

TECHNOLOGIA GŁĘBOKIEGO WIERCENIA OTWORÓW WIERTŁAMI LUFOWYMI W PRODUKCJI SERYJNEJ

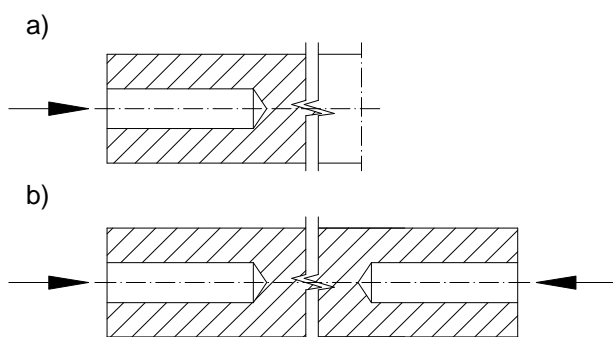
Kazimierz RYCHLIK, Maciej JASTRZĘBSKI

Przez głęboki otwór rozumiany jest otwór, którego głębokość (długość) przekracza pięciokrotnie wymiar średnicy. Technologia głębokiego wiercenia otworów realizowana jest przy użyciu różnych rodzajów narzędzi. Jednym z nich są wiertła lufowe jedno- lub dwustrzowe. Są to narzędzia powszechnie spotykane w realizowanej technologii głębokiego wiercenia otworów ze względu na ich duży zakres wykonywanych średnic $\varnothing 0,1 \div 40$ mm oraz proste użytkowanie.

RODZAJE OTWORÓW

W technologii głębokiego wiercenia otworów występują dwa rodzaje wiercenia: wiercenie pełne i wiercenie rdzeniowe - zwane powszechnie wierceniem trepanacyjnym. Podczas wiercenia pełnego zbędny materiał zostaje zamieniony w całości na wióry. Przy wierceniu rdzeniowym tylko część materiału zostaje zamieniona na wióry, zaś pozostała część nazywa się rdzeniem.

Niezależnie od rodzaju wiercenia może ono być jedno lub obustronne, co przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Metody wiercenia: a) jednostronne, b) obustronne.

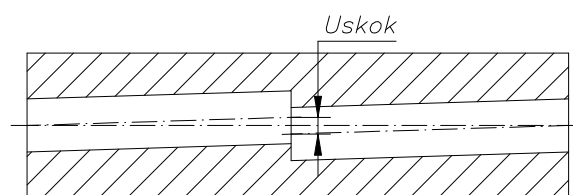
Niewątpliwą zaletą wiercenia obustronnego jest blisko dwukrotne zwiększenie wydajności obróbki. Występują również wady tego sposobu wiercenia, do których należą:

- uskok w miejscu spotkania się powierzchni wierconych otworów,
- zawansowana budowa obrabiarki,
- utrudnienia w obsłudze obrabiarki.

Są dwie przyczyny powstawania uskoku (rys. 2) podczas głębokiego wiercenia obustronnego. Pierwszą z nich jest geometria obrabiarki, a więc prostoliniowość przesuwu wszystkich czynnych punktów pracujących, współosiowe ustawienie osi jednostek wierzących oraz poszczegól-

nych zespołów wspomagających (tuleja prowadząca, wiertnik, podtrzymka).

Drugą pośrednią przyczyną powstawania uskoku jest bezpośrednio błąd prostoliniowości osi wierconego otworu wynikający ze stopnia jednorodności materiału, geometrii i materiału ostrza wiertła, głębokości wierconego otworu oraz parametrów technologicznych.



Rys. 2. Uskok powstający przy wierceniu obustronnym.

