

Mgr inż. Stanisław Warchoń, email: warchols@prz.edu.pl

Katedra Konstrukcji Maszyn, Politechnika Rzeszowska

ANALIZA PORÓWNAWCZA ZARYSÓW GWINTÓW I ŚLADÓW WSPÓŁPRACY DLA WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH ROLKOWEJ PRZEKŁADNI TOCZNEJ

Streszczenie: W artykule przedstawiono parametry symulacji obróbki rolki oraz uzyskiwane w ten sposób zarysy gwintu przy różnych zarysach gwintu współpracującego z nią elementu (śruby lub nakrętki). Ponadto zaprezentowano wpływ wybranych parametrów gwintu: średnicy, zarysu oraz krotności gwintu na położenie chwilowego śladu styku elementów.

THE COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THREAD SHAPE AND COOPERATION TRACE FOR SELECTED DESIGN APPROACH FOR THE THREAD ROLLER SCREW

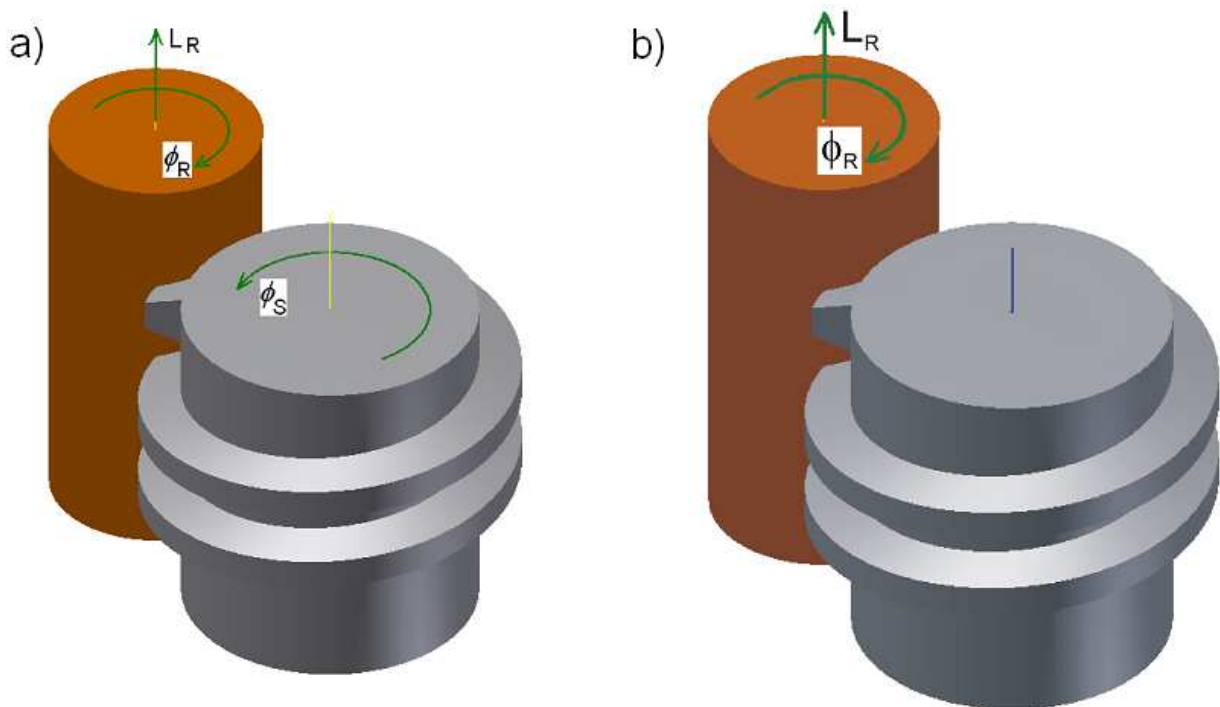
Abstract: The article describing parameters influence for the roller machining process, and obtained thread shape results was comparison with the thread shape cooperating elements as nut or bolt. Additionally presenting influence thread parameters as pith diameters, thread shape and coil thread number with correlation on localization of the components contact.

1. WPROWADZENIE

Głównymi zaletami rolkowych przekładni tocznych uzasadniającymi ich praktyczne zastosowanie są: duża nośność, wysoka sprawność, dodatkowym jej atutem jest fakt, że jako jedyna z przekładni śrubowych daje możliwość uzyskania wskaźnika kinematycznego (posuw na obrót) w szerokim zakresie. Sposób wyznaczania uzyskiwanego wskaźnika kinematycznego opisany został m.in. pozycjach literaturowych [1] i [2]. Wyprowadzone tam zależności zostaną tutaj wykorzystane. Jednym z głównych problemów przy projektowaniu tych przekładni jest występowanie zjawiska interferencji gwintów. Dlatego też ich zarysy muszą być ze sobą sprzężone.

2. SYMULACJA OBRÓBK

Jednym ze sposobów uzyskania sprzężonego zarysu gwintu rolki jest bryłowa symulacja jej obróbki. Metoda ta polega na odwzorowaniu kinematyki przekładni w systemach CAD. W zależności od rozwiązania narzędziem obróbczym jest śruba lub nakrętka. Zależności wynikłe bezpośrednio z kinematyki przedstawiono w pozycji literaturowej [3]. W niniejszy artykule pokazane zostaną zależności uproszczone. Występują w nich tylko dwa ruchy: obrót rolki wokół własnej osi ϕ_R (krok obróbki) oraz jej posuw osiowy L_R . Ruch obrotowy śruby oraz nakrętki można zastąpić ich przesuwem osiowym, a następnie przesuw osiowy rolki przyjmuje się jako sumę geometryczną przesuwu rolki i śruby (nakrętki). Dzięki zniwelowaniu ilości ruchów w każdym kroku symulacji otrzymuje się krótszy czas symulacji oraz dokładniejsze wyniki [4], [5]. W celu wyeliminowania interferencji między śrubą a rolką, kształt zarysu gwintu rolki można uzyskać poprzez symulację wg następującego schematu (rys.1):

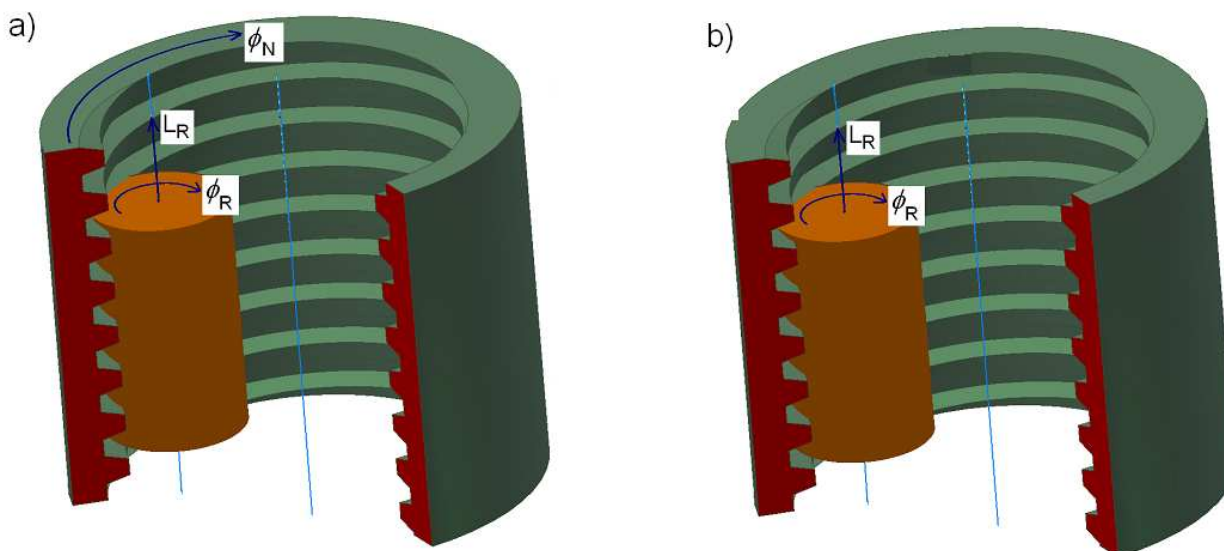


Rys.1. Schemat symulacji: a) bezpośrednio z kinematyki [3], b) po uproszczeniu

Wielkość przesuwu osiowego rolki oblicza się wg następującego wzoru:

$$L_R = \pm \frac{\phi_R \cdot n_R \cdot P}{2 \cdot \pi}$$

Dla przypadku w którym rolka współpracuje jedynie z nakrętką, kształt rolki otrzymuje się w wyniku nacięcia jej przez nakrętkę, wg poniższego schematu (rys.2):



