

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245470 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **444677**

(22) Data zgłoszenia: **2023.04.28**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.13 BUP 46/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.08.05 WUP 32/2024**

(51) MKP:

F01C 3/06 (2006.01)

F04C 18/54 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

SOBCZUK HENRYK, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

HENRYK SOBCZUK, Warszawa, PL

GRZEGORZ WAŁOWSKI, Głuszyca, PL

(54) Tytuł:

Maszyna rotacyjna

PL 245470 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest maszyna rotacyjna o kulistym tłoku, która może być stosowana jako urządzenie do konwersji energii cieplnej na mechaniczną, silnik wewnętrzznego spalania, silnik parowy, pompa, kompresor, dmuchawa lub inne tego rodzaju, posiadająca komorę o sferycznej wewnętrznej powierzchni i z kulistym tłokiem.

Dotychczas znane są maszyny o wirującym tłoku, które umożliwiają względnie ciągłą i jednorodną pracę. Maszyna o kulistym tłoku znana z dokumentu US4021158A, charakteryzuje się mimośrodowym ruchem tłoków uruchamianych skomplikowanym układem kół zębatach będącym częścią maszyny. Mechanizm rotacyjny do zmiany objętości znana z dokumentu US4877379A charakteryzuje się mimośrodowym ruchem rotora, posiada uszczelnienia krawędziowe, a kształt komory roboczej w minimum objętości jest nieoptymalny do zastosowania, jako silnik o wewnętrznym spalaniu. Maszyna rotacyjna według dokumentu US517142A posiada konstrukcję, w której przeciwległe osie poruszają się z nierównomierną prędkością, co powoduje naprężenia i drgania skrętne podczas obrotów.

Maszyna rotacyjna o kulistym tłoku, według dokumentu PL212021B1 posiada komorę sferyczną, której wewnętrzna ściana jest co najmniej w części sferyczna. W komorze sferycznej umieszczone są dwa wirniki, każdy zamontowany obrotowo względem swojej osi, zaś osie wirników tworzą kąt ostry z podłużną osią główną maszyny i przechodzą przez środek komory sferycznej. Maszyna ma tłok zamontowany w komorze sferycznej, składający się z dwu części i połączony przegubowo do każdego z wirników w strefie przebiegającej poprzecznie do osi obrotu wirników.

Problemem technicznym do rozwiązania jest wytworzenie silnika lub sprężarki nowego systemu o obniżonej masie i zredukowanych wibracjach w porównaniu do rozwiązań istniejących. Wszystkie części opisanej maszyny rotacyjnej poruszają się ruchem obrotowym wokół własnej osi lub ruchem wirującym wokół punktu zbliżonego do środka ciężkości części, co umożliwi znaczne zwiększenie prędkości obrotowej urządzenia w porównaniu do maszyn tłokowych. Umieszczenie wału maszyny wzdłuż osi komory kulistej umożliwia zmniejszenie całkowitych wymiarów maszyny i jej ciężaru, co jest istotną zaletą w porównaniu z istniejącymi rozwiązaniami.

Przedmiotem wynalazku jest maszyna rotacyjna o kulistym tłoku, posiadająca obudowę, której ściany ograniczają komorę posiadającą w środkowej części sferyczne powierzchnie. W komorze ograniczonej przez sferyczne powierzchnie umieszczone są dwa wirniki o sferycznej powierzchni zewnętrznej, każdy zamontowany obrotowo względem swojej osi, zaś ich osie przecinają się ze sobą i z podłużną osią główną oraz każda z nich tworzy kąt ostry z podłużną osią główną maszyny przechodzącej przez środek komory ograniczonej przez sferyczną powierzchnię. W komorze ograniczonej przez sferyczne powierzchnie pomiędzy wirnikami znajduje się tłok składający się z dwóch części. Pierwsza część tłoka połączona jest za pomocą połączenia przegubowego, w którym pierwsza część tłoka posiada od strony pierwszego wirnika część w kształcie walcowym, której powierzchnia walcowa styka się z powierzchnią walcową wgłębienia znajdującego się na powierzchni pierwszego wirnika oraz druga część tłoka połączona jest za pomocą połączenia przegubowego, w którym druga część tłoka posiada od strony drugiego wirnika część w kształcie walcowym, którego powierzchnia walcowa styka się z powierzchnią walcową wgłębienia znajdującego się na powierzchni drugiego wirnika. Osie powierzchni walcowych są ułożone do siebie prostopadłe. Komora, ograniczona przez sferyczne przestrzenie obudowy, podzielona jest na rozdzielne komory, z których pierwsza połowa komór ograniczona jest poprzez ścianę pierwszego wirnika, sferyczną powierzchnię obudowy oraz powierzchnię walcową pierwszej części tłoka. Druga połowa komór ograniczona jest poprzez ścianę drugiego wirnika, sferyczną powierzchnię obudowy oraz powierzchnię walcową drugiej części tłoka. Każdy z wirników połączony jest, od strony przeciwległej do części tłoków, ze swoim wałem, których odpowiednio oś obrotu pokrywa się z osią obrotu wirnika. **Jej istotą jest to, że** sprzężenie mechaniczne każdego z wirników polega na tym, że w osi każdego z wirników i wałów oraz tłoków znajdują się przelotowe otwory. Z wałami sprzężone są nie obrotowo wewnętrzne koła zębate. W otworach wirników, wałów oraz części tłoków znajduje się wał główny z osadzonymi na nim kołami zębatymi, które zazębiają się z zębami wewnętrznych kół zębatach. Pierwsza połowa komór ograniczona jest dodatkowo poprzez powierzchnię styku drugiej części tłoka. Druga połowa komór ograniczona jest dodatkowo poprzez powierzchnię styku pierwszej części tłoka. Opcjonalnie otwory w osi każdego z wirników i wałów posiadają kształt stożka ściętego albo walca.

