

# **STANDARYZACJA MODEU FALOWEJ PRZEKŁADNI ZĘBATEJ W SYSTEMIE NX5**

**Jacek PACANA<sup>1</sup>**  
**Krzysztof WISZ<sup>2</sup>**

## **STRESZCZENIE**

*W artykule przedstawiono proces standaryzacji zębatej przekładni falowej na przykładzie jej koła podatnego. Parametryzację przeprowadzono w programie NX5 z użyciem modułu Wizard. Na bazie przygotowanych w kreatorze modeli można w szybki i łatwy sposób utworzyć dużą liczbę modeli o podobnych wymiarach do przeprowadzania analiz wytrzymałościowych i kinematycznych różnych rozwiązań konstrukcyjnych tej samej części.*

## **WPROWADZENIE**

W projektowaniu inżynierskim często zachodzi potrzeba przeanalizowania wielu modeli obciążonych w różny sposób, lub rozważenia kilku wariantów tej samej konstrukcji [1,3]. Jej obliczenia wytrzymałościowe, lub analiza kinematyczna z użyciem wirtualnych modeli mogą być przeprowadzane np. z zastosowaniem metody elementów skończonych MES. W takich sytuacjach zachodzi potrzeba utworzenia dużej liczby podobnych modeli różniących się jedynie poszczególnymi wybranymi parametrami. Budowanie modeli obliczeniowych części mechanicznych w programach przeznaczonych do obliczeń MES jest bardzo utrudnione, i dlatego wskazane jest ich przygotowanie w innym programie do modelowania CAD. Niektóre programy posiadają specjalne moduły do tworzenia grupy części, lecz występują w nich inne ograniczenia dotyczące z dostępnych funkcji modelowania i stopnia złożoności modeli. Pro-

---

<sup>1</sup> dr inż. Jacek Pacana – Politechnika Rzeszowska, Katedra Konstrukcji Maszyn

<sup>2</sup> mgr inż. Krzysztof Wisz – InterCars S.A. - Rzeszów

gramem, który pozwala na budowanie dużej liczby elementów o podobnych wymiarach na podstawie modelu bazowego, jest NX5, będący najnowszą wersją znanego od wielu lat systemu Unigraphics [2,5]. W programie tym istnieje specjalny moduł Wizard, który dzięki możliwości tworzenia bazy części, pozwala znacznie przyspieszyć pracę nad przygotowywaniem modeli obliczeniowych do obliczeń MES [1,4]. Ponieważ większość prac autora związana jest z przekładniami falowymi, na tym przykładzie zostanie zaprezentowany sposób tworzenia modelu oraz złożenia parametrycznego. Wykorzystanie zalet modułu Wizard, oraz korzyści płynące z posiadania bazy części składowych przekładni, zostaną dokładniej przedstawione na przykładzie koła podatnego.

### PRZYGOTOWANIE MODELU W KREATORZE

Wykorzystanie modułu Wizard pozwala na uzyskanie wielu korzyści, polegających między innymi na znacznym przyspieszeniu konstruowania zdefiniowanych wcześniej części, a także na zwiększeniu elastyczności procesu projektowania przez uproszczenie wprowadzania zmian do projektu.

Aby rozpocząć korzystanie z modułu Wizard należy wcześniej przygotować, w module Part programu NX5, parametryczny model wybranej części lub zespołu. Jego parametry geometryczne muszą być ze sobą powiązane poprzez określenie relacji lub definiowanie kolejnych wymiarów za pomocą wcześniej już wprowadzonych. Wszystkie zdefiniowane parametry umieszczane są w module Expressions, gdzie można także dodawać nowe lub edytować już istniejące.

Mając w pełni zamodelowane i sparametryzowane koło podatne, można przystąpić do pracy z modulem Wizard. Uruchamianie się go w systemie NX5 wybierając z menu górnego polecenie Tools\User Defined Feature\Wizard.

