

Krzysztof Netter, Michał Gubański ¹⁾

OBROTOWY PRZYRZĄD PODZIAŁOWY O PODZIALE DYSKRETNYM

Streszczenie: W pracy przedstawiono konstrukcję obrotowego przyrządu podziałowego o podziale dyskretnym i napędzie ręcznym. Założeniem podstawowym było to, iż pozycjonowanie ma następować na zasadzie wzajemnego zazębienia się dwóch kół zębatach o uzębieniu czołowym Hirth'a. Opisano wiele wariantów rozwiązań poszczególnych elementów składowych tj. korpus, sprzęgła, łożyskowania itp., dokonano ich porównania, oraz opracowano szczegółowo jedno rozwiązanie.

Słowa kluczowe: stół podziałowy, uzębienie Hirth'a.

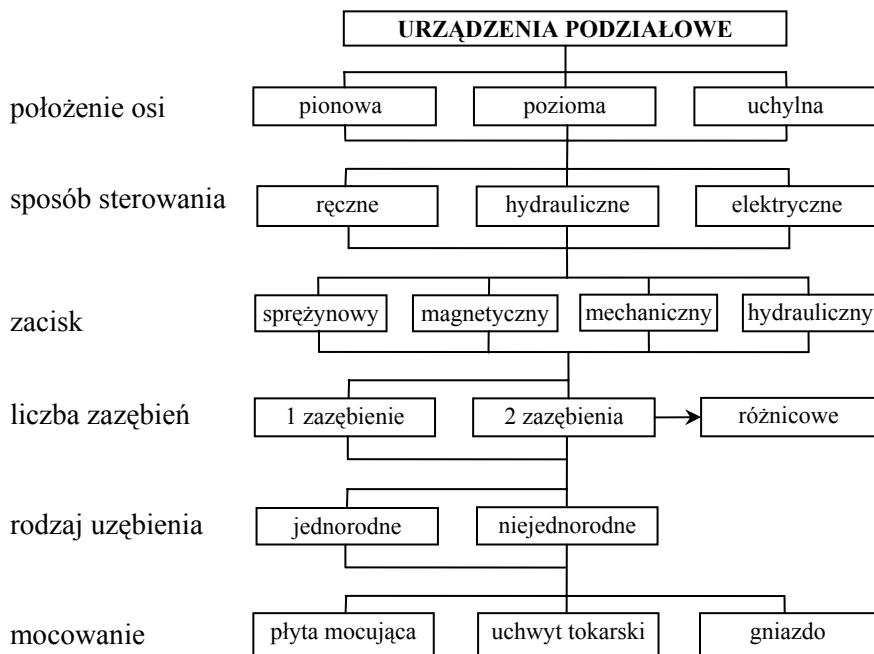
WSTĘP

Dokładne powtarzalne pozycjonowanie w ruchu obrotowym jest bardzo często stosowane w maszynach technologicznych [2]. Od pozycjonowania głowic wrzecionowych, narzędziowych czy stołów obrotowych we współczesnych obrabiarkach sterowanych numerycznie do metalu i drewna, poprzez integralne wyposażenie specjalne, aż do specjalistycznych urządzeń służących do obróbki wielowypustów, gniazd pod płytki w narzędziach frezarskich, ostrzenia narzędzi itp. Obecnie nie ma na rynku dokładnych i tanich urządzeń pozycjonujących. Oczywiście, czołowe firmy światowe, w tym europejskie, specjalizujące się w produkcji uzębień czołowych lub wykorzystujące uzębienia czołowe w swych wyrobach, tzn. w obrabiarkach, wyposażeniu specjalnym i oprzyrządowaniu dysponują technologiami pozwalającymi uzyskiwać tak duże dokładności pozycjonowania. Jednak technologie te są pilnie strzeżone, a zakup tych urządzeń jest bardzo kosztowny. Zaprezentowana w tym artykule konstrukcja powstała w ramach pracy dyplomowej magisterskiej zrealizowanej na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

KLASYFIKACJA URZĄDZEŃ PODZIAŁOWYCH

Znane są urządzenia do bezstopniowego podziału kąтового oparte na systemie przekładni, mechanizmów różnicowych lub planetarnych, w których element pozycjonowany jest unieruchamiany dzięki sile tarcia, powstającej w wyniku docisku jednej lub wielu powierzchni. Na rys. 1 przedstawiono klasyfikację urządzeń podziałowych.

