

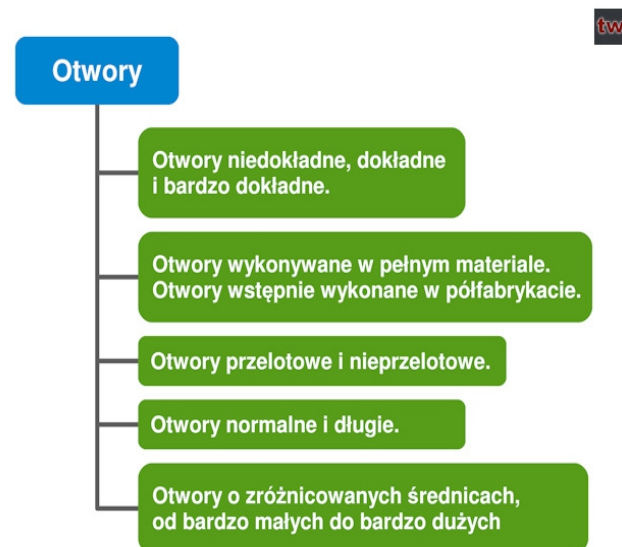
Zgrubna obróbka otworów

ramowe procesy technologiczne

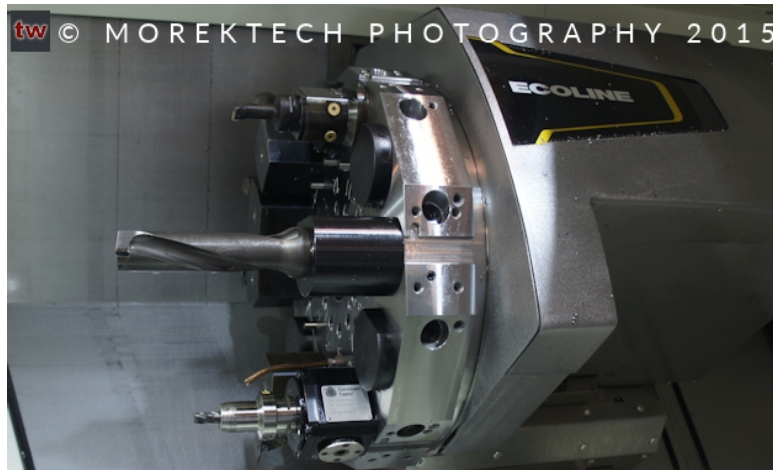
Odwołanie się do informacji w zakresie **Jakości w technikach wytwarzania** jest konieczne by uwzględnić kwestie jakościowe w obróbce. Obróbka zgrubna stanowi pierwszy etap i poprzedza obróbki kształtujące oraz wykańczające. Ma istotne znaczenie dla sposobu wytwarzania m.in. **części klasy tuleja i tarcza**.

Spotyka się także wykorzystanie tej terminologii do określenia etapu procesu technologicznego, bez ścisłego związku z jakościową stroną obróbki. Nie zawsze wykorzystuje się obróbki wykańczające, choć etap procesu technologicznego był wykańczający. Etap obróbki kształtującej w kontekście jakościowym może być jednocześnie etapem wykańczającym. Osobiście jednak nie jestem zwolennikiem takiego podejścia, które moim zdaniem jest wprowadzającym w błąd.

Otworki jako element konstrukcyjny występują w zasadzie w każdej części maszyn i urządzeń, niezależnie od przynależności klasy części. Na ilustracji 1 przedstawiono umowny podział rodzajów otworów:



Ilustracja 1. Umowny podział rodzajów otworów.



Zdjęcia – TOOLEX 2015 – EXPO Silesia



Jak podano w **Jakości w technikach wytwarzania** wiercenie pozwala na osiągnięcie IT11÷IT12 klasy dokładności ISO co nie oznacza, że w pewnych uwarunkowaniach nie można otrzymać efektów na poziomie IT14 ISO (otwory w tolerancji warsztatowej). Tego typu mało dokładne otworki wykonuje się np. pod śruby mocujące.

