



Gazy osłonowe
do spawania
łukowego aluminium
i jego stopów

Przegląd:
frezarskie
centra
obróbkowe
CNC

Obróbka materiałów stosowanych w przemyśle lotniczym

Obróbka skrawaniem w produkcji masowej

– pożądane cechy obrabiarek i sterowań

Maszyna CNC (ang. *computer numerical control*) to urządzenie służące do skrawania materiału, sterowane numerycznie dzięki odpowiednim układom automatyki i specjalnie zaprojektowanemu sterowaniu, które za pomocą narzędzi, takich jak wiertła, narzędzia wiertnicze, toczące i frezujące, wykonuje detal z wybranego materiału, o z góry określonych wymiarach i geometrii.

Maszyna CNC zmienia kawałek materiału – metalu, tworzywa sztucznego, drewna, ceramiki lub kompozytu – w taki sposób, aby spełniał precyzyjne wymagania, postępując zgodnie z zaprogramowanymi instrukcjami bez udziału człowieka. Maszyny CNC wyeliminowały konieczność wykonywania każdego kroku produkcyjnego przez człowieka. Zamiast tego operator maszyny programuje ją i ustawia tak, by w ciągu cyklu wyprodukowała ona detal o określonych parametrach. Obrabiarki łączą w sobie narzędzie mechaniczne oraz platformę zwrotną, które kontrolowane przez system sterowania działają zgodnie z zaprojektowaną wcześniej ścieżką obróbczą. Instrukcje są dostarczane do maszyny w postaci plików graficznych wspomaganych komputerowo (CAD), które maszyna przekształca w sekwencyjny program sterowania, który następnie wykonuje.

Zalety sterowania numerycznego

Wśród najczęściej spotykanych obrabiarek sterowanych numerycznie wyróżnia się: frezarki, tokarki, przecinarki plazmowe, obrabiarki wyładowaniem elektrycznym EDM, maszyny wielorzecionowe, maszyny tnące strumieniem wody. Dodatkowo wiele innych maszyn ma moduły CNC. Można tutaj wyróżnić przede wszystkim: drukarki 3D, maszyny do cięcia szkła, obrabiarki laserowe, wiertła, hafciarki, maszyny do obróbki drewna, szlifierki i inne.

Podstawowym zadaniem maszyn CNC jest przyspieszenie produkcji elementów o powtarzalnej geometrii. Dzięki temu, że ścieżkę obróbczą projektuje się raz, a może ona zostać wykonana nieograniczoną liczbę razy, dochodzi do znacznej oszczędności czasu. Dodatkowo eliminuje się udział człowieka w samym procesie wytwórczym, dzięki czemu może on w tym samym czasie wykonywać inną pracę, nie jest również zagrożony niebezpieczeństwem, którym obarczona jest praca z narzędziami obróbczymi. Dodatkowym walorem korzystania z maszyn CNC jest jakość wyrobu. Dobrze utrzymana obrabiarka, której przeglądy i serwis są wykonywane zgodnie z założonym harmonogramem, może z powodzeniem dostarczać wyroby bliskie projektowemu ideałowi na tyle, by re-

TEKST: MGR INŻ. **Agnieszka Hyla**

konsultantka ds. optymalizacji produkcji w Centrum Szkoleń Inżynierskich EMT-Systems Sp. z o. o., kierownik projektów IT, autorka tekstów z zakresu zarządzania w przemyśle

zdjęcia: Istock

prezentować jakość dalece wykraczającą poza możliwości obróbki ręcznej. Kolejną zaletą obrabiarek CNC to możliwość wykonywania pewnych czynności symultanicznie. Obrabiarki konwencjonalne pozwalają jedynie na wykonywanie jednej czynności naraz. W przypadku CNC, dzięki różnym osiom pracy maszyny i możliwości montażu więcej niż jednego narzędzia, część kroków obróbczych może być wykonywana w tym samym czasie, co powoduje skrócenie całego procesu.

Mankamenty maszyn CNC

Korzystanie z obrabiarek CNC niesie jednak ze sobą pewne wyzwania i problemy, które są obecne podczas pracy [1]. Problematiczne mogą być awaria zasilania i idące za nią zaburzenie w kontroli położenia osi pionowej pod wpływem grawitacji. Koszt uszkodzeń będących wynikiem takiego wydarzenia jest bardzo wysoki. Dodatkowo rośnie trudność procesu decyzyjnego w środowisku produkcyjnym, w związku z tym, że zmiany w projektowaniu i zapotrzebowaniu na wysokiej jakości produkty są coraz szybsze. Wyzwaniem jest także kontrola czasu przetwarzania i maksymalnego jego skracania. Na przykład dla operacji obracania istnieje nieliniowa

korelacja między kosztem produkcji a wymaganym czasem przetwarzania na tokarce CNC. Problemem są również błędy ruchów osi obrotowych obrabiarek pięcioosiowych [1].

