

Program do symulacji obróbki stożkowych kół zębatych o kołowo-łukowej linii zębów wykonywanych z modyfikacją odtaczania

RAFAŁ WARECKI*

Przenoszenie napędu za pomocą przekładni zębatych odbywa się poprzez kontakt powierzchni bocznych zębów kół przekładni. Ich geometria oraz dokładność wykonania mają duży wpływ na naprężenia występujące między zębami, co może być bezpośrednią przyczyną ich uszkodzeń. Aby zapewnić prawidłową pracę przekładni, należy zadbać o odpowiednio dokładną obróbkę kół, co wiąże się bezpośrednio z precyzyjnym doborem parametrów ustawczych obrabiarki. Koszty związane z kolejnymi próbami doboru parametrów na rzeczywistych maszynach są wysokie. Aby je zminimalizować, należy zastosować symulację komputerową, która umożliwia wiernie odtworzenie wyników obróbki.

Stworzenie wirtualnych, trójwymiarowych modeli kół zębatych, będących podstawą do badań i analiz przekładni, jest pracochłonne. Modyfikacje wygenerowanego modelu w wirtualnym środowisku narzędzi inżynierskich w celu uzyskania coraz bardziej zadowalających wyników symulacji mogą również stwarzać problemy. Omawiany program komputerowy umożliwia symulację obróbki kół stożkowych o kołowo-łukowej linii zębów, w której – poprzez wprowadzenie lub modyfikację parametrów wejściowych – można łatwo otrzymywać różne modele kół bez potrzeby ingerencji w kod źródłowy.

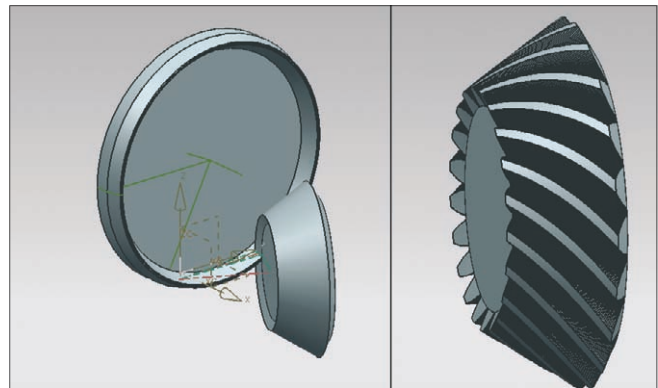
Program Modified Roll został napisany w języku wewnętrznym GRIP trójwymiarowego środowiska CAD Siemens NX (dawniej Unigraphics NX). Wirtualna obróbka uzębienia polega na odejmowaniu bryły narzędzia od bryły przedmiotu obrabianego w czasie kolejnych położenia określonych odpowiednimi relacjami. Symulacja odtwarza proces frezowania realizowany na rzeczywistej frezarce do uzębienia. Działanie to pozwala na uzyskanie dokładnego kształtu powierzchni bocznych zębów modelu bryłowego, co jest niezbędne do dalszych analiz na wirtualnych modelach przekładni.

Trójwymiarowe środowisko CAD umożliwia precyzyjne przedstawienie rzeczywistych obiektów w postaci sparametryzowanych modeli bryłowych, a następnie ich kinematyczne sprzężenie poprzez odpowiednie wiązania geometryczne i formuły matematyczne. Program symuluje kinematykę odpowiadającą metodzie nacinania zębów poprzez zmienny ruch odtaczania. Przebieg symulacji można śledzić na ekranie komputera w czasie rzeczywistym.

Program symulacyjny można podzielić na cztery etapy. Pierwszy dotyczy komunikacji między użytkownikiem a programem. Polega ona na wprowadzeniu określonych danych technologiczno-konstrukcyjnych. Drugi etap to sekwencja tworzenia wirtualnego narzędzia, natomiast trzeci – wirtualnego przedmiotu obrabianego. Bryłowe odtworzenie zarówno frezowej głowicy czołowej, jak i otoczki koła zębatego odbywa się poprzez obrót zamkniętego, sparametryzowanego obszaru szkicu wokół osi. Ostatnim etapem symulacji jest proces obróbki. Zdejmowanie kolejnych warstw wirtualnego materiału polega na odejmowaniu obiektów od siebie w wyniku operacji algebry Boole'a.

W położeniu początkowym obiekty ustawiane są względem siebie w sposób odpowiadający ich faktycznemu położeniu na obrabiarkę. Obróbka rozpoczyna się od ruchu jednostajnie zmiennego w kierunku głowy zęba. W chwili gdy aktualny kąt położenia narzędzia osiągnie lub przekroczy wartość równą środkowi odtaczania, następuje wyzerowanie wartości przyspie-

żenia i zmiana jego znaku w kierunku stopy zęba (rys.). Po utracie kontaktu narzędzia z przedmiotem obrabianym program powiela w szyku kołowym otrzymany wrąb określoną dla danego koła ilość razy, tworząc pełne uzębienie (rys.).



Rys. Okno symulacji w środku odtaczania oraz gotowy model bryłowy

Jako wynik dwóch symulacji otrzymuje się dwa trójwymiarowe modele bryłowe, jeden odpowiadający stronie wklęsłej zęba a drugi, odpowiadający stronie wypukłej. Składane są one w pliku złożeniowym przez określone relacje.

Poprawność trójwymiarowego modelu bryłowego otrzymanego po zakończeniu wirtualnego procesu frezowania musi zostać potwierdzona poprzez odpowiednie pomiary geometrii w określonych punktach. Obliczenia technologiczno-konstrukcyjne dostarczane przez program zewnętrzny są źródłem parametrów potrzebnych do przeprowadzenia symulacji obróbki. Zawierają one także inne wymiary, których zgodność z modelem powinna zostać sprawdzona.

W wypadku ich zgodności w granicach założonej tolerancji, proces budowania modelu koła zębatego uznaje się za zakończony, a samą przekładnię poddaje się kolejnym badaniom i analizom w środowisku wirtualnym.



Jedną z największych zalet symulacji komputerowej jest możliwość badania śladu współpracy przekładni za pomocą wirtualnych modeli. Pozwala to na optymalne umiejscowienie i ukształtowanie śladu współpracy za pomocą modyfikacji parametrów wejściowych do wirtualnej obróbki przekładni. Analizy komputerowe nie wymagają wytwarzania kół i prowadzenia badań na kosztownych maszynach pomiarowych. Ewentualne korekty wprowadzane są bezpośrednio do danych wejściowych programu, bez potrzeby wykonywania kolejnych rzeczywistych przekładni. Wpływa to bezpośrednio na obniżenie kosztów, skrócenie czasu potrzebnego na wdrożenie wyrobu do produkcji i podniesienie jego jakości.

LITERATURA

1. P. SIEMIŃSKI: Projektowanie i symulacja wytwarzania stożkowych kół zębatych z zastosowaniem technik komputerowych. Rozprawa doktorska, 2006.
2. P. SIEMIŃSKI: Metody i środki projektowania wspomaganego komputerowo. Prezentacja multimedialna, 2009.
3. R. WARECKI: Symulacja obróbki stożkowych kół zębatych o kołowo-łukowej linii zębów wykonywanych z modyfikacją odtaczania. Praca inżynierska, 2010. ■

* Inż. Rafał Warecki – Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej