającej. Zdejmują one cienką warstwę materiału i nie są tak masywne jak zdzieraki.
- ✓ *Noże odsadzone* - mogą być lewe, prawe i obustronne. W nożach lewych i prawych część robocza jest przesunięta w kierunku kciuka lub prawej ręki. Natomiast w nożu odsadzonym obustronnie część robocza jest węższa od chwytu (trzonka) i względem niego jest odsadzona symetrycznie.
- ✓ *Noże oprawkowe* - noże te charakteryzują się małymi wymiarami chwytów. Są mocowane w oprawce nożowej i dopiero wtedy w suporcie.
- ✓ *Noże zwykłe i kształtowe* – w nożach kształtowych zarys krawędzi jest taki jaki ma być zarys części wykańczanej tym nożem. Nóż wykonuje ruch prostopadły do osi obrabianego przedmiotu.
- ✓ *Noże jednolite* - zgrzewane oporowo lub z nakładanymi płytkami są wykonywane z węglowej stali narzędziowej lub ze stali węglowej albo stopowej.

Noże tokarskie do toczenia stali, żeliwa, stopów lekkich i materiałów nieżelaznych mogą mieć część roboczą z nakładaną płytką z węglików spiekanych, a także z materiałów metaloceramicznych. Zaletą ich jest znaczna wydajność, a wadą - znaczna kruchość.

OGÓLNA BUDOWA TOKAREK

Tokarka jest obrabiarką skrawającą stosowaną do toczenia przedmiotów. Poza toczeniem można wykonywać operacje: *wytaczania, wiercenia, rozwiercania, przecinania, radelkowania*, a z użyciem dodatkowych przyrządów również *frezowania i szlifowania*.

Podstawowym rodzajem tokarki jest *tokarka kłowa*, umożliwiająca zamocowanie przedmiotu obrabianego w kłach znajdujących się we wrzecionie i w koniku. Wrzeciono jest napędzane silnikiem elektrycznym za pośrednictwem przekładni zębatych, które nadają przedmiotowi obrabianemu różne prędkości obrotowe, zależnie od wymagań prędkości skrawania i średnicy przedmiotu. Nóż zamocowany w imaku może się przesuwać razem z suportem wzdłuż prowadnic łoża (*przesuw wzdłużny*) oraz poprzecznie względem osi wrzeciona (*przesuw poprzeczny*). Niezależnie od tego możliwe jest ręczne przesuwanie górnych sań narzędziowych, co wykorzystuje się do ustawienia noża względem przedmiotu oraz do toczenia krótkich przedmiotów. Mechanizm posuwu noża tokarskiego uzyskuje się od skrzynki posuwów za pośrednictwem wałka pociągowego (przy toczeniu wzdłużnym i poprzecznym) lub śruby pociągowej (przy toczeniu gwintów). Ruch obrotowy jest przenoszony z wrzeciona na przedmiot obrabiany za pomocą zabieraka lub uchwytu szczękowego.

Wśród tokarek rozróżnia się:

- 1) *Tokarki stołowe* – ustawiane na stole, przeznaczone do obróbki małych przedmiotów.
- 2) *Tokarki produkcyjne* – bez śruby pociągowej, umożliwiające wykonywane wszelkich robót tokarskich za wyjątkiem gwintowania.
- 3) *Tokarki pociągowe* – wyposażone w wałek pociągowy i śrubę pociągową, która umożliwia nacinanie gwintu.
- 4) *Tokarki ciężkie* – stosowane w różnych gałęziach przemysłu ciężkiego.

Do grupy tokarek zalicza się również: *karuzelówki, rewolwerówki, półautomaty i automaty tokarskie, zataczarki, tokarko-kopiarki*, oraz *tokarki specjalne branżowe* do wykonywania z góry ustalonych zadań.

TOKARKI POCIĄGOWE

Jedną z bardziej rozpowszechnionych tokarek w polskiej produkcji przemysłowej jest tokarka pociągowa. Można na niej wykonywać, oprócz wielu innych robót, nacinanie gwintów.

BUDOWA TOKARKI POCIĄGOWEJ

Na jednym końcu łoża wyposażonego w prowadnice znajduje się wrzeciennik, a na drugim końcu jest umieszczony konik. Z boku łoża znajduje się śruba pociągowa, wałek pociągowy, zębatka oraz skrzynka posuwów, przenosząca napęd z wrzeciennika na suport. Na prowadnicach łoża mogą się przesuwać sanie wzdłużne suportu za pomocą śruby pociągowej. Na saniach wzdłużnych są umieszczone sanie poprzeczne, a na nich obrotnica. Obrotnica służy do ustawienia pod dowolnym kątem sań narzędziowych wyposażonych w imak narzędziowy. We wrzecienniku znajdują się mechanizmy przenoszące napęd z silnika na wrzeciono tokarki. Na wrzecionie jest umieszczony uchwyt szczękowy wyposażony w cztery szczęki do zamocowania materiału podczas obróbki. Typowym uchwytem jest uchwyt trzyszczękowy samocentrujący. Wrzeciono tokarki jest wykonane w kształcie wałka z otworem przelotowym zakończonym stożkowo. W stożek ten wciska się kiel, który wraz

z kłęb konika ustala niekiedy materiał podczas toczenia. Łoże tokarki jest ustawione na dnie blaszanej wanny i wraz z nią jest przymocowany do podstawy.

Tokarka jest napędzana za pomocą silnika elektrycznego umieszczonego w podstawie, który przez wałek i przekładnię przenosi napęd na wrzeciennik. Ruch obrotowy z wrzociennika jest przenoszony następnie za pomocą przekładni zębatej na przekładnię skrzynki przesuwów. Uruchomienie kierunku obrotu umożliwiają dźwignia i wałek.

Ze względu na bezpieczeństwo obsługi przekładnie są osłonięte osłonkami. Do pompowania cieczy chłodząco-smarującej służy pompa.

Wielkość tokarki kłowej jest określona rozstawem kłęb, oraz największą średnicą przedmiotu tozonego w uchwycie lub w kłęb.

Łoże tokarki

- jest wykonane jako żeliwny odlew w kształcie 2 belek i 2 usztywnionych żebrami. Górna część łoża to prowadnice suportu oraz konika. Na płaskiej części osadza się wrzeciennik. Suport więc przesuwa się po prowadnicach zewnętrznych, a konik po prowadnicach wewnętrznych (prowadnice są utwardzone i mają strukturę żeliwa białego).

Wrzeciennik tokarki

- wrzociennikiem nazywa się zespół konstrukcyjny obrabiarki, w którym jest ułożyskowane wrzeciono. Zwykle we wrzocienniku są umieszczone również przekładnie do zmiany prędkości obrotowej wrzeciona oraz niezbędne mechanizmy sterujące. W zależności od rodzaju obrabiarki rozróżnia się wrzocienniki: tokarek, wiertarek, frezarek, szlifierek itp.

Wrzeciono

- wrzecionem nazywa się część obrabiarki w postaci wału, na którym osadza się uchwyt do zamocowania przedmiotu obrabianego np.: w tokarce lub narzędzia np.: we frezarce. Wrzeciono to podstawowa część robocza w obrabiarkach o ruchu roboczym obrotowym. Przednia część zwana końcówką jest przystosowana do zakładania uchwytów i narzędzi.

Konik

- jest to zespół tokarki (lub szlifiarki) służący do podpierania obrabianych przedmiotów w postaci wałków ustawianych jednym końcem we wrzecionie. W wysuwanej tulei konika jest osadzony kieł, na którym wspiera się obrabiany przedmiot. Konik, osadzony na prowadnicach wewnętrznych łoża tokarki, może być wzdłuż nich przesuwany i ustalany w dowolnym miejscu łoża za pomocą rękojeści.

Suport

- zespół konstrukcyjny tokarki wykonujący zwykle prostoliniowe ruchy posuwowe w jednym lub dwóch kierunkach. Na suporcie mocuje się narzędzie skrawające, przeważnie noże. Podstawowymi częściami suportu są przesuwane się po prowadnicach sanie. Zależnie od kierunku przesuwu względem części obrabiarki wykonującej ruch główny wyróżnia się sanie wzdłużne i poprzeczne.

Skrzynkę suportową mocuje się na saniach wzdłużnych suportu. Jest ona wyposażona w zespół mechanizmów, które umożliwiają przenoszenie napędu od śruby pociągowej lub wałka pociągowego na sanie wzdłużne lub poprzeczne suportu.

Nawrotnica (przekładnia nawrotna - zwrotnica)

- umożliwia ona zmianę kierunku ruchu posuwów względem kierunku obrotów wrzeciona. Zmiany kierunku ruchu uzyskuje się przez włączanie różnych części przekładni. Włączanie tych części może następować przez przesuwanie kół zębatach. W tokarkach nawrotnica służy do zmiany kierunku ruchu przesuwu mechanicznego sań wzdłużnych i poprzecznych bez

zmiany kierunku obrotów wrzeciona. Nawrotnica jest umieszczona zazwyczaj wewnątrz korpusu wrzeciennika. Nowoczesne tokarki są wyposażone w nawrotnice z kołami zębatymi przesuwными.