¹ Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Mechanicznej.



Rys. 1. Klasyfikacja obrotowych dyskretnych przyrządów podziałowych
Fig. 1. Classification of the indexing table

Urządzenia podziałowe mogą również mieć podział realizowany dyskretnie. Podział dyskretny może być realizowany za pomocą połączeń kształtowych, na przykład wielowypusty i karby, tarcze z systemem otworów oraz zazębienia walcowe i czołowe. Połączenia te pozwalają otrzymać większą powtarzalność pozycjonowania. Mają jednak ograniczoną liczbę pozycji i nie jest możliwe otrzymywanie dużych rozdzielczości.

KONCEPCJA ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNEGO

Konstrukcja obrotowego przyrządu podziałowego może zostać rozwiązana na wiele sposobów. Aby przyrząd spełniał swoje podstawowe założenia, powinien składać się z następujących komponentów składowych:

- korpus – bazowa część, w której mocowane będą poszczególne komponenty składowe,
- mechanizm obrotowo–pozycjonujący, który odpowiada za kątowe położenie ruchomej części stołu obrotowego,
- łożyskowanie – zapewnia możliwość wykonywania ruchu i odpowiada za sztywność poszczególnych podzespołów, które wykonują ruch,

- sprzęgło – ma za zadanie zapewnić możliwość ruchu mechanizmowi pozycyjnemu, gdy wymagana jest zmiana położenia kąowego tarczy przyrzędu oraz blokować gdy pozycja jest ustalona,
- tarcza – do której mocowane są przedmioty obrabiane,
- sprzęgła samoczynnego – ma ono za zadanie takie wzajemne ustawienie obydwu kół czołowych, aby zawsze były ustawione w pozycji „zab – wrab”.

Korpus został zaprojektowany jako odlewany. Odpowiedni kształt uzyskano poprzez obróbkę skrawaniem bloku żeliwa.

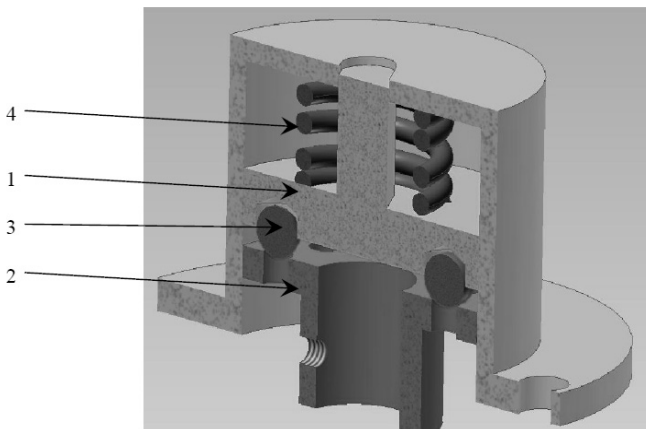
Mechanizm obrotowo–pozycjonujący ma za zdanie ustalenie pozycji poprzez obrót oraz zazębienie się dwóch kół zębatach o czołowym uzębieniu Hirth'a. Może ona zostać zrealizowana za pomocą mechanizmu krzywkowo–zapadkowego, krzyża maltańskiego, przekładni zębatej, ślimakowej lub spiroidalnej.

Poprzez łożyskowanie rozumiane jest w szczególności łożyskowanie wału głównego wraz z mechanizmem pozycjonującym. Wał jest łożyskowany przy pomocy dwóch par łożysk tocznych umieszczonych w górnej i dolnej części korpusu. Dodatkowo dla zachowania odpowiedniej sztywności tarczy jako łożysko podpierające zastosowano igiełkowe o dużej średnicy.

Jako sprzęgło zastosowano mechanizm dźwigniowo–mimośrodowy, który ma duże możliwości korygowania niedokładności obróbkowych oraz możliwość redukcji siły wymaganej do wyzębienia kół.

