

Dokładność obróbki elementów wielkogabarytowych – zagadnienia technologiczne

prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski, dr inż. Maciej Matuszewski, Ph. dr Ivan L. Oborski,
doc. dr inż. Franciszek Bromberek

W artykule przedstawiono czynniki technologiczne determinujące dokładność obróbki elementów, zwłaszcza wielkogabarytowych. Przedstawiono także sposoby aby zminimalizować negatywny wpływ tych czynników na dokładność wymiarową elementów.

WPROWADZENIE

Elementy o dużych gabarytach mają swoją specyfikę i to zarówno w sferze konstrukcji jak i technologii [4,5]. Uzasadnienie tego stwierdzenia w zakresie obróbki takich elementów przedstawiono, m.in. w publikacjach [1,2]. W niniejszej pracy przeprowadzono analizę czynników technologicznych mających wpływ na dokładność obrabianych przedmiotów. Zawarte w pracy rozważania mają na celu wskazanie sposobów jak ich negatywny wpływ zmniejszyć, a tym samym zapewnić dokładność wymiarową obróbki na oczekiwanym poziomie.

Zagadnienie to jest szczególnie istotne w przypadku obróbki elementów tworzących strukturę obrabiarek. Od dokładności wykonania tych elementów zależeć będzie dokładność obrabianych na takich obrabiarkach elementów wielkogabarytowych (EWg).

CZYNNIKI MAJĄCE WPŁYW NA DOKŁADNOŚĆ OBRÓBKİ EWg

Na dokładność obróbki istotny wpływ posiada przygotowanie obrabiarki oraz narzędzi do pracy, przede wszystkim jednak wzajemne, zdefiniowane ich usytuowanie.

W pierwszym zakresie wyróżnić można dwa następujące działania:

a) ustawienie narzędzia skrawającego w uchwycie – odbywa się to najczęściej na ustawiaku, specjalnym dla poniższych grup narzędzi:

- narzędzia obrotowe (frezy, głowice frezarskie, wytaczadła, wiertła, rozwiertaki),
- narzędzia tokarskie;

b) ustawienie obrabiarki wraz z narzędziem względem określonego w dokumentacji punktu bazowego, wg którego programiści przygotowują program sterujący obróbką przedmiotu.

Wybrane zagadnienia dotyczące pierwszego z wymienionych działań przedstawiono, m.in. w pracy [3], natomiast pozycjonowanie obrabiarki wg punktu b), które można realizować kilkoma sposobami przedstawiono poniżej.

Na dokładność wymiarową EWg wpływ ma również dokładność usytuowania przedmiotu obrabianego (PO) w przestrzeni roboczej obrabiarki, a także odpowiednie jego mocowanie, które powinno zabezpieczać trwałość tego usytuowania. Zagadnienia te przedstawiono w dalszej części pracy.

SPOSOBY POZYCJONOWANIA OBRABIARKI

Każdy z wymienionych sposobów ma swoje cechy charakterystyczne, pozwala także uzyskać zróżnicowaną dokładność obróbki, równoznaczną z dokładnością wymiarową EWg. Przedstawiając powyższe sposoby, na te elementy zwrócono szczególną uwagę.

Pozycjonowanie wg tzw. „próbego wióra”

Jest to sposób ustawiania narzędzia bezpośrednio w odniesieniu do zamocowanego przedmiotu na stole obrabiarki. Polega na bardzo powolnym zbliżaniu obracającego się narzędzia do powierzchni przedmiotu, aż do uzyskania choćby minimalnego wióra – rys. 1. W przypadku pozycjonowania wg tzw. „próbego wióra” należy uwzględnić wymiary narzędzia wykorzystywanego w tym procesie – długość i średnicę.

Dokładność tego sposobu pozycjonowania zależy od doświadczenia operatora obrabiarki. Stosowany jest głównie do obróbki zgrubnej. W przypadku obróbki elementów wielkogabarytowych taki sposób pozycjonowania charakteryzuje się małą dokładnością. Dotyczy to przede wszystkim

dokładniejszego czujnika elektronicznego, który ma na celu potwierdzenie dokładności pomiarów ręcznych.

Taki sposób pozycjonowania bezpośrednio w odniesieniu do elementu obrabianego zapewnia dużą dokładność przygotowania obrabiarki do obróbki. Stwierdzona dokładność ustawienia zależy od dokładności zastosowanego czujnika – możliwa jest do osiągnięcia dokładność rzędu 1 mikrometra. Ustawienie czujników podczas pozycjonowania tym sposobem przedstawiono na rys. 2.

Pozycjonowanie z zastosowaniem przyrządu specjalnego

W licznych przypadkach, doceniając wagę zagadnień dokładności obróbki, pozycjonuje się zespoły funkcyjne używając do tego specjalnych przyrządów pomocniczych. Poniżej przedstawiono pozycjonowanie EWg stosując czujnik umocowany we wrzecionie oraz specjalny przyrząd mocowany na stole obrabiarki, wykonany wg niemieckiego patentu DE 102007 006 070 A1 2007.08.09. Sposób ten zalicza się do bezpośrednich metod pozycjonowania wrzeciona względem stołu w rezultacie wyznaczenia punktu bazowego.