Istotne znaczenie dla przebiegu procesu technologicznego jest to, czy otwór będzie wykonywany w pełnym materiale, czy we wstępnie już wykonanym otworze w półfabrykacie (odlew, odkuwka, wykorzystanie rury w produkcji jednostkowej), gdyż w każdym z tych szczególnie dwóch pierwszych przypadków przebieg operacji technologicznej będzie inny. Porównując otworki przelotowe i nieprzelotowe, te pierwsze są łatwiejsze technologicznie do wykonania. W otworze nieprzelotowym konieczne jest przewidzenie przestrzeni dla wiórów, czy w przypadku późniejszego gwintowania (o ile występuje) zaplanowanie przestrzeni na nakrój gwintownika. Tego typu otworów nie można przeciągać. Można stosować alternatywne metody obróbkowe (**przepychanie oscylacyjne**, czy dłutowanie).

Zgrubna obróbka otworów

ramowe procesy technologiczne

W przypadku dokładnych otworów przelotowych ich obróbka technologicznie jest łatwiejsza niż w przypadku otworów nieprzelotowych. W tabeli 1 przedstawiono zasadę definiowania czy otwór jest normalny, czy długi. Polega to na arbitralnym umownym zdefiniowaniu wskaźnika będącego stosunkiem długości otworu do jego średnicy.

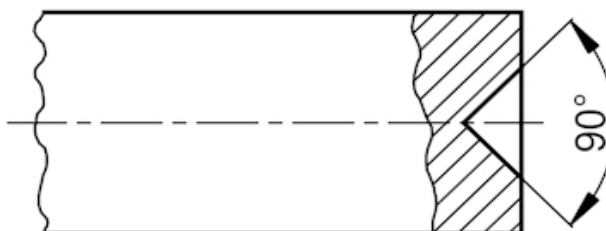
Nawiercanie

Obróbka zgrubna otworów w pełnym materiale wielokrotnie rozpoczyna się od zabiegu nawiercania. Nawiercanie polega na wykonaniu wgłębienia w osi otworu (ilustracja 1). Rolę nawiartaka może spełniać odpowiednio przeszlifowane wiertło. Kąt wierzchołkowy wiertła musi być mniejszy niż kąt wiertła i wynosi od $90^\circ \div 100^\circ$. Wykonanie nawiercania jako zabieg poprzedzający wiercenie wymaga użycia sztywnego narzędzia. Nawiartaki mają niewielką długość, a przerobione wiertła również powinny być krótkie.

Kąt nawiercania powoduje, iż wiertło rozpoczyna skrawanie materiału niepełną szerokością ścinu, lecz krawędziami skrawającymi. Minimalizuje się wystąpienia zjawiska ślizgania się wiertła po materiale (cienkie wiertła – zagrożenie złamania, wiertła o dużej średnicy – zboczenie z kierunku osiowego).

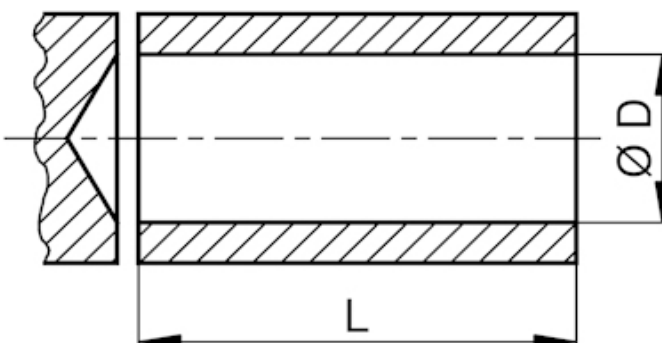
Tabela 1.