Maszyna rotacyjna o sferycznej komorze tłoku, może być zastosowana do pracy, jako urządzenie rotacyjne do konwersji energii, silnik wewnętrzznego spalania, silnik parowy, pompa, kompresor, dmuchawa, maszyna ekspansyjna lub kompresyjna, lub inne urządzenie tego rodzaju i jako taka ma wysokie

walory użytkowe. Korzystnym skutkiem wynalazku jest nowy mechanizm, w którym można osiągnąć cykliczną zmianę objętości przy efektywnym wykorzystaniu zalet ogólnie posiadanych przez maszyny rotacyjne. Inną zaletą tego wynalazku jest nowy, rotacyjny mechanizm z poprawionymi charakterystykami operacyjnymi. W szczególności jest on wolny od ograniczenia na kształt i minimalną objętość komory roboczej. Inną cechą maszyny jest to, że wszystkie elementy wykonują ruch obrotowy wokół osi przebiegających w pobliżu ich środka masy. Maszyna umożliwia uzyskanie wysokiego stopnia sprężania lub rozprężania, bez wewnętrznych ograniczeń, co wynika z tego, że komora robocza w stanie minimalnej objętości, nie zawiera istotnych elementów współpracujących ze sobą ślizgowo, a przez to może mieć kształt dostosowany wyłącznie do tej funkcji. Konstrukcja maszyny umożliwia zastosowanie uszczelnień powierzchniowych wirnika i tłoka, nie są tu stosowane uszczelnienia krawędziowe. W przypadku użycia maszyny jako pompy lub dmuchawy, uszczelnienia mogą być pominięte, zależnie od rodzaju płynu roboczego lub rodzaju zastosowania. Maszyna rotacyjna o kulistym tłoku, ma typowo cztery komory robocze. Każda komora robocza podlega pełnemu cyklowi zmian objętości podczas jednego obrotu wirnika. Ruch tłoka odbywa się względem osi chwilowej, która przechodzi w każdym momencie przez środek komory sferycznej oraz w pobliżu środka masy tłoka, zatem ruch wszystkich części maszyny jest ogólnie obrotowy, więc maszyna może rozwijać wyższe prędkości obrotowe niż maszyny o posuwisto-zwrotnym ruchu tłoka. Ze względu na to, że cykle odpowiadające ssaniu, sprężaniu, pracy i wydechu mogą być łatwo zorganizowane, mechanizm ma szerokie zastosowanie w szczególności, jako kompresor lub silnik o wewnętrznym spalaniem.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

- Fig. 1 – Widok maszyny rotacyjnej z góry,
- Fig. 1.1 – przekrój maszyny rotacyjnej wzdłuż linii A-A z fig. 1,
- Fig. 2.1 - widok maszyny rotacyjnej z boku, bez komory, przy kącie obrotu wirników 0° ,
- Fig. 2.2 – widok maszyny rotacyjnej z boku, bez komory, przy kącie obrotu wirników 15° ,
- Fig. 2.3 – widok maszyny rotacyjnej z boku, bez komory, przy kącie obrotu wirników 30° ,
- Fig. 2.4 – widok maszyny rotacyjnej z boku, bez komory, przy kącie obrotu wirników 45° ,
- Fig. 2.5 – widok maszyny rotacyjnej z boku, bez komory, przy kącie obrotu wirników 90° ,
- Fig. 2.6 – widok maszyny rotacyjnej z boku, bez komory, przy kącie obrotu wirników 180° ,
- Fig. 3.1 – widok maszyny rotacyjnej perspektywiczny, w rozstrzeleniu od pierwszej strony,
- Fig. 3.2 – widok maszyny rotacyjnej perspektywiczny, w rozstrzeleniu od drugiej strony,
- Fig. 4 – widok perspektywiczny koło zębate wału głównego,
- Fig. 5 – widok perspektywiczny zębate pierwszego wału o zazębieniu wewnętrznym,
- Fig. 6 – widok perspektywiczny pierwszej części tłoka,
- Fig. 7 – widok perspektywiczny drugiej części tłoka,
- Fig. 8 – widok z przodu wału,
- Fig. 9 – widok perspektywiczny pierwszego wirnika,
- Fig. 10 – widok perspektywiczny drugiego wirnika.

Przykładowa realizacja maszyny rotacyjnej o kulistym tłoku została opisana w oparciu o rysunek fig. 1. Maszyna składa się z obudowy 1 zawierającej komorę, której ściany ograniczają komorę posiadającą w środkowej części sferyczne powierzchnie 1.1, zaś w komorze ograniczonej przez sferyczne powierzchnie 1.1 umieszczone są dwa wirniki 2, 3 o sferycznej powierzchni zewnętrznej. Średnice zewnętrzne wirników 2, 3 odpowiadają średnicy sferycznej powierzchni 1.1 komory. Umożliwia to ruch obrotowy pierwszego wirnika 2 wokół osi L1 oraz drugiego wirnika 3 wokół osi L2 w komorze 1. Każdy wirnik 2 i 3 ma ogólną formę odcinka kuli ograniczonego przez powierzchnie walcowe 2.1, oraz powierzchnie 2.2 i 2.3 powstające przez przecięcie kuli przez płaszczyzny poprzeczne do osi L1 oraz powierzchnie walcowe 3.1, oraz powierzchnie 3.2 i 3.3 powstające przez przecięcie kuli przez płaszczyzny poprzeczne do osi L2. Osie L1, L2 wirników 2, 3 przecinają się ze sobą i z podłużną osią główną L oraz każda z nich tworzy kąt ostry α z podłużną osią główną L maszyny przechodzącą przez środek komory ograniczonej przez sferyczną powierzchnię 1.1, w komorze ograniczonej przez sferyczne powierzchnie 1.1 pomiędzy wirnikami 2, 3 znajduje się tłok składający się z dwóch części 4, 5. Pierwsza część tłoka 4 połączona jest z pierwszym wirnikiem 2 za pomocą połączenia przegubowego, w którym pierwsza część tłoka 4 posiada od strony pierwszego wirnika 2 część w kształcie walcowym, której powierzchnia walcowa 4.1 styka się z powierzchnią walcową 2.1 wgłębienia znajdującego się na powierzchni pierwszego wirnika 2 oraz druga część tłoka 5 połączona jest za pomocą połączenia przegubowego z drugim wirnikiem 3, w którym druga część tłoka 5 posiada od strony drugiego wirnika 3 część

w kształcie walcowym, którego powierzchnia walcowa 5.1 styka się z powierzchnią walcową 3.1 wgłębnienia znajdującego się na powierzchni drugiego wirnika 3. Osie powierzchni walcowych L3, L4 są ułożone do siebie prostopadłe. Komora, ograniczona przez sferyczne przestrzenie 1.1 obudowy 1, podzielona jest na rozdzielne komory V1, V2, V3, V4, z których pierwsza połowa komór V1, V3 ograniczona jest poprzez ścianę 2.2 i ścianę 2.3 pierwszego wirnika 2, sferyczną powierzchnię 1.1 obudowy 1 oraz powierzchnię walcową 4.1 pierwszej części tłoka 4 a także poprzez powierzchnię styku 5.2 drugiej części tłoka 5. Druga połowa komór V2, V4 ograniczona jest poprzez ścianę 3.2 i ścianę 3.3 drugiego wirnika 3, sferyczną powierzchnię 1.1 obudowy 1 oraz powierzchnię walcową 5.2 drugiej części tłoka 5 a także powierzchnię styku 4.2 pierwszej części tłoka 4. Każdy z wirników 2, 3 połączony jest, od strony przeciwległej do części tłoków 4, 5, ze swoim wałem 6, 7, których odpowiednio oś obrotu pokrywa się z osią obrotu wirnika 2, 3. Sprzężenie mechaniczne każdego z wirników 2, 3 polega na tym, że w osi każdego z wirników 2, 3 i wałów 6, 7 oraz tłoków 4, 5 znajdują się przelotowe otwory. Z wałami 6, 7 sprzężone są nie obrotowo wewnętrzne koła zębate 8, 9. W otworach wirników 2, 3, wałów 6, 7 oraz części tłoków 4, 5 znajduje się wał główny 10 z osadzonymi na nim kołami zębatymi 11, 12, które zazębiają się z zębami wewnętrznych kół zębatych 8, 9. Wał główny 10 podparty jest obrotowo na łożyskach 13, 14 umieszczonych w obudowie 1, a każdy z wałów 6, 7 podparty jest łożyskiem 15, 16 umocowanych w obudowie 1.

