

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **241396**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **433926**

(22) Data zgłoszenia: **12.05.2020**

(51) Int.Cl.

**F16C 11/06 (2006.01)**

**F16D 3/26 (2006.01)**

**B25J 17/00 (2006.01)**

**B25J 17/02 (2006.01)**

**B25J 18/04 (2006.01)**

**B25J 9/06 (2006.01)**

**B25J 3/00 (2006.01)**

**B25J 18/00 (2006.01)**

(54)

**Regulowany przegub kulowy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**15.11.2021 BUP 33/21**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**19.09.2022 WUP 38/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA, Koszalin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WOJCIECH KACALAK, Koszalin, PL**

**ZBIGNIEW BUDNIAK, Koszalin, PL**

**MACIEJ MAJEWSKI, Koszalin, PL**

**PL 241396 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest regulowany przegub kulowy do zastosowania w układach technicznych, w których wymagana jest duża stabilność ruchu i pozycji oraz małe opory ruchu np. w węzłach kinematycznych robotów, zwłaszcza wielonożnych robotów kroczących, egzoszkieleatów i robotów humanoidalnych. Może być on również stosowany w manipulatorach, robotach przemysłowych, urządzeniach pomiarowych oraz mikromechanizmach.

W stanie techniki, na przykład z opisu patentowego PL 211105, znany jest przegub kulowy, który posiada część kulistą, część nieruchomą oraz zespół ochronno-uszczelniający, który stanowi kołpakowa pokrywa z dwustopniowym gniazdem, z osadzonymi elementami uszczelniającymi przylegającymi do powierzchni części kulistej przegubu.

W dokumencie EP 0481212 przedstawiono przegub kulowy posiadający kulisty łeb, sworzeń przegubu i kulowy sworzeń łączący umieszczony w obsadzie złącznej o wnętrzu w kształcie naczynia, w którym może być on poruszany wychylnie. Przegub kulowy jest ślizgowo zmontowany w łożysku połączonym z obsadą złączną.

Kolejny przegub kulowy ujawniony w dokumencie PL 198014 składa się z dwóch części, z których druga część ma kulisty otwór połączony zatrzaskowo z pierwszą częścią w kształcie kuli z odchodzącą szyjką mającą półkulistą osłonę umieszczoną ślizgowo na zewnętrznej powierzchni kulistego otworu, przy czym średnica otworu kulistego jest mniejsza od średnicy kuli. Ponadto kula z odchodzącą szyjką jest wykonana z jednego materiału.

Przegub opisany w dokumencie US 8714882 posiada sprężynę dyskową w pierścieniowym wgłębieniu, w obciążonym osiowo ślizgowym dolnym łożysku. Sprężyna dyskowa służy do wstępnego obciążenia i ściskania górnego łożyska w dół, w kierunku końca kulistego łba. Wstępne obciążenie utrudnia ruch obrotowy – osiowy lub rotacyjny – sworznia kulistego do momentu przyłożenia minimalnego obciążenia w celu przekroczenia obciążenia wstępnego i spowodowania ruchu.

W dokumencie US 9291195 przedstawiono zespół przegubu kulowego, w którym część kulowa sworznia jest umieszczona wewnątrz tulei łożyskowej w kształcie miski, a część trzonowa części kulowej wystaje z otwartego wnętrza przez otwarty koniec obudowy w celu połączenia z innym elementem. Dolne łożysko jest umieszczone w tulei łożyskowej i zawiera przedłużenie, które rozciąga się do otworu tulei łożyskowej utrzymującej dolne łożysko w ustalonym położeniu wewnątrz tulei łożyskowej.

Uniwersalny przegub kulowy ujawniony w publikacji US 8353776 zawiera pierwszy korpus obrotowy i drugi korpus obrotowy, które połączone są ze sobą obrotowo. Pierwszy korpus obrotowy posiada eliptyczny łeb i część łączącą. Łeb ma oś główną oraz oś mniejszą prostopadłą do osi głównej. Drugi korpus obrotowy wyznacza eliptyczne gniazdo kulowe sprzęgnięte obrotowo z łbem pierwszego korpusu obrotowego tak, że łeb może obracać się wokół głównej osi lub mniejszej osi łba.

Przegub kulowy według opisu patentowego US 6533491 cechuje się tym, że dolne łożysko wyznacza dolną powierzchnię nośną otaczającą kulisty łeb po stronie otworu obudowy, a przeciwległe, ruchome łożysko górne wyznacza górną powierzchnię nośną, przy czym łożysko górne jest naciskane przez sprężynę przy kulistym łbie, tak aby umożliwić ruch w kierunku dolnego łożyska w przypadku, gdy kulisty łeb lub dolne łożysko ulegają zużyciu.

W dokumencie US 7083356 ujawniono przegub kulowy z układem ograniczania ruchu kąтового, który umożliwia swobodny ruch obrotowy sworznia kulistego i jednocześnie ogranicza jego ruch kątowy w pewnym z góry określonym kierunku. Układ ograniczania ruchu, według korzystnego przykładu wykonania, jest stosowany w drążkach kierowniczych lub łączących, gdzie ruch obrotowy wokół jego osi wzdłużnej jest niepożądany.

