

Zautomatyzowane ustalanie korpusów obrabiarkowych

Automated setting up castings for machining

ANDRZEJ GESSNER
WALDEMAR ADAM*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.251

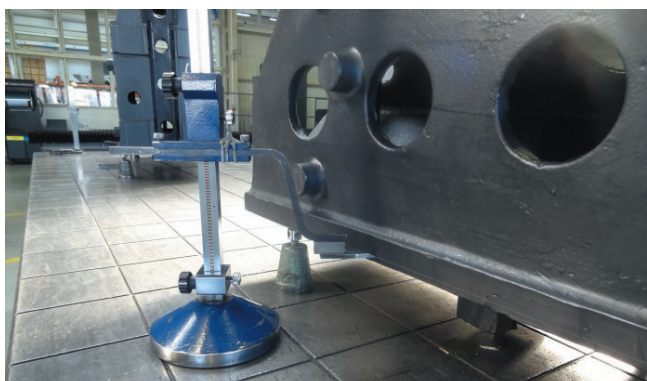
Prezentowano metodę szybkiej oceny dokładności wykonania korpusów odlewanych z wykorzystaniem bezdotykowego skanera optycznego, a także sposób ustawiania korpusu w przestrzeni obróbkowej, wykorzystujący porównanie geometrii odlewu z geometrią modelu referencyjnego – zaprojektowanego korpusu.

SŁOWA KLUCZOWE: korpusy obrabiarkowe, automatyczne ustawienie do obróbki

The article presents a method for rapid evaluation of geometrical accuracy of castings by means of a contactless optical scanner. The paper also describes a technique of positioning a casting in a machine tool workspace by comparing the scanned geometry with the reference CAD model of the designed part.

KEYWORDS: machine body castings, automated setting for machining

Jedną z pierwszych operacji technologicznych poprzedzających obróbkę korpusów żeliwnych jest trasowanie. Ma ono na celu ocenę poprawności wykonania odlewu, a protokół oceny odlewu zawiera informację o nadadkach na powierzchniach obrabianych w odniesieniu do wielkości wymaganych – określonych w dokumentacji konstrukcyjnej. Trasowanie wykonuje się ręcznie, w związku z tym jest ono czasochłonne i podatne na ludzkie błędy. Przykład trasowania belki wrzeciennika centrum frezarskiego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Trasowanie powierzchni roboczych prowadnic belki wrzeciennika centrum frezarskiego

Czas trasowania – w zależności od wielkości oraz stopnia skomplikowania odlewu – może wynosić nawet kilka zmian roboczych. Zdarza się, że firmy produkcyjne do oceny prototypowych odlewów używają współrzędniowych maszyn pomiarowych, jednak jest to nieracjonalne ekonomicznie, ponieważ godzina pracy maszyny pomiarowej jest kilkakrotnie droższa od pracy trasera.

Celem badań było potwierdzenie poprawności ustawiania odlewu do obróbki na podstawie porównania zeskanowanego odlewu z modelem referencyjnym.

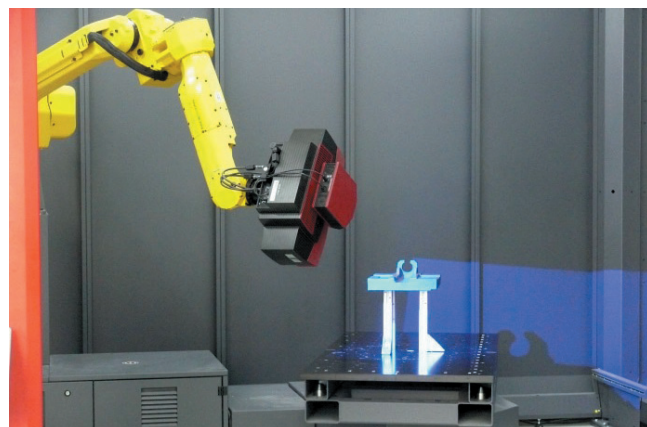
Ręczne ustawianie korpusów do obróbki

Wykonane w czasie oceny odlewu rysy traserskie są używane podczas ustawiania korpusu w przestrzeni obróbkowej – względem nich odlew jest poziomowany i ustawiane jest jego skrócenie wokół osi pionowej. Poziomowanie w przestrzeni obróbkowej wykonywane jest z użyciem trzech śrub ustalających. Dodatkowe śruby przestawiające, wprowadzane w przypadku potrzeby lokalnego usztywnienia korpusu, są wykręcane przez operatora do styku z odlewem według własnego wyczucia i doświadczenia. Może to powodować dodatkowe błędy ustalenia [1] i jest tematem odrębnych badań prowadzonych w Instytucie Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej.

W literaturze przedstawiono wyniki badań wpływu sił mocujących na deformację części obrabianej [2, 9] oraz położenia elementów ustalających na sztywność zamocowania [9]. Znane są analityczne i numeryczne metody optymalizowania rozkładu elementów ustalających i oporowych [7, 9]. Koncepcję przyrządu specjalizowanego do obróbki wiotkich elementów przedstawiono w [10]. Opisane zostały też próby zastosowania optycznych systemów pomiarowych w przestrzeni obróbkowej do szybszego i dokładniejszego ustawiania przedmiotów obrabianych [3, 4, 8].

Automatyczna ocena i ustawianie odlewu

W ramach projektu Innotech wdrażana jest procedura automatycznej oceny odlewów obrabiarkowych. Jej pierwszym etapem jest skanowanie odlewu za pomocą skanera światła strukturalnego, którego kolejne położenia skanujące są programowane z wykorzystaniem robota (rys. 2).



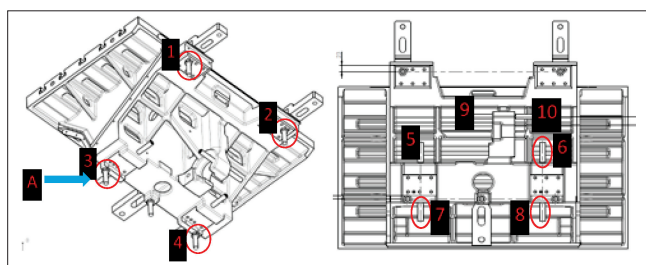
Rys. 2. Skanowanie geometrii płyty suportowej centrum frezarskiego z wykorzystaniem robota

Zeskanowana geometria jest porównywana z geometrią referencyjną, którą w danym przypadku jest model zaprojektowanego korpusu po obróbce. Porównanie obu modeli przeprowadza się po ich wzajemnym zorientowaniu – metodę orientacji dobiera się w zależności od jakości odlewu oraz sposobu użycia wyników; tematyka ta została szerzej omówiona w [5]. Wynikiem porównania jest kolorystyczna mapa odchyłek nanoszona na geometrię zeskanowanego

* Andrzej Gessner (andrzej.gessner@put.poznan.pl), Waldemar Adam – Politechnika Poznańska Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania

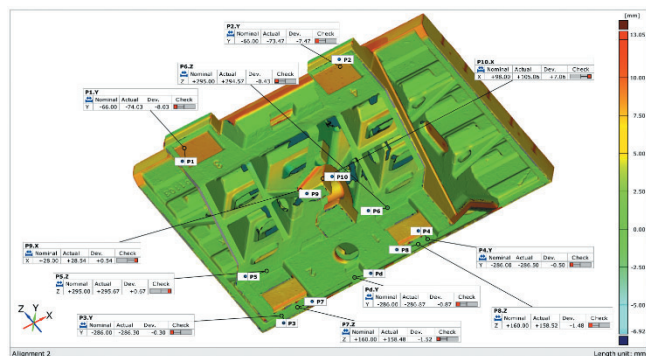
odlewu lub model referencyjny danego korpusu, która stanowi podstawę oceny zgodności i dopuszczenia danego odlewu do obróbki. Porównanie to jest również źródłem dodatkowych informacji na temat jakości danego odlewu, np. niedoczyszczenia wybranych obszarów z piasku formierskiego [6].

Ustawienie odlewu do obróbki jest oparte na informacji dotyczącej wartości naddatku obróbkowego w punktach podparcia odlewu w przyrządzie obróbkowym. Położenie punktów ustalających w badanym odlewie stołu frezarskiego przedstawiono na rys. 3. Punkty 1÷4 odpowiadają za poziomowanie odlewu. Nad nimi ustawiane są łapy dociskające odlew w kierunku pionowym. Punkty 7 i 8 określają kąt skręcenia korpusu w osi pionowej, a w punktach 5 i 6 przykładane są siły mocujące odlew w kierunku poprzecznym. Punkt 9 określa położenie odlewu w kierunku wzdłużnym, natomiast w punkcie 10 przykładana jest siła mocująca odlew w tym kierunku.



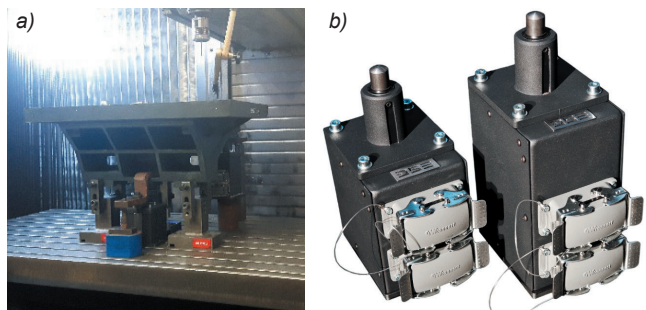
Rys. 3. Położenie punktów ustalających odlew stołu frezarskiego

Na rys. 4 przedstawiono kolorystyczną mapę odchyłek badanego odlewu z zaznaczonymi wartościami naddatków w punktach ustalających.



Rys. 4. Mapa odchyłek badanego odlewu

W tabelicy zebrano zmierzone wartości naddatków obróbkowych w punktach ustalających dla przyjętej orientacji jednego z badanych odlewów względem modelu referencyjnego oraz długości podpór ręcznego przyrządu obróbkowego.



Rys. 5. Odlew ustawiony w automatycznym przyrządzie ustalającym (a) oraz modułowe siłowniki elektryczne (b)

TABLICA. Naddatki obróbkowe oraz długości podpór przyrządu obróbkowego

Nr punktu	Naddatek, mm			Wymiar nominalny, mm	Nastawa, mm
	DX	DY	DZ		
P1	nd	-7,60	nd	35	27,4
P2	nd	-6,78	nd	35	28,2
P3	nd	-0,42	nd	35	34,6
P4	nd	-0,37	nd	35	34,6
P5	nd	nd	0,58	7	6,4
P6	nd	nd	-0,57	7	7,6
P7	nd	nd	-1,24	nd	nd
P8	nd	nd	-1,38	nd	nd
P9	0,51	nd	nd	8	8,5
P10	6,68	nd	nd	17	10,3

Badania weryfikacyjne przedstawionej metody wykonano na serii sześciu sztuk odlewów stołu frezarskiego. Pięć sztuk odlewów obrobiono w ręcznym przyrządzie obróbkowym, ustawiając długości podpór zgodnie z wartościami wyznaczonymi na podstawie porównania geometrii odlewu z geometrią modelu referencyjnego. Ostatni odlew obrobiono w automatycznym przyrządzie obróbkowym (rys. 5a). Przyrząd ten składa się z modułowych siłowników elektrycznych o nastawialnej długości trzpienia podpierającego (rys. 5b) i sterowany jest sterownikiem PLC, do którego wprowadza się żądane wartości wysokości podpór.

Wnioski

Optyczny system pomiarowy umożliwia szybki pomiar geometrii odlewu. Wynikiem porównania odlewu z modelem referencyjnym CAD jest kolorystyczna mapa odchyłek, pozwalająca na dokładne określenie wartości naddatków obróbkowych na wszystkich obrabianych powierzchniach. Jej wykorzystanie do wyznaczenia długości podpór przyrządu obróbkowego pozwala na szybkie ustawienie odlewu w przestrzeni obróbkowej w ręcznym przyrządzie lub zaprogramowanie automatycznego przyrządu obróbkowego. Ustawienie odlewu w ten sposób zmniejsza jego przestalenie i uniezależnia je od umiejętności operatora.

Prace i badania zostały sfinansowane w ramach projektu INNOTECH-K3/IN3/15/226458/NCBR/14 „Technologia bazowania, ustawiania i obróbki korpusów obrabiarek”.

LITERATURA

- Feld M. „Uchwyty obróbkowe”. Warszawa: WNT, 2002.
- De Meter E.C., Xie W., Choudhuri S., Vallapuzha S., Trethewey M.W. „A model to predict required clamp pre-loads in light of fixture-workpiece compliance”. *Int J Mach Tool Manu.* No 41 (2001): pp. 1031÷1054.
- Cuyper W., Van Gestel N., Voet A. et al. „Optical Measurement Techniques for Mobile and Large-scale Dimensional Metrology”. *Opt. Lasers Eng.* 47 (2009): pp. 292÷300.
- Chatelain J.F., Fortin C. „A Balancing Technique for Optimal Blank Part Machining”. *Precis Eng.* 25 (2001): pp. 13÷23.
- Gessner A. „Fotogrametria i skanowanie w technologii korpusów obrabiarkowych”. Poznań: WPP, 2015.
- Gessner A., Staniek R. „Sposób wykrywania niedoczyszczenia odlewów żeliwnych”. Zgłoszenie patentowe nr P.404922.
- Kang Y., Rong Y., Yang J.C. „Computer – aided fixture design verification. Part 1. The framework and modeling”. *Int J Adv Manuf Tech.* No. 21 (2003): pp. 827÷835.
- Lim H.S., Son S.M., Wong Y.S., Rahman M. „Development and Evaluation of an On-machine Optical Measurement Device”. *Int J Mach Tool Manu.* 47 (2007): pp. 1556÷1562.
- Shao X.-D., Liu S.-M., Zhang L., Lin Z. „Simulation of workpiece deformation caused by releasing the clamping force”. *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering.* Vol. 37, No. 3 (2013): pp. 703÷712.
- Wang Y., Chen X., Gindy N. „Deformation analysis of fixturing for workpiece with complex geometry”. *Key Engineering Materials.* Vols. 291÷292 (2005): pp. 631÷636. ■