Koła zmianowe

- między nawrotnicą, a skrzynką posuwów na zewnątrz korpusu są umieszczone koła zębate osłonięte osłoną zabezpieczającą. Koła te nazywają się kołami zmianowymi. Tokarka jest wyposażona w zestaw kół zmianowych, które można dobrać zależnie od tego jakie chce się otrzymać przełożenie między wrzecionem a suportem, co jest ważne przy nacinaniu na tokarce gwintów za pomocą noża.

Skrzynka posuwów

- współczesne tokarki pociągowe oprócz kół zmianowych, są wyposażone w skrzynki posuwów, które umożliwiają szybką zmianę wartości przełożenia. Spotyka się kilka odmian mechanizmów przekładniowych stosowanych w skrzyniach posuwów tokarki. Najczęściej stosowaną odmianą jest przekładnia Nortona.

Imak

- jest to przyrząd do zamocowania narzędzi skrawających, przeważnie noży. Imak jest zakładany na obrabiarkę lub stanowi jej część. Zależnie od liczby noży zamocowanych w jednym imaku rozróżnia się imaki jednonożowe i wielonożowe. Nóż w imaku umocowuje się w sposób pewny i dostatecznie sztywny. Nie może on wystawać z imaka na odległość większą niż 1,5 wysokości trzonka.

MOCOWANIE PRZEDMIOTU OBRABIANEGO

Urządzenia do mocowania przedmiotów dzieli się na: *tarcze zabierakowe, zabieraki, uchwyty tokarskie samocentrujące, tarcze tokarskie, podtrzymki.*

Kły tokarskie dzieli się na zwykłe i obrotowe. Służą one do mocowania długich wałków. Zamocowanie wałka w kłach wymaga jeszcze dalszych przyrządów, do których zalicza się tarczę zabierakową i zabierak. Aby zapobiec uginaniu się wałka pod jego własnym ciężarem, długie wałki obrabiane w kłach podpira się w połowie długości *podtrzymką stałą* przymocowaną do łoża tokarki lub *podtrzymką ruchomą* umocowaną na suporcie.

Uchwyty tokarskie służą do szybkiego mocowania przedmiotu obrabianego współosiowo z wrzecionem. Najczęściej stosowanym uchwytem do mocowania przedmiotów małych i średniej wielkości jest uchwyt samocentrujący spiralny. Składa się on z koła zębatego stożkowego napędzającego i koła talerzykowego.

Do mocowania większych przedmiotów służą uchwyty samocentrujące zębatkowe. Mechanizm do przesuwania szczęki składa się z koła zębatego, trzech zębatek stycznych oraz trzech szczęk.

Mocowanie przedmiotów o kształtach nieregularnych oraz przedmiotów dużych odbywa się za pomocą *tarcz tokarskich czteroszczękowych.*

W nowoczesnych tokarkach są stosowane uchwyty pneumatyczne oraz hydrauliczno-pneumatyczne.

TOKARKO-KOPIARKA

-Stanowi ona rodzaj tokarki do nadawania obrabianemu przedmiotowi kształtu według wzornika sterującego za pośrednictwem urządzenia kierującego ruchami noża. Rozróżnia się *tokarko-kopiarki kłowe* do toczenia w kłach wałków stopniowych, stożków, wałków o tworzącej krzywoliniowej i innych oraz *tokarko-kopiarki uchwytowe* przeznaczone do toczenia krótkich przedmiotów o złożonych kształtach, mocowanych w uchwycie.

W tokarko-kopiarce używa się głównie urządzeń kopiujących hydraulicznych, elektrycznych i elektrohydraulicznych. Najbardziej rozpowszechnione są hydrauliczne urządzenia kopiujące.

RADEŁKOWANIE

- *Radełkowanie* (czyli moletowanie), stanowi zabieg obróbkowy wykonywany na tokarkach lub automatach tokarskich za pomocą drobno uzębionej na obwodzie rolki (radełka). Przedmiot obrabiany obraca się, a umocowane w oprawce radełko dociskane w kierunku poprzecznym, toczy się po wygniatanej powierzchni, pozostawiając na niej odcisk wykonanego na radełku wzoru w postaci rowów prostych lub krzyżowych.

FREZOWANIE

Frezowanie jest jednym z często stosowanych najbardziej wydajnych sposobów obróbki skrawaniem, polegających na oddzieleniu warstwy materiału za pomocą obracającego się narzędzia (*freza*) na obrabiarce zwanej *frezarką*. Frezowaniem można obrabiać płaszczyzny, powierzchnie krzywoliniowe, gwinty, koła zębate itp.

