

Moduł 5

Dobór obrabiarki do rodzaju wykonywanych prac

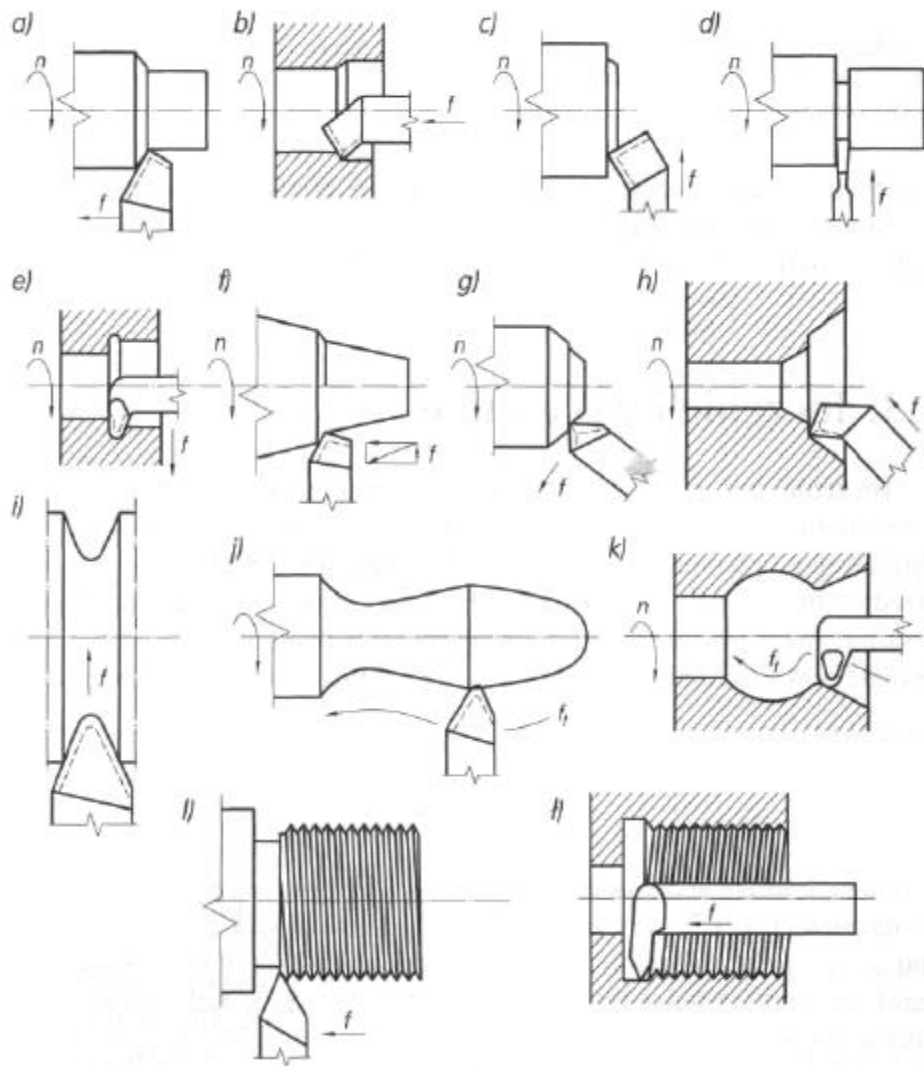
1. Wstęp
2. Toczenie
3. Prace na frezarkach
4. Prace wykonywane na wiertarkach
5. Prace wykonywane na szlifierkach

1. Wstęp

Dobranie odpowiednich obrabiarek do wykonywania określonych prac z zakresu obróbki skrawaniem jest bardzo ważne, ponieważ decyduje w głównej mierze o jakości wykonanej obróbki, o kosztach, które w głównej mierze wpływają na opłacalność produkcji oraz na konieczność zatrudnienia kadry o odpowiednio wysokich kwalifikacjach.

2. Toczenie

Toczenie jest jedną z najczęściej stosowanych technik wytwarzania. Podstawowe odmiany toczenia przedstawia rys. 5.1.



Rys. 5.1. Podstawowe odmiany toczenia: a), b), c) toczenie zewnętrzne, wewnętrzne i poprzeczne, d), e) przecinanie lub toczenie rowków zewnętrznych i wewnętrznych, f), g), h) toczenie powierzchni stożka, i) toczenie wgłębne nożem kształtowym, j), k) toczenie kształtowe zewnętrzne i wewnętrzne, l), m) gwintowanie zewnętrzne i wewnętrzne.

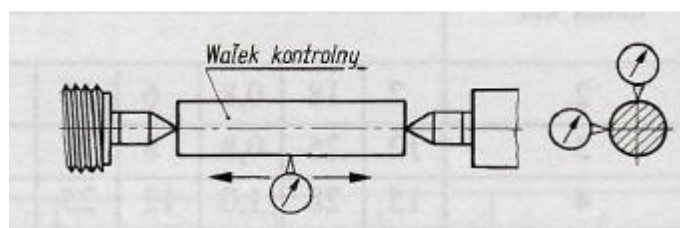
Źródło: Józef Zawora. Podstawy technologii maszyn, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

2.1 Toczenie zewnętrznych powierzchni cylindrycznych

Toczenie powierzchni cylindrycznych jest najbardziej typowym i najczęściej stosowanym rodzajem obróbki tokarskiej. Toczenie odbywa się dwoma sposobami:

1. przy posuwie wzdłużnym, kiedy kierunek posuwu jest równoległy do osi obrotu przedmiotu,
2. przy posuwie poprzecznym, kiedy główna krawędź skrawająca jest równoległa do osi obrotu przedmiotu (sposób ten jest stosowany przy wąskich wtoczeniach oraz krótkich czopach cylindrycznych).

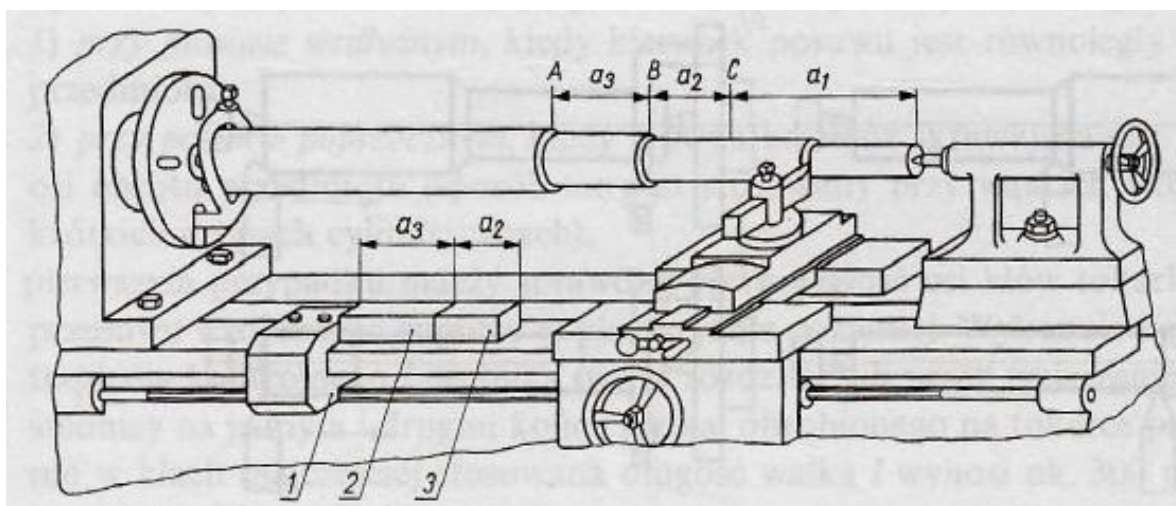
W pierwszym przypadku należy sprawdzić równoległość osi kłów tokarki do kierunku przesuwu wzdłużnego suportu w płaszczyźnie poziomej. Wykonuje się to za pomocą trzpienia kontrolnego i czujnika (rys. 5.2.). W przypadku drugim sprawdza się równoległość głównej krawędzi skrawającej noża do osi obrotu przedmiotu obrabianego przez dosunięcie tej krawędzi do wałka kontrolnego i stwierdzenie wzajemnego przylegania (obserwacja szczeliny świetlnej).



