Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy – Wydział Inżynierii Mechanicznej
KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE NAUKI I TECHNIKI
CAX'2010

PRODUKTYWNOŚĆ A SKRAWANIE ALTERNATYWNE

Mirosław Dalak*, Tadeusz Mikołajczyk*, Łukasz Romanowski**

** Zakład Inżynierii Produkcji, ** Koło Naukowe Mechaników*
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

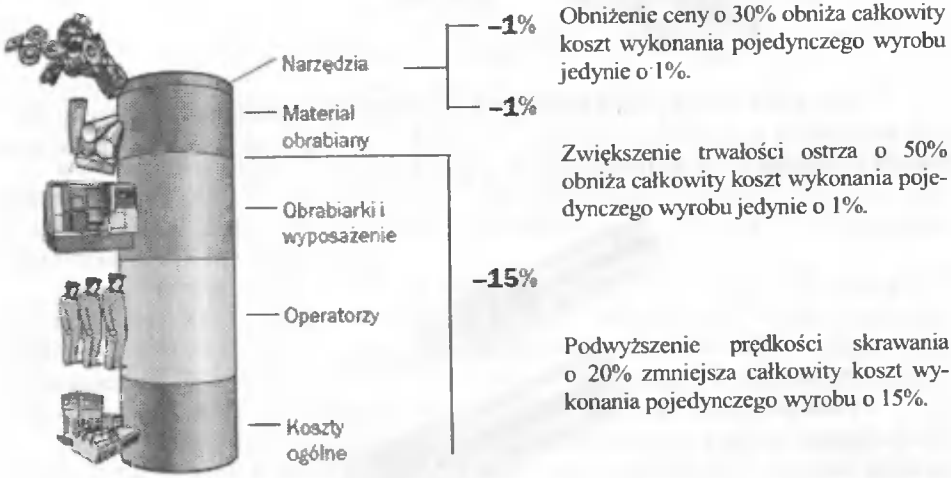
Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwości obróbki alternatywnej poszczególnych operacji procesu technologicznego. Analizą objęto ostrza skrawające do obróbki otworów.

1. WPROWADZENIE

Produktywność jest pojęciem bardzo złożonym i trudno jest wyznaczyć ten jeden element w całym procesie produkcji, który spowoduje maksymalizację stosunku wyników do nakładów. To, co stanowi dostrzegalną różnicę, jest zwykle kombinacją pewnej liczby czynników (rys. 1), które można scharakteryzować [4]:

- zwiększona prędkość skrawania i posuw to więcej gotowych elementów w ciągu godziny;
- przewidywalna żywotność narzędzia to bezpieczeństwo obróbki;
- mniej odpadów to wyższa jakość, cenniejszy produkt końcowy;
- mniej wymian narzędzi to krótsze przestoje;
- dostępność produktów to mniejsze zapasy magazynowe;
- szkolenia techniczne pracowników to lepsze zrozumienie i mniej odpadów.



Rys. 1. Koszt wykonania wyrobu [4]

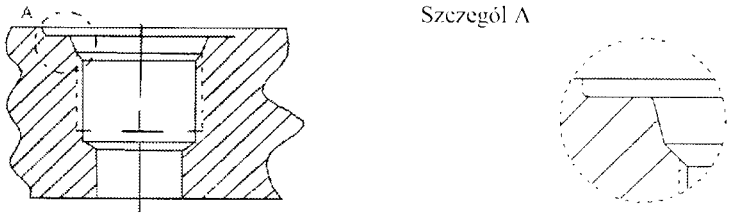
Stale rosnąca konkurencja w przemyśle motoryzacyjnym wymusza zastosowania nowych technologii i maszyn w celu skrócenia czasu obróbki – a co za tym idzie – obniżenia ceny oferowanych produktów [2, 3]. W dziedzinie obróbki skrawaniem, istnieje kilka praktycznych zasad, które wpływają na redukcję kosztów narzędzi wobec zwiększonej prędkości skrawania i posuwów. Nawet znaczne obniżenie kosztów lub wydłużenie żywotności narzędzi doprowadzi do obniżenia całkowitego kosztu pojedynczego wyrobu jedynie o 1%. Jednocześnie, zwiększenie o 20% prędkości skrawania lub posuwu zaowocuje obniżeniem całkowitego kosztu pojedynczego wyrobu o 15%. Właściwie stosowane narzędzia są w stanie poprawić produktywność o nawet 20%, dzięki zwiększeniu prędkości skrawania i posuwów. Należy także oczekiwać wyższej jakości poszczególnych elementów, ograniczonej ilości odpadów oraz niższych kosztów obróbki [1].