W publikacji EP 1662158 przedstawiono inny przegub kulowy posiadający gniazdo z obudową mieszczącą kulowo ukształtowaną część przegubu i umożliwiającą jej ruch ślizgowy. Obsada obudowy jest ukształtowana tak, aby zapobiec wzajemnemu ruchowi obsady i gniazda. Przegub zawiera element w kształcie ściętego stożka w obsadzie i przystająca część tego stożka w gnieździe. Ponadto obsada i gniazdo mają rowkowane powierzchnie, sprzężone między sobą, dla: zapewnienia zamocowania obudowy z gniazdem; zapobieżenia względnemu ruchowi pomiędzy obudową i gniazdem, a także uszczelnienia pierwszej obwodowej powierzchni stykowej pomiędzy obsadą i gniazdem.

Istnieje również w stanie techniki rozwiązanie przedstawiające sprężynę pneumatyczną z przegubem kulowym ujawnione w dokumencie EP 1797346. Rozwiązanie to zawiera przegub kulowy, który ma sferoidalny element łożyskujący w panewce łożyska. Istnieje możliwość ustawiania panewki łożyska na sferoidalnym elemencie łożyskującym za pomocą elementu zaciskowego.

Kolejny przegub kulowy przedstawiony w opisie patentowym P.419462 cechuje się tym, że składa się z panewki z tworzywa sztucznego i metalowego sworznia kulowego, osadzonych w gnieździe przegubu metalowego korpusu. Do dna panewki, poprzez metalową podkładkę, przylega sprężysty pierścień dociskowy, ściśnięty poprzez zaślepkę zamykającą gniazdo przegubu, który w wyniku ściśnięcia, stale napiera na panewkę, eliminując luz w przegubie.

W dokumencie EP 0075414 A1 ujawniono przegub kulowy, w którym główka sworznia kulowego jest zamontowana w pierścieniu łożyska, w gnieździe. Tuleja łożyska jest otoczona ściśniętą elastomerową tuleją, która obejmuje pierścień łożyska w obszarze równikowym główki, aby dociskać pierścień do główki, w celu wywierania obciążenia momentem obrotowym. Obciążenie momentem obrotowym można zmieniać przez zmianę twardości materiału elastomerowego, z którego wykonana jest tuleja.

W przegubie kulowym, według opisu patentowego US 3951557, dzielone łożysko z tworzywa sztucznego jest doprowadzane do zetknięcia z kulą przez działanie sprężyny, która jest utrzymywana w otworze przez płytę pokrywę.

W opisie patentowym US 6010271 pokazano przegub kulowy posiadający tylko jeden otwór, przez który podczas montażu instalowane są wszystkie elementy oraz przez który wystaje trzpień. Elementy te obejmują: sprężynę dociskową, polimerowe łożysko dolne, trzpień i górne łożysko metalowe.

W innym przegubie kulowym ujawnionym w publikacji EP 1866552 wykorzystano dzielone górne łożysko ukształtowane tak, aby zapewnić powierzchnię nośną dla górnej i bocznej części sworznia kulowego oraz w celu umożliwienia sprzężenia jednocześnie z obudową i sworzniem kulowym.

W rozwiązaniach istniejących w stanie techniki występuje problem regulacji ruchliwości, oporów ruchu oraz luzu w połączeniu powierzchni kulistych. Celem niniejszego wynalazku jest zaproponowanie regulowanego przegubu kulowego zapewniającego rozwiązanie tego problemu, umożliwiającego obrót w dowolnym kierunku oraz samoczynną regulację oporów ruchu w zależności od obciążenia przegubu. Innym celem wynalazku jest opracowanie przegubu kulowego, który może być łączony i rozłączany bez demontażu i ponownego montażu.

Regulowany przegub kulowy według wynalazku składa się z dwóch zespołów. Pierwszy zespół przegubu zawiera sworzeń zakończony czaszą, z kulistą powierzchnią wewnętrzną, która posiada dwa wycięcia boczne dzielące ją na dwie części tworzące sprężyste widełki. Na zewnętrznej powierzchni sworznia wykonany jest gwint, na którym osadzona jest nakrętka dociskowa, która swą stożkową powierzchnią wewnętrzną wywiera nacisk na zewnętrzną powierzchnię stożkową czaszy kulistej. W wyniku takiego rozwiązania ruchy obrotowe nakrętki są zamieniane na wychylenia kątowe sprężystych widełek zakończonych półkulami. Drugi zespół przegubu posiada trzpień kulowy z nieprzelotowym otworem zakończonym stożkową powierzchnią wewnętrzną. Trzpień ten posiada przecięcie tworzące dwie półkule połączone ze sobą poprzez dolną część trzpienia. Ponadto trzpień posiada dwa wycięcia boczne tworzące otwory o kształcie zasadniczo prostokątnym. Wycięcia w trzpieniu są równoległe do jego przecięcia. Takie ukształtowanie górnej części trzpienia kulowego tworzy dwa sprężyste ramiona. Ponadto trzpień kulowy posiada w dolnej części gwint zewnętrzny, na którym osadzona jest tuleja z otworem nieprzelotowym, której położenie osiowe jest zablokowane przeciwnakrętką. Z kolei w współosiowych otworach trzpienia i tulei o jednakowej średnicy umieszczony jest przesuwnie popychacz zakończony stożkiem, dociskany do stożkowej powierzchni wewnętrznej w górnej części przeciętego trzpienia kulowego przez tuleję dociskową z gwintem zewnętrznym, znajdującą się w otworze dolnej części tulei.

Siła docisku współpracujących powierzchni przegubu jest wstępnie regulowana poprzez wkręcanie tulejki dociskowej z gwintem zewnętrznym do gwintowanego otworu tulei. Powierzchnia czołowa tulejki dociskowej opiera się na występie popychacza. Dzięki takiemu rozwiązaniu osiowy ruch popychacza zamieniany jest na kątowe wychylenie sprężystych, półkulistych części trzpienia kulowego.

Korzystnie w dolnej części popychacza osadzona jest nakrętka, której górna powierzchnia czołowa dociska sprężynę talerzową do dolnej powierzchni czołowej tulejki dociskowej. Po ustaniu działania pionowej siły na popychacz sprężyna talerzowa wywiera nacisk sprężysty na nakrętkę, powodując ruch powrotny popychacza do położenia granicznego. Takie przemieszczenie popychacza powoduje zaciśnięcie sprężystych, półkulistych części trzpienia kulowego. W skutek tego zwiększają się opory ruchu przegubu, a w skrajnym przypadku może nastąpić jego zablokowanie.

Zastosowanie w regulowanym przegubie kulowym sprężystej czaszy kulistej z regulowanym dociskiem umożliwia regulację jego ruchliwości, oporów ruchu oraz luzu w połączeniu powierzchni kulistych, zapewniając obrót przegubu w dowolnym kierunku. Sprężysta czasza kulista umożliwia ponadto

samoczynną regulację oporów ruchu w zależności od siły obciążenia regulowanego przegubu kulowego. Zaletą wynalazku jest więc jego adaptacyjność do zmieniających się warunków pracy regulowanego przegubu kulowego. Dodatkową zaletą regulowanego przegubu kulowego jest możliwość jego łączenia i rozłączania, bez konieczności demontażu i ponownego montażu, dzięki sprężystemu odkształceniu współpracujących powierzchni, stanowiących określone fragmenty czasz kulistych, które ograniczone są przez dobór wysokości czaszy kulistej.

Przedmiot wynalazku może być stosowany w różnych zespołach i węzłach kinematycznych, zarówno w egzoszkieletach, mikrorobotach, robotach humanoidalnych oraz robotach przemysłowych, a także w maszynach roboczych. Stosownie do zastosowania należy dobierać wymiary oraz materiały elementów przegubu. Korzystnie sworzeń oraz trzpień kulowy są wykonane z materiałów charakteryzujących się bardzo dobrymi właściwościami sprężystymi, tj. wysoką granicą sprężystości, dużą wartością stosunku granicy sprężystości do granicy plastyczności, dużą wytrzymałością na rozciąganie. Dodatkowo w zastosowaniach do robotów przemysłowych pożądana jest dobra wytrzymałość na zmęczenie oraz duża odporność na korozję i zużycie ściernie. Przykładowo sworzeń oraz trzpień kulowy mogą być wykonane ze stali krzemowej 50S2, stali manganowej 65G, stali chromowo-krzemowej 50HS, ze stopu chromowo-wanadowego 51 CrV4 (1.8159), X 10CrNi88 (1.4310) X22 CrMoV 121 (1.4923), ze stopów tytanu, np. Ti6Al4V-PE-UHMW. Elementy te mogą być również wykonane poprzez spiekanie proszków metali, na przykład tytanu lub magnezu, jak również metodą wytwarzania przyrostowego. Pozostałe elementy przegubu mogą być wykonane z typowych materiałów konstrukcyjnych, takich jak: stале konstrukcyjne i ich stopy, jak również z tworzyw sztucznych o dobrych właściwościach mechanicznych, na przykład: poliamid, PBT, poliwęglan czy poliester.

Przedmiot wynalazku opisano poniżej bardziej szczegółowo w przykładzie wykonania wynalazku pokazanym na rysunku, na którym przedstawiają:

- fig. 1 przegub kulowy w widoku z przodu,
- fig. 2 przegub kulowy w półwidoku i półprzekroju,
- fig. 3 szczegół A z fig. 2, ilustrujący połączenie powierzchni przylegania stożka popychacza ze stożkową powierzchnią wewnętrzną trzpienia kulowego,
- fig. 4 szczegół B z fig. 2, ilustrujący połączenie śrubowe tulei dociskowej z tuleją, w której osadzono przesuwne popychacz,
- fig. 5 przegub kulowy w widoku izometrycznym,
- fig. 6 popychacz,
- fig. 7, 8 i 9 sworzeń z czaszą kulistą odpowiednio w widoku z przodu, półwidoku i półprzekroju z boku oraz w widoku izometrycznym,
- fig. 10, 11 i 12 trzpień kulowy z dwoma półkulami, odpowiednio w widoku z przodu, półwidoku i półprzekroju z boku oraz w widoku izometrycznym,
- fig. 13 nakrętkę dociskową w półwidoku i półprzekroju,
- fig. 14 tuleję w półwidoku i półprzekroju,
- fig. 15 tulejkę dociskową z gwintem zewnętrznym w półwidoku i półprzekroju,
- fig. 16 widok przegubu w pozycji granicznego wychylenia sworznia z czaszą kulistą.

W przedstawionym na fig. od 1 do 5 przykładzie wykonania wynalazku regulowany przegub kulowy składa się z dwóch zespołów. Pierwszy zespół regulowanego przegubu kulowego zawiera sworzeń 1 (fig. od 7 do 9) zakończony czaszą kulistą 10 z kulistą powierzchnią wewnętrzną 9. Czasza kulista 10 posiada dwa wycięcia boczne dzielące ją na dwie części tworzące sprężyste widełki o szerokości  $b$ . Na zewnętrznej powierzchni sworznia 1 wykonany jest gwint zewnętrzny 11, na którym osadzona jest nakrętka dociskowa 12 (fig. 13) posiadająca stożkową powierzchnię wewnętrzną 13, poprzez którą wywiera nacisk na stożkową powierzchnię zewnętrzną 14 czaszy kulistej 10 sworznia 1.

Drugi zespół regulowanego przegubu kulowego posiada trzpień kulowy 2 (fig. od 10 do 12) z nieprzelotowym otworem walcowym 15 zakończonym stożkową powierzchnią wewnętrzną 16. Trzpień kulowy 2 posiada przecięcie 5 tworzące dwie części półkuliste 3 połączone ze sobą przez dolną część trzpienia kulowego 2. Ponadto trzpień kulowy 2 posiada dwa wycięcia boczne tworzące otwory 19 o kształcie zasadniczo prostokątnym, przy czym wycięcia te są równoległe do przecięcia 5. W dolnej części trzpienia kulowego 2 wykonany jest gwint zewnętrzny 21, na którym osadzona jest tuleja 4 (fig. 14) z przelotowym otworem walcowym 20. Położenie osiowe tulei 4 jest zablokowane przeciwnakrętką 18. We współosiowych otworach walcowych 15 i 20 odpowiednio – trzpienia kulowego 2 i tulei 4 – o jedna-

kowej średnicy, przesuwnie osadzony jest popychacz 6 (fig. 6) zakończony stożkiem 7. Stożek 1 popychacza 6 jest dociskany do stożkowej powierzchni wewnętrznej 16 w przeciętej górnej części trzpienia kulowego 2.

Siła docisku współpracujących powierzchni zewnętrznych części półkulistych 3 trzpienia kulowego 2 i kulistej powierzchni wewnętrznej 9 czaszy kulistej 10 sworznia 1 regulowanego przegubu kulowego jest wstępnie regulowana poprzez wkręcanie tulejki dociskowej 8 z gwintem zewnętrznym do gwintowanego otworu walcowego 20 tulei 4. Powierzchnia czołowa tulejki dociskowej 8 opiera się na występie popychacza 6. Dzięki takiemu rozwiązaniu osiowy ruch popychacza zamieniany jest na kątowe przemieszczenie sprężystych części półkulistych 3 trzpienia kulowego 2.

W dolnej części popychacza 6 osadzona jest nakrętka 17, której górna powierzchnia czołowa dociska sprężynę talerzową 22 do dolnej powierzchni czołowej tulejki dociskowej 8. Po ustaniu działania pionowej siły  $F$  na popychacz 6, sprężyna talerzowa 22 wywiera nacisk sprężysty na nakrętkę 17, powodując ruch powrotny popychacza 6 do położenia granicznego. Ruch powrotny popychacza 6 powoduje zaciśnięcie sprężystych, półkulistych 3 części trzpienia kulowego 2, wskutek czego zwiększają się opory ruchu przegubu, a w skrajnym przypadku nastąpi jego zablokowanie.

Czasza kulista 10 sworznia przegubu posiada szerokość  $b$  i wysokość  $H$  mniejszą od średnicy  $d$  kulistej powierzchni wewnętrznej 9 czaszy kulistej 10 sworznia 1, przy czym korzystnie:  $H/d = 0,6-0,8$ ,  $b/d = 0,5-0,6$  oraz  $(H+b)/d \leq 1,3$ . W przykładzie wykonania pokazanym na fig. 1 i 2 czasza kulista 10 posiada szerokość  $b = 40$  mm i wysokość  $H = 38$  mm, które są mniejsze od średnicy  $d = 60$  mm, a wartości proporcji wynoszą:  $H/d = 0,63$  oraz  $b/d = 0,67$  oraz  $(H+b)/d = 1,3$ .