Rys.2. Schemat symulacji: a) bezpośrednio z kinematyki [3], b) po uproszczeniu

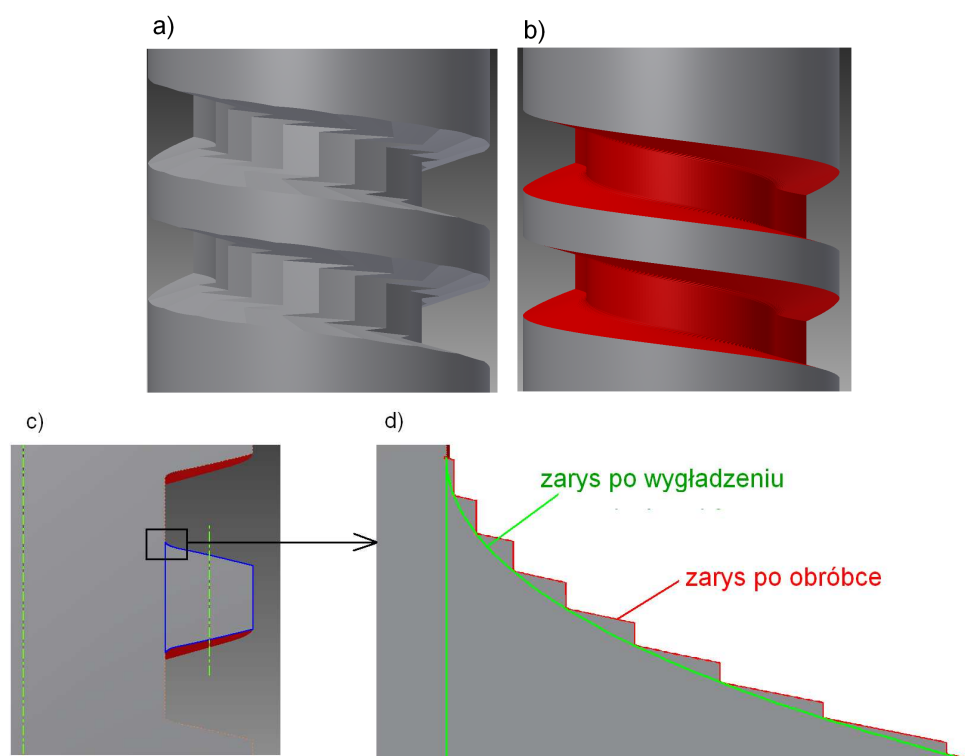
Wartość posuwu L_R wylicza się wg wzoru:

$$L_R = \mp \frac{\phi_R \cdot n_R \cdot P}{2 \cdot \pi}$$

Dla przypadku ogólnego w którym rolka współpracuje jednocześnie z oboma elementami, zarys jej gwintu można wyznaczyć wykorzystując obie powyższe zależności.

3. ZARYSY GWINTU I CHWILOWE ŚLADY STYKU

W celu uzyskania zarysu gwintu rolki potrzebne jest cykliczne powtarzanie opisanych powyżej operacji. Na rys. 3. pokazane są uzyskiwane zarysy tej samej rolki przy różnych krokach symulacji ϕ_R (rys.3a i 3b). Jak widać na rys.3a krok symulacji był zbyt duży skutkiem czego zarys rolki był bardzo niedokładny wobec czego dokonano zmiany (zmniejszenia) wartości kroku symulacji – uzyskany efekt pokazany na rys. 3b.