Cały proces tworzenia kreatora opiera się pięciu etapach:

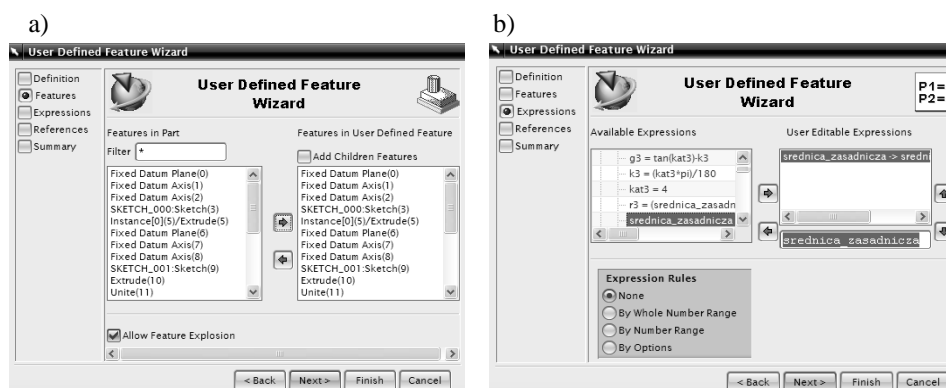
- *Definition* – w którym podaje się podstawowe informacje o części,
- *Features* – służącym do wyboru elementów konstrukcyjnych, które wraz modelem mają być dodane do bazy, np. osie, płaszczyzny, szkice itp.
- *Expressions* – w którym należy wybrać użyte do tworzenia modelu parametry geometryczne,
- *References* – w którym należy określić relacje powiązane z modelem,
- *Summary* – służący do ostatecznej kontroli i zatwierdzenia wcześniej wykonanych operacji.

Pierwszy etap polega na wyborze części, wpisaniu opisującej ją nazwy w pole Part Name, i ewentualnie wyborze istniejącej już bazy elementów, do której ma być dołączona. Główną część okna kreatora zajmuje rysunek poglądowy wybranego elementu (rys.1).



Rys.1. Widok okna kreatora w pierwszym kroku definiowania

Drugi etap ma na celu określenie elementów konstrukcyjnych, które były wykorzystywane przy modelowaniu koła podatnego, a powinny znaleźć się we wszystkich kopiach części tworzonych za pomocą tej bazy. Wszystkie żądane elementy konstrukcyjne należy zaznaczyć w oknie po lewej stronie kreatora, a następnie przenieść je do okna po prawej stronie przy pomocy przycisku, ze strzałką w prawo, pomiędzy oknami. Oczywiście możliwe jest również cofnięcie wybranych elementów do okna zawierającego wszystkie dostępne elementy przy pomocy przycisku ze strzałką w lewo. Po zakończeniu wyborów należy przejść do następnego etapu kreatora wybierając polecenie Next. Okno funkcji Wizard z wybranymi elementami konstrukcyjnymi zaprezentowano na rys.2a, natomiast na rys. 2b wygląd tego samego okna w kolejnym kroku kreatora.

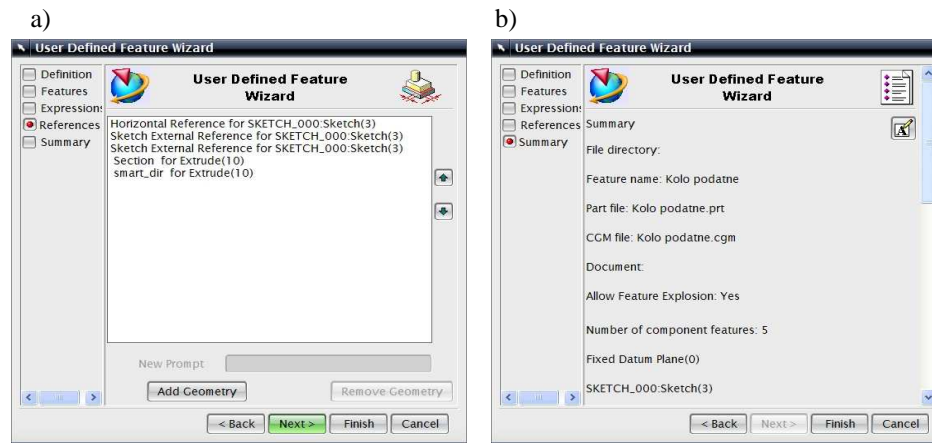


Rys.2. Widok okna Wizard na etapie definiowania: a) elementów konstrukcyjnych, b) parametrów geometrycznych