Części 4 i 5 tłoka są ruchome względem wirników 2 i 3 oscylacyjnie w strefie połączeń przegubowych, utworzonych przez powierzchnie cylindryczne 4.1 tłoka 4 oraz powierzchnię 2.1 wirnika 2 i powierzchnie cylindryczne 5.1 tłoka 5 i powierzchnię 3.1 wirnika 3, których osie L3 i L4 przebiegają przez środek kuli wyznaczonej przez wewnętrzną ściankę 1.1 komory sferycznej 1.1. Osie przegubów stanowią osie L3 i L4 powierzchni cylindrycznych 2.1 i 3.1, które przecinają się pod kątem zbliżonym do prostego. Obie części 4 i 5 tłoka mogą poruszać się po powierzchni styku 4.2 i 5.2 obrotowo względem siebie. Części te obracają się względem siebie, co najmniej w niewielkim zakresie kątów, tak by umożliwić obrót wirników 2 i 3 z jednakową prędkością kątową, względem ich osi L1 i L2. Powierzchnie 4.1 i 5.1 tłoka 4 i 5 przystają do powierzchni 2.1 i 3.1 wirników 2 i 3 i stanowią powierzchnie poślizgu podczas, gdy części 4 i 5 tłoka wykonują ruch oscylacyjny względem wirników 2 oraz 3 podczas obrotu. Wały 6 i 7 wystają z komory kulistej 1.1 przez otwory scentrowane na osiach L1 i L2. Każdy wał 6 i 7 jest zamocowany obrotowo w obudowie 1 przez łożyskowania 15 i 16. Maszyna posiada mechanizm sprzęgający wirniki 2, 3 do synchronicznego obrotu względem osi L1 i L2 w przeciwnych kierunkach względem środka wewnętrznej ściany 1.1 komory sferycznej 1, który złożony jest z wałów 6 i 7 posiadających koła zębate 8 i 9, przymocowanych do wałów 6 i 7, wałka głównego 10, zamocowanego obrotowo do obudowy 1, przebiegającego przez środek komory sferycznej 1.1, mającego co najmniej dwa koła zębate: 11 zazębiane z kołem zębatym 8 i 12 zazębiane z kołem zębatym 9. Przełożenie pomiędzy kołami zębatymi 11 i 8 jest takie jak pomiędzy kołami zębatymi 9 i 12, co powoduje, że wirniki 2 i 3 obracają się synchronicznie. Obrót wałka głównego 10 powoduje obrót wirników 2 i 3 oraz części 4 i 5 tłoka. Wałek główny 10 zakończony jest złączem 19 służącym do doprowadzenia lub odprowadzenia energii mechanicznej. Typowo położenie początkowe wirników 2 i 3 ustala się w ten sposób, aby oś połączenia przegubowego jednego z nich była w płaszczyźnie pionowej a drugiego w płaszczyźnie poziomej, wtedy obie osie połączeń przegubowych L3 i L4 są pod kątem prostym. Nie jest to jednak krytyczne i inne, nieznacznie różniące się od opisanego, położenie jest możliwe.

Wewnętrzna powierzchnia sferyczna 1.1 maszyny i wirniki 2 i 3 ograniczają wolną przestrzeń o zmiennym kształcie, która jest podzielona przez tłok złożony z części 4 i 5 tłoka na oddzielne komory robocze V1, V2, V3 i V4. Objętość komór roboczych V1, V2, V3 i V4 zmienia się na skutek względnego ruchu części 4 i 5 tłoka oraz wirników 2 i 3, jednakże suma objętości wszystkich komór roboczych ma stałą wartość.

Kształt komór roboczych V1, V2, V3 i V4 może być modyfikowany przez zmianę kształtu powierzchni je ograniczających, w celu uzyskania optymalnego kształtu i objętości komory roboczej. W modyfikacjach, każdy wirnik i tłok może składać się z różnych części mechanicznych takich jak przeguby, połączenia, łożyska i uszczelnienia.

Ruch każdej części 4 i 5 tłoka jest nieco inny, więc obie te części poruszają się względem siebie obrotowo w zakresie pewnego, niewielkiego kąta względem osi prostopadłej do obu osi L3 i L4 przegubów i przechodzącej przez środek kuli określonej przez wewnętrzną ściankę 1.1 komory sferycznej. Ten ruch wzajemny części 4 i 5 tłoka jest oscylujący i w przykładowym rozwiązaniu, przebiega względem powierzchni 4.2 i 5.2 podziału tłoka na części 4 i 5 tłoka. Jednocześnie podczas obrotu wirników 2 i 3 tłok złożony z części 4 i 5 tłoka wykonuje oscylacyjny ruch względem osi połączenia przegubowego L3

i L4. Powierzchnie 4.2 i 5.2 tłoka 4 i 5 zbliżają się i oddalają od powierzchni 2.2 i 3.2 wirnika 2 i 3, gdy te obracają się, zmieniając cyklicznie wielkość objętości komór roboczych V1, V2, V3, V4. W prezentowanym, przykładowym rozwiązaniu maszyny istnieją cztery równoważne komory robocze V1, V2, V3, V4, które podlegają cyklicznym zmianom objętości w czasie każdego obrotu wirników 2 i 3. Objętość każdej komory roboczej zmienia się podczas obrotu od maksymalnej w położeniu górnym, na rysunku fig. 1, do minimalnej w położeniu dolnym. Każda komora robocza V1, V2, V3 i V4 podlega pełnemu cyklowi zmian objętości podczas każdego obrotu wirnika, a zatem całkowita zmiana objętości przypadająca na obrót wirnika jest równa czterokrotnej zmianie objętości komory roboczej.