Oczywiście wielkość uskoku uzależniona jest głównie od wartości ww. parametrów technicznych i technologicznych. Uskok może zostać mocno ograniczony przez zastosowanie odpowiedniej kinematyki obrabiarki. Zjawisko powstawania uskoku jest niekorzystne z dwóch powodów. Przy założeniu, że otwór będzie następnie rozwiercany dla uzyskania odpowiedniej chropowatości oraz średnicy nie można zastosować wiercenia obustronnego. Podczas rozwiercania występujący uskok będzie powodował zablokowanie się rozwiertaka, zakleszczenie, a w najgorszym razie, urwanie i zniszczenie. Obecnie wiercenie głębokich otworów stosowane jest również w elementach poddawanych następnie obróbce plastycznej (np. wyginanie elektrod miedzianych do zgrzewarek). W tym przypadku występujący uskok wprowadza zjawisko karbu niebezpiecznego dla późniejszej eksploatacji tego typu przedmiotów.

KINEMATYKA OBRABIAREK DO GŁĘBOKIEGO WIERCENIA OTWORÓW

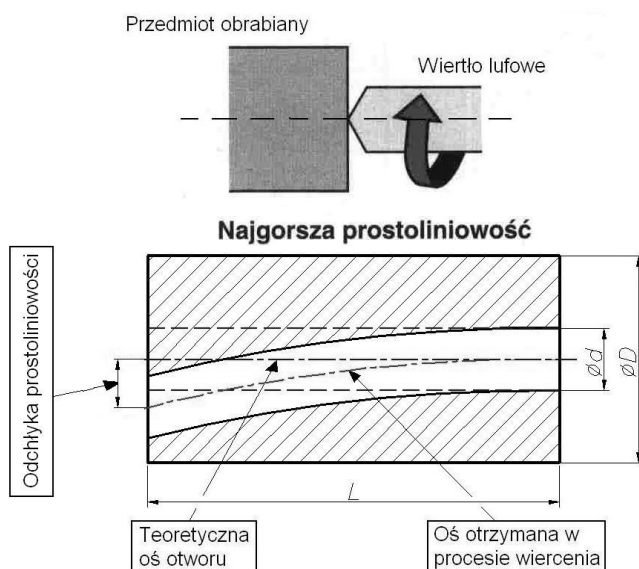
Dla całkowitego wyeliminowania zjawiska uskoku należy stosować wyłącznie wiercenie jednostronne. W przypadku konieczności stosowania obustronnego należy zwrócić szczególną uwagę na kinematykę obrabiarki oraz technologiczną prostoliniowość wierconego otworu. W praktyce stosowane są trzy układy kinematyczne obrabiarek, w których zdefiniowane są ruchy przedmiotu obrabianego oraz narzędzia:

- nieruchomy przedmiot obrabiany i obracające się narzędzie,

- obracający się przedmiot obrabiany i nieruchome narzędzie,
- obracający się przedmiot obrabiany i obracające się narzędzie.

Nieruchomy przedmiot obrabiany i obracające się narzędzie

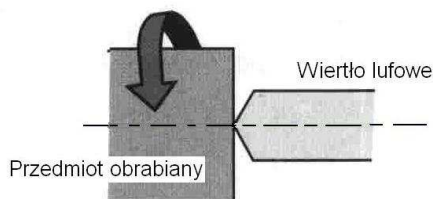
Układ ten pozwala uzyskiwać odchylenie osi wierconego otworu (prostoliniowość) w stosunku do osi teoretycznej na poziomie $0,3 \div 1$ mm na długości do 1000 mm (rys. 3). Błąd ten zwiększa się znacznie dla bardzo długich otworów z uwagi na dodatkowe wygięcie rury wiertarskiej. W celu poprawienia jakości wierconych otworów stosuje się liczne podtrzymki rury wiertarskiej, zwiększając tym samym jej sztywność.



Rys. 3. Układ kinematyczny - nieruchomy przedmiot obrabiany i obracające się narzędzie.

Obracający się przedmiot obrabiany i nieruchome narzędzie

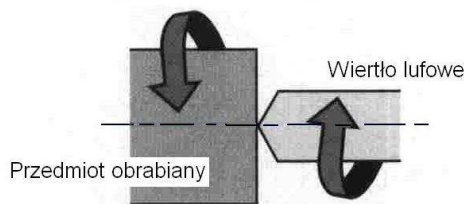
Dużo lepszą prostoliniowość osi otworu uzyskuje się przy zastosowaniu układu wiercenia z obracającym przedmiotem obrabianym i nieruchomym narzędziem. W przypadku wiertła nieruchomego wielkość odchylenia od prostoliniowości osi otworu wyraża się zazwyczaj w przybliżeniu jako $0,1 \div 0,3$ mm na długości 1000 mm wywierconego otworu.



