

Piotr TYCZYŃSKI¹
Marcin WAWRZONKOWSKI¹

NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE W OBSZARZE NARZĘDZI STEROWANYCH I MECHATRONICZNYCH, DEDYKOWANYCH DLA RÓŻNYCH GAŁĘZI PRZEMYSŁU

Poniższe opracowanie przedstawia najnowsze trendy w obszarze rozwiązań konstrukcyjnych narzędzi sterowanych mechanicznie jak również narzędzi mechatronicznych. Opisane zostały różne rodzaje napędów umożliwiających zastosowanie danego typu narzędzia sterowanego na różnych rodzajach obrabiarek. Przedstawiony został opis mechanizmów kinematycznych napędów narzędzi uzyskanych min. poprzez sterowanie ciągnem, sterowanie siłą odśrodkową lub też sterowanie ciśnieniem chłodziwa. W odniesieniu do różnych rodzajów wzbudnika ruchu narzędzia w dodatkowej osi, przedstawione zostały możliwości obróbkowe danego typu rozwiązania dopasowanego do rodzaju medium umożliwiającego ruch w dodatkowej osi. Przedstawione zostały również praktyczne przykłady zastosowania narzędzi sterowanych w różnych gałęziach przemysłu oraz opis technologicznych parametrów pracy.

MODERN DESIGN SOLUTIONS IN THE FIELD OF ACTUATING AND MECHATRONIC TOOLS TO VARIOUS BRANCH OF INDUSTRY

This paper presents the latest trends in design solutions for actuating tools and mechatronic tools. It describes the different types of drives, enabling the use of a particular type of actuating tool for various types of machine. It was presented a description of the kinematic mechanisms obtained by draw bars, by control the centrifugal force or pressure control of coolant. In relation to the different types of inductor movement of the tool in an additional axis machining capabilities are shown the type of solutions tailored to the type of medium for movement in an additional axis. It also includes practical examples of the use of actuating tools in various industries branches and technological description of the operating parameters.

1. WSTĘP

Narzędzia sterowane i mechatroniczne stają się coraz częściej stosowanym rozwiązaniem dla obróbki skrawaniem w wielu różnych gałęziach przemysłu. Ich zastosowanie umożliwia zastąpienie kilku narzędzi standardowych jednym narzędziem sterowanym, dzięki czemu możliwe jest bardzo znaczące skrócenie czasu obróbki jak również zredukowanie całkowitych kosztów produkcyjnych. Nie jest to jednak jedyna zaleta tego typu narzędzi. Często uruchomienie nowego projektu na istniejącym parku maszyn nie jest możliwe z uwagi na ograniczenia płynące ze strony dostępnych maszyn, lub też wdrożenie to wymaga realizacji produkcji na dwóch lub więcej obrabiarkach. Zastosowanie narzędzi sterowanych, które umożliwiają ruch narzędzia w dodatkowej osi (poza ruchami które umożliwia układ kinematyczny maszyny), pozwala często na realizację całego procesu obróbkowego na jednej maszynie. Niejednokrotnie bardzo skomplikowana konstrukcja obrabianej części wręcz uniemożliwia proces skrawania z zastosowaniem narzędzi standardowych lub też w bardzo znacznym stopniu go komplikuje. Patrząc przez pryzmat stabilności i powtarzalności procesu zastosowanie narzędzi sterowych w takich przypadkach jest również uzasadnione, nawet biorąc pod uwagę ich relatywnie wysoką cenę. Dowodem tego jest coraz szersze zastosowanie narzędzi sterowanych i mechatronicznych nie tylko w branżach których produkcja odbywa się na skalę wielkoseryjną (przemysł samochodowy, hydrauliczny itp.) ale również w branżach które charakteryzują się produkcją średnio lub małoseryjną (przemysł lotniczy i kosmonautyczny). Pewnym ograniczeniem dla zastosowań tych narzędzi jest konieczność posiadania maszyn zadaniowych i specjalnych umożliwiających montaż i sterowanie narzędziem, jednak nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne umożliwiają już uzyskanie ruchu narzędzia w dodatkowej osi na maszynach konwencjonalnych.

W dalszej części artykułu opisane zostaną różne typy napędów narzędzi sterowanych mechanicznie i narzędzi mechatronicznych.

