Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym
Modern material technologies in aerospace industry

INNOWACYJNA GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

KONFERENCJA ROCZNA
Projektu Kluczowego
10-11grudnia 2012 r.

ZB 3

Opracowanie technologii efektywnego projektowania i produkcji przekładni stożkowych z wykorzystaniem systemu Phoenix firmy Gleason
Development of the technology of effective design and production of cone gear using Gleason Phoenix system

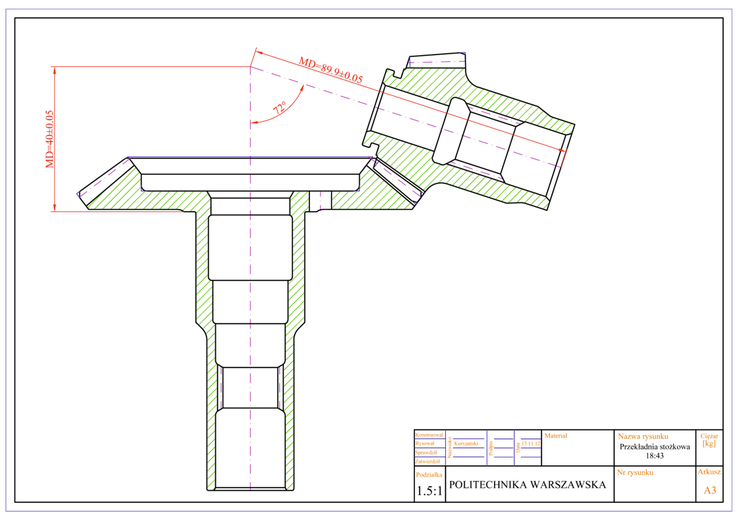
Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

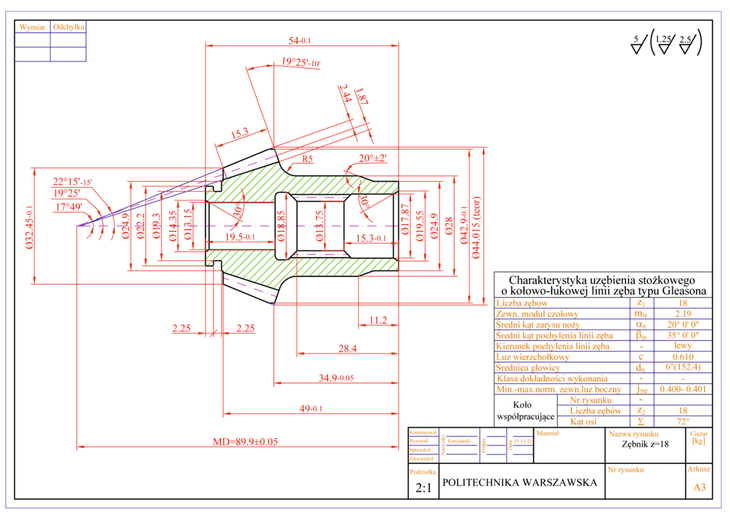
Wyniki badań

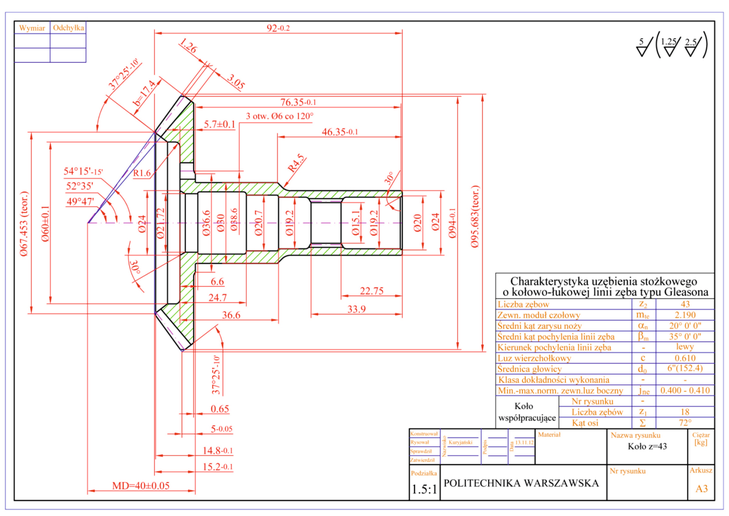
Komputerowy zintegrowany system obliczeń konstrukcyjno-technologicznych przekładni stożkowych i hipoidalnych o kołowo-łukowej linii zębów KONTEPS. Pakiet programów zawiera:

