

Analiza przyczyn zmiany kształtu części lotniczych podczas obróbki skrawaniem na maszynach CNC i skuteczne przeciwdziałanie tym zjawiskom

WŁODZIMIERZ ADAMSKI*

Omówiono problem związany z odkształcaniem się i zmianą wymiarów części wykonywanych na obrabiarkach sterowanych numerycznie. Opisano czynniki mające znaczący wpływ na to zjawisko. Podano kierunki przyszłych badań oraz niektóre metody przynoszące korzystne rozwiązania w zakresie zmniejszenia naprężeń wewnętrznych pojawiających się podczas obróbki skrawaniem.

Po wykonaniu „na gotowo” detali integralnych obróbką skrawaniem (szczególnie z pełnego materiału) na obrabiarkach 5-osiowych CNC, zmianie ulegają ich kształty i wymiary (po zakończonej obróbce i wyjęciu detalu z przyrządu).

Wpływ na te zmiany mają następujące czynniki:

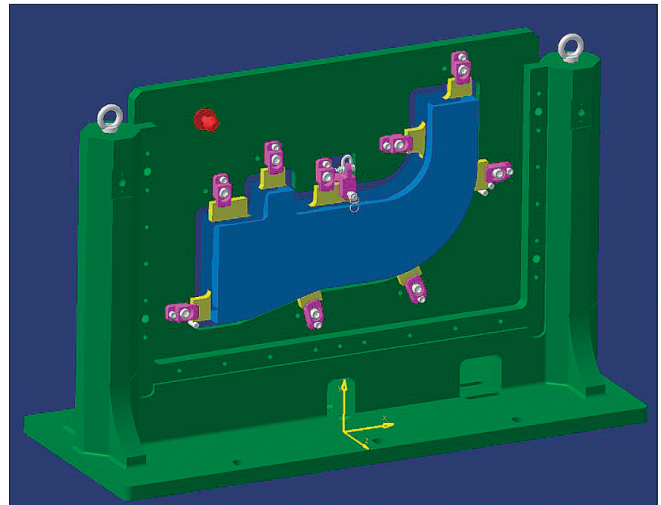
- skład chemiczny obrabianego stopu,
- struktura obrabianego stopu,
- wtrącenia niemetaliczne obrabianego stopu,
- kształt obrabianego detalu (cienkie ścianki),
- naprężenia resztkowe.

Aby rozwiązać problem zmiany kształtu i wymiarów, należy znaleźć odpowiedź na następujące pytania:

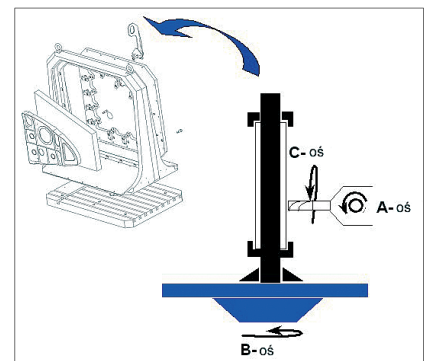
- jakie wymagania powinny spełnić półfabrykaty stosowane do produkcji integralnych części;
- jak powinien wyglądać proces wykonania takiej rodziny części;
- jaką strategię obróbki należy zastosować;
- jak obrabiać wewnętrzne naroża bez powstawania drgań;
- jak najlepiej rozpocząć obróbkę zagłębienia;
- jak przeciwdziałać drganiom podczas obróbki skrawaniem (np. poprzez zmniejszenie sił skrawania, co można osiągnąć przez zastosowanie odpowiednich narzędzi, metod obróbki i parametrów skrawania);
- czy równomierny naddatek dla narzędzia skrawającego zagwarantuje stałą i wysoką wydajność i bezpieczeństwo procesu skrawania.

Możliwe rozwiązania

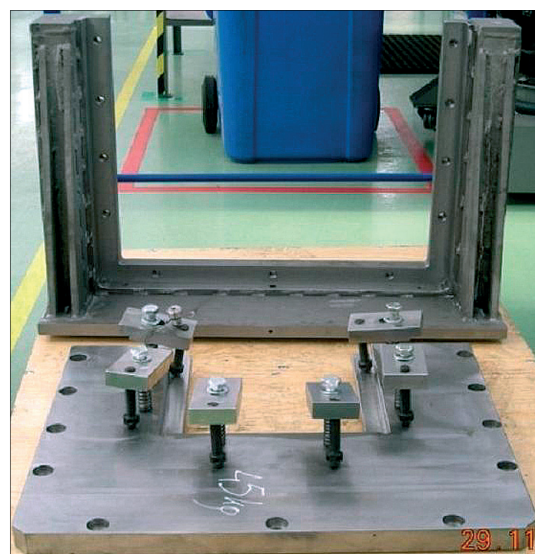
Klasyczną metodą redukcji naprężeń resztkowych jest wyżarzanie odprężające. Można je jednak stosować tylko w niektórych technologiach, ze względu na zmianę własności mechanicznych detali i duże koszty podczas obróbki termicznej części wielkogabarytowych.



Rys. 1. Obróbka detalu w przyrządzie typu „ramka”

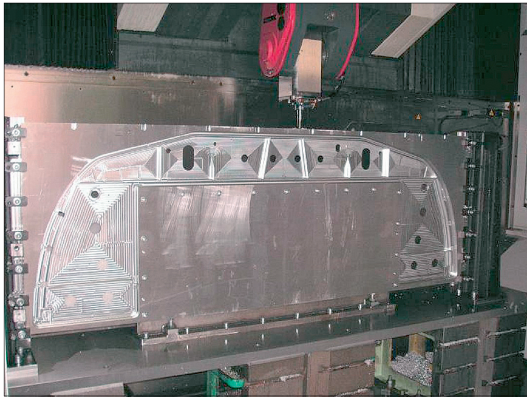


Rys. 2. Zasada obróbki detali w przyrządzie typu „ramka”

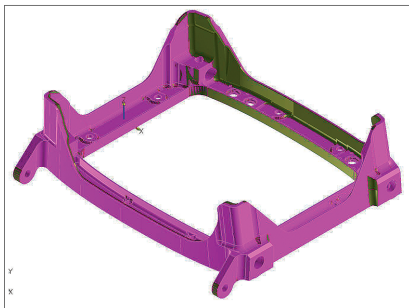


Rys. 3. Przykład przyrządu typu „ramka”

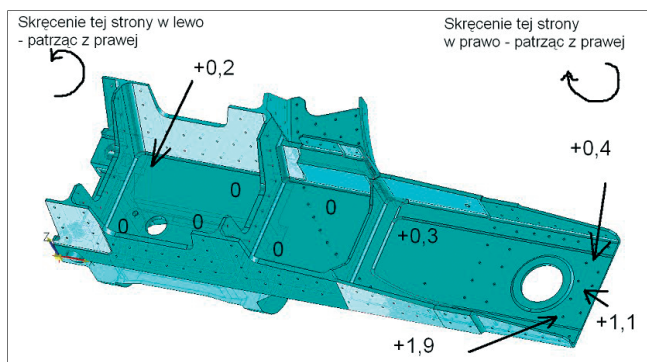
* Dr inż. Włodzimierz Adamski – Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej



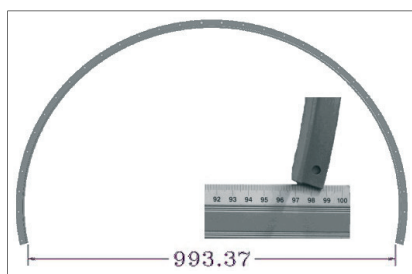
Rys. 4. Obróbka wręgi w przyrządzie typu „ramka”



Rys. 5. Model 3D detalu integralnego



Rys. 6. Odształcenia skrętne powstałe podczas obróbki skrawaniem na obrabiarce 5-osiowej CNC



Rys. 7. Przykład odkształcenia detalu po obróbce skrawaniem



Rys. 8. Przykład ugięcia detalu płaskiego po obróbce skrawaniem

Skuteczną metodą stabilizacji naprężeń jest sezonowanie. Proces ten trwa jednak zbyt długo i dlatego we współczesnej technologii jest mało przydatny. Sezonowanie można zastąpić wibracyjną metodą usuwania naprężeń resztkowych. Polega ona na usuwaniu naprężeń przez poddawanie detali drganiom – głównie rezonansowym. Wykorzystując różne postacie drgań rezonansowych w całej objętości detalu poddawanego wibracji, doprowadza się do zmniejszenia naprężeń wewnętrznych. Ta metoda, przed wprowadzeniem do przemysłu lotniczego, wymaga jeszcze przeprowadzenia dalszych badań i prób.

Można również zastosować metodę obróbki detali lotniczych w specjalnych przyrządach – ramkach [2], które przejmują wszystkie siły, nie pozwalając na odkształcenie detalu podczas obróbki skrawaniem.

Do rozwiązania pozostaje nadal problem zmiany wymiarów detalu po wyjęciu go z przyrządu. „Wiotkie” (cienkie ścianki) detale lotnicze są dopuszczane przez konstruktorów do dalszego procesu montażowego.

Aby zmniejszyć siły powodujące odkształcenia detalu, z powodzeniem wykorzystuje się technologię obróbki z równomiernym naddatkiem dla narzędzia skrawającego, która gwarantuje równą i wysoką wydajność oraz bezpieczeństwo procesu skrawania. Zastosowanie technologii HSM (*High Speed Machining*) także zmniejszyło znacznie siły skrawania, a co za tym idzie, i odkształcenia detali podczas obróbki [2]. Wykorzystanie nowych funkcji stosowanych obecnie systemów CAM, takich jak np. stały kąt opasania przy obliczaniu ścieżek narzędzia skrawającego czy optymalizacja parametrów skrawania w obliczonych ścieżkach, również zmniejszyło siły powodujące odkształcenia.

*

Dotychczasowe działania, takie jak: wprowadzenie technologii HSM, wykorzystanie nowych możliwości obecnych systemów CAM czy stosowanie równomiernego naddatku dla narzędzi skrawających lub zastosowanie przyrządów typu ramka już przyniosły pozytywne efekty. Dalszych badań w lotnictwie wymaga usuwanie naprężeń resztkowych metodą wibracyjną.

LITERATURA

1. W. ADAMSKI: Multimedialny Podręcznik Nowoczesnych Technick Wytwarzania XXI Wieku. Stowarzyszenie ProCax Warszawa 2009.
2. W. ADAMSKI: Wybrane kierunki zwiększenia wydajności procesów skrawania. *Mechanik* nr 5–6/2009, s. 540÷546.
3. W. ADAMSKI: Manufacturing Development Strategies in Aviation Industry. 5th International Conference on Advances in Production Engineering. *APE 2010*, June 2010, p. 97÷106.
4. W. ADAMSKI: Jak wydajnie i efektywnie wykorzystywać systemy CAD/CAM na przykładzie przemysłu lotniczego. *Przegląd Mechaniczny* nr 6/2011.
5. R. GAIASS, J. R. R. MAYER: Predictive compliance based model for compensation in Multi-pass milling by machining pro bing. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 60/1 (2011).

Badania realizowane w ramach Projektu „Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym”, Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (PO IG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Artykuł zaprezentowany na X Forum Inżynierskim ProCax, Siewierz 2011 r.