

Innowacyjny mechanizm otwierania tulei zaciskowej tokarki

Innovative design of lathe collet opener mechanism

JAKUB SIKORSKI
WITOLD PAWŁOWSKI*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.10.123>

English version available on: www.mechanik.media.pl

Przedstawiono projekt innowacyjnego mechanizmu otwierania tulei zaciskowej tokarki. W zaproponowanym rozwiązaniu tuleja jest wkręcona we wrzeciono w sposób uniemożliwiający wzajemne przesuwanie się tych elementów. Dzięki takiemu zamocowaniu otwieranie i zamykanie tulei nie powoduje jej wzdłużnego ruchu względem obrabianego materiału, co zapewnia wysoką dokładność i powtarzalność mocowania obrabianego przedmiotu.

SŁOWA KLUCZOWE: tuleja zaciskowa, projekt, tokarka, wrzeciono

Presented is an innovative lathe collet opener mechanism design. In the proposed solution collet is screwed into the spindle to prevent mutual sliding of these elements. By such attachment the opening and closing of the collet does not cause any longitudinal movement of the workpiece which enhances the accuracy and repeatability of the workpiece clamping.

KEYWORDS: collet, design, lathe, spindle

Tokarki sterowane numerycznie należą do grupy najszybciej rozwijających się maszyn. Jednym z najważniejszych elementów konstrukcyjnych takich tokarek jest wrzeciennik zawierający wrzeciono z łożyskowaniem oraz układem napędowym. Integralnym elementem wrzeciona jest uchwyt umożliwiający zamocowanie materiału podczas obróbki [4].

Współcześnie, gdy jakość, szybkość i dokładność są wartościami nadrzędnymi, niezbędne stały się precyzyjne mocowanie oraz prowadzenie materiału podczas obróbki.

W przypadku obróbki seryjnej i wielkoseryjnej liczą się poza tym szybkość otwierania i zamykania tulei zaciskowej oraz wysoka dokładność i pełna powtarzalność mocowania obrabianego przedmiotu. Przedmiot powinien być mocowany w sposób wykluczający możliwość przemieszczenia względem układu mocującego oraz jego uszkodzenia przez powierzchnie tulei zaciskowej lub wióry, które dostałyby się między tuleją a element obrabiany [7].

W nowoczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych tuleja tokarki jest mocowana suwliwie we wrzecionie. Jej tylna część jest wkręcana w łącznik rurowy lub prętowy umieszczony koncentrycznie we wrzecionie. Drugi koniec łącznika jest połączony z siłownikiem pneumatycznym lub elektrycznym, którego zadaniem jest przesuwanie łącznika oraz tulei wewnątrz wrzeciona [1, 3].

Otwieranie i zamykanie tulei tokarki odbywa się dzięki siłownikowi, który poprzez łącznik porusza tuleję zaciskową. Stożek tulei współpracuje z odpowiadającą mu powierzchnią stożkową we wrzecionie, dzięki czemu wysuwanie tulei z wrzeciona umożliwia jej jednoczesne otwarcie. Ruch ten w początkowym okresie aż do mo-

mentu zaniku tarcia między tuleją zaciskową tokarki a obrabianym materiałem lub detalem powoduje jego jednoczesne przemieszczanie względem wrzeciona tokarki i może skutkować niedokładnym pozycjonowaniem [8].

Opis konstrukcji

Mechanizm został zaprojektowany w programie Autodesk Inventor Professional. Jest to parametryczny program pozwalający na trójwymiarowe projektowanie części. Możliwe jest składanie ich w podzespoły i gotowe maszyny. Program ma szereg funkcjonalności ułatwiających projektowanie, takich jak analizy: kolizji podzespołów, kinematyki i dynamiki (kontrolujące współpracę podzespołów) i wytrzymałości metodą elementów skończonych [6, 9].

Podstawą konstrukcji jest wrzeciono [5] umożliwiające wkręcenie tulei zaciskowej w sposób wykluczający jej wzdłużny ruch względem wrzeciona (rys. 1). Rozwiązanie pozwala na otwieranie i zamykanie tulei bez przesuwania materiału, co jest unikalną cechą tego mechanizmu [8].



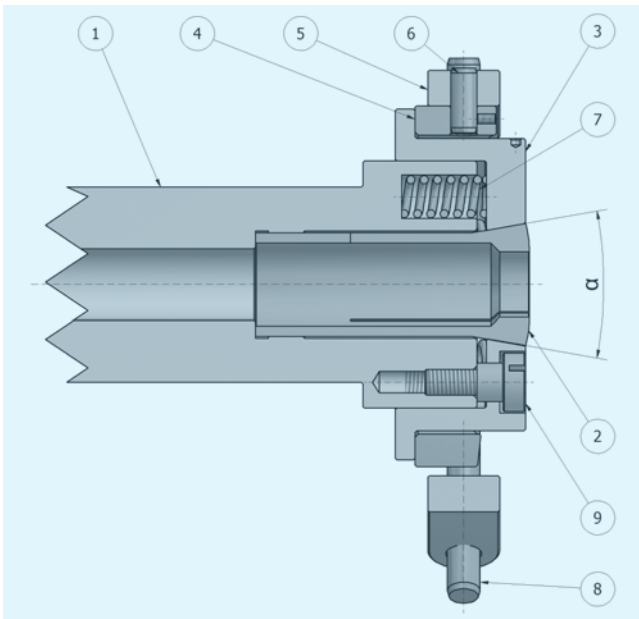
Rys. 1. Wrzeciono tokarki z tuleją zaciskową

Na rys. 2 przedstawiono konstrukcję mechanizmu tulei zaciskowej. Tuleja (2) jest zamykana elementem przesuwającym (3) poruszającym się po wrzecionie (1) podpartym sześcioma sprężynami (7) pracującymi w otworach we wrzecionie. Twardość i napięcie wstępne sprężyn zostały tak dobrane, aby uzyskać właściwą siłę zamknięcia tulei zaciskowej (2). Element przesuwany poruszany jest mechanizmem jarzmowym, którego dźwignia (5) obraca się na trzpieniu (8) zamocowanym w korpusie wrzeciennika tokarki, dodatkowo dźwignia jest wsparta na dwóch sprężynach (10 na rys. 5) zapobiegających występowaniu tarcia między elementem przesuwającym a popychaczem mechanizmu jarzmowego podczas obróbki detalu. Popychacz (4) mechanizmu jarzmowego jest połączony z dźwignią za pomocą bolców (6). Dodatkowo element przesuwany zamykający tuleję jest zabezpieczony przed obrotem względem wrzeciona tokarki dwoma śrubami pozycjonującymi (9) [8].

W pozycji zamkniętej element przesuwany zamykający tuleję wywiera siłę zamykającą, regulowaną sprężynami. W pozycji otwartej opór sprężyn jest pokonywany za pomocą mechanizmu jarzmowego. Dzięki przemieszczeniu elementu przesuwającego zamykającego tuleję tokarki znika siła zamykająca tuleję i możliwy staje się przesuw materiału w tulei lub wyjęcie gotowego detalu [8].

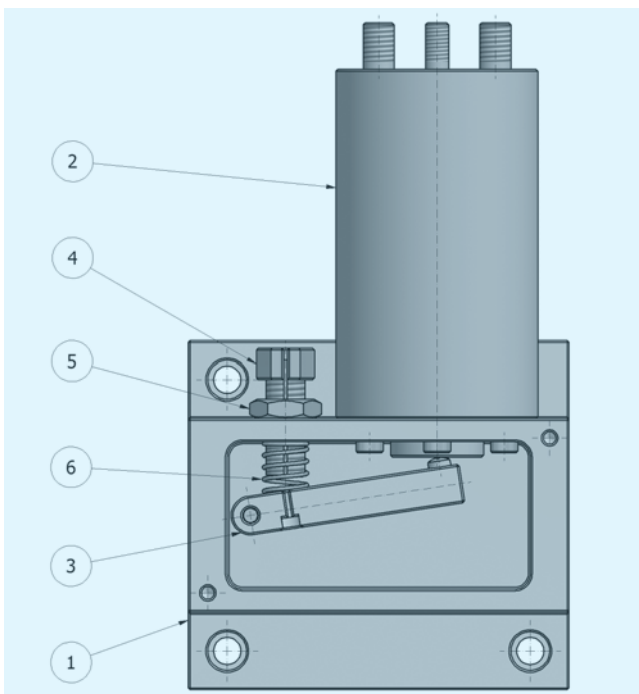
Dźwignia mechanizmu otwierania tulei zaciskowej połączona jest linką stalową w pancerzu z podzespołem pomocniczym (rys. 3). Składa się on z korpusu (1), do którego przykręcony jest siłownik elektromagnetyczny (2),

* Mgr inż. Jakub Sikorski (jakub-sikorski@wp.pl), dr hab. inż. Witold Pawłowski prof. TUL (witold.pawlowski@p.lodz.pl) – Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn Politechniki Łódzkiej



Rys. 2. Mechanizm zamykania tulei zaciskowej

będący elementem wykonawczym. Aby zwiększyć siłę oddziaływania siłownika, zastosowano pośredni mechanizm dźwigniowy (3). Dodatkowymi funkcjami podzespołu pomocniczego są regulacja napięcia linki oraz kasowanie luzu w obu podzespołach układu za pomocą elementu śrubowego (4) z nakrętką kontruującą (5), uniemożliwiająca niekontrolowane odkręcenie. Podzespół zawiera dodatkowo sprężynę pomocniczą (6), która wprowadza stałe napięcie wstępne w linie stalowej, zapobiegające jej wypięciu z gniazd mocujących.



Rys. 3. Podzespół pomocniczy mechanizmu

Zasada działania

Na rys. 4 przedstawiono mechanizm tulei zaciskowej w pozycji zamkniętej. W tej pozycji element przesuwny (3) zaciskający tuleję (2) wywiera siłę zamykającą regulowaną za pomocą odpowiednio dobranych sprężyn (7)

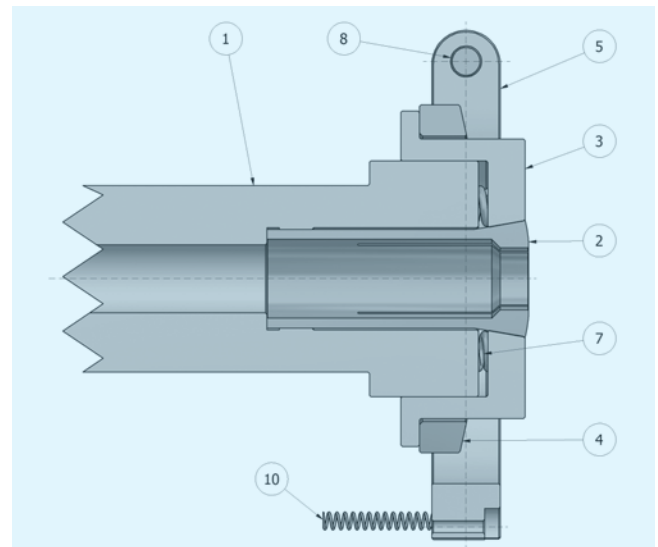
poprzez wzajemnie współpracujące powierzchnie stożkowe tulei i zacisku. Siła operacyjna F_o sprężyn wyliczana jest ze wzoru:

$$F_o = F_t \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

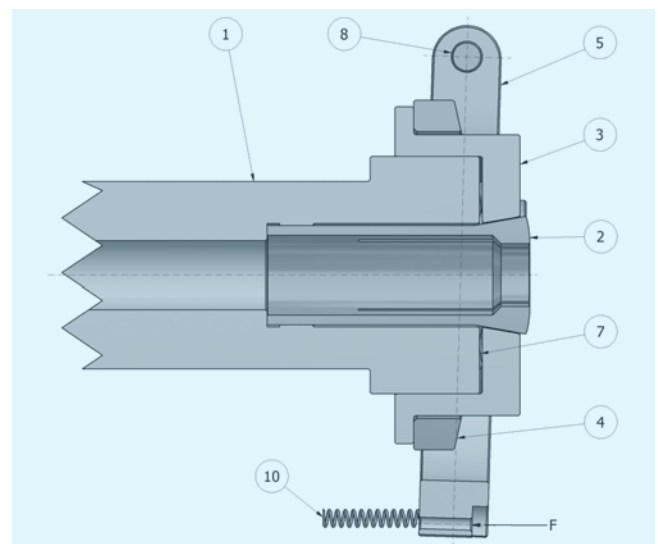
gdzie: F_o – siła operacyjna tulei wywierana przez sprężyny, F_t – siła zacisku tulei na obrabianym materiale, α – kąt stożka części chwytowej tulei.

Oczekiwana siła zacisku tulei F_t jest liniowo zależna od kąta α stożka tulei zaciskowej. Wzór ma formę uproszczoną, nie uwzględnia tarcia pomiędzy elementami. Wynikający z tego błąd jest niewielki i wynosi poniżej 10% ze względu na zapewnienie stałego smarowania między współpracującymi powierzchniami.

Numeracja poszczególnych elementów odpowiada opisowi konstrukcji przedstawionemu na rys. 2.



Rys. 4. Mechanizm tulei zamknięty



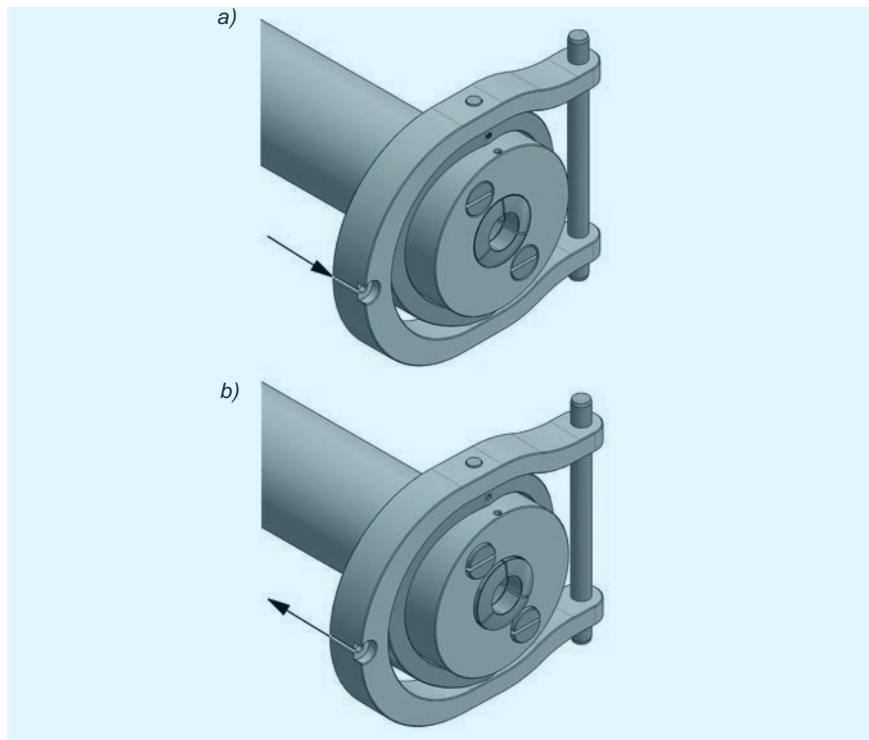
Rys. 5. Mechanizm tulei otwarty

Na rys. 5 przedstawiono mechanizm tulei zaciskowej w pozycji otwartej. W tej pozycji opór sprężyn pokonywany jest za pomocą mechanizmu jarzmowego poruszanego siłą F pochodzącą z mechanizmu pomocniczego. Dzięki przesunięciu elementu zaciskającego tuleję znika siła zamykająca tuleję i możliwe staje się przesuwanie materiału w tulei lub wyjęcie gotowego detalu.

Co niezwykle istotne, podczas otwierania tulei nie zmienia się jej położenie względem wrzeciona lub materiału w przypadku obróbki półwyrobów prętowych. Pozwala to na uzyskanie wysokiej dokładności pozycjonowania oraz pełnej powtarzalności położenia mocowania obrabianego przedmiotu.

Numeracja poszczególnych elementów odpowiada opisowi konstrukcji przedstawionemu na rys. 2.

Na rys. 6 pokazano widok perspektywiczny podzespołu zamykania tulei zaciskowej.



Rys. 6. Widok perspektywiczny mechanizmu tulei. Pozycja: a) zamknięta, b) otwarta

Podsumowanie

Zaproponowany projekt konstrukcji mechanizmu otwierania tulei zaciskowej charakteryzuje się prostotą oraz zwartością. Jego wprowadzenie w kolejnych generacjach tokarek nie powinno więc powodować większych problemów konstrukcyjnych ani generować dodatkowych kosztów. Przede wszystkim przedstawiony projekt zawiera mniej części niż stosowane obecnie mechanizmy realizujące podobne zadania.

Zmiany zaproponowane w opisanym rozwiązaniu tulei zaciskowej nie będą również powodowały nadmiernego odsunięcia obszaru obróbki detalu od łożysk głównych, co mogłoby skutkować pogorszeniem jakości obrabianych powierzchni oraz problemami z uzyskaniem zadowalającej dokładności geometrii produkowanych detali.

W przypadku obróbki seryjnej i wielkoseryjnej niezwykle ważna jest również trwałość konstrukcji obrabiarki. W proponowanym rozwiązaniu wszystkie elementy podzespołu zaciskowego charakteryzują się dużą wytrzymałością. Ponadto zmniejszenie liczby elementów składowych ogranicza możliwość ewentualnych awarii.

LITERATURA

1. Crawford Collets. "Collet Chucks and Collets". 2014.
2. Fraunhofer-Institut, GARANT. Rozdz. 2, 2012.
3. Hardinge Inc. "Spindle Tooling for Manual and CNC Lathes". 2010.
4. Honczarenko J. „Obrabiarki sterowane numerycznie”. Rozdz. 1 i 2. Warszawa: WNT, 2009.
5. Kwapisz L., Froncki W. „Zagadnienia wybrane w konstrukcji obrabiarek”. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 1994, s. 33–60.
6. Munford P., Normand P. "Mastering Autodesk Inventor 2016 and Autodesk Inventor LT 2016". Autodesk Official Press, 2016.
7. Pawłowski W., Sikorski J. „Szkieł, maszyna, gotowy element... w 15 minut”. Referat. XV Festiwal Nauki, Techniki i Sztuki w Łodzi, 2015.
8. Sikorski J. Zgłoszenie patentowe nr P. 421263, 2017.
9. Stasiak F. "Zbiór ćwiczeń Autodesk Inventor 2017". ExpertBooks, 2016. ■