Rys. 5.2. Sprawdzenie położenia kłów za pomocą wałka kontrolnego i czujnika.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

Najczęstszym sposobem toczenia wałków jest toczenie w kłach (rys. 5.3.). Do toczenia zewnętrznych powierzchni cylindrycznych stosuje się najczęściej noże typowe. Zamocowanie ich w imaku nożowym powinno być krótkie i sztywne.

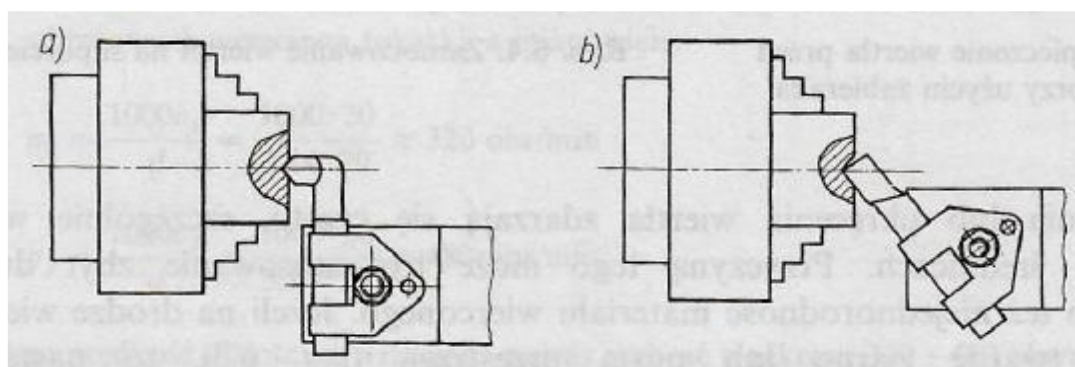


Rys. 5.3. Toczenie trójstopniowego wałka w kłach.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

2.2 Wiercenie otworów

Do wiercenia na tokarce przedmiot obrabiany zamocowuje się w uchwycie tokarki. Wykonuje on ruch obrotowy wraz z wrzecionem. Wiertło jest osadzone w gnieździe tulei konika. Jeżeli stożek chwytu wiertła nie odpowiada stożkowi gniazda, stosuje się tuleje redukcyjne. Wiertła o chwycie cylindrycznym zamocowuje się w uchwycie wiertarskim, który swym chwytym jest osadzony w tulei konika. Czoło przedmiotu, w którym ma być wykonany otwór, powinno być przetoczone (splanowane). W celu zapewnienia wiertłu prowadzenia, na czole przedmiotu wykonuje się stożkowe zagłębienie (rys. 5.4.). Można je wykonać nożem specjalnym (rys. 5.4a) lub bocznym (rys. 5.4b), jak również nawier-takiem.



Rys. 5.4. Poglębienia otworu centrującego na wiertło.

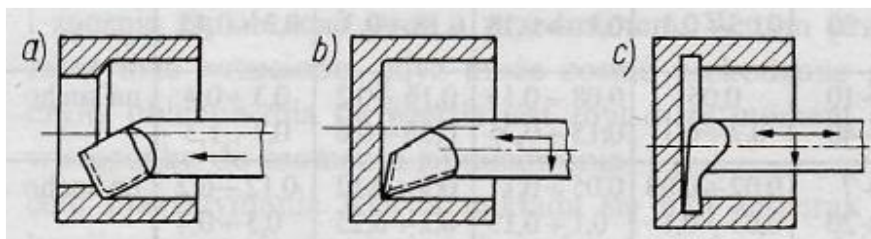
Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

Przy wierceniu długich otworów należy wykonać w czole przedmiotu ściśle centrycznie otwór na głębokość kilkunastu milimetrów, aby zapewnić dobre prowadzenie wiertła. W tym celu należy wywiercić mniejszy otwór i roztoczyć go nożem na średnicę wiertła właściwego. Jeżeli wiertło kręte po zetknięciu się z materiałem obrabianym zaczyna bić (brak nawiercenia lub źle wykonane nawiercenie), można temu zapobiec, przytrzymując wiertło w osi za pomocą kawałka miękkiej stali, zamocowanej w imaku nożowym (rys. 5.5.). Podparcie wiertła usuwa się, w chwili, gdy zagłębi się ono w materiał i wytworzy prowadzenie w otworze.

2.3 Roztaczanie i wytaczanie otworów

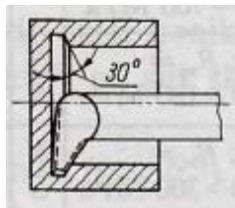
Roztaczanie otworów polega na powiększaniu średnicy otworów uprzednio odlanych, odkutych lub wywierconych. Stosuje się tu następujące typowe noże (rys. 5.5.):

- wytaczak prosty (rys. 5.5a),
- wytaczak spiczasty (rys. 5.5b),
- wytaczak hakowy (rys. 5.5c).



Rys. 5.5. Typowe noże do obróbki otworów.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

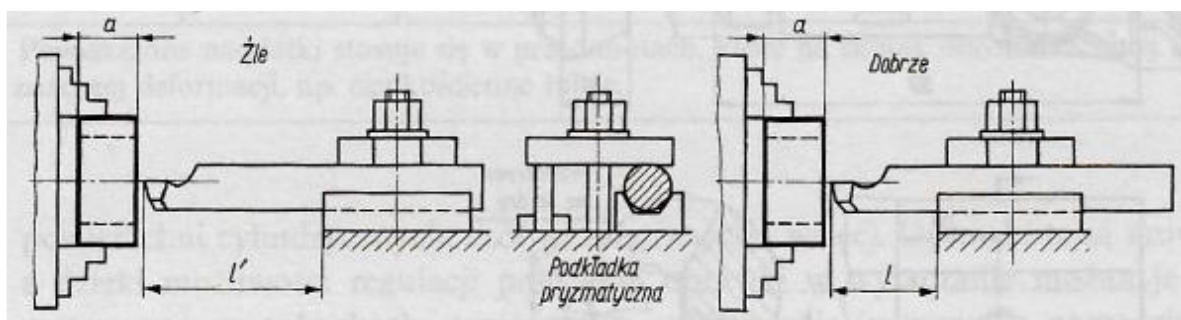


Rys. 5.6. Obróbka rowka wyjściowego dla gwintu.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

Wytoczenie wg rys. 5.5c wykonuje się często w celu zapewnienia wyjścia noża przy gwintowaniu. Korzystniejszy kształt rowka wyjściowego dla gwintu przedstawiono na rys. 5.6., co wymaga odpowiednio ukształtowanego noża. Dość częstym zabiegiem przy obróbce otworów jest wykonywanie wąskich wytoczeń pod sprężynujące pierścienie osadcze.

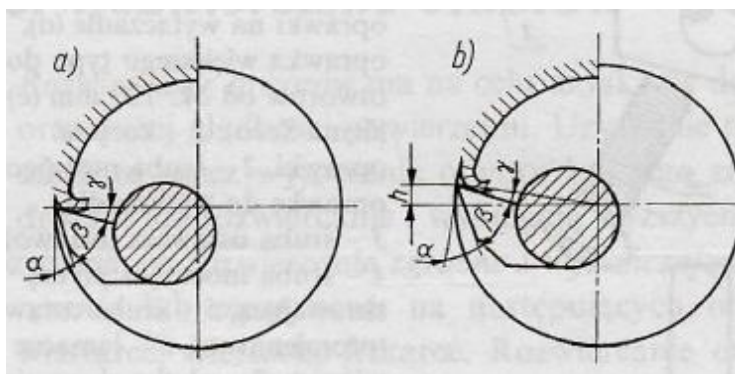
Zamocowanie noża w imaku tokarki powinno być możliwie krótkie (rys. 5.7.), aby zapewnić jak największą sztywność noża. Wysięg noża powinien być większy od głębokości otworu jedynie o taką wielkość, aby zapewnić obróbkę na całej długości i zapewnić konieczny wybieg narzędzia (1-2 mm). Przy nożach z chwytem kwadratowym poza podparcie w imaku wystaje cała część cylindryczna noża. Wykonywane są jednakże wytaczaki z chwytami cylindrycznymi, które umożliwiają ograniczenie wysięgu noża do wielkości koniecznej. Przy zamocowaniu noża z takimi chwytami jest wymagana podkładka pryzmatyczna (rys. 5.7).



Rys. 5.7. Wysięg noża przy roztaczaniu

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

Wierzchołek noża przy obróbce otworów jest zazwyczaj ustawiony na wysokości osi (Rys. 5.8a). W celu lepszego tłumienia drgań jest czasem stosowane ustawienie wierzchołka noża powyżej osi przedmiotu (rys. 5.8b), co powoduje zwiększenie kąta przyłożenia α i zmniejszenie kąta natarcia.



Rys.5.8 Ustawienie wierzchołka noża przy roztaczaniu.

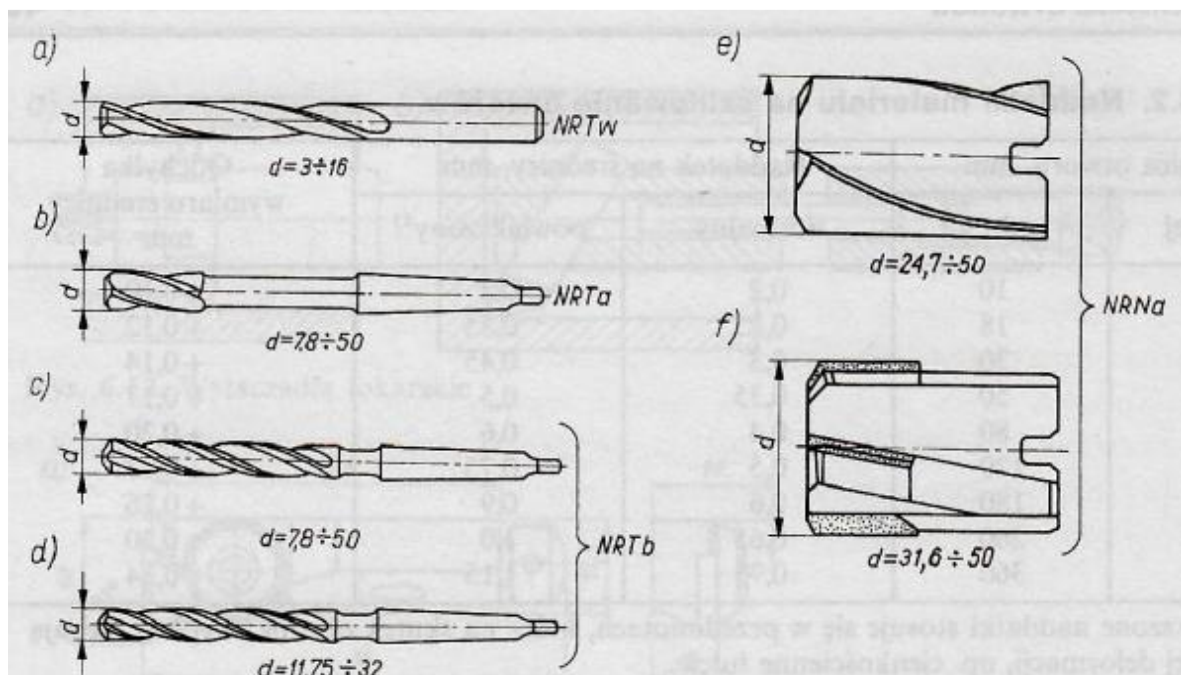
Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

2.4 Rozwiercanie otworów

Rozwiercanie otworów ma na celu uzyskanie dokładnego wymiaru i kształtu otworu oraz dużej gładkości powierzchni. Uzyskanie tych samych cech otworu jest również możliwe przez wytoczenie otworu lub jego szlifowanie, ale metody te są znacznie droższe niż rozwiercanie i wymagają wyższych kwalifikacji pracownika.

Rozróżnia się rozwiercanie zgrubne i wykańczające. Rozwiercanie może być wykonane maszynowo na następujących obrabiarkach: tokarce, rewolwerówce, wiertarce, wiertarko-frezarce. Rozwiercanie otworów na tokarce jest często i powszechnie stosowane. Rozwiercanie maszynowe jest zazwyczaj dwustopniowe: zgrubne i wykańczające (w wyjątkowych przypadkach, gdy zależy na bardzo dużej dokładności otworu, stosuje się rozwiercanie trójstopniowe).

Do rozwiercania zgrubnego służą rozwieraki zdzieraki (rys. 5.9a). Są to narzędzia najczęściej czterostrzowe o śrubowej linii zęba. Średnice ich są tak dobrane, aby po rozwierceniu zgrubnym pozostał naddatek materiału na rozwiercanie wykańczające. Rozwiertaki zdzieraki umożliwiają uzyskanie otworu w klasie tolerancji H11 i mają średnicę zawierającą odpowiedni naddatek lub też mają średnicę dla otworu na gotowo w klasie H11.



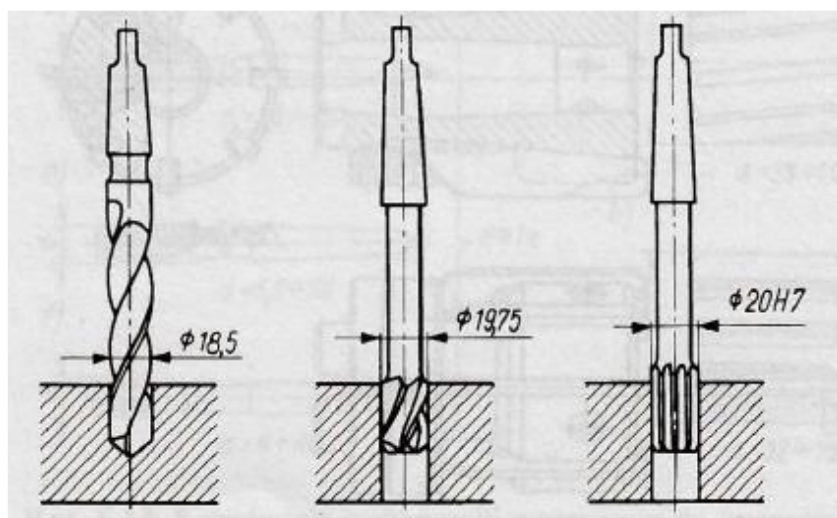
Rys. 5.9. Rozwiertaki zdzieraki maszynowe do otworów walcowych: a) trzpieniowy z chwytem walcowym, b) trzpieniowy krótki z chwytem stożkowym Morse'a, c) trzpieniowy ze stali szybkołotnącej z chwytem stożkowym Morse'a, d) trzpieniowy z ostrzami z węglików spiekanych chwytem stożkowym Morse'a, e) nasadzany ze stali szybkołotnącej, f) nasadzany z ostrzami z węglików spiekanych.

Źródło: E. Górski: Poradnik frezera. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 1999r.

Rozwiertaków wykańczaków używa się do rozwiercania otworu na gotowo, gdy dokładność otworu jest określona klasą tolerancji od 6 do 9. Kolejność zabiegów przy wykonywaniu otworu na tokarce jest następująca:

1. wiercenie otworu wiertłem,
2. rozwiercanie zgrubne,
3. rozwiercanie wykańczające.

Średnice kolejnych narzędzi muszą być odpowiednio dobrane tak, aby uzyskać odpowiednie nadatki na obróbkę (rys. 5.10).



Rys. 5.10. Dobór średnic narzędzi i kolejności obróbki przy wykonywaniu otworu 20H7

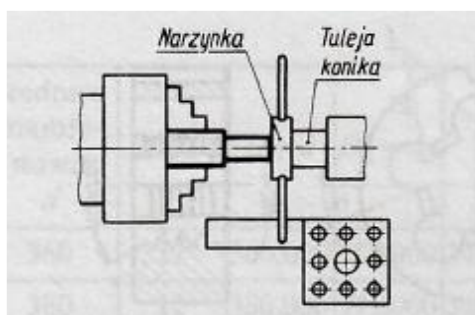
Źródło: E. Górski: Poradnik frezera. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 1999r.

2.5 Gwintowanie narzędziami samo prowadzącymi

Gwintowanie, czyli kształtowanie gwintów zewnętrznych i wewnętrznych wykonywane jest na drodze obróbki skrawaniem lub obróbki plastycznej. Gwintowanie ręczne wykonuje się za pomocą narzynek (gwintowanie zewnętrzne), gwintowników (gwintowanie wewnętrzne) oraz gwinciarek. Gwintowanie mechaniczne przeprowadza się na tokarkach (za pomocą narzynek, gwintowników, noży lub głowic gwinciarskich), na frezarkach (za pomocą frezów krążkowych i głowic frezowych), na wiertarkach (gwintowanie wewnętrzne za pomocą gwintowników) oraz na szlifierkach do gwintów (za pomocą ściernic). Gwintowanie metodami obróbki plastycznej odbywa się przez walcowanie i wygniatanie na walcarkach do gwintów.

2.5.1 Gwintowanie narzynką

Narzynkę stosuje się przy wykonywaniu gwintów o małych średnicach (do ok. M20). Narzynki są wykonywane w postaci nakrętki z kilkoma wybraniami, dzięki którym powstają powierzchnie natarcia (kąt natarcia γ), umożliwiające skrawanie. W wybrankach tych zbierają się wióry. Na obu czołach narzynki jest wykonany tzw. nakrój w formie fazy stożkowej, której ostrza wykonują zasadniczą pracę skrawania, podczas gdy pozostała część narzynki ma jedynie ostrza kalibrujące. Rozróżnia się dwa rodzaje narzynek: narzynkę otwartą i narzynkę zamkniętą albo kalibrującą.



Rys.5. 11. Gwintowanie narzynką na tokarce.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

Kolejność czynności przy gwintowaniu narzynką na tokarce jest następująca (rys. 5.11.) Trzpień do gwintowania zamocowuje się w uchwycie samocentrującym. Narzynkę z pokrętką przystawia się do czoła sworznia i lekko dociska tuleję konika. Chwyt pokrętki opiera się luźno na zamocowanym w imaku nożowym gładkim trzpieniu oporowym (może to być trzonek noża tokarskiego o odpowiedniej długości). W celu wprowadzenia narzynki na sworzeń obraca się ręką (za uchwyt) wrzeciono tokarki (2 do 3 obroty), dociskając jednocześnie narzynkę tuleją. Następnie po odsunięciu konika należy uruchomić wrzeciono. W czasie gwintowania, narzynka z pokrętką przesuwana jest w stronę uchwytu, przy czym chwyt pokrętki ślizga się po trzpieniu oporowym (wskazane jest posmarowanie trzpienia smarem stałym).

W czasie gwintowania trzpień smarować odpowiednim płynem. Zaleca się stosowanie następujących płynów:

- do stali węglowych – oleju wiertniczego (emulsji),
- do stali stopowych – oleju wiertniczego, terpentyny, pokostu,
- do żeliwa – na sucho lub nafty,

- do aluminium – emulsji lub spirytusu.

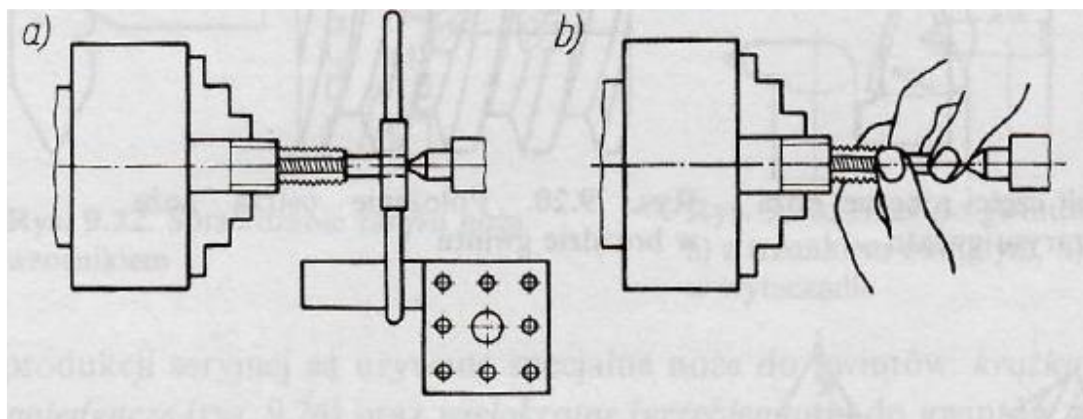
Orientacyjne prędkości skrawania przy gwintowaniu narzynką wynoszą:

- dla stali – 2,5:4 m/min,
- dla żeliwa – 4-:8 m/min,
- dla mosiądzu – 9 -: 15 m/min.