Wartość stosunku długości otworu do jego średnicy L/D	Określenie rodzaju otworu:
<1	krótkie
<5	normalne
względnie <8	
>8	długie



Ilustracja 1. Kąt nawiercania otworu. W tym przypadku w osi przedmiotu.

Praktyka obróbki otworów w prętach na tokarce, czy to klasycznej, czy tokarskim centrum CNC polega na wykonaniu nawiercania jedynie w pierwszej operacji dla każdego pręta. "Nawiercania" w każdym kolejnej części w ramach pręta realizowane jest poprzez wiercenie (ilustracja 2). Ten sposób jest jednak obciążony tym, iż tak wykonanie "nawiercanie" nie spełnia wymogu kąta $90^\circ \div 100^\circ$, co pogarsza warunki rozpoczęcia skrawania przez wiertło. Może wystąpić wyboczenie wiertła i nawiercanie w kolejnej części nie będzie w pożądanej osi. Z takimi konsekwencjami należy się liczyć gdy $L/D > 1$.



Ilustracja 2. Nawiercanie poprzez wiercenie.

Zgrubna obróbka otworów

Tego typu sposób jak opisano powyżej może być realizowany gdy:

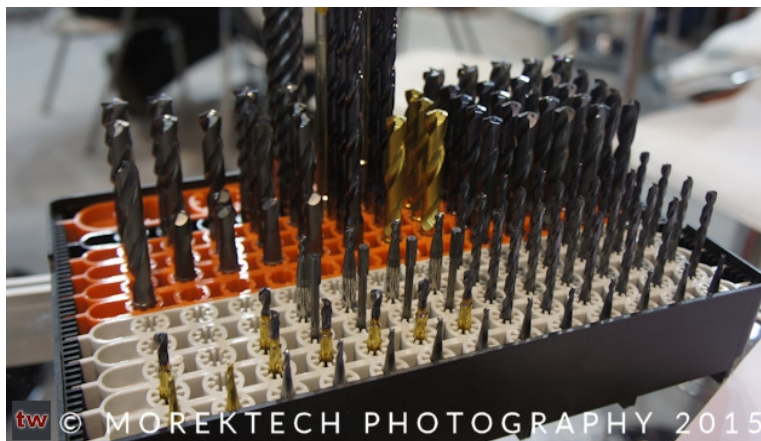
- stosunek $L/D < 1$ (otwory krótkie);
- obrabiany pręt uznany może być za prosty,
- obrabiany pręt ma gładką powierzchnię (pręt ciągnięty).

Handlowo są dostępne nawiertaki typu NWRc (bardzo stare, nieobowiązujące symboliczne określanie narzędzi skrawających) wykonywane na podstawie normy DIN 333A. W Polsce wiele lat temu nawiertaki do nakiełków zwykłych, chronionych i łukowych były wykonywane na podstawie normy PN-80/M-59682. Współcześnie funkcjonuje w Polsce norma PN-ISO 10898:1999, która zawiera wymiary i wymagania techniczne nawiertaków krętych ze stali szybko tnącej i twardych materiałów skrawających o kącie wierzchołkowym 90 stopni lub 120 stopni. W normie tej ujęto nawiertaki kręte o średnicach od $\varnothing 4$ mm do $\varnothing 20$ mm.

Otwory walcowe zaprojektowane w w klasie IT12÷IT14 należy/można obrabiać wyłącznie poprzez zastosowanie wiertła.

Analiza współczesnych możliwości technologicznych obrabiarek CNC i narzędzi (pełnowęglkowe – ilustracja 3, z wymiennymi płytkami, z wlutowanymi końcówkami z węglików spiekanych) pozwala na obróbkę otworów w jednym zabiegu bez potrzeby nawiercania otworu jako zabiegu wstępnego. Zatem można przyjąć iż w przypadku współczesnych obrabiarek CNC nawiercanie nie jest konieczne i rzadko stosowane. Nie oznacza to, że tego typu zabieg wstępny nie jest już w ogóle realizowany. Zgodnie z zasadą dopasowania technologii należy każdorazowo opracowując proces technologiczny weryfikować posiadane możliwości technologiczne.

ramowe procesy technologiczne



Ilustracja 3. narzędzia pełnowęglkowe z pokryciami.