Frez wykonuje obrotowy ruch skrawania, natomiast przedmiot wykonuje względem freza ruch posuwowy (postępowy lub obrotowy). Zęby freza wchodząc kolejno w materiał zdejmują wióry o zmiennej grubości (kształt w przekroju poprzecznym podobny do przecinaka). Rozróżnia się *frezowanie walcowe*, w którym frez skrawa ostrzami leżącymi na powierzchni walcowej i *frezowanie czołowe*, w którym frez skrawa zębami położonymi na powierzchni czołowej. W zależności od kierunku ruchu posuwowego względem freza frezowanie może być *przeciwbieżne* (kierunki prędkości ruchu obrotowego freza i ruchu posuwowego przedmiotu są przeciwbieżne) lub *współbieżne*, gdy kierunek ruchu posuwowego stołu frezarki jest zgodny z kierunkiem ruchu roboczego freza. Przy frezowaniu przeciwbieżnym kierunek ruchu posuwowego jest przeciwny do kierunku ruchu roboczego. Frezowanie współbieżne jest bardziej wydajne.

Przedmioty o złożonych kształtach można obrabiać:

- *Frezowaniem kształtowym* – frez kształtu o takim zarysie, jaki powinien uzyskać obrabiany przedmiot np. mało dokładne koła zębate.
- *Frezowaniem kopiowym* opartym na zasadzie kopiowania według wzornika lub bezpośrednio z rysunku (kopiowanie) np. matryce, wykrojniki, śruby okrętowe itp. Frezowanie kopiowe wykonuje się na frezarko-kopiarkach lub na zwykłych frezarkach pionowych wyposażonych dodatkowo w specjalne przyrządy.

RODZAJE FREZÓW

Frezem nazywa się narzędzie skrawające z wieloma ostrzami na powierzchni walcowej lub czołowej, wykonujące podczas obróbki ruch obrotowy. W zależności od rodzaju ostrzy rozróżnia się frezy: *ścinowe* (*jednościnowe*, *dwuścinowe*) oraz *zataczane*. Frezy małe są wykonane najczęściej z jednego kawałka stali (zwykle stal szybko tnąca). Frezy o większych wymiarach mogą mieć ostrza ze stali szybko tnącej lub z węglików spiekanych, połączone z korpusem freza w sposób trwały np. lutowaniem. Głowice frezowe mają zawsze ostrza wstawiane osadzone w korpusie. Frezy dzieli się na: *walcowe*, *walcowo-czołowe*, *trzępieniowe*, *głowice frezowe specjalne* i inne.

BUDOWA I KLASYFIKACJA FREZAREK

Frezarka jest jedną z najczęściej stosowanych obrabiarek do metali i tworzyw sztucznych. Wszystkie frezarki można podzielić na trzy podstawowe grupy:

- ✓ Frezarki ogólnego przeznaczenia.
- ✓ Frezarki specjalizowane.
- ✓ Frezarki specjalne.

Frezarki ogólnego przeznaczenia dzieli się na *wspornikowe* (konsolowe) oraz *bezwspornikowe* (bezkonsolowe). Najbardziej rozpowszechnione są frezarki wspornikowe, które dzieli się na: *poziome zwykłe*, *poziome uniwersalne* i *pionowe*. Podstawowe zespoły służące do zamocowania przedmiotu obrabianego (*stół*) oraz mechanizmy ruchów posuwowych znajdują się we wsporniku (*konsoli*). Przedmiot obrabiany może się przesuwając razem ze stołem lub w kierunku poziomym prostopadle do osi wrzeciona (*przesuw wzdluzny*) lub równoległe do tej osi (*przesuw poprzeczny*), a cały wspornik w kierunku pionowym (*przesuw pionowy*). We frezarkach bezwspornikowych jednostojakowych stół może wykonywać tylko ruchy wzdluzny i poprzeczny, natomiast przesuw pionowy, niezbędny do ustawienia freza względem przedmiotu, wykonuje wrzeciennik. *Frezarki wzdluzne bramowe* mają kadłub w postaci bramy, przez którą przesuwa się duży stół. W prowadnicach kadłuba poruszają się wrzecienniki, które mogą obrabiać przedmiot jednocześnie z trzech stron. *Frezarki wzdluzne* są używane do obróbki długich przedmiotów. Do robót specjalnych stosuje się *frezarki do gwintów*, *frezarki do kół zębatych*, *frezarki karuzelowe* (ze stołem obrotowym), *frezarki do rowków wpustowych*, *frezarki do krzywek* oraz *frezarki-kopiarki*

FREZARKO-KOPIARKI

Frezarko-kopiarka służy do obróbki przedmiotów metodą *frezowania kopiowego*. Kopiowanie uzyskuje się dzięki skojarzeniu dwóch ruchów posuwowych i posuwu wodzącego oraz prostopadłego do niego posuwu kopiującego. *Frezarko-kopiarki do kopiowania w jednej płaszczyźnie* służą do obróbki powierzchni o tworzących równoległych, a *frezarko-kopiarki przestrzenne* do obróbki powierzchni o kształcie bardziej złożonym. Rozróżnia się frezarko-kopiarki z posuwem ręcznym oraz posuwem samoczynnym oraz sterowane numeryczne.