Podane prędkości skrawania odnoszą się do zakresu gwintów M6-: M24. Mniejszą prędkość skrawania należy przyjmować dla gwintów o mniejszej średnicy.

2.5.2 Gwintowanie gwintownikiem

Gwintowniki służą do wykonywania gwintów wewnętrznych i mogą być ręczne lub maszynowe. Przy gwintowaniu gwintownikiem na tokarce przystawia się gwintownik wraz z pokrętką do przedmiotu i podpira kłem konika (rys. 5.12a). Chwyt pokrętki opiera się na trzpieniu oporowym tak samo, jak przy gwintowaniu narzynką. Teraz należy uruchomić wrzeciono i „z czuciem” dociskać gwintownik kłem konika. Gdy gwintownik „złapie” materiał, sam złapie się do otworu. Trzeba więc tak przesunąć tuleję koniku, aby nadążyć za gwintownikiem. Należy stosować ciecze chłodząco-smarujące takie, jak przy gwintowaniu narzynką.



Rys. 5.12. Wykonywanie gwintu gwintownikiem na tokarce.

Źródło: K.Dudik, E.Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

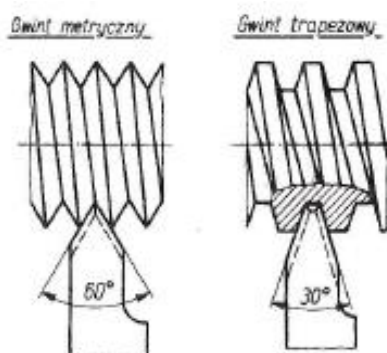
2.5.3 Nacinanie gwintów nożem

Gwintowanie nożem stosuje się, gdy dokładność i gładkość powierzchni gwintu ma być większa, niż osiągana przy gwintowaniu narzynką lub gwintownikiem. Również gwinty o dużych średnicach lub dużych skokach są nacinane nożem na tokarce. Noże do nacinania gwintu powinny spełniać dwa podstawowe warunki :

1. kształt części roboczej noża powinien być zgodny z zarysem gwintu (rys. 5.13.),
2. ostrze noża powinno swobodnie wchodzić w rowek gwintu, tak aby nie występowało tarcie powierzchni przyłożenia noża o gwint (rys. 5.14.).

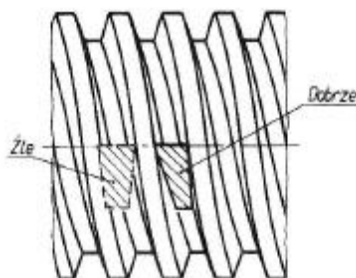
Wykonywanie gwintów na tokarce wymaga sprzężenia ruchu obrotowego przedmiotu z ruchem posuwowym noża tak, aby podczas jednego obrotu przedmiotu nóż przemie-

ścił się o wartość wymaganego skoku gwintu. Sprężenie tych ruchów jest realizowane za pomocą łańcucha kinematycznego, który składa się ze śruby pociągowej i zazębiających się ze sobą par kół zębatych przekładni.



Rys. 5. 13. Kształt części roboczej noża w zależności od zarysu gwintu.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.



Rys. 5.14. Położenie ostrza noża w bruzdzie gwintu.

Źródło: K. Dudik, E. Górski: Poradnik tokarza. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa 2000r.

3. Prace na frezarkach

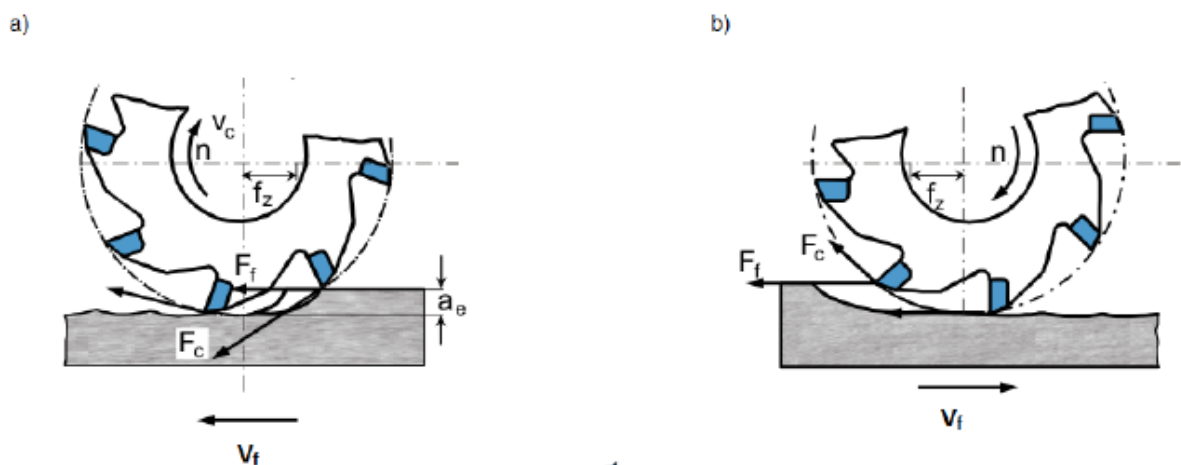
3.1 Obróbka płaszczyzn

Obróbka płaszczyzn może być prowadzona przez frezowanie walcowe (obwodowe) frezami walcowymi albo przez frezowanie czołowe frezami czołowymi (głowicami frezowymi) lub frezami walcowo-czołowymi.

Wyróżniamy dwie odmiany frezowania walcowego:

1. Frezowanie walcowe współbieżne (rys. 5.15a) – występuje, gdy kierunek ruchu przedmiotu obrabianego jest zgodny z kierunkiem pracy ostrzy narzędzia. Przy frezowaniu współbieżnym grubość warstwy skrawanej jest największa na początku pracy ostrza i najmniejsza na końcu pracy. W wyniku takiego rozkładu warstwy skrawanej, opory skrawania również osiągają wartość od największej do najmniejszej na końcu pracy ostrza. Frezowanie współbieżne charakteryzuje się udarową pracą ostrzy, co może prowadzić do skrócenia żywotności narzędzia oraz lepszą jakością powierzchni po obróbce ze względu na odprowadzanie wiórów ze strefy obróbki na powierzchnię już obrobioną.