Wykaz oznaczeń:

1. obudowa
 - 1.1. sferyczna powierzchnia
2. pierwszy wirnik
 - 2.1. ściana walcowa pierwszego wirnika
 - 2.2. pierwsza powierzchnia płaska pierwszego wirnika
 - 2.3. druga powierzchnia płaska pierwszego wirnika
 - L1 – oś obrotu pierwszego wirnika
3. drugi wirnik
 - 3.1. ściana walcowa drugiego wirnika
 - 3.2. pierwsza powierzchnia płaska drugiego wirnika
 - 3.3. druga powierzchnia płaska drugiego wirnika
 - L2 – oś obrotu drugiego wirnika
4. pierwsza część tłoka
 - 4.1. powierzchnia walcowa pierwszej części tłoka
 - 4.2. powierzchnia styku pierwszej części tłoka
 - L3 – oś powierzchni walcowej 4.1
5. druga część tłoka
 - 5.1. powierzchnia walcowa drugiej części tłoka
 - 5.2. powierzchnia styku drugiej części tłoka
 - L4 – oś powierzchni walcowej 5.1
6. pierwszy wał
7. drugi wał
8. koło zębate pierwszego wału o zazębieniu wewnętrznym
9. koło zębate drugiego wału o zazębieniu wewnętrznym
10. wał główny
11. pierwsze koło zębate wału głównego
12. drugie koło zębate wału głównego
13. pierwsze łożysko podpierające wał 10
14. drugie łożysko podpierające wał 10
15. łożysko podpierające wał 6
16. łożysko podpierające wał 7
17. dolot czynnika roboczego
18. wylot czynnika roboczego
19. złącze wału głównego 10

Zastrzeżenia patentowe

1. Maszyna rotacyjna o kulistym tłoku, posiadająca obudowę (1), której ściany ograniczają komorę posiadającą w środkowej części sferyczne powierzchnie (1.1), **zaś** w komorze ograniczonej przez sferyczne powierzchnie (1.1) umieszczone są dwa wirniki (2, 3) o sferycznej powierzchni zewnętrznej, każdy zamontowany obrotowo względem swojej osi (L1, L2), **zaś** ich osie (L1, L2) przecinają się ze sobą i z podłużną osią główną (L) oraz każda z nich tworzy kąt ostry (α) z podłużną osią główną (L) maszyny przechodzącej przez środek komory ograniczonej przez sferyczną powierzchnię (1.1), **natomiast** w komorze ograniczonej przez sferyczne powierzchnie (1.1) pomiędzy wirnikami (2, 3) znajduje się tłok składający się z dwóch części

(4, 5), **przy czym** pierwsza część tłoka (4) połączona jest za pomocą połączenia przegubowego, w którym pierwsza część tłoka (4) posiada od strony pierwszego wirnika (2) część w kształcie walcowym, której powierzchnia walcowa (4.1) styka się z powierzchnią walcową (2.1) wgłębienia znajdującego się na powierzchni pierwszego wirnika (2) **oraz** druga część tłoka (5) połączona jest za pomocą połączenia przegubowego, w którym druga część tłoka (5) posiada od strony drugiego wirnika (3) część w kształcie walcowym, którego powierzchnia walcowa (5.1) styka się z powierzchnią walcową (3.1) wgłębienia znajdującego się na powierzchni drugiego wirnika (3), **przy czym** osie powierzchni walcowych (L3, L4) są ułożone do siebie prostopadle, **natomiast** komora, ograniczona przez sferyczną powierzchnię (1.1) obudowy (1), podzielona jest na rozdzielne komory (V1, V2, V3, V4), z których pierwsza połowa komór (V1, V3) ograniczona jest poprzez ścianę (2.2) i ścianę (2.3) pierwszego wirnika (2), sferyczną powierzchnię (1.1) obudowy (1) oraz powierzchnię walcową (4.1) pierwszej części tłoka (4) **zaś** druga połowa komór (V2, V4) ograniczona jest poprzez ścianę (3.2) i ścianę (3.3) drugiego wirnika (3), sferyczną powierzchnię (1.1) obudowy (1) oraz powierzchnię walcową (5.1) drugiej części tłoka (5) **tudzież** każdy z wirników (2, 3) połączony jest, od strony przeciwległej do części tłoków (4, 5), ze swoim wałem (6, 7), których odpowiednio oś obrotu pokrywa się z osią obrotu wirnika (2, 3),

znamienna tym, że sprzężenie mechaniczne każdego z wirników (2, 3) polega na tym, że w osi każdego z wirników (2, 3) i wałów (6, 7) oraz tłoków (4, 5) znajdują się przelotowe otwory, **przy czym** z wałami (6, 7) sprzężone są nie obrotowo wewnętrzne koła zębate (8, 9), **natomiast** w otworach wirników (2, 3), wałów (6, 7) oraz części tłoka (4, 5) znajduje się wał główny (10) z osadzonymi na nim kołami zębatymi (11, 12), które zazębione są z zębami wewnętrznych kół zębatych (8, 9) **tudzież** pierwsza połowa komór (V1, V3) ograniczona jest dodatkowo poprzez powierzchnię (5.2) drugiej części tłoka (5), **zaś** druga połowa komór (V2, V4) ograniczona jest dodatkowo poprzez powierzchnię (4.2) pierwszej części tłoka (4).

2. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że otwory w osi każdego z wirników (2, 3) i wałów (6, 7) posiadają kształt stożka ściętego.
3. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że otwory w osi każdego z wirników (2, 3) i wałów (6, 7) posiadają kształt walca.

