

Studium przypadku części wykonywanej ze stopu tytanu w przemyśle lotniczym – zastosowanie aplikacji Catia

A case study of part performed of titanium alloy in the aerospace industry – use of Catia application

PIOTR SZABLEWSKI
TOMASZ DOBROWOLSKI*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.286

Przeprowadzono analizę technologiczną części ze stopu tytanu (wykonywanej na potrzeby przemysłu lotniczego), której celem był dobór koncepcji procesu obróbki skrawaniem, strategii obróbki oraz narzędzi skrawających. Zastosowano program Catia V5 R25 na licencji MD2_P2 z modułami CAD/CAM, z możliwością modelowania przestrzennego oraz analizą ścieżek narzędzi.

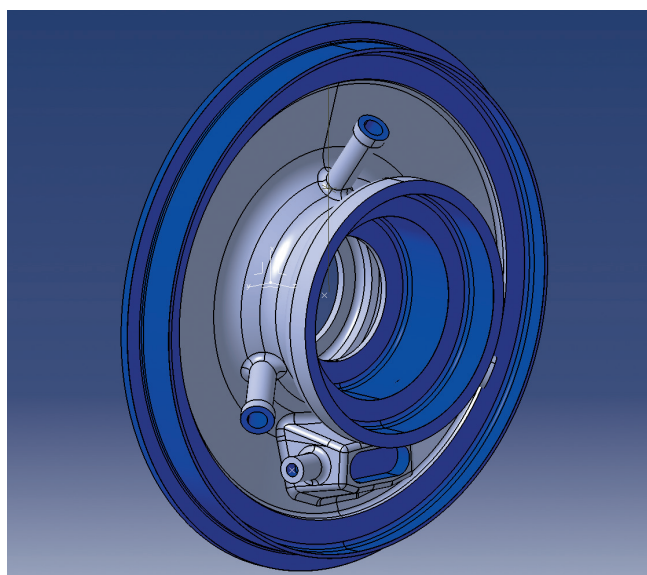
SŁOWA KLUCZOWE: obróbka mechaniczna, stopy tytanu, Catia

The paper contains a technological analysis of the part performed of titanium alloy (aerospace industry) which should be to carry out to select the concept of the process machining, machining strategies and cutting tools. In this purpose, Catia V5 R25 application with MD2_P2 license and CAD/CAM modules with modeling and analysis tool path was using.

KEYWORDS: machining, titanium alloys, Catia

Części w przemyśle lotniczym wykonuje się często z odlewów. Wynika to z tego, że są to elementy o skomplikowanej konstrukcji, wytwarzane z drogich materiałów (stopów niklu, stopów tytanu), co determinuje konieczność minimalizacji odpadów. Przykładem przedmiotu ze stopów tytanu jest tarcza (rys. 1). Do modelowania części oraz jej obróbki wymagane jest zastosowanie aplikacji umożliwiającej prowadzenie jednoczesnej obróbki w kilku osiach [6]. Taką aplikacją jest Catia 24 [1, 2, 5].

Celem analizy był wybór efektywnych strategii obróbki elementów części lotniczej z uwzględnieniem ograniczeń, jakie występują w konstrukcji i sposobie mocowania.



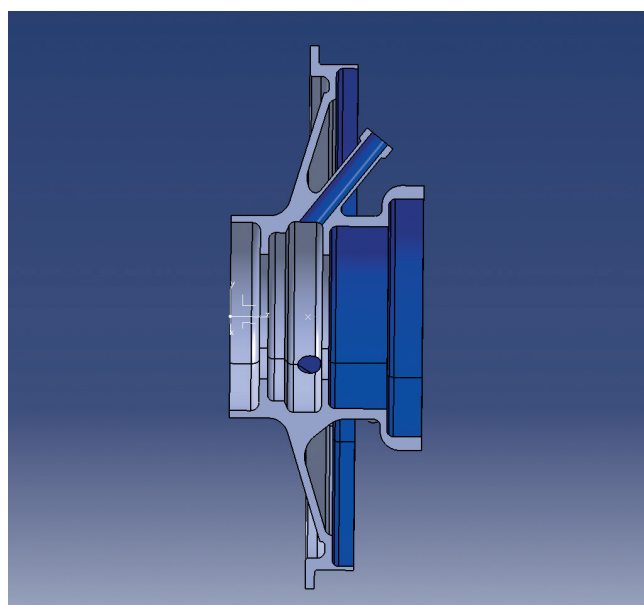
Rys. 1. Część klasy tarcza wykonywana ze stopu tytanu

