

KATEDRA TECHNIK WYTWARZANIA I AUTOMATYZACJI

Przedmiot: **Obróbka skrawaniem i narzędzia**

Temat ćwiczenia: **Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie,
gwintowanie**

Numer ćwiczenia:
4

1. Cel ćwiczenia

Poznanie operacji wiercenia, rozwiercania, pogłębiania, gwintowania, budowy narzędzi oraz parametrów skrawania i parametrów warstwy skrawanej a także sił i zapotrzebowania mocy do tych operacji. Obliczanie czasu głównego dla tych zabiegów. Praktyczne poznanie wszystkich rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na wiertarce.

2. Przebieg ćwiczenia

W ramach ćwiczenia należy:

- 1) Zapoznanie się z rodzajami i budową narzędzi do wiercenia, rozwiercania, pogłębiania, gwintowania.
- 2) Przeprowadzenie operacji obróbkowych na wiertarce kolumnowej:
 - a) wiercenia,
 - b) rozwiercania,
 - c) pogłębiania walcowego i stożkowego,
 - d) gwintowania maszynowego,
- 3) Przeprowadzenie prób wiercenia z różnymi parametrami obróbki i określenie ich wpływu na proces tworzenia wióra i chropowatość obrabianej powierzchni.

3. Wytyczne do opracowania sprawozdania

Sprawozdanie wykonane ręcznie powinno zawierać:

- przebieg ćwiczenia (w punktach)
- schemat operacji tokarskich
- zadanie obliczeniowe

Uwagi:

Po wykonaniu ćwiczenia należy sporządzić sprawozdanie wg wytycznych zawartych w niniejszej instrukcji.

Wprowadzenie

Wiercenie, powiercanie, rozwiercanie pogłębianie, to odmiany kształtowania otworów. We wszystkich tych odmianach ruch główny, obrotowy oraz ruch posuwowy wykonuje narzędzie (poza obróbką na tokarkach). Operacje kształtowania otworów głównie wykonuje się na wiertarkach i frezarkach oraz na tokarkach, gdy otwór wykonywany jest w osi obrotu przedmiotu obrabianego.

Operacje wiertarskie można podzielić na:

- wiercenie w pełnym materiale
- powiercanie,
- rozwiercanie,
- pogłębianie,
- gwintowanie.
- nawiercanie

1. Wiercenie

Jest sposobem obróbki otworów w pełnym materiale, 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 rozbiem, dużą chropowatością powierzchni, większą niż Ra 5 μm. 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 dogładzanie powierzchni powstałego otworu. Odprowadzenie wióra z przestrzeni i doprowadzenie cieczy chłodząco – smarującej do przestrzeni obróbczej podczas procesu wiercenia jest znacznie utrudnione. W wyniku tego znaczna ilość ciepła wnika do narzędzia powodując jego przyspieszone zużycie.

1.1. Parametry technologiczne i geometryczne przy wierceniu

- **prędkość obrotowa narzędzia n [obr/min],**
- **Prędkość skrawania v_c [m/min]** – podczas obróbki narzędziem wielostrzowym jest to prędkość obwodowa punktu krawędzi skrawającej położonego w największej odległości od osi narzędzia. Prędkość skrawania jest funkcją średnicy narzędzia i prędkości obrotowej **n**. W procesie wiercenia oraz nawiercania prędkość skrawania zmienia się od $v_c=0$ w osi narzędzia do $v_c=\max$ na jego obwodzie. W związku z tym w każdym punkcie krawędzi skrawającej wartość prędkości skrawania jest inna, co ma istotny wpływ na nierównomierne zużycie narzędzia. Prędkość skrawania w punkcie położonym na określonej średnicy wyraża się zależnością:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

V_c – prędkość skrawania [m/min]

D - średnica narzędzia [mm]

n - prędkość obrotowa wrzeciona [obr/min]

- **Posuw f_n [mm/obr]** – jest to przemieszczenie narzędzia o wartość posuwu [mm] przypadające na jeden obrót narzędzia.
- **Posuw na minutę f_t [mm/min]** – jest to przemieszczenie narzędzia przypadające w ciągu jednej minuty. Posuw ten możemy wyrazić zależnością:

$$f_t = f \cdot n$$

- **Posuw na ostrze (ząb) f_z [mm/ostrze]** – jest to przemieszczenie narzędzia przypadające na jedno ostrze narzędzia. Posuw ten możemy wyrazić zależnością:

$$f_z = \frac{f}{z} = \frac{f_t}{z \cdot n}, \text{ gdzie}$$

z – liczba ostrzy

- **Głębokość skrawania a_p [mm]** – zależy od średnicy obrabianego otworu oraz od rodzaju obróbki. W procesie wiercenia, czyli wykonywania otworu w pełnym materiale głębokość skrawania równa jest połowie średnicy wierzonego otworu. W pozostałych procesach głębokość skrawania równa jest połowie różnicy wymiarów średnicy otworu wykonywanego i otworu wstępного. Głębokość skrawania można wyrazić zależnością:
- **Parametry geometryczne warstwy skrawanej** – określenie warstwy skrawanej definiuje się przy użyciu parametrów szerokości b i grubości h , gdzie:

$$K_r = \frac{\sigma}{2}$$

κ_r – kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej [°]

σ – kąt wierzchołkowy wiertła [°]

$$b = \frac{a_p}{\sin K_r}$$

b – szerokość warstwy skrawanej [mm]

a_p – głębokość skrawania [mm]

$$h = f_z \cdot \sin K_r$$

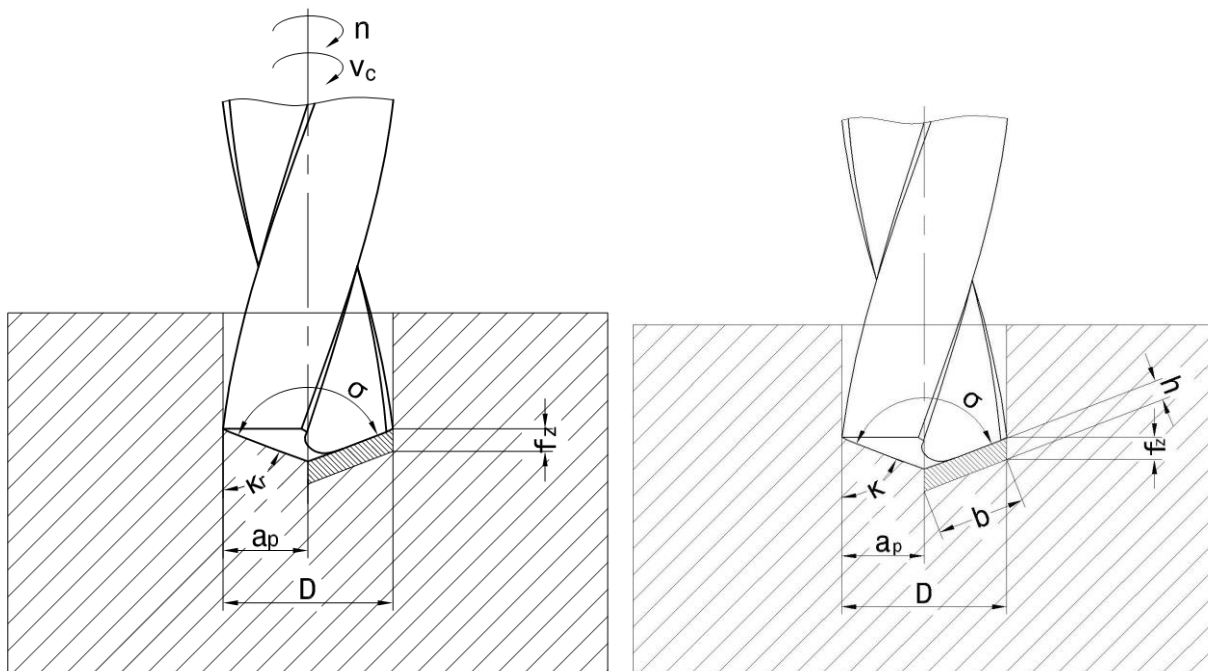
h – grubość warstwy skrawanej [mm]

f_z – wartość posuwu na ząb [mm]

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h$$

A – przekrój warstwy skrawanej [mm²]

Na rys. 1 przedstawiono widok operacji wiercenia w pełnym materiale z zaznaczonymi parametrami technologicznymi oraz parametrami geometrycznymi.



Rys. 1. Parametry technologiczne oraz geometryczne podczas wiercenia w pełnym materiale.

1.2. Siły skrawania

Do obliczenia całkowitej siły skrawania przy wierceniu można zastosować równanie dla toczenia. W związku z tym obowiązują poniższe zależności:

- siła skrawania F_c przypadająca na jedno ostrze

$$F_c = a_p \cdot f_z \cdot k_c$$

F_c – siła skrawania przypadająca na jedno ostrze [N]

a_p – głębokość skrawania [mm]

f_z – posuw na ząb [mm/ząb]

k_c – właściwy opór skrawania [N/mm^2]

1.3. Moment obrotowy i moc skrawania

Na ogół przy wierceniu moc oblicza się na podstawie momentu obrotowego:

- moment obrotowy M_c

$$M_c = \frac{F_c \cdot z \cdot D}{1000 \cdot 2 \cdot 2}$$

F_c – siła skrawania

D – zewnętrzna średnica otworu

z – liczba ostrzy

$$M_c = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$$

P_c – moc skrawania [kW]

n – prędkość obrotowa [obr/min]

- moc skrawania P_c

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a – moc napędu [kW]

η – współczynnik sprawności

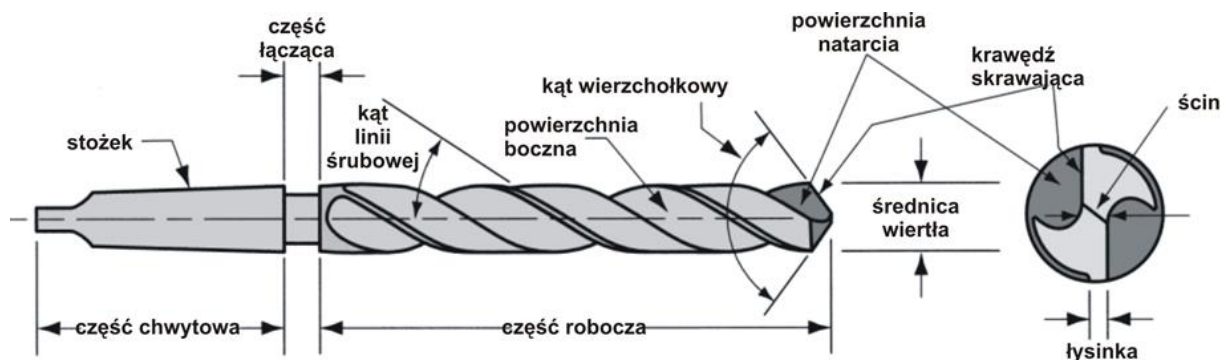
$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000}$$

v_c – prędkość skrawania [m/min]

1.4. Narzędzia do wiercenia

Wiertła kręte

Wiertła kręte są narzędziami trzpieniowymi. Do najczęściej stosowanych należą wiertła kręte mające dwa ostrza robocze oraz dwa rowki służące do transportu materiału obrobionego w postaci wiórów. Wiertła te są prowadzone w otworze za pomocą dwóch łysek rozmieszczonych śrubowo na walcowej części narzędzia. Na rys. 2 przedstawiono budowę oraz elementy składowe wiertła krętego.



Rys. 2. Budowa wiertła krętego.

Wiertła kręte są podstawowym rodzajem narzędzi przeznaczonych do wykonywania otworów walcowych, przy czym typowe ich zastosowania można określić następująco:

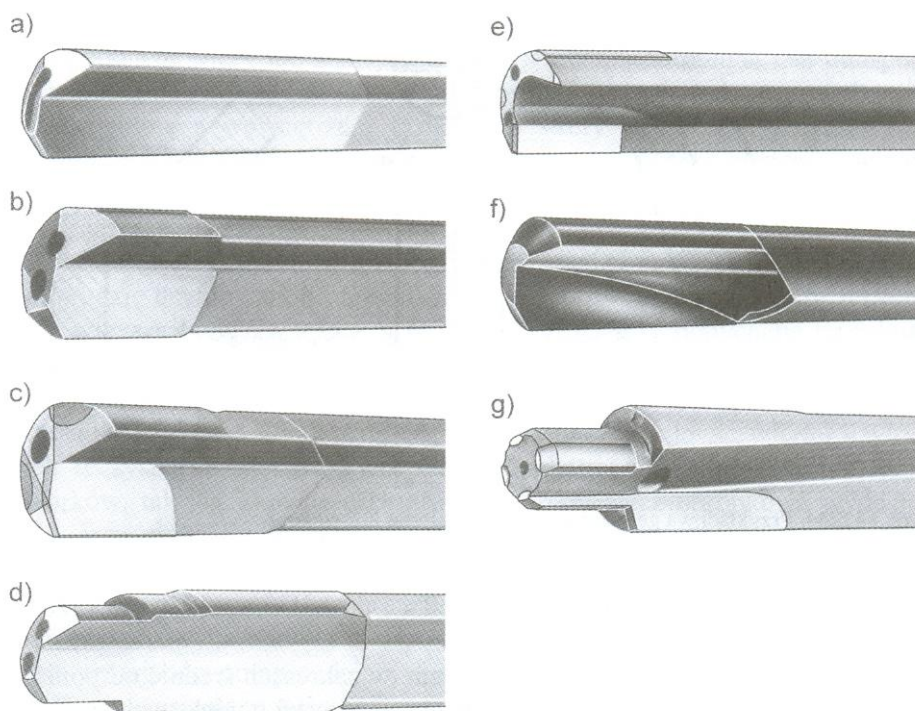
- wiercenie otworów na gotowo,
- wiercenie otworów pod rozwiercanie bądź pogłębianie
- wiercenie otworów pod gwint.

