

PROJEKT PRZYRZĄDU TOKARSKIEGO DO SZLIFOWANIA ZWOJÓW ŚLIMAKA

The design of the lathe instrument's for grinding worm teeth

Artur BEŁZO, Leszek SKOCZYLAS

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję przyrządu tokarskiego do szlifowania zwojów ślimaka na tokarce uniwersalnej. Omówiono jego budowę oraz sposób funkcjonowania. Poruszono kwestię zasadności tworzenia tego typu konstrukcji w obliczu dostępnych obrabiarek specjalistycznych, odnosząc się przy tym do współczesnych trendów technologii obróbki ścierniej.

Słowa kluczowe: szlifowanie, ślimak, ściernica krążkowa, szlifowanie powierzchni śrubowej

Abstract: The article presents the additional lathes instrument concept for grinding helical surfaces of the worm. It's built, way of function and control were discussed. The legitimacy of creation of such devices were discussed in reference to available specialized machines and present tendencies of grinding.

Keywords: grinding, worm, grinding wheel, helical surface grinding

Wstęp

Współczesny rozwój oprzyrządowania technologicznego w wybranych przypadkach umożliwia wykorzystanie obrabiarek uniwersalnych do obróbki elementów specjalnych, np. kół zębatach. Przykładem mogą tu być rozwiązania firmy DEPO [7]. Trend ten dotyczy nowoczesnych obrabiarek numerycznych oraz sterowanych ręcznie [6]. Przekładnie mechaniczne są bardzo często stosowane w wielu konstrukcjach i zazwyczaj stanowią ważny element, stąd też obróbka uzębienia kół zębatach to jeden z istotniejszych obszarów technologii maszyn. Choć jest dobrze znana i doskonalona od wielu lat, wciąż wymaga stosowania specjalnych obrabiarek [2, 3]. Podejmowane próby obróbki uzębienia kół z wykorzystaniem uniwersalnych maszyn mają na celu ułatwienie oraz znaczne obniżenie kosztów tego procesu. Omawiane w niniejszym opracowaniu rozwiązanie konstrukcyjne przyrządu tokarskiego jest dedykowane niewielkim firmom, których nie stać na wyposażenie swoich warsztatów w bardzo drogie maszyny.

Przekładnie ślimakowe stanowią specyficzną grupę przekładni zębatach. Mają jedno koło zębate (ślimacznicą) i jeden wał z „nawiniętym” uzwojeniem (ślimak). Zazwyczaj pracują jako reduktory, bądź tzw. przekładnie mocy – znacząco zmniejszają liczbę obrotów, zwiększając tym samym moment obrotowy [5]. W ich przypadku standardowa obróbka wykończeniowa zwojów ślimaka z perspektywy kinematyki jest podobna do obróbki tokarskiej. Zazwyczaj wykonywana jest na szlifierce do gwintów z odpowiednio przygotowaną ściernicą [4]. Prezentowany projekt obejmuje doposażenie tokarki uniwersalnej w specjalny przyrząd. Zgodnie z założeniem, jego konstrukcja zapewni napęd oraz odpowiednie ustawienie ściernicy. Takie podejście powinno umożliwić podjęcie prób szlifowania zwojów ślimaka przy użyciu znacznie

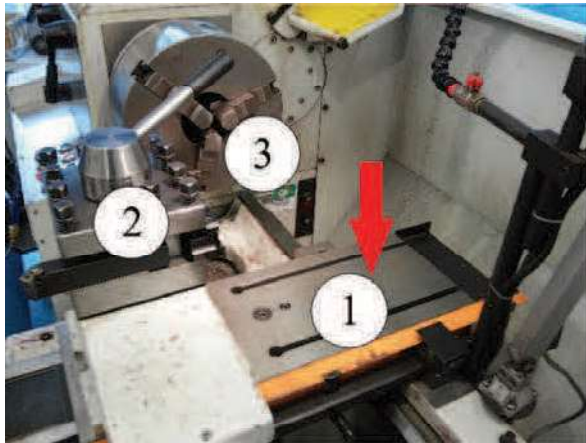
prostszych i tańszych środków w stosunku do standardowego procesu produkcji, wykorzystującego specjalistyczną szlifierkę do gwintów [9].

Metodyka pracy

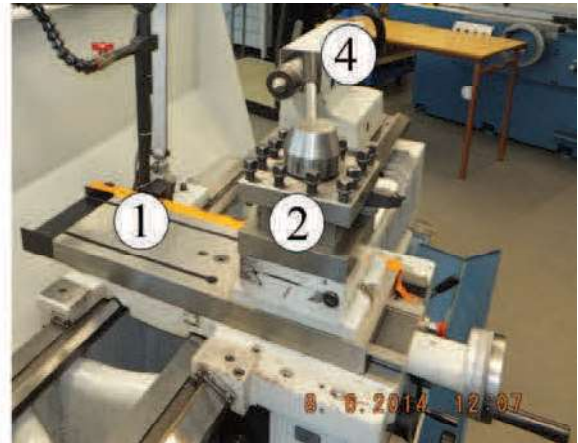
Przyrząd do szlifowania powierzchni śrubowych zamontowano na suporcie tokarki (1), jak pokazano na rys. 1a i 1b. Przygotowany do obróbki wykończeniowej ślimak zamocowano we wrzecionie (3), co przedstawia rys 1a, a jego drugi koniec podparto konikiem (4) – rys 1b. Obrabiany wałek znajduje się między uchwytem narzędziowym (2) a ściernicą przyrządu. Kinematyka tokarki zapewni dosuw ściernicy i jej przemieszczanie ruchem roboczym po szlifowanej powierzchni zwoju, natomiast wrzeciono nadaje ruch obrotowy ślimaka. Z punktu widzenia operatora tokarki obróbka jest podobna do nacinania gwintu, stąd też obroty wrzeciona oraz posuw wzdłużny suportu będą dobrane stosownie do skoku zwojów ślimaka.

Model projektowanego przyrządu przedstawiono na rys. 2. Jego konstrukcja oraz zasada działania zostaną dokładniej omówione w dalszej części. Tokarki uniwersalne, sterowane ręcznie lub numerycznie, nie zapewniają wszystkich wymaganych ruchów narzędzia względem obrabianego przedmiotu. Niezbędny jest jeszcze napęd ściernicy, jej pochylenie o kąt wzniosu linii śrubowej zwoju oraz ustawienie na właściwej wysokości względem osi ślimaka. Funkcjonalność konstrukcji musi spełniać podane wymagania. Te same rozwiązania zostaną również przeniesione na drugi mechanizm, przeznaczony do montażu w głowicy rewolwerowej tokarki CNC. Do chłodzenia ściernicy zostanie wykorzystany płyn obróbkowy maszyny. Istotnym problemem prezentowanego rozwiązania jest profilowanie ściernicy. Ze względu na ograniczoną przestrzeń roboczą zdecydowano się na wykorzystanie osobnego urządzenia, wyposażonego w obciążacze

a)



b)



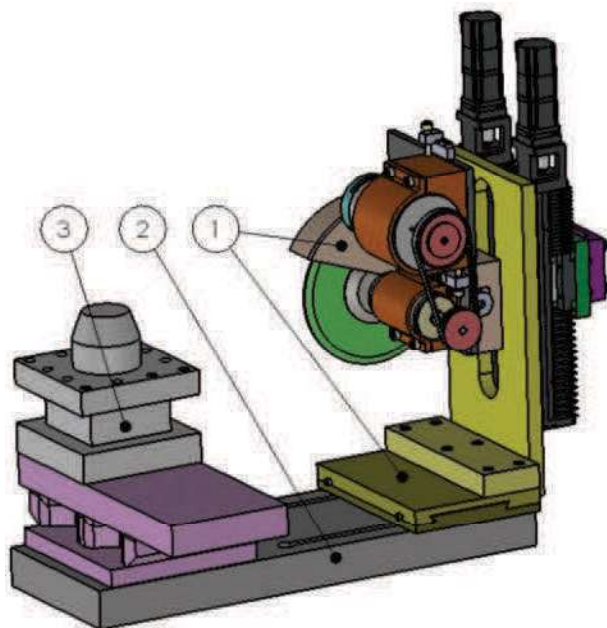
Rys. 1a, 1b. Miejsce montażu przyrządu tokarskiego: 1 – suport tokarki, 2 – uchwyt narzędziowy, 3 – wrzeciono, 4 – konik
 Fig. 1a, 1b. The place of the lathe instrument's assembly: 1 – lathe carriage, 2 – toolholder, 3 – spindle, 4 – poppet

diamentowe. Jego konstrukcja została przedstawiona w publikacji [1]. Łatwe i szybkie przenoszenie zespołu napędowego wraz z tarczą szlifierską umożliwia odpowiednio opracowane złącze, takie samo na obu przyrządach, co pozwala na zachowanie tej samej bazy.

Do montażu przyrządu posłuży dwuczęściowa podstawa 2 i 3 (rys. 3), która została wykonana w formie złącza „jaskółczy ogon”. Złącze to zapewnia możliwość ruchu wzdłuż osi ślimaka przy ustawianiu pozycji narzędzia. Pierwszą część (2) należy przykręcić za pomocą śrub (10) i specjalnych nakrętek młoteczkowych (11), wsuniętych w fabryczne rowki suportu (1). Na nią

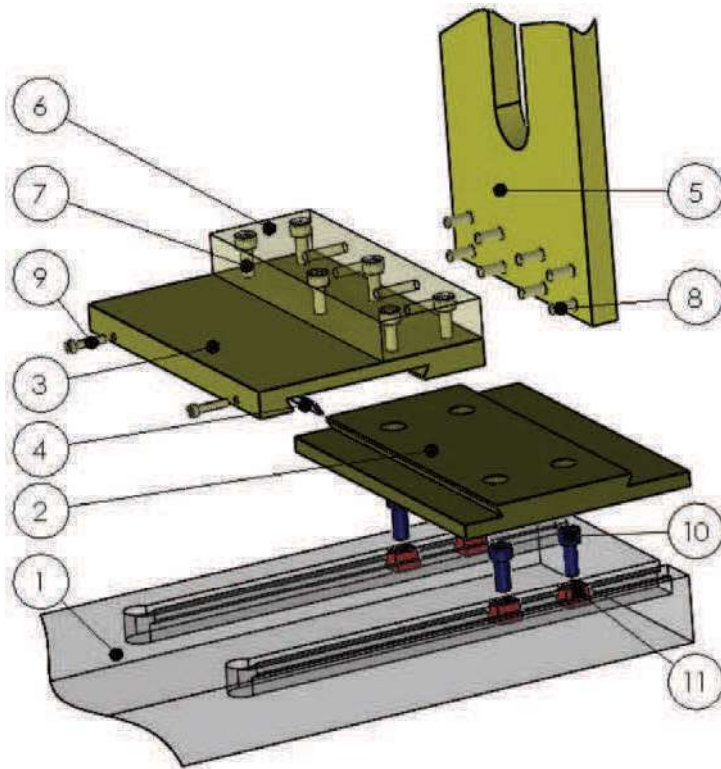
nasuwa się drugą część (3) i blokuje w ustalonej pozycji za pomocą klina (4) oraz śrub dociskowych (9). Zastrzał (6) ma usztywnić połączenie płyty pionowej (5) z podstawą.

Pozycja ściernicy jest regulowana w pionie oraz uchylnie. Służą do tego dwa mechanizmy przedstawione na rys. 4. Kierunki ich przemieszczania wskazują strzałki 10 i 11. Mechanizm regulacji pionowej składa się z dwóch modułów liniowych firmy Hiwin (2) przykręconych do płyty (1). Moduły te zbudowano na podstawie szyny profilowej oraz wózka. Przez wózek przechodzi śruba kulowa, napędzana silnikiem krokowym. Jej obrót powoduje przesuwanie się wózka po szynie. Producent dostarcza kompletny zestaw, gotowy do montażu [8]. Silnik będzie sterowany za pomocą oprogramowania Mach 3, zainstalowanego na komputerze zewnętrznym. Sterowanie numeryczne pozwala na dokładne ustawienie oraz zweryfikowanie pozycji ściernicy. Do wózków przykręcona jest płyta (3), która integruje ze sobą oba mechanizmy regulacji. Przez wykonany w niej otwór przechodzi wałek (4), osadzony na łożysku (7). Łożysko to po obu stronach płyty zabezpieczone jest pierścieniami uszczelniającymi (6) oraz pokrywami (5). Obrót wałka powoduje skrócenie gniazda (1) na rys. 5, podtrzymującego zespół napędowy ściernicy, co skutkuje pochyleniem narzędzia. Całość blokuje się w wybranej pozycji przez dokręcenie śruby (9), która przechodzi przez szczelinę łukową w płycie (8) i wkręcana jest w kołnierz wałka (4).



Rys. 2. Przyrząd zamontowany na suportie tokarki:
 1 – przyrząd do szlifowania, 2 – suport tokarki, 3 – uchwyt narzędziowy
 Fig. 2. The lathe instrument's assembled on lathe carriage:
 1 – instrument for grinding, 2 – lathe carriage, 3 – toolholder

Podczas szlifowania powierzchnia czynna ściernicy ulega zużyciu i traci swoje właściwości ściernicze. W związku z tym wymagane jest jej okresowe ostrzenie (obciążanie). W zaproponowanej konstrukcji konieczne jest przeniesienie zespołu napędowego (rys. 6) na osobne urządzenie do profilowania ściernicy. Wymusza to opracowanie sposobu szybkiego montażu oraz demontażu ww. komponentu na obu przyrządach. Na rys. 5 przedstawiono rozwiązanie w postaci złącza typu „jaskółczy ogon”, które charakteryzuje się dużą sztywnością połączenia,

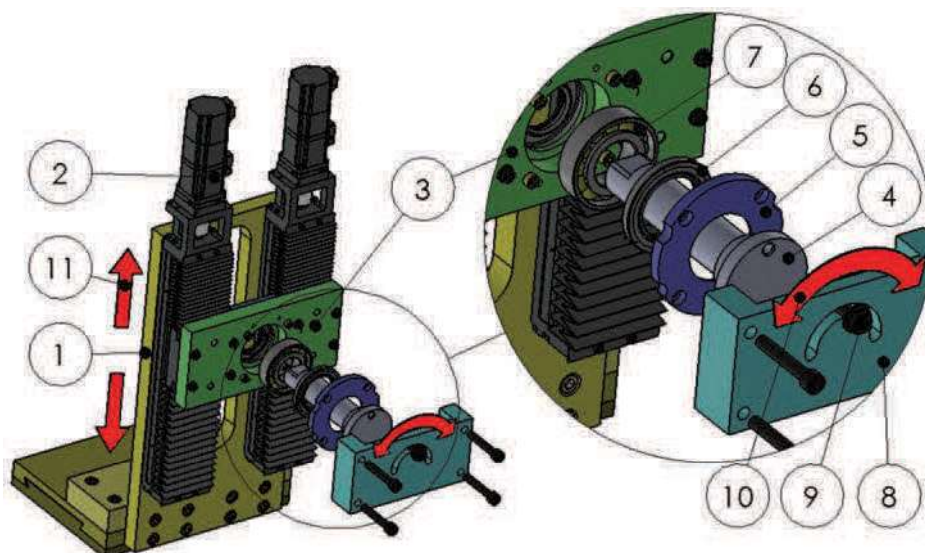


Rys. 3. Zespół mocowania przyrządu:

1 – fragment suportu tokarki, 2 – podstawa – część pierwsza, 3 – podstawa – część druga, 4 – klin, 5 – fragment płyty pionowej, 6 – zastrzał, 7 – śruby mocujące zastrzał, 8 – śruby mocujące płytę pionową, 9 – śruby dociskające klin, 10 – śruby mocujące podstawę do suportu tokarki, 11 – nakrętki młoteczkowe

Fig. 3. The component for fastening device

1 – fragment of lathe carriage, 2 – mounting plate – part one, 3 – mounting plate – part two, 4 – key, 5 – fragment of vertical plate, 6 – angle tie, 7 – screws clamping angle tie, 8 – screws clamping vertical plate, 9 – screws clamping key, 10 – screws clamping plate 2 on lathe carriage, 11 – square nuts

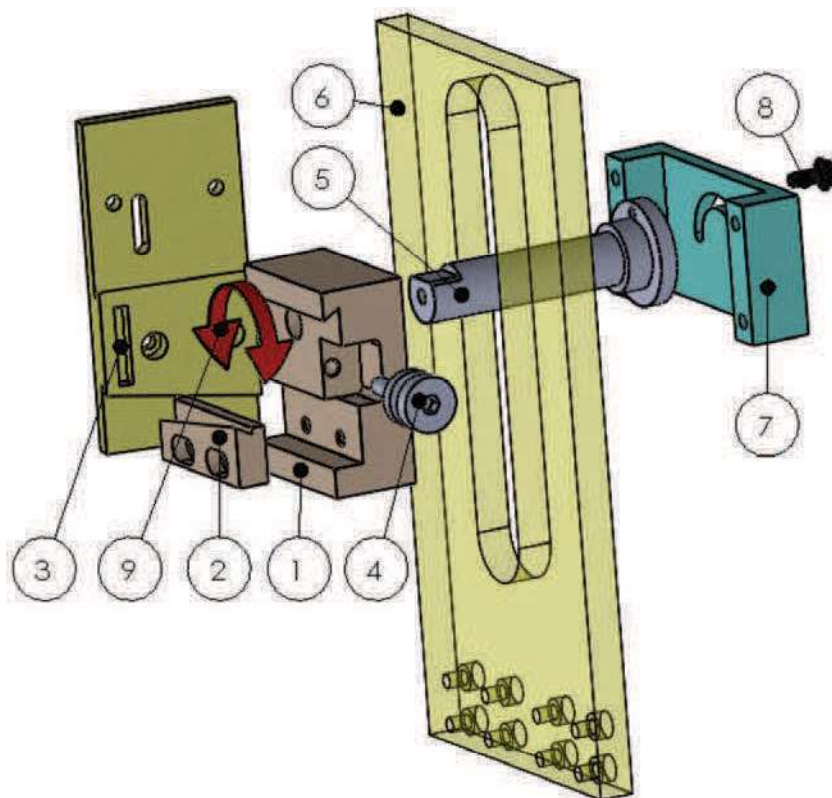


Rys. 4. Mechanizm regulacji położenia ściernicy:

1 – płyta pionowa, 2 – moduł liniowy, 3 – płyta nośna, 4 – wał, 5 – pokrywa łożyska, 6 – uszczelnienie wału, 7 – łożysko, 8 – płyta blokująca, 9 – śruba blokująca wał, 10 – kierunki pochylania ściernicy, 11 – kierunki przesuwania ściernicy

Fig. 4. The mechanism for adjusting position of grinding wheel:

1 – vertical plate, 2 – linear axes, 3 – support plate, 4 – shaft, 5 – bearing cap, 6 – shaft packing, 7 – bearing, 8 – locking plate, 9 – screw clamping shaft, 10 – directions slanted grinding wheel, 11 – directions movement grinding wheel

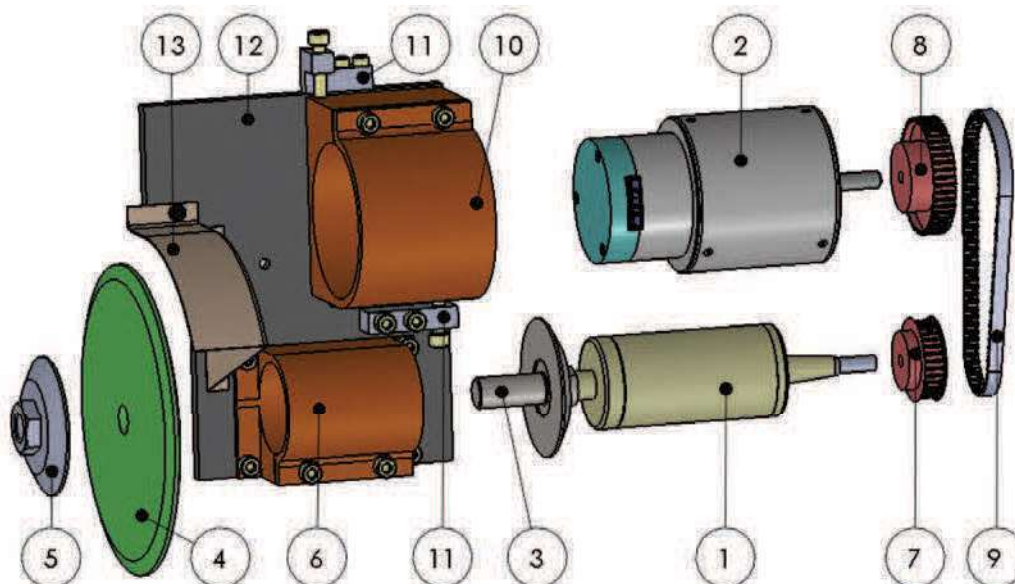


Rys. 5. Mocowanie napędu:

1 – gniazdo, 2 – klin, 3 – „jaskółczy ogon”, 4 – śruba blokująca klin, 5 – wałek, 6 – płyta pionowa, 7 – płyta blokująca, 8 – śruba blokująca wał

Fig. 5. Fixing the drive:

1 – seating, 2 – key, 3 – dovetail, 4 – screws clamping the flat key, 5 – shaft, 6 – vertical plate, 7 – locking plate, 8 – screw clamping shaft



Rys. 6. Zespół napędowy ściernicy:

1 – wrzeciono, 2 – silnik, 3 – trzpień osadczy ściernicy, 4 – ściernica, 5 – tarcza dociskowa, 6 – obejma wrzeciona, 7 – koło pasowe wrzeciona, 8 – koło pasowe silnika, 9 – pasek zębaty, 10 – obejma silnika, 11 – napinacze paska, 12 – płyta, 13 – osłona ściernicy

Fig. 6. The drive of grinding wheel:

1 – spindle, 2 – engine, 3 – retaining pin grinding wheel, 4 – grinding wheel, 5 – pressure plate, 6 – spindle clamping ring, 7 – pulley spindle, 8 – pulley engine, 9 – cogbelt, 10 – engine clamping ring, 11 – belt tightener, 12 – plate, 13 – spark shield

łatwością kasowania luzu oraz niewielkimi rozmiarami. Pierwsza część, zwana „gniazdem” (1), rys. 5 została osadzona na czopie wału (5). Do drugiej części (3), zwanej „jaskółczym ogonem” przykręcono zespół napędowy. Połączenie obu elementów polega na wsunięciu jednego w drugi i zablokowaniu ich śrubą (4). Klin (2) służy do zniwelowania luzu w złączu, a strzałka (9) wskazuje kierunki pochylania złącza.

Prędkość szlifowania jest niezwykle ważnym parametrem, ponieważ to od niej zależy jakość uzyskiwanej powierzchni i trwałość ściernicy. Zbyt duża powoduje przypalenia obrabianego przedmiotu i zniszczenie narzędzia, natomiast zbyt mała prowadzi do zalepiania materiałem obrabianym powierzchni ścierniej. Prędkość szlifowania kontrolowana jest m.in. za pomocą regulacji obrotów tarczy szlifierskiej. Oczywiście dobór obrotów zależny jest od średnicy tarczy szlifierskiej oraz zaleceń producenta. Prezentowany przyrząd umożliwia taką regulację za pomocą zespołu napędowego przedstawionego na rys. 6. Jego najważniejszymi elementami są wrzeciono (1) oraz silnik (2). Oba podzespoły zamontowano w odpowiednich obejmach (6) i (10). Na wrzecionie znajduje się trzpień (3), zespolony z pierwszą tarczą oporową. Są to elementy zamontowane na stałe i stanowią powierzchnię do bazowania narzędzia. Osadzona na nich ściernica (4) jest blokowana z drugiej strony za pomocą nakręcanej na trzpień tarczy dociskowej (5). Napęd przekazywany jest z silnika za pośrednictwem kół zębatach pasowych (7) i (8) oraz paska zębatego (9). Do napięcia pasa służą dwa napinacze (11) umieszczone po obu stronach obejmy silnika (10). Obejma przykręcana jest do płyty (12) za pomocą otworów wykonanych w postaci podłużnych szczelin, co umożliwia przesuwanie mocowania w pionie w zakresie niezbędnym do umożliwienia założenia i napięcia pasa. Zakres ten został wyznaczony na podstawie danych katalogowych producenta pasa zębatego.

Podsumowanie

Zaprezentowany projekt jest pierwszym etapem prac zmierzających do opracowania i wykonania specjalnego przyrządu tokarskiego do szlifowania powierzchni śrubowych na tokarkach uniwersalnych. Konstrukcja ta pozwoli na zbadanie wpływu różnych zarysów zwojów ślimaków uzyskanych tą metodą na parametry pracy przekładni

ślimakowej. Możliwe będzie również określenie dokładności obróbki powierzchni śrubowych zaprezentowanym sposobem. Zadawalające efekty pozwolą na dalszy rozwój współczesnego trendu podążającego w kierunku koncentracji jak największej ilości operacji, także tych specjalnych, na uniwersalnych centrach obróbkowych. Podyktowane jest to oczywistymi względami dotyczącymi obniżania kosztów produkcji, zarówno przez obniżenie liczby potrzebnych obrabiarek, jak i skracania czasu obróbkowego oraz minimalizacji liczby zamocowań jednego detalu.

LITERATURA

- [1] „Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce – Nauki techniczne i inżynierskie”. 2016. Pod redakcją J. Leśny, J. Nyckowiak. Wydawnictwo www.mlo-dzinaukowcy.com, Monografie (21): 7–18.
- [2] Choroszy B. 2000. „Technologia maszyn”. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [3] Feld M. 2009. „Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn”. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- [4] Kwapisz L., J. Rafałowicz. 1992. „Szlifierki obrabiarki ścierne.” Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- [5] Marciniak T. 2013. „Technologia przekładni ślimakowych”. Łódź: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB.
- [6] Skoczylas L. 2010. „Synteza geometrii zazębienia walcowych przekładni ślimakowych ze ślimakiem o dowolnym zarysie”. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- [7] http://www.depo-gmcd.com/wp-content/uploads/2015/12/DEPO-CAM-Prospekt-V13_D.pdf, dostęp 2.12.2016 r.
- [8] http://www.hiwin.pl/pl/Wyszukiwarka-produktow/Osie_linowe/O_linowa/22997, dostęp 2.12.2016.
- [9] http://meftech.com.pl/pdf/SG_500_PL.pdf, dostęp 02.12.2016 r.

mgr inż. Artur Belzo – Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji Politechniki Rzeszowskiej, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, e-mail: artur.belzo@prz.edu.pl

dr hab. inż. Leszek Skoczylas – Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji Politechniki Rzeszowskiej, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, e-mail: lskmiop@prz.edu.pl