

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **203323**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **366446**

(51) Int.Cl.  
**F04B 9/04 (2006.01)**  
**F04B 1/04 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **19.03.2004**

(54)

**Wielotłoczkowa pompa promieniowa**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**03.10.2005 BUP 20/05**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.09.2009 WUP 09/09**

(73) Uprawniony z patentu:

**Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława  
Staszica, Kraków, PL  
Zakłady Mechaniczne WIROMET S.A.,  
Mikołów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Andrzej Jurkiewicz, Kraków, PL  
Tadeusz Cygankiewicz, Chrzanów, PL  
Bogdan Klimkiewicz, Zabierzów, PL  
Piotr Micek, Zabierzów, PL  
Sebastian Mularz, Częstochowa, PL  
Marcin Apostoń, Skawina, PL  
Dariusz Grzybek, Zawoja, PL  
Jerzy Jamontt, Gliwice, PL  
Tomasz Sokoła, Piekary Śląskie, PL  
Stanisław Dusza, Mikołów, PL  
Sylwester Gruchlik, Gostyń, PL  
Krzysztof Pencakowski, Mikołów, PL  
Tadeusz Gwiżdż, Mikołów, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Postołek Elżbieta, Rzecznik Patentowy,  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica**

**PL 203323 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wielotłoczkowa pompa promieniowa, zasilana niepalną cieczą hydrauliczną o podwyższonym ciśnieniu, stosowana szczególnie jako wysokociśnieniowa pompa główna w dwustopniowych agregatach pompowych dużej mocy.

Znanych jest wiele rozwiązań pomp wielotłoczkowych, w których posuwisto-zwrotny ruch tłoczków prowadzonych w promieniowych względem osi wału cylinderkach wymuszony jest krzywką czopa mimośrodowego. Tłoczki obciążone są poosiowo w kierunku osi wału przez sprężyny opierające się z zewnątrz o korpus lub o sztywno połączone z nim elementy, przykładowo zaślepkę komory wyporowej lub obudowę zaworu tłocznego. W pompach z rozrzędem zaworowym komory wyporowe każdego z zespołów tłoczkowych połączone są przez jednokierunkowe zawory z kolektorem napływowym a przez zawory tłoczne z kolektorem wysokiego ciśnienia. Kulkowy, płytkowy lub grzybkowy człon zamykający zaworu napływowego obciążony jest siłą napięcia sprężyny wyznaczoną stałym wymiarem względem obudowy zaworu. W warunkach samoczynnej pracy zaworu napływowego pulsacje ciśnienia występujące zarówno w kolektorze napływowym jak i komorze wyporowej oddziałują na człon zamykający wpływając niekorzystnie na napełnianie przestrzeni roboczej. Spadek sprawności napełnienia ze wzrostem prędkości obrotowej wału napędowego jest szczególnie widoczny w pompach o wysokich parametrach pracy.

Znane są również dwustopniowe agregaty pompowe, zawierające pompę zębatą i wielotłoczkową pompę promieniową, kinematycznie sprzężone i napędzane od jednego silnika. Pompa zębata włączona na pierwszym stopniu układu hydraulicznego zasila swym kanałem tłocznym kolektor napływowy wielotłoczkowej pompy promieniowej, pracującej w układzie jako główna pompa wysokociśnieniowa. Kanał tłoczny pompy zębatej lub kolektor napływowy pompy promieniowej oraz kolektor wysokiego ciśnienia połączone są osobnymi kanałami z króćcem wylotowym agregatu, przy czym kanał podwyższonego ciśnienia z pompy zębatej zakończony jest zaworem jednokierunkowym. Z polskiego opisu patentowego PL 161 772 znane jest także szczególne rozwiązanie dwustopniowej, wielotłoczkowej pompy promieniowej posiadającej jeden kolektor napływowy i dwa kolektory tłoczne. Jeden z kolektorów tłocznych jest kolektorem podwyższonego ciśnienia, do którego przyłączona jest połowa zespołów tłoczkowych, co drugi z obwodu pompy, natomiast pozostałe z drugim kolektorem wysokiego ciśnienia. Kolektor podwyższonego ciśnienia połączony jest z króćcem wylotowym przez zawór jednokierunkowy. Praca pompy z parzystą ilością zespołów tłoczkowych ma niekorzystną charakterystykę drgań.

W pompie według wynalazku, w każdym zespole tłoczkowym między tłoczkiem i współosiowo usytuowanym zaworem napływowym zabudowana jest sprężyna, oparta na członie zamykającym zaworu napływowego. Zmiana warunków pracy zaworu napełniającego poprawia charakterystykę pompy, ogranicza niekorzystny wpływ pulsacji, umożliwia zwiększenie prędkości obrotowej i wydajności pompy.

Korzystnym jest, gdy tłoczki mają postać drażonych nurników, skierowanych denkiem w stronę osi wału - co przy usytuowaniu sprężyny wewnątrz wydrążonego tłoczka nadaje konstrukcji zwartą budowę.

Korzystnym jest również, gdy między czopem mimośrodowym a tłoczkami zabudowane są popychaki w promieniowych prowadnicach, przejmujące składową styczną pracy przekładni krzywkowej. Przy takim rozwiązaniu pełne odciążenie tłoczka od sił poprzecznych uzyskać można przez podparcie popychaków na czopie kulistym stopy łożyskowej, współpracującej z czopem mimośrodowym wału.

Korzystne warunki tribologiczne zapewnia rozwiązanie, w którym średnica czopa kulistego jest większa od średnicy współpracującego z nim gniazda kulistego w popychaku a smarowanie tego przegubu prowadzone jest przez osadzony w czopie kulistym zawór jednokierunkowy, połączony przez kanał promieniowy i osiowy z obrotowym przyłączem olejowym wbudowanym w wystający z korpusu czop napędów peryferyjnych.

Warunki współpracy tłoczka z cylinderkiem, zwłaszcza przy pompowaniu bezolejowej cieczy hydraulicznej, poprawia rozwiązanie, w którym tłoczek od strony wału ma dodatkowe uszczelnienie a w strefę między uszczelnieniami doprowadzone są kanały połączone z kolektorem olejowym.

Kolejne rozwinięcie wynalazku polega na wykonaniu kolektora napływowego pompy w postaci osłony profilowanej, szczelnie zamocowanej na obwodzie korpusu. Pierścień cienkościennej osłony wyoblonej w części środkowej na zewnątrz łączony jest z korpusem przez proste poosiowe nasunięcie i jednostronne mocowanie kołnierzone.

Pełne wyważenie pracy pompy zapewnia układ konstrukcyjny z wałem podpartym na dwóch, obejmujących czop mimośrodowy łożyskach tocznych, na zewnątrz których zamocowane są przeciwwagi osłonięte pokrywami.

Praca pompy według wynalazku zapewnia jej rozruch przy nieobciążonych zespołach tłoczkowych, co w warunkach wysokich wydajności i dużych mocach napędu daje znaczące efekty w zużyciu energii. Na tle rozwiązań z układem sterowania opartym o zasadę włączania i wyłączania silnika elektrycznego konstrukcja pompy umożliwia sterowanie przy pomocy falownika z przemiennikiem częstotliwości, istotnie ograniczając straty energii rozruchu. Rozwiązanie pozwala na zwiększenie prędkości obrotowej i wydajności pompy, obniża pulsacje ciśnień.

Wynalazek zobrazowany jest opisem przykładowego wykonania pompy pokazanej na rysunku, przeznaczonej do przetłaczania emulsji olejowo-wodnej o zawartości 3 do 5% oleju, zasilanej cieczą o podwyższonym ciśnieniu do 6 bar, o ciśnieniu nominalnym na wylocie 400 bar, wydajności 320 dm<sup>3</sup>/min i mocy silnika 250 kW. Figura 1 rysunku przedstawia pompę w półprzekroju osiowym, fig. 2 widok czołowy pompy, fig. 3 przekrój poprzeczny prowadzony w płaszczyźnie osi zespołów tłoczkowych, fig. 4 szczegół połączenia popychaka z czopem kulistym a na fig. 5 pokazany jest fragment przekroju korpusu pompy przez kanały i gniazdo obcieków oleju smarującego.

Centralny wał 2 pompy osadzony jest w korpusie 1 w dwóch tulejach kołnierzowych, z zabudowanymi wewnątrz nich baryłkowatymi łożyskami tocznymi 4. Łożyska toczne 4 - które obejmują czop mimośrodowy 3 - wciśnięte są pierścieniami zewnętrznymi w tuleje kołnierzowe i poosiowo ustalone przy pomocy sprężystych pierścieni osadczych. Po obu zewnętrznych stronach łożysk tocznych 4 na wale 2 zamocowane są przeciwwagi 26, szczelnie osłonięte pokrywami 27 przykręconymi do obu powierzchni czołowych korpusu 1. Wał 2 zakończony jest wystającym z prawej strony korpusu 1 czopem napędowym a z lewej czopem napędów peryferyjnych 21. W tym wykonaniu pompy na czopie napędów peryferyjnych 21 osadzone jest koło pasowe, którym napędzane są nie uwidocznione na rysunku: pompa wirowa pierwszego stopnia agregatu oraz zębata pompa olejowa układu smarowania. W korpusie 1 zabudowanych jest siedem zespołów tłoczkowych, w otworach ukierunkowanych promieniowo względem osi wału 2, wykonanych w poprzecznej płaszczyźnie środkowej czopa mimośrodowego 3. Każdy z zespołów tłoczkowych składa się z: tłoczka 5, cylinderka 6, popychaka 17, czopa kulistego 16 i stopy łożyskowej 15, a ponadto z usytuowanych w komorze wyporowej 7 sprężyny 11, zaworu napływowego 8 i zaworu tłocznego 13. Tłoczki 5 - w postaci nurników skierowanych denkiem w stronę osi wału 2 - prowadzone i uszczelnione są w cylinderkach 6 wkręconych w otwory korpusu 1. W cylinderku 6, od strony komory wyporowej 7 zabudowane jest uszczelnienie główne tłoczka 5 a od strony wału 2 dodatkowe uszczelnienie 23, usytuowane w odstępie zawierającym pierścieniowe podtoczenie olejowe. Denko tłoczka 5 opiera się o kuliste czoło popychaka 17, prowadzonego i uszczelnionego w otworze promieniowej prowadnicy. Każdy z popychaków 17 podparty jest na czopie kulistym 16 stopy łożyskowej 15, która współpracuje z czopem mimośrodowym 3. Promieniowe otwory w korpusie 1, w których zabudowane są zespoły tłoczkowe zamknięte są od zewnątrz jednokierunkowymi zaworami napływowymi 8, z grzybkowym członem zamykającym 9. Wewnątrz każdego tłoczka 5 znajduje się sprężyna 11, jednym końcem oparta o dno wybrania w tłoczku 5 a drugim o grzybkowy człon zamykający 9 zaworu napływowego 8. Dwukierunkowe oddziaływanie sprężyny 11 powoduje docisk członu zamykającego 9 do gniazda 10 zaworu napływowego 8 oraz tłoczka 5 w kierunku czopa mimośrodowego 3. Siła sprężyny 11 jest zmienna, zależna od aktualnych położenia czopa mimośrodowego 3 i członu zamykającego 9, na który oddziałuje różnica ciśnień po obu stronach grzybka. Korpus 1 objęty jest na całym obwodzie przez osłonę profilowaną 28, tworzącą pierścieniowy kolektor napływowy 12 zasilany z pompy wirowej przez gniazdo wlotowe 29 cieczą hydrauliczną o ciśnieniu podwyższonym. Odpowiednio dobrany kształt osłony profilowanej 28 zapewnia wymagany docisk promieniowy i szczelność połączenia na prawym obrzeżu, przeciwległym do kołnierza mocującego. Rozwiązanie z osłoną profilowaną 28 łączoną przez poosiowe nasunięcie na korpus 1 pompy jest bardzo korzystne z uwagi na łatwą dostępność do zespołów tłoczkowych. Z powierzchni czołowej korpusu 1, prostopadle do osi tłoczków 5 wykonane są otwory łączące się z komorami wyporowymi 7 bezpośrednio pod zaworem napływowym 8. W otwory te wkręcone są jednokierunkowe zawory tłoczne 13, zamknięte z zewnątrz pokrywami. Przestrzeń między zaworami tłocznymi 13 a pokrywami połączone są przez pierścieniowe wytoczenie z obwodową wnęką, przykrytą od zewnątrz przez nakręcaną pokrywę pierścieniową. Obwodowa przestrzeń wnęki stanowi kolektor wysokiego ciśnienia 14, z gniazdem wylotowym 30 wyprowadzonym na czoło korpusu 1. Powierzchnie robocze łożyskowania wału 2 oraz powierzchnie współpracy czopa mimośrodowego 3, stóp łożyskowych 15, czo-

pów kulistych 16 i popychaków 17 smarowane są olejem doprowadzanym pod ciśnieniem przez obrotowe przyłącze olejowe 22, wbudowane w czop napędów peryferyjnych 21. Olej płynący przez kanał osiowy 20 i kanał promieniowy 19 w czopie mimośrodowym 3 wypływa przemiennie do przestrzeni łożysk tocznych 4 i w otwory w stopach łożyskowych 15. Przez kanał zakończony osadzonym w czopie kulistym 16 zaworem jednokierunkowym 18 olej doprowadzany jest do przestrzeni współpracy z gniazdem popychaka 17. Średnica czopa kulistego 16 jest nieco większa od średnicy współpracującego z nim gniazda w popychaku 17. Wynikające z takiej geometrii cyklicznie sprężyste odkształcenia strefy obrzeża ścianki gniazda kulistego popychaka 17 skutkują pompowym zjawiskiem zmieniającej się objętości w tak ograniczonej mikroprzestrzeni. Olej dopływający do niej przez zawór jednokierunkowy 18 w fazie odciążenia tłoczka 5 - podczas napełniania komory wyporowej 7, zostaje następnie w fazie sprężania cieczy hydraulicznej gwałtownie sprężony. W wyniku uzyskane zostają dobre warunki smarowania wysoko obciążonej strefy współpracy na obrzeżu czaszy i mniejsze zużycie powierzchni trących.

Tłoczek 5 smarowany jest olejem doprowadzanym w strefę między uszczelnieniami przez otwory w cylindercu 6 i kanał 24 połączony z kolektorem olejowym 25. Kolektor olejowy 25 utworzony jest przez zamknięcie przestrzeni prostopadłego naroża na korpusie 1 nakręconym pierścieniem o zukosowanej krawędzi wewnętrznej. Z powierzchni czołowej pierścienia wykonane jest gniazdo doprowadzenia oleju, do którego przyłączony jest przewód oleju o ciśnieniu zredukowanym do wartości 10-12 bar.

Pompa włączona jest w zamknięty układ smarowania poprzez grawitacyjny odpływ oleju z korpusu 1, prowadzony przez otwory w tulejach kołnierzowych, kanały spływowe 31 i gniazdo obcieków 32. Rozwiązanie przybliżone jest pokazanym na fig. 5 fragmentem przekroju korpusu 1.

Przetłaczaną przez pompę cieczą hydrauliczną jest emulsja wodno-olejowa o zawartości oleju od 3 do 5%. W początkowej fazie rozruchu pompy, przy niskiej prędkości obrotowej wału 2 ciśnienie w kolektorze napływowym 12 - zasilanym z pompy wirowej pierwszego stopnia i napędzanej przekładnią pasową od czopa napędów peryferyjnych 21 - jest za niskie by w zakresie dolnych mimośrodowych położeniach tłoczków 5 wystąpiło otwieranie zaworu napływowego 8. Komora wyporowa 7 nie jest napełniana cieczą hydrauliczną, obciążenie elementów jest nieznaczne. Przy prędkościach rzędu 1150 obr/min ciśnienie w kolektorze napływowym 12 osiąga wartości powodujące otwieranie grzybkowego członu zamykającego 9 i napełnianie cieczą komór wyporowych 7. Pompa rozpoczyna tłoczyć ciecz hydrauliczną do kolektora wysokiego ciśnienia 14.

Prawidłowe smarowanie pompy wielotłoczkowej zapewnia zewnętrzna pompa olejowa, włączona w zamknięty obieg oleju. Najprostszym, pewnym rozwiązaniem, zapewniającym skuteczne smarowanie par trących w całym zakresie zmiennych warunków pracy jest napęd pompy olejowej przez własny silnik elektryczny. Możliwym jest również napęd pompy przekładnią pasową z czopa napędów peryferyjnych 21. Wynika to z faktu, że w warunkach rozruchu już przy prędkości obrotowej wału 2 około 350 obr/min pompa olejowa wytwarza ciśnienie o wartości około 60% ciśnienia nominalnego a ciśnienie w kolektorze olejowym 25 osiąga wartość 10 bar wymaganą dla smarowania tłoczków 5 - co dla nieobciążonych elementów całkowicie zabezpiecza potrzeby prawidłowego smarowania.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Wielotłoczkowa pompa promieniowa, zasilana cieczą hydrauliczną o podwyższonym ciśnieniu, posiadająca ułożyskowany w korpusie wał, którego czop mimośrodowy napędza usytuowane promieniowo zespoły tłoczkowe, z tłoczkami osadzonymi w cylindercach zamocowanych w korpusie i poosiowo obciążonych przez sprężyny w kierunku osi wału, ponadto w której komory wyporowe każdego z zespołów tłoczkowych połączone są przez jednokierunkowe zawory napływowe z kolektorem napływowym podwyższonego ciśnienia a przez zawory tłoczne z kolektorem wysokiego ciśnienia, **znamienna tym**, że w każdym zespole tłoczkowym między tłoczkiem (5) i współosiowo usytuowanym zaworem napływowym (8) zabudowana jest sprężyna (11), oparta na członie zamykającym (9) zaworu napływowego (8).

2. Pompa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że tłoczki (5) mają postać drążonych nurników, skierowanych denkiem w stronę osi wału (2).

3. Pompa według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że między czopem mimośrodowym (3) a tłoczkami (5) ma popychaki (17), zabudowane w promieniowych prowadnicach.

4. Pompa według zastrz. 3, **znamienna tym**, że każdy z popychaków (17) opiera się przez czop kulisty (16) na stopie łożyskowej (15), współpracującej z czopem mimośrodowym (3).

5. Pompa według zastrz. 4, **znamienna tym**, że średnica czopa kulistego (16) jest większa od średnicy współpracującego z nim gniazda kulistego w popychaku (17) oraz że w czopie kulistym (16) osadzony jest zawór jednokierunkowy (18) połączony przez kanał promieniowy (19) i osiowy (20) z obrotowym przyłączem olejowym (22), wbudowanym w wystający z korpusu (1) czop napędów peryferyjnych (21).

6. Pompa według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że tłoczek (5) od strony wału (2) ma dodatkowe uszczelnienie (23) a w strefę między uszczelnieniami doprowadzone są kanały (24) połączone z kolektorem olejowym (25).

7 Pompa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że na obwodzie korpusu (1) ma szczelnie zamocowaną osłonę profilowaną (28) kolektora napływowego (12).

8. Pompa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że wał (2) podparty jest na dwóch, obejmujących czop mimośrodkowy (3) łożyskach tocznych (4), na zewnątrz których zamocowane są przeciwwagi (26) osłonięte pokrywami (27).

## Rysunki

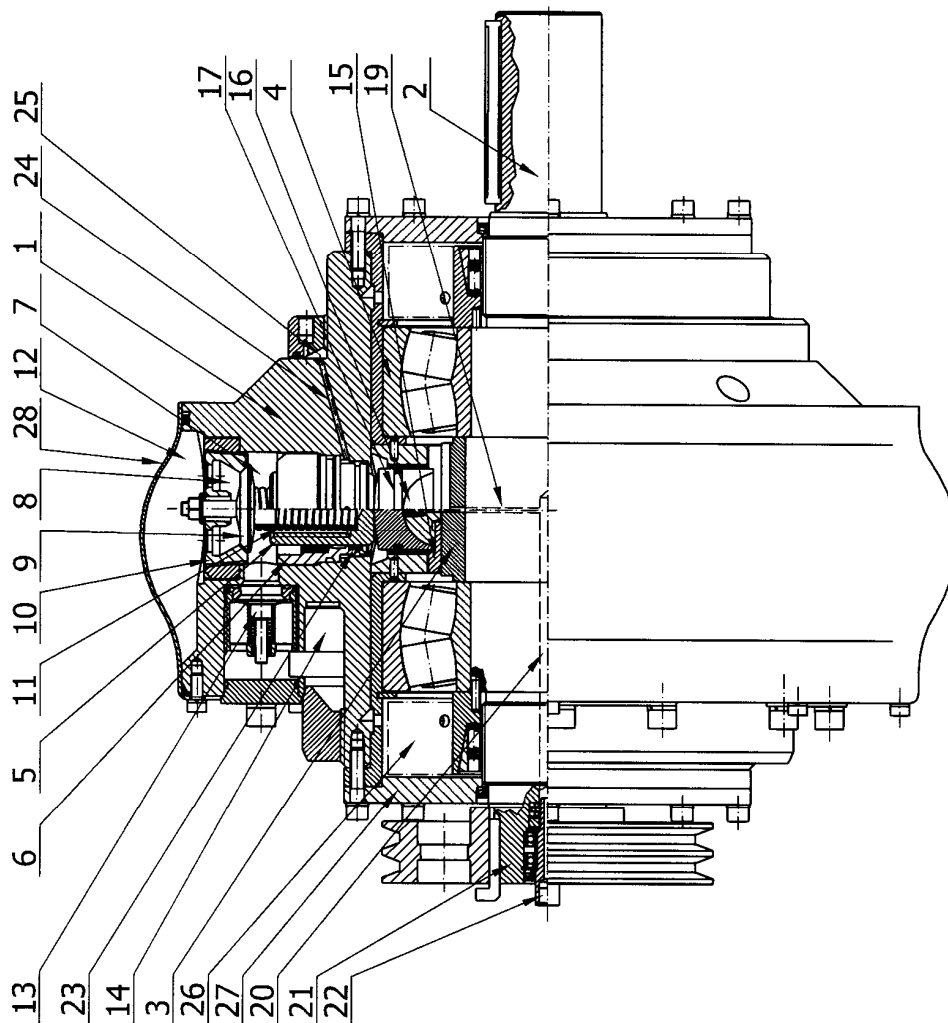


FIG.1

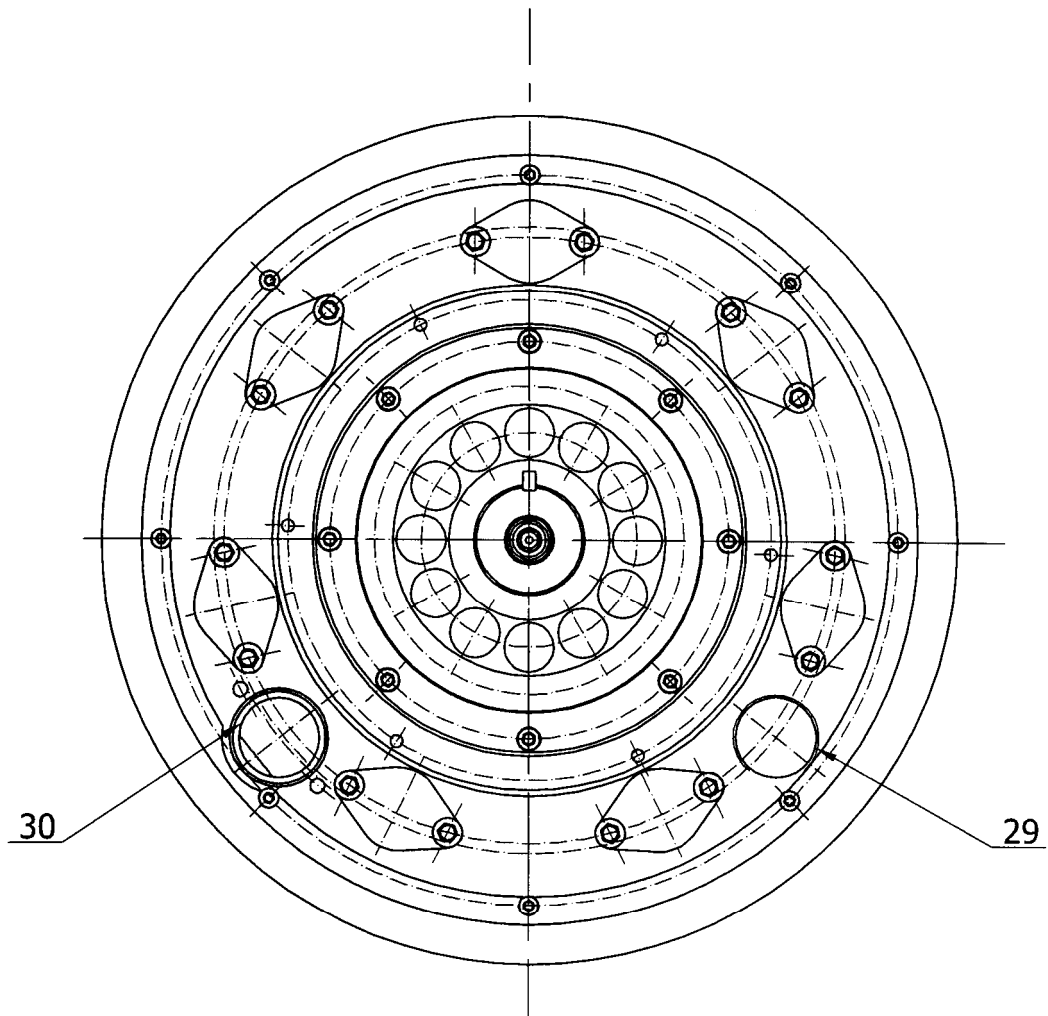


FIG.2

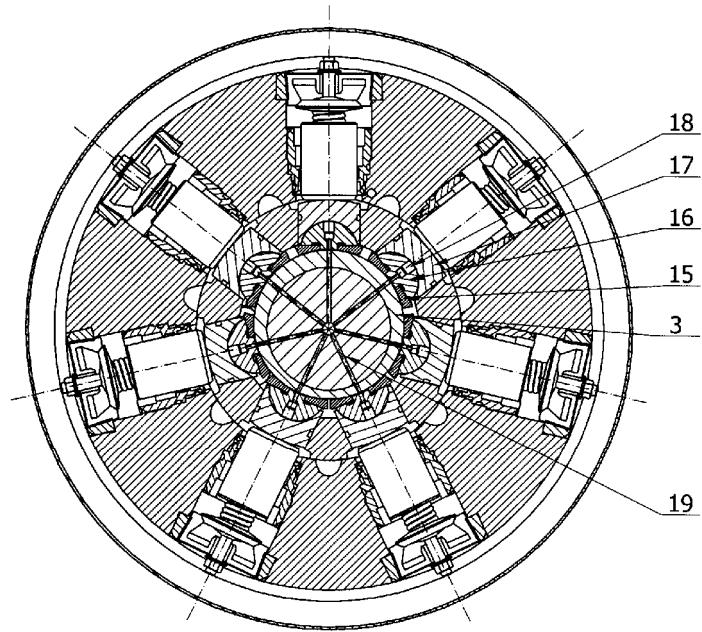


FIG.3

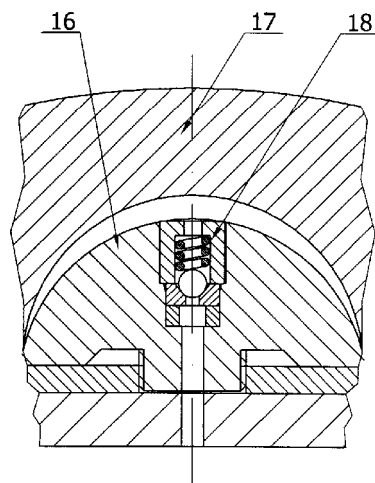


FIG.4

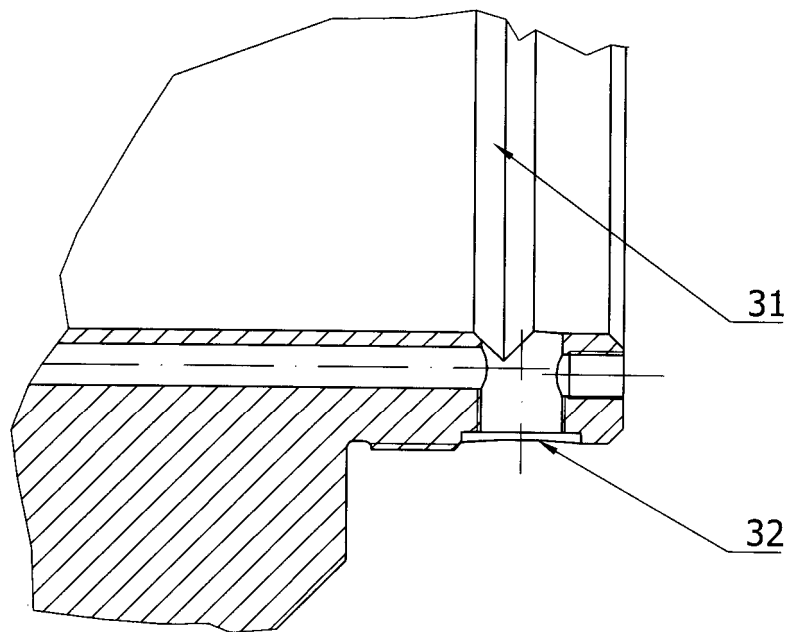


FIG. 5