Rys. 4. Układ kinematyczny - obracający się przedmiot obrabiany i nieruchome narzędzie.

Obracający się przedmiot obrabiany i obracające się narzędzie

Najlepszą prostoliniowość osi wierconego otworu uzyskuje się stosując układ, w którym obracane jest wiertło i przedmiot obrabiany (rys. 5). W układzie tym kierunek obrotów wiertła jest przeciwny do kierunku obrotu przedmiotu obrabianego. W przypadku stosowania tego układu kinematycznego można uzyskiwać odchylenia od prostoliniowości osi otworu poniżej 0,1 mm na długości 1000 mm wywierconego otworu.



Rys. 5. Układ kinematyczny - obracający się przedmiot obrabiany i obracające się narzędzie.

KONFIGURACJE OBRABIAREK DO GŁĘBOKIEGO WIERCENIA OTWORÓW

Głębokim otworom są stawiane następujące wymagania:

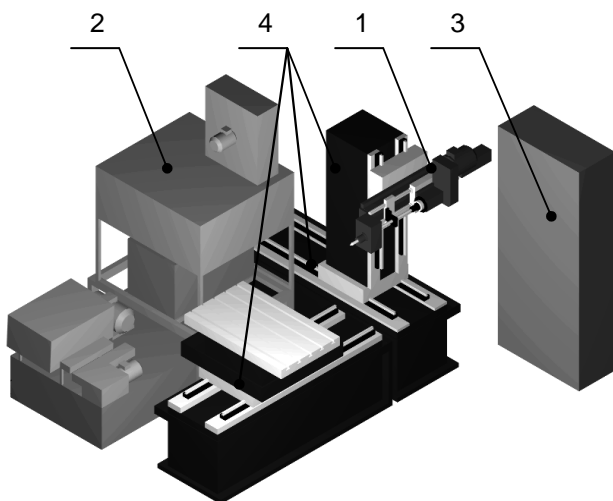
- prostoliniowość osi oraz okrągłość zarysu poprzecznego otworu,
- współosiowość lub równoległość do powierzchni zewnętrznej przedmiotu obrabianego lub innej wymaganej bazy,
- stałość średnicy wierconego otworu na całej długości wiercenia,
- mała chropowatość powierzchni otworu.

Obrabiarki do głębokiego wiercenia otworów mogą być budowane w różnych konfiguracjach zależnie od przedstawionych założeń konstrukcyjnych i wymagań technologicznych. Podstawowa konfiguracja obrabiarki (rys. 6) zakłada zastosowanie głównych zespołów charakterystycznych dla technologii głębokiego wiercenia, do których należą:

- jednostka obróbkowa (wrzeciennik, zespół posuwowy, podtrzymka, wiertnik, tuleja prowadząca, wiertło),
- układ chłodzenia i odwirowania (układ niskiego ciśnienia, układ wysokiego ciśnienia, zespół filtrów, chłodnica oleju).

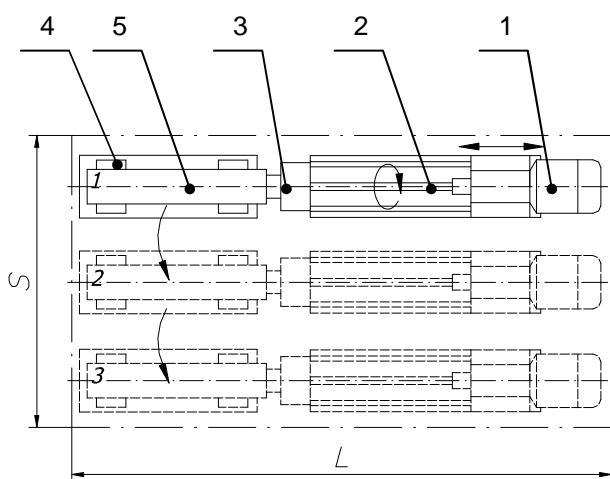
Przedstawiona na rys. 6 konfiguracja jest rozwiązaniem uniwersalnym, jednak w warunkach produkcji seryjnej tego typu rozwiązanie jest rzadko stosowane. Przyczyn tego zjawiska jest kilka. Obrabiarki tego typu zwykle mają bardzo złożoną budowę i są kosztowne do wykonania. Ich uniwersalność powoduje, że są wyposażone w jedną jednostkę obróbkową. Umożliwia to łatwe zaprogramowanie cyklu pracy obrabiarki, jednak wydajność obróbki jest wyłącznie zależna od liczby wrzecion oraz za-

stosowanych parametrów technologicznych. Parametry technologiczne dla wiertel łufowych określone są w zależności od średnic wierconych otworów oraz materiału przedmiotu obrabianego. Prędkości skrawania dla przedmiotów wykonanych ze stali wynoszą $V_c = 40 \div 120$ m/min, zaś posuw na obrót $f_n = 0,003 \div 0,1$ mm.

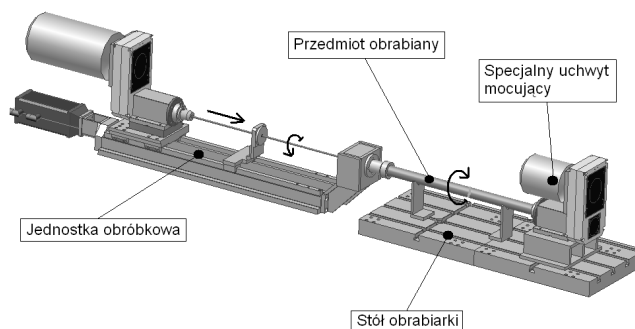


Rys. 6. Podstawowa konfiguracja obrabiarki do głębokiego wiercenia: 1 – jednostka obróbkowa, 2 – układ chłodzenia i odwirowywania, 3 – układ napędu i sterowania elektrycznego, 4 – zespoły osi przestawnych.

W produkcji seryjnej bardzo istotnym parametrem jest wydajność obróbki. W obrabiarkach do głębokiego wiercenia proponowanym rozwiązaniem zwiększenia wydajności obróbki jest zastosowanie kilku jednostek obróbkowych (modułów), co przedstawia rys. 7 i 8.



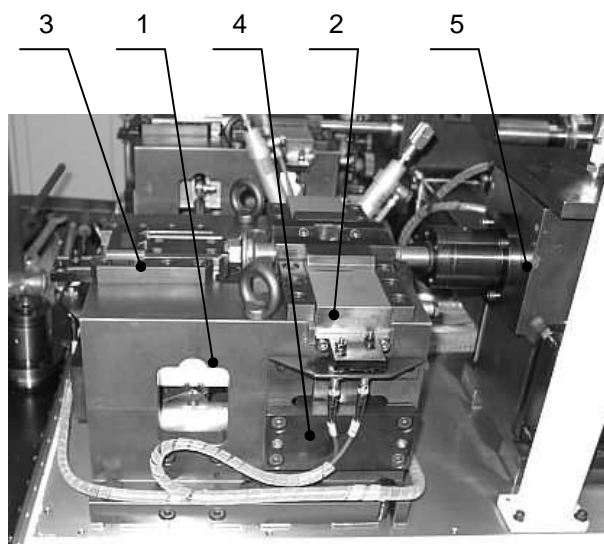
Rys. 7. Wielowrzecionowa konfiguracja obrabiarki do głębokiego wiercenia: 1 – jednostka obróbkowa, 2 – narzędzie (wiertło), 3 – wiertnik, 4 – uchwyt mocujący, 5 – przedmiot obrabiany.



Rys. 8. Jednostka obróbkowa (moduł).

Rozwiązanie to umożliwia konfigurowanie obrabiarki z równoległych modułów obróbkowych przy zachowaniu wymiaru L i zmianie wymiaru S. Każdy moduł może wykonywać jednakowy zabieg wiercenia, np. wiercić otwory osiowo na jednakową głębokość w prętach. Przy zastosowaniu odpowiedniego oprzyrządowania (specjalne uchwyty mocujące) można natomiast realizować różne zabiegi wiercenia dla jednego przedmiotu, stosując przekładanie przedmiotu (ręczne lub automatyczne) z uchwytu nr 1 do uchwytu nr 2 a następnie do uchwytu nr 3.

Modułowa budowa obrabiarek do głębokiego wiercenia stosowana jest głównie dla obrabiarek zadaniowych, wykonujących założone zabiegi technologiczne w określonych przedmiotach. Dodatkowo uchwyty muszą być przystosowane do szerokiego asortymentu przedmiotów podobnych, dla których czasy przebrojenia uchwytu muszą być jak najkrótsze. Wymagania takie powodują konieczność stosowania specjalnych uchwytów mocujących o złożonej budowie, co przedstawia rys. 9.



Rys. 9. Uchwyt mocujący: 1 – korpus uchwytu, 2 – samo-centrujący - pryzmowy mechanizm zacisku przedmiotu, 3 – osiowa baza ustalająca przedmiot, 4 – sygnalizacja elektryczna stanów pracy uchwytu, 5 – wiertnik.

MODUŁOWE OBRABIARKI DO GŁĘBOKIEGO WIERCENIA OTWORÓW WIERTŁAMI LUFOWYMI

Na rys. 10, 11 i 12 zostały przedstawione modułowe obrabiarki do głębokiego wiercenia otworów wiertłami lufowymi zaprojektowane, wykonane i wdrożone w przemyśle przez Zakład Obrabiarek Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego.



Rys. 10. Obrabiarka do głębokiego wiercenia z jednym modułem obróbkowym.



Rys. 11. Obrabiarka do głębokiego wiercenia z dwoma modułami obróbkowymi.



Rys. 12. Obrabiarka do głębokiego wiercenia z trzema modułami obróbkowymi.

WNIOSKI

Przedstawione konfiguracje obrabiarek do głębokiego wiercenia otworów wiertłami lufowymi oraz ich kinematyka tylko w części wpływają na prostoliniowość wierconych otworów i wielkości powstającego uskoku przy wierceniu obustronnym. Analiza konstrukcyjna i technologiczna tego typu obrabiarek potwierdza słuszność stosowania jednostronnego wiercenia otworów. Dla poprawy prostoliniowości wierconych otworów w obrabiarkach o prostej kinematyce należy poszukiwać rozwiązań w narzędziu obróbkowym (wiertle).

Wiercenie jednostronne upraszcza konstrukcję obrabiarki, skraca czas budowy, ułatwia eksploatację oraz zmniejsza ryzyko wystąpienia awarii z przyczyn technologicznych.

LITERATURA

1. Kunstetter S: Narzędzia skrawające do metali. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1969.
2. Górski E.: Narzędzia do wiercenia i roztaczania głębokich otworów. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1961.
3. Barsow A. I.: Technologia narzędzi skrawających. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1959.
4. Miller S.: Układy kinematyczne. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1988.
5. Dmochowski J., Majewski W., Zieliński Z.: Technologia narzędzi skrawających. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1972.
6. Rychlik K.: Współrzędnościowa obrabiarka do głębokiego wiercenia otworów wiertłami lufowymi. Biuletyn Naukowo-Techniczny OBK KOPROTECH Nr 22, 2006.
7. Żurawski Z., Stós J., Dąbrowski A.: Użytkowanie uniwersalnych uchwytów obróbkowych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1974.
8. Skorupka Z.: Budowa i wdrożenie dwuwrzecionowej obrabiarki typ LSB - 100NC do głębokiego wiercenia wiertłami lufowymi. Biuletyn Naukowo-Techniczny OBK KOPROTECH Nr 20, 2004.
9. Rychlik K.: Technologia wiercenia otworów olejowych w wałach korbowych na obrabiarce LWL-28NC. Technologia i Automatyzacja Montażu Nr 2, 2008.

Inż. Kazimierz Rychlik jest kierownikiem Zakładu Obrabiarek, mgr inż. Maciej Jastrzębski konstruktorem w Instytucie Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie.