

Modelowanie powierzchni globoidalnych w środowisku CAD

Streszczenie: W artykule został przedstawiony sposób modelowania powierzchni globoidalnych z wykorzystaniem systemów CAD – AutoCAD oraz CATIA. Modelowanie przeprowadzono na przykładzie powierzchni bocznej zwoju ślimaków globoidalnych przekładni ślimakowych. Rozwój przekładni ślimakowych, w tym nietypowych, wymaga szukania nowych rozwiązań w ich modelowaniu. Opisana metodyka jest uniwersalna i umożliwia generowanie globoidalnych powierzchni bocznych ślimaków na podstawie założeń konstrukcyjnych koła ślimacznicy i przyjętego zarysu zęba.

Słowa kluczowe: globoidalna przekładnia ślimakowa, ślimak globoidalny, środowisko CAD

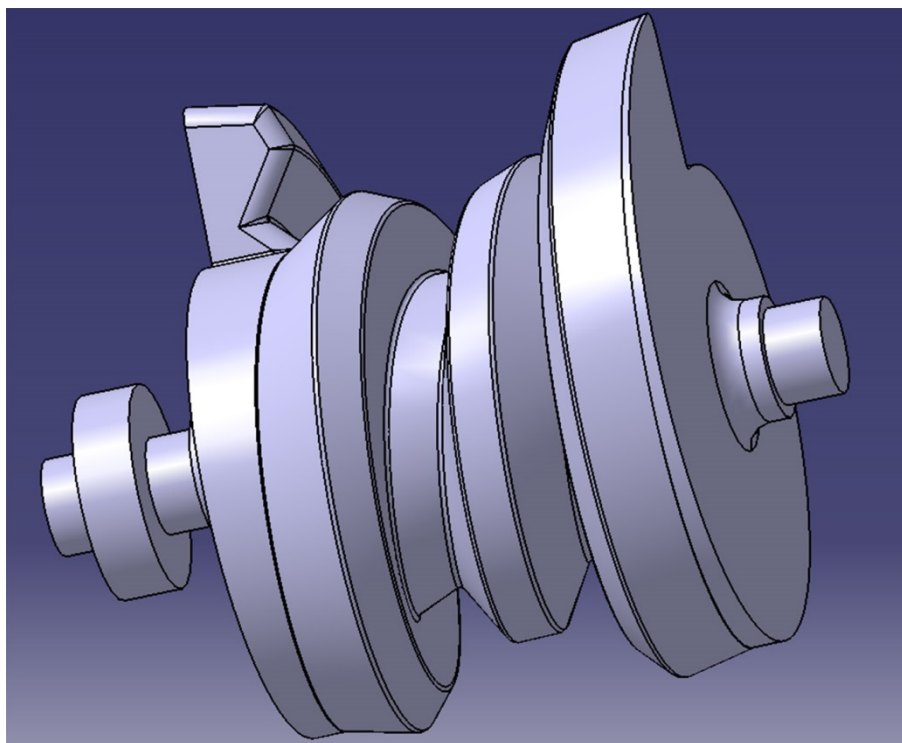
The globoidal surface modeling by CAD systems

Summary: The technique of the globoidal surface modeling by CAD systems – AutoCAD and CATIA was presented. The modeling was performed on the example of the side surface of the coil screw of the globoidal worm gear. The worm gears development needs the new solutions to model them. The described methodology is universal and allows to generate the globoidal flank of worm basing on the design assumptions of the worm wheel and the side surface.

Keywords: globoidal worm gear, globoidal worm, CAD systems

1. WPROWADZENIE

Globoidalne przekładnie ślimakowe złożone są z walcowej lub torusowej ślimacznicy oraz globoidalnego ślimaka (rys. 1.1), którego zarys w przekroju wzdłużnym ściśle przylega do ślimacznicy [1, 3]. Koło ślimacznicy jest usytuowane względem ślimaka najczęściej pod kątem 90° . W porównaniu z walcowymi przekładniami ślimakowymi, globoidalne przekładnie ślimakowe cechuje mniejsze zużycie eksploatacyjne oraz większa sprawność [1, 2]. Zaletą jest również korzystniejsze położenie linii styku i jednoczesna współpraca większej liczby zębów [4]. Między zwojami ślimaka a zębami ślimacznicy występują duże prędkości poślizgu, nie tylko wzdłuż zarysów zębów, ale również wzdłuż zęba, co wynika z położenia kół względem siebie – wichrowatość osi [2, 6]. Przy większych obciążeniach następuje zatarcie zębów, ponieważ prędkość poślizgu wzrasta wraz ze wzrostem kąta wzniosu linii zwoju ślimaka [5]. Do wad należą też trudności technologiczne oraz duża wrażliwość na dokładność wykonania tych przekładni.



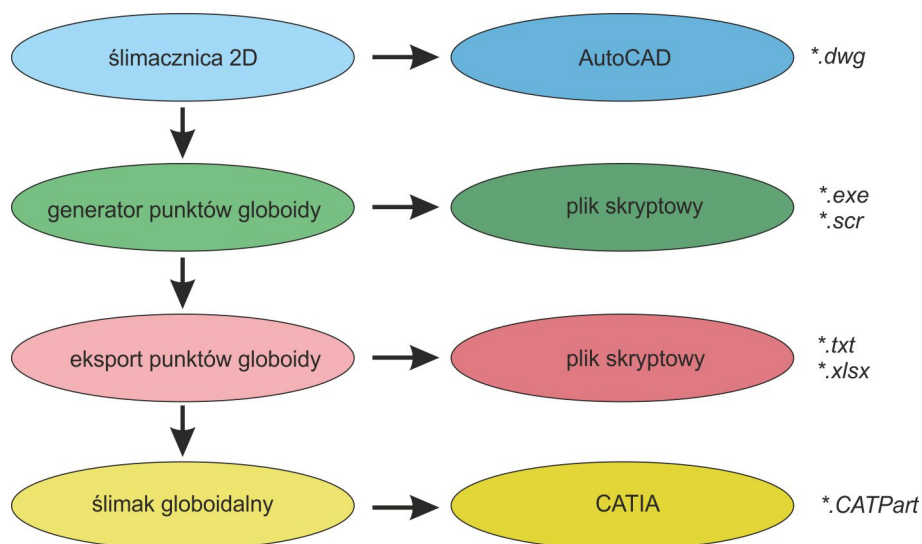
Rys. 1.1. Ślimak globoidalny

Przekładnie ślimakowe są wyzwaniem dla konstruktorów z uwagi na budowę, jak i funkcje, które muszą spełniać. Istnieje niewiele specjalistycznych aplikacji do generowania tego typu przekładni. Oprogramowanie przeznaczone tylko do modelowania kół przekładni ślimakowej nie jest ogólnodostępne, stąd też pojawia się konieczność bazowania na systemach CAD ogólnego przeznaczenia. Problem stanowi zamodelowanie powierzchni globoidalnej ślimaka. W Internecie można znaleźć przykłady modelowania powierzchni śrubowych globoidalnych w środowisku CAD, lecz często nie są one poprawne od strony geometrycznej i nie odzwierciedlają rzeczywistej geometrii. Przykładowo modelowane są na linii śrubowej o stałym skoku a zmiennej jedynie średnicy.

Zamodelowanie geometrii ślimaka w środowisku CAD umożliwia wykonanie analiz geometrycznej współpracy, wytrzymałości (metodą elementów skończonych) lub też wykonanie prototypu do badań wstępnych z wykorzystaniem technik szybkiego prototypowania.

2. GENEROWANIE POWIERZCHNI GLOBOIDALNEJ

Projektowanie powierzchni globoidalnych ślimaków przekładni ślimakowych jest przedmiotem intensywnych analiz. Istniejące rozwiązania są w większości zastrzeżone przez producentów przekładni, stąd też przedstawiony sposób modelowania jest nowatorski. Opracowany proces modelowania powierzchni bocznej ślimaka globoidalnego przebiegał w czterech etapach (rys. 2.1): przyjęcie założeń konstrukcyjnych ślimacznicy, wygenerowanie punktów linii śrubowej globoidalnej, eksport danych w postaci punktów do systemu CATIA oraz zamodelowanie ostatecznego kształtu ślimaka.