Celem pracy jest ocena możliwości ograniczenia liczby narzędzi obróbkowych i jej wpływ na produktywność.

2. ZAMIENNOŚĆ NARZĘDZI ZABIEGOWYCH

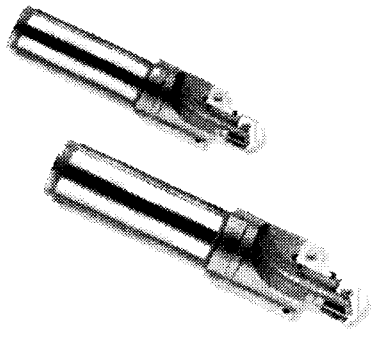
Do wiercenia otworów w pokrywie silnika Diesla z żeliwa szarego (rys. 2) na obrabiarce Mitsubishi HMC-800 stosowano 3 standardowe narzędzia:

- wiertło wstępne,
- wiertło pełnowęglikowe,
- wiertło stopniowane.



Rys. 2. Otwór stopniowany w pokrywie [5]

W celu zwiększenia produktywności 3 tradycyjne narzędzia można zastąpić jednym narzędziem wielozadaniowym AccuPort 432 (rys. 3) [5], co wpływa na skrócenie procesu wiercenia otworu z trzech do jednej operacji.

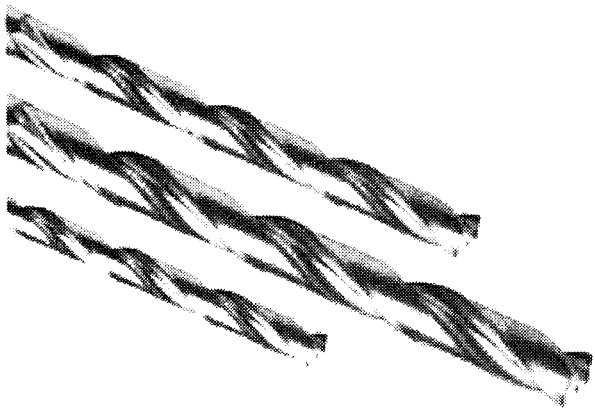


Rys. 3. Narzędzie AccuPort 432 firmy ACME [5]

Zastosowanie sugerowanych parametrów obróbki 1765 RPM (wg SI 1765 obr/min), 300 SFM (wg SI 59,4 m/min), 0.009 IPR (wg SI 0,2286 mm/obr) oraz 15,75 IPM (wg SI 400 mm/min) pozwoliło na skrócenie czasu trwania procesu o 7 minut dla jednej części, co pozwoliło zaoszczędzić 2090 roboczogodzin rocznie.
Zastąpienie narzędzi standardowych narzędziem wielozadaniowym umożliwiło zwiększenie produkcji o 9000 części rocznie i zmniejszenie kosztów procesu o 35000 $ [5].

Do wiercenia otworu o głębokości 2'' (wg SI 50,8 mm) i średnicy 0,2656'' (wg SI 6.75 mm) w aluminiowej obudowie łożyska pod wieżyczkę wojskowego humvee na obrabiarce Makina stosowano pełnowęglikowe wiertło kręte oraz rozwiertak. Wiertło to pracując z parametrami 417 SFM (wg SI 82,6 m/min), 0.003 IPR (wg SI 0,0762 mm/obr) miało żywotność 2940 otworów. Rozwiercanie tego otworu trwało godzinę, co skłoniło producenta do poszukiwania lepszych narzędzi – trwalszych i pracujących z większymi prędkościami.

Zastosowanie wiertła ASC 320 (rys. 4) pozwoliło na zwiększenie posuwu z 0.003 IPR (wg SI 0,08 mm/obr) do 0.011 IPR (wg SI 0,28 mm/obr) przy tej samej prędkości skrawania 417 SFM (wg SI 82,6 m/min), a także wyeliminowało konieczność rozwiercania otworu. Pozwoliło to na uzyskanie oszczędności rzędu 67% [5].



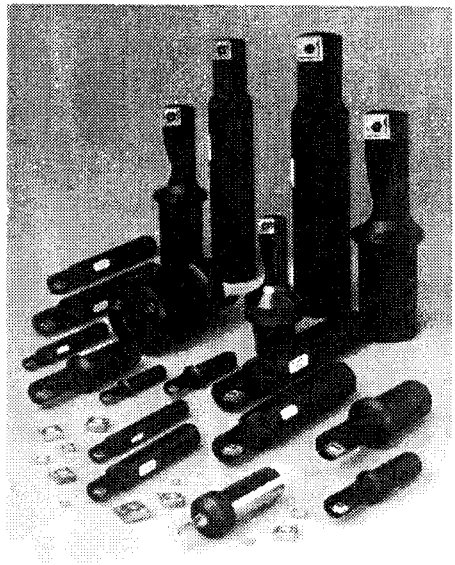
Rys. 4. Wiertła ASC 320 firmy ACME [5]

Do wiercenia otworu o średnicy 8,8 mm w obudowie zaworu stosowano pełnowęglikowe wiertło Iscar. Wiertło to przy stosowanych parametrach obróbki 2036 RPM (wg SI 2036 obr/min), 0.006 IPR (wg SI 0,1524 mm/obr), 12.21 IPM (wg SI 310 mm/min) miało żywotność 11000 otworów.

Zmiana narzędzia na ASC 320 Hi-Pen 3.5+D umożliwiła zwiększenie parametrów procesu do 3300 RPM (wg SI 3300 obr/min), 0.008 IPR (wg SI 0,2032 mm/obr) oraz 26.4 IPM (wg SI 670,56 mm/min). Zastosowanie nowego narzędzia umożliwiło zmniejszenie czasu procesu o 74 sekundy z 3:04 minut do 1:50. Wyższe parametry obróbki oraz żywotność narzędzia 21000 otworów pozwoliły uzyskać oszczędności 11932$ rocznie [5].

Wiercenie otworu centralnego z fazką w kole zamachowym z żeliwa szarego, na obrabiarce CNC Hesapp Inverted VTL z zastosowaniem standardowych narzędzi przeprowadzano w trzech operacjach. Proces trwał 15 sekund, co umożliwiało wytworzenie 150000 detali rocznie. Uzyskanie wymaganych parametrów końcowych utrudniały drgania pochodzące od napędu obrabiarki.

Zastosowanie narzędzia wielozadaniowego EcoCut EC 20R-2.25D 10-E (rys. 5) umożliwiło zredukowanie czasu obróbki z 15. do poniżej 8. sekund dzięki wyeliminowaniu 1 operacji oraz zastosowaniu zalecanych parametrów obróbki 500 SFM (wg SI 99 m/min), 0.009 IPR (wg SI 0.2286 mm/obr), 21.8 IPM (wg SI 553,72 mm/min). Zredukowano także drgania narzędzia pochodzące od wrzeciona obrabiarki.



Rys. 5. Narzędzia EcoCut firmy ACME [5]

Umożliwiło to uzyskanie oszczędności 292 godzin maszynowych rocznie [5].

3. PODSUMOWANIE

Narzędzia wielozadaniowe stosowane w obróbce podzespołów silnika znalazły zastosowanie szczególnie w produkcji seryjnej i masowej, gdzie obrabiane części wymagają jak największej liczby operacji obróbkowych z wykorzystaniem jak najmniejszej ilości narzędzi, a to oznacza mniej ruchów jałowych, krótsze czasy pomocnicze, mniej zatrzymań obrabiarki, a w rezultacie oszczędność czasu wykonania. Narzędzia takie mogą być stosowane do obróbki materiałów miękkich, twardych oraz trudno skrawalnych. Przy ich udziale można realizować zabiegi obróbkowe zarówno wstępne jak i wykończeniowe, a ich konstrukcja może umożliwiać uzyskanie jakości na poziomie takim jak podczas obróbki narzędziami pojedynczymi. Narzędzia te w połączeniu z nowoczesnymi systemami mocującymi mogą zapewniać spokojną i pozbawioną wibracji obróbkę, a w rezultacie „lepszą" geometrię przedmiotu obrobionego. Narzędzia wielozadaniowe mogą być stosowane podczas obróbki z dużymi prędkościami skrawania, a ich konstrukcja może umożliwiać sztywność i stabilność podczas skrawania. W celu lepszego odprowadzenia wiórów, podczas skrawania z wysokimi prędkościami, narzędzia specjalne mogą posiadać duże przestrzenie wiórowe, które mogą umożliwiać właściwe ich odprowadzenie w czasie obróbki.

Narzędzia zespolone, określane również jako narzędzia kompletne lub narzędzia zespołowe, umożliwiają jednoczesne wykonywanie co najmniej dwóch, a często kilku

zabiegów obróbkowych. Dzięki zastosowaniu jednego narzędzia ma się do czynienia z tolerancją wymiany narzędzia jednorazowo, co stwarza możliwość osiągania wyższej dokładności. Narzędzia zespolone są tak konstruowane, aby uzyskiwana jakość obróbki była na poziomie takim, jak podczas obróbki narzędziami pojedynczymi. Dlatego, że nie istnieje tu wymiana narzędzi między poszczególnymi zabiegami obróbkowymi, oznacza to mniej zatrzymań obrabiarki, mniej ruchów jałowych, krótsze czasy pomocnicze, a w rezultacie oszczędność czasu wytwarzania. Ponadto zmniejsza się znacznie liczba potrzebnych gniazd w magazynach narzędziowych, co jest szczególnie korzystne podczas wytwarzania geometrycznie złożonych przedmiotów. Typowym przykładem narzędzi zespolonych są wiertła stopniowe do dwóch zabiegów obróbkowych – wiercenia i pogłębiania. Przykładowo są one stosowane wówczas, gdy w jednym otworze powinny być wspólnie wykonane: faza pod gwint lub pogłębienie na łeb śruby.

Stosując wiertła stopniowe do obróbki można uzyskać zwiększenie wydajności i redukcję kosztów produkcji. Wykonanie otworu może być bardziej efektywne i szybsze. Zarówno na centrach obróbczych, gdzie czasy główne i pomocnicze mogą zostać zredukowane, jak i na transferowych liniach obróbczych zastosowanie tych narzędzi jest racjonalne. Standardowe wymiary wierteł stopniowych umożliwiają zastosowanie tego typu narzędzi do konkretnych zadań obróbczych i materiału. Wiertła stopniowe mogą zostać pokryte powłoką ochronną zwiększającą ich trwałość podczas obróbki. Powłoka taka, w zależności od jej składu chemicznego charakteryzuje się zewnętrzną barwą, np.: złotą, czerwono-brązową, szaro-niebieską, czarno-niebieską, szarą, srebrną itp. Wiertła modułowe wykonane z węglików spiekanych umożliwiają jednoczesne wykonywanie kilku zabiegów obróbkowych. Mogą być stosowane do obróbki szybkościowej i na sucho. Stosowanie tych wierteł przy wysokich parametrach skrawania może skrócić czas operacji oraz może mieć wpływ na podwyższenie wydajności produkcji.

Wielostopniowe narzędzia wytaczarskie są opracowywane dla specjalnych przypadków zastosowań. Narzędzie takie umożliwia zespolenie wiercenia wstępnego, wytaczania i fazowania, jako obróbki wstępnej przed następującym po niej wytaczaniem, np. powierzchni stożkowej. Wiertło z czterema stopniami średnic i jedną fazą tego rodzaju może zastąpić pięć narzędzi pojedynczych.

Odmianę narzędzi wielozadaniowych stanowią też narzędzia wielofunkcyjne. Z ich udziałem można zrealizować różne zabiegi obróbkowe, zarówno wstępne, jak i wykończeniowe, wykorzystując poszczególne ostrza narzędzia i ich usytuowanie względem obrabianego przedmiotu. Zaproponowane przez firmę Kempf GmbH narzędzie wielofunkcyjne do obróbki korpusów aluminiowych, zastępuje dotychczasowe cztery narzędzia: do wiercenia w pełnym materiale, frezowania gwintów, pogłębiania i fazowania.

Obecnie narzędzia wielofunkcyjne realizują również zadania nie będące w bezpośrednim związku funkcjonalnym. Narzędzie wielofunkcyjne firmy Iscar z czterema wkładkami ostrzowymi, do realizacji (na tokarsko-frezarskich centrach obróbkowych) toczenia, wiercenia, wytaczania, frezowania i gwintowania na przedmiocie w jednym jego zamocowaniu, umożliwia łącznie wykonanie 10. zabiegów obróbkowych. Może być stosowane do obróbki zgrubnej i wykończeniowej, zarówno wewnętrznej, jak i zewnętrznej, a przy tym nie jest droższe niż 10 pojedynczych narzędzi do oddzielnej realizacji poszczególnych zabiegów.

Narzędzia obiegowe umożliwiają stosowanie ostrzy stycznych z dodatnimi geometriami, dzięki czemu zmniejszone siły skrawania powodują mniejsze odpychanie narzę-

dzia w ruchu obiegowym, a tym samym osiąganie większej dokładności kształtu. Jednym narzędziem można wykonać różnego rodzaju zadania obróbkowe.

LITERATURA

[1] Metalworking World. Sandvik Coromant 01/06 03/08
[2] Special tooling solutions. Horn 2007
[3] Engines and Components Solutions. Valenite LLC, Madison Heights USA 2006
[4] www.sandvik.com (pobrano dnia 21.10.2008)
[5] www.alliedmachine.com (pobrano dnia 21.10.2008)

PRODUCTIVITY AND ALTERNATIVE CUTTING

Summary

Paper deals with conventional and alternative way hole machining. By using e.g. multi-tasking tools with specific set of machining parameters, it can predict and determine ways of machining time minimizing. This will result in improved productivity and significant cost savings.