Ważnym etapem tworzenia parametrycznego modelu części jest wybór parametrów geometrycznych, które będą podawane przy wstawianiu tego elementu z bazy do złożenia. Sposób wyboru i zatwierdzania parametrów geometrycznych jest identyczny jak przy wyborze elementów konstrukcyjnych w poprzednim kroku kreatora. Należy w taki sposób przygotować model części w module Part, by można było przy pomocy jak najmniejszej ich liczby w pełni go scharakteryzować. W przypadku koła podatnego przekładni falowej wybrano następujące parametry wystarczające do jego poprawnego zamodelowania:

- średnica zasadnicza,
- średnica podziałowa,
- średnica podstaw,
- średnica wierzchołków,
- ilość zębów.

W klasycznych przekładniach zębatych średnice wieńca zębatego można zdefiniować w funkcji modułu i liczby zębów, jednak w przypadku kół przekładni falowej te zależności są bardziej skomplikowane. Często zachodzi również potrzeba dodatkowej zmiany średnicy wierzchołków, by nie występowało zjawisko interferencji. Tak więc wybór parametrów geometrycznych do kreatora pokierowany był rzeczywistymi problemami występującymi przy projektowaniu i konstruowaniu przekładni falowych. Wszystkie pozostałe wymiary koła zostały zdefiniowane w module Expressions przy pomocy wyżej wymienionych.



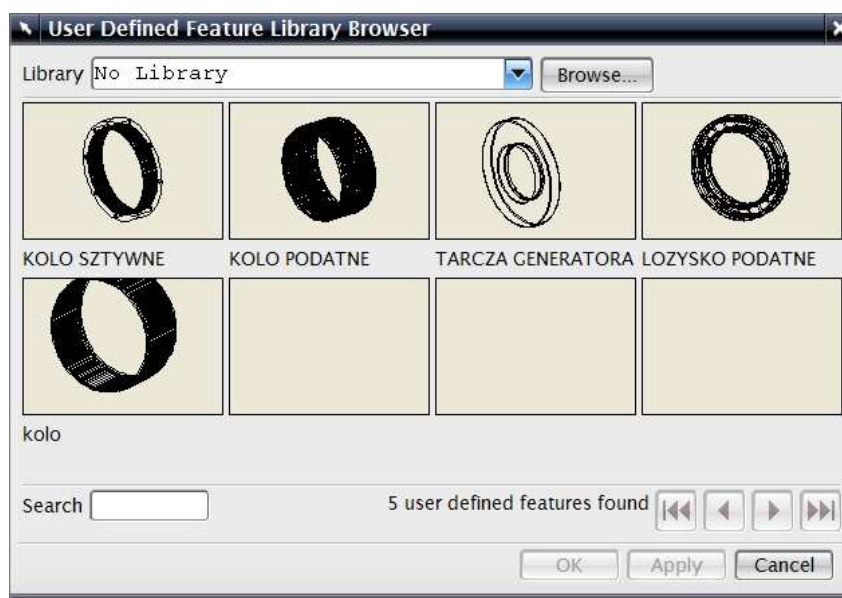
Rys.3. Widok okna Wizard na etapie: a) określania referencji, b) podsumowania i zapisu opcji

W kolejnym kroku kreatora należy wybrać model, a następnie zatwierdzić w oknie kreatora elementy konstrukcyjne lub fragmenty modelu, które posłużą do budowania relacji w złożeniu (rys. 3a). W ostatnim oknie kreatora

(rys. 3b) wyświetlane są wszystkie wcześniej wprowadzone informacje. Po ostatecznej ich kontroli należy nacisnąć Finisz, tym samym zakończyć działanie kreatora, tworząc w pełni sparametryzowany element bazowy koła podatnego. Wszystkie pliki jakie są generowane za pomocą kreatora, automatycznie są zapisywane na dysku komputera w katalogu Program Files\UGS\NX5.0\UGII.