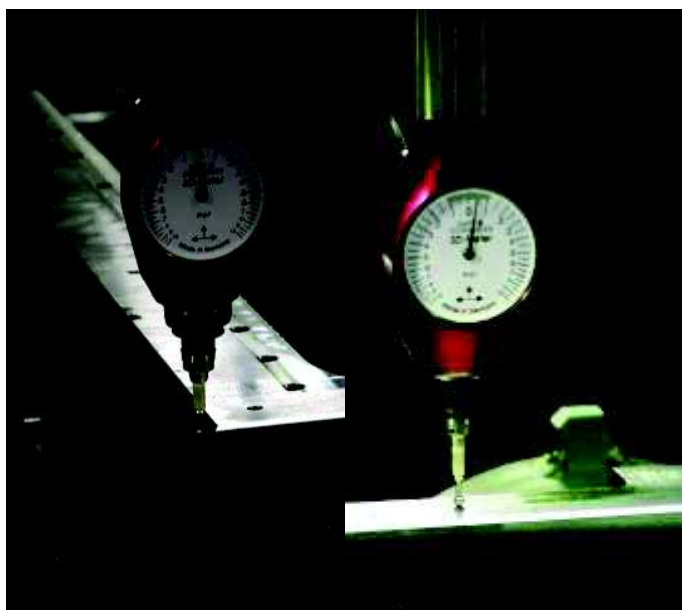
Rys. 1. Pozycjonowanie narzędzia względem obrabianego przedmiotu na tzw. „próbnym wiór”: a) w osi X lub Y, b) w osi Z

sytuacji gdy element po obróbce zgrubnej zdejmowany jest do stabilizacji temperatury i przeprowadzenia pomiarów na maszynie współrzędnościowej. Ponowne zamocowanie tego elementu i pozycjonowanie wg „próbego wióra” nie zapewni dużej dokładności obróbki. Szczególnie dotyczy to dokładności położenia.

Pozycjonowanie z zastosowaniem czujników

Pozycjonowanie z zastosowaniem czujników technicznie podobne jest do ustawiania wg „próbego wióra”, przy czym narzędzie obróbkowe we wrzecionie zastępuje się czujnikiem pomiarowym (zależnym od kształtu elementu) – rys. 2.

Obrabiany przedmiot jest poziomowany na stole, następnie ustawia się go w płaszczyźnie XY z dokładnością zależną od założonej dokładności obróbki. Mocowanie pozwala na ustawienie obrabianego elementu w odpowiedniej pozycji. Po zamocowaniu następuje weryfikacja pozycji elementu za pomocą czujnika oraz ustawienie punktów referencyjnych dla obrabiarki. Następnie dokonuje się pomiaru za pomocą



Rys. 2. Pozycjonowanie obrabiarki z zastosowaniem czujników: a) w osi X lub Y, b) w osi Z

Do precyzyjnego ustawienia osi wrzeciona względem punktu bazowego wykorzystuje się otwory o trzech wzajemnie prostopadłych osiach wykonanych w przyrządzie. Wzajemne usytuowanie elementów podczas pozycjonowania z zastosowaniem omawianego przyrządu przedstawiono na rys. 3.

Zastosowanie tego przyrządu daje gwarancję bardzo dokładnego pozycjonowania. Dodatkową zaletą jego stosowania jest możliwość badania dokładności przemieszczeń stołu i powrotu do punktu bazowego.

USTAWIENIE ELEMENTU WIELKOGABARYTOWEGO NA OBRABIARCE

Kolejnym krokiem, po pozycjonowaniu obrabiarki, czyli zdefiniowaniu położenia punktu bazowego, jest ustawienie przedmiotu obrabianego w przestrzeni roboczej obrabiarki. W zagadnieniu tym występują dwa aspekty:

- ustawienie i mocowanie obrabianego przedmiotu przed obróbką,
- monitorowanie położenia PO podczas obróbki.

Należy przy tym zaznaczyć, że obydwa aspekty są bardzo istotne dla dokładności prowadzonej obróbki.

Ustawienie elementu wielkogabarytowego i jego przygotowanie do obróbki wymaga spełnienia wszystkich wymagań i zaleceń konstruktora oraz technologa dotyczących położenia PO w przestrzeni roboczej obrabiarki. Szczęólnego znaczenia nabiera właściwe ustawienie do obróbki wykończeniowej długich elementów prostopadłościennych. Prace te realizowane są ręcznie przez operatorów i wymagają od nich dużego doświadczenia.

Bardzo ważnym jest wcześniejsze określenie punktów podparcia usytuowanych w odpowiednich miejscach elementu obrabianego. Miejsca te dla każdego obrabianego przedmiotu lub ich typoszeregu powinny być określane wcześniej przez konstruktora, z uwzględnieniem:

- wytrzymałości tworzywa konstrukcyjnego (na zginanie, ściskanie i skręcanie),
- sztywności PO w funkcji obciążenia:
 - * siłami skrawania,
 - * ciężarem własnym elementu,
 - * siłami mocowania.

Bardzo przydatnym do tego celu narzędziem analitycznym jest metoda elementów skończonych (MES), pozwalająca uwzględnić wszystkie ww. czynniki.

Pomiary w czasie ustawiania i mocowania elementu na stole obrabiarki

Ustawianie i mocowanie elementów na stole obrabiarki odbywa się z wykorzystaniem uniwersalnych podpór i śrub mocujących usytuowanych w odpowiednich miejscach stołu. Proces ten realizowany jest w dwóch etapach. Pierwszy – ustawienie wstępne z zastosowaniem czujnika o dokładności odczytu nie mniejszej niż 0,01 mm (rys. 4a). Czujnik w statywie z podstawką magnetyczną zamocowany jest do obudowy wrzeciona. Drugi etap, to ustawianie precyzyjne z zastosowaniem czujnika o dokładności odczytu



Rys. 3. Pozycjonowanie obrabiarki z zastosowaniem specjalnego ustawiaika

0,001 mm (rys. 4.b). Czujnik podobnie jak w pierwszym przypadku – w statywie, mocowany jest do wrzeciennika. W obydwóch przypadkach, zmieniając położenie stołu odczytuje się odchyłki będące rezultatem, np. nierównoległego ustawienia długich powierzchni względem stołu obrabiarki.

Ustawienie czujników wskazujących położenie PO na stole obrabiarki w sposób ciągły

Zamocowany element wielkogabarytowy mimo znacznych wymiarów oraz masy, pod wpływem występujących podczas obróbki sił skrawania oraz drgań, może przemieszczać się



Rys. 4. Ustawianie przedmiotu na stole obrabiarki:
a) zgrubne, z zastosowaniem czujników o działce elementarnej 10 μm ,
b) precyzyjne, z zastosowaniem czujnika o działce 1 μm



Rys. 5. Ustawienie czujnika wskazującego przemieszczenia przedmiotu podczas obróbki

względem stołu, a w przypadku EWg nawet niewielkie przemieszczenie może prowadzić do błędów obróbki dyskwalifikujących obrabiany element, i w konsekwencji – eliminujących go z dalszej produkcji. Po to, aby temu zapobiec, na stole obrabiarki mocuje się czujniki – rys. 5.

Zastosowanie czujnika, o dokładności takiej samej z jaką ustawiany był obrabiany element na stole, umożliwi ciągłą obserwację położenia obrabianego elementu. Czujniki sygnalizują ewentualne przemieszczenie elementu, co powinno natychmiast skutkować przerwaniem obróbki i korektą ustawienia.

reklama

PODSUMOWANIE

Przedstawione w pracy zagadnienia są istotne zarówno w obróbce elementów o wymiarach „normalnych” jak i EWg. W tym drugim przypadku ich znaczenie jest większe, ponieważ rezultatem niepoprawnego ustawienia obrabiarki lub przedmiotu obrabianego odchyłki wykonawcze będą większe.

W przypadku procesów wytwarzania elementów obrabiarek do obróbki EWg oczekuje się od obrabiarek dokładności obróbki rzędu kilku mikrometrów, a więc należy przestrzegać wszelkich zasad, aby taką dokładność osiągnąć.

Literatura

1. Borowski Z., Matuszewski M., Musiał J., Styp-Rekowski M.: Organizacyjne uwarunkowania procesów wytwarzania elementów wielkogabarytowych. Technologia i Automatykacja Montażu, nr 4/2011, s. 25-28.
2. Bromberek F., Matuszewski M., Oborski I.L., Styp-Rekowski M.: Technologiczne aspekty obróbki elementów o dużych wymiarach. Obróbka Metalu, nr 4/2014, s. 10-13.
3. Bromberek F., Matuszewski M., Oborski I.L., Styp-Rekowski M.: Obróbka elementów wielkogabarytowych – zagadnienia narzędziowe. Obróbka Metalu, nr 1/2015, s. 10-12.
4. Gibczyńska T., Pytko S.: Łożyska toczne wieńcowe. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 1999.
5. Wasilczuk M.: Wielkogabarytowe hydrodynamiczne łożyska wzdłużne. Wydawnictwo Naukowe ITE-PIB, Radom 2012.

obróbka metalu
Kwartalnik Techniczny

Fachowe i rzetelne źródło informacji

ZAMÓW PRENUMERATĘ
www.e-obrobkametalu.pl/pl/prenumerata

 **narzedziownia.org**
Portal branży narzędziowej

Baza firm Katalog produktów Wiadomości Księgarnia Reklama



Zostaw nam swoją ofertę
Daj się znaleźć...

Skontaktuj się z nami:
www.metale.org
e-mail: redakcja@metale.org
85-766 Bydgoszcz, ul. Fordońska 393
tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37