Odształcenia sprężyste dwuramiennej czaszy kulistej 10 są ograniczone położeniem stożkowej powierzchni zewnętrznej 14 czaszy kulistej 10, przy czym dzięki przecięciu 5 i przemieszczeniu osiowym stożka 7 położenie obu części kulistej powierzchni wewnętrznej 9 może być zmieniane. W płaszczyźnie prostopadłej do osi popychacza 6 regulowany przegub kulowy może się obracać w zakresie od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ , a w płaszczyźnie pokrywającej się z osią popychacza 6 kąt  $\alpha$  wychylenia przegubu jest ograniczony i w przypadku opisanego wyżej przykładu wykonania wynalazku (fig. 16) zawiera się w przedziale  $\pm 30^\circ$  względem osi popychacza 6.

W przykładzie wykonania przegubu w zastosowaniach do egzozszkieletów, gdy obciążenie siłą pionową nie przekracza 600 N, sworznie 1 oraz trzpień kulowy 2 są wykonane ze stopu tytanu Ti6Al4V-PE-UHMW, a pozostałe elementy ze stopów aluminium np. AlSi5Cu2.

W innych przykładach wykonania sworznie 1 i trzpień kulowy 2 są wykonane z tworzyw sztucznych o podwyższonej wytrzymałości, wzmocnionych włóknami węglowymi, np. PA 66 CF20.

Wykaz oznaczeń:

- 1 – sworznie
- 2 – trzpień kulowy
- 3 – część półkulista
- 4 – tuleja
- 5 – przecięcie kuli
- 6 – popychacz
- 7 – stożek
- 8 – tulejka dociskowa
- 9 – kulista powierzchnia wewnętrzna czaszy kulistej
- 10 – czasza kulista
- 11 – gwint zewnętrzny
- 12 – nakrętka dociskowa
- 13 – stożkowa powierzchnia wewnętrzna nakrętki dociskowej
- 14 – stożkowa powierzchnia zewnętrzna czaszy kulistej
- 15 – otwór walcowy trzpienia kulowego
- 16 – stożkowa powierzchnia wewnętrzna trzpienia kulowego
- 17 – nakrętka
- 18 – przeciwnakrętka
- 19 – otwór
- 20 – otwór walcowy tulei
- 21 – gwint zewnętrzny trzpienia kulowego
- 22 – sprężyna talerzowa

- $F$  – siła obciążająca przegub  
 $H$  – wysokość czaszy kulistej  
 $b$  – szerokość czaszy kulistej  
 $d$  – średnica kulistej powierzchni wewnętrznej czaszy kulistej  
 $\alpha$  – kąt wychylenia przegubu

### Zastrzeżenia patentowe

1. Regulowany przegub kulowy obejmujący co najmniej dwa zespoły przegubu – pierwszy zespół przegubu zawierający sworzeń zakończony czaszą kulistą z kulistą powierzchnią wewnętrzną oraz drugi zespół przegubu posiadający trzpień kulowy, **znamienny tym**, że czasza kulista 10 sworznia 1 posiada dwa wycięcia boczne dzielące ją na dwie części tworzące sprężyste widelki i na zewnętrznej powierzchni sworznia 1 jest wykonany gwint 11, na którym osadzona jest nakrętka dociskowa 12 posiadająca stożkową powierzchnię wewnętrzną 13, którą dociskana jest do zewnętrznej powierzchni stożkowej 14 czaszy kulistej 10, a trzpień kulowy 2 posiada nieprzelotowy otwór 15 zakończony stożkową powierzchnią wewnętrzną 16 oraz posiada przecięcie 5 tworzące dwie części półkoliste 3 połączone ze sobą przez dolną część trzpienia kulowego 2, w którym, dodatkowo, wykonane są dwa wycięcia boczne tworzące otwory 19 w kształcie zasadniczo prostokątnym, przy czym wycięcia te są równoległe do przecięcia 5, ponadto trzpień kulowy 2 posiada w dolnej części gwint zewnętrzny 21, na którym osadzona jest tuleja 4 z otworem przelotowym 20, której położenie osiowe jest zablokowane przeciwnakrętką 18, a we współosiowych otworach 15 i 20 o jednakowej średnicy umieszczony jest przesuwnie popychacz 6 zakończony stożkiem 7, który dociska do stożkowej powierzchni wewnętrznej 16 w górnej części przeciętego trzpienia kulowego 2 przez tuleję dociskową 8 z gwintem zewnętrznym, znajdującą się w otworze dolnej części tulei 4.
2. Regulowany przegub kulowy według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że w dolnej części popychacza 6 osadzona jest nakrętka 17, której górna powierzchnia czołowa dociska sprężynę talerzową 22 do dolnej powierzchni czołowej tulejki dociskowej 8.
3. Regulowany przegub kulowy według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że czasza kulista 10 sworznia 1 posiada szerokość  $b$  i wysokość  $H$ , które są mniejsze od średnicy  $d$  kulistej powierzchni wewnętrznej 9 czaszy kulistej 10, przy czym korzystnie:  $H/d = 0,6 \div 0,8$ ,  $b/d = 0,5 \div 0,6$  oraz  $(H+b)/d \leq 1,3$ .
4. Regulowany przegub kulowy według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że przegub kulisty w płaszczyźnie prostopadłej do osi popychacza 6 regulowany jest w zakresie od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ , a w płaszczyźnie pokrywającej się z osią popychacza 6 kąt  $\alpha$  wychylenia regulowanego przegubu kulowego względem osi popychacza 6 jest ograniczony i zawiera się w przedziale  $\pm 30^\circ$ .
5. Regulowany przegub kulowy według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że sworzeń 1 oraz trzpień kulowy 2 są wykonane z materiałów o bardzo dobrych właściwościach sprężystych, tj. wysokiej granicy sprężystości, dużej wartości stosunku granicy sprężystości do granicy plastyczności, dużej wytrzymałości na rozciąganie oraz dobrej wytrzymałości na zmęczenie i dużej odporności na korozję i zużycie ściernie.

Rysunki

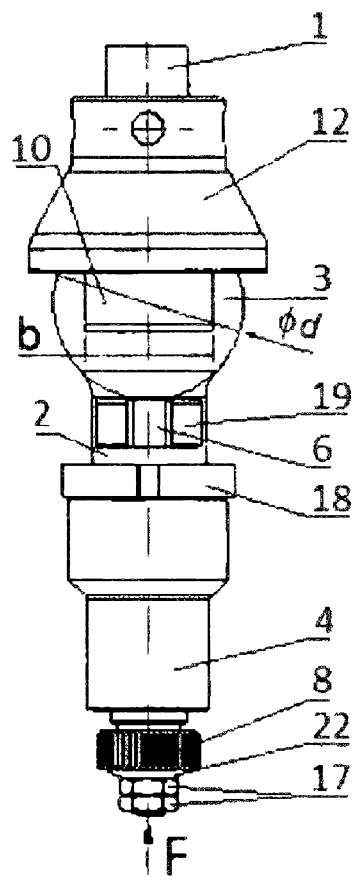


Fig. 1

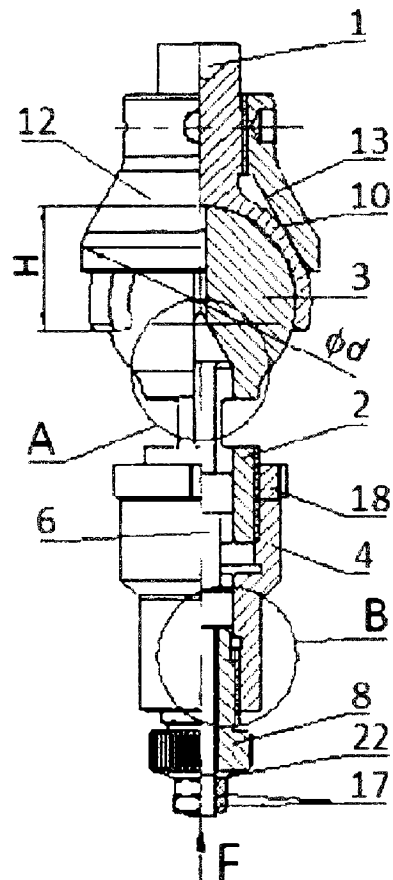


Fig. 2

Szczegół A (2:1)

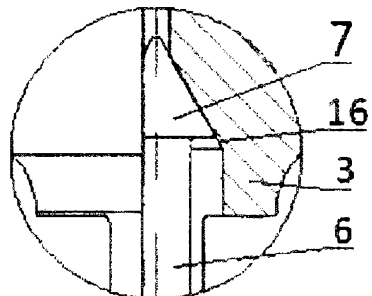


Fig. 3

Szczegół B (2:1)

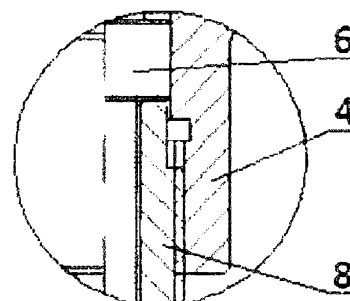


Fig. 4

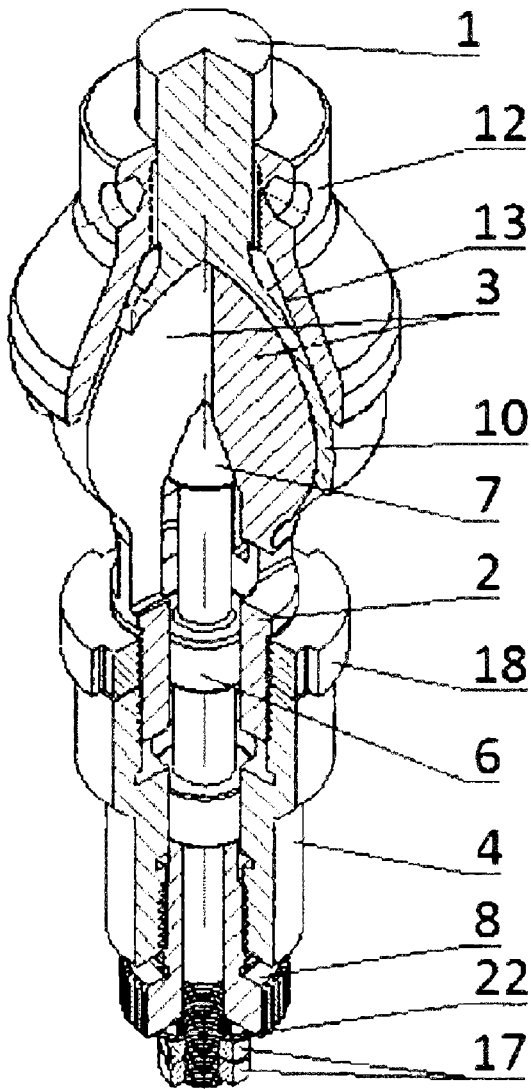


Fig. 5

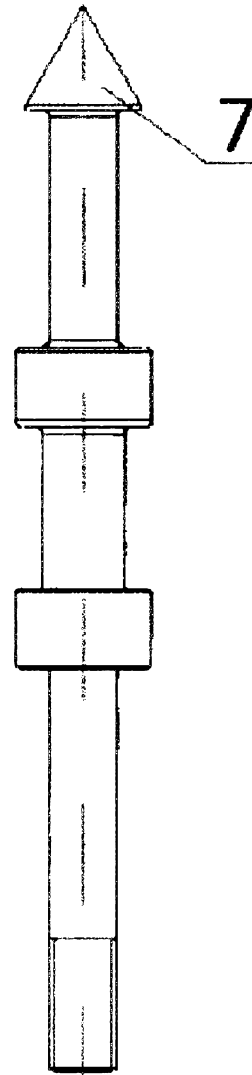


Fig. 6

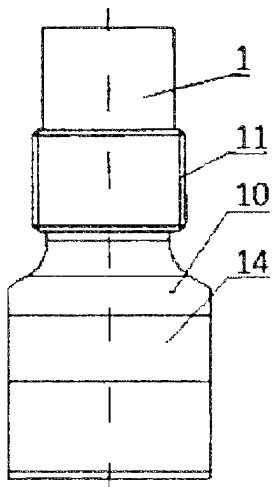


Fig. 7

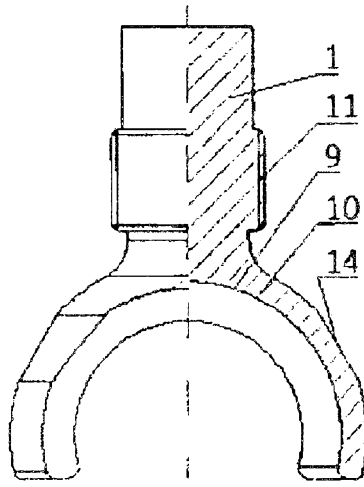


Fig. 8

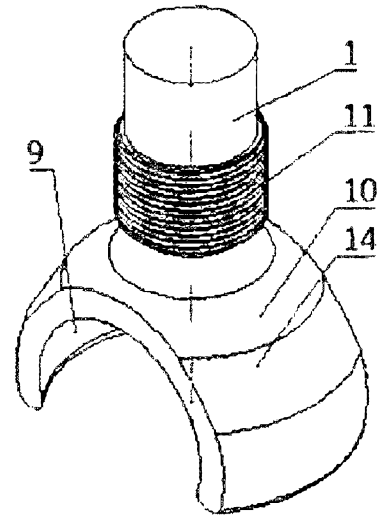


Fig. 9

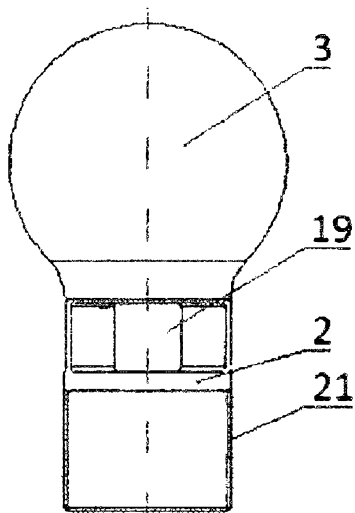