Wiertła piórkowe

Wiertła piórkowe należą do narzędzi specjalnych. Ich zastosowaniem jest obróbka otworów walcowych o niewielkiej głębokości, zwłaszcza w twardych materiałach, a w szczególności otworów o małych średnicach – od 0,05 do 0,3 mm.

Wiertła do głębokich otworów – wiertło lufowe

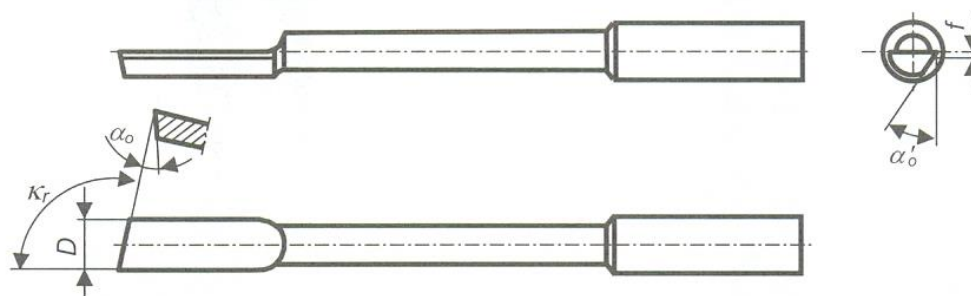
Najpopularniejszym rodzajem wiertel do głębokich otworów jest wiertło lufowe. Wiertło lufowe przeznaczone jest do wiercenia otworów o głębokości ($15 - 100 \times d$ i więcej). Wiertło składa się z części roboczej wykonanej ze stali szybko tnącej lub węgla spiekanego, rury cienkościennej ze stali stopowej i chwytu ze stali niestopowej jakościowej. Praca wiertła może odbywać się sposobem ciągłym dzięki doprowadzeniu do strefy skrawania cieczy chłodząco – smarującej pod wysokim ciśnieniem, która oprócz chłodzenia pełni funkcję wypłukiwania wiórów z obszaru obróbki. Na rys. 3 przedstawiono przykłady części roboczych wiertel lufowych.



Rys. 3. Przykłady części roboczych wiertel lufowych.

Wiertła do głębokich otworów – wiertło działowe

Wiertło działowe pracuje z niewielkim posuwem ze względu na możliwość zakleszczenia w otworze w związku z tym wydajność obróbki jest bardzo niewielka. Stosuje się je do wykonywania otworów o średnicach poniżej 0,1 mm. Budowa wiertła działowego przedstawiona została na rys. 4.

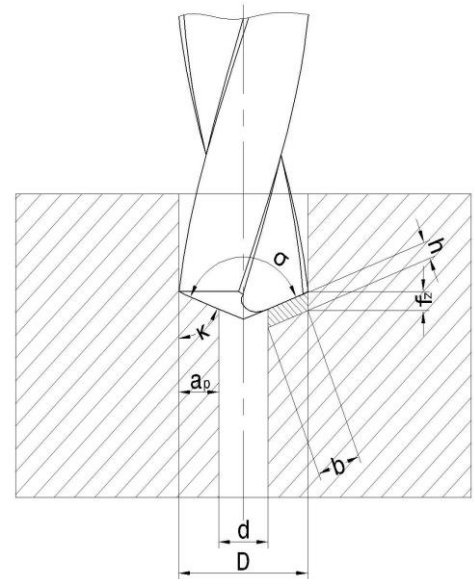


Rys. 4. Budowa wiertła działowego.

Powiercanie (rys.5)

Powiercanie polega na powiększaniu średnicy istniejącego otworu za pomocą wiertła. Stosuje się je obróbki otworów o większej średnicy, gdy zastosowanie pojedynczego wiertła

wiąże się z wzrostem oporów skrawania lub gdy w stosunku do otworu stawiane są większe wymagania odnośnie jego dokładności.



Rys. 5. Przekrój warstwy skrawanej przy rozwieraniu

2. Rozwiercanie

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

2.1. Parametry technologiczne i geometryczne przy rozwieraniu

Na Rys. 6 przedstawiono przekrój warstwy skrawanej A przy rozwieraniu. Obowiązuje przy tym następująca zależność:

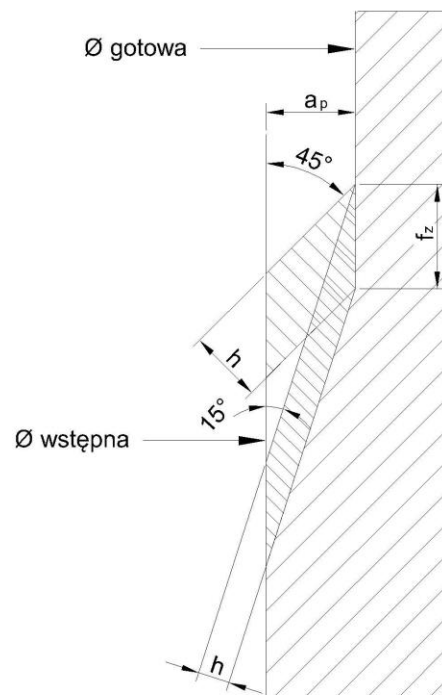
$$a_p = \frac{D - d}{2} [\text{mm}]$$

Pozostałe parametry technologiczne takie jak v_c ; f_z ; f_t ; opisuje się zależnościami takimi samymi jak w przydatku wiercenia.

Korzystając z głębokości skrawania można obliczyć przekrój warstwy skrawanej A przy rozwieraniu w następujący sposób:

$$A = a_p \cdot f_z [\text{mm}^2]$$

Przy rozwieraniu dokładnym należy zwracać uwagę na minimalną grubość warstwy skrawanej h_{min} (Rys. 6). Jeżeli jest zbyt mała, ostrze nie wcina się w materiał lecz dochodzi jedynie do sprężystego i plastycznego odkształcenia materiału a na ostrzu powstaje zwiększone zużycie, wywołane naciskiem i tarcieniem. W zakresie prędkości skrawania



Rys. 6. Zależność grubości warstwy skrawanej h i kąta przystawienia κ

stosowanych przy rozwiercaniu dokładnym, minimalna grubość warstwy skrawanej h_{\min} wynosi:

$$h_{\min} = (0,5 \div 1,0)r_n \text{ [mm]}$$

gdzie r_n jest zaokrągleniem krawędzi skrawającej.

Wcinanie się ostrza może zostać nieco poprawione przez skrawanie z dużym, ujemnym kątem ostrza, przy użyciu rozwiertaków z ostrzami śrubowymi.

2.2. Siły skrawania

Wyznaczając siły skrawania podczas rozwiercania stosuje się te same wzory co w przypadku wiercenia w pełnym materiale:

- siła skrawania F_c przypadająca na jedno ostrze

$$F_c = a_p \cdot f_z \cdot k_c$$

Obliczenie sił występujących przy rozwiercaniu dokładnym na podstawie właściwego oporu skrawania k_c , nie jest możliwe lub ewentualny wynik jest obarczony dużą niepewnością. Siły potrzebne do odspojenia wióra są często mniejsze niż siły tarcia, które mogą powstać w otworze wskutek „zassania“. Całkowita siła przy rozwiercaniu dokładnym może zostać określona na podstawie pomiarów momentu obrotowego.

2.3. Moment obrotowy i moc skrawania

Analogicznie postępujemy przy obliczaniu momentu obrotowego i mocy skrawania:

- moment obrotowy M_c

$$M_c = \frac{F_c \cdot z \cdot (D + d)}{1000 \cdot 2 \cdot 2}$$

$$M_c = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$$

- moc skrawania P_c

$$P_c = \frac{M_c \cdot n}{9554}$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$$

2.4. Narzędzia do rozwiercania

Rozwiertaki

Rozwiertaki (Rys. 7) to narzędzia wieloostrowe, przeznaczone do dokładnej obróbki wstępnie wykonanych otworów. Można je podzielić ze względu na różne kryteria:

- rozwiertaki zdzieraki i wykańczaki,
 - rozwiertaki walcowe i stożkowe,
 - rozwiertaki trzpieniowe i nasadzone,
 - rozwiertaki stałe, rozprężne i nastawne,
 - rozwiertaki ręczne i maszynowe.
- **rozwiertaki zdzieraki** mają najczęściej trzy lub cztery śrubowo ułożone ostrza, które usuwają 70 – 85% nadatku przewidzianego na rozwiercenie. Część wykańczającą mają nieznacznie zbieżną w kierunku uchwytu, co przyczynia się do zmniejszenia tarcia narzędzia o obrobiony przedmiot. Ostrza mają najczęściej ukształtowane śrubowo.
 - **rozwiertaki wykańczaki** są narzędziami wieloostrowymi. Mają ostrza proste lub śrubowe przeciw skrętne (lepsze prowadzenie w otworze oraz do rozwiercania otworów z rowkami i kanałkami). W rozwiercaniu wykończeniowym skrawana jest mniejsza ilość nadatku przewidzianego na rozwiercenie, czyli 30 – 15%. Większa ilość ostrzy skrawających umożliwia uzyskanie nie tylko odpowiedniej dokładności otworu, ale także małej chropowatości powierzchni. Dla zwiększenia dokładności wymiarowo–kształtowej rozwiercanych otworów ostrza w rozwiertakach są rozmieszczone według nierównomiernej podziałki.



Rys. 7. Widok rozwiertaka

3. Poglębianie

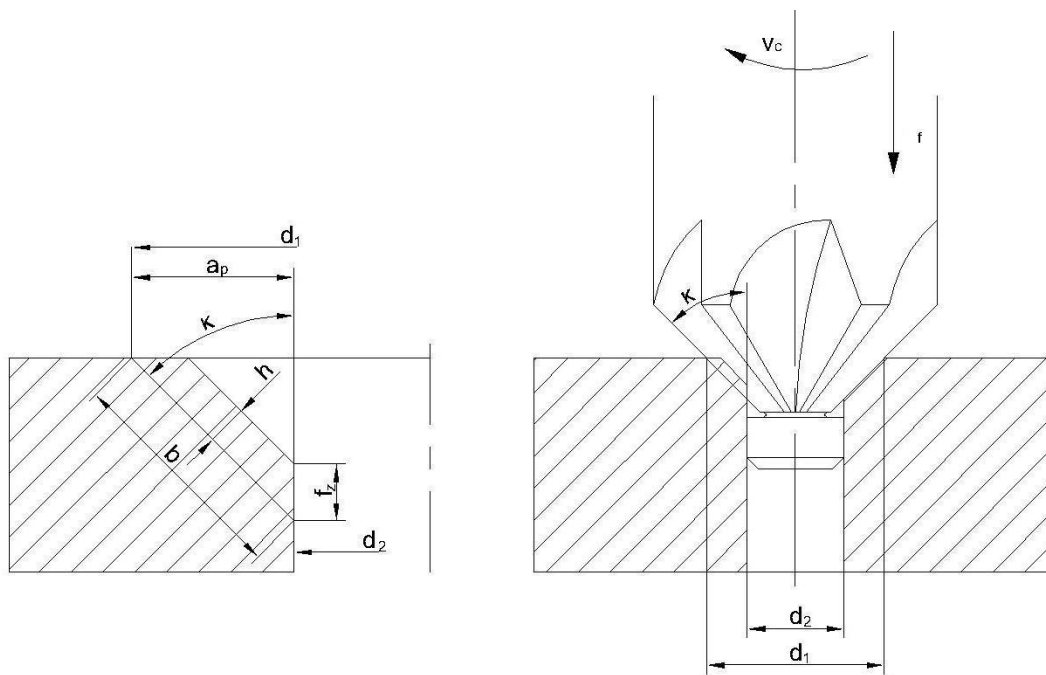
Pogłębianie jest operacją polegającą na kształtowaniu powierzchni walcowej bądź czołowej wcześniej wywierconego otworu. Pogłębienia wykonuje się np. w celu wykonania otworu stopniowanego, aby móc schować łeb śruby, podkładkę bądź uszczelkę.

3.1. Parametry technologiczne i geometryczne przy pogłębianiu

Przekrój warstwy skrawanej A określa w znacznym stopniu siłę skrawania. Na Rys. 8 przedstawiono wymiary warstwy skrawanej na przykładzie pogłębiacza stożkowego. Grubość warstwy skrawanej h i szerokość warstwy skrawanej b są analogicznie do rozwiercania i są zależne od:

- posuwu na ząb f_z (liczba ostrzy pogłębiaczy jest często większa niż dwa),
- kąta przystawienia głównej krawędzi skrawającej κ_r ,
- głębokości skrawania a_p .

Parametry technologiczne możemy określić przy użyciu tych samych zależności jak dla wiercenia.



Rys. 8. Przekrój warstwy skrawanej przy pogłębianiu pogłębiaczem stożkowym

Głębokość skrawania a_p jest w przypadku pogłębiaczy stożkowych początkowo mała i zwiększa się potem, aż do swojego maksimum. Obowiązuje zależność:

$$a_{p\max} = \frac{1}{2} \cdot (d_{1\max} - d_2)$$

Przekrój warstwy skrawanej A ma odpowiednio swoje maksimum na końcu obróbki. Tym samym dla przekroju warstwy skrawanej A :

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h [\text{mm}^2]$$

3.2. Siły skrawania

Ponieważ przy pogłębianiu występują w zasadzie takie same warunki jak przy rozwieraniu, więc do obliczenia siły skrawania F_c można wykorzystać to samo równanie, z tym że jako współczynnik technologiczny. Tak więc dla siły skrawania na ostrze F_c obowiązuje przy pogłębianiu zależność:

$$F_c = a_p \cdot f_z \cdot k_c$$

3.3. Moment obrotowy i moc skrawania

Moment obrotowy M_c i moc skrawania P_c oblicza się analogicznie do rozwierania z zależności:

- Moment obrotowy M_c

$$M_c = \frac{F_c \cdot z \cdot (D + d)}{4000}$$

- Moc skrawania P_c

$$P_c = \frac{M_c \cdot n}{9554}$$

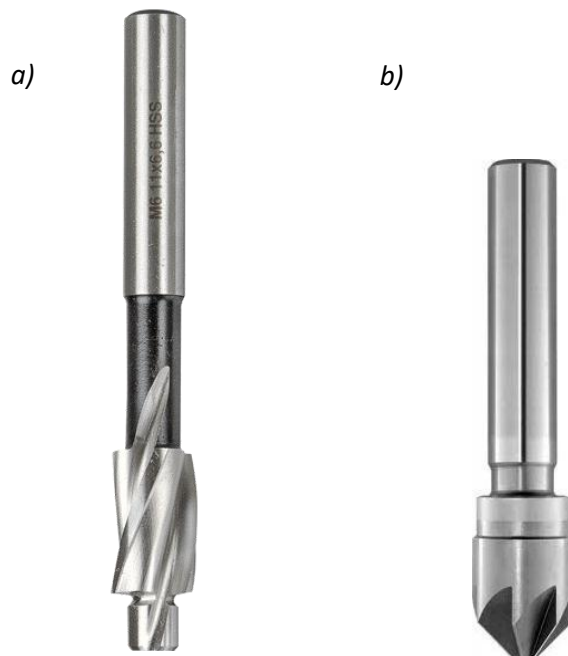
$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$$

3.4. Narzędzia do pogłębiania

Pogłębiacze

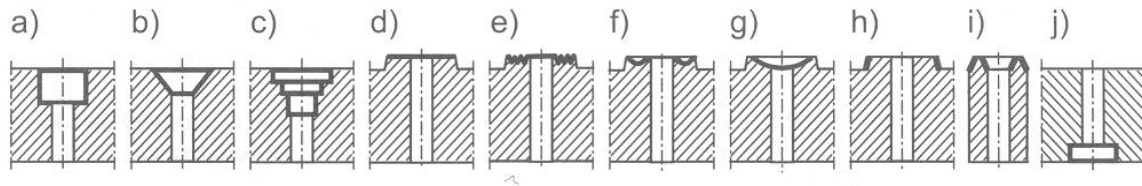
Pogłębiacze to narzędzia wielostrzowe służące do obróbki powierzchni walcowych, czołowych i stożkowych po uprzednim wykonaniu otworu wstępnego. Przykładem pogłębiaczy są:

- **Pogłębiacz walcowo – czołowy** (Rys. 9a), który zbudowany jest z części prowadzącej tzw. pilota, o średnicy istniejącego otworu (mającego na celu prowadzenie narzędzia) oraz z części roboczej. Ze względu na konstrukcję możemy wyróżnić pogłębiacze składane, jednolite i z wymiennym pilotem.
- **Pogłębiacze stożkowe** (Rys. 9b) – wykonywane są zarówno z częścią prowadzącą, jak również bez prowadzenia (tzw. pogłębiacze swobodne). Pogłębiacze z prowadzeniem podobnie jak pogłębiacze walcowo – czołowe mogą być składane, jednolite i z wymiennym pilotem. Ze względu na geometrię części roboczej możemy rozróżnić pogłębiacze stożkowe o kącie wierzchołowym 60°, 90° i 120°.



Rys. 9. Widok pogłębiaczy: a) walcowo-czołowy, b) stożkowy

Na rys. 10 przedstawiono przykłady pogłębień.



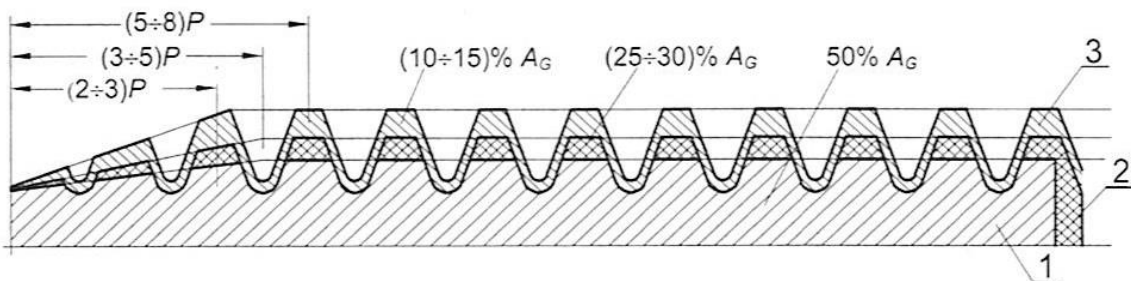
Rys. 10 Przykłady pogłębień: a) walcowe, b) stożkowe, c) wielostopniowe, d, e, f, g, h, i) czołowe kształtowe, j) wsteczne (tylne).

4. Narzędzia do gwintowania

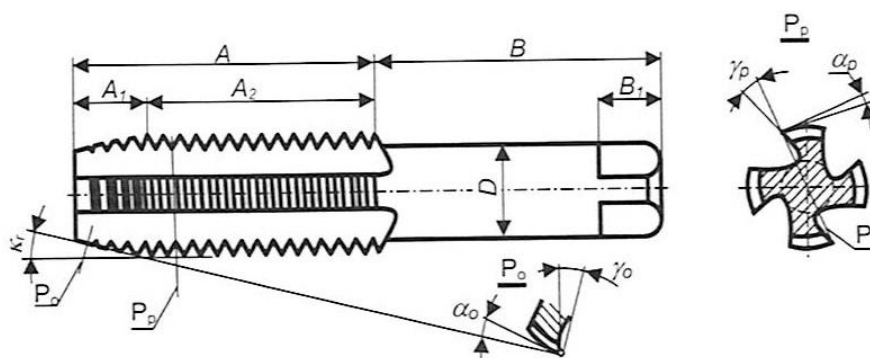
Gwintowanie polega na wykonaniu otworu kształtowego (o linii śrubowej) narzędziem zwanym gwintownikiem. Gwintownik o trzech lub czterech ostrzach zawiera zarys nacinanego gwintu.

Gwintowniki

Gwintowniki są narzędziami wieloostrowymi służącymi do wykonywania gwintów wewnętrznych. Można nimi nacinąć gwinty maszynowo lub ręcznie. Duża liczba ostrzy skrawających i wielozarysowe krawędzie skrawające na nakrojach gwintownika powodują występowanie dość dużych momentów skręcających. Z tego powodu w celu zmniejszenia momentów skręcających podczas gwintowania ręcznego stosuje się komplet narzędzi do gwintowania, co powoduje podział naddatku na poszczególne narzędzia kształtujące gwint. Na rys. 11 przedstawiono przykładowy podział naddatku na obróbkę przy użyciu trzech gwintowników. Na rys. 12 widoczna jest budowa gwintownika.



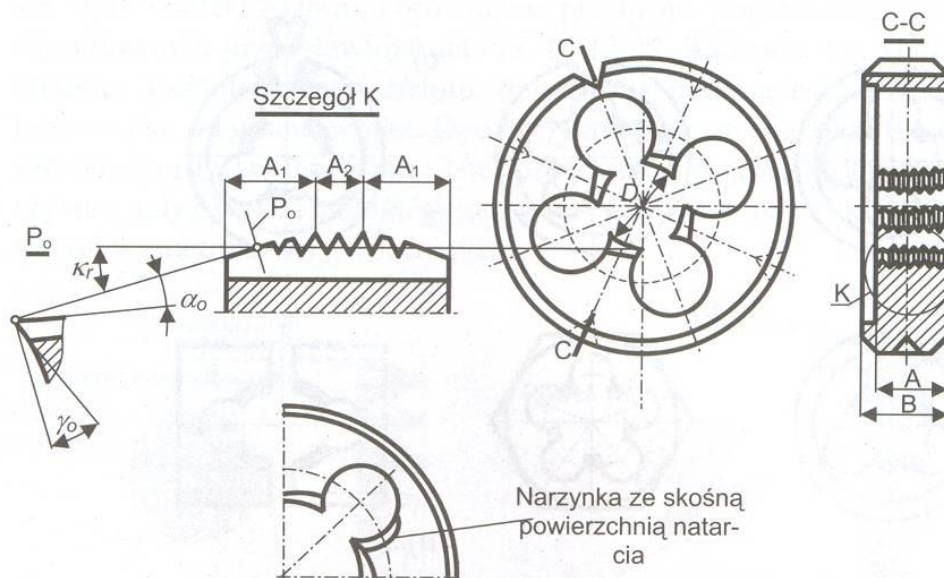
Rys. 11. Podział naddatku na obróbkę gwintu podczas gwintowania zestawem gwintowników



Rys. 12. Budowa gwintownika: A – część robocza, A₁ – część skrawająca (nakrój), A₂ – część wykańczająco – prowadząca, B – część chwytowa, B₁ – zabierak kwadratowy, D – średnica części chwytowej.

Narzynki

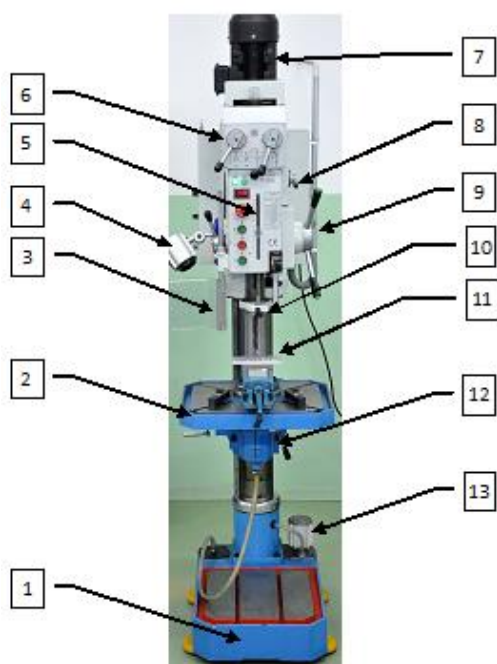
Narzynki są narzędziami wielostrzowymi służącymi do wykonywania gwintów zewnętrznych. Mogą być przeznaczone do obróbki ręcznej lub maszynowej. Narzynkami obrabia się głównie gwinty nieprzelotowe stąd duży kąt przystawienia oraz krótka część skrawająca. Warunki pracy narzynki są trudne a prędkości skrawania małe. Na rys. 13 przedstawiono budowę narzynki.



Rys. 13. Budowa i geometria narzynki

Wyposażenie stanowiska

Ćwiczenie laboratoryjne realizowane jest na stołowej wiertarce kolumnowej firmy *KNUTH* przedstawionej na Rys. 14.



Rys. 14. Wiertarka kolumnowa 1) podstawa, 2) stół roboczy, 3) osłona przestrzeni roboczej, 4) oświetlenie, 5) zderzak głębokości wiercenia, 6) skrzynka prędkości, 7) silnik napędowy, 8) posuw tulei wrzeciona, 9) dźwignia posuwu, 10) wrzeciono, 11) kolumna, 12) blokada stołu ruchomego, 13) układ chłodzenia

Podstawowe wielkości charakterystyczne:

– przestrzeń ustawcza stołu	500 x 420 mm
– suw tulei wrzeciona	160 mm
– suw stołu	415 mm
– zakres obrotu głowicy i stołu	$\pm 45^\circ$
– przesunięcie pionowe	285 mm
– dystans od końcówki wrzeciona do stołu	630 mm
– dystans od końcówki wrzeciona do stopy	1185 mm
– prędkość wrzeciona	(12) 125 – 3030 min^{-1}
– posuw tulei wrzeciona	0.1, 0.2, 0.3 / 3 mm/U
– moc, napęd główny	1,2 kW
–	

Do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego wykorzystywane są narzędzia wiertarskie przedstawione na Rys. 15, w które wyposażone jest stanowisko robocze.



Rys. 15. Wyposażenie stanowiska roboczego – narzędzia wiertarskie

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia laboratoryjnego jest wykonanie otworów w następujących operacjach:

- wiercenia,
- rozwiercania,
- pogłębiania walcowego,
- pogłębiania stożkowego,
- gwintowania.

Przebieg ćwiczenia

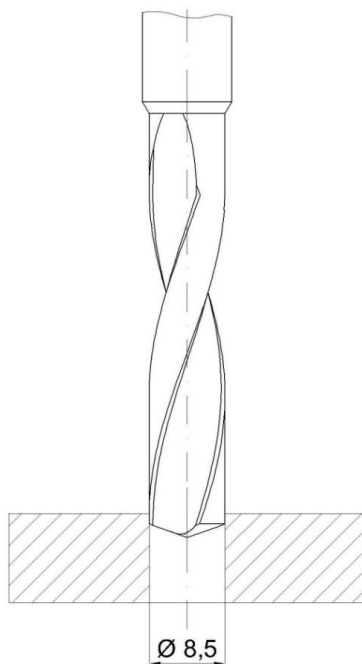
Operacje wiertarskie przeprowadzane są na wiertarce uniwersalnej. Do ich wykonania wykorzystywane są następujące narzędzia:

- wiertło kręte $\varnothing 8,5$
- wiertło kręte $\varnothing 16,5$
- rozwiertak wykończeniowy $\varnothing 17,5$

- pogłębiacz walcowo – czołowy $\varnothing 18,5$
- pogłębiacz stożkowy $90^\circ \varnothing 16$
- gwintownik *M10*

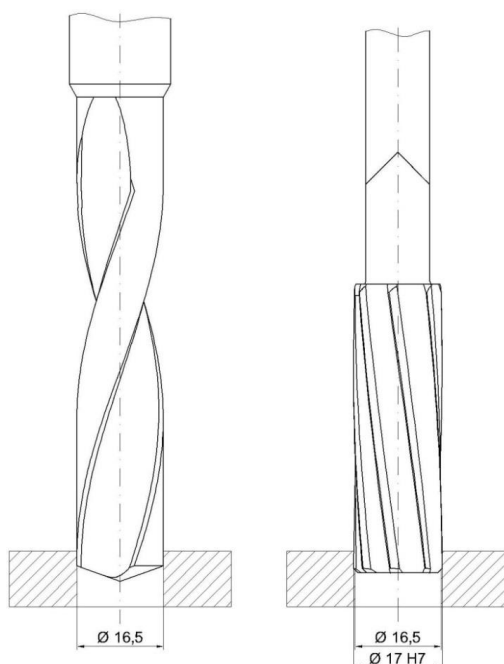
Na Rys. 16 – 19 przedstawiono kolejne operacje wiertarskie, w których wykonywane są odpowiednie otwory podczas ćwiczenia laboratoryjnego:

1. Wiercenie (Rys. 16) – otwór wykonywany jest za pomocą wiertła $\varnothing 8,5$.



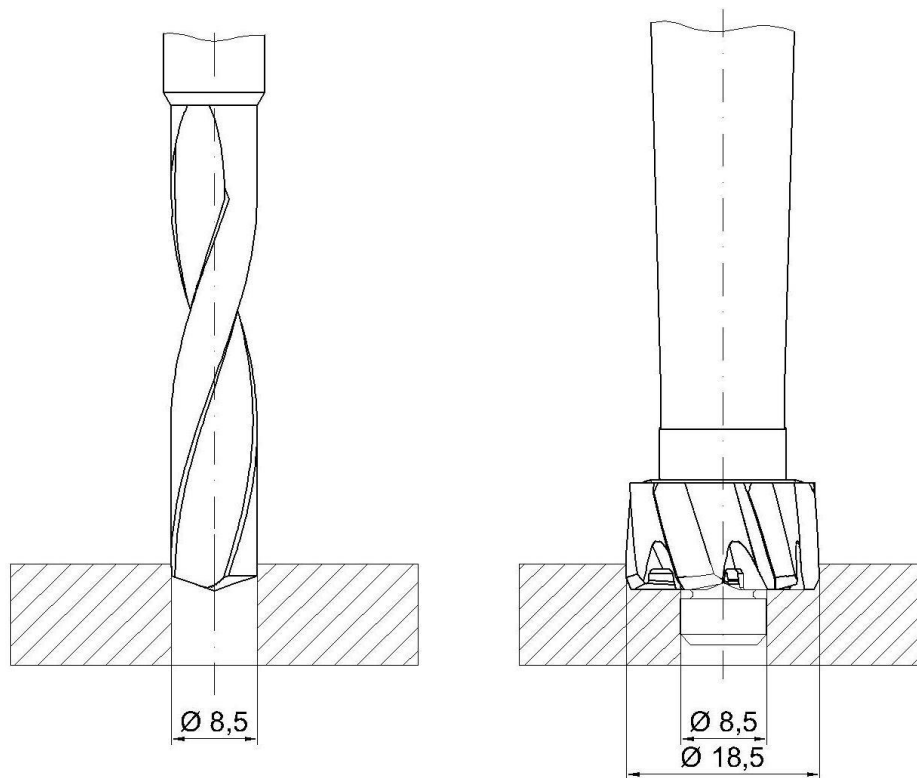
Rys. 16. Wiercenie

2. Rozwiercanie (Rys. 17) – otwór powstaje przez rozwiercanie za pomocą rozwiertaka wykończeniowego $\varnothing 17$ wcześniej wywierconego otworu $\varnothing 16,5$.



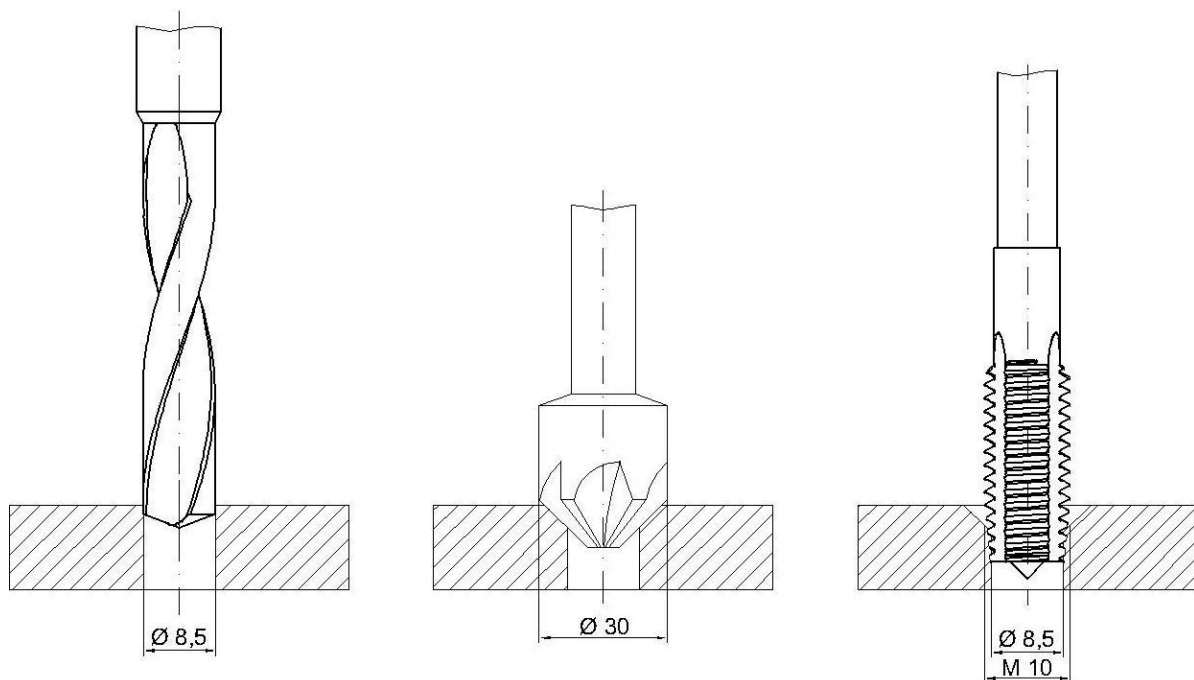
Rys. 17. Rozwiercanie

3. Pogłębianie (Rys. 18) – otwór wykonywany jest pogłębiaczem walcowo – czołowym $\phi 18.5$, prowadzonym za pomocą pilota we wcześniej wywierconym otworze $\phi 8.5$.