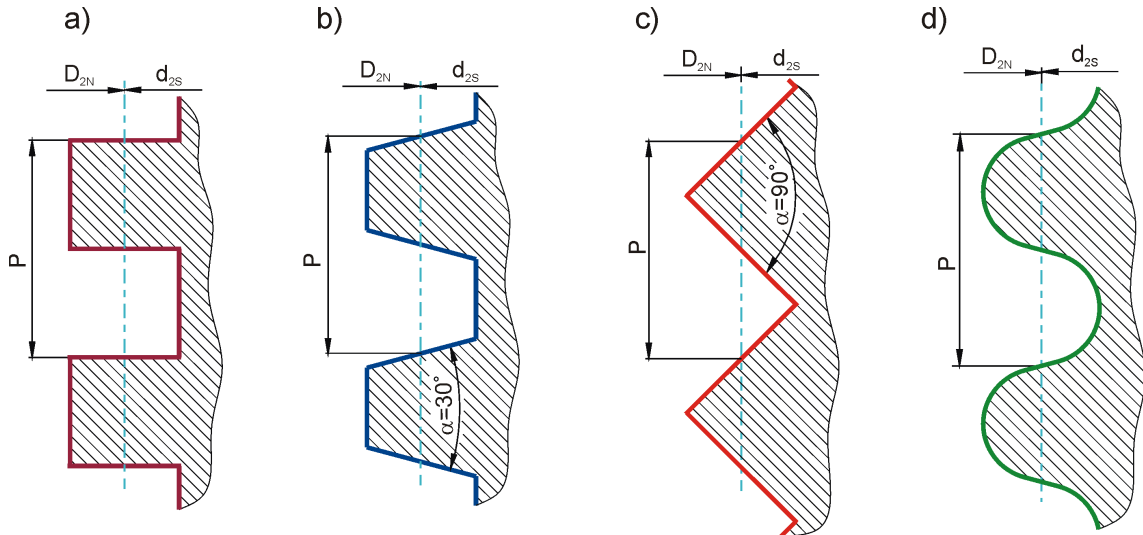


Rys.3 Rolka po obróbce

W wyniku takiej obróbki również otrzymuje się schodkowy zarys gwintu rolki (kolor czerwony na rys.3d), jest to efektem dyskretyzacji procesu obróbki, wielkość tych schodków zależy oczywiście od wartości kroku – naturalnie im mniejszy krok tym mniejsza ta wielkość. Tak otrzymany zarys należy następnie wygładzić co jest pokazany na rys.3d kolorem zielonym.

Wbrew pozorom nie trzeba dokonywać obróbki rolki na całej jej długości – wystarczy dokonać obróbki rolki do momentu aż z obu stron zwoju gwintu rolki nie będzie on już nacinany. Tak uzyskany zarys można przeciągnąć po linii śrubowej i otrzyma się gotowy zarys rolki na całej długości. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania otrzyma się plik o znacznie mniejszym rozmiarze – co w znacznym stopniu poprawi dalszą pracę na takim modelu.

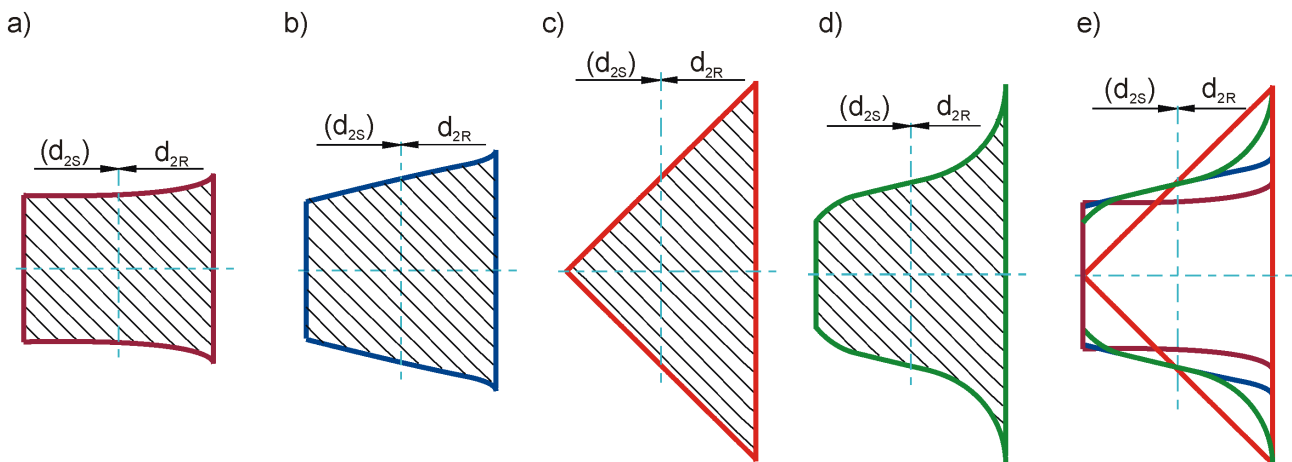
Analizie poddane zostały zarysy gwintów przedstawione na rys.4



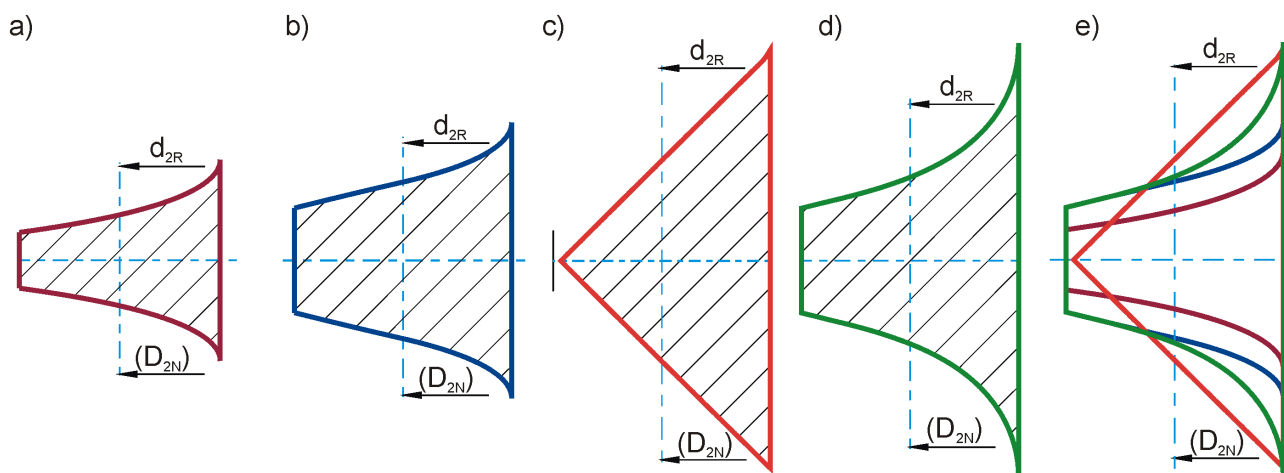
Rys.4. Zarysy gwintu: a) prostokątny ($\alpha=0^\circ$), b) trapezowy symetryczny($\alpha=30^\circ$), c) trójkątny($\alpha=90^\circ$), d) okrągły

Chwilowy ślad styku otrzymano poprzez przesunięcie w kierunku osiowym rolkę na kilka dziesiątych części mikrometra, a następnie wygenerowanie części wspólnej rolki ze współpracującym z nią elementem. Ta część wspólną można traktować jako położenie chwilowego śladu styku współpracujących elementów.

Otrzymane zarysy rolki dla współpracy ze śrubą o zarysach pokazanych na rys.4 przedstawiono na rys.5, natomiast z nakrętką na rys.6. Parametry geometryczne współpracujących elementów są następujące: średnica toczna śruby $d_{2S}=40$ [mm], średnica toczna rolki $d_{2R}=20$ [mm], średnica toczna nakrętki $D_{2N}=80$ [mm], podziałka gwintu $P=10$ [mm], krotności gwintu śruby n_S oraz rolki n_R oraz nakrętki n_N wynoszą 1 kierunku gwintów śruby i rolki są przeciwne, natomiast rolka z nakrętką ma zgodne kierunki gwintów.

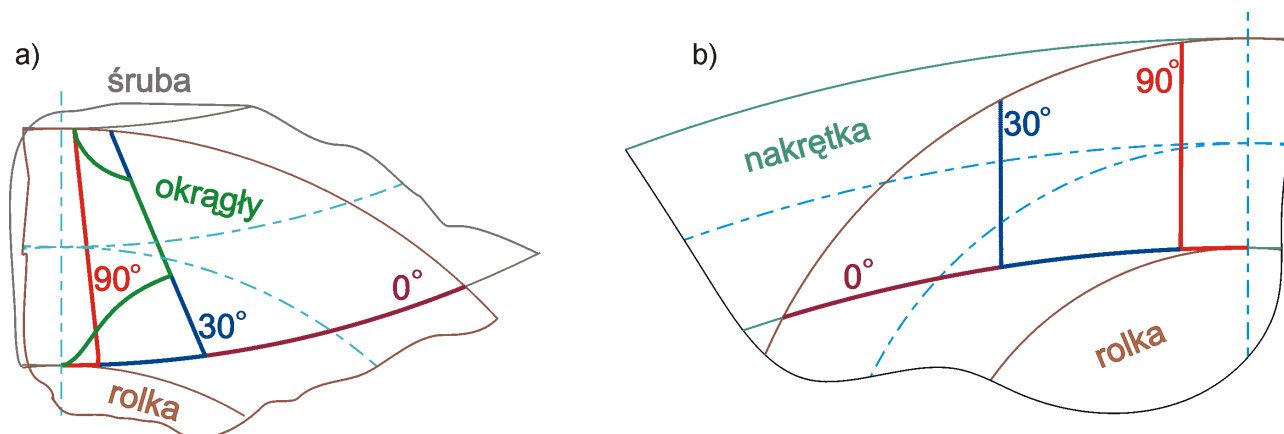


Rys.5. Zarysy gwintu rolki dla współpracy ze śrubą, gwint śruby:
a) prostokątny, b) trapezowy, c) trójkątny, d) okrągły, e) porównanie zarysów



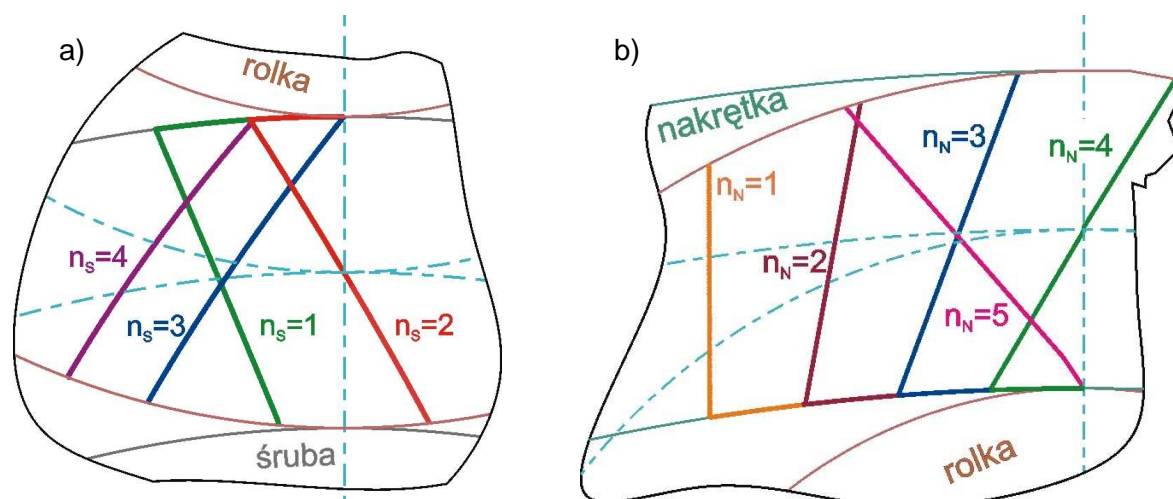
Rys. 6. Zarysy gwintu rolki dla współpracy z nakrętką, gwint nakrętki odpowiednio:
a) prostokątny, b) trapezowy, c) trójkątny, d) okrągły, e) porównanie zarysów

Tak dobrane zarysy zapewniają niewystępowanie interferencji pomiędzy gwintami współpracujących elementów. Na rys.7 przedstawiono położenie chwilowych śladów styku na śrubie (rys.7a) oraz na nakrętce (rys.7b) w zależności od kształtu ich gwintu przy współpracy z rolką.



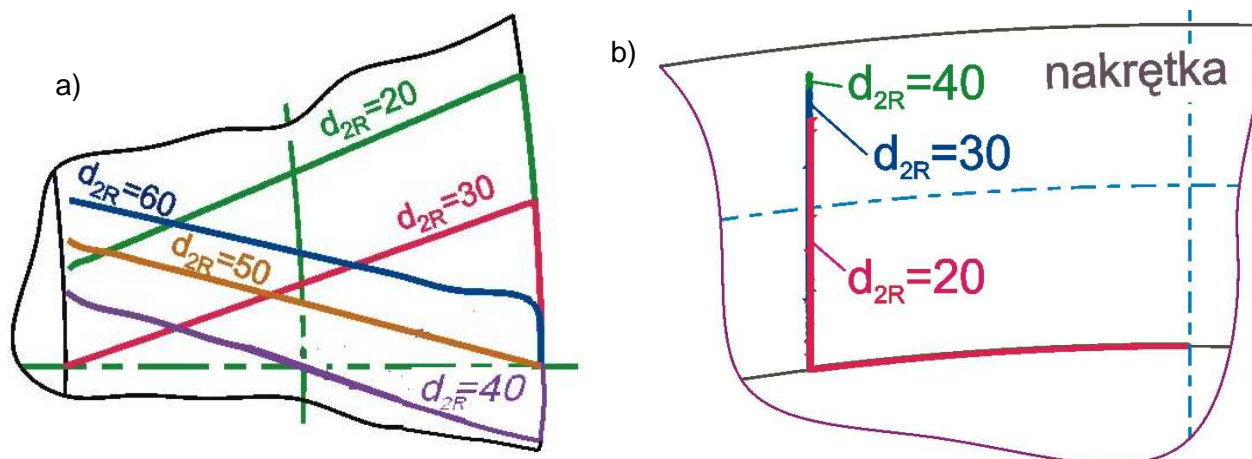
Rys.7. Położenie chwilowego śladu styku w zależności od kształtu zarysu na: a) śrubie, b) nakrętce

Kolejną przeprowadzoną analizą jest wpływ krotności gwintu na położenie chwilowego śladu styku dla zarysu trapezowego symetrycznego, otrzymane wyniki pokazano na rys.8.



Rys.8. Położenie chwilowego śladu styku w zależności od krotności gwintu: a) śruby, b) nakrętki

Na rysunku 9 przedstawiono wpływ średnicy rolki na położenie chwilowego śladu styku ze śrubą oraz z nakrętką, analiza wykonana jest dla gwintu trapezowego symetrycznego.



Rys.9. Wpływ średnicy rolki na położenie chwilowego śladu styku, na: a) śrubie, b) nakrętce

4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy można wyciągnąć następujące wnioski:

- przy zastosowaniu gwintu prostokątnego styk znajduje się na krawędzi gwintu – sytuacja niedopuszczalna,
- przy zastosowaniu zarysu prostoliniowego dla śruby lub nakrętki chwilowy ślad styku składa się z linii prostej oraz fragmentu na krawędzi gwintu, stąd wymagana jest modyfikacja zarysu w tym obszarze.
- zmiana średnicy rolki przy współpracy z nakrętką prawie nie zmienia położenia chwilowego śladu styku,
- kształt gwintu oraz jego krotność ma duży wpływ na położenie chwilowego śladu styku,

- stosowane zarysy gwintów w przekładni powinny być zarysami sprzężonymi – niesie to ze sobą bardzo istotne konsekwencje technologiczne.

LITERATURA:

- [1] Hojjat Y., M. Mahdi Agheli „A comprehensive study on capabilities and limitations of roller–screw with emphasis on slip tendency”. Mechanism and Machine Theory 2009
- [2] Pisula J., Warchoł S.: „Zastosowanie systemów CAD w analizach rolkowych przekładni tocznych” Mechanik nr 2/2012
- [3] Warchoł S.: „Parametry symulacji obróbki elementów rolkowych przekładni tocznych” Mechanik nr 10/2012
- [4] Sobolak M.: „Analiza i synteza współpracy powierzchni kół zębatych metodami dyskretnymi”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006.
- [5] Budzik G., Pisula J., Dziubek T., Sobolewski B., Zaborniak M.: „Zastosowanie systemów CAD/RP/CMM w procesie prototypowania kół zębatych walcowych o zębach prostych” Mechanik nr 12/2011



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Badania realizowane w ramach „Podkarpackiego funduszu stypendialnego dla doktorantów”. Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.