- Obliczenia konstrukcyjne: geometria uzębienia, dobór noży i głowicy frezowej, wytrzymałość (zmęczeniowa, pitting, zatarcie),
- Obliczenia konstrukcyjne: geometria uzębienia, dobór noży i głowicy frezowej, wytrzymałość (zmęczeniowa, pitting, zatarcie),
- Obliczenia technologii bazowej dla metod obwiedniowych i kształtowo-obwiedniowych,
- Obliczenia ustawcze konwencjonalnych frezarek do uzębień f-my Gleason,
- Obliczenia ustawcze frezarki (szlifierki) systemu Phoenix f-my Gleason,
- Symulację obróbki w środowisku systemu 3D CAD,
- Generowanie modeli bryłowych kół i zębników,
- Generowanie numerycznych modeli dyskretnych,
- Analiza śladu współpracy zębów,
- Generowanie topografii boków zęba dla maszyn pomiarowych CMM,
- Raport końcowy (dane i wyniki obliczeń),
- Emisja płaskiej dokumentacji konstrukcyjnej.

System umożliwia prowadzenie obliczeń technologicznych dla metod jednostronnych i dwustronnych. Integracja systemu i interfejs użytkownika wykonano w środowisku programu Visual Basic.
Przeprowadzono obliczenia konstrukcyjno-technologiczne dla trzech wybranych przez PWK Kalisz przekładni lotniczych: 18:43 Σ=70o, 18:43 Σ=72o i 33:34 Σ=90o. Wykorzystując symulację obróbki i numeryczne modele dyskretne wygenerowano modele bryłowe i powierzchniowe uzębienia. Przeprowadzono analizę śladu współpracy, uzyskując topografię boku zęba dla maszyn CMM. Wykonano dokumentację konstrukcyjną przekładni stożkowych oraz dokumentację otoczek.
Wykonano stanowisko do kontroli jedno- i dwustronnej przekładni stożkowych. Stanowisko





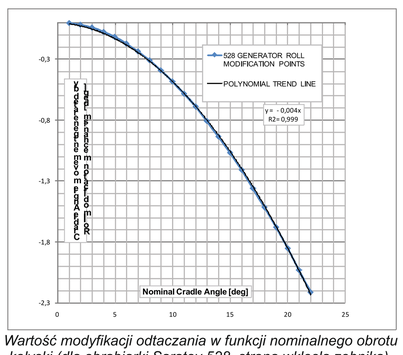


Results

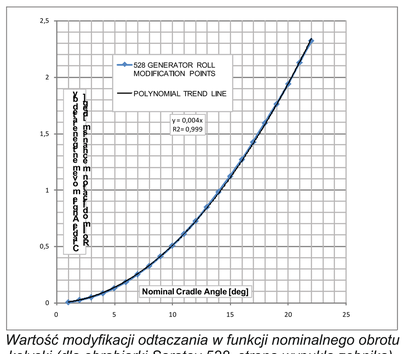
Computer integrated geometrical and technological calculations for spiral and hypoid bevel gears KONTEP. The package of programs includes:

- Structural Calculations: teeth geometry, selection of blades and milling cutter, strenght calculations (fatigue, pitting, scoring)
- Calculation of the base technology for the generate and non generated methods
- Set up calculation of conventional milling Gleason machnines
- Set up calculation of milling (grinding) CNC machnines of the Phoenix Gleason system
- Simulation of machining in 3D CAD system environment
- Generation of solid models of gears and pinions
- Generation of discrete numerical models
- Tooth contact analysis
- Generating of the tooth sides topography for the CMM machines
- Final report (data and calculation results)
- Issue of 2D design documentation.

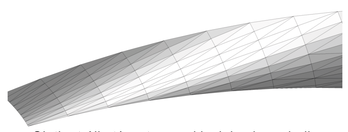
The system allows calculates the technology for single sides and two sides methods. System integration and user interface made in Visual Basic environment. Geometrical and technological calculations were carried out for three selected by PWK Kalisz gears: 18:43 Σ=70o, 18:43 Σ=72o i 33:34 Σ=90o. Using cutting simulation and numerical discrete models, solid and surface models of teeth were generated. The tooth contact analysis was performed to yield the result of the topography of the tooth side for CMM machines. Technical documentation has been made for all spiral bevel gears and blanks.
The stand to single-and double-sided testing of spiral bevel gears was made. The stand is in the process of software testing.



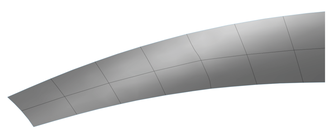
Wartość modyfikacji odtaczania w funkcji nominalnego obrotu kołyski (dla obrabiarki Saratov 528, strona wklęsła zębnika). Roll modification movement towards the nominal cradle angle (Saratov 528, concave pinion side).