Tarcza urządzenia podziałowego, do którego montowane są przedmioty obrabiane, jest mocowana bezpośrednio na wale głównym i jest pośrednio powiązana z ruchomym kołem zębatym o uzębieniu czołowym.

Sprzęgło samoczynne to mechanizm, który ma za zadanie takie wzajemne ustawienie obydwu kół czołowych, aby zawsze były ustawione z pozycji „zab – wrab”. Ma to zapobiegać sytuacji, w której zab uderza w zab uniemożliwiając zazębienie. Na rys. 2 przedstawiono sprzęgło kulowe własnego pomysłu.



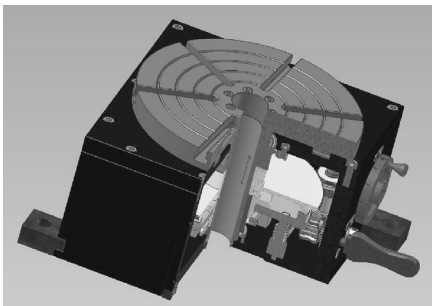
Rys. 2. Sprzęgło kulowe
Fig. 2. The Ball coupling

Podczas obrotowego ruchu tarczy (2) kulki (3) poruszają się pionowo w górę popychając tarczę (1), w momencie, gdy kulki natrafią na następny otwór w tarczy (2), poprzez działanie sprężyny (4) automatycznie zostają wepchnięte do tych otworów – innymi słowy – ruch ciągły zamieniany jest na krokowy z rozdzielczością równą ilorazowi kąta pełnego przez liczbę otworów na tarczy (2).

KONSTRUKCJA OBROTOWEGO PRZYRZĄDU PODZIAŁOWEGO Z NAPĘDEM RĘCZNYM

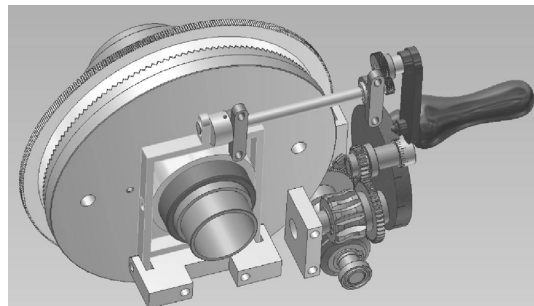
- Proces projektowania i konstruowania przebiegał wg następujących etapów:
- obliczenie liczby zębów niezbędnej do uzyskania zadanego kroku (krok $2,5^\circ$),
 - dobranie średnicy wieńca ($\phi 165\text{mm}$, szer. 10mm , $h_w = 1\text{mm}$),
 - określenie średnicy tarczy ($\phi 250\text{mm}$),
 - ustalenie wymiarów korpusu ($290 \times 270 \times 140$),
 - dobranie przełożenia przekładni walcowej (założenie – 1 pełny obrót koła nastawczego 30° co daje nam przełożenie $i = 30^\circ / 360^\circ = 1/12$, dla takiego przełożenia nie jest możliwe zmieszczenie się w obudowie o założonych wymiarach, należy zastosować przekładnie 2 – stopniową, przełożenie przekładni walcowej $i_w = 1/6$, oraz przekładni stożkowej $i_s = 1/2$. Całkowite przełożenie wynosi $i = i_w \cdot i_s = 1/12$),
 - wyprowadzenie skali pomocniczej o podziałce 10° (dla zakresu 360° konieczne było zastosowanie zestawu przekładni ślimakowa – przekładnia walcowa),
 - dobór mechanizmu dźwigniowego (minimalny zakres ruchu kół o uzębieniu czołowym to 3mm , w tym 1mm zazębienie i 2mm wyzębienie),
 - dobór części normalnych (łożyska, elementy złączne itp.).

Na rysunkach od rys. 3 do rys. 8 przedstawiono konstrukcję przyrządu podziałowego, będącego tematem opracowania.