Rys. 2.1. Etapy generowania ślimaka globoidalnego

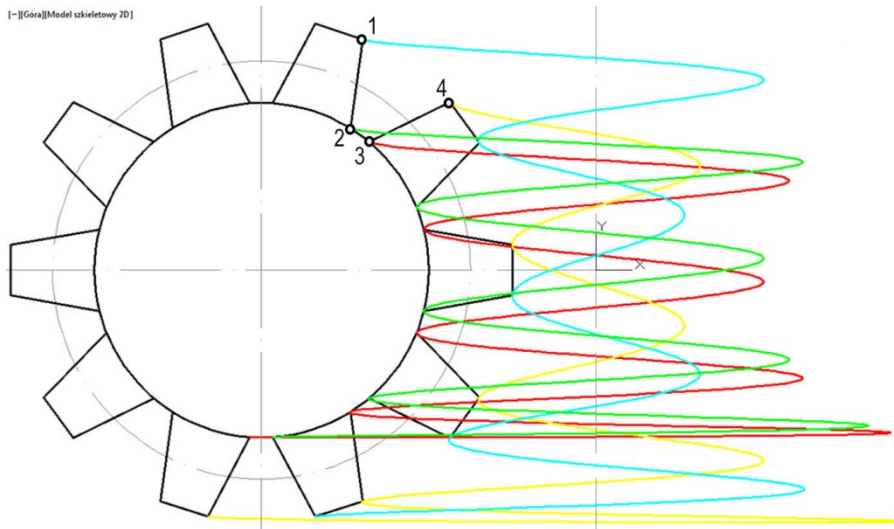
W pierwszym etapie należy założyć parametry przekładni ślimaczkowej w celu wykonania pomocniczego rysunku ślimacznicy 2D w AutoCAD (*.dwg). Model ślimacznicy nie musi odpowiadać ostatecznej wersji – można na przykład pominąć otwory technologiczne, ponieważ na tym etapie wymaganymi danymi są przede wszystkim współrzędne punktów związanych z punktami charakterystycznymi zarysu ślimaka w przekroju osiowym.

W celu automatyzacji wykonywanych poleceń w systemie AutoCAD można wykorzystać polecenia skryptowe, makropolecenia systemowe, języki programowania (AutoLISP lub Visual Basic) lub też program zewnętrzny stworzony w innym języku programowania, generujący polecenia skryptowe dla systemu AutoCAD. Do generowania globoid z punktów 1÷4 znajdujących się na zębach ślimacznicy (punkty początkowe globoid – rys. 2.3) zostały wykorzystane operacje iteracyjne w postaci makropoleceń wsadowych. Przy tworzeniu globoid nie uwzględnia się takich czynników jak: minimalna grubość warstwy skrawanej, drgania, zjawiska cieplne, odkształcenia i inne. Wymagane do stworzenia pojedynczej linii śrubowej globoidalnej dane przedstawiono na rys. 2.2. Otrzymanie poszczególnych globoid wymaga czterokrotnego zastosowania generatora – za każdym razem otrzymuje się po jednej linii śrubowej globoidalnej.

```

podaj odległość osi ślimaka i ślimacznicy a=80
podaj współrzędne punktu początkowego w układzie ślimacznicy:
x=-58.7698
y=33.9010
liczba zębów ślimacznicy=10
na ile segmentów dzielić przy jednym obrocie? k=90
liczba zwojów=3_
  
```

Rys. 2.2. Program zewnętrzny do generowania punktów linii śrubowej globoidalnej



Rys. 2.3. Linie śrubowe globoidalne wygenerowane w środowisku AutoCAD

Generator zapisuje współrzędne punktów jako scenariusz AutoCAD (*.scr). Na jego podstawie w systemie AutoCAD można wygenerować jedną z linii globoidalnych. Istotne jest, by zmieniać układy współrzędnych – ślimacznica jest rozpatrywana w przekroju płaszczyzną prostopadłą do jej osi przechodzącą przez oś ślimaka w układzie 2D, natomiast globoidy są przestrzenne. Wynikiem uruchomienia wszystkich czterech makropoleceń są linie śrubowe globoidalne (rys. 2.3), które reprezentują krawędzie rzeczywistego ślimaka. Na ich podstawie możliwe jest dalsze modelowanie ślimaka.