Wiercenie

Wiercenie otworu jest typowym zabiegiem o charakterze obróbki zgrubnej. Jednym z najbardziej popularnych narzędzi w tej obróbce są wiertła kręte wykonane ze stali szybko tnącej. Powszechnie spotykane są wiertła tego typu pokrywane powłokami (np. TiN – azotek tytanu – barwa złota). Powłoka taka jest zdejmowana z powierzchni narzędzia w wyniku przeszlifowywania, lecz nie zdejmowana całościowo i nadal, choć w mniejszym stopniu, przyczynia się do większej trwałości wiertła.

Budowa wiertła jedynie pozornie wydaje się być prosta – kąt wierzchołkowy jest uzależniony od rodzaju materiału przedmiotu, w który wiercony jest otwór. Odpowiedni dobór wiertła ma istotne znaczenie w przypadku masowej obróbki otworów. W tym przypadku nie tylko liczba przedmiotów do obróbki, lecz liczba otworów do wykonania jest kluczowa.

Wiercenie realizowane jest na:

- wiertarkach stołowych, promieniowych,
- tokarkach kłowo-uchwytowe,
- wielonarzędziowych, w tym także CNC,
- frezarskich centrach obróbczych CNC

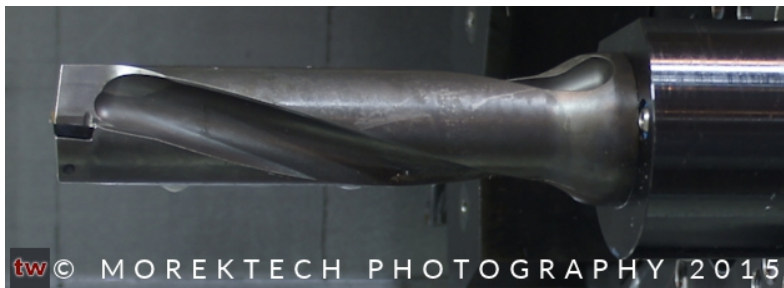
Zgrubna obróbka otworów

ramowe procesy technologiczne

W wierceniu ważną rolę odgrywa sztywność obrabiarki, wiertła i przedmiotu. Wiertła o średnicy $\varnothing 30$ są wystarczająco sztywne, lecz trzeba także uwzględnić moc napędu głównego. Zaleca się by otwory duże należy wiercić co najmniej na 2 razy. Za pierwszy raz należy wywiercić otwór wstępny o średnicy $(0,6 \div 0,7)d$, czyli średnicy wiertła. Wiertła kręte służą do wykonywania otworów w IT(10; 11)/12-13 klasie dokładności ISO. Możliwe jest wykonanie otworów w klasie 10 i 11, lecz muszą być przy tym spełnione określone warunki (otwory krótkie, mały posuw roboczy). Chropowatość po wierceniu zgrubnym wynosi Ra20. Możliwe jest osiągnięcie Ra5 – w zdecydowanej mierze uzależnione od posuwu roboczego, który im mniejszy tym powierzchnia obrobiona ma mniejszą chropowatość.

Otwory stopniowane można wykonać poprzez zastosowanie kolejnych (dwóch lub większej liczby) wiertel i pogłębiaczy albo użyć jednego narzędzia specjalnego, którego zastosowanie ma sens w produkcji masowej, czy wielkoseryjnej. Stosowanie narzędzi specjalnych, w tym przypadku wiertła specjalnego pozwala również na lepsze wykorzystanie magazynów narzędzie.