Warto także zwrócić uwagę na odstępstwa od dokładności maszyny występujące wskutek zabrudzeń, złej konserwacji czy braku systemów kontroli pracy maszyny. Efektem może być spadająca jakość wyrobów lub usterka maszyny prowadząca do jej zatrzymania. Co ciekawe, mimo wagi położonej na jak najniższą cenę przy zachowaniu odpowiednich parametrów obróbczych kupcy zwracają także uwagę na wygląd samej maszyny, co stanowi dodatkowe wyzwanie produkcyjne, choć nie niesie ze sobą większej wartości. Warto także wspomnieć o tym, że w przypadku bardziej zaawansowanych maszyn, np. obrabiarek 5-osiowych, wciąż nie osiągnięto optimum pomiarowego. Prowadzone są prace mające na celu udoskonalenie metod pomiaru w celu zwiększenia dokładności pięcioosiowych obrabiarek. Wyzwaniami okazują się próby osiągania coraz większej dokładności wytwarzania detali oraz poprawa wykorzystywanych systemów kontroli chłodzenia, które zapewniają zarówno bezpieczną pracę maszyny, jak i za- ➤

reklama

Ciche ruchy wieloosiowe z układami portalowymi drylin® E



Systemy liniowe drylin® dla układów portalowych. Płynna i cicha praca, bez smaru. Dostępne również w wersji z silnikami krokowymi i prądu stałego.

igus® Sp. z o. o.
Więcej informacji: kniemyjski@igus.pl
Tel. 22 316 36 30 plastics for longer life®

igus.pl

- ✦ chowanie odpowiednich właściwości materiału obrabianego [1].

Jako wadę CNC można postrzegać również to, jak przygotowany musi być projekt. Użycie maszyny sterowanej numerycznie wymusza bowiem skorzystanie z oprogramowania CAD w celu przygotowania projektu graficznego. Dodatkowo obróbka CNC oznacza wyższe koszty początkowe w porównaniu z tradycyjną obróbką. Inwestycja w urządzenie tego typu zwraca się po czasie, maszyny CNC są jednak bardzo drogie, ich utrzymanie w dobrej kondycji również wymaga nakładów finansowych. Konieczna jest także ciągła edukacja w tym kierunku. Samo kupno maszyny obróbczej to dopiero pierwszy krok, następnie należy odpowiednio przygotować podłoże, wypoziomować i ustabilizować maszynę, dokonać kalibracji i zaplanować niezbędne przeglądy i naprawy. Konieczna może okazać się interwencja ekspertów z zewnętrznego serwisu maszyn. Dodatkową wadą obrabiarek CNC jest ograniczone pole obróbcze. Im mniejsza maszyna, tym możliwe jest wykonanie mniejszego geometrycznie przedmiotu. Obrabiarki o dużych gabarytach są zazwyczaj droższe od ich mniejszych odpowiedników. Możliwości maszyny CNC ogranicza także materiał, z którego wytwarzamy. Nie każda maszyna obsłuży bowiem każdy rodzaj materiału [2].

Jakie cechy maszyn CNC decydują o produktywności?

Aby poprawić produktywność prowadzonych działań produkcyjnych, konieczne jest spojrzenie na temat z różnych perspektyw. Pierwszą z nich jest zdolność do cięcia metalu. Jest to podstawowa kompetencja każdej obrabiarki, jako że wśród oczekiwań klientów najczęstsza jest właśnie zdolność do obróbki metali. Jedną z najważniejszych cech obrabiarki pionowej jest więc wrzeciono. Liczą się tutaj jego: solidna konstrukcja, szeroki zakres charakterystyk, duża moc, wysoki moment obrotowy i szeroki zakres prędkości wrzeciona. Dzięki temu firma ma możliwość cięcia pokazanej gamy materiałów, skrócenia czasu cyklu i obniżenia kosztów produkcji. Wpływa to także na skrócenie czasu dostawy i zwiększenie rentowności dzięki obniżeniu kosztów części zamiennych [3].