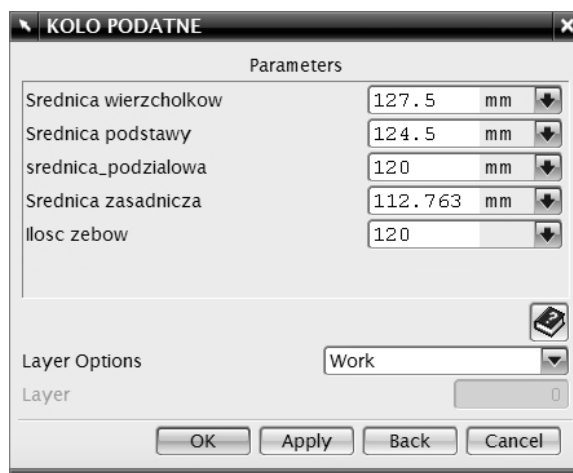
## WSTAWIANIE MODELU

Aby wybrać z bazy wcześniej zdefiniowany element, w omawianym przypadku koło zębate, w należy użyć polecenia Tools\User Defined Feature\Insert z menu górnego systemu NX5. Po dokonaniu tego wyboru, pojawia się katalog, w którym dostępne są wykreowane modele części (rys.4).



Rys.4. Kreatora części przekładni falowej

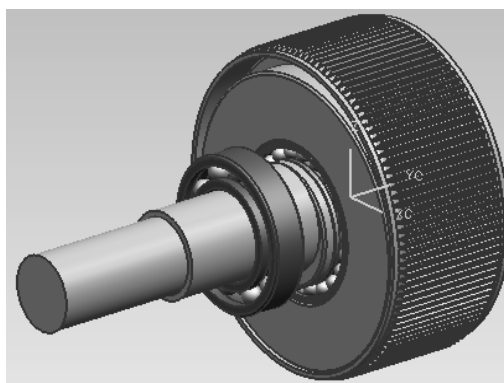
Aby wstawić dany składnik, z domyślnymi wartościami parametrów, należy zaznaczyć go na liście, i zaakceptować wybór. Gdy dla konkretnych wymagań projektowych istnieje potrzeba modyfikacji któregośkolwiek z parametrów geometrycznych tworzonej części, można je w prosty sposób zmienić. W pojawiającym się, po wyborze, oknie z nazwą elementu (rys.5) dostępne są wszystkie zdefiniowane za pomocą kreatora parametry, które można podawać jako wartości liczbowe, lub w formie powiązanych ze sobą parametrów.



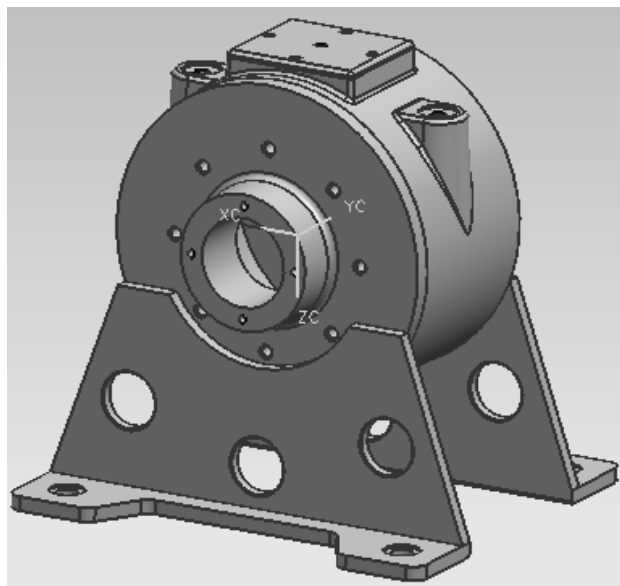
Rys.5. Okno z parametrami koła podatnego

W oknie wstawiania elementu z bazy można również wybrać warstwę na którą model zostanie wstawiony. Dostępne są następujące opcje: aktualna warstwa robocza, możliwość przejścia warstw z oryginalnego pliku oraz możliwość określenia innego dostępnego numeru warstwy do wstawienia części.