Rysunki

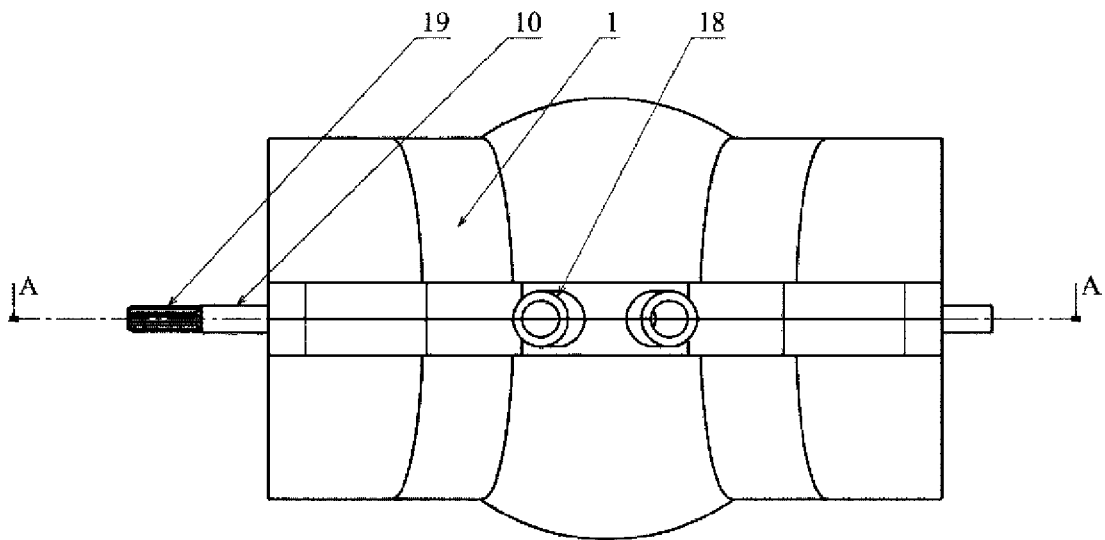


Fig. 1

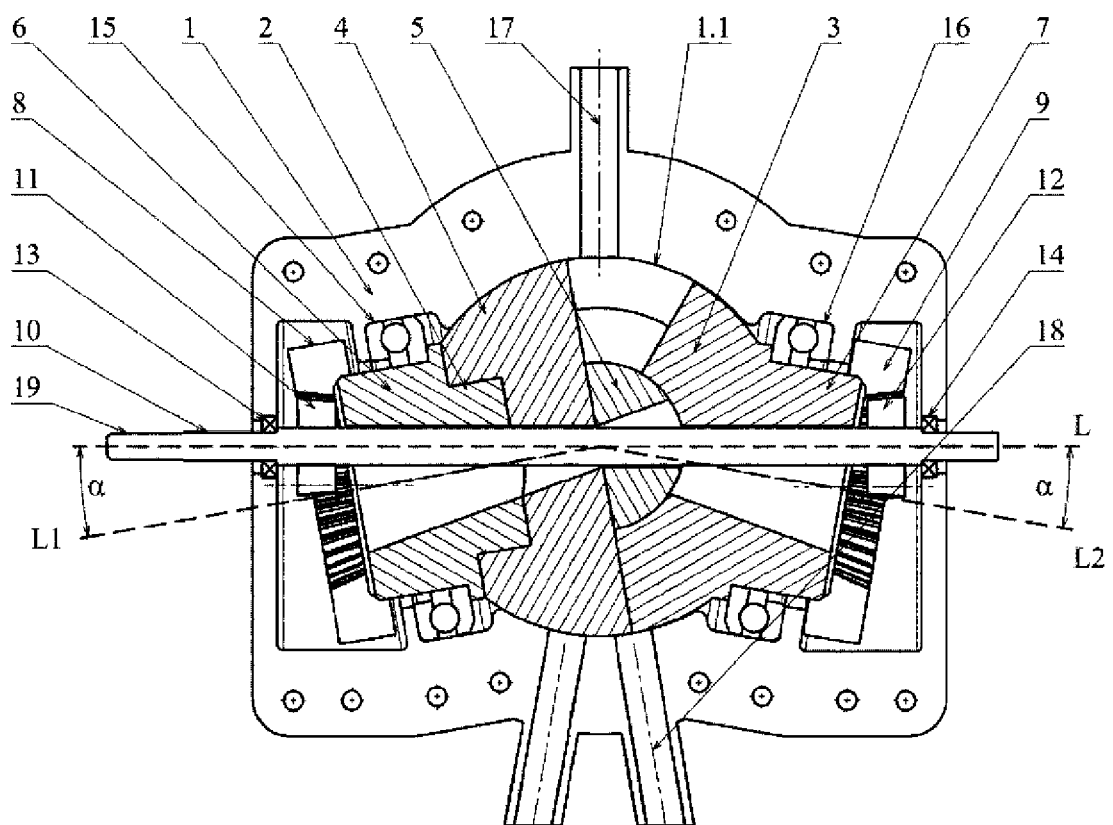


Fig. 1.1

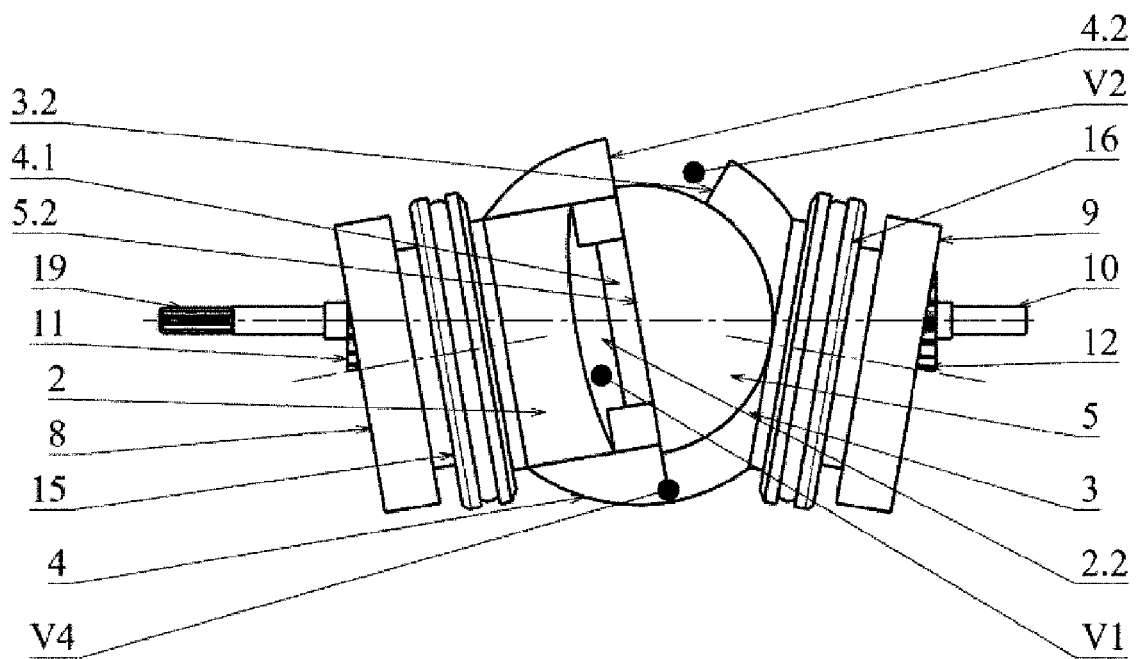


Fig.2.1

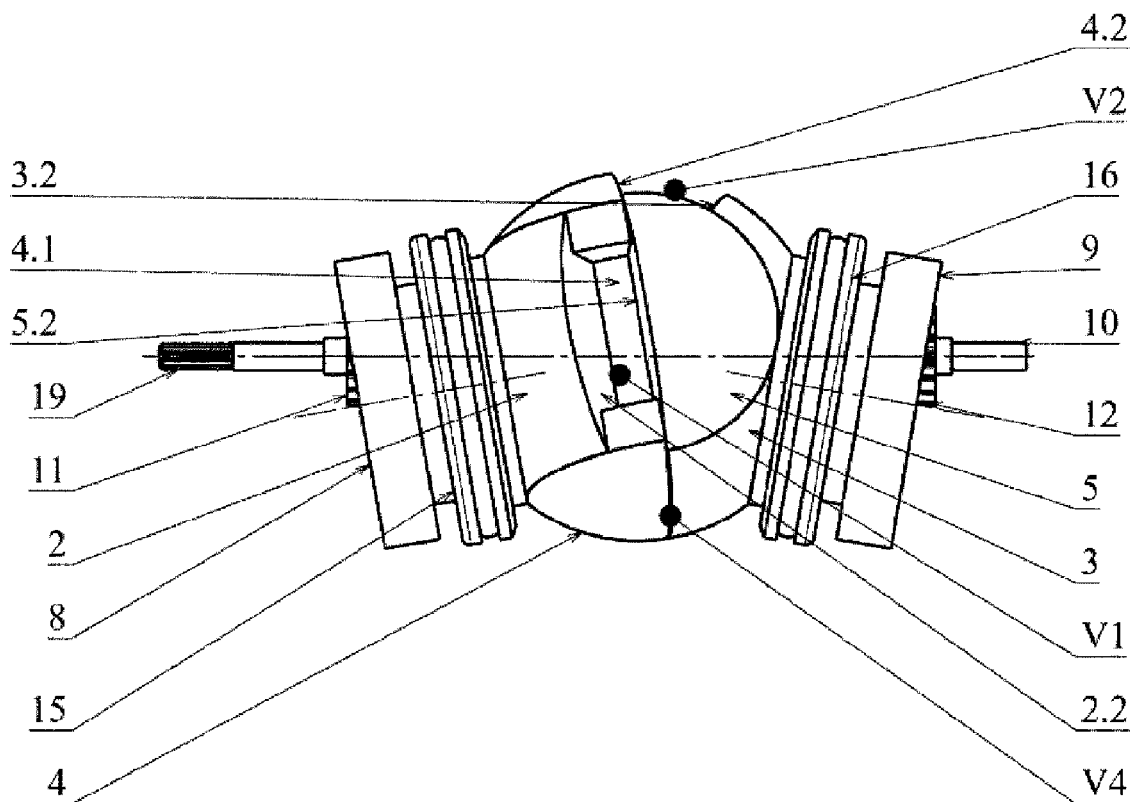


Fig.2.2

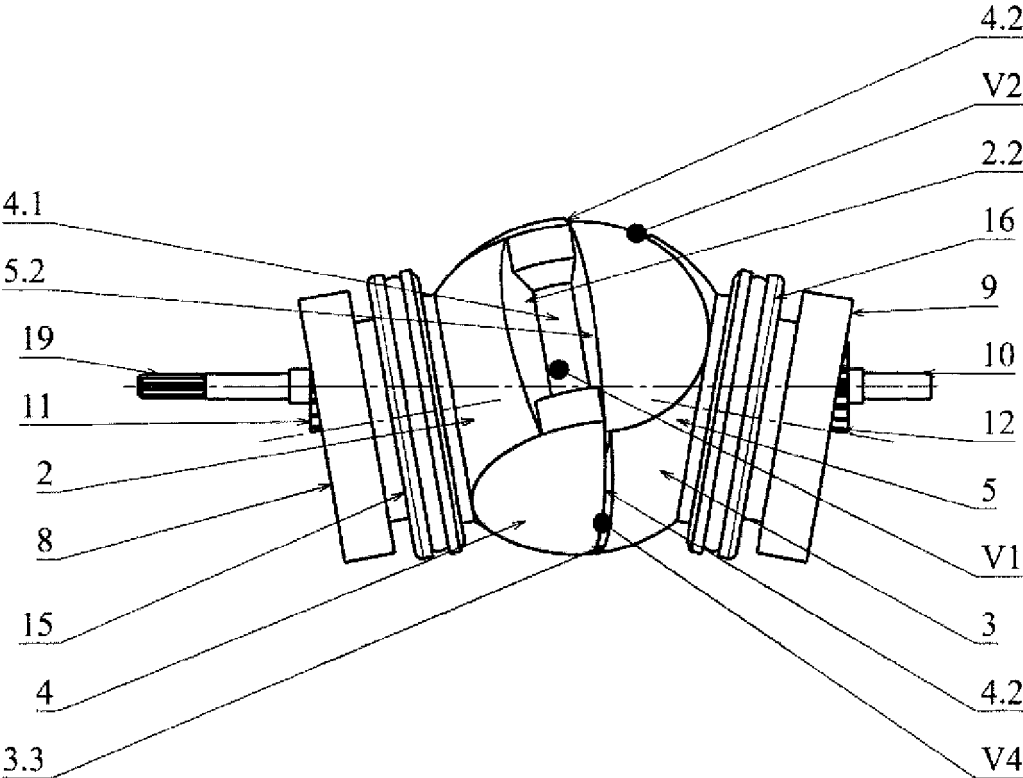


Fig.2.3

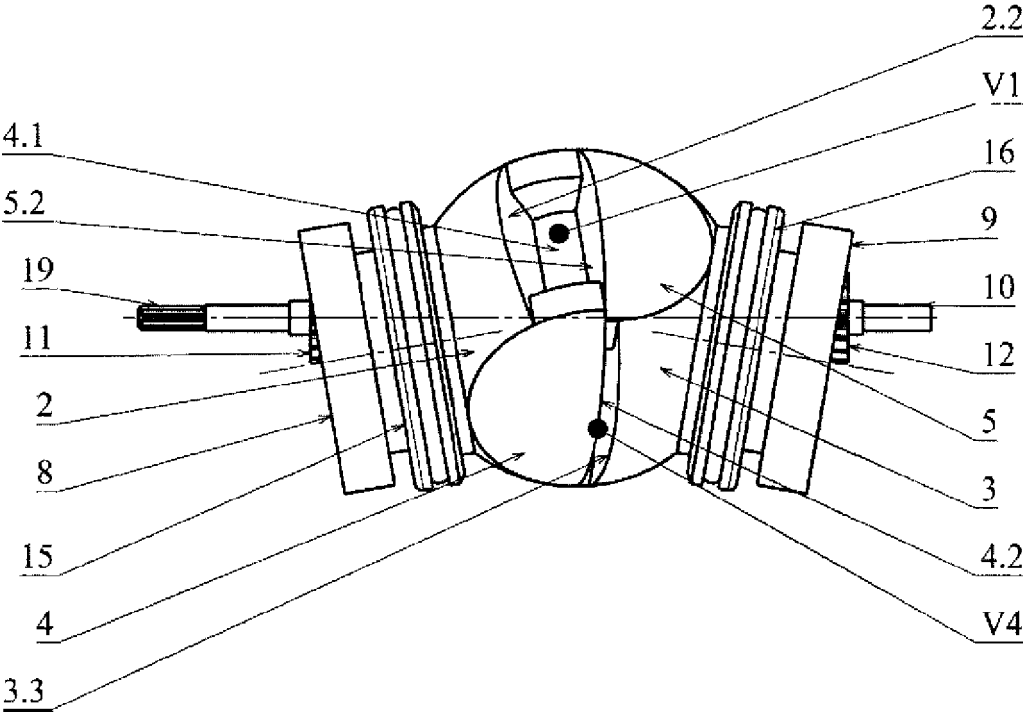


Fig.2.4

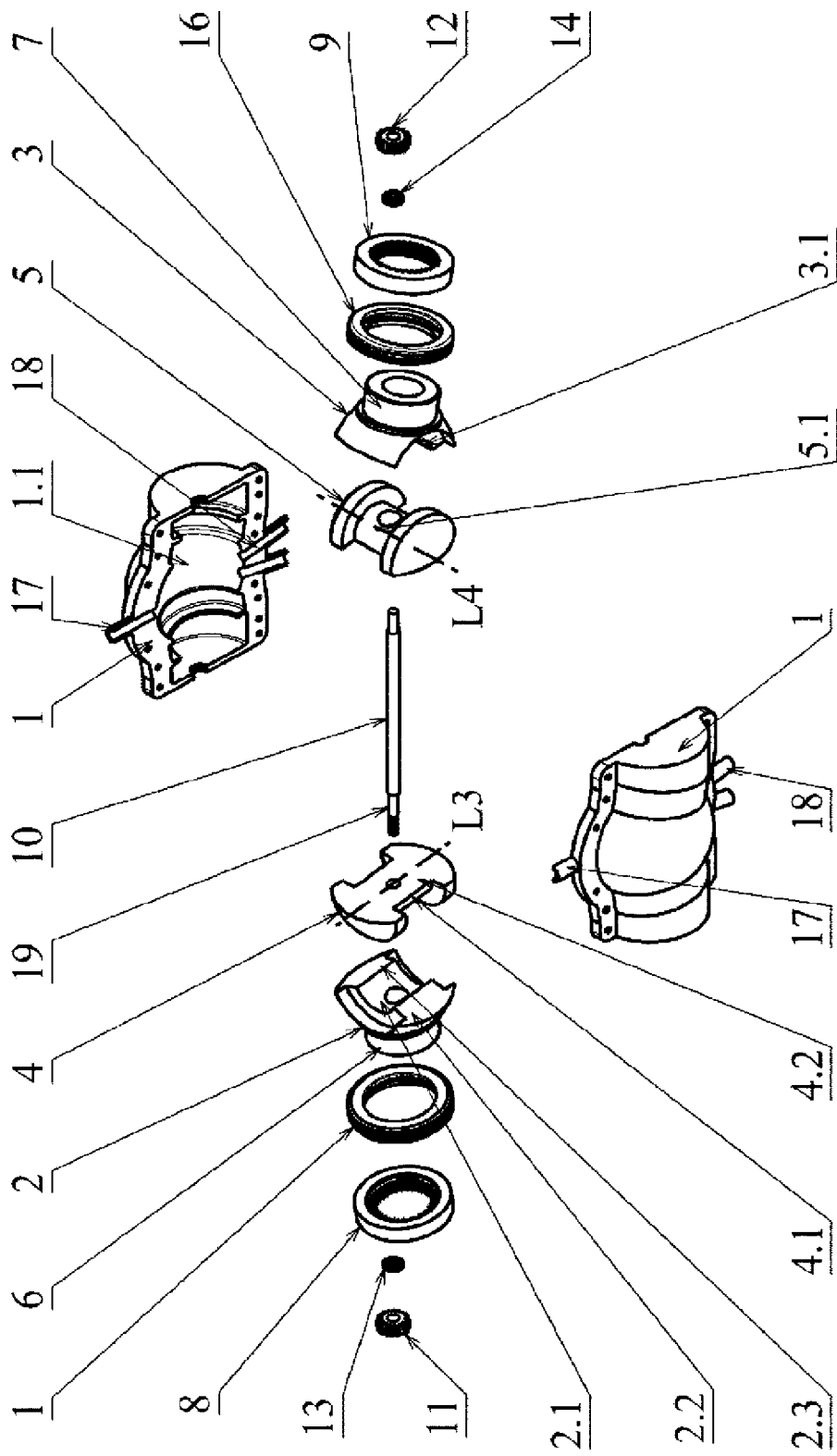


Fig.3.1

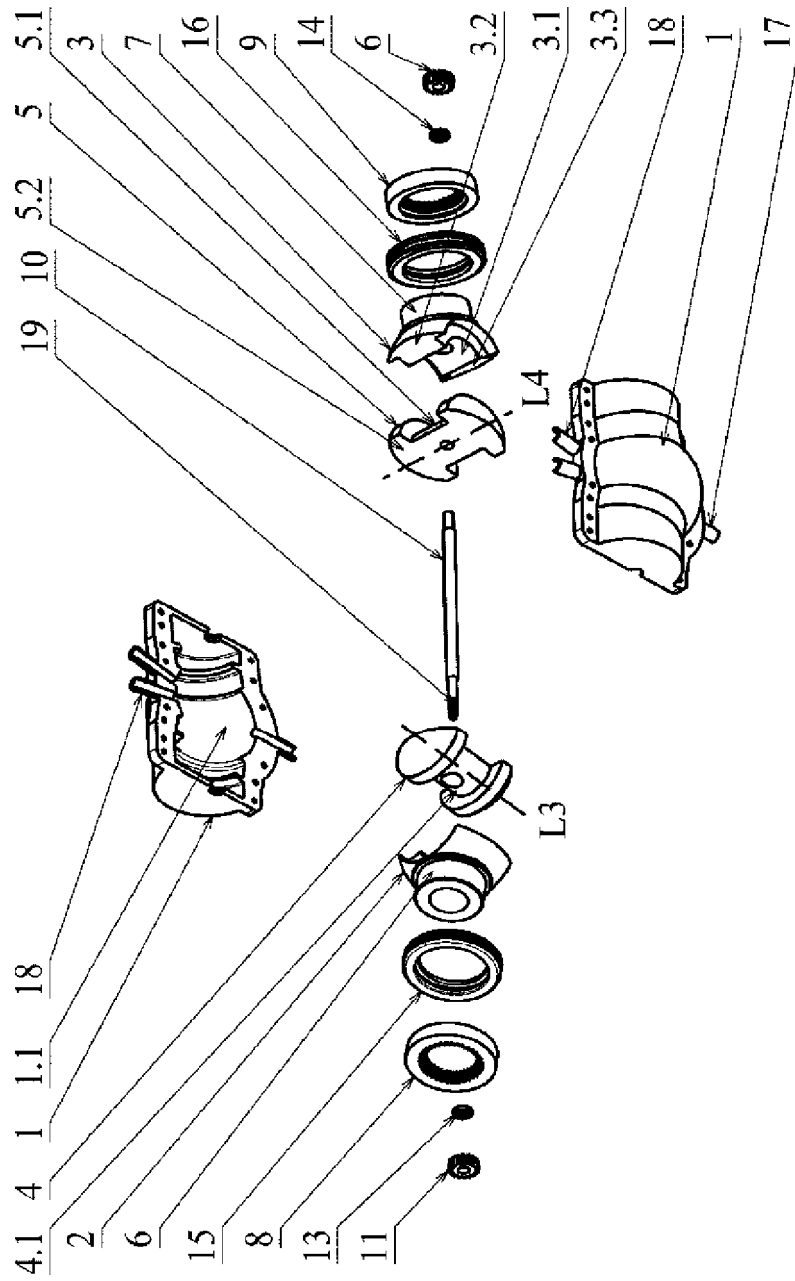


Fig.3.2

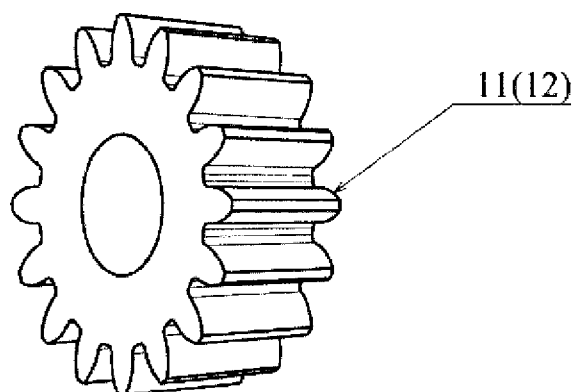


Fig. 4

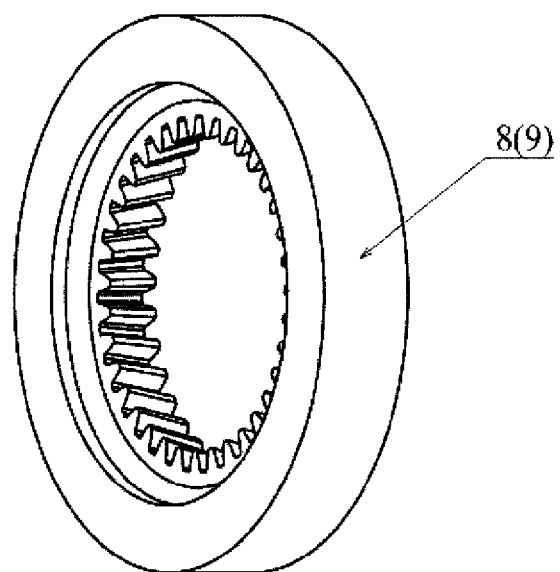


Fig. 5

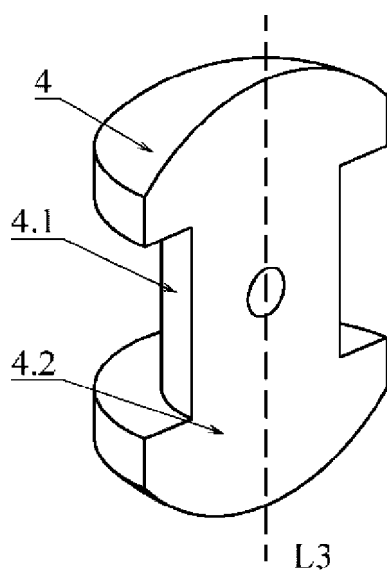


Fig. 6

