

4.4. Wiercenie: narzędzia do obróbki otworów, wiertarki, prace wykonywane na wiertarkach

4.4.1. Materiał nauczania

Wiercenie jest rodzajem obróbki skrawaniem polegającym na wykonywaniu otworów o przekroju kołowym za pomocą wiertel oraz innych narzędzi specjalnych. Wiercenie może być wykonywane w pełnym materiale lub może być, tzw. wierceniem wtórnym, zwanym również powiercaniem, polegającym na powiększaniu średnicy otworu już istniejącego. Celem wiercenia może być wykonanie gotowego otworu, przygotowanie otworu do dokładnego rozwiercania lub przygotowanie otworu np. do wykonania gwintu. Wiercone otwory mogą być przelotowe lub nieprzelotowe. Otwory nieprzelotowe wiercone wiertłami mają dno w kształcie stożka, będącego odwzorowaniem kształtu wiertła. Otwory wiercone za pomocą specjalnych narzędzi stosowanych na obrabiarkach CNC mogą mieć dno płaskie.

Wiercenie, pogłębianie i rozwiercanie może być wykonywane na: wiertarkach, tokarkach rewolwerówkach, automatach i półautomatach tokarskich, wiertarko-wytaczarkach, frezarkach, obrabiarkach zespołowych, frezarkach i centrach sterowanych numerycznie.

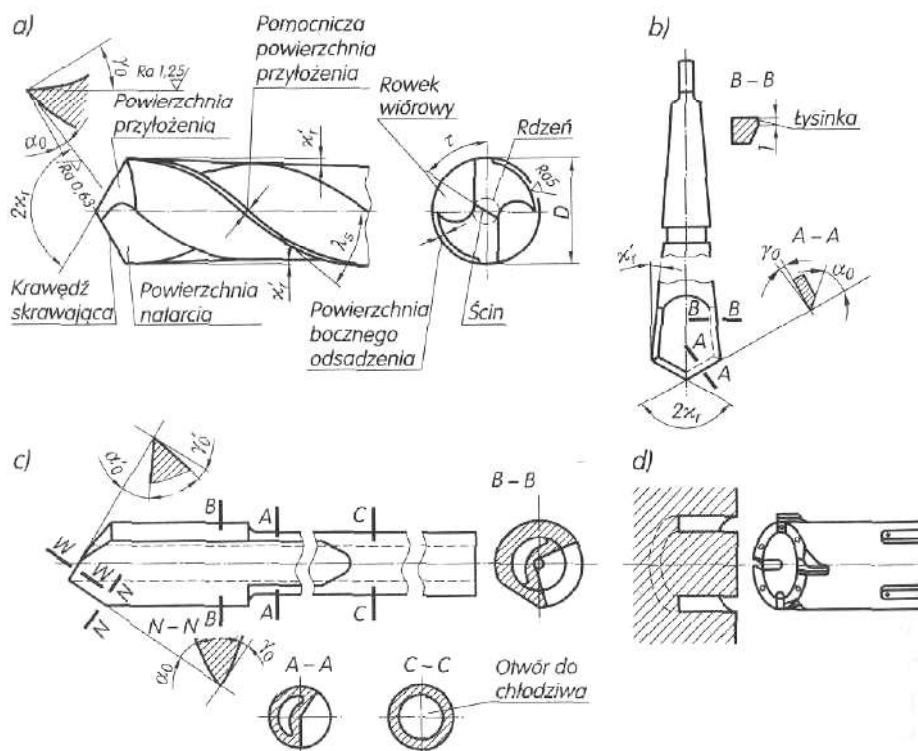
W zależności od rodzaju obrabiarki ruch główny (obrotowy) oraz ruch posuwowy może być realizowany w następujących układach:

- przedmiot jest nieruchomy, wiertło obraca się wokół swojej osi i wykonuje ruch posuwowy (np. wiertarki, frezarki i centra obróbkowe CNC),
- wiertło stoi i wykonuje ruch posuwowy, przedmiot obraca się (np. tokarki),
- wiertło i przedmiot wykonują ruchy obrotowe wokół wspólnej osi (ruch posuwowy może wykonywać narzędzie lub przedmiot obrabiany).

Wiercenie może odbywać się za pomocą wiertel krętych i piórkowych w przypadku krótkich otworów oraz wiertel specjalnych do długich otworów. Wiertła kręte są najbardziej rozpowszechnione (rys. 29a). Geometria wiertel, a w szczególności kąt pochylenia krawędzi skrawającej oraz kąty przystawienia, zależą od rodzaju materiału obrabianego. Wiertła stosowane do obróbki stali niestopowej mają kąty $\lambda_s = 20 \div 30^\circ$ i $2\kappa_r = 118^\circ$, stali stopowej - $\lambda_s = 20 \div 30^\circ$ i $2\kappa_r = 130^\circ$, stopów aluminium, miedzi i tworzyw sztucznych - $\lambda_s = 30 \div 40^\circ$ i $2\kappa_r = 140^\circ$. W celu zmniejszenia sił tarcia wiertła kręte są zbieżne w kierunku chwytu. Wartość zbieżności zależy od średnicy wiertła i jest podawana w mm na 100 mm długości. Wiertła o średnicy od $1 \div 6$ mm mają zbieżność $0,02 \div 0,07 \frac{mm}{(100 mm \text{ długości})}$,

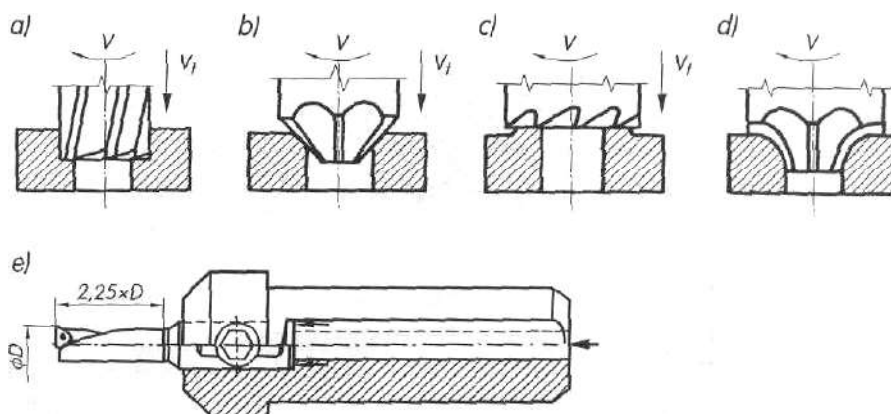
powyżej $6 \div 10$ mają zbieżność: $0,04 \div 0,08 \frac{mm}{(100 mm \text{ długości})}$.

Wiertła o średnicy poniżej 1 mm nie mają zbieżności. Dokładność wiercenia zależy w znacznej mierze od symetrii ostrzy. Wiertła piórkowe są uważane za narzędzia specjalne. Są stosowane w przemyśle precyzyjnym do wiercenia otworów o średnicach mniejszych niż 1 mm. Wiertła do długich otworów mają specjalną konstrukcję z doprowadzeniem chłodziwa i odprowadzeniem chłodziwa z wiórami. Wiertła o niedużych średnicach z chwytym cylindrycznym są mocowane w uchwytach samocentrujących lub oprawkach sprężystych. Wiertła większe mają chwyt ze stożkiem Morse'a i są mocowane w gniazdach stożkowych wrzecion obrabiarek. Jeżeli średnica chwytu wiertła jest mniejsza od średnicy gniazda, to do mocowania stosuje się znormalizowane stożkowe tulejki redukcyjne. Klasa dokładności wiercenia jest rzędu IT 11 ÷ 13, a chropowatość powierzchni: $R_a = 5 \div 20 \mu m$.