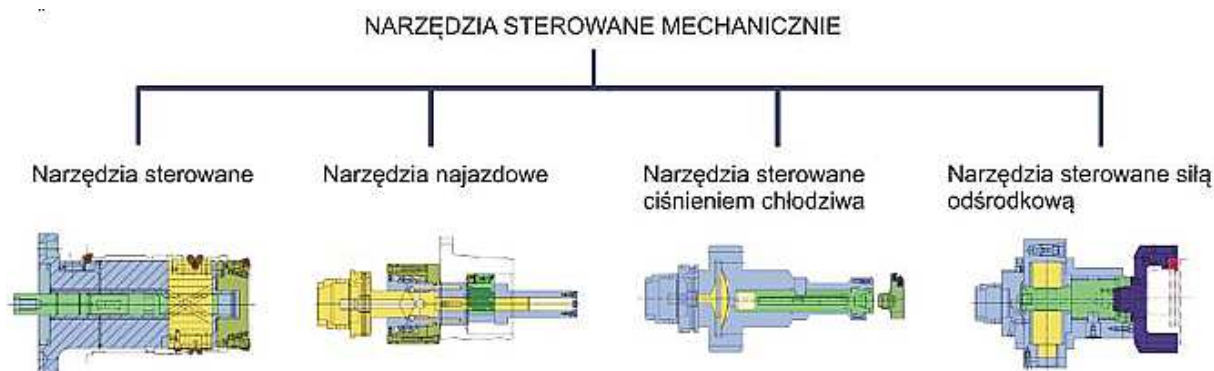
¹ Mapal Narzędzia Precyzyjne Sp. z o.o., ul. Partyzancka 11, 61-495 Poznań, e-mail: piotr.tyczynski@pl.mapal.com, marcin.wawrzonkowski@pl.mapal.com



Rys. 1. Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne narzędzi sterowanych mechanicznie i narzędzi mechatronicznych

2. NARZĘDZIA STEROWANE MECHANICZNIE

Obecnie na rynku narzędzi skrawających firma Mapal oferuje wysokowydajne koncepcje dla każdego zadania obróbkowego. Biorąc pod uwagę możliwości zastosowania narzędzi sterowanych na różnych typach obrabiarek, grupę tą podzielić można na narzędzia napędzane ciągnami dla obrabiarek zadaniowych, jak i narzędzia bez dodatkowych jednostek posuwowych dla centrów obróbkowych. Są to między innymi narzędzia sterowane ciśnieniem chłodziwa, siłą odśrodkową lub tzw. narzędzia najazdowe. Jeśli narzędzia pracują na znacznych wysięgach, wyposażane są dodatkowo w listwy prowadzące wg sprawdzonej zasady MAPAL-a.

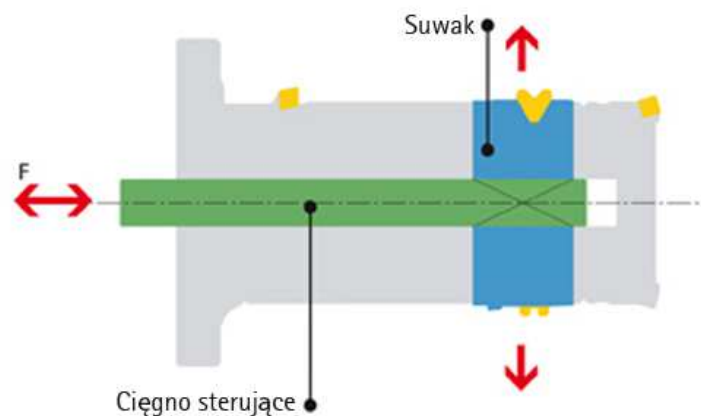


Rys. 2. Podział narzędzi sterowanych mechanicznie w zależności od rodzaju wzbudnika ruchu [2]

Dzięki nowatorskim rozwiązaniom konstrukcyjnym narzędzi, możliwe jest przeprowadzenie wysokowydajnego, zoptymalizowanego i powtarzalnego procesu kompleksowej obróbki, zarówno na maszynach konwencjonalnych jak i zadaniowych. Odpowiednio zaprojektowane narzędzia umożliwiają obróbkę złożonych i skomplikowanych profili, kilku średnic, powierzchni czołowych jak również wykonywanie rowków przy zastosowaniu jednego narzędzia i w jednym zamocowaniu. Pozwala to na osiągnięcie bardzo wysokiej powtarzalności produkcji dzięki min. uniknięciu konieczności przymocowywania obrabianej części lub wręcz przenoszenia na inne maszyny jak również wyeliminowaniu kilkukrotnego pozycjonowania narzędzi (wyeliminowania błędów dokładności wymiany i mocowania narzędzi). Sprostanie bardzo wysokim wymaganiom jakościowym produkowanych części jest możliwe jedynie przy zachowaniu najwyższej precyzji i dokładności wykonywanych narzędzi, dlatego też proces montażu narzędzi sterowanych, w firmie Mapal, jest realizowany ręcznie, a narzędzia są zawsze testowane przed wysłaniem ich do klienta końcowego. Testy narzędzi przeprowadzane są z zachowaniem jak najwyższego odwzorowania przemysłowych warunków pracy, przez co należy rozumieć min. rzeczywiste obciążenia, docelowy materiał obrabiany oraz parametry skrawania, jakie mają być stosowane podczas produkcji seryjnej. Po pierwszej fazie testów, która odbywa się u producenta, na specjalnie do tego celu dedykowanych maszynach, narzędzie wysyłane jest do odbiorcy finalnego na drugą fazę testów, która przeprowadzana jest na docelowej maszynie i zawsze w obecności wykwalifikowanego technika wdrożeniowego [1].