Cały cykl tworzenia elementu w kreatorze i jego wstawiania do złożenia powtórzono dla wszystkich głównych części składowych przekładni falowej. W ten sposób utworzono złożenie kinematyczne, przedstawione na rys.6, które można wykorzystać w obliczeniach MES do badania współpracy koła podatnego z generatorem fal oraz z kołem sztywnym.



Rys. 6. Model złożenia koła podatnego i zespołu generatora tarczowego



Rys. 7. Złożenie falowej przekładni zębatej

Utworzono również złożenie pełnej przekładni falowej (rys. 7), której części składowe także zostały sparametryzowane i powiązane ze sobą przy pomocy funkcji WAVE Geometry Linker. Funkcja ta jest bardzo pomocną przy tworzeniu zespołów części, gdyż pozwala na tworzenie powiązań elementów konstrukcyjnych lub fragmentu modelu jednego ze składników złożenia, z innym zachowując trwałe połączenia między nimi. Polecenie to powoduje, wraz ze zmianą parametrów obiektu w pliku bazowym, automatyczną aktualizację geometrii w pliku powiązanym. Polecenie to wybiera się z menu górnego Insert\Associative Copy\WAVE Geometry Linker lub przy pomocy ikony z paska narzędzi w menu górnym programu MX5.

Polecenia WAVE Geometry Linker został wykorzystane przy modelowaniu następujących elementów składowych przekładni falowej:

- korpusu, pokrywy, wziernika wraz z pokrywą oraz wspornika na bazie koła sztywnego
- wału wyjściowego na podstawie sztywnego koła sprzęgła
- wału wejściowego na podstawie łożyska tocznego.

## PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono sposób tworzenia i wstawiania do złożenia, modeli parametrycznych części przy pomocy modułu Wizard. Dzięki wykorzystaniu zalet tego kreatora, można tworzyć dużą liczbę części i ich złożań w celu

dalszego ich wykorzystania w analizach wytrzymałościowych czy kinematycznych. Zaprezentowano w artykule również cechy polecenia WAVE Geometry Linker, dzięki któremu wykonano parametryczne złożenie kompletnej falowej przekładni zębatej.

#### LITERATURA

- [1] *Budzik G., Pacana J.*: Wpływ parametrów geometrycznych na naprężenia w kole podatnym falowej zębatej przekładni hermetycznej. Konferencja naukowo-techniczna KZ 2004, Koła Zębate; wytwarzanie, pomiary, eksploatacja. Rzeszów 2004.
- [2] *Mucha M., Koper M.*: Modelowanie bryłowe w systemie Unigraphics – laboratorium. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2003.
- [3] *Mijał M., Pacana J.*: Wpływ postaci konstrukcyjnej korpusu na rozkład naprężeń w kole podatnym falowej zębatej przekładni hermetycznej. Konferencja naukowo-techniczna KZ 2006, Koła Zębate; wytwarzanie, pomiary, eksploatacja. Rzeszów 2006.
- [4] *Pacana J., Budzik G.*: Możliwości projektowania walcowego koła zębatego o zębach prostych w systemie Unigraphics. Konferencja naukowo-techniczna KZ 2004, Koła Zębate; wytwarzanie, pomiary, eksploatacja. Rzeszów 2004.
- [5] *Pacana J.*: Parametryczne modelowanie CAD z wykorzystaniem systemu Unigraphics NX. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006.

#### STANDARDIZATION MODEL OF HARMONIC TOOTHED GEAR IN NX5 SYSTEM

##### SUMMARY

*In the paper has been presented standardization of the harmonic toothed gear. The parametrization has been conducted in the NX5 system with used wizard module. The parametrical models could be used to made different strength and kinematics analysis of the similar construction of the mechanical part.*