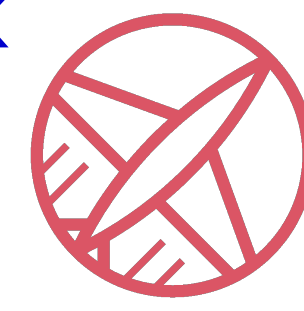


Autor: Mieczysław PŁOCICA, Adam MARCINIEC, Jadwiga PISULA, Piotr POŁOWNIAK
e-mail: mplocica@prz.edu.pl

Instytucja: Politechnika Rzeszowska, Katedra Konstrukcji Maszyn

Doświadczalna weryfikacja symulacji obróbki i współpracy stożkowych przekładni lotniczych

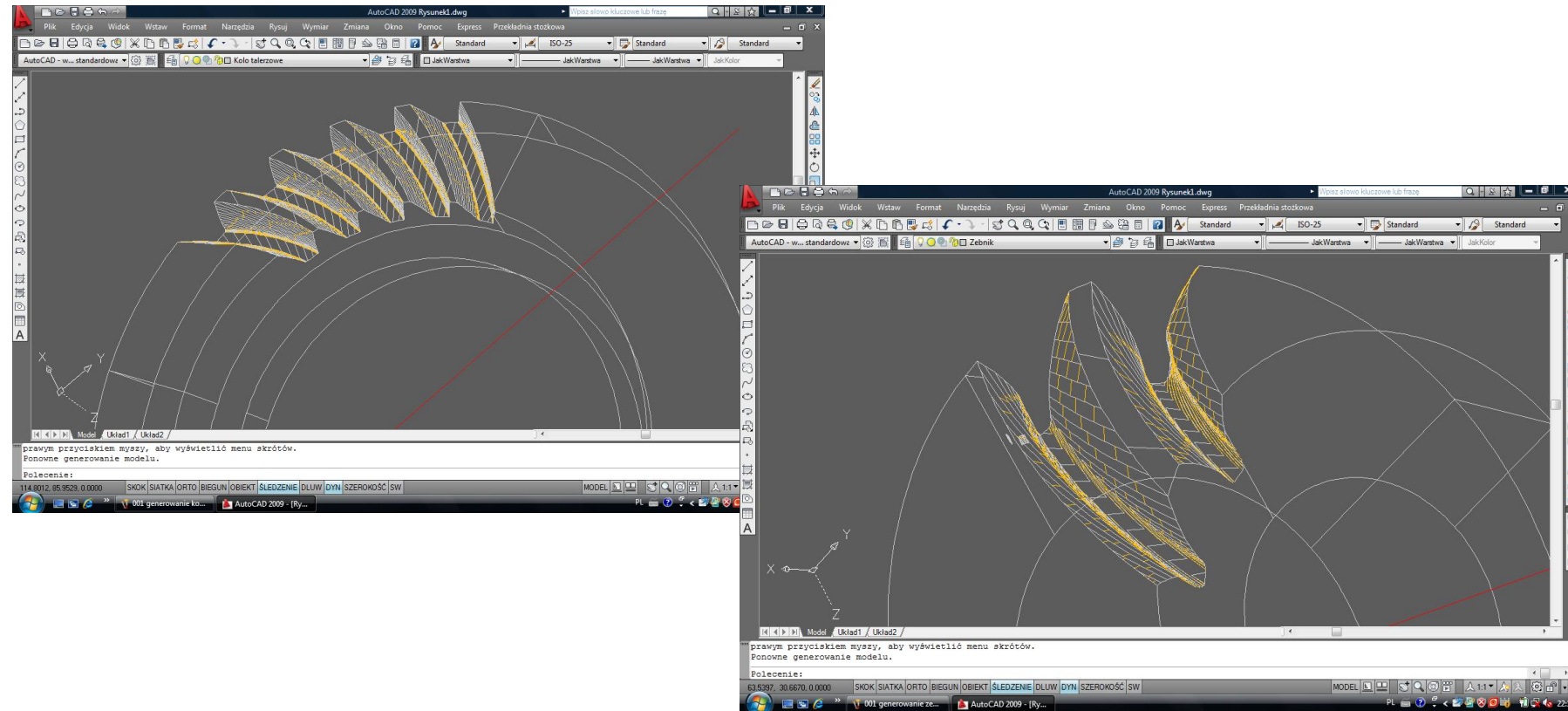


WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

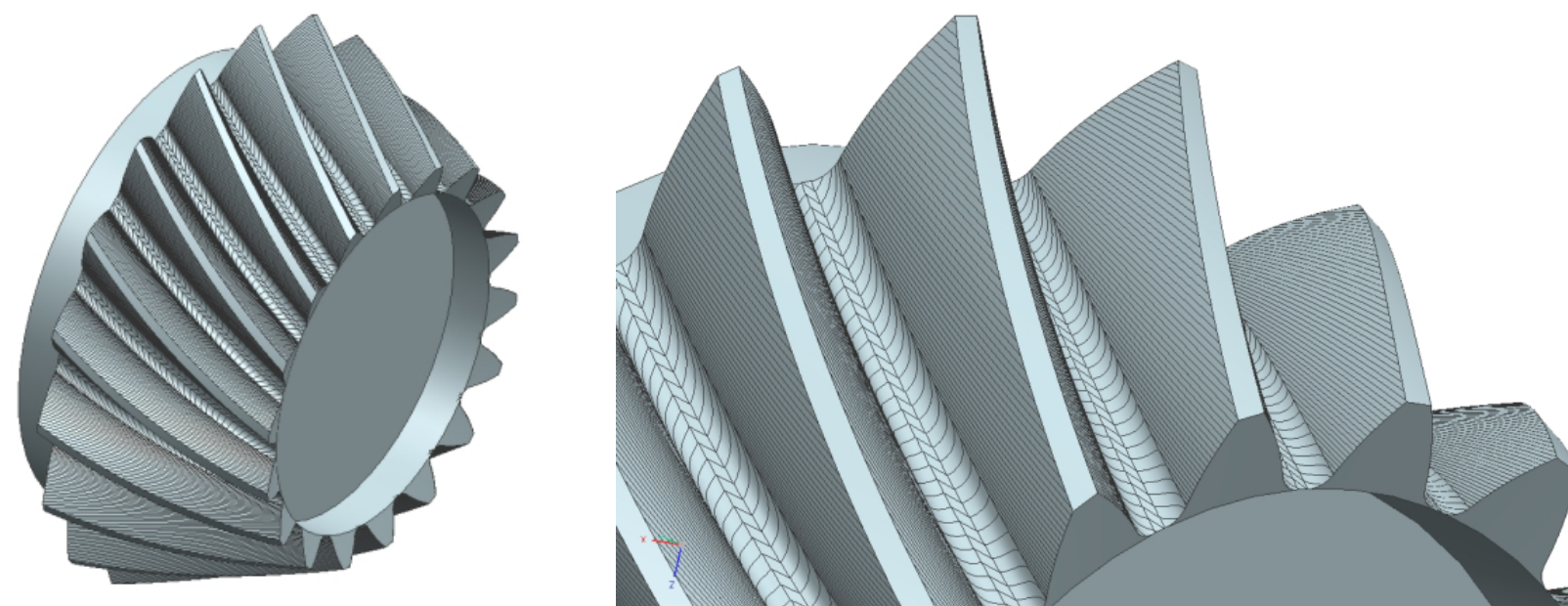
Z uwagi na wymagania wspólnego procesu produkcyjnego kół zębatach, dąży się do przeniesienia elementów jego przygotowania do przestrzeni wirtualnej, gdzie z pomocą systemów CAX dopracowuje się nową konstrukcję pod względem technologicznym, wytrzymałościowym i funkcjonalnym. W przypadku przekładni zębatach przeznaczonych do napędów lotniczych, z uwagi na m.in. bezpieczeństwo, stosowania, symulacje CAD i MES muszą być zweryfikowane doświadczalnie na fizycznie wykonanych prototypach.

Weryfikacja symulacji obróbki

Systemy CAX oferują wiele możliwości wykonania symulacji obróbki elementów maszyn. Popularna jest bezpośrednia symulacja na modelach brylowych, gdzie koło zębate powstaje w wyniku odejmowania interferującej objętości otoczki i narzędzia, ustawionych w wymaganym układzie technologicznym i poruszających się względem siebie zgodnie z kinematyką rzeczywistej obróbki, z zadaniem krokiem dyskretnym.

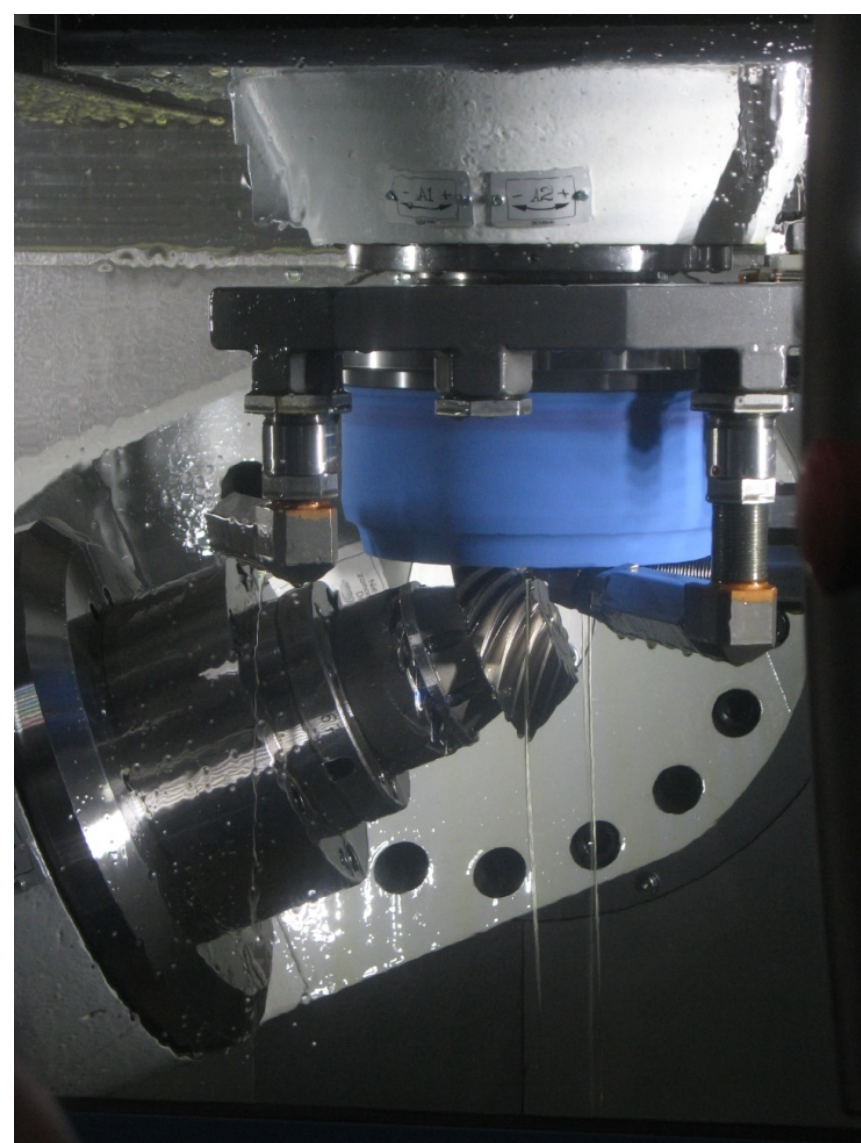


Rys. 1 Bryłowa symulacja obróbki koła i zębika przekładni lotniczej 17/35 (AutoCAD)

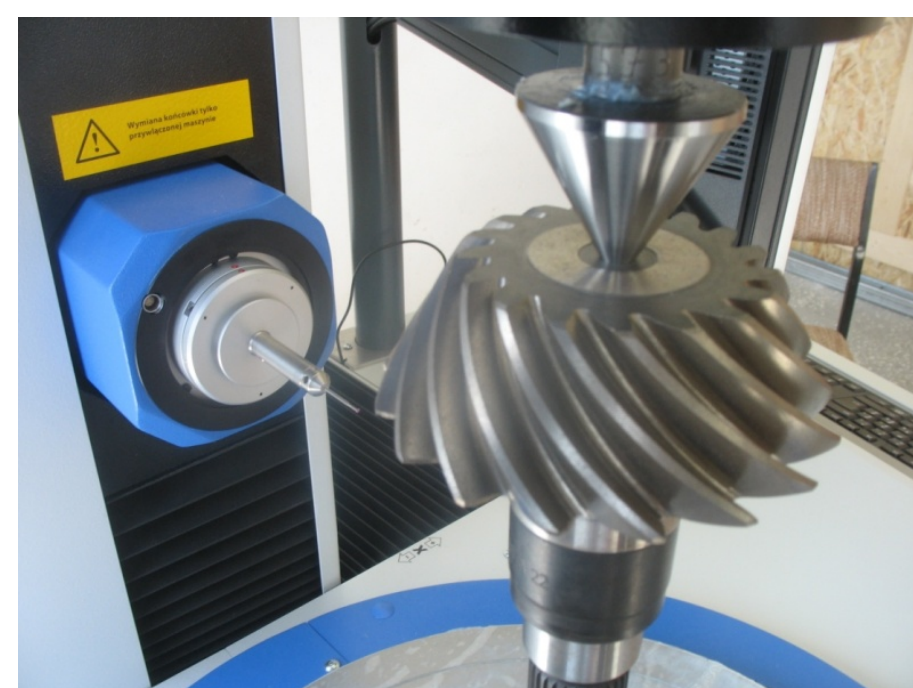


Rys. 2 Model bryłowy zębika stożkowego uzyskany z pomocą parametrycznego szablonu 3D CAD. Źródło: [5]

Praktyczną metodą weryfikacji symulacji nacinania jest aplikacja użytych ustawień technologicznych na rzeczywistą obrabiarkę i ocena jakości wykonanego uzębienia. Rys. 3 przedstawia szlifiarkę G27, na której wykonano parę zębata 17/45. Pomiary na maszynie współrzędnościowej P40 wykazały, że uzębienie posiada ogólnie 2 klasę dokładności geometrycznej, a odchyłki niektórych jego parametrów mieszczą się w 1 klasie. W związku z tym można wnioskować, że algorytm symulacji obróbki są prawidłowe.



Rys. 3 Zębik przekładni 17/45 w przestrzeni roboczej szlifiarki G27

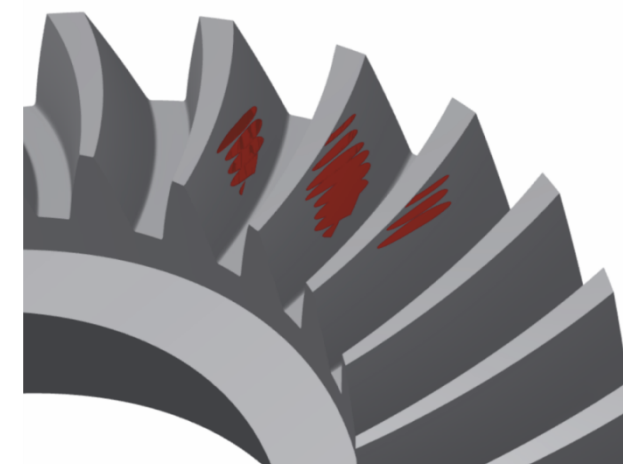


Rys. 4 Zębik przekładni 17/45 podczas pomiaru na maszynie P40

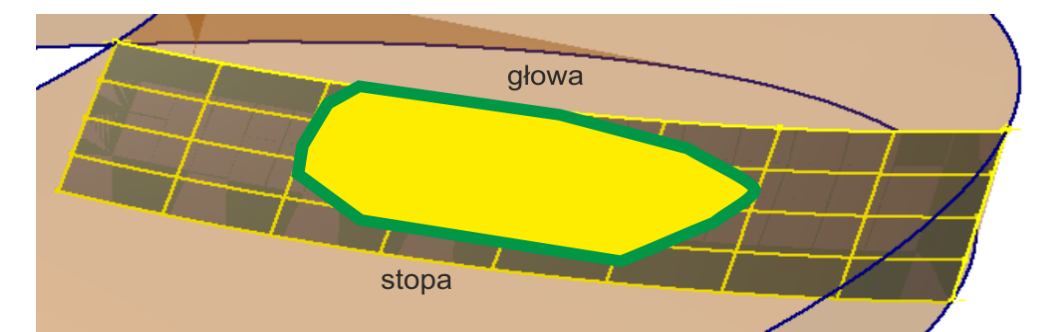
Weryfikacja symulacji współpracy ząbkowania

Podstawowym wskaźnikiem jakościowym współpracy przekładni stożkowych w przemyśle lotniczym jest sumaryczny ślad współpracy. Określa się jego żądany kształt, położenie i wielkość bez obciążenia (TCA) oraz pod obciążeniem (LTCA). W środowiskach CAD i MES można uzyskać wizualizację śladu współpracy różnymi metodami (rys. 5-7).

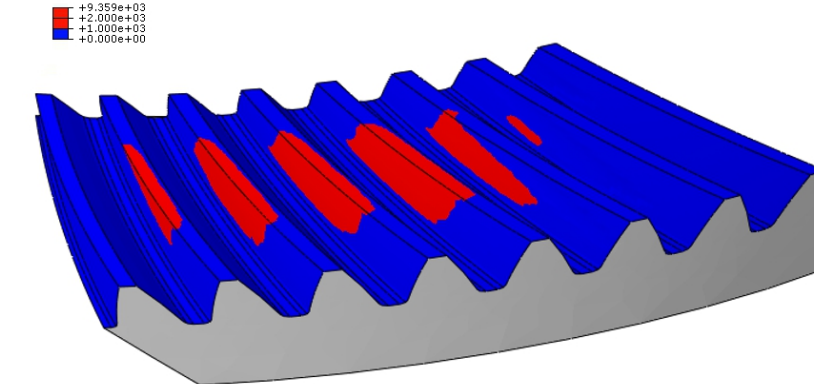
Najprostsza weryfikacja śladu współpracy bez obciążenia odbywa się na maszynie kontrolnej, tzw. kontrolerce (rys. 8), gdzie pokryta tuszem para zębata jest ustawiana w położeniu zerowym (bez odchyłek montażowych) i ślad może być porównany z otrzymanym w wyniku symulacji CAD.



Rys. 5 Sumaryczny ślad współpracy bez obciążenia uzyskany na modelu bryłowym (Inventor) według autorskiej metody, wykorzystującej element pośredni do badania ząbkowania. Źródło: [2]



Rys. 6 Przykładowy sumaryczny ślad współpracy bez obciążenia uzyskany na numerycznym modelu powierzchni koła i zębika przekładni stożkowej. [3]



Rys. 7 Ślad współpracy pod obciążeniem uzyskany przez symulację współpracy w programie Abaqus. Źródło: [5]



Rys. 8 Ślad współpracy pary stożkowej uzyskany na kontrolerce (bez obciążenia)

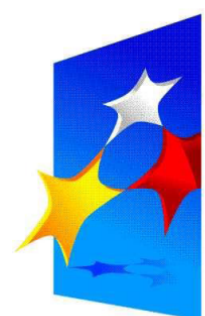
Nowe możliwości w zakresie badań współpracy pod obciążeniem stwarza unikalna maszyna do badań zmęczeniowych TS30, uruchomiona w Laboratorium Badań Kół Zębatach Politechniki Rzeszowskiej. Pozwala ona na długotrwałe badania pary stożkowej w precyzyjnie zadanych warunkach obciążeń stałych lub zmiennych. Możliwa jest zatem nie tylko weryfikacja śladu współpracy pod obciążeniem uzyskanego w MES ale także obserwacja jakości pracy nowo zaprojektowanej przekładni w trakcie zużywania się jej członów (pomiar naprężeń u podstawy zęba, pomiar hałasu, rejestracja rozkładu temperatury kamerą termowizyjną i in.).



Rys. 9 Ślad współpracy uzyskany pod obciążeniem na maszynie wytrzymałościowej TS30, uwidoczny na kole i na zębiku

Literatura:

- Marciniec A.: Analiza i synteza ząbkowań przekładni stożkowych o kołowo-łukowej linii zęba. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2003
- Marciniec A., Sobolewski B.: Zastosowanie systemu Autodesk Inventor do symulacji współpracy przekładni stożkowych Gleason'a. Mechanik, nr 2/2014.
- Pisula J., Płocica M.: Wpływ błędów montażu przekładni stożkowej na jakość ząbkowania. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport, z. 82, str. 97-102. Gliwice 2014.
- Pacana J., Fudali P.: Opracowanie aplikacji do analizy współpracy przekładni stożkowej pod obciążeniem roboczym w środowisku MES-Abaqus. Raport z prac prowadzonych w I i II kwartale 2014 roku. Politechnika Rzeszowska
- Rakowiecki T., Skawiński P., Siemiński P.: Wykorzystanie parametrycznych szablonów systemu 3D CAD do generowania modeli uzębienia kół stożkowych. Mechanik nr 11/2011.



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



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.

Autorzy prac zaprezentują szerzej swoje dokonania podczas prezentacji w EXPO Kraków w dniach 15 i 16 października 2014 r. Więcej na www.procacx.org.pl

Zapraszamy wszystkich zainteresowanych do prezentacji dokonań!

Plakat w postaci elektronicznej można pobrać ze strony: www.procacx.org.pl

Najlepsze prace zostaną opublikowane jako typowe artykuły w miesięczniku **Mechanik** nr 2/2015

mechanik