FREZARKI PIONOWE

We frezarce tej wrzeciono jest ustawione prostopadle do powierzchni stołu. Korpus frezarki jest wyposażony w prowadnice, w których można przesuwać głowicę wraz z wrzecionem.

STRUGANIE

Struganiem obrabia się powierzchnie płaskie. Prostoliniowy ruch noża względem przedmiotu składa się z *ruchu roboczego* o mniejszej prędkości i *ruchu jałowego* (powrotnego) o większej prędkości. Ruch posuwowy, czyli przesuw narzędzia względem przedmiotu w kierunku poprzecznym, jest ruchem przerywanym i następuje po zakończeniu każdego ruchu jałowego w ruch roboczy.

Rozróżnia się *struganie wzdluzne oraz poprzeczne*. Podczas strugania wzdluznego ruch roboczy wykonuje przedmiot obrabiany, a ruch posuwowy narzędzie. Natomiast podczas strugania poprzecznego ruch roboczy wykonuje narzędzie, a ruch posuwowy przedmiot.

Strugarki dzieli się na *poprzeczne* i *wzdluzne* oraz *pionowe* (dłutownice). W strugarkach poprzecznych stół razem z przedmiotem wykonuje ruch posuwowy, prostopadły do kierunku

ruchu suwaka. Postępowo-zwrotny ruch suwaka uzyskuje się za pomocą mechanizmu jarzmowego lub urządzenia hydraulicznego.

W strugarkach wzdłużnych prostoliniowy ruch roboczy wykonuje przedmiot na stole osadzonym w prowadnicach łoża.

W strugarkach pionowych kierunek ruchu roboczego noża jest prostopadły do powierzchni stołu.

Struganie jest mało wydajnym sposobem obróbki, umożliwia jednak uzyskanie dużej dokładności wymiarów. Znajduje zastosowanie w produkcji jednostkowej i małoseryjnej. Metodą strugania można również obrabiać koła zębate walcowe i stożkowe.

BUDOWA STRUGARKI POPRZECZNEJ

Żeliwny kadłub strugarki łączy wszystkie jej zespoły w całość. Odchylny imak nożowy wraz z suportem jest zamocowany na czołowej płaszczyźnie suwaka. Do skośnego strugania powierzchni suport obraca się o odpowiedni kąt dookoła osi poziomej, przy czym wartość kąta nastawia się wg podziałki. Suwak można przestawić względem stołu za pomocą śruby, dzięki czemu można strugać bliżej lub dalej od kadłuba. Po ustaleniu położenia suwaka względem stołu blokuje się go za pomocą zacisku.

Stół strugarki, osadzony w prowadnicach, otrzymuje napęd w kierunku poprzecznym od śruby, *sanie* zaś – w kierunku pionowym po prowadnicach kadłuba od śruby. Stół strugarki może być również przesuwany w kierunku poprzecznym ręcznie za pomocą rękojeści obracającej śrubę.

Suwak wykonuje ruch postępowo-zwrotny za pomocą jarzma, wykonującego ruch wahadłowy dookoła osi.

Napęd strugarki jest przekazywany z silnika elektrycznego, umieszczonego w podstawie kadłuba przez sprzęgło i hamulec na koło zębate, a stąd na tarczę z czopem. Na czopie jest osadzony obrotowy kamień ślizgający się podczas pracy wzdłuż prowadnic jarzma. Nowoczesne strugarki poprzeczne są napędzane hydraulicznie.

RODZAJE I MOCOWANIE NOŻY STRUGARSKICH

Noże strugarskie mają część roboczą podobną do części roboczej noży tokarskich, różnią się jedynie kształtem chwytu. W nożach tokarskich chwyt jest przeważnie prosty, natomiast noże strugarskie najczęściej mają chwyt wygięty.

Nóż prosty podczas pracy ulega wygięciu ku tyłowi wokół punktu 0, wskutek czego zagłębia się w materiał (skrawa grubsza warstwę materiału niż przewidziano).