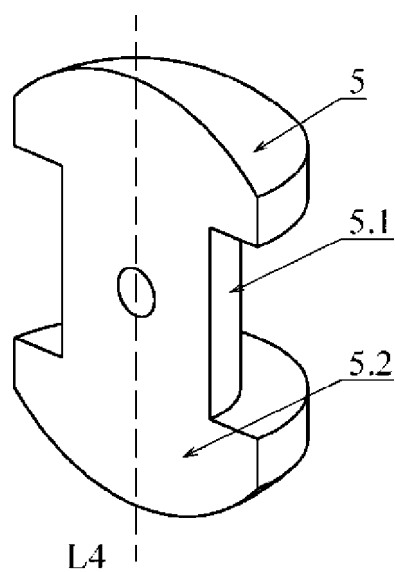


Fig. 7

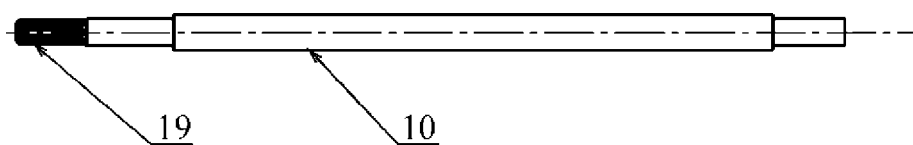


Fig. 8

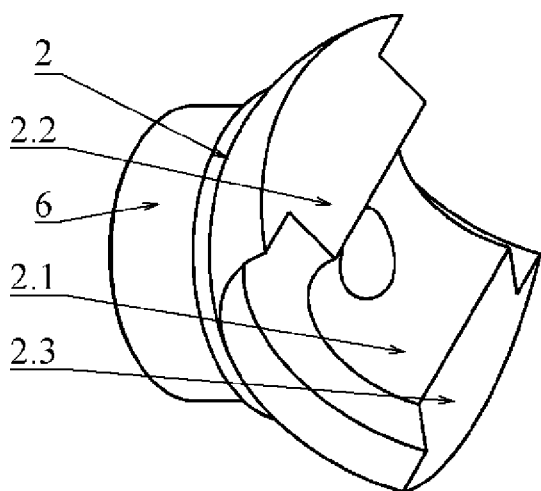


Fig. 9

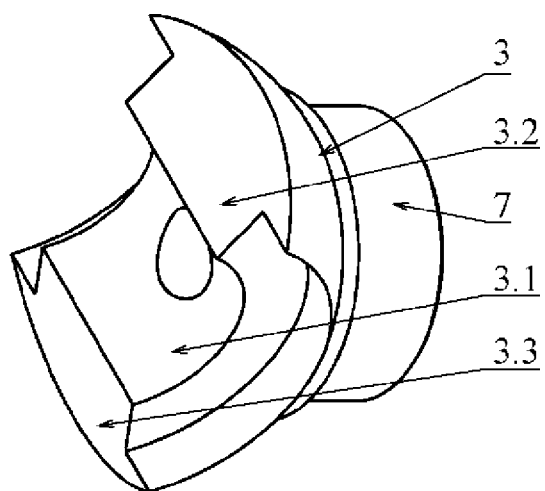


Fig. 10