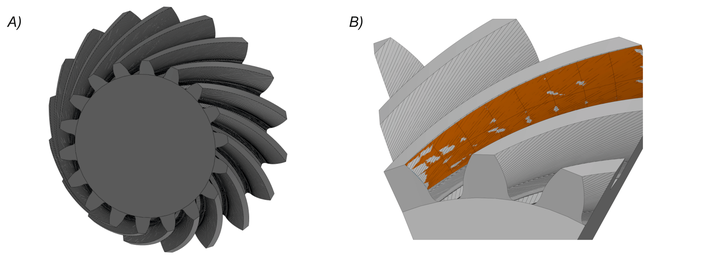
Wartość modyfikacji odtaczania w funkcji nominalnego obrotu kołyski (dla obrabiarki Saratov 528, strona wypukła zębnika). Roll modification movement towards the nominal cradle angle (Saratov 528, convex pinion side).



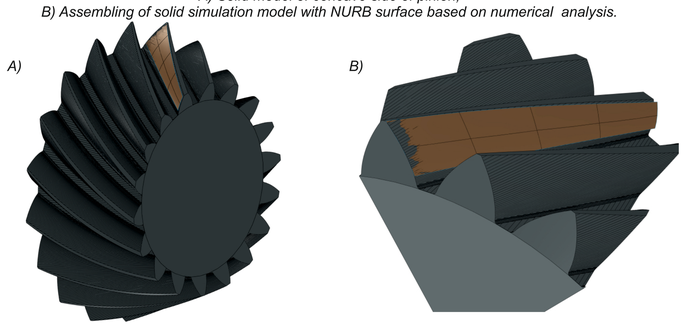
Siatka trójkątów strony wklęsłej zęba zębnika rozpięta na punktach z analizy numerycznej. Triangle mesh of concave side of pinion based on numerical analysis.



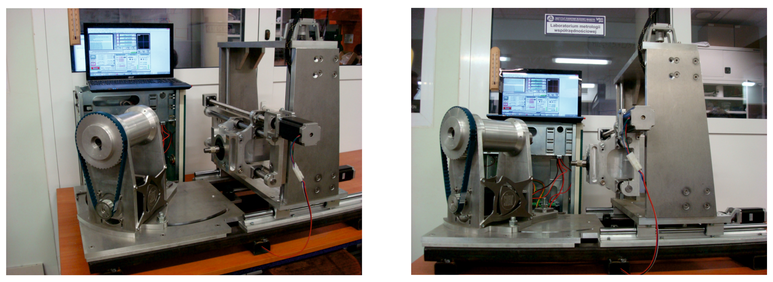
Powierzchnia NURBS rozpięta na siatce trójkątów wklęsłej strony zęba zębnika. NURBS surface of concave side of pinion based on triangle mesh.



A) Zębnik przekładni stożkowej 18:43 z naciętą stroną wklęsłą,
B) Złożenie modelu symulacyjnego z powierzchnią NURBS uzyskaną w symulacji numerycznej.
A) Solid model of concave side of pinion,
B) Assembling of solid simulation model with NURB surface based on numerical analysis.



A) Zębnik przekładni stożkowej 18:43 z naciętą stroną wypukłą,
B) Złożenie modelu symulacyjnego z powierzchnią NURBS uzyskaną w symulacji numerycznej.
A) Solid model of convex pinion side,
B) Assembling of solid simulation model with NURB surface based on numerical analysis.



Sterowane numerycznie 4-osiowe stanowisko badawcze do kształtowania uzębień przekładni stożkowych.
CNC 4-axes stand for development of spiral bevel gears.

Wnioski
Conclusions

System pozwala przeprowadzić kompletny cykl obliczeń od konstrukcji poprzez technologię w wybranych metodach obróbki uzębienia (w szczególności na maszyny CNC systemu Phoenix) do wygenerowania modeli bryłowych i powierzchniowych uzębienia. Modele te posłużą do analizy śladu współpracy oraz do zdefiniowania topografii boków zęba dla współrzędnościowych maszyn pomiarowych.

The system allows you to perform a complete cycle from design through computation basic technology in selected cutting methods (in particular on Phoenix CNC machine system) to generate solid and surface models of teeth. These models will be used for tooth contact development and to define the topography of the sides of the tooth for coordinate measuring machines.

Przykłady zastosowania w lotnictwie
Examples of application in aviation

Dla wytypowanych przez PWK Kalisz przekładni stożkowych o kołowo-łukowej linii zębów:
- 18:43 o kącie między osiami 70 st. - przekładnia typu generated; metoda SGM
- 33:34 o kącie między osiami 90 st. - przekładnia typu generated; metoda SGM

wykonano obliczenia konstrukcyjno- technologiczne wg metody SGM łącznie z ustawieniem obrabiarki Gleason 116 i Phoenix 175 oraz wygenerowano modele powierzchniowe i bryłowe. Po analizie śladu współpracy i wyznaczeniu topografii boków zęba przekładnie zostaną wykonane w PWK Kalisz w I kwartale 2013.

For selected by PWK spiral bevel gears:
- 18:43 shaft angle 700 SGM method,
- 18:43 shaft angle 720 - SGM method,
- 33:34 shaft angle 900; - SGM method,

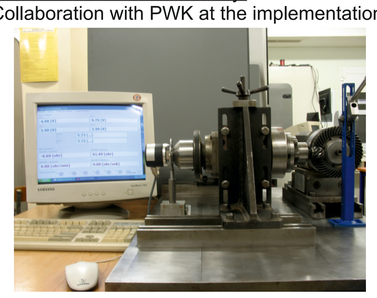
Geometrical, technological and setup calculation has been done for Gleason 116 and Phoenix 175 machine. Solid and surface models of gears was made. After TCA and determining of the tooth topography, the gears will be made in the first quarter of 2013 in PWK Kalisz.

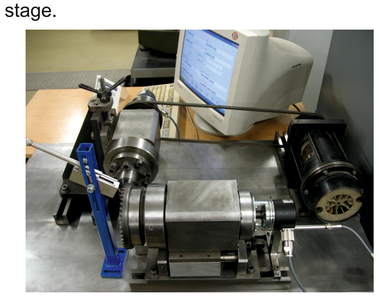
Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym
Collaboration with aviation industry

PWK Kalisz przemysł lotniczy

PWK Kalisz przemysł lotniczy:
Współpraca z PWK na etapie wdrożenia
Możliwość rozszerzenia współpracy z polskim przemysłem maszynowym.

PWK Kalisz aviation industry:
Collaboration with PWK at the implementation stage.





Stanowisko do kontroli jedno- i dwustronnej przekładni stożkowych.
Single and dual side control stand for spiral bevel gears.

Wskaźniki realizacji celów projektu
Indicators of the project

Referaty

1. Skawiński P., Sieminski P.: ***Przegląd metod generowania modeli bryłowych zębatych kół stożkowych o kołowo-łukowej linii zęba w parametrycznych systemach 3D CAD***; Referat o tym tytule wygłoszony na XVIII Konferencji Metody i Środki Projektowania Wspomaganego Komputerowo, Baranów Sandomierski, 12-14 października 2011. Mechanik 1/2012.

Publikacje

1. Skawiński P.: ***Neural classifiers in recognizing of the tooth contact of spiral and hypoid gleason bevel gears;*** Advances in Manufacturing Science and Technology. Vol.36 No.2 2012.
2. Skawiński P.: ***Technological setups on the Gleason Phoenix CNC spiral bevel and hypoid milling machines***, Advance in Manufacturing Science and Technology, złożony do druku.
3. Skawiński P.:***Tooth contact development of the spiral bevel gears***; Archives of Civil and Mechanical Engineering. Ukaże się w najbliższym numerze; wydawnictwo Elsevier 2012.
4. Warecki R.: ***Program do symulacji obróbki stożkowych kół zębatych o kołowo-łukowej linii zębów wykonywanych z modyfikacją odtaczania***; Mechanik nr 2/2012.

Prace mgr, dr, hab.

Prace magisterskie

Błazucki P.: ***Projekt i wykonanie 4-osiowej sterowanej numerycznie frezarki do kół zębatych stożkowych.*** Promotor: dr inż. P. Skawiński. Praca dyplomowa magisterska. Obroniona 28 czerwca 2012.

Prace inżynierskie obronione

Trzewik P.: ***Porównanie algorytmu obliczeń wytrzymałościowych wg. norm ISO 10300 oraz AGMA 2003-B97***. Promotor: dr inż. P. Skawiński, obroniona 17.05.2012r.

Prace magisterskie planowane

Warecki S.: ***Modyfikacja zarysu zęba zębników przekładni obwiedniowych i kształtowo-obwiedniowych***. Promotor: dr hab. inż. P. Skawiński. Praca dyplomowa magisterska. Obrona planowana na styczeń 2013.

Trzewik P.: ***Rekonstrukcja i wykonanie przekładni głównej 8/54 zabytkowego motocykla BMW***. Promotor dr hab. inż. P. Skawiński. Praca dyplomowa magisterska. Obrona planowana na styczeń 2013.

Prace doktorskie

Tytuł: ***Zastosowanie syntezy i analizy zazębień do wyznaczania topografii bocznej powierzchni zęba przekładni stożkowych kołowo-łukowych.***
Autor: Wojciech Jędrzejczyk, Promotor: dr hab. Adam Marciniec, prof. P Rz.
Status: w realizacji.

Prace doktorskie w przygotowaniu: **Marek Kret, Piotr Błazucki**

Prace habilitacyjne

Tytuł: ***Integracja projektowania i wytwarzania przekładni stożkowych i hipoidalnych o zębach kołowo-łukowych***
Autor: Piotr Skawiński, Status: przewód zakończony

PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ ZE ŚRODKÓW EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO