

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

118 792

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 28.03.79 (P. 214430)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 10.30.80

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1982

Int. Cl³.

B23Q 5/02

B23B 19/00

CZYTELNIKA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Jerzy Zacharzewski

Uprawniony z patentu tymczasowego: Centrum Badawczo-Konstrukcyjne Obrabiarek,
Pruszków (Polska)

Napęd wrzeciona szybkoobrotowej obrabiarki, szczególnie tokarki

Przedmiotem wynalazku jest napęd wrzeciona szybkoobrotowej obrabiarki, szczególnie tokarki.

Przystosowanie tokarek do toczenia za pomocą ostrzy z węglików spiekanych o ujemnych kątach natarcia z szybkościami skrawania około 300 m/min. doprowadziło do stosowania napędu wrzeciona tokarki bezpośrednio przez przekładnię pasową zawierającą przeważnie paski klinowe. Taka przekładnia pasowa przenosi napęd na wrzeciono albo w całym zakresie prędkości obrotowych wrzeciona w przypadku tokarki tylko szybkoobrotowej, albo w szybkoobrotowym zakresie prędkości wrzeciona przy równoległym napędzie wrzeciona przez przekładnię kół zębatach, włączaną zamiast niej w wolnobieżnym zakresie prędkości wrzeciona, w tokarce bardziej uniwersalnej o dużej rozpiętości prędkości obrotowych wrzeciona.

W przypadku stosowania napędu wrzeciona bezpośrednio przez przekładnię kół zębatach w szybkoobrotowym zakresie prędkości wrzeciona, na kołach zębatach powstają bardzo duże szybkości obwodowe przekraczające 15 m/sek. co przy prostych zębach wymaga wykonania kół zębatach w 5 lub 4 klasie dokładności.

Przy obecnie stosowanych powszechnie szlifierkach do szlifowania uzębień osiąga się 7, lub co najwyżej 6 klasę dokładności kół zębatach. Przekroczenie dopuszczalnej szybkości obwodowej, które przy prostych zębach dla 7 klasy dokładności kół zębatach wynosi 10 m/sek., a dla 6 klasy 15 m/sek. powoduje bardzo hałaśliwą pracę przekładni kół zębatach, co doprowadza do tego, że szumy powstałe przy pracy tokarki przekraczają dopuszczalną wielkość która dla lekkich tokarek wynosi 75 dB a dla średnich i ciężkich 80 dB.

Obecnie rozpowszechnia się coraz bardziej skrawanie za pomocą ostrzy ze spieków ceramicznych o ujemnych kątach natarcia, przy których szybkości skrawania zgrubnego wynoszą 400 do 500 m/min., a szybkości skrawania wykańczającego dochodzą do 1000 m/min.

Dzięki temu, największe prędkości wrzeciona tokarek które dotąd wynosiły 1800 obr/min. do 2240 obr/min. wzrosły do 3000 obr/min. i 3500 obr/min., a następnie do 5000 obr/min., a ostatnio osiągnęły już wielkość 6300 obr/min.

Powstał przy tym nowy problem największych dopuszczalnych szybkości przekładni pasowych, które przy paskach klinowych zwykłych wynoszą 30 m/sek., a przy paskach klinowych wąskich wynoszą 40 do 60 m/sek.

Za najbardziej racjonalną metodę wysokowydajnego toczenia uważa się obecnie skrawanie zgrubne za pomocą ostrzy o ujemnych kątach natarcia wykonanych ze spieków ceramicznych, przy szybkościach skrawania 400 do 500 m/min., a następnie w przypadku niezbyt sztywnych wałków skrawanie wykańczające za pomocą ostrzy o dodatnich kątach natarcia, wykonanych z węglików spiekanych przy znacznie mniejszych szybkościach skrawania wynoszących 100 do 200 m/min.

Powodem tego jest bardzo duża siła skrawania występująca podczas skrawania przy ujemnych kątach natarcia, która odkształca sprężystość toczony przedmiot uniemożliwiając uzyskanie wymaganej dużej jego dokładności kształtowo-wymiarowej po wykańczającym toczeniu.

Tą najbardziej racjonalną metodę toczenia niezbyt sztywnych wałków stosuje się z reguły na tokarkach sterowanych numerycznie, które umożliwiają jednoczesne bardzo duże skrócenie czasów pomocniczych.

Wyżej opisana metoda racjonalnego toczenia wymaga dużej rozpiętości prędkości obrotowych wrzeciona tokarki, do czego najlepiej nadaje się omówiony już napęd wrzeciona bezpośrednio przez przekładnię pasową w szybkobieżnym zakresie prędkości wrzeciona, oraz bezpośrednio przez przekładnię kół zębatach w zakresie mniejszych prędkości wrzeciona. Tego rodzaju napęd pozwala również na toczenie przedmiotów o dużych średnicach przy których występuje na wrzecionie duży moment obrotowy, powodujący poślizg pasków klinowych na kołach pasowych i zmuszający do zastąpienia ich kołami zębatymi.

Zastosowanie przekładni pasowej do napędu wrzeciona tokarki przy skrawaniu zgrubnym, wymaga przeniesienia przez nią dużej mocy na wrzeciono, co zmusza do zastosowania wielu równoległych pasków kilnowych i bardzo szerokich kół pasowych. Jednocześnie stosunkowo duże wyciąganie się pasków klinowych i dosyć szybkie ich zużywanie się wymaga łatwości regulacji ich naciągu i wymiany która może zachodzić co dwa do trzech lat pracy tokarki.

Z tego względu stosuje się z reguły jednostronne tylko podparcie łożyskami wałka koła pasowego napędzającego i często również takie jednostronne podparcie łożyskami wrzeciona w stosunku do osadzonego na jego końcu napędzanego koła pasowego. Uniemożliwia to często zastosowanie wielu równoległych pasków klinowych. Duża siła naciągu wielu równoległych pasków klinowych zmusza do stosowania wrzecion o bardzo dużych średnicach, lub odciążenia wrzeciona przez osadzenie koła pasowego na osobno ułożyskowanej tulei przez którą przetknięte jest wrzeciono, aby zapobiec dużym sprężystym ugięciom i utracie dokładności toczonych przedmiotów.

Zastosowanie bardzo dużych prędkości obrotowych wrzeciona rzędu 5000 do 6300 obr/min. wymaga bardzo starannego wyrównoważenia dynamicznego wrzeciona wraz z osadzonym na nim kołem zębatym i kołem pasowym.

W tych warunkach bardzo niekorzystnym jest stosowanie połączeń wpustowych. Pojedynczy wpust powoduje znaczne niewyrównoważenie mas względem osi obrotu wrzeciona, natomiast dwa wpusty położone na przeciw siebie, po przeciwnych stronach wrzeciona, względem osi jego obrotu, bardzo utrudniają dopasowanie do nich dwóch przeciwległych rowków w otworze piasty koła zębatego lub pasowego. Rowek wzdłuż tworzącej wrzeciona potrzebny dla osadzenia w nim wpustu narusza ciągłość walcowego kształtu wrzeciona, co może z upływem czasu powodować zniekształcenia kołowych przekrojów wrzeciona w kierunku ich zowalizowania, co dla osadzonych na nim precyzyjnych wrzecionowych łożysk tocznych jest bardzo niekorzystne.

Z powyższych względów na szybkobieżnych wrzecionach obracających się prędkościami powyżej 4000 obr./min. z reguły unika się połączeń wpustowych. Na ich miejscu stosuje się ciepłe osadzenie skurczowe na wrzecionie elementów, które razem z nim wirują przenosząc napęd, lub elementy takie osadza się za pośrednictwem stożkowych tulejek zaciskowych o bardzo małej zbieżności.

Ciepłe połączenia skurczowe są kłopotliwe przy montażu, a jeszcze bardziej przy demontażu z wrzeciona jego części napędzających, dla umożliwienia wymiany wrzecionowych łożysk tocznych, podczas remontu tokarki.

Połączenia za pośrednictwem stożkowych tulejek zaciskowych o małej zbieżności wymagają bardzo dużej precyzji wykonania stożków wewnętrznych i zewnętrznych i są również kłopotliwe montażowo.

Na częściach wirujących wraz z wysoce szybkobieżnym wrzecionem nie powinno być żadnych śrub lub wkrętów które mogłyby się luzować przy tak dużych prędkościach obrotowych wrzeciona. Paski klinowe napędzające wysoce szybkobieżne wrzeciono stopniowo wyciągają się i wymagają regulacji ich napinania. Regulacja taka powinna również zezwalać na łatwe zdejmowanie pasków z kół pasowych w celu wymiany zużytych pasków na nowe. Paski klinowe na szybkobieżnych wrzecionach zużywają się dosyć szybko i wymagają wymiany co 2 do 3 lat pracy obrabiarki.

Stosowanie w tym celu naprężaczy pasków jest bardzo niekorzystne, gdyż zwiększając ilość przegięć paska klinowego powodują przyspieszone jego niszczenie.

Szczególnie niekorzystne jest stosowanie naprężaczy zewnętrznych, które przeginając paski klinowe „przez plecy” powodują ich gięcie dwukierunkowe co przyczynia się do o wiele bardziej jeszcze intensywnego ich zużywania się, natomiast naprężacze wewnętrzne zmniejszają kąty opięcia paska na kołach pasowych co dodatkowo ogranicza przenoszoną przez nie moc napędu.

Stosowanie pasów zębatach jest niekorzystne gdyż przy wysokich prędkościach pracują one bardzo hałaśliwie. Elastyczny pas zębata szczelnie wypełnia wręby między zębami zębatego koła pasowego. Następnie gwałtownie wyrwane z tych wrębów zęby pasa powodują hałaśliwe wpadanie powietrza do powstających przy tym próżni.

Istota napędu wrzeciona wg wynalazku polega na tym, że wrzeciono obrabiarki w szybkobieżnym zakresie prędkości obrotowych napędzane jest bezpośrednio przez przekładnię pasową o tak dużym przełożeniu przyspieszającym, że napędzane koło pasowe ma średnicę zewnętrzną równą średnicy wrzeciona i jest przez to wykonane jako jedna całość z wrzecionem, a jego szybkość obwodowa nawet przy prędkości wrzeciona 6300 obr./min. nie przekracza 31 m/sek.

W wolnobieżnym zakresie prędkości obrotowych wrzeciono obrabiarki napędzane jest bezpośrednio przez przekładnię kół zębatach o tak mało zwalniającym przełożeniu, że napędzane koło zębate ma średnicę zewnętrzną tylko około 1,5 razy większą od średnicy wrzeciona i jest przez to wykonane w postaci odkuwki jako jedna całość z wrzecionem. Tak mało zwalniające przełożenie osiąga się dzięki wolnobieżnej i przez to cichobieżnej skrzynce prędkości, w której szybkości obwodowe na kołach zębatach, nawet przy prędkości wrzeciona 6300 obr./min. nie przekraczają 10 m/sek. i mogą być wykonane w 7 klasie dokładności kół zębatach, osiąganej łatwo na powszechnie stosowanych obecnie szlifierkach do kół zębatach.

Dla umożliwienia montażu wrzecionowych łożysk tocznych, wrzeciono jest dzielone i składa się z dwóch osobnych współosiowych wrzecion ułożonych szeregowo: wrzeciono napędowe i wrzeciono nośnego.

Wrzeciono napędowe stanowi jedną całość z kołem pasowym i kołem zębatym oraz wewnętrznie uzębioną częścią sprzęgła zębatego i jest sprzęgnięte obrotowo za pomocą sprzęgła zębatego i kształtowo wzdłużnie dwukierunkowo za pomocą segmentów sprzęgających z wrzecionem nośnym, stanowiącym jedną całość z wąskim kołem zębatym do napędu przetwornika obrotowo impulsowego (resolwera) i prądnicy tachometrycznej oraz zewnętrznie uzębioną częścią sprzęgła zębatego.

W ten sposób unika się mocowania napędzanego koła pasowego i koła zębatego na wrzecionie oraz unika się stosowania tulei z kołem pasowym, odciażającej wrzeciono od siły napięcia przekładni pasowej.

Siła ta przenosi się tu tylko na wrzeciono napędowe, natomiast wrzeciono nośne jest obciążone od strony napędu tylko momentem obrotowym.

Napędzające szerokie koło pasowe osadzone jest na wałku podpartym obustronnie łożyskami i może przenosić dużą moc wieloma równoległymi paskami klinowymi.

Koło to umieszczone jest w kołyszce pokręcanie jednocześnie przez dwie samohamowne przekładnie ślimakowe o wspólnym napędzie ręcznym, w celu łatwego napięcia lub wymiany pasków klinowych.

Satelitarne przemieszczenie wałka z napędzającym kołem pasowym w celu zmiany rozstawu osi kół pasowych eliminuje naprężacz pasków klinowych, zwiększając przez to bardzo trwałość tych pasków.

Podwójnie wiązane szerokie koło zębate zmniejsza o dwa koła ilość kół zębatach w napędzie wrzeciona.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania dla tokarki uwidoczniony jest na rysunku, na którym fig. 1 – przedstawia schemat kinematyczny napędu wrzeciona tokarki, fig. 2 – schemat kinematyczny w postaci zwinięcia w przekroju przez przekładnię kół zębatach wrzeciennika, fig. 3 – schemat kinematyczny w postaci zwinięcia w przekroju przez przekładnię pasową i przekładnię kół zębatach skrzynki prędkości, fig. 4 – schemat kinematyczny w postaci widoku z lewego boku, fig. 5 – uproszczony schemat konstrukcji napędu wrzeciona tokarki w postaci przekroju przez zwinięte mechanizmy tego napędu, w widoku z przodu tokarki, fig. 6 – konstrukcję sprzęgnięcia wrzeciona nośnego z wrzecionem napędowym w postaci przekroju przez prawą część wrzeciona napędzanego i półprzekroju oraz półwidoku na lewą część wrzeciona nośnego, fig. 7 – konstrukcję sprzęgnięcia wrzeciona nośnego z wrzecionem napędowym w postaci przekroju A–A na fig. 6, fig. 8 – konstrukcję sprzęgnięcia wrzeciona nośnego z wrzecionem napędowym w postaci przekroju B–B na fig. 6, fig. 9 – segment sprzęgający oba wrzeciona w kierunku wzdłużnym, fig. 10 – przekrój przez segment sprzęgający, fig. 11 – segment sprzęgający w postaci widoku z przeciwnej strony, fig. 12 – wykres przełożeń mechanizmu napędu wrzeciona, a fig. 13 – wykres zmienności mocy silnika prądu stałego regulowanego układem tyrystorowym w zależności od prędkości obrotowych wrzeciona.

Napęd wrzeciona tokarki przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku zaopatrzony jest w silnik elektryczny prądu stałego 1 o prędkości regulowanej układem tyrystorowym z którego wrzeciono otrzymuje drobnostopniowane prędkości obrotowe o ilorazie ciągu geometrycznego $\varphi = 1.12$, sprzęgło elastyczne lub

sprzęgło bezpieczeństwa 2, wałek wejściowy 3 stanowiący jedną całość z małym kołem zębatym, pompkę olejową 4 układu smarowania mechanizmów napędu wrzeczona przystosowaną do obrotów prawych i lewych, wałek 5 z dwoma kołami zębatymi, wałek 6 z przesuwą dwójką kół zębatych i kołem zębatym przekazującym napęd ze skrzynki prędkości do wrzeciennika, wałek 7 z szerokim kołem zębatym podwójnie wiązany, odbierającym napęd ze skrzynki prędkości i przekazującym go na wrzeciono za pośrednictwem przekładni kół zębatych lub przekładni pasowej, sprężynowy wielopłytkowy hamulec cierny 8 luzowany hydraulicznie olejem ciśnającym na tłok 9, wałek 10 z przesuwnym kołem zębatym stale zazębionym z szerokim kołem zębatym, wałek 11 z dużym kołem zębatym, wałek 12 z kołem zębatym satelitarnym i dużym napędzającym kołem pasowym, komplet pasków klinowych 13, wrzeciono napędowe 14 stanowiące jedną całość z małym napędzanym kołem pasowym, z kołem zębatym przenoszącym wolne obroty na wrzeciono i wewnętrznie uzębioną częścią sprzęgła zębatego, wrzeciono nośne 15 stanowiące jedną całość z wąskim kołem zębatym napędu resolwera i prądniczki tachometrycznej oraz zewnętrznie uzębioną częścią sprzęgła zębatego, dwa jednakowe segmenty sprzęgające 16 i 17 przenoszące się wzdłużną w obu kierunkach, dwa złożone półpierscionki 18 i 19 ściągnięte drutem 20, dwa złożone półpierscionki 21 i 22 stanowiące wzdłużne oparcie na wrzecionie dla tylnych łożysk tocznych wrzeczona nośnego, wałek 23 i wałek 24 z kołami zębatymi o zębach śrubowych przenoszącymi napęd, od wrzeczona do resolwera i prądniczki tachometrycznej, resolwer 25 ze sprzęgłem osadzonym na jego wałku, wałek 26 mechanizmu napinania pasków klinowych, z kołem zębatym śrubowym i kołem zębatym stożkowym, obracany ręcznie za pomocą zakładanej na jego kwadratową końcówkę korby lub dźwigni wahadłowej z rękojęcią, wałek 27 z dwoma kołami zębatymi stożkowymi, wałek 28 z dwoma kołami zębatymi stożkowymi, wałek 29 ze stożkowym kołem zębatym i ślimakiem stanowiącym ze ślimacznicą 30 samohamowną przekładnię, wałek 31 ze zdejmowanym kołem zębatym w celu wymiany pasków klinowych (dla przesunięcia zdejmowanego lub zakładanego paska), kompensator różnicy luzów międzyzębnych 32 wyrównujący sumy luzów międzyzębnych w prowadnicach kół zębatych napędu każdej z dwóch samohamownych przekładni ślimakowych, wałek 33 ze ślimakiem który wraz ze ślimacznicą 34 stanowi samohamowną przekładnię ślimakową, korpus wrzeciennika 35 ustawiony i zamocowany na końcu łoża 36, korpus skrzynki przekładniowej wrzeciennika 37, korpus skrzynki prędkości 38, tarczę 39 z przymocowaną do niej mimośrodowo tuleją z łożyskami tocznymi, płytę 40 pokręcającą się wraz z tarczą zawierającą łożyska toczne mimośrodowego wałka z kołem pasowym stałą listwę łączącą 41, listwę łączącą 42, zdejmowaną przy wymianie pasków klinowych, wieszak 43 niosący tylne łożyska kół pasowych, sztywną stalową belkę nośną 44 o pełnym przekroju poprzecznym, stalową płytę nośną 45, parę wrzecionowych kulkowych łożysk skośnych 46 i 47, przenoszących siłę poprzeczną i siłę wzdłużną w lewo, wrzecionowe łożysko kulkowe skośne 48, przenoszące siłę poprzeczną i siłę wzdłużną w prawo oraz wrzecionowe łożyska kulkowe skośne 49, 50 wrzeczona nośnego, przenoszące tylko siłę poprzeczną (nie uwzględniając siły ich wstępnego napięcia), wrzecionowe łożyska kulkowe skośne 51, 52, 53 i 54 wrzeczona napędowego, przenoszące tylko zewnętrzne siły poprzeczne, uszczelnienie labiryntowe 55, uszczelnienie labiryntowe 56 z otworkami 57 odprowadzającymi przecieki oleju z labiryntu, nakrętkę 58 i przeciwnakrętkę 59 wzdłużnego zamocowania łożysk tocznych wrzeczona napędowego, tulejkę 60, dociskającą wzdłużnie łożyska toczne wrzeczona nośnego do półpierszcieni oporowych, wałek 61 z wąskim kołem zębatym ze śrubowymi zębami, prądnice tachometryczne 62 i 63, zaciski tarczy napinającej paski klinowe 64 i 65, cylinder hydrauliczny 66 zaciskania i luzowania uchwytu hydraulicznego, pręt zaciskający 67 i transporter wiórów 68.

Działanie napędu wrzeczona szybkobieżnej obrabiarki, a szczególnie tokarki według wynalazku jest następujące: silnik elektryczny 1 przez nierozłączne sprzęgło 2 napędza krótki wałek 3, stanowiący jedną całość z małym kołem zębatym, koło to napędza smarowniczą pompkę olejową 4, przystosowaną do działania zarówno przy prawych jak i przy lewych obrotach silnika 1. Nawrót obrotów wrzeczona odbywa się tu przez zmianę kierunku obrotów tego silnika. Z wałka 3 przez zwalniającą przekładnię kół zębatych napęd przechodzi na wałek 5.

Dzięki przesuwnej dwójce kół zębatych wałek 6 otrzymuje jedną z dwóch różnych prędkości obrotowych i przekazuje ją na wałek 7 z szerokim podwójnie wiązany kołem zębatym. Z kołem tym stale zazębione jest pojedyncze przesuwne koło zębate na wałku 10. Koło to w swoim lewym położeniu zazębia się z kołem zębatym stanowiącym jedną całość z wrzecionem 14 i przekazuje napęd bezpośrednio na wrzeciono napędowe 14, natomiast po przesunięciu w prawo zazębia się z kołem zębatym na wałku 11 i przez mikrołącznik lub inicjator elektromagnetyczny daje sygnał elektryczny do silnika 1, powodując jego przełączenie na odwrotny kierunek obrotów, aby przy przejściu z wolnej na wysoki zakres prędkości obrotowych i odwrotnie, wrzeciono nie zmieniło kierunku obrotów. Z koła zębatego na wałku 11 przechodzi napęd na satelitarne koło zębate na wałku 12, które podczas napinania pasków klinowych wędruje ruchem planetarnym po kołowej orbicie naokoło osi wałka 11. Na wałku 12 osadzone jest duże koło pasowe z którego napęd przez szereg równoległych pasków

klinowych przechodzi na małe koło pasowe, stanowiące jedną całość z wrzecionem napędowym 14. Wrzeciono to sprzęgnięte jest nierozłącznie z wrzecionem nośnym 15 w kierunku obwodowym za pomocą sprzęgła zębatego, które przenosi moment obrotowy w obu kierunkach, a w kierunku wzdłużnym (osiowym) za pomocą dwóch jednakowych segmentów łukowych 16 i 17. Każdy z tych segmentów przenosi siłę wzdłużną w obu kierunkach. Sprzęgnięcie to nie jest sztywne i posiada pewien luz obrotowy w granicach luzu międzyzębnego w sprzęgle zębatym oraz mały luz wzdłużny pomiędzy segmentami łukowymi 16 i 17, a rowkami łukowymi w otworze koła zębatego.

Dzięki temu siła poprzeczna naciągu pasków klinowych i siła poprzeczna międzyzębna na kole zębatym nie przenoszą się z wrzeciona napędowego 14 na wrzeciono nośne 15 i nie powodują jego sprężystych ugięć. Segmenty łukowe 16 i 17 montowane są w ten sposób, że zakłada się je na końcówkę tylną wrzeciona nośnego 15 i podczas wsuwania końcówki do otworu we wrzecionie napędowym 14 w celu zazębienia sprzęgła zębatego segmenty należy tak rozmieścić, aby weszły one w kierunku osiowym do dwóch wycięć łukowych w czołowej powierzchni koła zębatego wrzeciona 14.

Następnie segmenty te przesuwają się obwodowo po końcówce wrzeciona 15 tak, aby weszły one do łukowych rowków w otworze koła zębatego, w których segment z obu stron ma czołowe ścianki rowka, o które opiera się po wykasowaniu luzu wzdłużnego, przenosząc siłę osiową w jednym lub drugim kierunku.

Następnie wrzeciono napędowe 14 przesuwa się wzdłużnie w lewo tak, aby przesunęło ono oba segmenty łukowe, trafiając na wycięte odcinki kołowe na prawym czole zewnętrznie uźębionej części sprzęgła zębatego, stanowiącej jedną całość z wrzecionem nośnym 15. Zabezpiecza to teraz oba segmenty przed powrotnym obwodowym przesunięciem się i wypadnięciem przez wycięcia łukowe na czole koła zębatego wrzeciona 14.

Dalszą czynnością montażową jest założenie dwóch półpierścionków 19 i 20, ciasno dopasowanych w kierunku wzdłużnym, które owija się drutem ułożonym w rowku na ich zewnętrznym obwodzie i drut zawiązuje się, zabezpieczając w ten sposób dodatkowo przez odrzucenie tych pierścionków przez siłę odśrodkową podczas wirowania wrzeciona.

Półpierścionki powodują sztywne zamocowanie segmentów 16 i 17 na tylnej końcówce wrzeciona nośnego 15, a siła tarcia nie pozwala na ich promieniowe przesunięcie w granicach luzu w otworze. Połączenie sprzęgłowe nie zawiera żadnych wkrętów, śrub ani nakrętek, które mogłyby się samoczynnie luzować i stwarzałyby dynamiczne niewyrównoważenie.

Oba wrzeciona obracają się w precyzyjnych łożyskach kulkowych skośnych które dopuszczają prędkości obrotowe do 6300 obr./min. i mają luzy wykasowane przez wstępne napięcie osiowe. Zewnętrzna siła wzdłużna (osiowa) w kierunku w lewo przenoszona jest przez łożyska 46 i 47, a w kierunku w prawo przez łożysko 48, tak więc przednie ułożyskowanie wrzeciona nośnego 15 przenosi siły osiowe w obu kierunkach, działające zarówno na wrzeciono nośne 15, jak i wrzeciono napędowe 14. Siły poprzeczne (promieniowe) przenoszone są przez wszystkie łożyska obu wrzecion.

Takie rozwiązanie zapobiega powstaniu dodatkowych naprężeń na skutek wydłużania się cieplnego obu wrzecion.

Łożyska 46, 47, 48, 49 i 50 jak również łożyska 53 i 54 smarowane są smarem stałym, natomiast łożyska 51 i 52, są smarowane olejem z obiegu smarowania skrzynek przekładniowych. Uszczelnienie labiryntowe 55 oddziela smarowanie smarem stałym i smarowanie olejem, nie dopuszczając do mieszania się oleju ze smarem stałym. Uszczelnienie labiryntowe 56 zabezpiecza przed przeciekami oleju na paski klinowe. Oba uszczelnienia mają labirynty tak ukształtowane, że siła odśrodkowa nie dopuszcza do przedostania się przez nie oleju. Przecieki oleju z labiryntu uszczelnienia 56 otworkami 57 powracają do skrzynki przekładniowej wrzeciennika. Paski klinowe 13 przekładni pasowej przenoszą duże siły tylko przy pracy w zakresie szybkobieżnym wrzeciona. Przy pracy w zakresie wolnobieżnym przekładnia pasowa obraca się luźno i z małą szybkością, redukując obroty wrzeciona 14, przenoszące się na luźno obracające się duże koło pasowe na wałku 12. Hamowanie obrotów wrzeciona odbywa się za pomocą wielopłytkowego hamulca ciernego 8, który zaciskany jest za pomocą sprężyn, a luzowany hydraulicznie przez ciśnienie oleju, działające na tłok 9.

Z wrzeciona nośnego 15 przez wąskie koła zębate z zębami śrubowymi, osadzone na wałkach 23, 24 i 61 napędzane są: przetwornik obrotowo-impulsowy (resolver) 25 i prądniczka tachometryczna 63.

Przetwornik obrotowo-impulsowy 25 daje sprzężenie zwrotne napędu wrzeciona 15 z napędem posuwów, umożliwiając nawet nacinanie gwintów za pomocą sterowania numerycznego tokarką.

Prądniczka tachometryczna 62 daje sygnał analogowy o rzeczywistej wartości prędkości obrotowej wrzeciona nośnego 15 w stosunku do prędkości obrotowej wału silnika napędowego 1, uwzględniającej poślizg pasków klinowych na kołach pasowych.

W przypadku zbyt dużego poślizgu pasków z powodu ich wyciągnięcia się, należy zwiększyć ich naciąg.

Jednocześnie prądniczka ta daje szybkościowe sprzężenie zwrotne napędu wrzeciona. Sprzężenie to jest powtórzone równolegle przez drugą prądniczkę tachometryczną 62, osadzoną na końcu wału silnika napędowego 1.

W razie zepsucia się jednej z tych prądniczek tachometrycznych, druga prądniczka zabezpiecza nadal przed rozbieganiem się silnika napędowego 1.

W celu wymiany pasków klinowych trzeba zluźnić zaciski 64 i 65 tarczy 39 i nasadzić korbę lub wahadłową dźwignię z rękojeścią na kwadratową końcówkę wałka 26. Wałek ten należy tak ręcznie obracać, aby samohamowne przekładnie ślimakowe 30 i 34 pokręciły tarczę 39 i płytę 40, które wraz z listwami 41 i 42 tworzą kołyskę osadzenia wałka 12 z dużym kołem pasowym, aby kołyska ta pokręciła się w lewo aż do oporu listwy 41 o belkę 44. Wtedy wszystkie paski klinowe przekładni pasowej zostają zluźnione i można je swobodnie wyjmować z rowków na kołach pasowych. Po odmocowaniu i zdjęciu listwy 42 z kołyski i koła zębatego śrubowego z wielowypustowej końcówki wałka 31, można swobodnie zdjąć paski klinowe z obu kół pasowych i wyjąć na zewnątrz, oraz założyć na te koła nowe paski klinowe. Następnie należy założyć z powrotem i zamocować koło zębate śrubowe na wałku 31 i listwę 42 na kołysce. Wałek 26 trzeba teraz ręcznie obracać w przeciwnym kierunku niż poprzednio, dotąd, aż uzyska się odpowiedni naciąg pasków na kołach pasowych, po czym należy zacisnąć mocno zaciski 64 i 65 tarczy 39. Obie samohamowne przekładnie ślimakowe 30 i 34 jednocześnie pokręcają tarczę 39 i płytę 40, które w celu usztywnienia połączone są listwami 41 i 42, tworząc przechylną kołyskę z wałkiem 12 i dużym kołem pasowym. Wałek 12 ruchem planetarnym wędruje po kołowej orbicie naokoło osi wałka 11, zmieniając rozstaw osi obu kół pasowych.

Kompensator 32 usuwa różnicę luzów międzyzębnych w przekładniach kół zębatych napędu obu poszczególnych samohamownych przekładni ślimakowych i musi być tak wyregulowany, aby obie te przekładnie 30 i 34 zaczynały jednocześnie obracać się.

Belka nośna 44 przenosi tylko połowę ciężaru przekładni pasowej i ciężar cylindra hydraulicznego 66, natomiast nie przenosi siły naciągu pasków klinowych.

Pompka olejowa 4 zasysa olej zgromadzony w dolnej części skrzynki prędkości 38 i tłoczy go podając do smarowania kół zębatych i łożysk tocznych tej skrzynki oraz skrzynki przekładniowej wrzeciennika 37.

W przypadku tokarki, miejsce przeznaczone na umieszczenie szybkobieżnego napędu wrzeciona ograniczone jest z jednej strony lewym końcem łoża 36 i ustawionym na nim wrzeciennikiem 35, z drugiej zaś strony umieszczeniem mechanicznego transportera wiórów 68, znajdującego się wewnątrz wanny na wióry i chłodziwo.

W przedstawionym na fig. 12 przykładzie wykresu przełożeń mechanizmu napędu wrzeciona szybkobieżnej tokarki podane są wielkości przełożeń poszczególnych przekładni kół zębatych i przekładni pasowej. Silnik napędowy prądu stałego, regulowany układem tyrystorowym daje 29 stopni prędkości w ilorazie ciągu geometrycznego $\varphi = 1,12$ w zakresie od 140 do 3500 obr./min. Dzięki podwójnie przełączalnym dwóm przekładniom kół zębatych, uzyskuje się cztery zakresy prędkości wrzeciona również stopniowanych wg. ilorazu ciągu geometrycznego $\varphi = 1,12$.

I zakres od 25 do 630 obr./min., II od 50 do 1250 obr./min., III od 125 do 3150 obr./min. i IV od 250 do 6300 obr./min.

W zakresie I i II napęd od silnika do wrzeciona przenoszony jest wyłącznie przez przekładnie kół zębatych.

W zakresie III i IV ostatnią przekładnią przed wrzecionem jest przekładnia pasowa, zawierająca wiele równoległych pasków klinowych.

Przez wymianę napędzającego dużego koła pasowego na wałku 12 na koła o mniejszych średnicach, można zmienić całkowity zakres prędkości wrzeciona z od 25 do 6300 obr./min. na od 25 do 5600 obr./min. lub od 25 do 5000 obr./min. (linie przerywane na wykresie) zmieniając odpowiednio również zakresy prędkości III i IV.

Wałek 12 przy tych mniejszych kołach pasowych znajduje się w położeniach 69 i 70. Wykres pokazuje, że przekładnie kół zębatych są wolnobieżne i dzięki temu przełożenie ostatniej przekładni kół zębatych przed wrzecionem jest nieduże ($1/1,76$), co pozwala na to, aby koło zębate na wrzecionie miało niedużą średnicę.

Dzięki temu wrzeciono napędowe 14 można wykonać jako jedną całość z tym kołem zębatym, wykonując to wrzeciono z odkuwki.