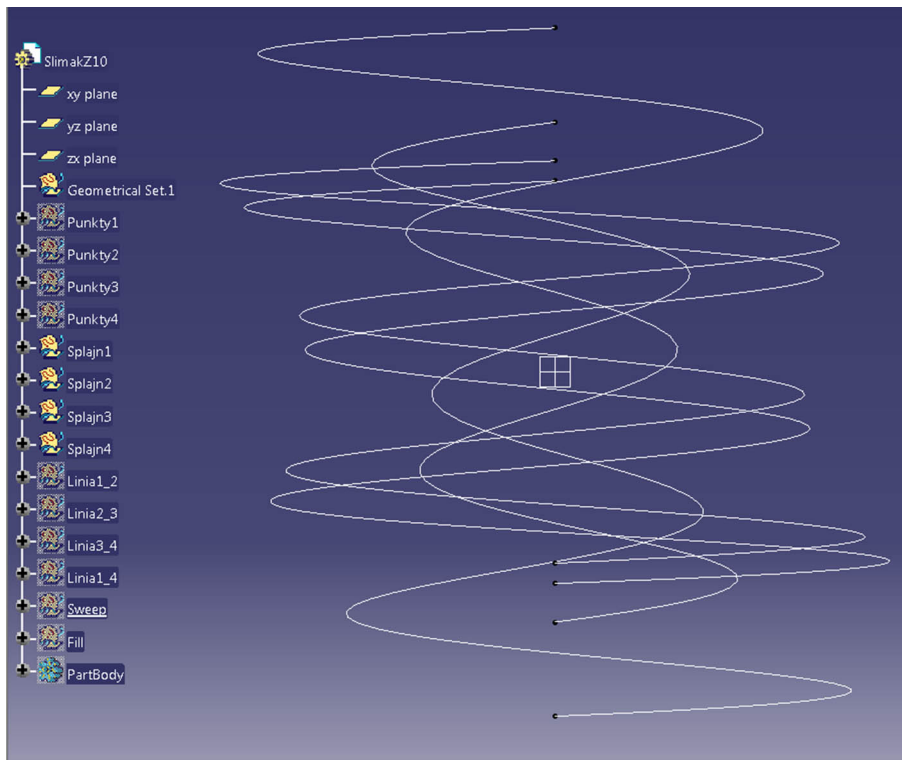
Globoidy zostaną wykonane w systemie CATIA, ponieważ system ten oferuje bardziej rozbudowane rozwiązania w modelowaniu złożonych powierzchni. Dane o punktach poszczególnych linii śrubowych globoidalnych są przenoszone do pliku tekstowego (*.txt) w celu ich eksportu do systemu CATIA. Proces eksportu automatyzuje się używając makropoleceń eksportujących współrzędne punktów linii śrubowej globoidalnej z programu na przykład Excel (*.xlsx) do systemu CATIA (rys. 2.4).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Name Points	X	Y	Y			
2	1	-54,3187	0	30,6671			
3	2	-53,9734332	-3,77419011	30,48706482		Exportar a CATIA	
4	3	-53,36854053	-7,50045923	30,30554375			
5	4	-52,50900661	-11,1611339	30,12254563			
6	5	-51,40100554	-14,73900116	29,93807938			
7	6	-50,05186105	-18,21738759	29,75215399			
8	7	-48,47000145	-21,58023502	29,56477852			
9	8	-46,66490972	-24,81217263	29,3759621			
10	9	-44,64706899	-27,89858506	29,18571394			
11	10	-42,42790364	-30,82567637	28,99404331			
12	11	-40,01971647	-33,58052933	28,80095956			
13	12	-37,43562224	-36,15116018	28,60647208			
14	13	-34,68947783	-38,52656821	28,41059037			
15	14	-31,79580955	-40,69678038	28,21332396			
16	15	-28,76973788	-42,65289046	28,01468247			
17	16	-25,62690001	-44,38709285	27,81467559			
18	17	-22,38337062	-45,89271076	27,61331307			
19	18	-19,05558131	-47,16421878	27,4106047			

Rys. 2.4. Eksport punktów do systemu CATIA

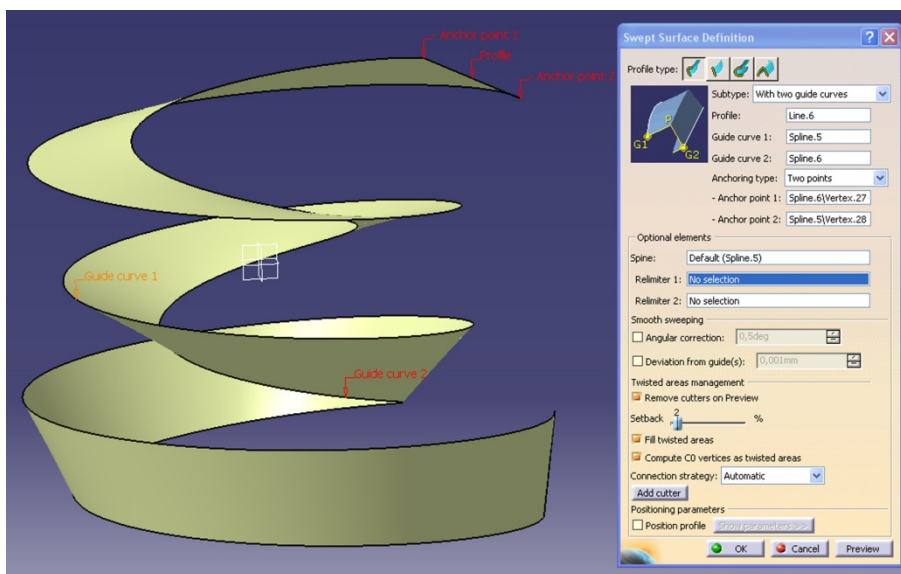
Otrzymanie chmury punktów dla każdej linii śrubowej globoidalnej wymaga osobnego eksportowania ich do systemu CATIA. W nowym pliku *.CATPart otrzymuje się punkty definiowane w zestawach geometrycznych (Geometrical Set). Punkty wymagają sprawdzenia, czy założona linia śrubowa nie będzie mieć początku/końca poza obszarem zazębienia. W takim przypadku należy usunąć punkty z Geometrical Set. Przez pozostałe

grupy punktów reprezentujące poszczególne linie śrubowe należy poprowadzić splajny (Spline), wynikiem czego są cztery linie śrubowe globoidalne (rys. 2.5).

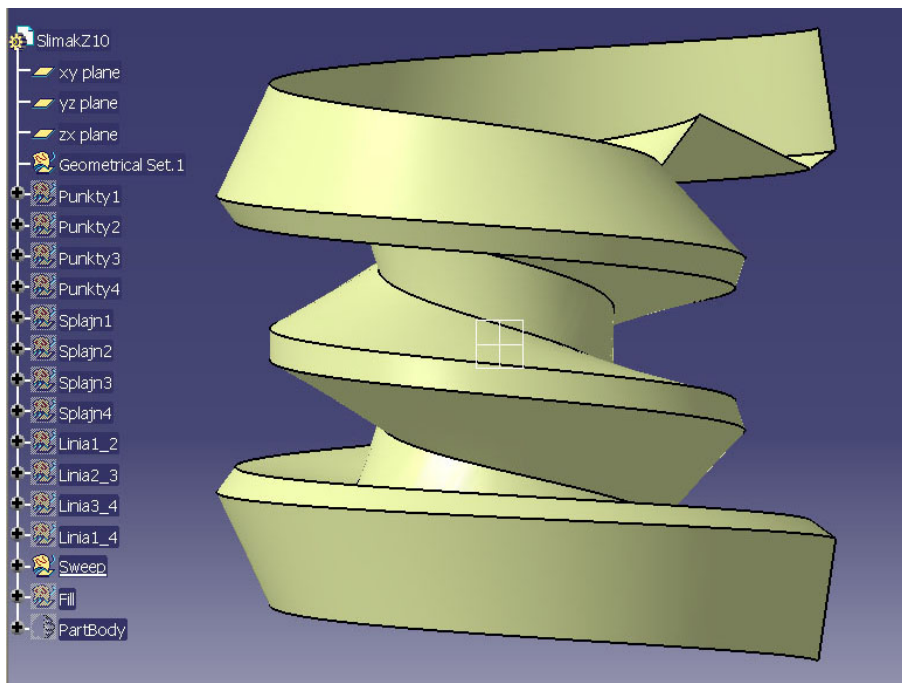


Rys. 2.5. Splajny tworzące linie śrubowe globoidalne – CATIA

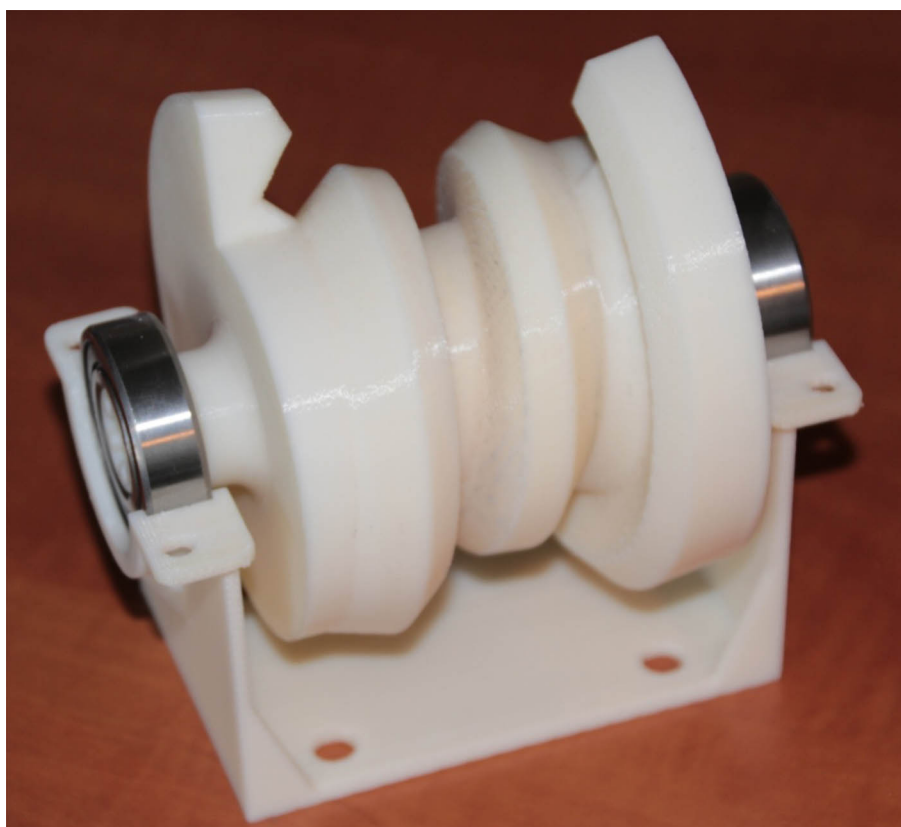
W celu wykonania powierzchni tworzących zwój ślimaka, prowadzi się linie (Line) łączące punkty początkowe globoid, a następnie wykorzystuje wyciągnięcie po profilach (Sweep), gdzie profilem jest pomocnicza, zamykająca dwa splajny, linia, a ścieżkami – splajny (rys. 2.6). Otrzymuje się w ten sposób cztery powierzchnie tworzące zwój ślimaka (rys. 2.7).



Rys. 2.6. Powierzchnia śrubowa globoidalna – CATIA



Rys. 2.7. Zwój ślimaka – CATIA



Rys. 2.8. Model fizyczny ślimaka globoidalnego wykonany techniką FDM

Powierzchnie globoidalne zwoju są podstawą do dalszego modelowania – utworzenia kompletnego modelu ślimaka. Na rys. 2.8. przedstawiono model ślimaka wytworzony techniką szybkiego prototypowania FDM (ang. Fused Deposition Modeling, warstwowe osadzanie topionego materiału).

3. WNIOSKI

Przedstawiona metoda bazuje na narzędziach dostępnych w systemach CAD – AutoCAD oraz CATIA. Opracowana metodyka jest uniwersalna, ale wymaga dużego nakładu pracy. W liniach śrubowych globoidalnych uwzględniona jest zmienność skoku.

LITERATURA

- [1] Kornberger Z.: *Przekładnie ślimakowe*. WNT, Warszawa 1973
- [2] Lagutin S., Gudov E., Fedotov B.: *Manufacturing and load rating of modified globoid gears*. Balkan Journal of Mechanical Transmissions Vol. 1/2011, str. 45-53
- [3] Marciniak T.: *Technologia przekładni ślimakowych*. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacyjnej PIB, Łódź 2013
- [4] Mohan L.V., Shunmugam M.S.: *Geometrical aspects a of double enveloping worm gear drive*. Mechanism and Machine Theory Nr 44/2009, str. 2053-2065
- [5] Sobolak M., Jagielowicz P.E.: *Dobór kąta zarysu zęba obrotowego w globoidalnej przekładni rolkowej*. Mechanik Nr 5-6/2014
- [6] Skoczylas L.: *Prędkość poślizgu w zazębieniu przekładni ślimakowej*. Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji Vol. 27 nr 2/2007