

# Generowanie powierzchni zwoju ślimaka globoidalnego w środowisku CATIA z wykorzystaniem symulacji kinematycznej

A method to generate globoid surface of worm coil in CATIA environment using kinematic simulation

MARIUSZ SOBOLAK  
PATRYCJA EWA JAGIEŁOWICZ  
PIOTR POŁOWNIAK \*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.5-6.90

Przedstawiono sposób modelowania zwoju ślimaka globoidalnego w środowisku CATIA z wykorzystaniem symulacji kinematycznej. W celu zamodelowania powierzchni zwoju tworzone są (odpowiednio przez wyznaczenie śladu punktu lub linii) globoidalne linie śrubowe lub krzywe przekrojowe zwoju.  
**SŁOWA KLUCZOWE:** linia śrubowa globoidalna, ślimak globoidalny

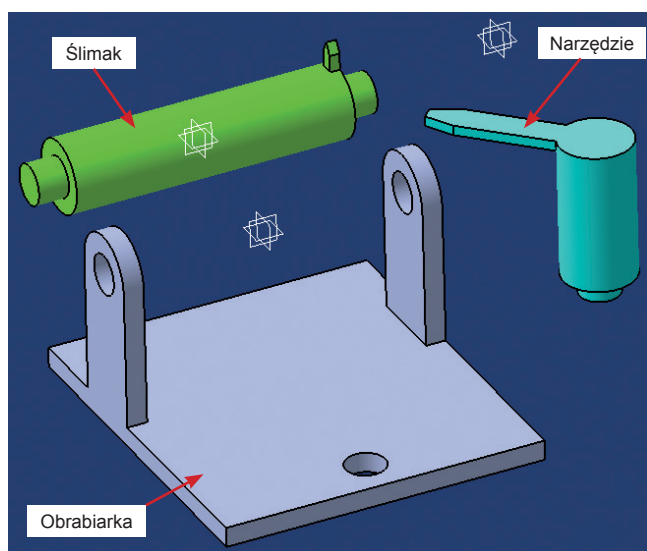
*This paper presents a method to produce a model of the coil of globoid worm in CATIA environment by means of kinematic simulation. For that purpose globoid helices or coil section curves were developed by means of the point or line tracing method respectively.*

**KEYWORDS:** globoid helix, globoid worm

Jednym z trudniejszych zagadnień z zakresu modelowania złożonych powierzchni w środowisku CAD jest modelowanie powierzchni ślimaka globoidalnego [1÷3]. Można do tego wykorzystać symulacje kinematyczne w module *Digital Mockup Kinematics*.

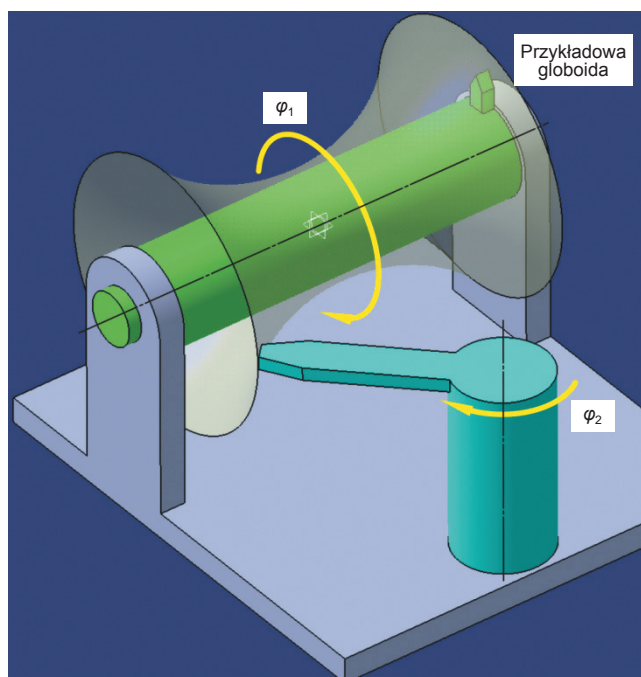
Na rys. 1 w uproszczony sposób przedstawiono modele narzędzia i przedmiotu obrabianego oraz korpus obrabiarki.

