

## Sprzęgło hydrauliczne

Przedmiotem wynalazku jest sprzęgło hydrauliczne hydrostatyczne, waporowe, w którym energia ciśnienia jest wykorzystywana do jego otwierania i zamykania w celu uzyskania zesprzęglenia maszyny roboczej z silnikiem napędzającym. Sprzęgło według wynalazku może być stosowane w bardzo szerokim zakresie do wszelkiego rodzaju maszyn, gdzie występuje potrzeba zastosowania napędu z możliwością odłączania momentu obrotowego. W szczególności sprzęgło wg wynalazku dedykowane jest do zastosowań w pojazdach użytkowych powszechnie stosowanych do transportu ludzi i ładunków, w przemyśle okrętowym, wydobywczym, przeładunkowym, jak również do wszelkiego rodzaju mobilnych maszyn rolniczych, roboczych, budowlanych, drogowych a także do stacjonarnych maszyn typu obrabiarki, napędy linii produkcyjnych, gniazda technologiczne itp.

Ze zgłoszenia wynalazku P.417973 znana jest jedynie przekładnia hydrauliczna z funkcją sprzęgła, w której wykorzystany jest zespół nurników współpracujących z kołem mimośrodowym wału napędzającego przetłaczających ciecz hydrauliczną poprzez centralny zawór sterujący pracą urządzenia pomiędzy cylinderkami w których są umieszczone. Przenoszenie momentu obrotowego odbywa się dzięki zamykaniu i otwieraniu kanałów w zaworze centralnym, które powoduje przepływ lub odcinanie przepływu cieczy hydraulicznej pomiędzy cylinderkami i blokowanie/odblokowywanie nurników a co za tym idzie koła mimośrodowego wału napędzającego. Zblokowane koło mimośrodowe z zespołem nurników i cylinderków umieszczonych na tarczy wału napędzanego wywołuje przenoszenie momentu obrotowego do maszyny roboczej zesprzęglonej z napędem. W powyższym rozwiązaniu nurniki wraz z cylinderkami rozmieszczone są promieniowo w stosunku do koła mimośrodowego wału napędzającego. Powoduje to powstawanie dużych sił stycznych do koła mimośrodowego a prostopadłych sił składowych do osi nurników i cylinderków. Stosunek pożądaných sił o wektorze skierowanym wzdłuż osi nurników do niekorzystnych sił prostopadłych do ich osi jest w zależności od wielkości mimośrodu i wymiarów geometrycznych koła mimośrodowego mniejszy od około 0,3. Takie rozwiązanie wymusza rozbudowaną konstrukcję umożliwiającą przenoszenie takich znacznych nieużytecznych sił. Ponadto przy wysuniętych nurnikach siły te oddziałują na powierzchnie umiejscowione na końcach cylinderków i nurników co skutkuje dużymi naciskami powierzchniowymi i przyspieszonym ich zużyciem. Oprócz tego to rozwiązanie wymaga dużych gabarytów,

gdyż rozmieszczone promieniowo w stosunku do koła mimośrodowego cylinderki o określonym położeniu i długości są przyczyną powiększenia konstrukcji w kierunku dużych średnic. Problemem, który występował we wcześniejszym rozwiązaniu było to, że po rozsprzęgleniu wału napędzającego z wałem napędzanym w dalszym ciągu, pomimo znacznego zredukowania, występował moment obrotowy przenoszony do maszyny roboczej. Wynika to z oporów przepływu cieczy hydraulicznej pomiędzy cylinderkami przy otwarciu zaworu centralnego. Przy większych prędkościach obrotowych wałów opory te będą powodować odczuwalne niecałkowite wysprzęglenie (opory przepływu rosną wykładniczo w stosunku do prędkości cieczy). Ponadto występować też będą straty energii i zamiana tarcia cieczy w niepożądane ciepło rozgrzewające urządzenie.

Sprzęgło hydrauliczne, według wynalazku, na napędzającym wale ma osadzone nieruchomo mimośrodowe koło, na obwodzie którego ma pierwsze poprzeczne łożysko toczne, nurniki, umieszczone w cylinderkach, które połączone są przewodami z centralnym hydraulicznym zaworem osadzonym na wale napędzanym oraz tarczę osadzoną na napędzającym wale poprzez drugie poprzeczne łożysko toczne, na której umieszczone są cylinderki z nurnikami charakteryzuje się tym, że każdy z nurników rozmieszczonych na obwodzie tarczy połączony jest z zewnętrznym pierścieniem pierwszego łożyska tocznego poprzez zespół dźwigienek. Zespół dźwigienek stanowi wałek z połączonymi z nim nieruchomo pierwszą dźwigienką i trzecią dźwigienką z występem oraz obrotowo drugą dźwigienką. Od strony koła mimośrodowego umieszczona jest pierwsza dźwigienka, a pozostałe dwie dźwigienki po przeciwnej stronie tarczy. Druga dźwigienka połączona jest przegubowo z nurnikiem, a trzecia dźwigienka poprzez występ połączona jest z drugą dźwigienką poprzez stykające się ze sobą powierzchnie, przy czym cylinderki z nurnikami rozmieszczone są ukośnie w stosunku do promieni koła mimośrodowego. Centralny zawór hydrauliczny ma pierścień, który ma dwie cylindryczne komory, nieprzelotową zewnętrzną i wewnętrzną, które rozmieszczone są równoległe do wału napędzanego. W zewnętrznej nieprzelotowej komorze pierścienia znajduje się przesuwna tuleja z kołnierzem. W wewnętrznej komorze od strony kołnierza tulei przesuwnej pierścień zamknięty jest pokrywą i znajduje się w niej zespół tłoka przesuwного. Zespół tłoka przesuwного złożony jest z przesuwного tłoka i pierwszego pierścienia zderzaka umieszczonych nieruchomo na przesuwnych sworzniach prowadzących przesuwny tłok. Przesuwna tuleja z kołnierzem ma

promieniowe otwory podłużne fasolki których osie prostopadłe są współosiowe do osi pierwszych i drugich otworów promieniowych pierścienia, przy czym pierwsze otwory są pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną komorą, a drugie otwory pomiędzy zewnętrzną nieprzelotową komorą a zewnętrzną powierzchnią pierścienia. Pomiędzy kołnierzem tulei przesuwnej i zewnętrznym kołnierzem pierścienia ma rozpychającą sprężynę, zaś wewnętrzna sprężyna osadzona jest na wale i opiera się z jednej strony na pierścieniu, a z drugiej na przesuwym tłoku. Kołnierz przesuwnej tulei ma łożysko toczne wzdłużne połączone zapinką z odwodzącymi widełkami, które odpowiadają za zmianę wzajemnego położenia przesuwnej tulei i pierścienia zaworu. Drugi pierścień zderzaka osadzony jest nieruchomo na wale napędzanym przy czym położenie przesuwnej tulei z kołnierzem w płaszczyznach otworów promieniowych fasolek względem pierwszych i drugich otworów promieniowych pierścienia jest ustalone sworzniami przesuwnymi. Pomiędzy tarczą a centralnym zaworem ma szczelną przegrodę, a w niej oraz w pierścieniu i kołnierzu napędzanego wału ma pokrywające się kanały dla pierwszej cieczy hydraulicznej, która wypełnia również część wewnętrznej komory pierścienia znajdującą się pomiędzy przesuwym tłokiem a pierścieniem oraz większość przestrzeni pomiędzy szczelną przegrodą, a tarczą. Pozostałą część przestrzeni pomiędzy szczelną przegrodą a tarczą stanowi poduszka powietrzna. Objętość poduszki powietrznej jest wielokrotnie większa od różnicy objętości pierwszej cieczy hydraulicznej wstrzykniętej do przestrzeni pomiędzy tarczą a szczelną przegrodą podczas pełnego ruchu przesuwnego tłoka i objętości drugiej cieczy hydraulicznej wpływającej do części komory wewnętrznej pierścienia podczas tego ruchu przesuwnego tłoka, tj. w stanie przejściowym sprzęgła od „sprzęgło otwarte w pierwszym stopniu” do „sprzęgło otwarte w drugim stopniu”. W centralnym zaworze hydraulicznym, w komorze pomiędzy pokrywą a tłokiem przesuwnym, w pierwszych i drugich otworach pierścienia, w fasolkach, przez przewody hydrauliczne i w cylinderkach płynie druga ciecz hydrauliczna. Pierwsza dźwigienka i/lub trzecia dźwigienka stanowi z wałkiem jeden element. Wałek z pierwszą i/lub trzecią dźwigienką jest połączony nieruchomo np. poprzez wielokarb lub wcisk. Korzystnie przesuwnie sworznie są dwustopniowe, a ich końce z mniejszą średnicą umieszczone są w kołnierzu przesuwnej tulei. Długość przesuwnego sworznia w mniejszym stopniu jest równa połowie długości skoku przesuwnej tulei powiększonego o grubość kołnierza. Przesuwnie sworznie za kołnierzem przesuwnej tulei mają umieszczone elementy oporowe, np. skontrolowane nakrętki oporowe, na które w trakcie ruchu napotyka kołnierz

przesuwnej tulei. W takim rozwiązaniu przemieszczanie przesuwnej tulei, w kierunku od szczelnej przegrody, „ciągnie” za sobą przesuwne sworznie. Druga funkcja dwustopniowych przesuwnych sworzni jest taka, że ustalają położenie pierwszych i drugich otworów pierścienia oraz fasolek względem siebie w jednej płaszczyźnie (światło otworów pokrywa się). Cylinderki połączone są z centralnym hydraulicznym zaworem przewodami hydraulicznymi. W przestrzeni pomiędzy szczelną przegrodą a tarczą są przewody hydrauliczne elastyczne, a pomiędzy szczelną przegrodą a centralnym zaworem sterującym są przewody hydrauliczne sztywne. Umożliwia to swobodny ruch wahadłowy cylinderków.

Zaletą rozwiązania jest zastosowanie zespołów dźwigienek, dzięki czemu siły z koła mimośrodowego są przenoszone na nurniki, wskutek czego siły działające na ruchome cylinderki z nurnikami mają wektory skierowane wyłącznie korzystnie, tj. wzdłuż cylinderków. Umieszczenie cylinderków z nurnikami po przeciwnej stronie tarczy względem koła mimośrodowego zapewnienia ich położenie znacznie bliżej osi wzdłużnej sprzęgła, co pozwala na zmniejszenie gabarytów konstrukcji. Sprzęgło hydrauliczne woporowe według wynalazku pozwala na całkowite wysprężenie maszyny roboczej od napędu, poprzez zastosowanie rozbudowanego zaworu centralnego umożliwiającego całkowite cofnięcie wszystkich nurników, jednocześnie powodując likwidację oporów przepływu pomiędzy cylinderkami, a co za tym idzie całkowite odcięcie momentu obrotowego z wału napędzającego na wał napędzany. Brak przepływu cieczy oznacza też brak strat energii na pokonanie oporów tego przepływu jak również wyeliminowanie wydzielania się ciepła i efektu nagrzewania sprzęgła. Ponadto, ze względu na pożądaną rozkład sił w proponowanym sprzęgle, jak również na korzystną jego konstrukcję możliwe jest stosowanie rozwiązania w nieograniczonym zakresie mocy. Istnieje możliwość zastosowanie sprzęgła według wynalazku, gdzie występują duże momenty obrotowe jak np. w przemyśle okrętowym czy wydobywczym. Sprzęgło według wynalazku posiada bardzo dużą sprawność, a także łatwość sterowania, z możliwością wykorzystania automatyki oraz we współpracy z automatycznymi skrzyniami biegów. Zaletą rozwiązania jest możliwość powolnego, a nawet całkowitego zatrzymania procesu zesprężniania podczas pracy sprzęgła w dowolnej fazie bez ryzyka przegrzania, czy też uszkodzenia mechanizmu, tak jak to ma miejsce w przypadku sprzęgieł ciernych.

Sprzęgło hydrauliczne według wynalazku pokazano w przykładzie wykonania oraz na rysunku, na którym Fig.1 przedstawia sprzęgło hydrauliczne w stanie zamkniętym w przekroju wzdłużnym, Fig.2 przedstawia sprzęgło hydrauliczne w stanie otwartym w pierwszym stopniu w przekroju wzdłużnym, Fig.3 przedstawia sprzęgło hydrauliczne w stanie otwartym w drugim stopniu w przekroju wzdłużnym, Fig.4 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z Fig.1 i Fig.2 w przekroju B-B, Fig.5 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z Fig.3 w przekroju B-B, Fig.6 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z Fig.1 i Fig.2 w przekroju C-C, Fig.7 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z Fig. 3 w przekroju C-C, Fig. 8 przedstawia zespół dźwigierek w przekroju wzdłużnym przez wałek tego zespołu, Fig.9 przedstawia połączenie zespołu dźwigierek z nurnikiem i cylinderkiem w przekroju A-A z Fig. 8, Fig. 10 przedstawia pierwszą dźwigienkę, koło mimośrodowe i pierwsze łożysko poprzeczne w widoku W z Fig.8. Fig. 11 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z dwustopniowymi przesuwными sworzniami w stanie zamkniętym w przekroju wzdłużnym, Fig.12 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z dwustopniowymi przesuwными sworzniami w stanie otwartym w pierwszym stopniu w pierwszym stopniu w przekroju wzdłużnym, Fig.13 przedstawia sprzęgło hydrauliczne z dwustopniowymi przesuwными sworzniami w stanie otwartym w drugim stopniu w przekroju wzdłużnym.

### **Przykład I**

Sprzęgło hydrauliczne hydrostatyczne, wyporowe zawiera napędzający wał 1, pierwsze łożysko toczne poprzeczne 2 oraz centralny hydrauliczny zawór. Na napędzającym wale 1 osadzone jest nieruchomo mimośrodowe koło 3, na obwodzie którego jest pierwsze poprzeczne łożysko toczne 2. Zewnętrzny pierścień pierwszego poprzecznego łożyska tocznego 2 połączony jest przesuwnie z czterema zespołami dźwigierek składających się z wałka 4, na którym są osadzone: pierwsza dźwigienka 5 nieruchomo (na wcisk), druga dźwigienka 6 obrotowo i trzecia dźwigienka 7 z występem 8 nieruchomo (na wielokarbie). Pierwsze dźwigiarki 5 opierają się na pierwszym łożysku tocznym 2. Drugie dźwigiarki 6 są połączone przegubowo z nurnikami 9, umieszczonymi w cylinderkach 10, których liczba odpowiada liczbie zespołów dźwigierek. Cylinderki 10 połączone są przewodami hydraulicznymi 11 elastycznymi i sztywnymi z centralnym hydraulicznym zaworem osadzonym na napędzanym wale 12 z kołnierzem. Tarcza 13 osadzona jest na drugim łożysku tocznym poprzecznym 14. Nurniki 9 rozmieszczone są na obwodzie tarczy 13 i są połączone z zewnętrznym

pierścieniem pierwszego łożyska tocznego 2 poprzez zespół dźwigienek. Pierwsza dźwigienka 5 umieszczona jest względem tarczy 13 od strony mimośrodowego koła 3, a po przeciwnej strony tarczy 13 znajdują się druga 6 i trzecia 7 dźwigienka. Występ 8 opiera się na drugiej dźwigience 6. Cylinderki 10 z nurnikami 9 są rozmieszczone ukośnie w stosunku do promieni mimośrodowego koła 3. Cylinderki 10 umieszczone są wahliwie na tarczy 13 z zastosowaniem połączeń przegubowych i poprzez znajdujące się w nich nurniki 9 z zespołem dźwigienek i znajdują się w przestrzeni pomiędzy tarczą 13, a szczelną przegrodą 15, która znajduje się pomiędzy tarczą 13 a centralnym zaworem. Wałek 4 jest osadzony obrotowo w łożysku ślizgowym/igielkowym umieszczonym na tarczy 13 i dodatkowo ułożyskowany w szczelnej przegrodzie 15, a po przeciwnej stronie na wałku 4 umieszczona jest skrętna śrubowa sprężyna 16, zakotwiczona na jednym końcu w otworze pierwszej dźwigienki 5 a z drugiej strony na sworzniu 17, który jest połączony nieruchomo z tarczą 13. Skrętna śrubowa sprężyna 16 dociska pierwszą dźwigienkę 5 do pierwszego łożyska tocznego 2 utrzymując podczas pracy sprzęgła jej stały kontakt z pierścieniem zewnętrznym pierwszego łożyska tocznego poprzecznego 2. Zawór centralny ma pierścień 18, składający się z dwóch cylindrycznych komór rozmieszczonych równoległe do napędzanego wału 12, zewnętrznej nieprzelotowej 19 i wewnętrznej 20. Pierścień 18 ma okrągłe pierwsze otwory promieniowe 21 (których liczba odpowiada liczbie cylinderków 10), które są umieszczone pomiędzy zewnętrzną 19 i wewnętrzną 20 komorą oraz okrągłe drugie otwory promieniowe 22 (których liczba odpowiada liczbie cylinderków 10) pomiędzy zewnętrzną komorą 19, a zewnętrzną powierzchnią pierścienia 18. Zawór centralny w zewnętrznej nieprzelotowej komorze 19 ma przesuwne tuleję 23 z kołnierzem i promieniowymi podłużnymi otworami (fasolkami) 24 (których liczba odpowiada liczbie cylinderków 10) w płaszczyznach pierwszych 21 i drugich 22 otworów promieniowych pierścienia 18. W wewnętrznej komorze 20, od strony kołnierza przesuwnej tulei 23, pierścień 18 zamknięty jest pokrywą 25, w której znajduje się zespół tłoka przesuwnego, złożony z przesuwnego tłoka 26 i pierwszego pierścienia zderzaka 27, umieszczonych nieruchomo na czterech przesuwnych sworzniach 28 prowadzących przesuwny tłok 26. W przesuwnej tulei 23 są promieniowe otworki odpowietrzające 29, które położone są przy jej kołnierzu oraz w pierścieniu 18 na końcu zewnętrznej nieprzelotowej komory 19. Pomiedzy kołnierzem przesuwnej tulei 23 i zewnętrznym kołnierzem pierścienia 18 znajduje się rozpychająca sprężyna 30 odwodząca przesuwne tuleję 23. Na napędzanym wale 12 osadzona jest

sprężyna tłoka 31, opierająca się z jednej strony na pierścieniu 18, a z drugiej na przesuwym tłoku 26. Na kołnierzu przesuwnej tulei 23 jest osadzone wzdłużne łożysko toczne 32, które połączone jest zapinką 33 z odwodzącymi obrotowymi widełkami 34. Na napędzanym wale 12 osadzony jest nieruchomo drugi pierścień 35 zderzaka w położeniu ustalającym skok przesuwnej tulei 23. W szczelnej przegrodzie 15 oraz w pierścieniu 18 i kołnierzu napędzanego wału 12 są pokrywające się kanały 36 dla pierwszej cieczy hydraulicznej 37, która wypełnia również przestrzeń pomiędzy szczelną przegrodą 15 a tarczą 13 i część wewnętrznej komory 20 pierścienia 18 znajdującej się pomiędzy przesuwym tłokiem 26 a ścianą wewnętrzną pierścienia 18. Pierwsza ciecz hydrauliczna 37 wypełnia w około 90 procentach przestrzeń utworzoną pomiędzy tarczą 13 a szczelną przegrodą 15 pozostawiając poduszkę powietrzną 39. Natomiast druga ciecz hydrauliczna 38 o większej lepkości od pierwszej cieczy 37 znajduje się w cylinderkach 10, przewodach hydraulicznych 11 i pozostałej części zaworu centralnego.

Sprzęgło hydrauliczne pracuje w trzech stanach podstawowych oraz w fazach pośrednich pomiędzy stanami podstawowymi podczas wysprzęglania/zasprzęglania silnika.

#### **Stan podstawowy – sprzęgło zamknięte**

W pierwszym stanie podstawowym zamkniętym, przesuwna tuleja 23 znajduje się w położeniu maksymalnie wysuniętym z pierścienia 18 i opiera się o drugi pierścień zderzaka 35. Położenie to ustala sprężyna rozpychająca 30. Wewnętrzna komora 20 jest zasłonięta przez pełną część przesuwnej tulei 23. Przesuwna tuleja 23 zamyka przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy pierwszymi 21 i drugimi 22 otworami pierścienia 18. Przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy cylinderkami 10 jest odcięty. Zespół tłoka znajduje się w zewnętrznym położeniu względem szczelnej przegrody 15. W wewnętrznej komorze 20 pierścienia 18 krawędź przesuwego tłoka 26 styka się punktowo z krawędzią wylotu pierwszego otworu 21. Położenie przesuwego tłoka 26 ustalone jest poprzez działanie sprężyny tłoka 31 i przez oparcie pierwszego pierścienia zderzaka 27 o pokrywę 25. Mimośrodowe koło 3 za pośrednictwem pierwszego poprzecznego łożyska tocznego 2, napotyka opór zespołu dźwigienek, które są blokowane. Napędzający wał 1 przekazuje pełen moment obrotowy na tarczę 13, a ta za pośrednictwem obudowy i szczelnej przegrody 15 na napędzany wał 12. Pierwsza dźwigienka 5, za pośrednictwem wałka 4 przenosi moment siły z pierścienia

zewnątrznego pierwszego łożyska tocznego 2 na trzecią dźwigenkę 7. Z trzeciej dźwigenki 7 moment siły przenoszony jest dalej za pośrednictwem występu 8 na drugą dźwigenkę 6 i dalej poprzez połączenie przegubowe na nurnik 9. W stanie zamkniętym, wypływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 z cylinderków 10 jest odcięty a nurniki 9 unieruchomione, w związku z czym mimośrodowe koło 3 jest zablokowane względem tarczy 13. Koniec pierwszej dźwigenki 5 pozostaje w stałym kontakcie z pierścieniem poprzecznego łożyska tocznego 2. Występ 8 pozostaje w kontakcie z drugą dźwigenką 6. Sprężyna śrubowa 16 w tym stanie sprężęła nie pełni żadnej roli, gdyż jej zadanie polegające na stałym docisku pierwszej dźwigenki 5 do pierścienia łożyska tocznego poprzecznego 2 jest przejęte przez napierające na siebie i będące w stałym kontakcie elementy zespołu dźwigenek.

#### **Pierwszy stan pośredni - sprzęgło otwarte w pierwszym stopniu**

Przesuwna tuleja 23 znajduje się w położeniu środkowym względem pierścienia 18, odsunięta jest o pół odległości (całkowitej długości przesuwu) od drugiego pierścienia zderzaka 35. Wsunęta przesuwna tuleja 23 otwiera przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy pierwszymi 21 i drugimi 22 otworami pierścienia 18, pokrywającymi się z fasolkami 24. Przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy cylinderkami 10 jest otwarty – druga ciecz hydrauliczna 38 może wypłynąć przez przewody hydrauliczne 11. Przesuwny tłok 26 dalej pozostaje w spoczynku, jest w takim samym położeniu jak w stanie zamkniętym sprzęgła. Mimośrodowe koło 3 za pośrednictwem pierwszego łożyska tocznego poprzecznego 2, napotyka tylko na niewielki opór zespołu dźwigenek. Wynika to z oporów przepływu drugiej cieczy hydraulicznej 38 przez przewody hydrauliczne 11 oraz przez pierwsze 21 i drugie 22 otwory pierścienia 18, jak również fasolki 24 w przesuwnej tulei 23 i przepływu w części (pomiędzy pokrywą 25, a przesuwym tłokiem 26) wewnętrznej komory 20. Opór także pochodzi z wysuwania i chowania się nurników 9 w cylinderkach 10 i ruchów wahliwych tych cylinderków 10 w pierwszej cieczy hydraulicznej 37. Pierwsza ciecz hydrauliczna 37 pozostaje w bezruchu (z wyłączeniem niewielkich przepływów w przestrzeni między tarczą 13, a szczelną przegrodą 15 spowodowanymi ruchem nurników 9 w cylinderkach 10 i wahliwym ruchem cylinderków 10 w związku z „pompowaniem cieczy” pomiędzy cylinderkami 10). Objętość poduszki powietrznej 39 nie zmienia się. Nurnik 9 chowa się i wysuwa z cylinderka 10, dzięki wypływowi/napełnianiu drugą cieczą hydrauliczną 38 przestrzeni cylinderków 10. Napędzany wał 12 jest wstępnie rozsprężlony

z napędzającym wałem 1, który przekazuje mu jedynie niewielki moment obrotowy wynikający z oporów przepływu pierwszej cieczy hydraulicznej 37 i drugiej cieczy hydraulicznej 38 wewnątrz sprzęgła. W stanie otwartym w pierwszym stopniu, wpływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 z cylindereków 10 jest otwarty, w związku z czym mimośrodowe koło 3 jest odblokowane względem tarczy 13. Końce pierwszych dźwigienek 5 pozostają w stałym kontakcie z pierścieniem pierwszego poprzecznego łożyska tocznego 2. Występy 8 pozostają w kontakcie (napierają nieznacznie) z drugimi dźwigienkami 6.

### **Stany pośrednie - otwieranie sprzęgła**

Podczas fazy pośredniej pomiędzy stanem podstawowym – zamkniętym, a pierwszym stanem pośrednim - sprzęgło otwarte w pierwszym stopniu, następuje korzystne, jednoczesne powolne otwieranie pierwszych 21 i drugich 22 otworów pierścienia 18, poprzez przesuwanie przesuwnej tulei 23, co powiązane jest ze stopniowym otwieraniem światła otworów 21, 22, poprzez pokrywanie w coraz większej ich części z fasolkami 24. Otwieranie sprzęgła następuje łagodnie i może trwać dowolny czas bez konsekwencji w postaci przegrzania czy też zniszczenia jak to ma miejsce w przypadku sprzęgieł ciernych.

Podczas przechodzenia z pierwszego do drugiego stopnia otwarcia sprzęgła ma miejsce przetłaczanie pierwszej cieczy hydraulicznej 37 z wewnętrznej części komory 20 znajdującej się za przesuwym tłokiem 26 od strony szczelnej przegrody 15 do przestrzeni pomiędzy tarczą 13, a szczelną przegrodą 15 oraz wysysanie/wtłaczanie drugiej cieczy hydraulicznej 38 z cylindereków 10 do powiększonej przestrzeni pomiędzy pokrywą 25, a pierwszym pierścieniem zderzaka 27 (druga ciecz hydrauliczna 38 przepływa przez pierścieniową szczelinę pomiędzy pierwszym pierścieniem zderzaka 27 a napędzanym wałem 12 w wewnętrznej komorze 20 pierścienia 18). Objętość poduszki powietrznej 39 zmniejsza się skutkując niewielkim podniesieniem ciśnienia znajdującego się w niej powietrza. Przesuwny tłok 26 jest przesuwany siłą pochodzącą od napierających na łożysko toczne wzdłużne 32 obrotowe widelki 34. Siła ta działa na kołnierz przesuwnej tulei 23, który naciska na powierzchnię oporową przesuwnych sworzni 28. Przesuwne sworznie 28, przesuwając się w otworach pokrywy 25 prowadzą osadzone na nich na stałe przesuwne tłoki 26. Podczas tego ruchu ma miejsce uginanie sprężyny tłoka 31 oraz rozpychającej sprężyny 30. W trakcie tego ruchu następuje oddalanie się występów 8 wcześniej napierających na drugie dźwigienki 6. Oddalanie to

powiększa się i trwa przez pewien czas przy na przemian zbliżaniu w takt obrotów mimośrodowego koła 3 względem tarczy 13, aż do zakończenia kontaktu powierzchni występow 8 z powierzchniami drugich dźwigienek 6. Proces ten trwa aż do momentu całkowitego rozłączenia tych powierzchni. Pomimo niewielkiego oporu drugiej dźwigienki 6 podczas chwilowych kontaktów wymienionych powierzchni może dochodzić do stuków (uderzeń), dlatego m. in. umieszczono drugą 6 i trzecią 7 dźwigienkę w pierwszej cieczy hydraulicznej 37. Pierwsza ciecz hydrauliczna 37 spowalnia ruch zespołu dźwigienek przenoszących siły z mimośrodowego koła 3 na nurniki 9 oraz łagodzi uderzenia przy kontakcie powierzchni, w trakcie drugiej fazy pośredniej pracy sprzęgła. Podczas faz pośrednich pomiędzy stanami podstawowymi „sprzęgło otwarte w pierwszym stopniu”, a „sprzęgło otwarte w drugim stopniu” następuje cofanie się drugiej dźwigienki 6 wskutek wysysania/wytłaczania drugiej cieczy hydraulicznej 38 z cylinderków 10 i wtłaczania pierwszej cieczy hydraulicznej 37 do przestrzeni pomiędzy tarczą 13, a szczelną przegrodą 15, która to ciecz 37 napiera na nurniki 9. W wyniku tego przepływu odległość pomiędzy powierzchniami występu 8 a drugimi dźwigienkami 6 zwiększa się powodując coraz to późniejszy ich wzajemny kontakt aż do całkowitego rozłączenia. W tej fazie przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy cylinderkami 10 za pośrednictwem przewodów hydraulicznych 11 i centralnego zaworu hydraulicznego jest coraz mniejszy i dąży do zera. Pierwsza dźwigienka 5 ma dzięki śrubowej sprężynie 16 stały kontakt z pierścieniem zewnętrznym pierwszego łożyska tocznego poprzecznego 2. Po całkowitym rozłączeniu powierzchni kontaktowych i zatrzymaniu przepływu pomiędzy cylinderkami 10 opór stawiany obrotowi mimośrodowego koła 3 redukuje się do śladowego, a sprzęgło przechodzi w stan podstawowy - „otwarcie sprzęgła w drugim stopniu”.