2.1. Narzędzia sterowane ciągnem

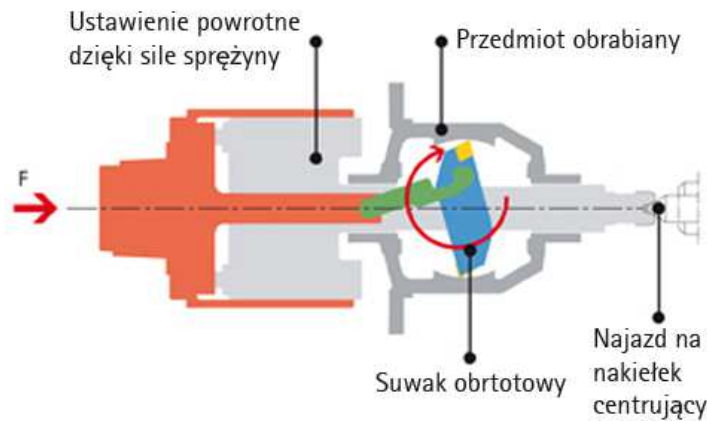
Do tej grupy zaliczamy narzędzia, w których ruch w dodatkowej osi jest uzyskiwany poprzez ciągną i przekładnie wbudowane w korpusie narzędzia. Ciągną pracuje dwukierunkowo (popycha lub zaciąga mechanizm przekazujący ruch w innym kierunku niż ruch ciągną), wzdłuż osi narzędzia. Przesuw ciągną w zależności od maszyny może odbywać się ciągle lub skokowo. Uzyskany w ten sposób przesuw ostrza może być realizowany w dwojaki sposób. Pierwszy to sterowanie skokowe, ostrze narzędzia zostaje ustawione na określonej pozycji i wtedy następuje posuw roboczy całej jednostki, dzięki czemu realizowany jest proces obróbki. Drugi sposób to sterowanie ciągle, przesuw ciągną jest realizowany w czasie procesu formowania wióra (w zależności od konstrukcji narzędzia i kształtu obrabianego profilu jednocześnie z włączonymi obrotami narzędzia lub też włączonymi obrotami i posuwem roboczym). Odpowiednia konstrukcja narzędzia umożliwia sterowanie zarówno jednym ostrzem jak też kilkoma ostrzami, przy czym przesuw ciągną jest taki sam dla wszystkich ostrzy, ale w przypadku kilku ostrzy istnieje możliwość kontroli wysokości wysunięcia kasety zaopatrzonej w ostrze skrawające poprzez odpowiedniego przełożenia. Użycie tego typu narzędzi wymaga zastosowania maszyn specjalnych wyposażonych w specjalne, hydrauliczne lub numeryczne jednostki posuwowe. Wadą tego rozwiązania jest konieczność dodatkowego montażu ciągną posuwowego (podczas montażu narzędzia) i precyzyjne ustawienie jego położenia. Dlatego też tego typu rozwiązania narzędziowe stosowane są najczęściej w produkcji jednostkowej i niskoseryjnej na maszynach, które nie są przezbrajane lub też są przezbrajane bardzo rzadko z uwagi na relatywnie długi – czas przygotowawczo – zakończeniowy [2].



Rys. 3. Schemat narzędzia sterowanego ciągnem [2]

2.2. Narzędzia najazdowe

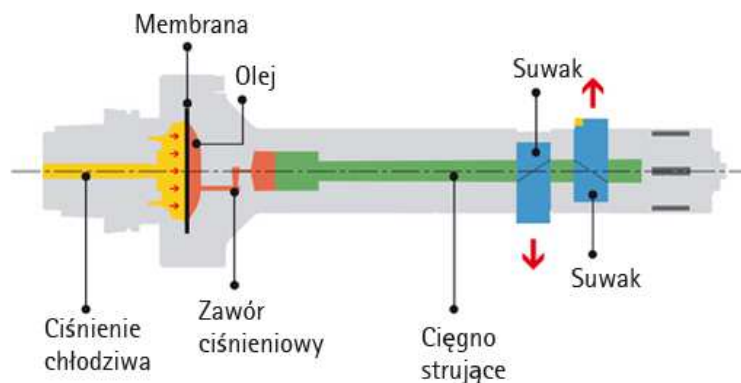
Do tej grupy zaliczamy narzędzia, których przesuw w osi dodatkowej realizowany jest przez specjalny mechanizm wbudowany w korpusie narzędzia a wzbudnikiem ruchu jest siła wzajemnego oddziaływania pomiędzy odpowiednim elementem narzędzia a zderzakiem umieszczonym na przyrządzie mocującym lub powierzchni części obrabianej. Siła przesuwu jak i jego szybkość i zakres sterowane są w sposób ciągły za pośrednictwem posuwu całego narzędzia. Zaprojektowanie tego typu narzędzia wymaga odpowiednich ustaleń już na etapie projektowania przyrządu mocującego, gdyż konieczne jest ustalenie odpowiedniego położenia i wielkości zderzaka. Sposób pracy tego typu narzędzi wygląda następująco. Narzędzie, bez załączonych obrotów, zostaje ustawione na zadanej pozycji, następuje włączenie obrotów i zainicjowanie posuwu narzędzia, w skutek wzajemnego oddziaływania pomiędzy zderzakami (zamocowanymi np. na przyrządzie mocującym i korpusie narzędzia) zostaje wygenerowane odpowiednie przesunięcie zderzaka na narzędziu, który poprzez system kinematyczny realizuje przesuw ostrza. Dzięki wykorzystaniu posuwu narzędzia, jako wzbudnika ruchu istnieje możliwość bardzo dokładnego i precyzyjnego sterowania posuwem ostrza. Bardzo duża zaletą tej grupy narzędzi jest możliwość zastosowania praktycznie na każdej obrabiarce sterowanej numerycznie, jak również brak konieczności dodatkowych zabiegów związanych z mocowaniem i wymianą narzędzia (mogą one być wymieniane w trybie automatycznym). Na rysunku 4 przedstawiony został schemat budowy narzędzia najazdowego, wraz z opisem jego podstawowych elementów.



Rys. 4. Schemat narzędzia najazdowego [2]

2.3. Narzędzia sterowane ciśnieniem chłodziwa

Do tej grupy zaliczamy narzędzia, w których przesuw w dodatkowej osi jest realizowany za pośrednictwem odpowiednio dobranego ciśnienia chłodziwa doprowadzonego do narzędzia. Dużą zaletą tego typu narzędzi jest możliwość zastosowania na konwencjonalnych obrabiarkach (przy czym minimalne wymagane ciśnienie to 50 bar). Sposób pracy narzędzia wygląda w następujący sposób: narzędzie jest ustawiane na określonej pozycji, lub też posuw ostrza i całego narzędzia jest realizowany jednocześnie, włączenie i doprowadzenie chłodziwa (o określonym ciśnieniu) powoduje oddziaływanie na membranę wbudowaną wewnątrz narzędzia. Membrana przekazuje ciśnienie do układu hydraulicznego wypełnionego olejem, który przez specjalny zawór ciśnieniowy wywiera nacisk na cięgno sterujące, które z kolei poprzez system przekładni realizuje posuw roboczy kasety zawierającej ostrze. Tego typu system sterowania umożliwia zarówno posuw skokowy i jak i posuw ciągły ostrza skrawającego (wymaga to oczywiście odpowiednie dogrania posuwu korpusu narzędzia i doprowadzenia chłodziwa), dzięki czemu zakres kształtów, jaki jest możliwy do wykonania jest bardzo szeroki. Zaletami tego rozwiązania konstrukcyjnego jest fakt, iż są to narzędziami bezobsługowymi, ciśnienie chłodziwa wywiera nacisk na uszczelniającą membranę, działającą na olej, który jednocześnie smaruje części mechaniczne narzędzia, wymiana narzędzia nie wymaga dodatkowych zabiegów (możliwa wymiana automatyczna). Posuw ostrza narzędzia może być nastawiany manualnie poprzez zawór dławikowy w układzie chłodzącym maszyny. Na rysunku 5 przedstawiono schemat budowy narzędzi sterowanych ciśnieniem chłodziwa.

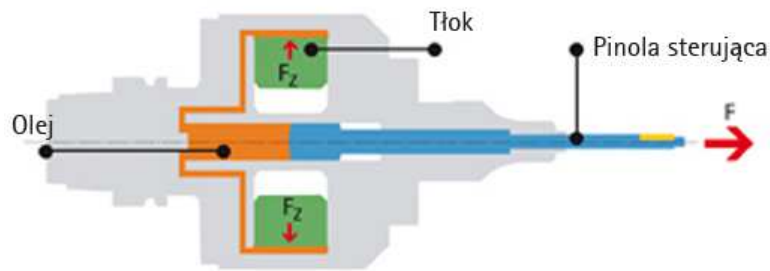


Rys. 5. Schemat budowy narzędzi sterowanych ciśnieniem chłodziwa [2]

2.3. Narzędzia sterowane siłą odśrodkową

Do tej grupy zaliczamy narzędzia, w których przesuw ostrza w dodatkowej osi realizowany jest poprzez regulację i odpowiedni dobór prędkości obrotowej. Sposób działania tych narzędzi jest następujący: narzędzie ustawiane jest na zadanej pozycji, przy załączonych obrotach (odpowiednio dobranych) podczas najazdu na zadaną pozycję, ostrza zamontowane na stałe na korpusie narzędzia mogą już pracować (jeżeli jest taka ko-

nieczność). Po osiągnięciu zadanej pozycji następuje wzrost obrotów, do konkretnie zadanej wartości, co powoduje nacisk ciężarków na system hydrauliczny i zwiększenie jego ciśnienia. Olej powoduje nacisk na pinolę sterującą, dzięki czemu uzyskiwany jest przesuw ostrza. Po zakończonej pracy, obroty narzędzia zostają zredukowane, ciśnienie pochodzące od tłoków obniża się i dochodzi do wycofania pinoli. Za ruch wsteczny odpowiada specjalny układ sprężynowy wbudowany w narzędziu. Podobnie jak w przypadku narzędzi sterowanych ciśnieniem chłodziwa, dużą zaletą tych systemów narzędziowych jest możliwość zastosowania na konwencjonalnych centrach obróbkowych, bez konieczności inwestowania w maszyny zadaniowe. Jedyńm ograniczeniem jest maksymalna prędkość obrotowa wrzeciona, która musi umożliwiać uzyskanie odpowiednio wysokiej prędkości obrotowej. Zastosowanie siły odśrodkowej i systemu hydraulicznego, jako wzbudnika ruchu, możliwa jest praca ciągła ostrza. Montaż narzędzia nie wymaga żadnych dodatkowych zabiegów, a jego wymiana może być realizowana przez standardowy system wymiany narzędzi. Na rysunku 6 pokazano schemat budowy narzędzi sterowanych siłą odśrodkową.



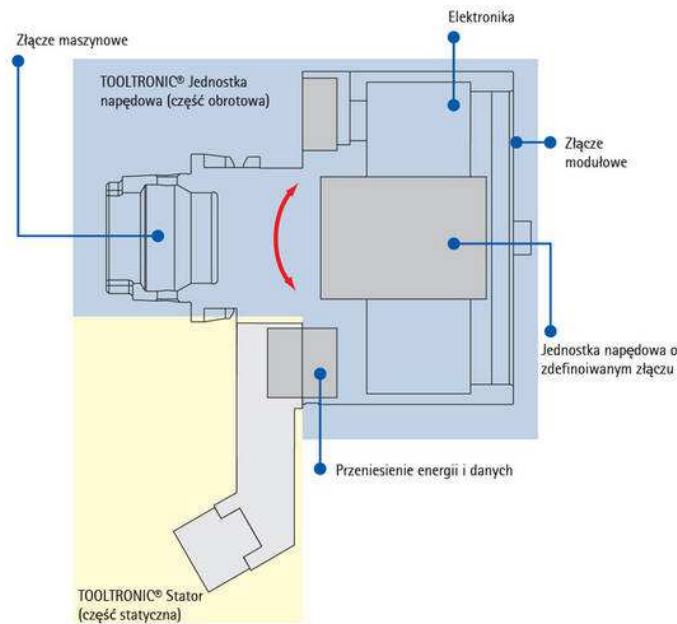
Rys. 6. Schemat budowy narzędzi sterowanych siłą odśrodkową [2]

3. NARZĘDZIA MECHATRONICZNE – TOOLTRONIC®

Zarówno na centrach obróbkowych jak i na obrabiarkach zadaniowych realizować można w prosty i niezawodny sposób ruchy sterujące narzędzi TOOLTRONIC®. Obróbka konturów, podcięć i niecylicylnych otworów jest tak samo możliwe, jak kompensacja ostrzy skrawających przy zamkniętych pętach lub proste wytwarzanie różnych typoszeregów produktów. TOOLTRONIC® opracowany został, jako zamknięty moduł zintegrowany z układem napędowym. Dzięki indukcyjnej energii i dwukierunkowemu przekazywaniu danych TOOLTRONIC® prezentuje pełnowartościową, wbudowaną w sterowanie obrabiarki, oś NC. Dzięki temu daje się wykorzystać w połączeniu z TOOLTRONIC® pełną funkcjonalność nowoczesnych sterowań CNC, takich jak toczenie interpolacyjne w różnych osiach, kompensacja zużycia ostrzy skrawających. Dwukierunkowe przekazywanie danych umożliwia wysyłanie i przyjmowanie danych z sensorów TOOLTRONIC® do sterowania obrabiarki. Rodzaj narzędzia nasadzanego na TOOLTRONIC® uzależniony jest od zdefiniowanego zadania obróbkowego. Generalnie wszystkie rodzaje narzędzi sterowanych MAPAL-a, takie jak sterowanie ciśnieniem chłodziwa, siłą odśrodkową, najazdowe lub sterowane ciągnem, można napędzać przy pomocy TOOLTRONIC®. Możliwości zastosowań nie ograniczają się jednak do obróbki skrawaniem z geometrycznie zdefiniowanym ostrzem. Honownik ze sterowanymi listwami honowniczymi w celu kompensacji zużycia i wymiaru może być również realizowane, jako narzędzie nasadzone na TOOLTRONIC®. Tą grupę narzędzi można podzielić na dwie grupy.

3.1. Narzędzia Tooltronic® dla centrów obróbkowych

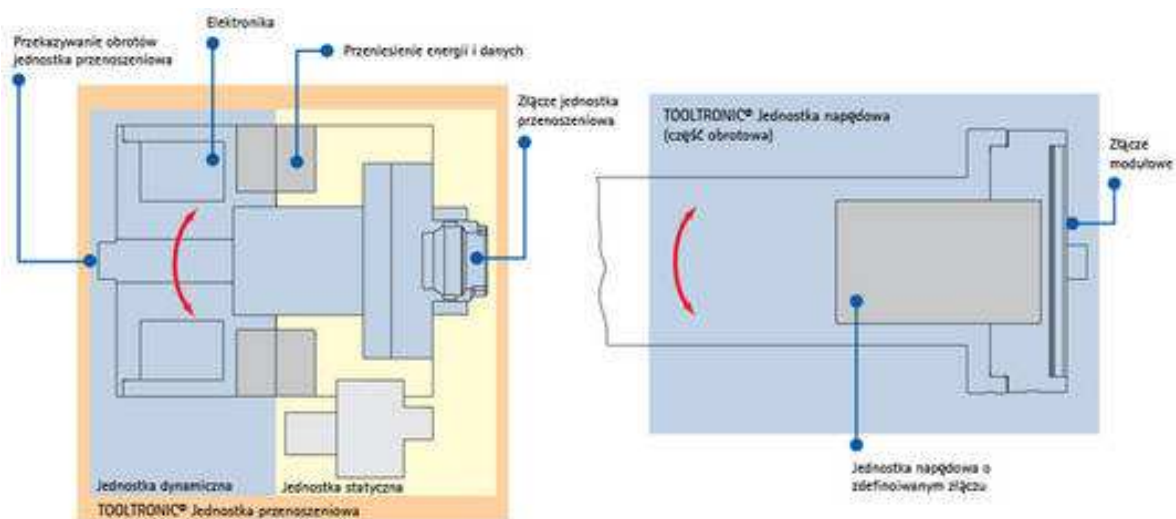
TOOLTRONIC® dla centrów obróbkowych jest pełnowartościową wymienną osią obrabiarki, który umożliwia szerokie spektrum zastosowań. Obróbka elementów, które wytwarzane były dotychczas na obrabiarkach zadaniowych, staje się teraz możliwa na standardowych centrach obróbkowych. TOOLTRONIC® jest narzędziem bardzo elastycznym i dzięki łatwemu programowaniu, daje się dopasować do wielu typów obrabianych elementów. Ilość narzędzi zostaje zredukowana, a czasy maszynowe skrócone. TOOLTRONIC®, jako jednostka napędowa dostępna jest w standardzie z różnymi złączami systemowymi. Do jednostki napędowej można dołączać różne rozwiązania narzędzi sterowanych, które w zależności od zadania obróbkowego posiadają właściwy koncept sterujący i stosowne elementy napędowe. Z wewnętrznym doprowadzeniem chłodziwa, różnymi złączami systemowymi i automatyczną wymianą narzędzia TOOLTRONIC® daje wymienny napęd dla wielu obszarów zastosowań [2].



Rys. 7. Schemat budowy narzędzi Tooltronic® dla centrów obróbkowych [2]

3.1. Narzędzia Tooltronic® dla obrabiarek zadaniowych

Na produkcyjnych liniach transferowych, jak i na obrabiarkach karuzelowych, TOOLTRONIC® znajduje zastosowanie, jako zabudowa wrzeciona. Kosztowne operacje produkcyjne mogą zostać zredukowane do jednej obrabiarki lub stacji obróbkowej. Dzięki temu czasy cykli i koszty zostają maksymalnie zminimalizowane. Indywidualne rozwiązania dopasowane do obrabiarek zadaniowych mogą być proste, szybko i niezawodnie zrealizowane. Modułowa budowa umożliwia przy tym pomimo specjalnej konstrukcji, krótkie czasy reakcji, jak i przyjazne do montażu i przeglądów standardowe komponenty. Przeniesienie energii indukcyjnej i dwukanałowego przesyłania danych poza przestrzeń roboczą obrabiarki, umożliwia krótką budowę całego systemu. Ma to bezpośredni wpływ na wysoką sztywność TOOLTRONIC-a. Kolejną rzeczą należąca do standardu jest wewnętrzne doprowadzenie chłodziwa, które zapewnia optymalny transport wiórów i podwyższoną trwałość ostrza skrawającego[2].

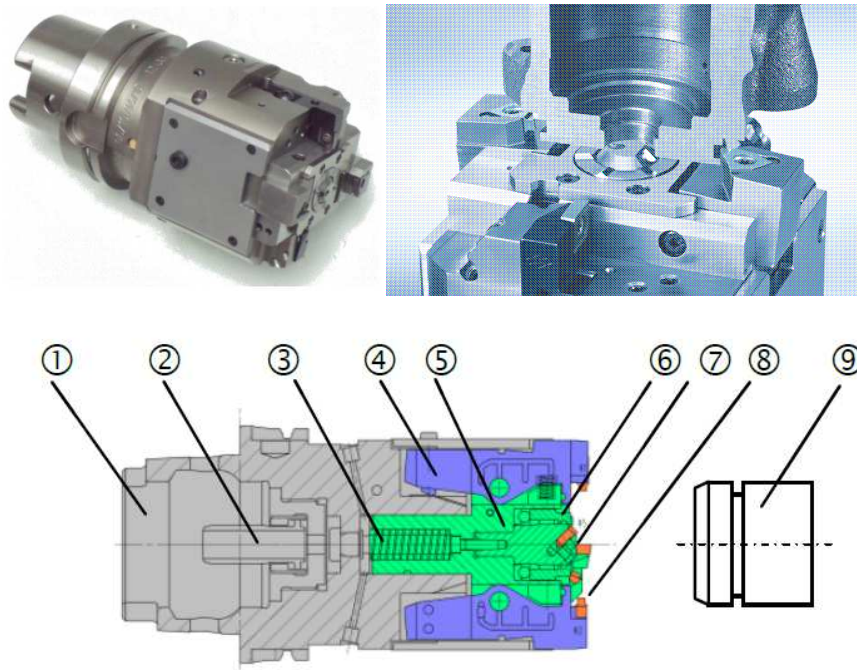


Rys. 8. Schemat budowy narzędzi Tooltronic® dla obrabiarek zadaniowych [2]

4. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA NARZĘDZI STEROWANYCH W PROCESACH PRODUKCYJNYCH RÓŻNYCH BRANŻ PRZEMYSŁOWYCH

4.1. Obróbka zacisku hamulcowego

Proces produkcyjny tego elementu charakteryzuje się bardzo dużą wielkością serii, co pociąga za sobą konieczność odpowiedniego zredukowania ilości narzędzi jak również możliwie dużej skrótce czasu obróbki. Konieczne jest równocześnie sprostanie wysokim wymaganiom jakościowym odnośnie tolerancji kształtu i pozycji. Z uwagi na wielkość serii produkcyjnej narzędzia muszą mieć jak najwyższą żywotność i zapewniać bardzo wysoki stopień powtarzalności i stabilności procesu. Dotychczasowa technologia zakładała zastosowanie narzędzi sterowanych ciągnem (maszyny zadaniowe) lub też narzędzi cyrkulacyjnych i interpolacyjnych (centra obróbkowe). Koncepcja obróbki została zmodyfikowana przez firmę Mapal poprzez zastosowanie narzędzia najazdowego, pozwoliło to min. na zredukowanie ilości narzędzi, skrócenie czasu obróbki, zwiększenie możliwości zastosowania narzędzia na innych maszynach. Przesuw w osi dodatkowej uzyskiwany jest poprzez najazd stopera narzędzia na powierzchnie części obrabianej. W pierwszym etapie obróbki realizowane jest obtaczanie średnicy zewnętrznej poprzez dwa precyzyjnie ustawiane ostrza oraz zatępienie krawędzi przez dodatkowe płytki fazujące. Jednocześnie poprzez najazd stopera realizowane jest przesunięcie wbudowanego w narzędziu ciągną, i przesunięcie promieniowe kaset, w których zamocowane są płytki rowkujące. Taka konstrukcja narzędzi umożliwia jednoczesną realizację trzech zabiegów obróbkowych: obtaczania, fazowania i rowkowania. Zastosowanie precyzyjnie wykonanych gniazd i kaset dla płytek skrawających umożliwia również w pewnym zakresie kompensację ich zużycia.



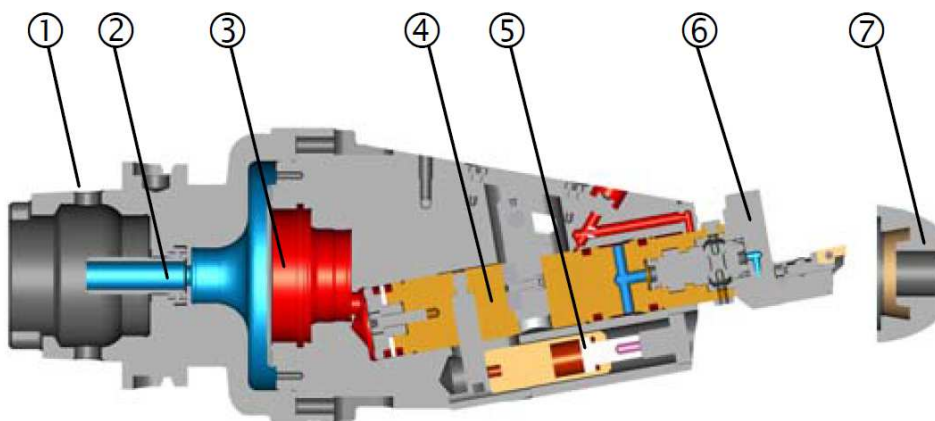
Rys. 9. Schemat narzędzia sterowanego do obróbki zacisku hamulcowego: 1- chwyt narzędzia, 2- wewnętrzne doprowadzenie chłodziwa, 3- sprężyna służąca do wycofania kaset, 4- sterowana kaset, 5- stoper, 6- miejsce styku narzędzia z przedmiotem obrabianym 7- wkładki ostrzowe (obróbka średnicy i fazy), 8- płytka rowkująca, 9- przedmiot obrabiany

Specyfikacja procesu:

Materiał obrabiany: GGG50
 Materiał ostrza: węgiel spiekany, pokrywany
 Średnica obrabiana: 50,2 mm
 Prędkość skrawania: 80 m/min
 Posuw: 102 mm/min
 Czas obróbki: 6 s
 Waga narzędzia: 8 kg

4.2. Obróbka kanałków skośnych lub stożkowych na centrum obróbkowym

W procesie obróbki kanałków skośnych i stożkowych na centrach obróbkowych, narzędzi skrawające muszą sprostać bardzo wysokim wymaganiom jakościowym. Precyzyjnie odwzorowane muszą być kształt, kąt pochylenia i położenie, ale również sam ruch w dodatkowej osi musi być bardzo precyzyjny. Dla tego typu zadań obróbkowych firma Mapal stworzyła specjalne rozwiązanie narzędziowe sterowane ciśnieniem chłodziwa. Dzięki zastosowaniu wymiennej kasety narzędziowej jak również przewodnika ustalającego możliwe jest elastyczne dopasowanie narzędzi do różnych referencyjnych części. Rozwiązanie to charakteryzuje się: możliwością zastosowania na różnorodnych centrach obróbkowych oraz wysoka powtarzalnością pracy, dzięki zespolonej budowie. Zastosowanie tego typu narzędzi pozwala na znaczną redukcję czasu obróbki (zastąpienie procesu frezowania toczeniem), lepszą jakością uzyskiwanej powierzchni (ślady obróbkowe jak po toczeniu). Przewodniki ustalające i narzędziowy sterowane są poprzez centralnie doprowadzone chłodziwa (min ciśnienie 20 bar). Pod wpływem działania układu hydraulicznego przewodnik narzędziowy ustawiony zostaje pod odpowiednim kątem do korpusu narzędzia, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie zadanego kształtu (pochylenia) na części obrabianej. Zastosowanie zamkniętego układu hydraulicznego pozwala, za pośrednictwem specjalne śruby ustawczej, na precyzyjną regulację posuwu przewodnika narzędziowego. W momencie osiągnięcia zadanej pozycji końcowej, następuje wyłączenie chłodziwa i powrót przewodnika narzędziowego do pozycji wyjściowej (realizowany dzięki wbudowanej w korpusie sprężynie). Do głównych zalet tego typu rozwiązania zaliczyć można: szeroki zakres obrabianych średnic, możliwość dopasowania do różnych rodzajów materiałów (wymienne ostrze), możliwość zastosowania innego rodzaju wzbudnika ruchu (np. ciągnio), możliwość zastosowania na różnych centrach obróbkowych.



Rys. 10. Schemat narzędzia sterowanego do obróbki rowków skośnych i stożkowych: 1- chwyt narzędzia, 2- wewnętrzne doprowadzenie chłodziwa, 3- układ hydrauliczny, 4- sterowana kasetta, 5- sprężyna, 6- wymienna kasetta narzędziowa z płytką kształtową, 7- przedmiot obrabiany

Specyfikacja procesu:

Materiał obrabiany: Aluminium

Materiał ostrza: węgiel spiekany, pokrywany

Średnica obrabiana: 38 mm

Prędkość skrawania: 330 m/min

Posuw: 56 mm/min

Czas obróbki: 5 s

Waga narzędzia: 17.2 kg

5. WNIOSKI

Narzędzia sterowane i mechatroniczne znajdują coraz szersze zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu. Ich zastosowanie uzasadnione jest nie tylko aspektami ekonomicznymi, ale przede wszystkim możliwościami obróbkowymi, jakie oferują w porównaniu z narzędziami konwencjonalnymi. Tego typu rozwiązania technologiczne dają:

- możliwości redukcji całkowitej ilości narzędzi potrzebnych do wykonania danej operacji, poprzez połączenie kilku narzędzi konwencjonalnych w jedno narzędzi sterowane;
- skrócenie czasu obróbki poprzez realizację kilku zabiegów obróbkowych w jednym przejściu narzędzia;
- możliwości produkcji na centrach obróbkowych skomplikowanych części, których wykonanie wymaga zastosowania maszyn zadaniowych (w przypadku zastosowania narzędzi konwencjonalnych);
- redukcję całkowitej ilości maszyn potrzebnych do wykonania gotowej części;
- redukcję kosztów narzędziowych i maszynowych, co pociąga za sobą znaczące oszczędności w całkowitym koszcie produkcji;
- elastyczną konstrukcję, która umożliwi obróbki wielu różnych materiałów, dzięki temu dane narzędzia posiada szerokie spektrum zastosowania.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] MAPAL Kompetenz Aussteuerwerkzeuge.
- [2] Materiały wewnętrzne firma Mapal Narzędzia Precyzyjne.
- [3] Mapal Isotool Technologie Newsletter 04/2010.
- [4] Mapal Isotool Technologie Newsletter 02/2013.