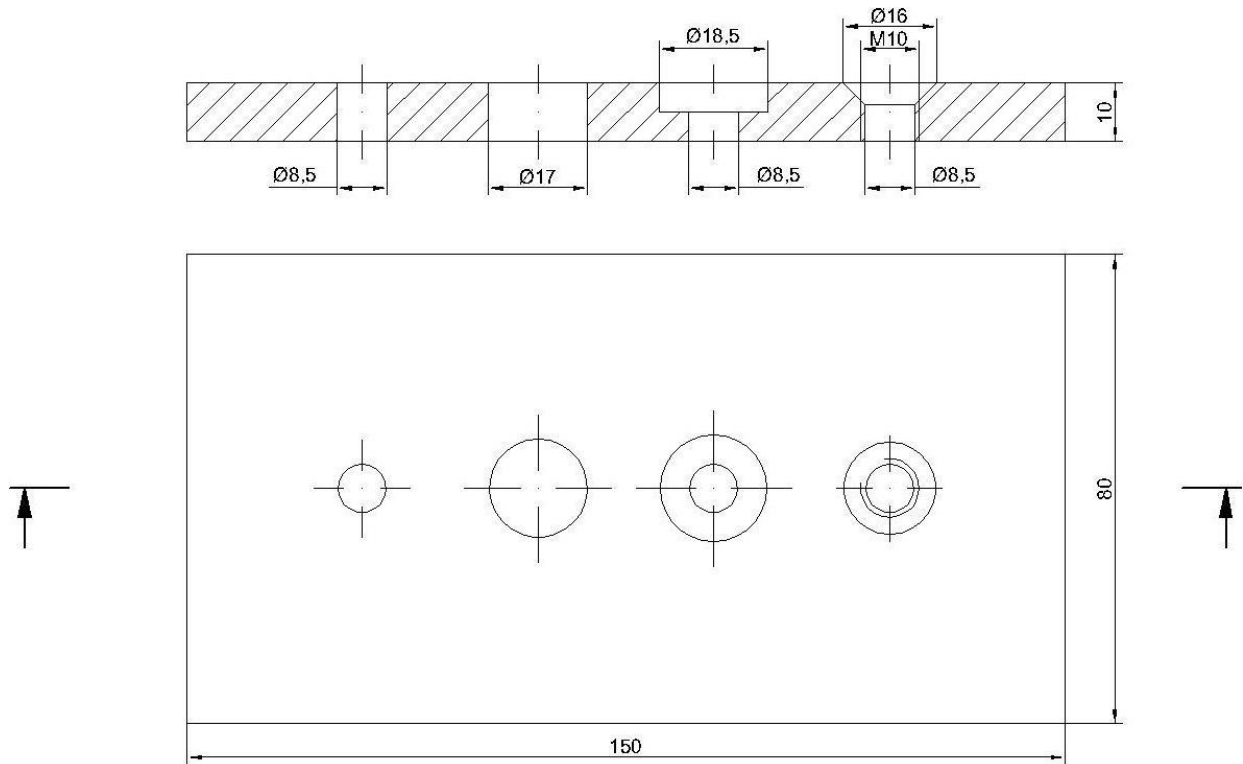
Rys. 18. Pogłębianie walcowo – czołowe

4. Gwintowanie (Rys. 19) – otwór powstaje za pomocą gwintownika $M10$ podczas gwintowania maszynowego. Wcześniej wywiercony otwór $\phi 8.5$ jest pogłębiany za pomocą pogłębiacza stożkowego 90° o średnicy $\phi 16$.



Rys. 19. Pogłębianie stożkowe pod gwintowanie

Po wykonaniu wszystkich operacji wiertarskich uzyskuje się przedmiot pokazany na Rys. 20.



Rys. 20. Gotowy przedmiot

SPRAWOZDANIE

Nazwisko i Imię:	
Przedmiot :	OBRÓBKA SKRAWANIEM I NARZĘDZIA
Ćwiczenie:	Wiercenie, powiercenie, pogłębianie, rozwiercanie

1. Obliczyć parametry technologiczne oraz geometryczne dla procesu wiercenia w pełnym materiale.

D=.....[mm]

f=.....[mm/obr]

n=.....[obr/min]

σ =.....[°]

2. Obliczyć zapotrzebowanie mocy i momentu dla realizowania procesu wiercenia w pełnym materiale.

Material.....

k_c =.....[MPa]

R_m[MPa]

Twardość.....

3. Narysować schemat wiercenia, powiercenia, pogłębiania, rozwiercania. Zaznaczyć parametry technologiczne i geometryczne w procesach kształtowania otworów.

4. Dokonać pomiaru średnicy otworu wierconego oraz rozwiercanego. Przeprowadzić analizę wyników.

Narzędzie 1:	
Materiał obrabiany:	

Otwór 1 rozwiercany:						
Lp.	X_i	X_{sr}	$X_i - X_{\text{sr}}$	$(X_i - X_{\text{sr}})^2$	$\Sigma(X_i - X_{\text{sr}})^2$	σ
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Narzędzie 2:	
Materiał obrabiany:	

Otwór 2 wiercony:						
Lp.	X_i	X_{sr}	$X_i - X_{\text{sr}}$	$(X_i - X_{\text{sr}})^2$	$\Sigma(X_i - X_{\text{sr}})^2$	σ
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Do obliczeń wykorzystać zależność na niepewność rozszerzoną:

$$\sigma = t_{\alpha,v} \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (X_i - X_{\bar{s}r})^2}$$

Gdzie:

$t_{\alpha,v}$ – współczynnik rozszerzenia , dobrać z tabeli.

n - liczba pomiarów,

$v=n-1$ – stopnie swobody

$\alpha=0,05$ – poziom ufności

X_i – wartość zmierzona w danej próbie,

$X_{\bar{s}r}$ – wartość średnia z wszystkich prób.

Przeanalizować czy wyznaczona wartość $X_{\bar{s}r} \pm \sigma$ mieści się w polu tolerancji mierzonego otworu 1. Dla otworu 2, na podstawie pomiarów określić położenie pola tolerancji oraz klasę dokładności otworu.

- 5. Dla wybranego otworu sprawdzić odchyłkę walcowości i okrągłości. Odchyłki przedstawić na wykresach.**

Pomiar średnicy otworu na długości L			
D ₁	D ₂	D ₃	D ₄