Rys. 29. Wiertła: a) kręte, b) piórkowe, c) lufowe (do długich otworów), d) rurowe.
Źródło: Brodowicz W.: Skrawanie i narzędzia. WSiP, Warszawa 1998

Pogłębianie otworów polega na wykonaniu w istniejącym otworze zagłębienia stożkowego, walcowego, walcowego stopniowanego, kształtowego, jak również obróbki powierzchni czołowej otworu za pomocą pogłębiaczy. Ruchy główne i pomocnicze mogą być realizowane podobnie jak w procesie wiercenia. W przypadku obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie za pomocą narzędzi z wymiennymi płytkami pogłębianie i rozwiercanie może być wykonywane tym samym narzędziem co wiercenie (rys. 30). Typowe pogłębiacze mogą być wykonywane jako jednolite lub nasadzane. Pogłębianie pozwala na osiągnięcie klasy dokładności IT 11 i chropowatości $R_a = 2,5 \div 10 \mu m$.

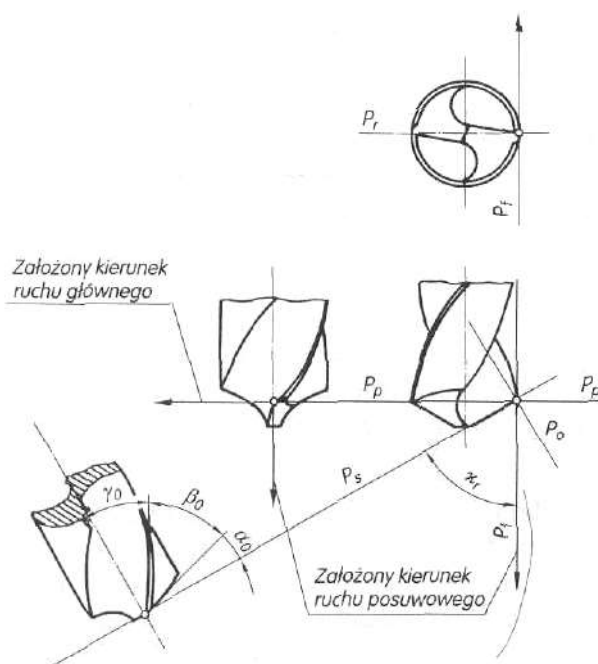


Rys. 30. Przykłady pogłębiania na obrabiarkach: a) walcowo-czołowe, b) stożkowe, c) płaskie, d) kształtowe, e) uniwersalne narzędzie do wiercenia, pogłębiania i rozwiercania na obrabiarkach CNC; v - prędkość obrotowa, v_f - prędkość posuwu.
Źródło: Brodowicz W.: Skrawanie i narzędzia. WSiP, Warszawa 1998

Rozwiercanie polega na usuwaniu niewielkich naddatków materiału z wierconych uprzednio otworów za pomocą rozwiertaków (lub narzędzi do wiercenia, które pracują wg parametrów skrawania obróbki wykańczającej – w przypadku określonych zabiegów na obrabiarkach z NC). Celem rozwiercania jest poprawienie dokładności wymiarów i kształtów otworów oraz zmniejszenie chropowatości powierzchni, jak również poprawienie innych parametrów struktury geometrycznej powierzchni rozwiercanego otworu.

Rozwiertaki maszynowe są narzędziami wieloostrzowymi, które mogą mieć ostrza proste lub śrubowe. Rozwiertaki ujęte są w Polskich Normach. Wyróżnia się zdzieraki (PN-74/M-57025) i wykańczaki (PN-89/M-58902). Zdzieraki służą do rozwiercania zgrubnego otworów w klasie dokładności IT10 i chropowatości powierzchni $R_a = 2,5 \div 5 \mu\text{m}$. Wykańczaki są używane do rozwiercania otworów na gotowo w klasie dokładności IT6÷10 i chropowatości powierzchni $R_a = 0,32 \div 0,25 \mu\text{m}$. Rozwiertaki stożkowe są przeznaczone do rozwiercania otworów ze stożkiem Morse'a o zbieżności 1:50, 1:30 oraz 1:10, 1:5 i innych. Rozwiercanie stożków o zbieżności większej niż 1:30 jest poprzedzane rozwiercaniem zgrubnym.

Elementem bazowym narzędzi do otworów jest ich oś. Układ odniesienia narzędzi do otworów (np. wiertel krętych - rys. 31) tworzą płaszczyzny: podstawowa P_r , która przechodzi przez oś narzędzia i określony punkt na krawędzi skrawającej, boczna prostopadła do P_r i równoległa do kierunku posuwu, tylna P_p prostopadła do P_r i P_f , skrawająca P_r styczna krawędzi skrawającej w określonym punkcie i prostopadła do P_r przekroju głównego P_o , przechodząca przez określony punkt krawędzi skrawającej prostopadle do płaszczyzny P_s i P_r .