W module *Assembly* przygotowano złożenie z niezależnych części (rys. 1): obrabiarki, ślimaka i narzędzia. Ponadto do celów poglądowych utworzono powierzchnię



Rys. 1. Części składowe rozważanego układu

\* Dr hab. inż. Mariusz Sobolak prof. PRz (msobolak@prz.edu.pl), dr inż. Patrycja Ewa Jagielowicz (pejagielowicz@prz.edu.pl), mgr inż. Piotr Połowniak (ppolowniak@prz.edu.pl) – Katedra Konstrukcji Maszyn, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej



Rys. 2. Schemat układu kinematycznego ( $\varphi_1$  – kąt obrotu ślimaka,  $\varphi_2$  – kąt obrotu ślimaczniczy)

globoidalną (rys. 2). Między poszczególnymi elementami wprowadzono wiązania: koincydencji (*Coincidence Constraint*) – w odniesieniu do osi, kontaktu (*Contact Constraint*) – w odniesieniu do powierzchni. Obrabiarkę utwierdzono (*Fix Component*). Drzewo struktury złożenia przedstawia rys. 3. Przy ślimaku zamodelowano wskaźnik ułatwiający obserwację jego obrotu w czasie symulacji.



Rys. 3. Drzewo struktury złożenia

W dalszej kolejności w module *DMU Kinematics* ze złożenia utworzono mechanizm (*Mechanism.1*), przy czym wcześniej unieruchomiono obrabiarkę (za pomocą polecenia *Fixed Part*) i utworzono dwa wiązania typu przegub (*Revolute Joint*), polegające na powiązaniu dwóch osi i dwóch powierzchni:

- narzędzie – obrabiarka (*Revolute.1*),
- ślimak – obrabiarka (*Revolute.2*).

Z wiązań *Revolute.1* i *Revolute.2* stworzono przekładnię *Gear.1* (rys. 4), używając polecenia *Gear Joint* (rys. 5). Wymuszenie kątowe przypisano do przegubu *Revolute.1*. Przyjęto przełożenie (*Ratio*) równe 20.

Dla przypomnienia, przełożenie przekładni ślimakowej jest określone wzorem:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2}$$

gdzie:  $\varphi_1$  – kąt obrotu ślimaka,  $\varphi_2$  – kąt obrotu ślimacznicy,  $z_1$  – liczba zębów ślimaka,  $z_2$  – liczba zębów ślimacznicy.

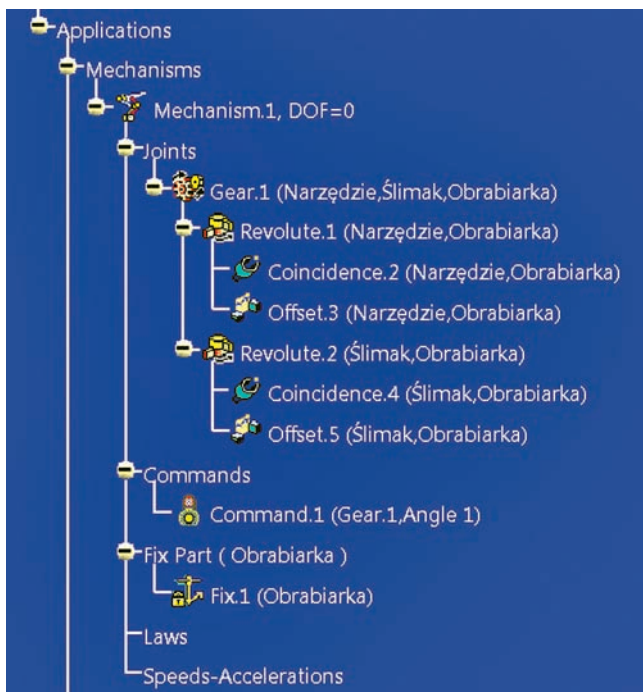
Rozpoczęto symulację (polecenie *Simulation*) z możliwie najmniejszym krokiem dyskretyzacji (rys. 6). W oknie dialogowym *Kinematics Simulation – Mechanism.1* określono zakres kątowy.