Nóż wygięty nie wykazuje tej wady, zapewniając większą dokładność obracanych powierzchni.

Nóż w strugarce mocuje się tak, aby jak najmniej wystawał z imaka. Po zgrubnym ustawieniu noża na określoną głębokość skrawania (przez regulację skoku suwaka i liczby skoków na minutę) oraz dobraniu posuwu uruchamia się strugarkę.

Na strugarkach wykonuje się różnego rodzaju prace, ale zakres ich stosowania jest ograniczony i dlatego zastępuje się je frezarkami, które są bardziej wydajne i ekonomiczne.

WIERCENIE I ROZWIERCANIE

Wierceniem nazywa się sposób obróbki skrawaniem polegający na wykonywaniu otworów w pełnym materiale za pomocą narzędzia zwanego *wiertłem*, wykonującego ruch obrotowy i ruch posuwowy wzdłuż osi obrotu. Wiercenie można wykonywać wzdłuż linii traserskich lub w przyrządzie wiertarskim.

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

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

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

ROZWIERCANIE

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

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

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

RODZAJE, BUDOWA I OBSŁUGA WIERTAREK

Wiertarką nazywa się obrabiarkę przeznaczoną do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania otworów. W szczególnych przypadkach na wiertarce można również wykonywać wytaczanie i gwintowanie za pomocą gwintowników maszynowych.

Wiertarki są używane głównie do *obróbki metali, tworzyw sztucznych i drewna*. Ruch roboczy i posuwowy wykonuje narzędzie osadzone na wrzecionie roboczym.

Wiertarki do obróbki metali, podobnie jak tokarki, dzieli się na:

- ✓ *Ogólnego przeznaczenia,*
- ✓ *Specjalizowane,*
- ✓ *Specjalne.*

Do grupy wiertarek ogólnego przeznaczenia zalicza się wiertarki: *stojakowe* (słupowe i kadłubowe), *promieniowe, wielowrzecionowe*.

Wiertarka stojakowa kadłubowa

- wspornik stołu jest podtrzymywany podpórką śrubową, która opiera się o płytę podstawy. Z uwagi na ciężar obrabianych przedmiotów oraz duże siły posuwu podpórka jest konieczna. Skrzynka posuwów może być napędzana mechanicznie lub przesuwana za pośrednictwem dźwigni.

Wiertarka promieniowa

- składa się z *podstawy, kolumny, słupa, ramienia promieniowego, wrzeciennika, stołu i przeważnie dwóch silników elektrycznych* (jeden do napędu wrzeciennika, drugi do przesuwania ramienia). Ramię, zwane wysięgnikiem, można obracać dokoła słupa i przesuwać w kierunku pionowym. Wrzeciennik napędzany silnikiem przesuwa się na prowadnicach wzdłuż ramienia. Dzięki takiej budowie na wiertarkach promieniowych można wierceć otwory w różnych miejscach przedmiotu bez zmiany jego położenia.

Wiertarki wielorzecionowe (pęczkowe)

- służą do jednoczesnego wiercenia wielu otworów w przedmiotach obrabianych seryjnie. Wrzeciennik w tych wiertarkach jest wyposażony w wiele wrzecion, które mogą być ustawiane w dowolnej odległości od osi głównego wrzeciona wiertarki.

Wiertarki specjalizowane współrzędnościowe

-do grupy wiertarek specjalizowanych należy m.in. wiertarka współrzędnościowa. Służy ona do obróbki dokładnych otworów o bardzo dokładnym rozstawieniu ich osi. Odznacza się sztywną i precyzyjną budową, odporną na drgania i odkształcenia oraz bardzo dokładnym ułożyskowaniem wrzeciona. Stoł wiertarki z zamocowanym przedmiotem można przesuwac w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach. Do dokładnego przesuwu stołu służą precyzyjne urządzenia nastawcze, najczęściej optyczne, dzięki którym można uzyskać bardzo wielką dokładność rozstawienia osi otworów w obrabianym przedmiocie.

WIERCENIE OTWORÓW

W czasie wiercenia *otworów przelotowych* można uszkodzić wiertłem powierzchnię stołu. Aby temu zapobiec, wierci się w stole otwór lub opiera się przedmiot na podkładce drewnianej, która powinna mieć dokładne równoległe płaszczyzny oporowe.

Wiercenie *otworów nieprzelotowych*, czyli o określonej głębokości, wykonuje się najczęściej na wiertarkach z posuwem mechanicznym, które mają urządzenia do nastawiania żądanej głębokości wiercenia. Po osiągnięciu nastawionej głębokości następuje samoczynne wyłączenie posuwu mechanicznego.

Wiercenie *otworów płytkich* wykonuje się najczęściej wiertłami krętymi, natomiast *otworów długich*-wiertłami specjalnymi przystosowanymi do ciągłego wypłukiwania wiórów. Wiercenie krótkich otworów odbywa się w układzie pionowym lub poziomym, natomiast otworów długich tylko w układzie poziomym, na specjalnych wiertarkach do głębokich otworów. Można również otwory wiercić na *rewolwerówkach* i *automatach*.

Chłodzenie wiertła

W celu niedopuszczenia do nagrzania w czasie jego pracy stosuje się ciecze obróbkowe, które oprócz chłodzenia mają właściwości smarujące.

ROZWIERCANIE I POGŁĘBIANIE OTWORÓW

Wykonane otwory można rozwiercać za pomocą rozwiertaków w celu uzyskania dokładności wymiaru i dokładności kształtu, a także w celu wygładzenia powierzchni.

Otwory pogłębia się za pomocą pogłębiaczy. Otwory wykonane wiertłem.

SZLIFOWANIE

Szlifowanie-jest to obróbka skrawaniem za pomocą tarcz ściernych zwanych *ściernicami*. Szlifowanie ma na celu nadanie obrabianym powierzchniom żądanej gładkości. Obrabiarki przeznaczone do obróbki za pomocą ściernic nazywają się *szlifierkami*.

Ściernica jest to bryła obrotowa, na przykład w postaci *tarczy*, *garneczka*, *talerza*, *pierścienia*, lub *krążka* wykonana z drobnych ziarn ścierniwa, którym najczęściej jest *karborund* lub *elektrokorund*, połączonych spoiwem.

ZASADY SZLIFOWANIA

Skrawanie następuje wskutek tego, że wystające ostre krawędzie ziarn ściernych wirującej ściernicy zaczepiają o obrabianą powierzchnię i skrawają z niej cienką warstwę materiału. Zwykle warstwa ta wynosi 0,005-0,001 mm.

Podczas szlifowania wydziela się duża ilość ciepła. Nagrzewanie się powierzchni szlifowanych do wysokiej temperatury może mieć wpływ na powstawanie naprężeń w materiale lub nawet być przyczyną zmiany jego struktury. To szkodliwe zjawisko powoduje, że przedmioty szlifowane powinny być intensywnie chłodzone.

Podczas obróbki szlifowaniem szybkość skrawania określa się nie w metrach na minutę, lecz w metrach na sekundę. Szybkość skrawania przy szlifowaniu można w przybliżeniu uważać za prędkość obwodową ściernicy.

Szybkość skrawania, a więc i prędkości obrotowe ściernic są bardzo duże. W razie małej szybkości skrawania ściernica zaciera się opiłkami z obrabianego materiału i przestaje szlifować.

Ze względu na bardzo szybki ruch obrotowy ściernic powstają w nich podczas tego ruchu znaczne naprężenia, dlatego też muszą mieć one odpowiednią wytrzymałość.

Niezależnie od tego osadzenie ściernicy na wrzecionie szlifierki powinno być bardzo staranne. W otworze ściernicy umocowana jest tuleja pośrednicząca, wykonana z ołowiu lub niekiedy ze stopionej siarki. Otwór tej tulei jest dokładnie dopasowany do średnicy czopa wrzeciona. Ściernica nasadzona na czop wrzeciona jest ściśnięta nakrętką za pośrednictwem tarcz dociskowych i podkładek z tekstury, skóry lub gumy. Ten sposób umocowania tarczy umożliwia jej wyrównowanie, co pozwala unikać drgań tarczy.

Ze względu na dużą dokładność szlifowania stosuje się je jako obróbkę wykańczającą.

RODZAJE SZLIFIEREK

Szlifierki podobnie jak tokarki, dzielimy na następujące trzy grupy:

- *Szlifierki ogólnego przeznaczenia,*
- *Szlifierki specjalizowane,*
- *Szlifierki specjalne.*

Do szlifierek **ogólnego zastosowania** zalicza się: *szlifierki kłowe i bezkłowe do wałków; szlifierki do otworów zwykłe, planetarne i bezkłowe; szlifierki do płaszczyzn obwodowe i czółowe.*

Do szlifierek **specjalizowanych** zalicza się: *szlifierki taśmowe, szlifierki wygładzarki (honownice), szlifierki dogładzarki, szlifierki docieraczki*

Do szlifierek **specjalnych** zalicza się: *szlifierki do walców, szlifierki do zaworów i gniazd zaworowych, szlifierki do wałów korbowych, szlifierki-ostrzałki.*

Powszechnie znanymi i najczęściej spotykanymi w praktyce szlifierkami *są szlifierki kłowe do wałków, szlifierki do płaszczyzn i szlifierki-ostrzaczki.*

SZLIFIERKI KŁOWE

Szlifierki te przeznaczone są do szlifowania wałków.

Zasada pracy szlifierki tego typu:

- przedmiot szlifowany umocowany jest w kłach na stole szlifierki. Za pośrednictwem zabieraka ruch obrotowy wrzeciona przenosi się na przedmiot. Szybkość tego ruchu jest w stosunku do szybkości ruchu tarczy nieduża i wynosi zależnie od rodzaju obróbki i materiału 10-40 m/min. Ponadto przedmiot wraz ze stołem przesuwa się ruchem wzdłużnym z określoną szybkością p mm na 1 obrót. Ściernica napędzana silnikiem wykonuje ruch obrotowy

zaznaczony strzałką. Po dosunięciu obracającej się ściernicy do materiału i zagłębieniu jej na głębokość skrawania g uruchomienie posuwu wzdłużnego umożliwi oszlifowanie wałka. Po nastawieniu mechanizmów praca przebiega samoczynnie. Stół samoczynnie zmienia kierunek posuwu wzdłużnego tyle razy, ile potrzeba do oszlifowania wałka na nastawioną średnicę, a wrzeciennik przy każdej zmianie tego kierunku otrzymuje posuw wstępny, równy głębokości skrawania.

Stosowane są następujące posuwu wzdłużne (na 1 obrót przedmiotu) podczas szlifowania wałków:

- ✓ $2/3 - 3/4$ szerokości ściernicy – do zdzierania stali,
- ✓ $3/4 - 5/6$ szerokości ściernicy – do zdzierania żeliwa,
- ✓ $1/4 - 1/3$ szerokości ściernicy – do wykańczania.

Szlifierki te mają dwa silniki elektryczne: jeden napędza wrzeciennik, a drugi głowicę szlifierską ze ściernicą.

SZLIFIERKI DO PŁASZCZYZN

- przeznaczone są one do szlifowania powierzchni płaskich obwodem lub czołem ściernicy i stąd podział tych szlifierek na *obwodowe i czołowe*.

Szlifierki obwodowe mniej nagrzewają materiał szlifowany, dlatego stosuje się je do cienkich przedmiotów. Szlifowanie na nich przebiega na sucho dlatego muszą być wyposażone w wyciągi pyłu. Na stole szlifierskim jest zwykle umieszczony *uchwyt magnetyczny lub elektromagnetyczny*, który służy do przytrzymania przedmiotów podczas szlifowania.

Budowa uchwytu elektromagnetycznego: w korpusie uchwytu umieszczone są cewki wytwarzające pod wpływem przepływającego prądu pole magnetyczne. Linie sił pola magnetycznego zamykają się poprzez przedmiot i przyciągają go do powierzchni płyty uchwytu. Wyłączenie prądu umożliwia zdjęcie przedmiotu z uchwytu. Uchwyty te służą do mocowania przedmiotów z materiałów ferromagnetycznych.

SZLIFIERKI-OSTRZAŁKI

-szlifierki te przeznaczone są do ostrzenia narzędzi produkowanych oraz stępionych w czasie pracy. Dzielą się na:

- ✓ *Ostrzałki do noży tokarskich i strugarskich,*
- ✓ *Ostrzałki do wiertel krętych,*
- ✓ *Ostrzałki do narzędzi wielostrzowych, jak frezy, rozwiertarki itp.*
- ✓ *Ostrzałki uniwersalne.*

Szlifierka-ostrzałka uniwersalna umożliwia ostrzenie na niej różnych narzędzi dzięki wyposażeniu jej w specjalne przyrządy. Stół tej szlifierki ma posuw wzdłużny i nastawny posuw poprzeczny. Na górnej powierzchni stołu osadzona jest płyta skłębna, którą można ustawiać pod kątem. Na kolumnie zamocowany jest wrzeciennik szlifierki ze ściernicą napędzany własnym silnikiem. Wrzeciennik ten może być skręcany pod dowolnym kątem i podnoszony lub opuszczany zależnie od wymiaru ostrzonego narzędzia. Na stole mogą być ustawiane koniki do zamocowania przedmiotów w kłach lub wrzeciennik przedmiotu obrabianego napędzany własnym silnikiem.

Na szlifierkach tych można szlifować wałki i stożki oraz powierzchnie natarcia wostrzach prostych i śrubowych.

Literatura:

„Technologia ogólna-podstawy technologii maszyn” A. Górecki
„Wiadomości z technik” praca zbiorowa