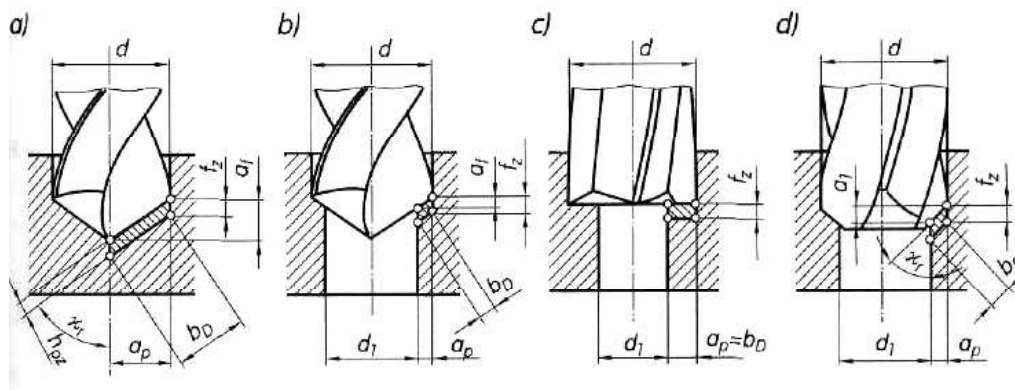
Rys. 31. Układ odniesienia narzędzi do otworów

Źródło: Brodowicz W.: Skrawanie i narzędzia. WSiP, Warszawa 1998

Kąty w przekroju głównym są określane tak samo jak w nożu tokarskim.

Technologiczne parametry skrawania w konwencjonalnych narzędziach do otworów to: prędkość skrawania v_c w m/min obliczana dla średnicy zewnętrznej narzędzia, posuw f_z w mm/obr, posuw na jedno ostrze, głębokość skrawania a_p w mm równa połowie średnicy wiertła przy wierceniu lub połowie różnicy średnic po i przed obróbką przy powiercaniu, pogłębieniu czołowym i rozwiercaniu.

Parametry geometryczne skrawania przy wykonywaniu otworów to grubość h_{Dz} , szerokość b_D i przekrój warstwy skrawanej A_{Dz} przez jedno ostrze (rys. 32). Składowe siły skrawania oblicza się wg wzorów doświadczalnych. Wartości technologicznych parametrów skrawania przyjmuje się na podstawie nomogramów i katalogów firmowych w zależności od rodzaju obróbki.



Rys. 32. Elementy warstwy skrawanej: a) przy wierceniu w pełnym materiale, b) podczas wiercenia wtórnego, c) podczas pogłębiania, d) podczas rozwiercania

a_p – głębokość skrawania,

d – średnica narzędzia,

f_z – posuw na ząb,

d_1 – średnica początkowa otworu,

h_{pz} – grubość warstwy skrawanej jednym ostrzem,

b_D – szerokość warstwy skrawanej,

r_c – połowa kąta wierzchołkowego,

a_f – głębokość warstwy skrawanej w kierunku posuwu.

Źródło: Brodowicz W.: Skrawanie i narzędzia. WSiP, Warszawa 1998

Do zabiegów wykonywania otworów zalicza się nawiercanie za pomocą dwuostrzowych nawiertaków, np. wykonanie nakiełków, które mogą być zwykłe (60°) – typ A lub chronione (60° oraz 120°) – typ B. Nakiełki są wykonywane w celu prowadzenia wiertła we wstępnym etapie procesu wiercenia lub do bazowania przedmiotu w kłach.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie znasz rodzaje wiertarek?
2. Jaki jest podział wiertel?
3. Jakie są typowe prace wykonywane na wiertarkach?
4. Jakie parametry skrawania są dobierane przy wierceniu?
5. Na czym polega rozwiercanie?
6. Do czego służy pogłębiacz?