#### **Drugi stan podstawowy - sprzęgło otwarte w drugim stopniu**

Przesuwna tuleja 23 znajduje się w położeniu całkowicie wsuniętym względem pierścienia 18, dosunięta jest do czoła pokrywy 25 (całkowita długość przesuwu) i maksymalnie odsunięta od drugiego pierścienia zderzaka 35. Wsunięta przesuwna tuleja 23 utrzymuje otwarty przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy pierwszymi 21 i drugimi 22 otworami pierścienia 18, pokrywającymi się z fasolkami 24 (w stosunku do pierwszego stopnia otwarcia - krawędzie otworów 21 i 22 stykają się punktowo z drugimi krawędziami fasolek 24). Przepływ drugiej cieczy hydraulicznej 38 pomiędzy cylinderkami 10 jest dalej otwarty – druga ciecz hydrauliczna 38 pozostaje w spoczynku

choć ma możliwość wypłynięcia przez przewody hydrauliczne 11. Przesuwny tłok 26 znajduje się w skrajnym położeniu w wewnętrznej komorze 20. Położenie to powoduje maksymalne ugięcie sprężyny tłoka 31 i maksymalne odsunięcie się pierwszego pierścienia zderzaka 27 od pokrywy 25. Przestrzeń części wewnętrznej komory 20 utworzona pomiędzy pierwszym pierścieniem zderzaka 27, a pokrywą 25 jest maksymalnie powiększona (kosztem części wewnętrznej komory 20 znajdującej się za przesuwym tłokiem 26 od strony szczelnej przegrody 15), co powoduje zwiększenie pojemności i zassanie/wtlaczenie drugiej cieczy hydraulicznej 38 ze wszystkich cylinderków 10, jak również wtłoczenie dodatkowej porcji pierwszej cieczy hydraulicznej 37 do przestrzeni pomiędzy tarczą 13, a szczelną przegrodą 15 i jednocześnie wciśnięcie nurników 9 do cylinderków 10. Poduszka powietrzna 39 kompensuje różnicę pojemności dwóch części komory wewnętrznej 20 pierścienia 18 rozdzielonej tłokiem przesuwym 26 po jego przesunięciu. Różnica ta wynika z istnienia sworzni przesuwnych 28 po stronie pokrywy 25 i ich braku z drugiej strony. Część komory wewnętrznej 20 znajdująca się po stronie pokrywy 25, po przesunięciu tłoka 26 ma mniejszą pojemność niż objętość pierwszej cieczy hydraulicznej 37 pozostająca po stronie tłoka przesuwego 26 od strony szczelnej przegrody wraz z wtłoczoną objętością pierwszej cieczy hydraulicznej 37 do przestrzeni pomiędzy szczelną przegrodą 15 a tarczą 13. Proponuje się taką wielkość poduszki powietrznej 39 aby proporcja jej objętości do objętości różnicy dwóch części komory 20 w trakcie pełnego ruchu tłoka była na tyle duża, aby wzrost ciśnienia powietrza w poduszce powietrznej 39 nie powodował zauważalnych skutków w postaci wpływu na opór przesuwu tłoka. Zaleca się 90 procentowe wypełnienie komory pomiędzy szczelną przegrodą 15 a tarczą 13, w stanie „sprzęgło zamknięte”, „sprzęgło otwarte w pierwszym stopniu”. Śrubowa sprężyna 16 dociska pierwszą dźwigienkę 5 do pierścienia pierwszego łożyska tocznego poprzecznego 2, co daje ich stały kontakt oraz wahlwie przemieszczanie się pierwszej dźwigienki 5 w takt obrotu mimośrodowego koła 3 względem tarczy 13. Mimośrodowe koło 3 za pośrednictwem pierwszego łożyska tocznego poprzecznego 2 nie napotyka na opór pierwszych dźwigienek 5, które poruszają się swobodnie, gdyż wsunięte nurniki 9 do cylinderków 10 powodują odsunięcie występów 8 od drugich dźwigienek 6. Druga dźwigienka 6 pozostaje w bezruchu tak jak zespolony z nią nurnik 9, co jest wywołane wpływem drugiej cieczy hydraulicznej 38 z przestrzeni wewnętrznych cylinderków 10. Napędzany wał 12 jest całkowicie rozsprzęglony z napędzającym wałem 1, który

przekazuje mu jedynie bardzo niewielki (śladowy) moment obrotowy wynikający z oporów pracy śrubowej sprężyny 16 dociskającej pierwszą dźwigienkę 5 do pierścienia zewnętrznego pierwszego łożyska tocznego 2 i ruchów wahliwych trzeciej dźwigienki 7 w pierwszej cieczy hydraulicznej 37.

### **Faza pośrednia – zamykanie sprzęgła**

Po zwolnieniu nacisku obrotowych widełek 34 spiętych zapinką 33 z łożyskiem tocznym wzdłużnym 32, napięta rozpychająca sprężyna 30 powoduje cofanie przesuwnej tulei 23. Napięta sprężyna tłoka 31, podczas zwalniania nacisku na powierzchni oporowe przesuwnych sworzni 28 przy ruchu powrotnym przesuwnej tulei 23 powoduje przemieszczenie przesuwanego tłoka 26 w stronę pokrywy 25. Siła sprężyny tłoka 31, pokonując opory powrotnego przepływu pierwszej cieczy hydraulicznych 37 i drugiej cieczy hydraulicznej 38, mogłaby nie zdążyć cofnąć całkowicie zespołu z przesuwym tłokiem 26 przed zamknięciem światła pierwszych 21 i drugich 22 otworów pierścienia 18 przez przesuwą tuleję 23. Przy cofaniu przesuwnej tulei 23 druga ciecz hydrauliczna 38 znajdująca się w wewnętrznej komorze 20 za pośrednictwem przewodów hydraulicznych 11 jest tłoczona z powrotem do cylinderek 10. Jednocześnie zwiększa się objętość w części wewnętrznej komory 20 pomiędzy przesuwym tłokiem 26 i szczelną przegrodą 15, i pierwsza ciecz hydrauliczna 37 zasysana/wtłaczana jest tam z przestrzeni pomiędzy tarczą 13 a szczelną przegrodą 15. Dzieje się tak również dzięki wysuwaniu się nurników 9 z cylinderek 10 oraz z powodu rozprężania się poduszki powietrznej 39. Stopniowe wysuwanie się nurników 9 z cylinderek 10 i w konsekwencji zbliżanie się występów 8 do drugich dźwigienek 6 doprowadza ostatecznie do ponownego całkowitego zesprzęglenia napędzającego wału 1 z napędzanym wałem 12 i do gotowości sprzęgła do przenoszenia pełnego momentu obrotowego.

### **Przykład II**

Sprzęgło wykonane analogicznie jak w Przykładzie I, przy czym przesuwne sworznie 28 są dwustopniowe - o różnych średnicach – większych, które prowadzą przesuwny tłok 26 i mniejszych, przechodzących przez kołnierz przesuwnej tulei 23, zakończonych skontrolowanymi nakrętkami oporowymi.

### **Stan pośredni - otwieranie sprzęgła**

Sprzęgło działa analogicznie jak w przykładzie I, przy czym przesuwny tłok 26 jest przesuwany siłą pochodzącą od napierających na łożysko toczne wzdłużne 32 obrotowe

widelki 34. Siła ta działa na kołnierz przesuwnej tulei 23, który naciska na powierzchnię oporową przesuwnych sworzni 28 utworzoną pomiędzy stopniami średnic.

### **Faza pośrednia – zamykanie sprzęgła**

Sprzęgło działa analogicznie jak w przykładzie I, przy czym napięta sprężyna tłoka 31, podczas zwalniania nacisku na powierzchnie oporowe pomiędzy stopniami średnic przesuwnych sworzni 28 przy ruchu powrotnym przesuwnej tulei 23 i następnie napierania pomiędzy fazami podstawowymi od „sprzęgło otwarte w pierwszym stopniu” i „sprzęgło zamknięte” kołnierza przesuwnej tulei 23 na nakrętki znajdujące się na przesuwnych sworzniach 28 od strony obrotowych widełek 34 powoduje przemieszczenie przesuwanego tłoka 26 w stronę pokrywy 25. Długość części przesuwnych sworzni 28 o mniejszej średnicy, które przechodzą przez kołnierz przesuwnej tulei 23 jest tak dobrana, żeby przy ruchu powrotnym przesuwnej tulei 23 napotykała ona na nakrętki umieszczone na końcach przesuwnych sworzni 28 w połowie długości skoku przesuwnej tulei 23. Zapewnia to skuteczność przesunięcia przesuwnego tłoka 26 w skrajne zewnętrzne położenie przed zasłonięciem pierwszych 21 i drugich 22 otworów pierścienia 18 przez cofającą się przesuwną tuleję 23. Gdyby nie to, przesuwna tuleja 23 mogłaby zamknąć pierwsze 21 i drugie 22 otwory pierścienia 18 przed całkowitym przesunięciem się na zewnątrz zespołu przesuwnego tłoka i co za tym idzie niecałkowitego zablokowania pierwszych 5, drugich 6 i trzecich 7 dźwigiemek, tj. pierwsze dźwigiemki 5 po stronie krótszego promienia mimośrodowego koła 3 nie stykały by się z powierzchnią pierścienia pierwszego łożyska tocznego 2.

