

I Krajowa Konferencja Naukowa
Szybkie prototypowanie
Modelowanie - Wytwarzanie - Pomiary
 Rzeszów - Pstrągowa, 16 - 18 września 2015



Organizatorzy:



CENTRUM NAUKOWO TECHNICZNE

KLASTER SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA
RAPIDROM

Określenie dokładności modeli bryłowych kół zębatach przekładni stożkowych tworzonych metodą symulacji obróbki

Determination accuracy of gears solid models of bevel gears created by machining simulation

ADAM MARCINIEC
 TOMASZ DZIUBEK
 BARTŁOMIEJ SOBOLEWSKI*

DOI:10.17814/mechanik.2015.12.571

W pracy przedstawiono analizę dokładności geometrycznej odwzorowania powierzchni bocznej zęba koła zębatego lotniczej przekładni stożkowej otrzymanego metodą symulacji obróbki. Analizę wykonano z wykorzystaniem oprogramowania GOM Inspection. Analizie poddano modele bryłowe otrzymane w systemie Inventor.

SŁOWA KLUCZOWE: stożkowe koła zębata, symulacja obróbki, dokładność geometryczna

The paper presents analysis of geometrical accuracy of mapping the side surface of the gear tooth from the aviation bevel gear which was obtained by machining simulation. The analysis was performed with using the GOM Inspection software. The analysis concerned solid models obtained in the Inventor system

KEYWORDS: bevel gears, machining simulation, geometric accuracy

1. Wprowadzenie

Stożkowe przekładnie zębata stosowane w przemyśle lotniczym muszą sprostać szeregowi często sprzecznych wymagań, poddawane są ekstremalnym obciążeniom w ekstremalnych warunkach. W związku z tym w procesie projektowania należy rozważyć i przebadać wiele rozwiązań zanim wprowadzi się przekładnię do eksploatacji. Należy również wspomnieć, że przekładnie lotnicze muszą charakteryzować się wysoką niezawodnością.

Dlatego też proces ich projektowania jest niezwykle trudny i złożony, pewnym ułatwieniem i uproszczeniem procesu

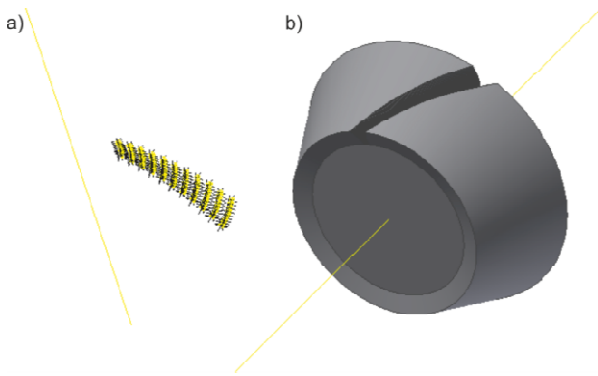
*Dr hab. inż. Adam Marciniak, prof. PRz (amarc@prz.edu.pl), dr inż. Tomasz Dziubek (tdziubek@prz.edu.pl), dr inż. Bartłomiej Sobolewski (b_sobolewski@prz.edu.pl)

projektowania jest wprowadzenie systemów komputerowych nie tylko do tworzenia geometrii, ale również ich wykorzystanie do podstawowych analiz zazębienia. Wiąże się z tym konieczność posiadania parametrycznego modelu bryłowego przekładni konstrukcyjnej.

Modele bryłowe uzyskuje się bardzo często przy wykorzystaniu metody bryłowej symulacji obróbki. Mimo szerokiego stosowania metody symulacji obróbki oraz licznych publikacji jej dotyczących brakuje informacji dotyczącej dokładności metody symulacji obróbki. Należy również wspomnieć o uzależnieniu dokładności odwzorowania od wielkości przyjętego w symulacji obróbki kroku dyskretyzacji.

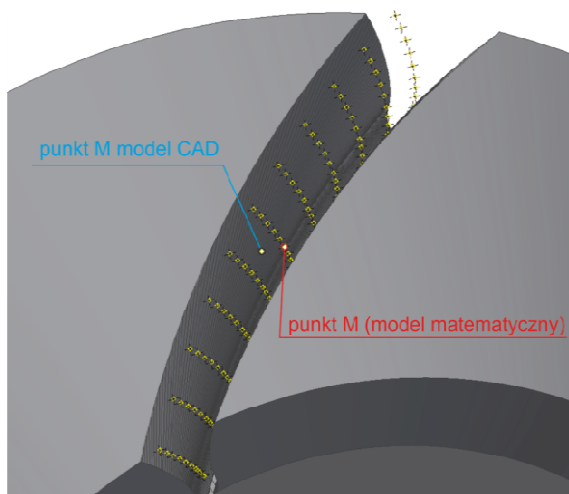
2. Określenie dokładności modeli bryłowych

Do określenia dokładności odwzorowania uzyskiwanych w programie Autodesk Inventor na drodze symulacji obróbki modeli bryłowych kół zębatach przekładni stożkowych wykorzystano siatkę punktów wyznaczoną na podstawie modelu matematycznego. Weryfikacja polegała na określeniu odległości pomiędzy punktami siatki a otrzymaną powierzchnią. Warunkiem przeprowadzenia poprawnej weryfikacji jest dokładne złożenie modelu i siatki punktów wygenerowanych na podstawie modelu matematycznego. Z uwagi na różne typy porównywanych modeli (rys. 2.1) bezpośrednie ich zestawienie nie jest możliwe.



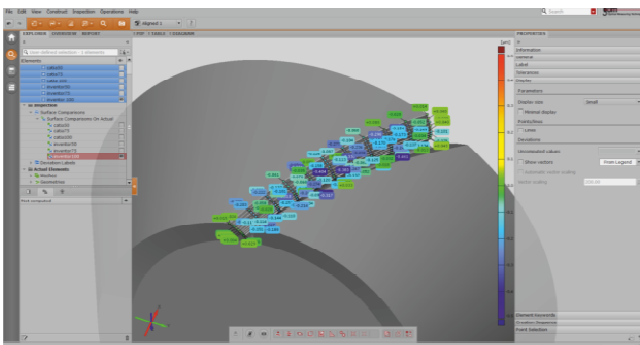
Rys. 2.1. Porównywane modele: a) punkty modelu matematycznego, b) model bryłowy wykonany na drodze symulacji obróbki

Zarówno bazowanie na punktach charakterystycznych, jaki i na układach współrzędnych nie zapewnia dokładnego ich dopasowania. Z punktu widzenia określenia poprawności odwzorowania znaczenie ma wzajemne położenie powierzchni obrabianych, dlatego też analizowane modele zestawiono wykorzystując osie otoczek oraz punkt początku obróbki wynikający z ustawień bazowych - punkt M (rys. 2.2).



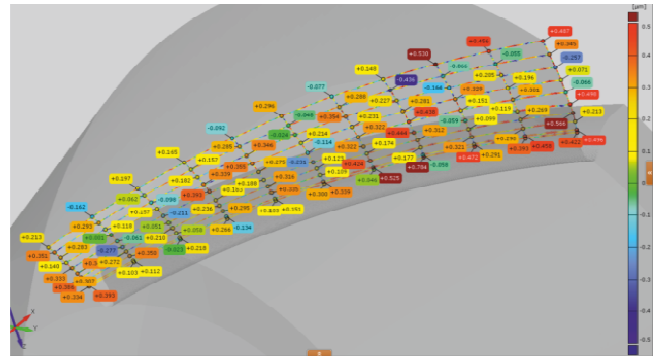
Rys. 2.2. Zestawienie porównywanych modeli

Po zestawieniu modeli określono odległości punktów wygenerowanych na podstawie modelu matematycznego od powierzchni boku zęba otrzymanego na drodze bryłowej symulacji obróbki. Analizę odległości wykonano w środowisku oprogramowania GOM Inspection (rys. 2.3).

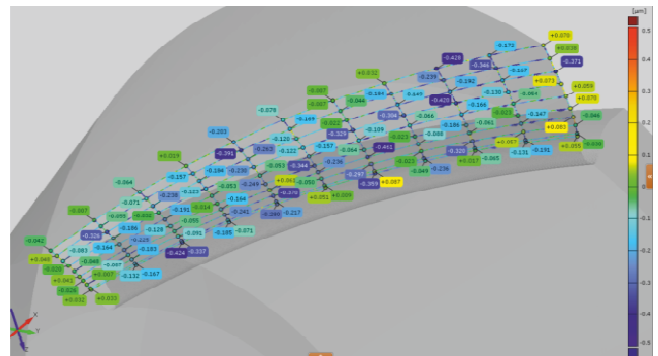


Rys. 2.3. Okno programu GOM Inspection

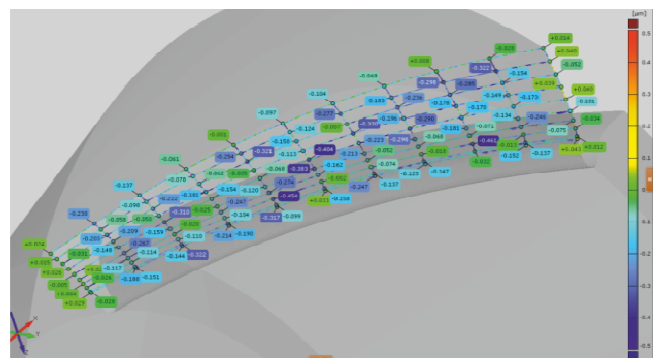
Z uwagi na zależności dokładności odwzorowania powierzchni bocznej zęba uzyskiwanej w procesie symulacji obróbki od przyjętego kroku dyskretyzacji analizy dokładności przeprowadzono dla trzech wartości kroku dyskretyzacji (kąta obrotu otoczki). Modele wykonano i analizy przeprowadzono dla trzech wartości przyrostu kąta obrotu: $0,5^\circ$; $0,35^\circ$; $0,25^\circ$. Na rysunkach 2.4-2.6 przedstawiono uzyskane wyniki



Rys. 2.4. Rozkład odchyłek dla modelu wykonanego w systemie Inventor (krok dyskretyzacji $0,5^\circ$)



Rys. 2.5. Rozkład odchyłek dla modelu wykonanego w systemie Inventor (krok dyskretyzacji $0,35^\circ$)



Rys. 2.6. Rozkład odchyłek dla modelu wykonanego w systemie Inventor (krok dyskretyzacji $0,25^\circ$)

3. Wnioski

Wykonane analizy odległości pomiędzy wygenerowanymi w systemie CAD powierzchniami bocznymi a punktami otrzymanymi z modelu matematycznego pozwoliły na określenie dokładności otrzymywanych modeli w zależności od przyjętego kroku dyskretyzacji (kąta obrotu przedmiotu obrabianego). Przy założeniu przyrostu kąta obrotu wynoszącego $0,5^\circ$ maksymalne wartości odchyłek wynosiły poniżej $0,8 \mu\text{m}$, natomiast większość ze zmierzonych odchyłek była mniejsza od $0,5 \mu\text{m}$. Po zmniejszeniu kroku dyskretyzacji do $0,35^\circ$ i ponownym przeprowadzeniu analizy odległości, pod-

niosła się dokładności odwzorowania powierzchni. Maksymalne zarejestrowane wartości odchyłek nie przekraczały $0,5\ \mu\text{m}$, natomiast większość z nich była mniejsza od $0,3\ \mu\text{m}$. Dalsze zmniejszenie kroku do $0,25^\circ$ przyniosło dalszą poprawę dokładności odwzorowania powierzchni bocznych. Maksymalne wartości odchyłek pozostały takie same jak w przypadku kąta dyskretyzacji $0,35^\circ$, natomiast większość ze zmierzonych odchyłek była mniejsza niż $0,2\ \mu\text{m}$. Należy zauważyć iż mimo niewielkiego wzrostu dokładności, rozkład zarejestrowanych odchyłek jest bardziej równomier-ny.

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.

LITERATURA

1. Litvin F.L., Fuentes A.: GEAR GEOMETRY AND APPLIED THEORY second edition, Cambridge, 2004. Farin G., Hoschek J., Kim M.-S.: "Handbook of Computer Aided Geometric Design". North-Holland: Elsevier, 2002.
2. Marciniak A.: Synteza i analiza ząbów przekładni stożkowych o kołowo-łukowej linii zęba, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2002.
3. Marciniak A., Sobolewski B.: Method of Spiral Bevel Gear Tooth Contact Analysis Performed in CAD Environment; 7th International Conference AIRTEC, 6-8 November 2012; Aircraft Engineering and Aerospace Technology, Vol. 85 Iss: 6
4. Pisula J., Płocica M.: Methodology of designing the geometry of the bevel gear using numerical simulation to generate the teeth flank surfaces;; Acta Mechanica et Automatica, vol. 8 No. 1, 2014