Symulację skompilowano za pomocą polecenia *Compile Simulation* (rys. 7). Krok symulacji *Time step* przyjęto jak najmniejszy. Warto zaznaczyć, że *Time step* nie musi

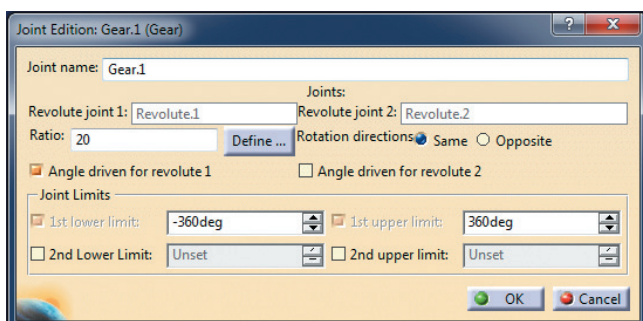
(choć może) być powiązany z jednostką czasu – oznacza jedynie, że symulacja tworzona jest z określonej liczby klatek (maksymalnie ze 101). Otrzymano nagranie o nazwie *Replay.1*.

Gałąź aplikacji w drzewie strukturalnym pokazano na rys. 8.

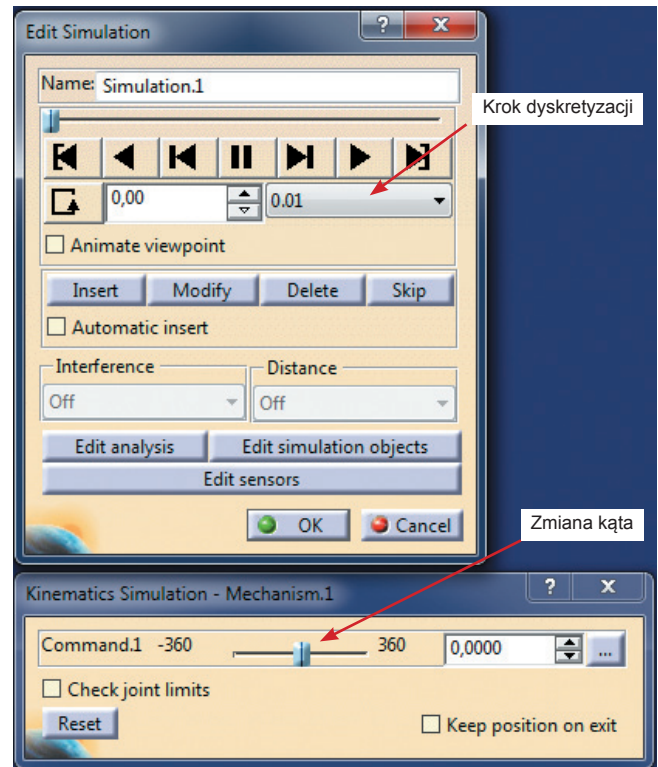
Do utworzenia śrubowych linii globoidalnych użyto polecenia *Trace*. Pozwala ono na wyznaczenie – na podstawie otrzymanego nagrania – kolejnych położenia punktów



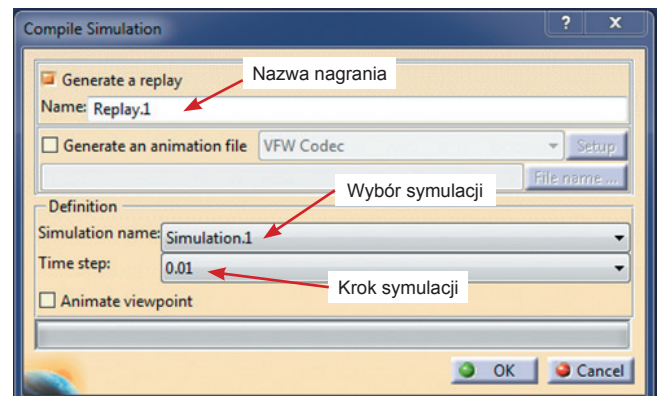
Rys. 4. Fragment drzewa struktury – mechanizm