Rys. 3. Obrotowy przyrząd podziałowy z napędem ręcznym

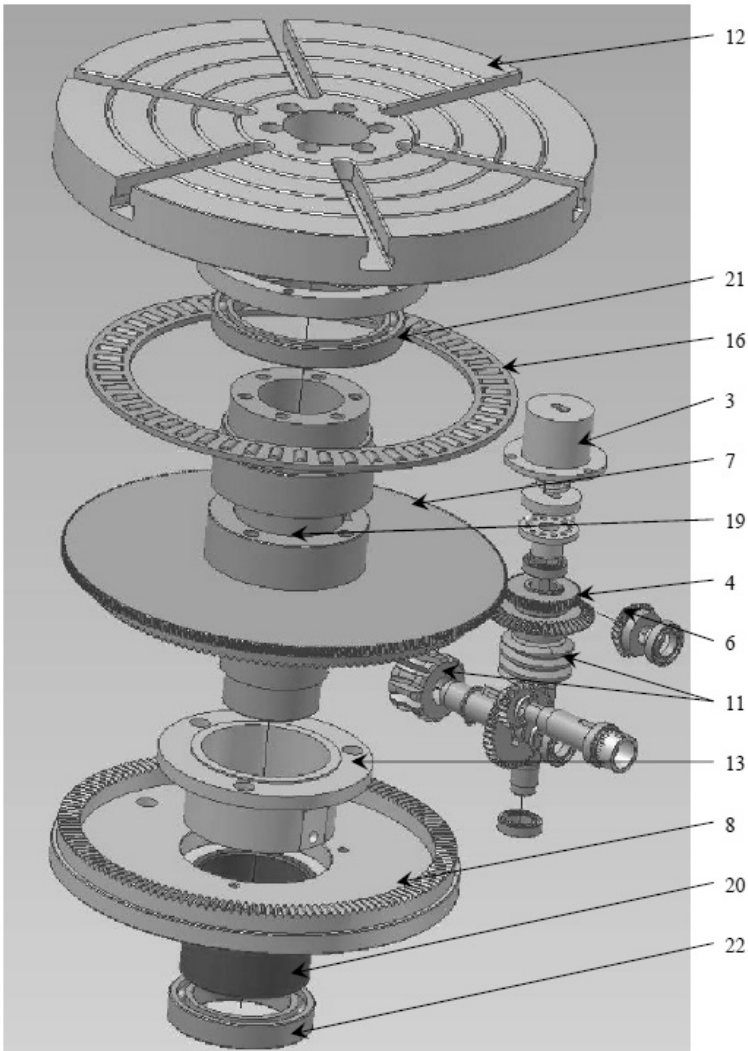
Fig. 3. The indexing table with hand operation



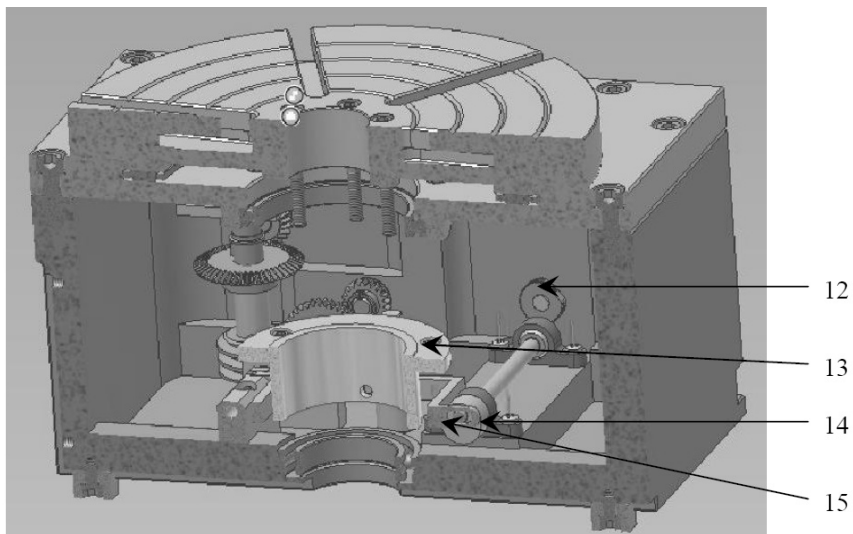
Rys. 4. Wewnętrzne elementy przyrządu

Fig. 4. Inside elements of indexing table

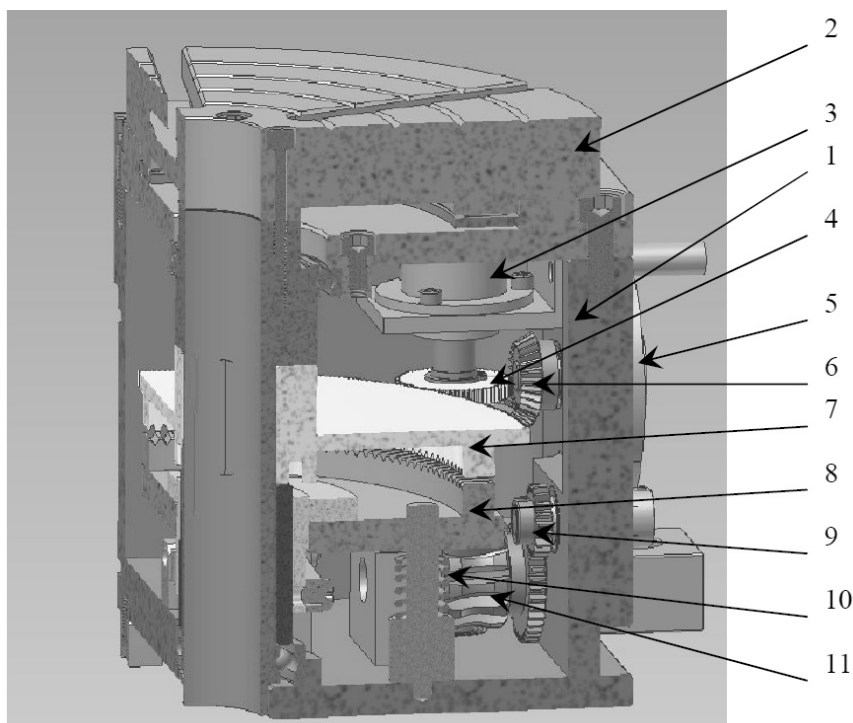
Oznaczenia na rysunkach od rys. 3 do rys. 8: 1 – korpus, 2 – tarcza, 3 – sprzęgło kulkowe, 4 – przekładnia zębata czołowa, 5 – koło nastawcze, 6 – przekładnia zębata stożkowa, 7 – koło zębate z uzębieniem czołowym (obrotowe), 8 – koło zębate z uzębieniem czołowym (stałe), 9 – przekładnia zębata czołowa, 10 – sprężyna dociskowa, 11 – przekładnia ślimakowa, 12 – przekładnia zębata czołowa, 13 – zabierak, 14 – mechanizm mimośrodowy, 15 – mechanizm dźwigniowy, 16 – łożysko tarczy, 17 – dźwignia mechanizmu blokującego, 18 – skala pomocnicza, 19 – wał główny.



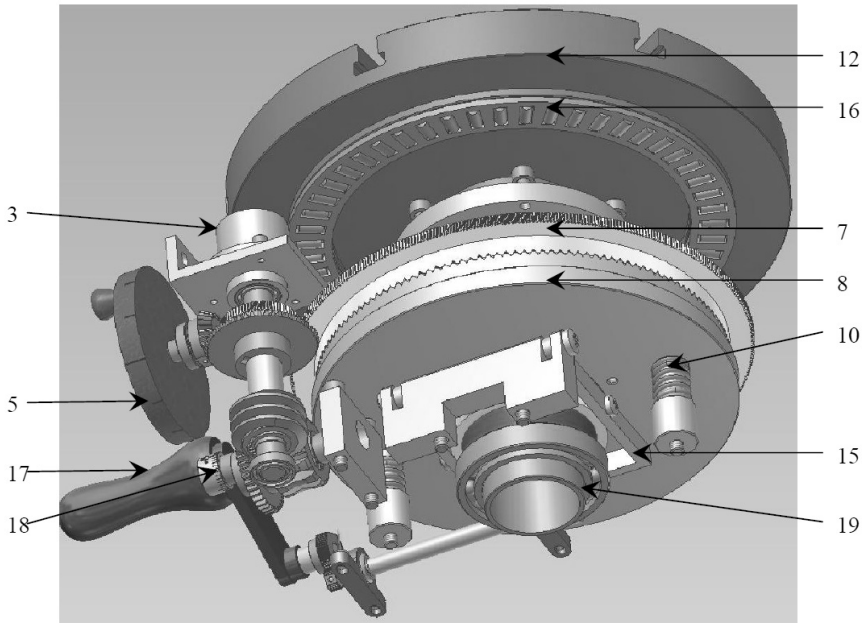
Rys. 5. Wał główny wraz z mechanizmami pomocniczymi
Fig. 5. Main shaft and supportive mechanism



Rys 6. Mechanizm dźwigniowo – mimośrodowy
Fig. 6. Link - eccentric mechanism



Rys. 7. Wewnętrzna konstrukcja przyrządu
Fig. 7. Inside designe indexing table



Rys. 8. Elementy kinematyczne przyrządu
Fig. 8. Kinematic elements indexing table

Obrotowy przyrząd podziałowy z napędem ręcznym działa w następujący sposób. Przesuwając dźwignię mechanizmu blokującego (17) z pozycji zablokowany do odblokowany (obracając o $\frac{1}{4}$ obrotu przeciwnie do wskazówek zegara), za pomocą przekładni (12) oraz mechanizmów (14) i (15), zabierak pociąga w dół koło zębate (8) wyzębając je z kołem (7). Następnie obracając koło nastawcze o określony kąt, za pomocą przekładni (4), (6) i (9) następuje obrót tarczy. Skala dla kątów do 30° znajduje się na skali nastawczym, natomiast większe kąty pokazywane są na skali pomocniczej (18), która jest mechanicznie sprzężona z kołem nastawczym za pomocą przekładni ślimakowej (11). Po ustaleniu kąta należy przestawić dźwignię mechanizmu blokującego (17) z pozycji odblokowany, do zablokowany (obracając o $\frac{1}{4}$ obrotu w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara). Wówczas następuje ponowne zazębienie kół (7) oraz (8).

PODSUMOWANIE

Podczas procesu projektowania i konstruowania przeanalizowano różne sposoby realizowania ruchów roboczych, opracowano schematy kinematyczne, dobrano mechanizmy realizacji ruchów roboczych oraz elementy katalogowe. Przeprowadzono również obszerną analizę wariantów rozwiązań konstrukcyjnych

oraz zastosowania poszczególnych mechanizmów składowych, w których określono wady i zalety poszczególnych rozwiązań [1].

Dyskretny przyrząd obrotowy charakteryzuje się: dużą dokładnością pozycjonowania, bardzo dobrą powtarzalnością pozycjonowania ($\pm 3''$), możliwością przenoszenia dużych sił i momentów, precyzyjnymi uzębieniami czołowymi wykonanymi bez operacji szlifowania. Opracowana konstrukcja może stanowić podstawę aplikacji przemysłowej.

PIŚMIENNICTWO

1. Gubański M.: Konstrukcja obrotowego przyrządu podziałowego o podziale dyskretnym, Praca magisterska, Politechnika Poznańska, Poznań 2009.
2. Myszkowski A., Netter K., Staniek R.: Dyskretny przyrząd podziałowy z bistabilnym zaciskiem magnetycznym, Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji, vol. 29, nr 1, str. 83-90, Poznań 2009.

THE INDEXING ROTARY TABLE WITH DISCREET DIVISION

Summary

In this thesis has been presented design of the construction of rotary indexing fixture with discreet division and manual drive. The main foundation were that, the positioning has to be solved as gearing two cog wheels with Hirth's coupling. Here were described many solutions of main components e.g. body, clutching, bearing, etc. Also the comparison were made in this paper. Finally one solution were selected and developed in details.

Keywords: indexing table, Hirth's teeth.