Przy dwustopniowych przesuwnych sworzniach 28 jest większa pewność przesuwu zespołu tłoka 26 do skrajnego położenia z powodu dodatkowego ciągnięcia przesuwnych sworzni 28 przez kołnierz przesuwnej tulei 23. Zostaje wyeliminowany przypadek, gdy zespół tłoka 26 nie zdąży wrócić do skrajnego położenia, w które jest przepychany jedynie za pomocą sprężyny 31. Druga funkcja dwustopniowych przesuwnych sworzni 28 przechodzących przez kołnierz tulei 23 jest taka, że ustalają położenie otworów pierwszych 21 i drugich 22 oraz fasolek 24 względem siebie w jednej płaszczyźnie (światło otworów pokrywa się).

1. Sprzęgło hydrauliczne na napędzającym wale ma osadzone nieruchomo mimośrodowe koło, na obwodzie którego ma pierwsze poprzeczne łożysko toczne, nurniki, umieszczone w cylinderkach, które połączone są przewodami z centralnym hydraulicznym zaworem osadzonym na wale napędzanym oraz tarczę osadzoną na napędzającym wale poprzez drugie poprzeczne łożysko toczne, na której umieszczone są cylinderki z nurnikami **znamiennie tym**, że każdy z nurników (9) rozmieszczonych na obwodzie tarczy (13) połączony jest z zewnętrznym pierścieniem pierwszego łożyska tocznego (2) poprzez zespół dźwigienek, który stanowi wałek (4) z połączonymi z nim nieruchomo pierwszą dźwigienką (5) i trzecią dźwigienką (7) z występem (8) oraz obrotowo drugą dźwigienką (6), przy czym od strony mimośrodowego koła (3) umieszczona jest pierwsza dźwigienka (5), a druga (6) i trzecia (7) dźwigienka po przeciwnej stronie tarczy (13), przy czym druga dźwigienka (6) połączona jest przegubowo z nurnikiem (9), a trzecia dźwigienka (7) poprzez występ (8) połączona jest z drugą dźwigienką (6) poprzez stykające się ze sobą ich powierzchnie oporowe, przy czym cylinderki (10) z nurnikami (9) rozmieszczone są ukośnie w stosunku do promieni mimośrodowego koła (3), zaś centralny zawór hydrauliczny ma pierścień (18), który ma dwie cylindryczne komory, nieprzelotową zewnętrzną (19) i wewnętrzną (20), równoległe do napędzanego wału (12), przy czym w zewnętrznej nieprzelotowej komorze (19) ma przesuwą tuleję (23) z kołnierzem, natomiast w wewnętrznej komorze (20) od strony kołnierza tulei przesuwnej (23) pierścień (18) zamknięty jest pokrywą (25) i znajduje się w niej zespół tłoka przesuwego złożony z przesuwego tłoka (26) i pierwszego pierścienia zderzaka (27), które są umieszczone nieruchomo na przesuwnych sworzniach (28) prowadzących przesuwny tłok (26), przy czym przesuwna tuleja (23) ma promieniowe otwory podłużne fasolki (24), których osie prostopadłe są współosiowe do osi pierwszych (21) i drugich (22) otworów promieniowych pierścienia (18), przy czym pierwsze otwory (21) są pomiędzy zewnętrzną (19) i wewnętrzną (20) nieprzelotową komorą, a drugie otwory (22) pomiędzy zewnętrzną nieprzelotową komorą (19) a zewnętrzną powierzchnią pierścienia (18), zaś pomiędzy kołnierzem przesuwnej tulei (23) i zewnętrznym kołnierzem pierścienia (18) ma rozpychającą sprężynę (30), zaś sprężyna tłoka (31) osadzona jest na napędzanym wale (12) i opiera się z jednej strony na pierścieniu (18), a z drugiej na przesuwym tłoku (26), zaś

kołnierz przesuwnej tulei (23) ma łożysko toczne wzdłużne (32) połączone zapinką (33) z odwodzącymi widelkami (34), a drugi pierścień zderzaka (35) osadzony jest nieruchomo na napędzanym wale (12), przy czym pomiędzy tarczą (13) a centralnym zaworem ma szczelną przegrodę (15), a w niej oraz w pierścieniu (18) i kołnierzu napędzanego wału (12) ma pokrywające się kanały (36) dla pierwszej cieczy hydraulicznej (37), która wypełnia również część wewnętrznej komory (20) znajdująca się pomiędzy przesuwnym tłokiem (26) a pierścieniem (18) oraz większość przestrzeni pomiędzy szczelną przegrodą (15), a tarczą (13), zaś pozostała część przestrzeni pomiędzy szczelną przegrodą (15), a tarczą (13) stanowi poduszka powietrzna (39).

2. Sprzęgło hydrauliczne, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że pierwsza dźwigienka (5) i/lub trzecia dźwigienka (7) stanowi z wałkiem (4) jeden element.
3. Sprzęgło hydrauliczne, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że przesuwny sworzень (28) jest dwustopniowy, a jego koniec z mniejszą średnicą umieszczony jest przesuwnie w kołnierzu przesuwnej tulei (23) i ma element oporowy umieszczony na stałe na sworzniu (28) za kołnierzem przesuwnej tulei (23) od strony obrotowych widełek (34).
4. Sprzęgło hydrauliczne, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że cylinderki (10) połączone są z centralnym hydraulicznym zaworem przewodami hydraulicznymi (11).

Zachodniopomorski Uniwersytet  
Technologiczny w Szczecinie  
70-310 Szczecin, al. Piastów 7

KIEROWNIK  
Działu Wynalazczości i Ochrony Patentowej  
  
mgr inż. Monika Wielecka  
rzecznik patentowy

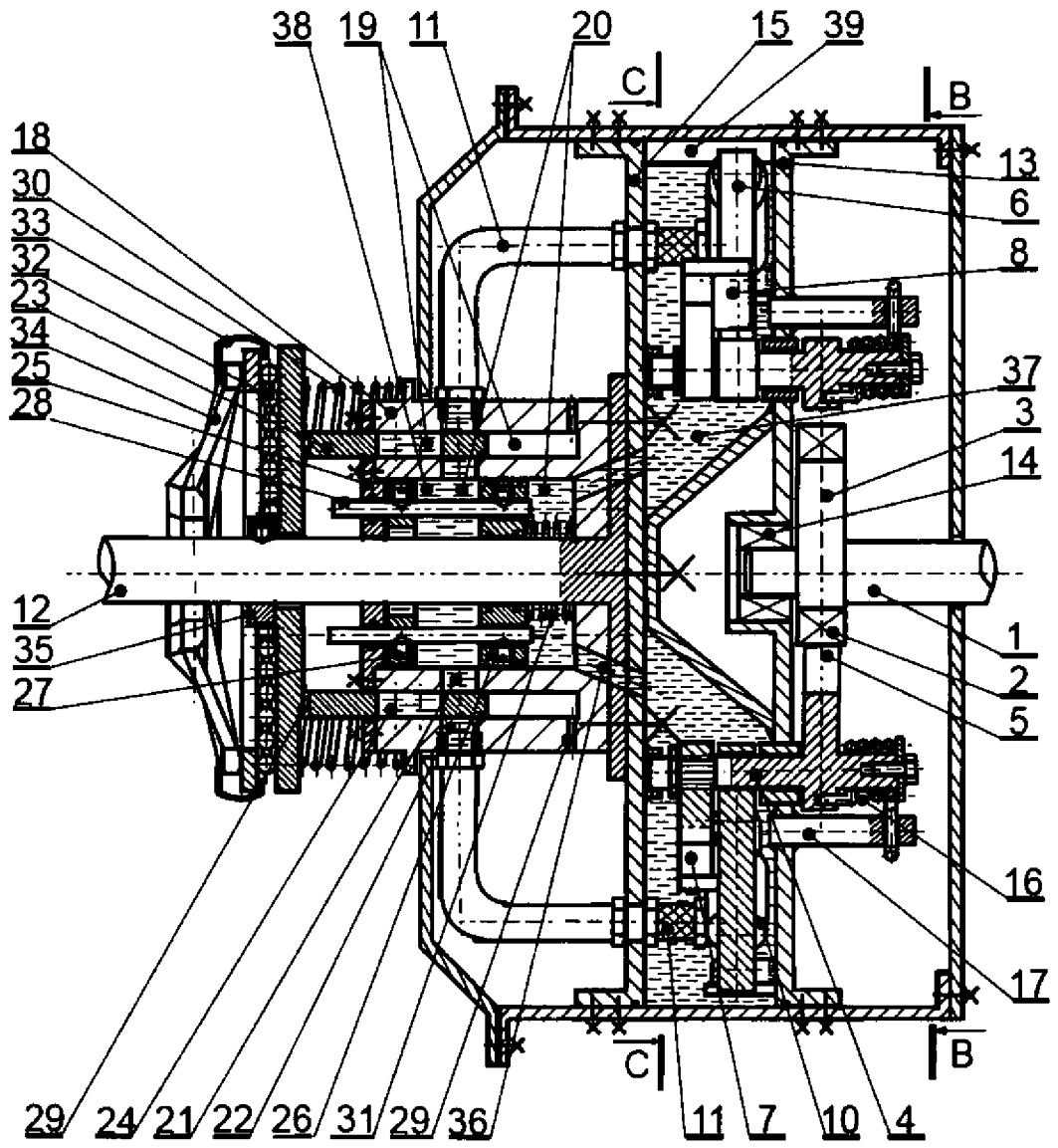


Fig. 1

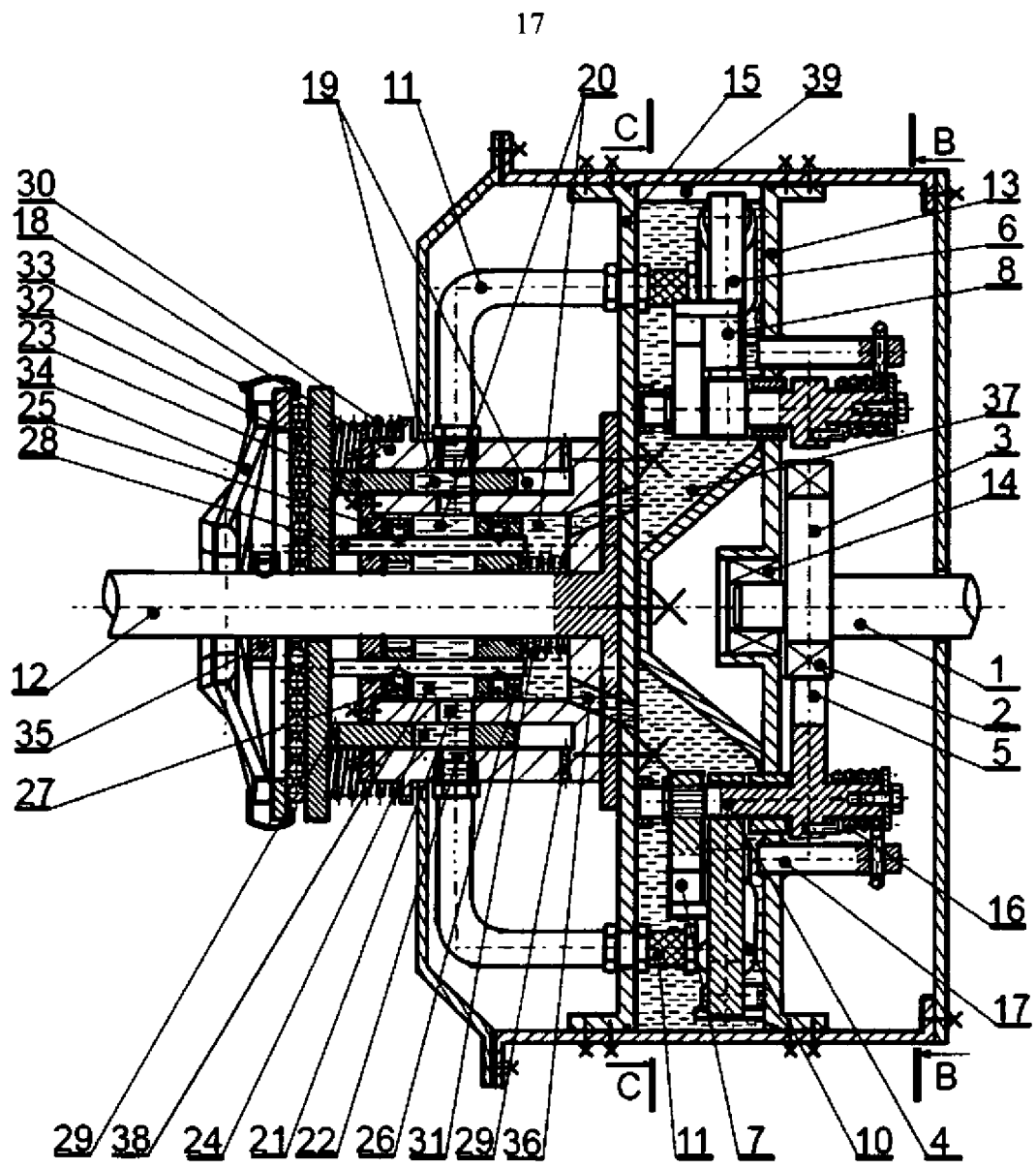


Fig.2

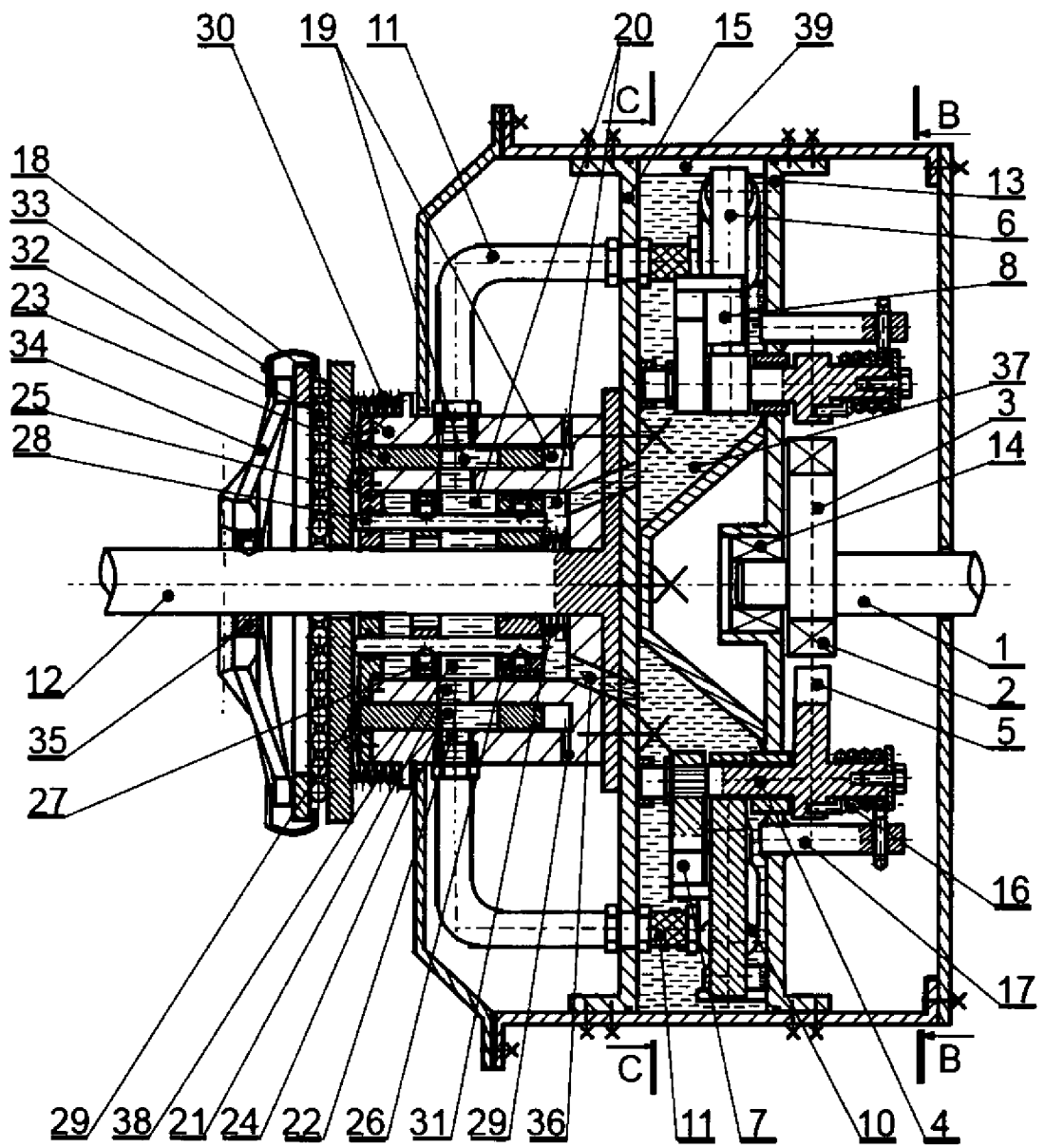


Fig. 3

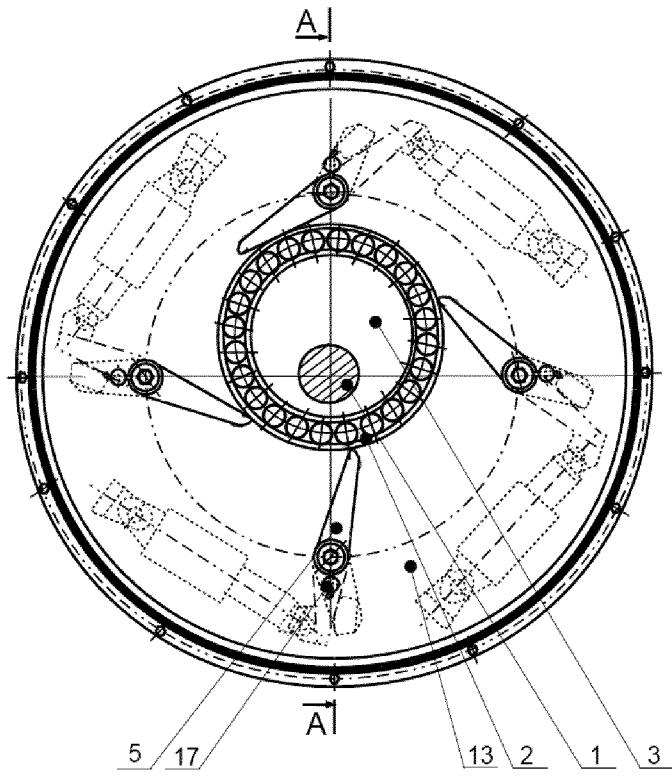


Fig.4

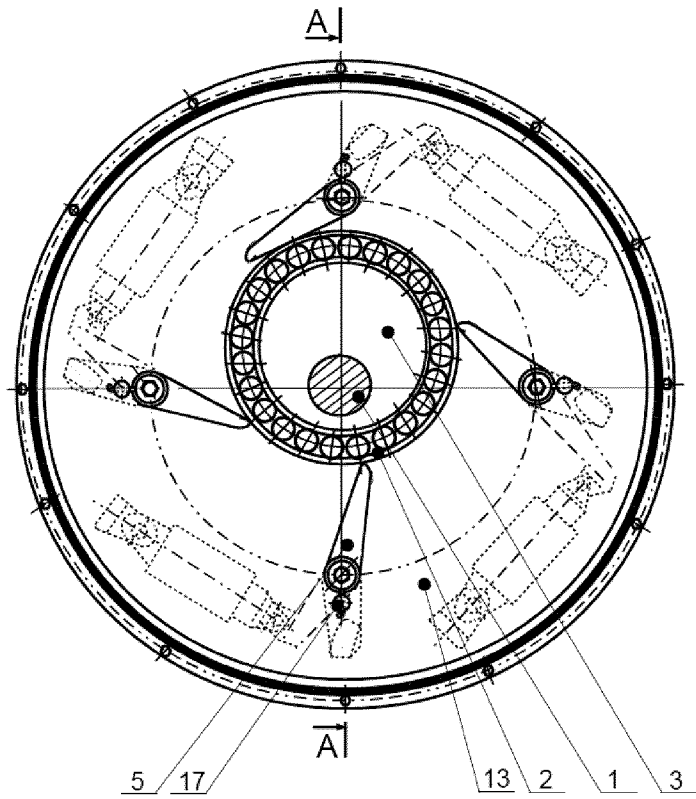


Fig. 5

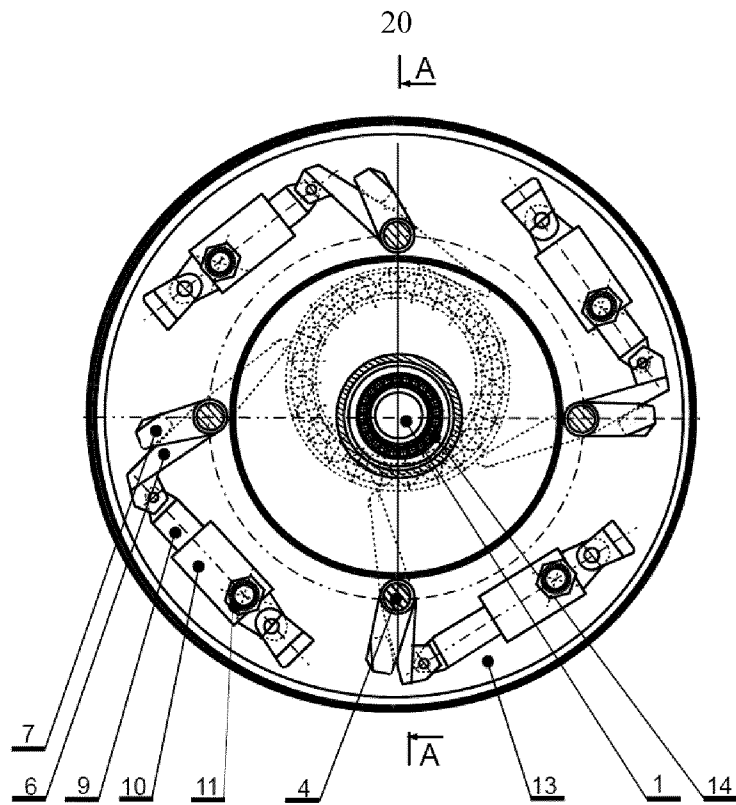


Fig. 6

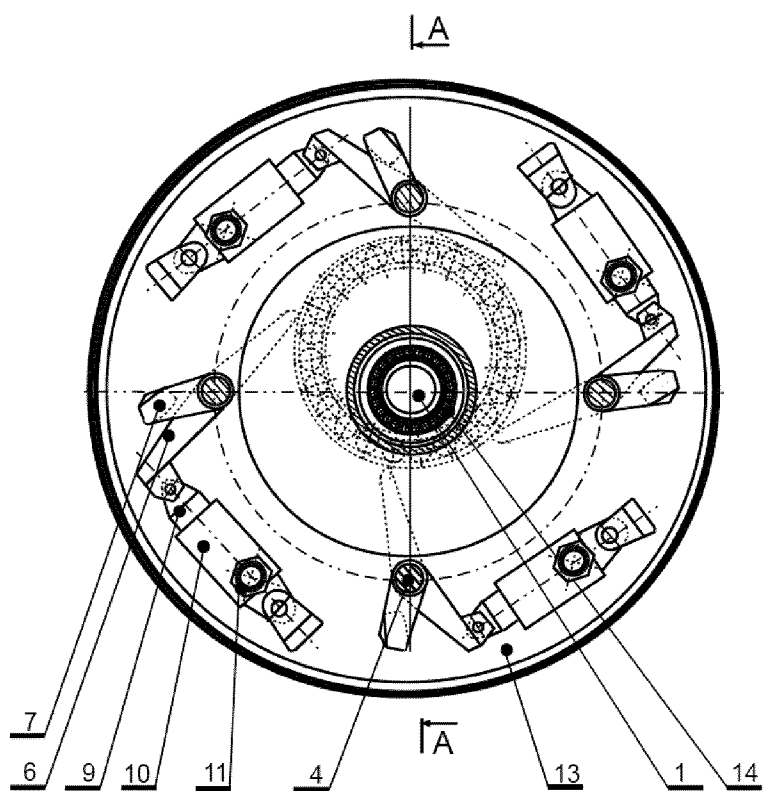


Fig.7

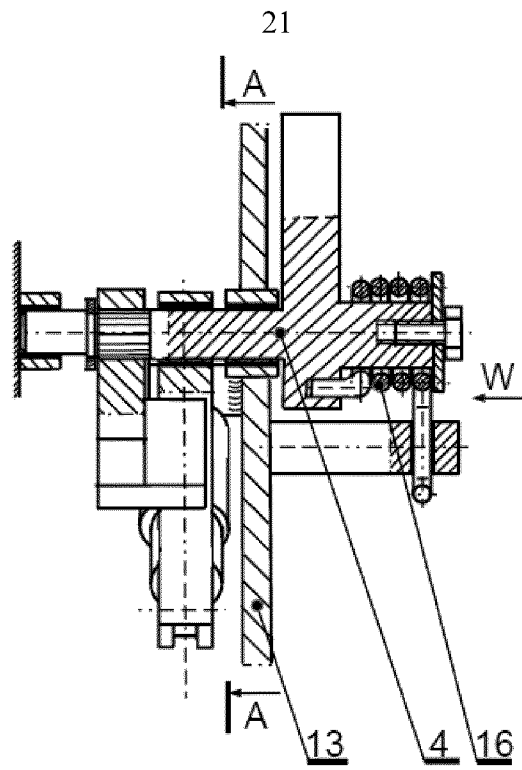


Fig.8

A-A

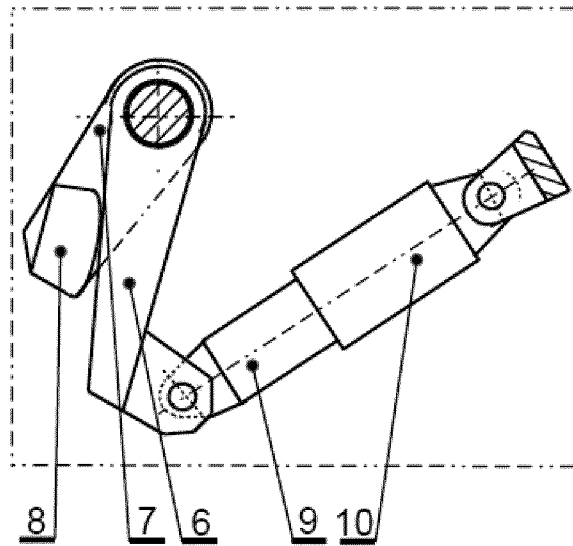


Fig. 9

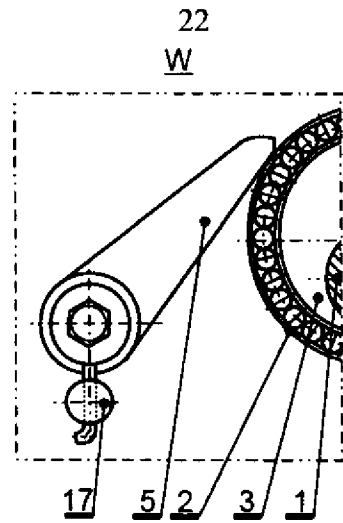


Fig.10

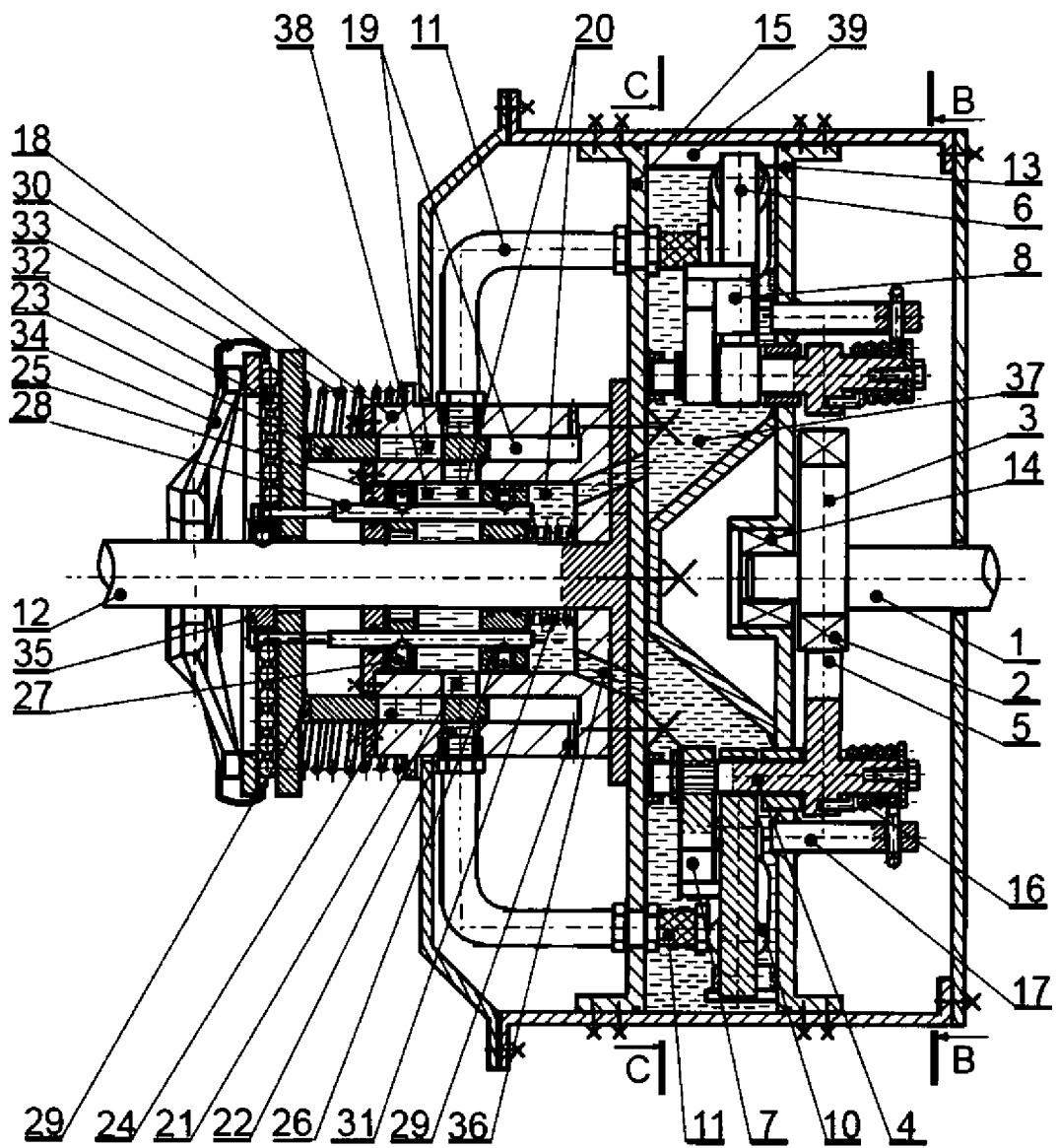


Fig. 11

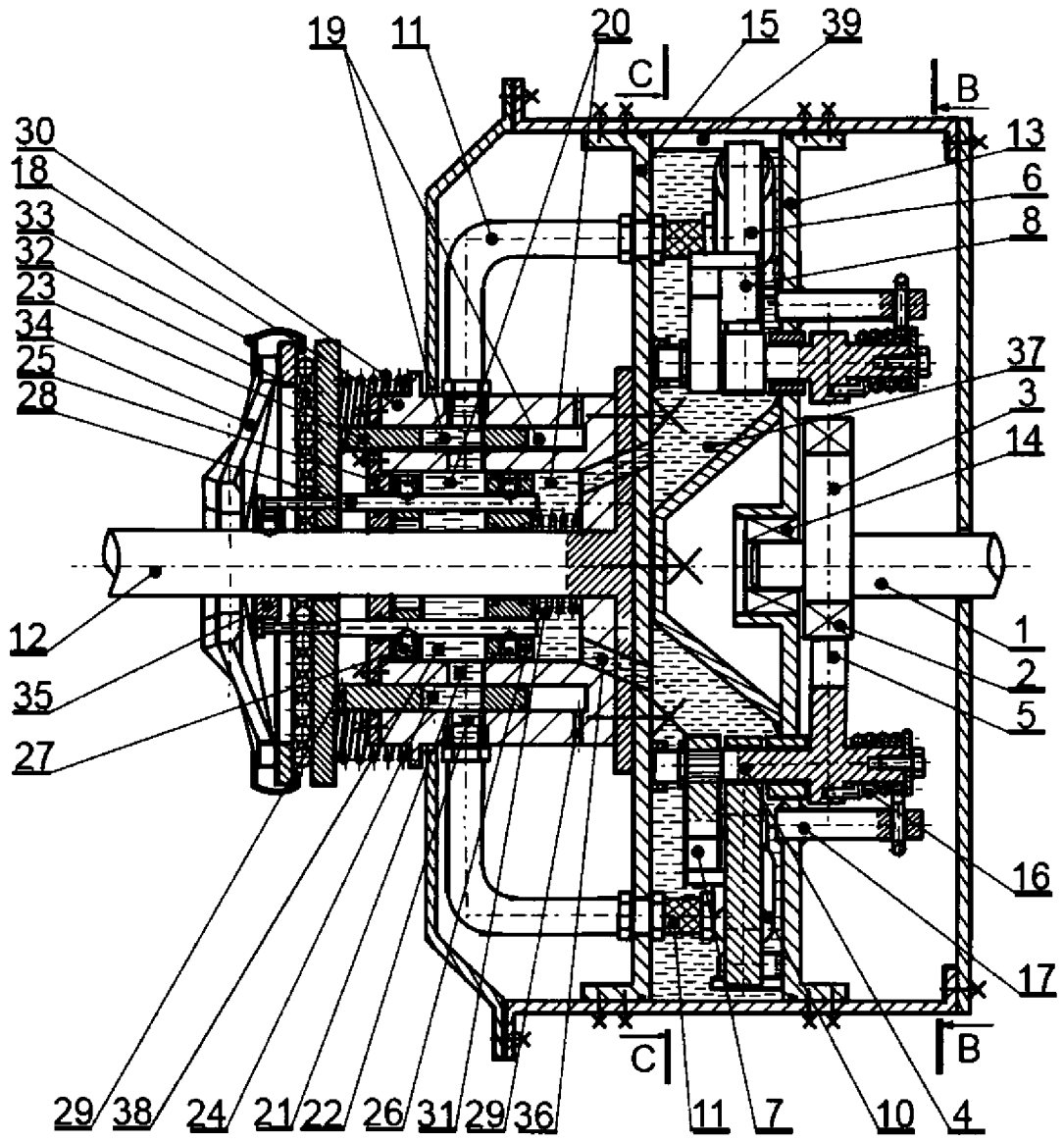


Fig. 12

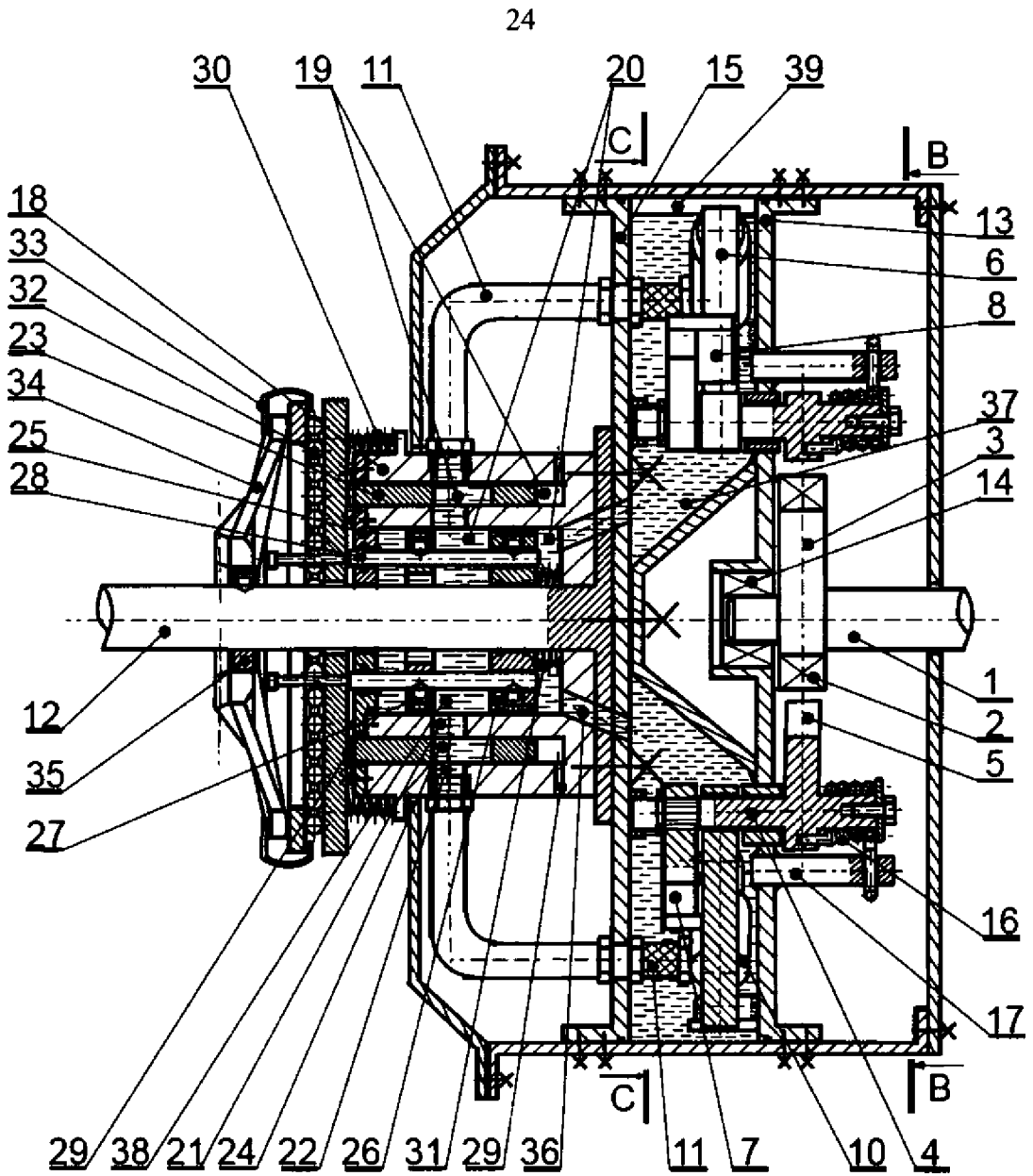


Fig. 13