Kolejna istotna cecha na przykładzie maszyn pionowych to dobre wsparcie narzędzi i ich wydajność. Wymaga się, aby wymiana części była szybka, bezpieczna, a kontrola jakości narzędzia – łatwa. Nie wszystkie

obrabiarki są jednak projektowane w ten sposób. Brak możliwości szybkiej wymiany części czy kontroli jakości narzędzia może się przyczynić do: powstawania częstych przestojów, zwiększenia kosztów części zamiennych, utraty rentowności. Rozwiązaniem jest centrum obróbcze oferujące: dużą pojemność narzędzi, łatwy dostęp do magazynu oraz konstrukcję zaprojektowaną w celu dostosowania do różnych rozmiarów narzędzi i różnej wagi. Istotne jest także zarządzanie wiórami i chłodziwem. Za zwiększoną produktywnością idą większe zużycie chłodziwa i nadprodukcja odpadów produkcyjnych. Dodatkowy czas zaoszczędzony dzięki wysokiej jakości maszynie nie może zostać zmarnowany przez ciągłą potrzebę zatrzymania działań w celu oczyszczenia pola roboczego z wiór czy uzupełnienia chłodziwa. Warto więc zwrócić uwagę na sposób, w jaki chłodziwo jest dostarczane do maszyny oraz jego usuwanie i pozbywanie się wiór. Może to zaoszczędzić sporo czasu oraz zapewnić dobrą kondycję maszyny [3].

Ciekawą innowacją, bez wątplenia pozytywnie wpływającą na produktywność maszyn CNC, są systemy do ciągłego monitoringu procesu w czasie rzeczywistym, takie jak np. Montronix [4]. Dzięki instalacji takiego systemu możliwa jest detekcja kolizji, uszkodzeń narzędzi, pustego cięcia, ponadprzeciętnych wibracji wrzeciona i całej maszyny, znacznego zużycia narzędzia czy przeciążeń już w czasie pracy maszyny, a nie dopiero po wystąpieniu konkretnej usterki. Dzięki temu maszyna w takich warunkach jest automatycznie zatrzymywana i nie dochodzi do pogłębienia problemu [4].

Interfejs użytkownika i ergonomia stanowiska pracy

Prócz czynników związanych z pracą samej maszyny warto wspomnieć także o tych, które mają wpływ na komfort i efektywność pracy człowieka będącego jej operatorem. To, jak szybko i sprawnie osoba ta może zaprogramować czy ustawić maszynę, wpływa na czas procesu. Im rzadziej konieczna jest zmiana miejsca czy modyfikacja ustawień obróbczych, tym lepiej. Oszczędza się wówczas cenny czas. Nie bez znaczenia jest wygoda samego panelu operacyjnego. Im bardziej jest on intuicyjny i czytelny, im więcej w danym sterowaniu znajduje się wbudowanych, a przydatnych funkcji skracających pracę operatora, tym lepiej. Wiele zależy od tego, jakim warunkom wytwórczym dedykowana jest maszyna. W produkcji jednostkowej ✦

➤ najlepiej sprawdzają się sterowania dialogowe, w przypadku których priorytetem jest łatwość obsługi panelu przez operatora. Dobrym wyborem może tutaj więc być obrabiarka ze sterowaniem Sinumerik. Jeśli jednak mowa o produkcji masowej, powinno się zwrócić uwagę na małą awaryjność, możliwość centralnego sterowania kilkoma maszynami za pomocą jednego sterownika nadrzędnego, dobrym wyborem może więc być np. maszyna Fanuca.

W przypadku produkcji masowej kluczem jest automatyzacja całego procesu, nie tylko zaś obróbki materiału wsadowego. W przypadku produkowania setek czy nawet tysięcy przedmiotów o powtarzalnej geometrii i właściwościach w ciągu tygodnia czy miesiąca warto wziąć pod uwagę dodatkowe zautomatyzowanie czynności podawania i odbierania materiału z maszyny. Występuje wówczas jedna kalibracja układu maszyna – ramię robota przed rozpoczęciem cyklu produkcyjnego. Taka automatyzacja wymaga zazwyczaj użycia maszyny przystosowanej do wykorzystywania nowoczesnych technologii. Jeśli możliwe będzie rozdzielenie procedur konfiguracji od procesu obróbczego, dzięki automatyzacji, zaoszczędzony może zostać czas, który zazwyczaj operator spędza właśnie na ustawianiu maszyny. Możliwe są wówczas zbudowanie kolejki roboczej przed wrzecionem i znaczne zwiększenie jego wykorzystania. Eliminuje się wówczas bezproduktywne zazwyczaj godziny przestoju maszyny spędzone na ustawianiu parametrów procesu. Na szybkość produkcji masowej mają także wpływ możliwości ustawienia i mocowania stołu. Im bardziej elastyczne, tym więcej konfiguracji może być uruchomione na tej samej płycie podstawy.