Współcześnie narzędzia ze stali szybkołatającej są nadal wykorzystywane, lecz coraz częściej stosuje się wiertła pełnowęglkowe (ilustracja 3) lub wiertła z płytkami skrawającymi, wlutowanymi lub mocowanymi mechanicznie (rysunek wyróżniający wpis). Na ilustracji 4 pokazano zbliżenie wiertła z tego zdjęcia – **CoroDrill®** firmy SANDVIK, zamontowane w głowicy narzędziowej uniwersalnej tokarki **ecoTurn DMG-MoriSeiki**.



Ilustracja 4. CoroDrill® firmy Sandvik, wiertło z wymiennymi płytkami.

Tego typu wiertła są wykonywane jako dwupłytkowe dla średnic do 60-64mm oraz czteropłytkowe dla średnic do około 120mm. Płytki są rozmieszczone asymetrycznie, czego na zdjęciu nie widać – to tzw. ostrze wewnętrzne i zewnętrzne.

Wymienione powyżej wiertła pełnowęglkowe są wykonywane do średnicy 20 mm ze względu na koszty. Wiertła te uznawane są za spełniające wymagania obróbki wysokowydajnej (ang. HPM – High Performace Machining). W zależności m.in. od obrabianego materiału i potrzeb pełnie możliwości wiertel pełnowęglkowych można uzyskać z zastosowaniem intensywnego chłodzenia. Wiertła posiadają kanały umożliwiające podawanie cieczy chłodzącej bezpośrednio do strefy skrawania, co nie tylko ułatwia odprowadzenie energii cieplnej ale i wyłukanie wiórów. Takie rozwiązanie pozwala również na możliwość wykorzystania mniejszej ilości płynu. Dokładnościowo dzięki tym wiertłom można uzyskać klasę IT8, lepszą niż przyjmowane dla obróbki zgrubnej.

W przypadku otworów wstępnie wykonanych w odlewie lub odkuwce (półfabrykacie) nie należy ich obrabiać w pierwszej operacji z wykorzystaniem wiertel krętych. Powodem jest szybkie ich zużycie, co związane jest ze stanem powierzchni odlewu lub odkuwki, jej chropowatością, błędami kształtu. Zaleca się obróbkę wiertłami z mechanicznie zamocowanymi płytkami skrawającymi, wytaczanie oraz pogłębianie.

Zgrubna obróbka otworów

ramowe procesy technologiczne

Wytaczanie zgrubne

Wytaczanie zgrubne ma na celu powiększenie istniejącego otworu w półfabrykacie otrzymanego metodą obróbki odlewaniem lub kuciem. Wytaczanie zgrubne stosuje się jako obróbkę poprzedzającą kolejną.

Obróbka zgrubna otworów z natury swojej nie jest dokładna, lecz umożliwia przeprowadzenie kolejnych obróbek: kształtujących i wykańczających. W przypadku otworów wstępnie wykonanych na etapie odlewania lub kucia ma bardzo istotne zastosowanie. Bez niej nie będzie w zasadzie możliwa dalsza obróbka otworu. Technologicznie dysponujemy zdecydowanie skuteczniejszymi i dostępnymi technikami obróbki otworu niż powierzchni zewnętrznych.

Źródła

- [Puff1985] Puff T., Technologia budowy maszyn, PWN 1985
- [Feld2000] Feld M., Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn, WNT 2000
- Materiały handlowe f-my SANDVIK.
- Materiały handlowe DMG-Mori Seiki.
- Notatki własne autora 1993-2013



© MorekTECH Radosław Morek 2015

Publikowane materiały są objęte prawem autorskim. Przedruk materiałów w jakiegokolwiek formie tylko za wcześniejszą zgodą autora.

Opracowanie: MorekTECH
radek_morek@morektech.com.pl
www.morektech.com.pl

Warszawa, 10.11.2015, nr 4/2015 (4) wersja 1