Natomiast na wszystkich kołach zębatych utrzymane są małe szybkości obwodowe, zabezpieczające cichobieżną pracę tych kół. Przekładnia pasowa ma przełożenie intensywnie przyspieszające (2, 37), przez co koło pasowe na wrzecionie napędowym 14 może mieć małą średnicę i można go wykonać jako jedną całość z wrzecionem 14 przesuwając przez niego przy montażu łożyska toczne. Intensywne przyspieszenie obrotów przez przekładnię pasową pozwala na uzyskanie bardzo dużych prędkości obrotowych wrzeciona (6300 obr./min.).

Przedstawiony na fig. 13 przykład wykresu pokazuje spadek mocy silnika napędowego przy zmniejszaniu prędkości obrotowej wrzeciona w każdym z czterech zakresów prędkości wrzeciona. Przełączając na inny zakres prędkości wrzeciona można przy tej samej prędkości wrzeciona uzyskać o wiele większą moc silnika, uzyskując tę prędkość wrzeciona z większej prędkości obrotowej silnika. Linia przerywana na wykresie pokazuje ograniczenie mocy przez przekładnię pasową z paskami klinowymi.

Jak widać z wykresu w zakresie prędkości wrzeciona I i II można przy prędkościach wrzeciona 630 obr/min. i 1250 obr/min. uzyskać pełną moc silnika napędowego, wynoszącą 32 kW, natomiast przez ograniczenie mocy przekładnią pasową, w III zakresie prędkości wrzeciona przy największej prędkości wrzeciona 3150 obr/min. można uzyskać moc silnika tylko 25 kW, a w IV zakresie prędkości wrzeciona przy jego prędkości największej 6300 obr/min. można uzyskać moc silnika 24 kW, a przy prędkości 5600 obr/min. moc silnika 27 kW.

Efekty techniczno-ekonomiczne wynalazku polegają na opracowaniu konstrukcji, która umożliwia wykonanie w obecnych warunkach technologiczno-warsztatowych w kraju napędu wrzeciona szybkoobrotowej obrabiarki, a szczególnie tokarki, który umożliwiłby osiągnięcie największej prędkości obrotowej wrzeciona 6300 obr/min. przy najmniejszej prędkości wrzeciona 25 obr/min. przy zachowaniu cichobieżnej pracy napędu w całym zakresie prędkości wrzeciona poniżej 80 dB.

Największa prędkość obrotowa wrzeciona 6300 obr/min. stosowana jest obecnie w najnowszych tokarkach i umożliwia wykorzystanie ostrzy ze spieków ceramicznych w dużym zakresie możliwości skrawania. Można takimi ostrzami o ujemnych kątach natarcia toczyć zgrubnie z ekonomiczną szybkością skrawania 400 do 500 m/min. przedmioty o średnicy od 20 do 25 mm. Można również toczyć wykańczająco z szybkością skrawania 1000 m/min. przedmioty odpowiednio sztywne o średnicach poczynając od 50 mm.

Dzięki temu w porównaniu ze stosowaną u nas szybkością skrawania 100 do 200 m/min. (za pomocą ostrzy z węglików spiekanych), wydajność skrawania przy toczeniu wzrośnie około trzykrotnie. Najmniejsza prędkość obrotowa wrzeciona 25 obr/min. umożliwia również toczenie zgrubne przedmiotów o średnicy 300 mm za pomocą noży ze stali szybko tnącej z szybkością skrawania 24 m/min. oraz nacinanie gwintów prostokątnych na śrubach pociągowych, dzięki czemu napęd wrzeciona przystosowany jest do tokarki o dużym zakresie uniwersalności, która może być sterowana numerycznie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Napęd wrzeciona szybkoobrotowej obrabiarki, szczególnie tokarki, bezpośrednio przez przyspieszającą przekładnię pasową zawierającą dużą ilość równoległych pasków klinowych, w szybkoobrotowym zakresie prędkości wrzeciona, a przy mniejszych prędkościach bezpośrednio przez wolnobiezną przekładnię kół zębatach, z n a m i e n n y t y m, że posiada dzielone wrzeciono, składające się z dwóch osobnych wrzecion ułożonych szeregowo i sprzęgniętych obwodowo i wzdłużnie: wrzeciona napędowego (14) i wrzeciona nośnego (15) oraz napędzające koło pasowe na wałku (12) obustronnie podparte łożyskami i podwójnie wiązane szerokie koło zębate na wałku (7).

2. Napęd wrzeciona wg zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że przekładnia pasowa na wrzecionie (14) ma tak duże przełożenie przyspieszające, że napędzane koło pasowe ma średnicę zewnętrzną równą średnicy wrzeciona (14) przez co nawet przy prędkości wrzeciona 6300 obr/min. szybkość na paskach klinowych nie przekracza 31 m/sek.

3. Napęd wrzeciona wg zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że przekładnia zębata na wrzecionie ma przełożenie tak mało zwalniające, że napędzane koło zębate ma średnicę zewnętrzną tylko około 1,5 razy większą od średnicy wrzeciona, przez co największa szybkość obwodowa na kołach zębatach napędu wrzeciona nie przekracza 10 m/sek, nawet przy prędkości 6300 obr/min.

4. Napęd wrzeciona wg zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że wrzeciono napędowe (14) stanowi jedną całość z kołem pasowym i kołem zębatym oraz z wewnętrźnie uzębioną częścią sprzęgła zębatego i jest sprzęgnięte obrotowo za pomocą sprzęgła zębatego i wzdłużnie, kształtowo w obu kierunkach za pomocą segmentów sprzęgających (16) i (17) z wrzecionem nośnym (15), stanowiącym jedną całość z wąskim kołem zębatym do napędu przetwornika obrotowo impulsowego (resolwera) (25) i prądniczki tachometrycznej (63) oraz zewnętrźnie uzębioną częścią sprzęgła zębatego.

5. Napęd wrzeciona wg zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że napędzające koło pasowe na wałku (12) umieszczone jest w mimośrodowej kołysce (40) pokręcaniej przez dwie samohamowne przekładnie ślimakowe (30) i (34), otrzymującą jednocześnie napęd od ręcznie obracanego wałka (26).

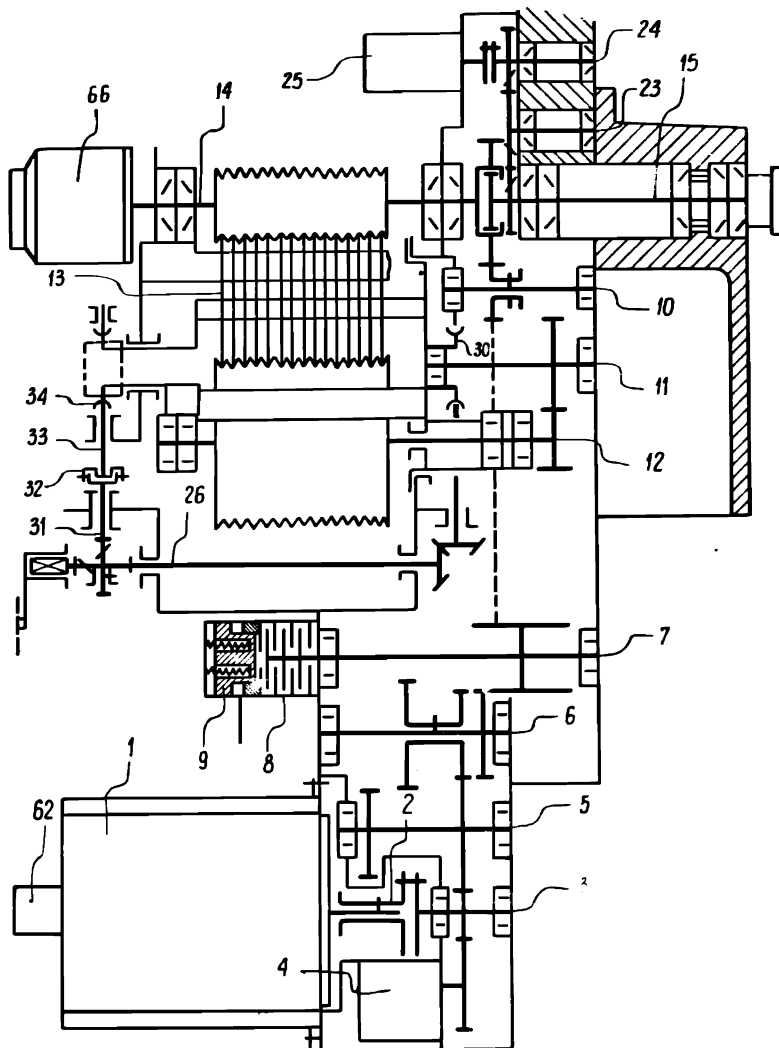


Fig. 1.

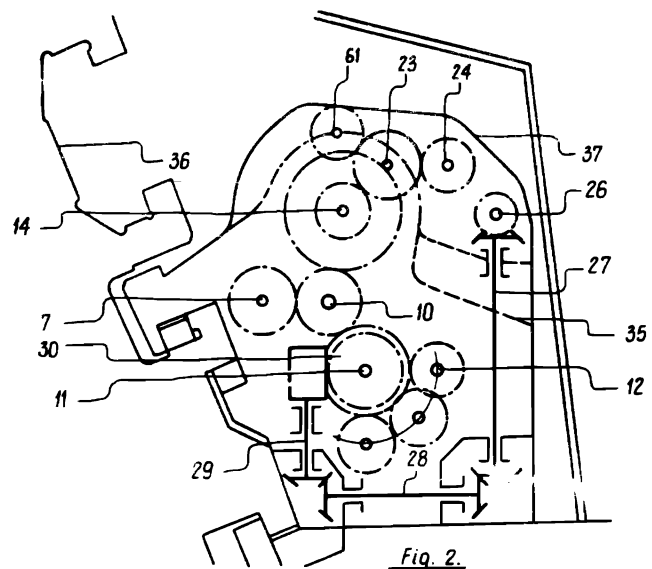
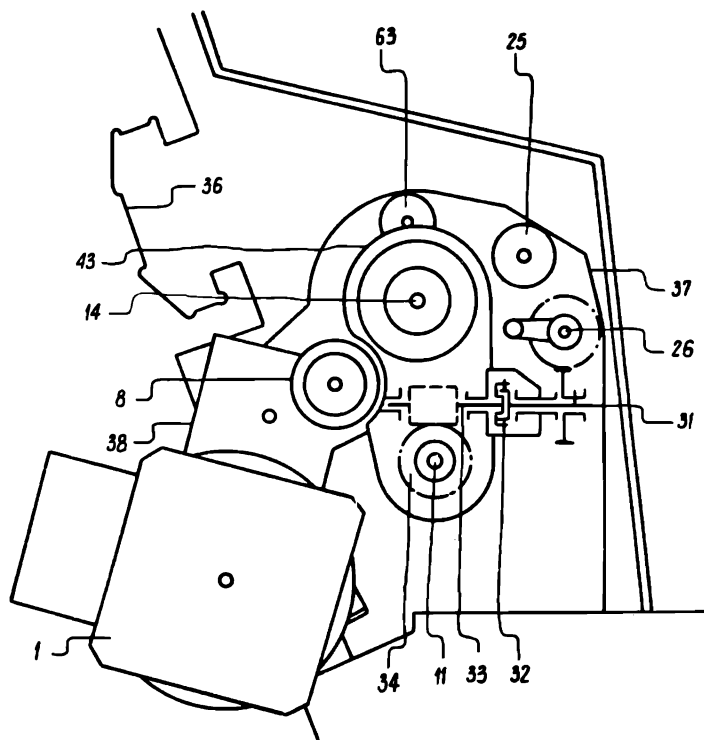
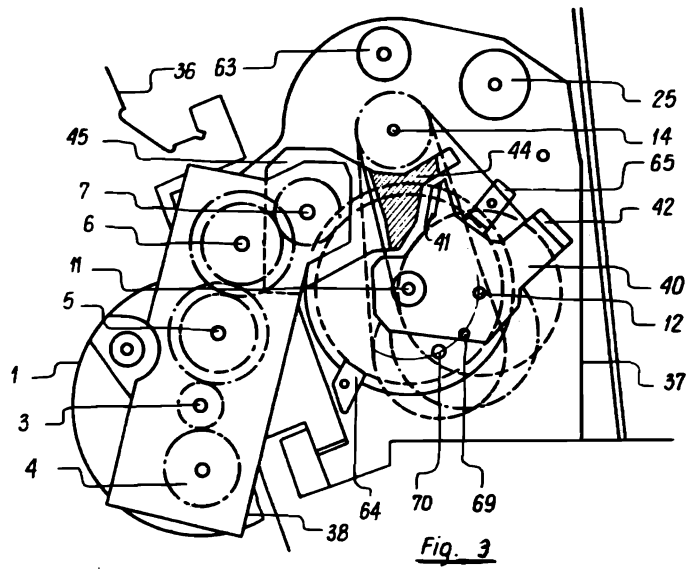


Fig. 2.



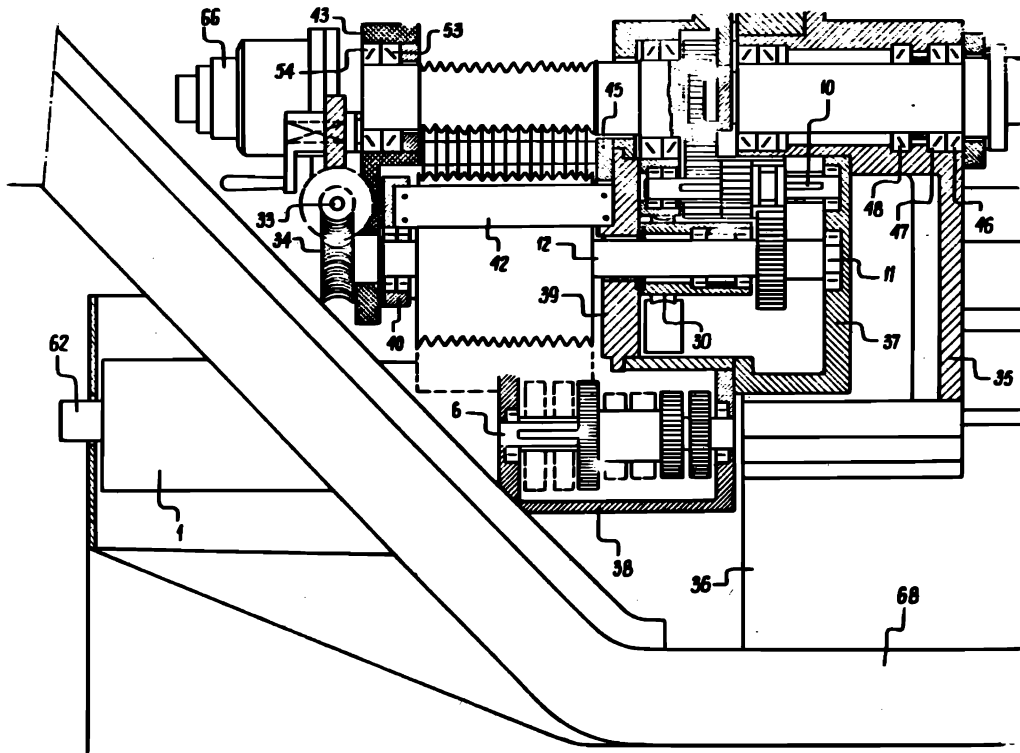


Fig. 5.

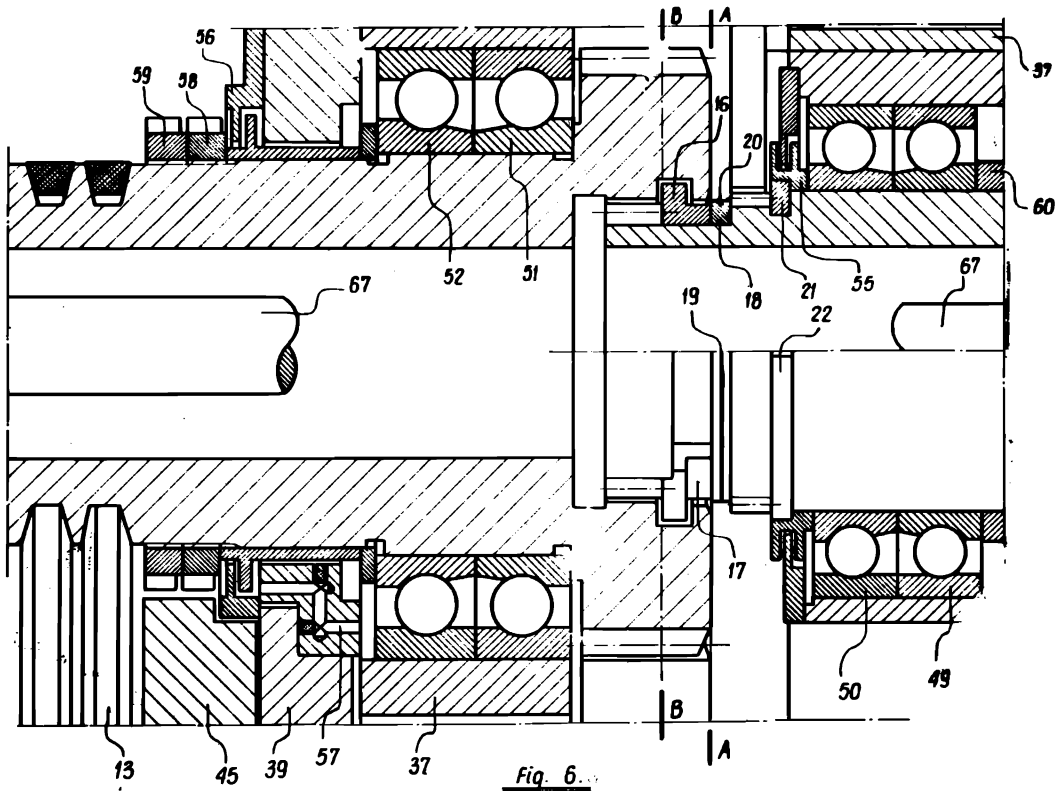


Fig. 6.

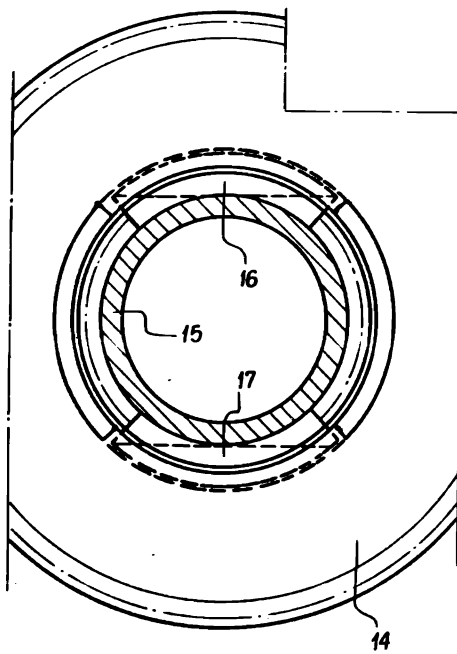


Fig. 7.

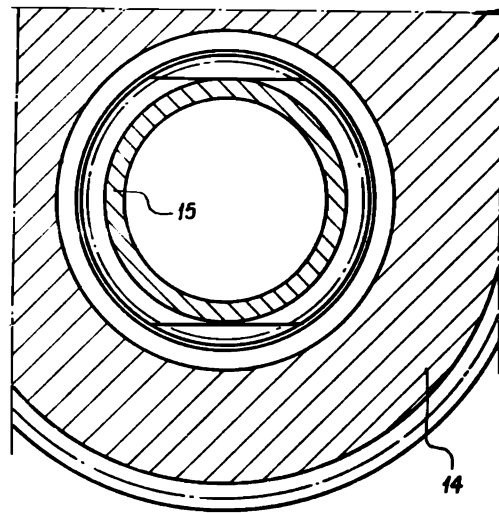


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