Atuty maszyn w przypadku produkcji masowej

Jako że w przypadku produkcji wieloseryjnej czy masowej konieczne jest uprzednie przygotowanie programu obróbczego, wszyst-

kie maszyny muszą być dobrze skomunikowane z nadrzędnym systemem sterowania, aby mieć możliwość odebrania odpowiednich komend do pracy. Alternatywnie możliwe jest wgrywanie programu poszczególnym maszynom, np. z wykorzystaniem USB, i zapisanie ścieżki na pamięci zewnętrznej. Liczą się tutaj: czas, precyzja i powtarzalność, a także łatwość obsługi przez pracowników o niskich kwalifikacjach. Obrabiarka do produkcji masowej powinna być więc niezawodna. Powinna móc pracować długo, bez przerwy, oraz mieć możliwość integracji w procesie zautomatyzowanym z innymi urządzeniami czy ramionami robotów. Panel sterowania powinien być jak najprostszy i intuicyjny, aby jego obsługa nie wymagała zaawansowanych umiejętności operatora. W przypadku stworzenia linii produkcyjnej, w której sterowany jest układ ramię robota – maszyna CNC, dobrym rozwiązaniem może być sterowanie firmy Siemens, które dopuszcza zarządzanie pracą obu maszyn z pułapu jednego panelu HMI [5]. Ponadto po tygodniowym szkoleniu z obsługi tego sterowania operator może samodzielnie wykonywać pierwsze prace, co w przypadku np. sterowań bardziej skomplikowanych zajmie zdecydowanie więcej czasu. Z uwagi na wymaganą w produkcji masowej wysoką jakość maszyny do sugerowanych producentów należą tutaj np. Okuma czy Mazak. Są to urządzenia z wysokim dopasowaniem sterowania (producent odpowiada zarówno za hardware, jak i software), przeznaczone do ciągłej pracy, *de facto* z rzadkimi przerwami na przegląd lub kalibrację. Producenci ci prześcigają się z resztą w oferowaniu coraz to nowocześniejszych rozwiązań obróbczych. Na przykład firma Yamazaki Mazak oferuje obecnie technologię Smooth, inteligentne sterowanie obejmujące system programowania Mazatrol Smoothx CNC, a także nowe rozwiązania sprzętowe i serwonapędy. Zapewnia to: ulepszony interfejs użytkownika, skrócony czas produkcji, możliwość integracji sterowania maszyny z systemem zarządzania całą produkcją. Wszystkie te elementy wpływają więc na zwiększenie produktywności [6]. Z kolei w sytuacji, gdy maszyna jest raz uruchamiana, a następnie pracuje bardzo długo bez zmian, sprawdzi się również urządzenie firmy Fanuc [5]. Bez względu na producenta maszyny czy sterowania o efektywności produkcji masowej CNC decyduje wiele czynników, z których część ulega ciągłej ewolucji. □

Piśmiennictwo

1. Jindal H., Kumar R., Kothari K.D.: *Modern techniques in CNC machines – a review*. „International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)”, nr 6/2014.
2. *Idealna obróbka metalu*. Galwmet, <http://galwmet.pl/wpis-blog/zalety-i-wady-obrobki-cnc/> [dostęp: 6.01.2019 r.].
3. Howard W.: *7 critical vertical machining center features for improving productivity*, <https://www.competitiveproduction.com/articles/7-critical-vertical-machining-center-features/> [dostęp: 6.01.2019 r.].
4. *Montronix Monitoring Solutions*, www.montronix.com [dostęp: 13.01.2019 r.].
5. Hyla A.: *Sterowanie CNC – porównanie praktyczne popularnych systemów sterowania maszyn skrawających*. „STAL, Metale i Nowe Technologie”, nr 5-6/2018, s. 103-111.
6. *Technologia Smooth*, Yamaaki Mazak. <https://www.mazakeu.pl/smooth/> [dostęp: 13.01.2019 r.].