

Minimalizacja błędów przestalenia odlewów żeliwnych do obróbki

The minimization of iron castings setting error caused by an over-location for machining

PAWEŁ ŁUSZCZEWSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.334

W artykule opisano problematykę przestalenia odlewów żeliwnych do obróbki. Przedstawiono autorski sposób wyznaczania odkształceń ustawionej w przyrządzie obróbkowym części oraz wyniki wykonanych badań. Na podstawie obserwacji i otrzymanych wyników scharakteryzowano źródła odkształceń przestalonego korpusu. We wnioskach upatruje się możliwości prowadzenia dalszych prac nad problematyką minimalizacji tych odkształceń.

SŁOWA KLUCZOWE: minimalizacja odkształceń, korpusy obrabiarkowe, przestalenie, ustawienie do obróbki

The article presents an issue of over-located grey iron castings. The way of, over-located and set up for machining, workpiece displacement designation method together with received results was shown in this paper. Based on measured values and remarks, sources of over-located workpiece displacement were described. Conclusions which are summarizing the article might be basis of further consideration on minimization of workpiece displacement.

KEYWORDS: minimization of displacement, machine body castings, over-location, setting for machining

Komponenty wykonane z odlewów żeliwnych, z uwagi na własności tego materiału, są szeroko wykorzystywane w przemyśle obrabiarkowym. Właściwie przeprowadzona obróbka mechaniczna każdej części zależy przede wszystkim od poprawności doboru parametrów skrawania, jakości półfabrykatu i konstrukcji przyrządu obróbkowego. W przypadku odlewów żeliwnych, z uwagi na często skomplikowaną geometrię, duże gabaryty, ograniczoną sztywność i duże naddatki obróbkowe, problem właściwego ustawienia części do obróbki odgrywa znaczącą rolę w kształtowaniu jakości obrabianego detalu.

Odształcenie odlewu w przyrządzie obróbkowym

Przyrządy obróbkowe to pomoce warsztatowe pozwalające na ustalenie i zamocowanie przedmiotu obrabianego na stole obrabiarki. Głównym celem stosowania przyrządów obróbkowych jest, oprócz ustawienia przedmiotu obrabianego w przestrzeni obróbczej, zmniejszenie kosztów produkcji i podwyższenie jakości produkowanych części [1]. Błąd ustawienia części w przyrządzie, oznaczany symbolem e definiowany jest jako suma błędów: ustalenia e_u , zamocowania e_z i położenia e_p , zgodnie z równaniem:

$$e = e_u + e_z + e_p$$

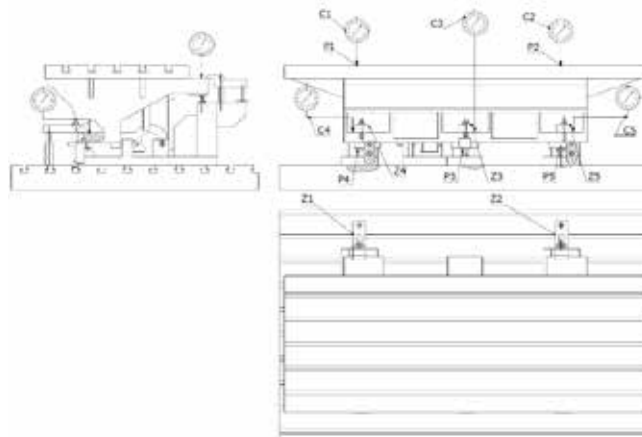
Żeliwne korpusy obrabiarkowe są często przestlane, aby zwiększyć sztywność ich ustawienia do obróbki. Przestalenie występuje wówczas, gdy ten sam stopień swobody części jest odbierany przez dwa lub więcej elementy ustalające. Prowadzi ono do niejednoznacznego ustalenia części, która może przyjmować różne położenia w przyrządzie [1]. Przestalenie powoduje zmniejszenie dokładności ustalenia części w przyrządzie, a jego skutkiem jest deformacja części obrabianej po jej zamocowaniu. Konieczność zwiększenia sztywności ustawienia korpusu do obróbki wymusza konstruowanie przyrządów obróbkowych celowo przestających przedmiot obrabiany. Błąd przestalenia zależy przede wszystkim od sztywności przyrządu, doświadczenia operatora i doboru powierzchni ustalających.

Problematyka konstrukcji przyrządów obróbkowych została szeroko opisana w wielu opracowaniach. Analizie poddawano wpływ sił zamocowania na deformację części [3, 5], a także położenia elementów ustalających na poprawność przenoszenia sił zamocowania i skrawania [3]. Szereg opracowań porusza problematykę optymalizacji rozkładu elementów oporowych i ustalających opartą na metodzie analitycznej [3] lub metodzie elementów skończonych [6]. Projekt przyrządu, w którym elementy ustalające dopasowują się do kształtu cienkościennego przedmiotu został przedstawiony przez zespół naukowy z Uniwersytetu w Keio [4].

Wśród publikacji dotyczących przyrządów obróbkowych trudno szukać pozycji, w których opisany zostałby zakres deformacji celowo przestalonej części, ustawionej do obróbki. W artykule przedstawiono i przeanalizowano wyniki badań odkształceń stołu frezarki numerycznej przygotowanego do pierwszej operacji obróbkowej.

Badania odkształceń odlewu ustawionego do obróbki

Badania wartości odkształceń przestalonego odlewu, zostały wykonane według poniższego schematu (rys. 1).



Rys. 1. Schemat sposobu wykonywania badań

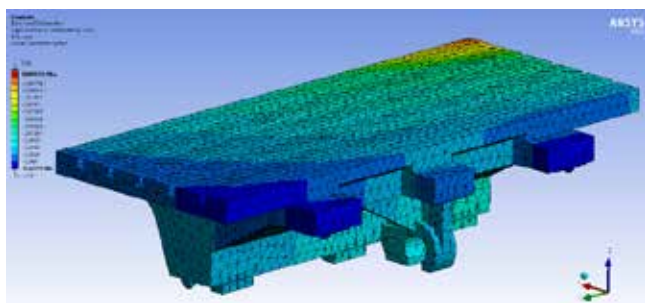
* Mgr inż. Paweł Łuszczewski (pawel.j.luszczewski@doctorate.put.poznan.pl) – Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Mechanicznej, Zakład Maszyn Technologicznych

Oznaczono na nim czujniki zegarowe C1÷C5, elementy ustalające P1÷P5 i elementy zamocowujące Z1÷Z5. Po wyziomowaniu odlewu na śrubach P1, P2, P3 dostawiono i wyzerowano czujniki zegarowe C1÷C5. Czujniki zostały ustawione na odlewie, możliwie blisko osi śrub ustalających. Następnie odlew został przestawiony przez wykręcenie przez operatora śrub P4 i P5. Po ustaleniu odlewu zanotowano wskazania czujników zegarowych, które następnie ponownie wyzerowano. Kolejno przystąpiono do zamocowania odlewu z użyciem łap zamocowujących Z1÷Z5, po czym ponownie zanotowano wskazania czujników zegarowych. Dodatkowo zmierzono wartości momentów dokręcenia poszczególnych łap zamocowujących, które były zależne wyłącznie od uznania operatora. Odnotowane wartości (tablica) pokazują, że zakres odkształcenia jest znaczny i warto sprecyzować źródła jego powstawania.

TABLICA 1. Wyniki pomiarów

Pomiar po ustaleniu na 5 śrubach			
Nr czujnika	Wskazanie [mm]		
C1	0,08		
C2	0		
C3	0,04		
C4	0,09		
C5	-0,01		
Pomiar po zamocowaniu			
Nr czujnika	Wskazanie [mm]	Nr elementu zamocowującego	Wskazanie [Nm]
C1	-0,2	Z1	140
C2	-0,2	Z2	160
C3	-0,07	Z3	100
C4	-0,03	Z4	180
C5	-0,14	Z5	180

Na podstawie uzyskanych wyników odkształceń w punktach leżących na osi śrub ustalających, opracowano mapę odkształceń całego odlewu (rys. 2). Mapa ta opracowana została z użyciem MES. Do modelowania korpusu stołu oraz elementów ustalających zastosowano czterościenne elementy bryłowe 3D [2].

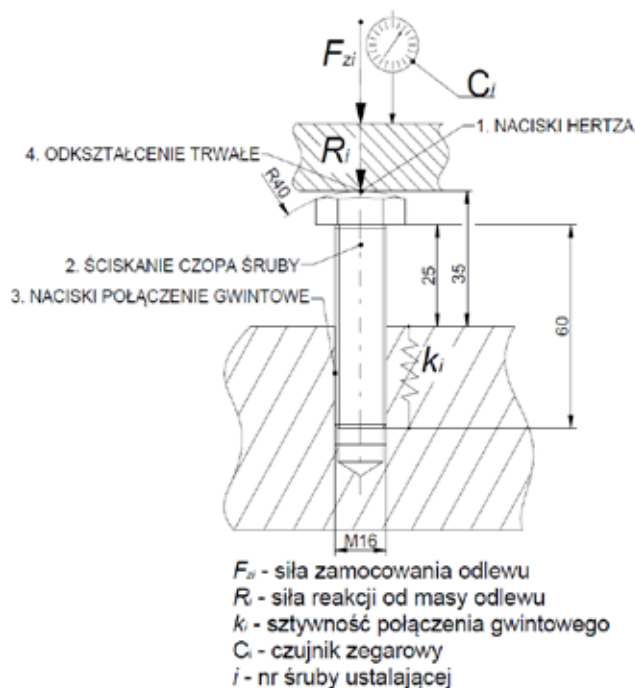


Rys. 2. Mapa przestrzenna odkształceń odlewu

Źródła odkształceń przestawionego korpusu

Na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji, stwierdzono, że źródeł odkształceń przestawionych korpusów obrabiarkowych należy szukać w: niedostosowanych momentach dokręcenia śrub zamocowujących, braku powtarzalności stosowanych sił zamocowania, braku jednoznacznej procedury ustawiania korpusu do obróbki, zależności dokładności ustawienia części od umiejętności i doświadczenia operatora obrabiarki, niedostatecznej sztywności przyrządu lub odlewu, szerokim zakresem tolerancji twardości korpusów (dla stołu frezarki 220 HB ± 20%), odkształceniach trwałych – farba, pęcherze, wtrącenia, ubytki naprawiane szpachlowaniem. Obliczenia wskazują, że całkowite odkształcenie w pojedynczym analizowanym punkcie miało

następujące składowe: odkształcenie od nacisków Hertza na łbie śruby, odkształcenie ściskanego czopa śruby, odkształcenie połączenia gwintowego oraz odkształcenie trwałe obserwowane na powierzchni odlewu (rys. 3).



Rys. 3. Składowe odkształcenia i-tego elementu ustalającego

Wnioski

Przedstawione wyniki mogą być podstawą do dalszych prac związanych z opracowaniem metody kompleksowej obróbki korpusów w jednym zamocowaniu. Osiągnięcie celu jest warunkowane ograniczeniem odkształcenia korpusu w pierwszej operacji obróbkowej, tak by poprawić dokładność obróbki mechanicznej. Dążenie do minimalizacji błędów przestawienia odlewu w przyrządzie jest niezwykle istotne w kontekście dążenia do redukcji liczby operacji obróbkowych przypadających na daną część (obróbka kompleksowa), ograniczenia czasu t_{pz} , czy też przeprowadzania obróbki korpusów odlewanych, gdy naddatki na obróbkę są minimalne.

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”. Waszawa: WNT, 2002.
- Hinton F., Owen D.R.J. „Finite Element Programming”. London: Academic Press, 1977.
- 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*. Vol. 291÷292 (2005): pp. 631÷636.
- 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”. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. No 41 (2001): pp. 1031÷1054.
- Kang Y., Rong Y., Yang J.C. „Computer – aided fixture design verification. Part 1. The framework and modeling”. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. No 21 (2003): pp. 827÷835.