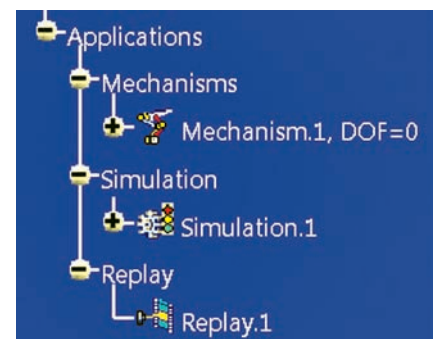
Rys. 5. Tworzenie wiązania typu przekładnia



Rys. 6. Utworzenie symulacji



Rys. 7. Kompilacja symulacji



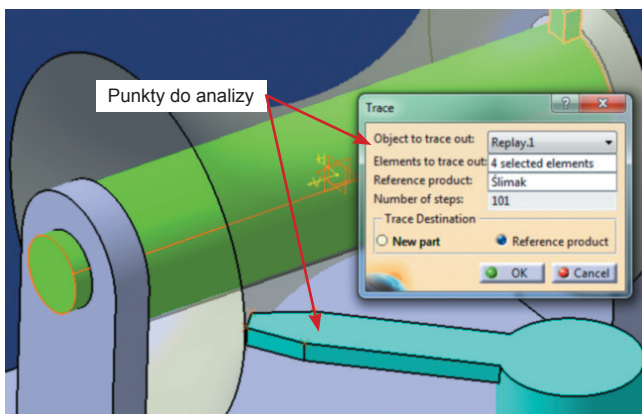
Rys. 8. Gałąź aplikacji

i linii (działanie polecenia jest ograniczone tylko do tych dwóch rodzajów obiektów). W kolejnych krokach symulacji określone jest położenie wskazanych punktów i linii, przy czym można wskazać układ współrzędnych (obiektu), względem którego rozpatrywane są zmiany położenia punktów i linii.

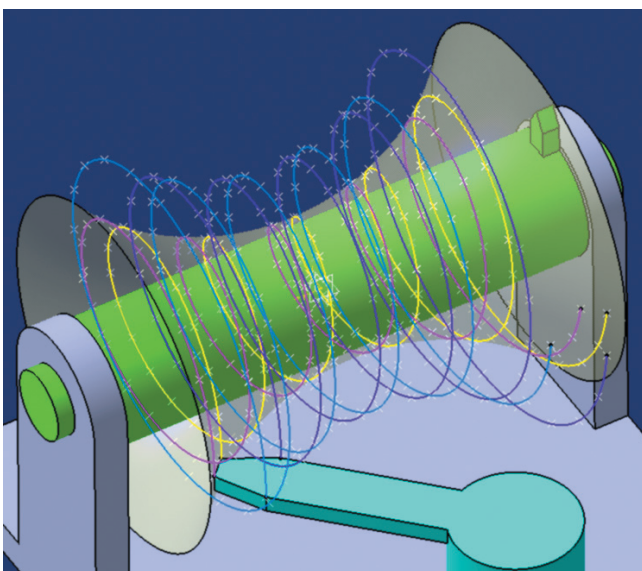
Aby można było utworzyć ślady w narzędziu, określono punkty odpowiadające charakterystycznym miejscom krawędzi skrawających (rys. 9).

Podstawę do tworzenia śladu (*Object to trace out*) stanowiło nagranie *Replay.1*. Wskazano elementy do śledzenia (*Elements to trace out*) – przykładowe cztery punkty. Obiektem odniesienia (*Reference product*) był ślimak. Liczba kroków symulacji (*Number of steps*) wynikała z liczby klatek nagrania *Replay.1* (w tym oknie dialogowym nie można było jej modyfikować). Wyniki śledzenia mogą zostać utworzone w nowej części lub w obiekcie odniesienia (*Trace Destination: New part, Reference product*). Po zatwierdzeniu polecenia w obiekcie odniesienia dla każdego śledzonego punktu tworzony jest odrębny przyborek geometryczny, a w nim – kolejne punkty śladu połączone splajnem (rys. 10).