2. Frezowanie walcowe przeciwbieżne (rys. 5.15b) – występuje, gdy kierunek ruchu przedmiotu obrabianego jest przeciwny do kierunku pracy ostrzy narzędzia. Przy frezowaniu przeciwbieżnym grubość warstwy skrawanej przez jedno ostrze rośnie od wartości zerowej do wartości maksymalnej, co wpływa na zmienny charakter oporów skrawania od zera do wartości maksymalnej. W początkowej fazie skrawania krawędź skrawająca trze o powierzchnię obrobioną, dopóki wzrastający nacisk krawędzi skrawającej nie stanie się odpowiedni do rozpoczęcia właściwego procesu skrawania. W wyniku zjawiska tarcia, krawędź skrawająca zużywa się bardziej niż w trakcie skrawania materiału. Z kinematyki frezowania przeciwbieżnego wynika, że materiał obrobiony usuwany przed narzędzie może prowadzić do zalepiania rowków wiórowych, gdyż wióra wyrzucane są przed narzędzie. Ponadto występuje pogorszenie warunków chłodzenia oraz wzrost chwilowych oporów skrawania, co prowadzi do zmniejszenia trwałości narzędzia.



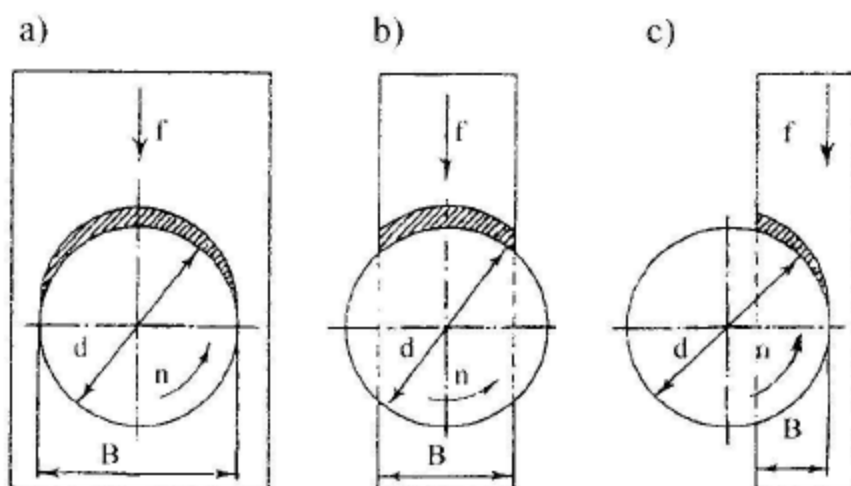
Rys. 5.15. Frezowanie: a) walcowe współbieżne, b) walcowe przeciwbieżne, c) walcowo-czołowe przeciw – współbieżne.

Źródło:

<http://pzurek.sd.prz.edu.pl/file/MjMsNjcsNTkzNCxd2ljemVuaWVfNF9mcmV6b3dhdmlLnBkZg==>

Frezowanie czołowe – ze względu na ustawienie osi narzędzia względem przedmiotu obrabianego można wyróżnić następujące odmiany (rys. 5.16.):

1. Frezowanie pełne – przy którym szerokość frezowania jest równa wartości średnicy narzędzia.
2. Frezowanie niepełne symetryczne – przy którym szerokość frezowania jest mniejsza od średnicy narzędzia, przy symetrycznym ustawieniu narzędzia względem przedmiotu.
3. Frezowanie niepełne niesymetryczne – przy którym szerokość frezowania jest mniejsza od średnicy narzędzia, a ustawienie narzędzia względem części obrabianej jest niesymetryczne.

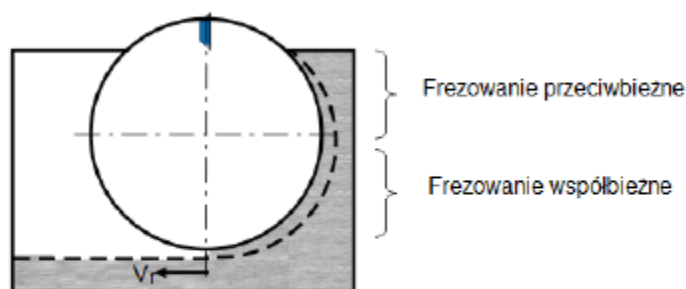


Rys. 5.17. Odmiany frezowania.

Źródło:

<http://pzurek.sd.prz.edu.pl/file/MjMsNjcsNTkzNCxjd2ljemVuaWVfNF9mcmV6b3dhbmllLnBkZg==>

Frezowanie walcowo-czołowe – jest odmianą frezowania neutralną, gdzie mogą wystąpić dwie kinematyczne odmiany, frezowanie współbieżne i przeciwbieżne. Stosunek udziału frezowania współbieżnego i przeciwbieżnego jest uzależniony od szerokości skrawania, co znacząco wpływa na charakter procesu skrawania, opory skrawania, chropowatość powierzchni, trwałość narzędzia itd. (rys. 5.17.).



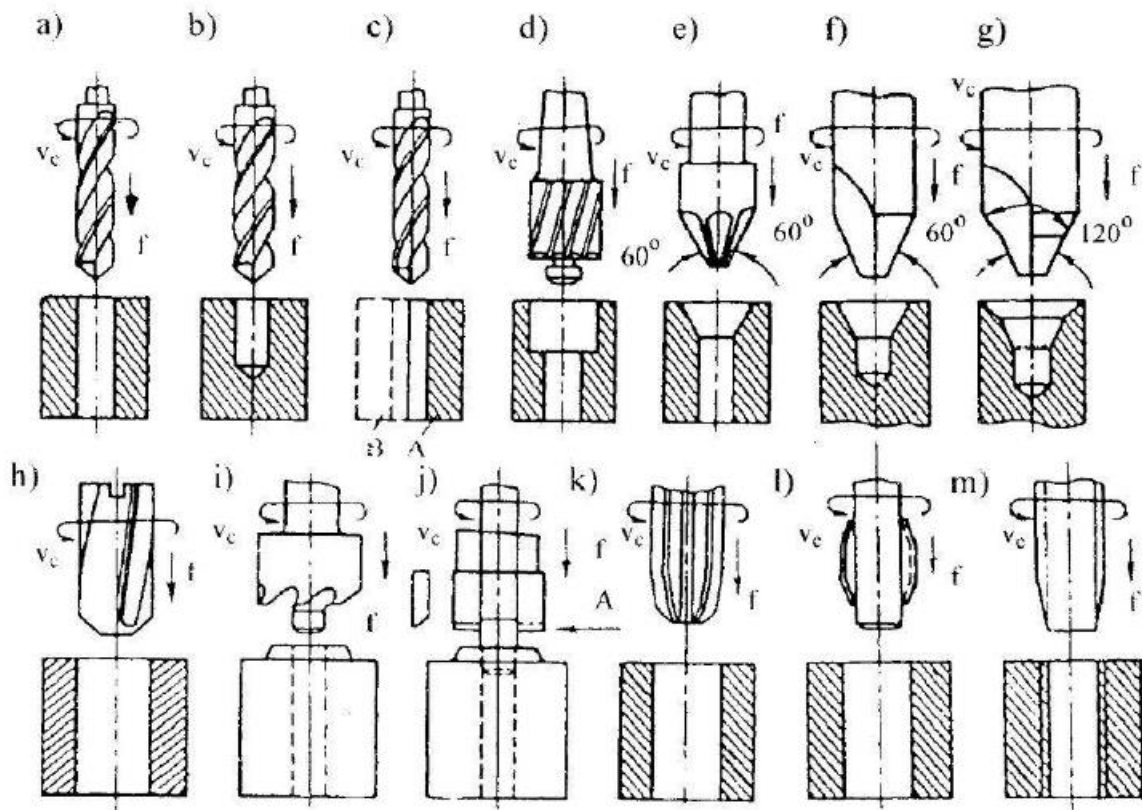
Rys. 5.17. Frezowanie walcowo-czołowe przeciwbieżne.

Źródło:

<http://zylka.sd.prz.edu.pl/file/MjMsNjcsMzUwMSxjd2ljemVuaWVfNF9mcmV6b3dhbmllLnBkZg>

4. Prace wykonywane na wiertarkach

Wiercenie, powiercanie, pogłębianie, rozwiercanie to odmiany kształtowania otworów, które są najczęściej wykonywane na wiertarkach. Na rys. 5.18. przedstawiono przykłady obróbki otworów, realizowanych na wiertarkach.



Rys. 5.18. Operacje obróbki otworów: a) wiercenie otworów przelotowych, b) nieprzelotowych, c) niepełnych, d) pogłębianie walcowe, e) stożkowe, f) nawiercanie nakiełka zwykłego, g) chromionego, h) rozwiercanie zgrubne, k, l) wykończeniowe, i, j) pogłębianie czołowe – planowanie nadlewów i wyrównywanie powierzchni czołowych, m) gwintowanie.

Źródło:

<http://zylka.sd.prz.edu.pl/file/MjMsNjcsMzUwMSxjd2ljemVuaWVfNV93aWVYyY2VuaWUucGRm>.

4.1 Charakterystyka operacji kształtowania otworów

4.1.1 Wiercenie

Jest sposobem obróbki otworów w pełnym materiale (rys. 5.18a, b, c,) z użyciem narzędzia jedno-, dwu- lub trzyostrzowego, zwanego wiertłem. Wiercenie można wykonywać na gotowo lub wstępnie z pozostawieniem naddatku na dalszą obróbkę, obróbkę wykończeniową. Otwory wiercone odznaczają się małą dokładnością wymiarowo-kształtową (IT10 – IT14), dużym rozbiciem, dużą chropowatością powierzchni, większą niż $Ra\ 5\ \mu m$. W trakcie wiercenia w pełnym materiale wiertłem krętym bierze udział pięć krawędzi skrawających: dwie główne, dwie pomocnicze i krawędź poprzeczna zwana ścinem. Rozdzielenie materiału w procesie wiercenia przebiega w znacznie trudniejszy sposób niż podczas toczenia. W początkowej fazie wiercenia krawędź ścina wgniata się w materiał obrabiany powodując jego odkształcenie plastyczne, aż do momentu rozdzielenia materiału przez główną krawędź skrawającą. Pomocnicza krawędź ma za zadanie doglądanie powierzchni powstałego otworu. Odprowadzenie wióra z przestrzeni i doprowadzenie cieczy chłodziwo-smarującej do przestrzeni obróbczej podczas procesu wiercenia jest znacznie utrudnione. W wyniku tego znaczna ilość ciepła wnika do narzędzia powodując jego przyspieszone zużycie.

4.1.2 Powiercanie

Powiercanie polega na powiększaniu średnicy istniejącego otworu za pomocą wiertła. Stosuje się je obróbki otworów o większej średnicy, gdy zastosowanie pojedynczego wiertła wiąże się ze wzrostem oporów skrawania lub gdy w stosunku do otworu stawiane są większe wymagania odnośnie jego dokładności.

4.1.3 Pogłębianie (rys. 5.19.)

Pogłębianie jest operacją polegającą na kształtowaniu powierzchni walcowej bądź czołowej, wcześniej wywierconego otworu. Pogłębiania wykonuje się np. w celu wykonania otworu stopniowanego, aby móc schować łeb śruby, podkładkę bądź uszczelkę.

4.1.4 Rozwiercanie

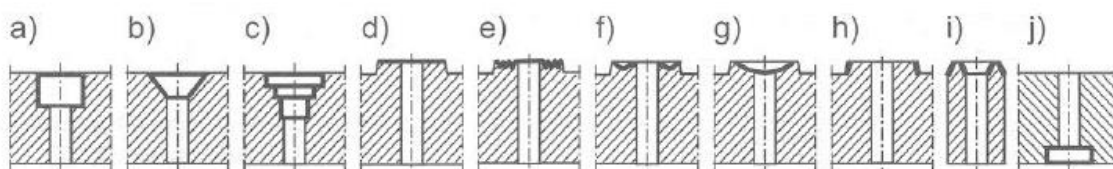
Rozwiercanie stosuje się wówczas, gdy istnieje konieczność zwiększenia dokładności wymiarowo-kształtowej otworów wierconych oraz poprawy chropowatości powierzchni. Jednakże w procesie rozwiercania nie zostaną poprawione błędy położenia osi otworu. Wyróżniamy rozwiercanie: zgrubne i wykończeniowe. Podczas rozwiercania zgrubnego dokładność kształtowo-wymiarowa plasuje się na poziomie IT 9-11 oraz chropowatość powierzchni $Ra = 2,5 - 5 \mu m$, natomiast przy rozwiercaniu wykończeniowym dokładność wykonywanego otworu zawiera się w przedziale IT 6 – 9, a parametr chropowatości powierzchni $Ra < 2,5 \mu m$.

4.1.5 Nawiercanie

Nawiercanie polega na wykonaniu w pełnym materiale odpowiednio ukształtowanego otworu. Otwory te służą za bazę obróbkową w wałkach lub jako otwory ułatwiające wejścia wiertła w materiał podczas wiercenia (rys. 5.20.).

4.1.6 Gwintowanie

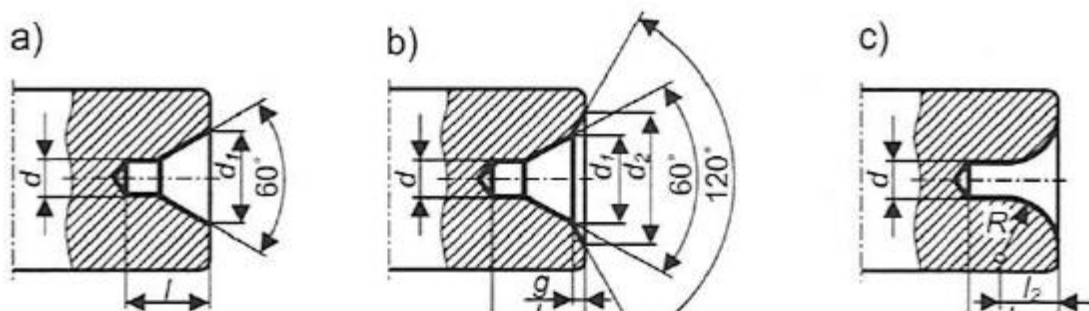
Gwintowanie polega na wykonaniu otworu kształtowego (o linii śrubowej) narzędziem zwanym gwintownikiem. Gwintownik o trzech lub czterech ostrzach zawiera zarys nacinanego gwintu. Gwint może być kształtowany również na powierzchni zewnętrznej za pomocą narzędzia zwanego narzynką.



Rys. 5.19 Przykłady pogłębień: a) walcowe, b) stożkowe, c) wielostopniowe, d, e, f, g, h, i) czołowe kształtowe, j) wsteczne (tylne).

Źródło:

<http://zylka.sd.prz.edu.pl/file/MjMsNjcsMzUwMSxjd2ljemVuaWVfNV93aWVyY2VuaWUucGRm>.



Rys. 5.20. Typy nakiełków znormalizowanych: a) zwykły, b) chroniony, c) promieniowy.

Źródło:

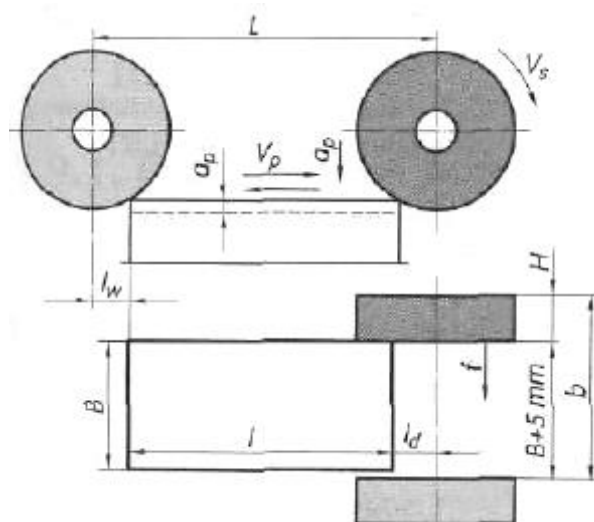
<http://zylka.sd.prz.edu.pl/file/MjMsNjcsMzUwMSxjd2ljemVuaWVfNV93aWVvY2VuaWUucGRm>.

5. Prace wykonywane na szlifierkach

Głównym zadaniem szlifowania jest obróbka twardych materiałów w celu uzyskania dużej dokładności wymiarów i kształtu oraz małej chropowatości powierzchni $Ra = 0,16 \mu m$, a nawet poniżej.

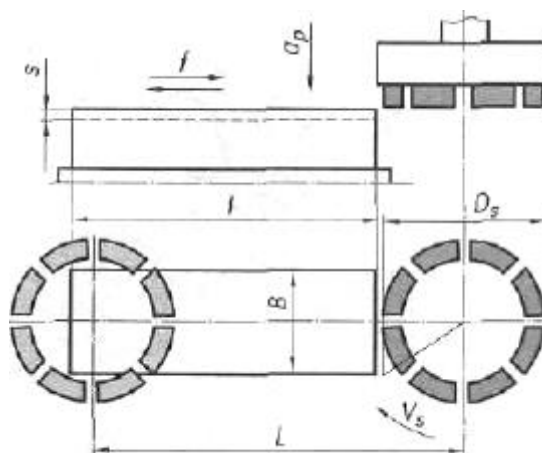
Ze względu na zadania obróbkowe występujące w procesach wytwarzania, części maszyn oraz układy kinematyczne szlifowanie można podzielić na:

- szlifowanie płaszczyzn – obwodem tarczy (rys. 5.21.); przy wzdluznym ruchu posuwowym prostoliniowym zwrotnym i skokowym poprzecznym przedmiotu, przy wzdluznym ruchu posuwowym prostoliniowym, zwrotnym obrotowym przedmiotu – czołem tarczy (rys. 5.22.); przy ruchu posuwowo-zwrotnym przedmiotu, przy posuwie w kierunku czoła tarczy (nieduże powierzchnie) i przy ruchu obrotowym przedmiotu;
- szlifowanie na okrągło – obwodem tarczy; wzdluzne zewnętrzne i wewnętrzne przy ruchu obrotowym i posuwowym prostoliniowo-zwrotnym przedmiotu, poprzeczne zewnętrzne i wewnętrzne przy ruchu obrotowym i posuwowym promieniowym przedmiotu – czołem tarczy przy ruchu obrotowym przedmiotu (niewielkie powierzchnie walcowe);
- szlifowanie gwintów zewnętrznych i wewnętrznych ściernicami pojedynczymi lub wielokrotnymi;
- szlifowanie uzębień kół zębatych – kształtowe, obwiedniowe, szlifowanie powierzchni profilowych – płaskich z posuwem wzdluznym przedmiotu, obrotowych zewnętrznych i wewnętrznych z ruchem obrotowym i posuwem promieniowym przedmiotu oraz walcowo-czołowych z ruchem obrotowym przedmiotu i posuwem prostopadłym lub ukośnym ściernicy (powierzchnie profilowe powstają przez odwzorowanie zarysu ściernicy);
- szlifowanie powierzchni kształtowych wypukłych i wklęsłych o podwójnych krzywiznach wg kopiału lub programu numerycznego.



Rys. 5.21. Szlifowanie powierzchni obwodem ściernicy.

Źródło: Józef Zawora. Podstawy technologii maszyn, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009



Rys. 5.22. Szlifowanie powierzchni czołem ściernicy.

Źródło: Józef Zawora. Podstawy technologii maszyn, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Bibliografia:

1. Dillinger J., Heinzler M., Dobler H.-D. (2013). *Technologia mechaniczna Podręcznik Część 1*. Warszawa: Wydawnictwo Rea
2. Górecki J., (2011). *Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
3. Cichosz P. (2013). *Narzędzia skrawające*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
4. Dobrzański L. (2003). *Metalowe materiały inżynierskie*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
5. Dudik K., Górski E. (2013). *Poradnik tokarza*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
6. Górski E. (2012). *Poradnik frezera*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
7. Grzesik W. (2012). *Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych Wydanie 2* Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
8. Olszak W. (2008). *Obróbka skrawaniem*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
9. Paderewski K. (1993). *Obrabiarki*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
10. Potrykus J. (2012) *Poradnik mechanika*. Warszawa: Wydawnictwo Rea

Netografia

11. <http://www.abplanalptools.pl/katalog-narzedzi> - Katalog narzędzi Abplanalptools
12. <http://www.hoffmann-group.com/pl/produkty/katalog-narzedziowy.html#c2446> - Katalog narzędzi Hoffmann Group
13. <http://www.katalogi-narzedziowe.pl/katalogi-producentow/narzedzia-skrawajace> - Katalogi narzędziowe
14. <http://www.mitsubishicarbide.com/EU/pl/product/catalog/catalog.html> - Katalog narzędzi Mitsubishi
15. <http://www.poltra.pl/korloy/?url=korloy> - Katalog narzędzi Korloy
16. www.zasada.ps.pl/dydaktyk.html - Strona dr inż. Marka Zasady
- 17.