* Dr inż. Piotr Szablewski (piotr.szablewski@pwk.com.pl) – Pratt&Whitney, Kalisz/Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Kaliszu; mgr inż. Tomasz Dobrowolski (t.dobrowolski@tu.kielce.pl) – Pratt&Whitney, Kalisz

Analiza strategii obróbki wybranych elementów części lotniczej

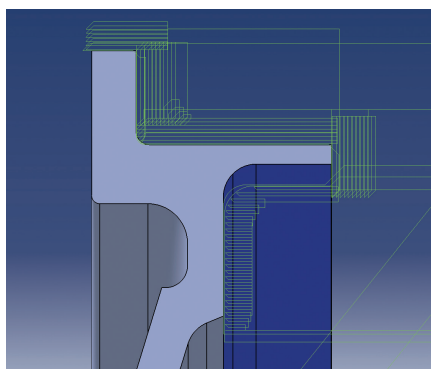
Część poddana analizie technologicznej jest osiowo-symetryczna, wytwarza się ją z cienkościennego odlewu ze stopu tytanu. Obrabiane powierzchnie zaznaczono kolorem granatowym. Przekrój wykonywanego elementu przedstawiono na rys. 2.

Szczególną uwagę podczas opracowywania procesu obróbki należy zwrócić na cienkościenny fragment przedmiotu, czyli na przeponę łączącą kołnierz zewnętrzny z korpusem. Ze względu na umacnianie powierzchniowe materiału podczas obróbki stopów tytanu [3, 4] zalecane jest stosowanie maksymalnych głębokości skrawania. Maksymalna głębokość skrawania jest jednak determinowana przez sztywność układu OUPN. W rozpatrywanym przypadku największy wpływ na sztywność całego układu mają obrabiana część i przyrząd mocujący. To właśnie te dwa człony układu OUPN powodują postawienie drgań w wyniku sił skrawania działających na przeponę. Taka sytuacja wymusza zmianę parametrów obróbki, jak również strategię i kolejność operacji. Zmiana parametrów skrawania – takich jak: prędkość skrawania, posuw i głębokość skrawania – polega głównie na ich zmniejszeniu do wartości, przy których nie pojawiają się drgania. Niestety takie działanie wpływa negatywnie na postać formowanego wióra. Brak możliwości zastosowania parametrów skrawania pozwalających na kontrolę wióra (łamanie wióra) utrudnia jego prawidłowe odprowadzenie ze strefy obróbki. Niemożliwe jest także zastosowanie wysokiego ciśnienia rzędu 100 bar, ponieważ struga cieczy skierowana na obrabianą część generuje drgania.

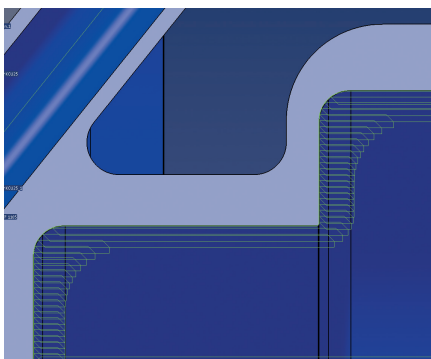


Rys. 2. Przekrój analizowanej części

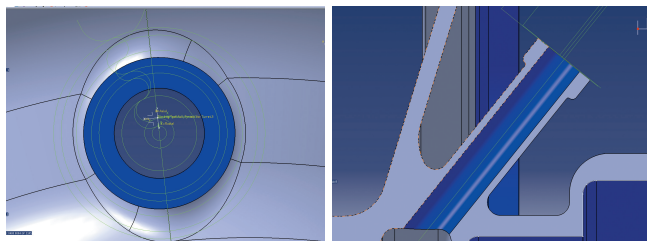
Z uwagi na konstrukcję części obróbka została podzielona na zgrubną i wykończeniową. Kolejność wykonywania zabiegów przyjęto następującą: planowanie czół i toczenie średnic zewnętrznych (rys. 3). Tę samą kolejność zastosowano podczas obróbki korpusu (rys. 4). Metodyka ta jest uzasadniona małą tolerancją wymiarową poszczególnych średnic pokazanych na rys. 3 oraz warunkami bicia. Zabiegi te wykonywane są z zastosowaniem funkcji TRAORI.



Rys. 3. Toczenie kołnierza zewnętrznego



Rys. 4. Obróbka korpusu wewnętrznego



Rys. 5. Obróbka tulejki

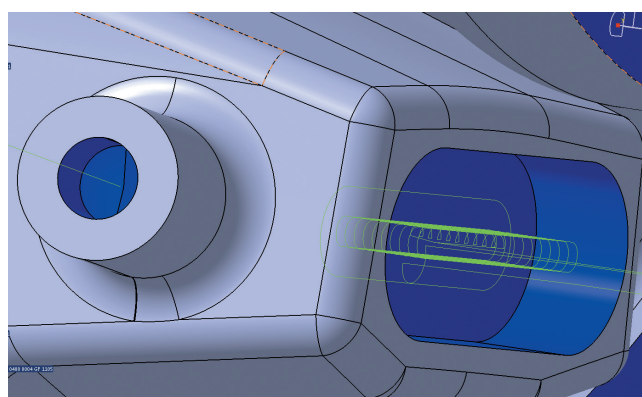
Pomimo przyjęcia niskich parametrów skrawania, istnieje możliwość zmiany położenia obrabianego elementu względem przyrządu. Obrabiarka, na której wykonywana jest część, wyposażona jest w sondę pomiarową, która pozwala na pomiar obrabianych powierzchni, a także sprawdzenie poprawności ustawienia części w odniesieniu do warunków początkowych. Jeśli z przeprowadzonych pomiarów wynika, że konieczna jest korekta bazy, realizowane jest to w sposób automatyczny.

Analizowana część ma trzy cylindryczne tulejki, w których należy wykonać otwory oraz splanować czoła (rys. 5). Dostępne na rynku wiertła przy odpowiednio dobranych parametrach pozwalają na uzyskanie dokładności wymiaru rzędu 0,02 mm przy chropowatości wyrażonej parametrem R_a poniżej 0,5 μm . Rozpatrywana część odbiega niestety od standardów z powodu konieczności wykonania otworów w materiale niepodpartym (rys. 6). Należy przyjąć specjalne podejście: zamiast jednego narzędzia – wiertła, trzeba zastosować narzędzia typu wiertło, frez i wytaczadło.

Konstrukcja części nie pozwala na stosowanie dużych momentów w trakcie mocowania jej na przyrządzie. Jest to duży problem podczas wykonywania otworów, ponieważ wiercenie generuje stosunkowo wysokie siły skrawania, które mogą spowodować przesunięcie obrabianej części w przyrządzie mocującym. Z tego powodu po wykonaniu pierwszego z trzech otworów w wystających elementach za pomocą sondy pomiarowej sprawdzane jest położenie obrobionego otworu względem bazy całego przedmiotu. Jeśli zaistnieje taka potrzeba, wprowadzana jest korekta punktu bazowego.

Ostatnim etapem obróbki analizowanej części jest frezowanie kieszeni (rys. 6). Podobnie jak we wcześniej opisanych zabiegach, tutaj również parametry obróbki są determinowane siłą mocowania oraz generowanymi drganiami.

Po zrealizowaniu procesu obróbki przeprowadzane są kontrolne pomiary.



Rys. 6. Frezowanie kieszeni w pięciu osiach

Podsumowanie

Wytwarzanie elementów silników lotniczych ze stopów tytanu jest bardzo złożone. Przedstawiony proces technologiczny ukazuje tylko niektóre z pojawiających się problemów. Jednym z nich jest odpowiednie opracowanie konstrukcji przyrządu mocującego. Konstrukcja obrabianego elementu oraz przyrząd determinują siłę zacisku, która w wielu przypadkach nie przekracza 0,2 kN. Zastosowanie większej siły zacisku powoduje deformację mocowanej części, w stanie swobodnym pojawiają się wtedy błędy kształtu i położenia. Ograniczenie możliwości zastosowania większych sił zacisku ma negatywny wpływ na parametry skrawania, co w konsekwencji przekłada się na produktywność.

W przemyśle lotniczym ograniczenia stwarzane przez kształty obrabianych części oraz stosowane na nie materiały determinują wydajność procesu obróbkowego. Nowoczesne konstrukcje obrabiarek i narzędzi skrawających pozwalają na przyjęcie bardziej agresywnych parametrów nastawnych procesu.

LITERATURA

1. Apro K. "Secrets of 5-Axis Machining". Thomson Press, 2008.
2. Hoffman M. "CAD/CAM mit Catia V5: NC-programmierung, postprocessing, simulation". Hanser Fachbuchverlag, 2010.
3. Leyens C., Peters M. "Titanium and Titanium Alloys: Fundamentals and Applications". Wiley, 2003.
4. Lütjering G., Williams C.J. "Titanium". Engineering Materials and Process. Springer, 2003.
5. Mattson M. "CNC Programming: Principles and Applications". Delmar, 2009.
6. Sharma P.C. "Production Technology: Manufacturing Processes". S. Chand, 2008. ■