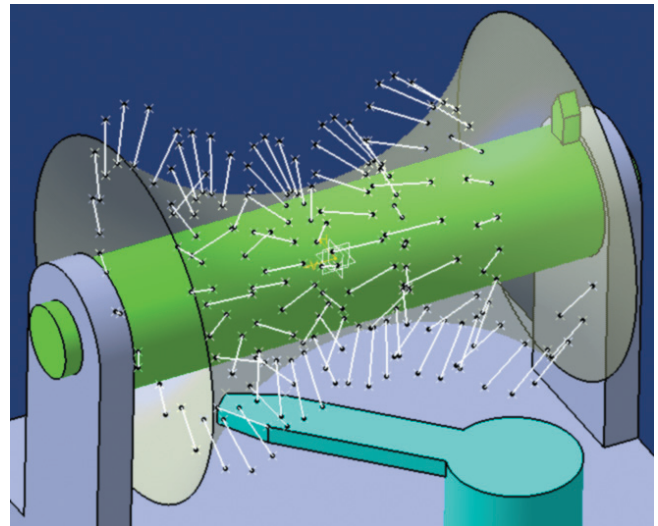
Gdy śledzonym obiektem jest linia, wynikiem zastosowania polecenia *Trace* jest zbiór linii wraz z punktami opisującymi ich końce (rys. 11). Dla śladu tworzonego zarówno z punktów, jak i z linii (splajnow lub linii prze-



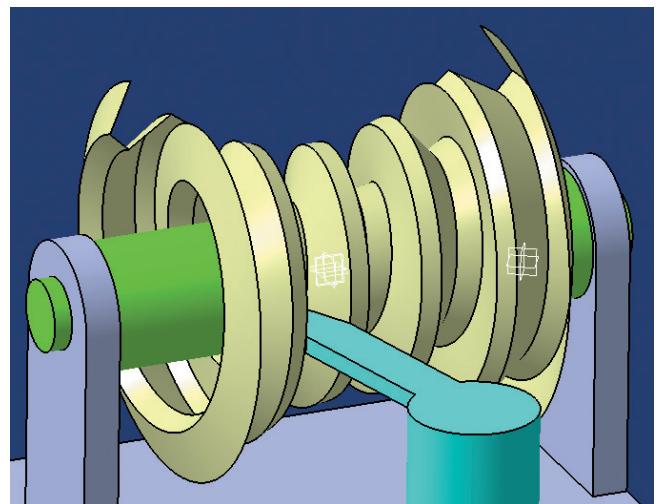
Rys. 9. Wybór punktów do tworzenia śladu



Rys. 10. Utworzone punkty i splajny



Rys. 11. Efekt zastosowania polecenia *Trace* – śledzenie linii



Rys. 12. Powierzchnia ślimaka globoidalnego

krojowych), możliwe jest utworzenie powierzchni zwojów ślimaka [4]. Przykładową powierzchnię zwojów ślimaka przedstawia rys. 12.

## Wnioski

Symulacje kinematyczne pozwalają na stosunkowo łatwe tworzenie skomplikowanych powierzchni będących wynikiem obróbki narzędziami o prostoliniowej krawędzi skrawającej. Ograniczeniem jest liczba tzw. klatek symulacji (maksymalnie 101 w pojedynczej symulacji). Aby więc zwiększyć dokładność obliczeń, należy symulację podzielić na kilka przedziałów, jednak wtedy pojawia się konieczność łączenia splajnow (w metodzie śledzenia punktów).

## LITERATURA

1. Połowniak P., Sobolak M. „Modelowanie ślimaka globoidalnego w środowisku CAD”. *Mechanik*. Nr 1 (2015): s. 71-74.
2. Połowniak P., Sobolak M. „Modelowanie powierzchni zębów ślimaka globoidalnego”. *STAL. Metale & Nowe Technologie*. Nr 1-2 (2015): s. 62-65.
3. Połowniak P., Sobolak M. „Matematyczny model ślimaka globoidalnego na potrzeby generowania modelu CAD”. *Mechanik*. Nr 2 (2015): CD.
4. Połowniak P. „Wybrane aspekty modelowania ślimaka globoidalnego w środowisku Catia”. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Transport*. R. 89 (2015): s. 127-137.