Fig. 10

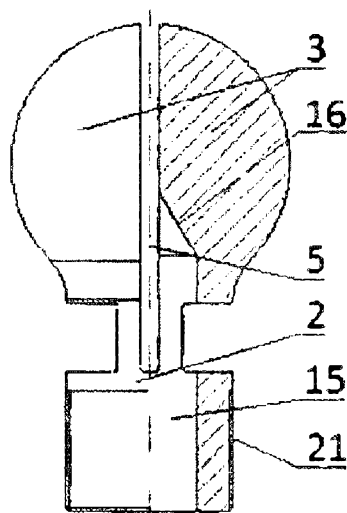


Fig. 11

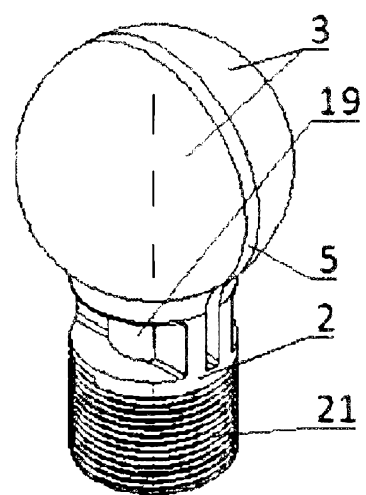


Fig. 12

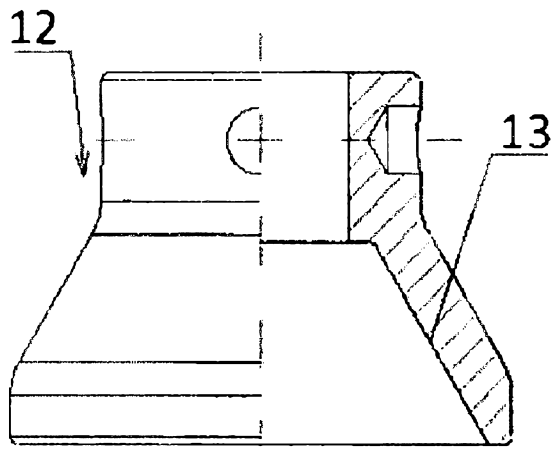


Fig. 13

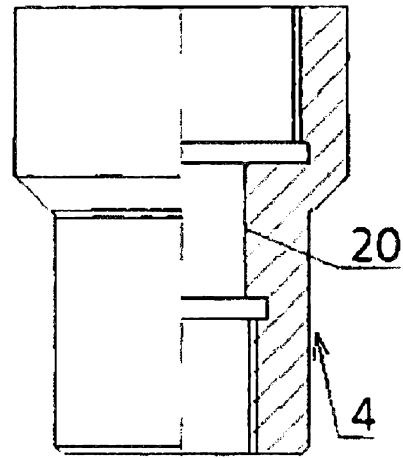


Fig. 14

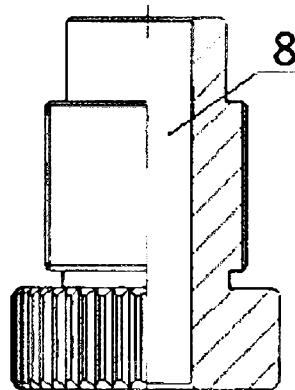


Fig. 15

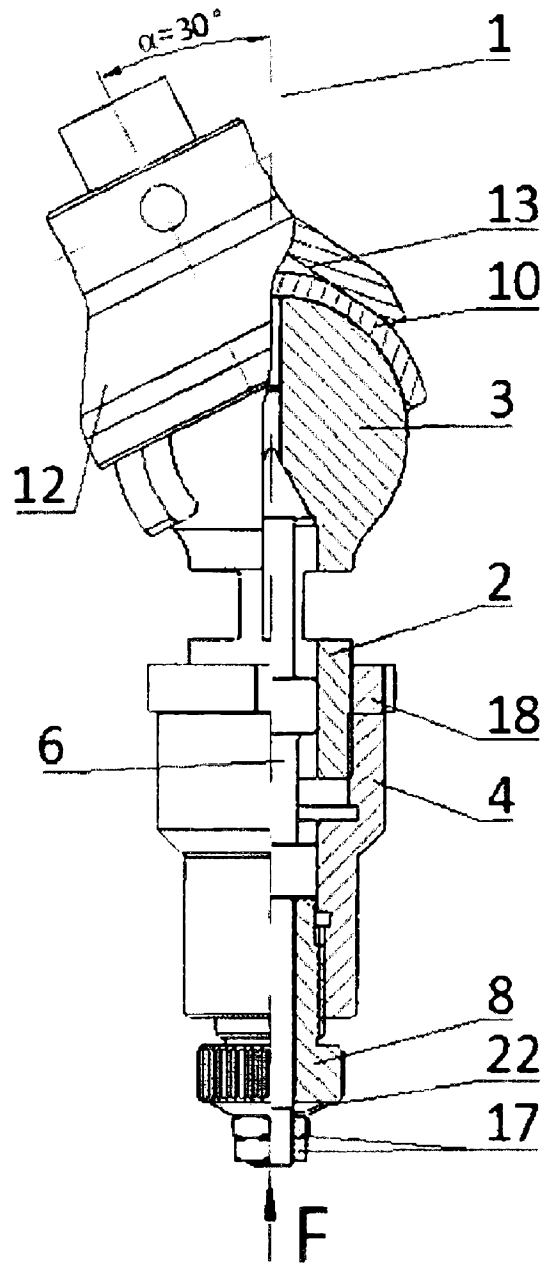


Fig. 16