

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243135 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **433928**

(22) Data zgłoszenia: **2020.05.12**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.11.15 BUP 33/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.07.03 WUP 27/2023**

(51) MKP:

**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)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA, Koszalin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**WOJCIECH KACALAK, Koszalin, PL**

**ZBIGNIEW BUDNIAK, Koszalin, PL**

**MACIEJ MAJEWSKI, Koszalin, PL**

**GRZEGORZ CHOMKA, Koszalin, PL**

(54) Tytuł:

**Przegub kulisty**

**PL 243135 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przegub kulisty, przeznaczony do wykorzystania w przegubach robotów, a w szczególności robotów kroczących, egzoskieletów oraz robotów humanoidalnych pracujących w warunkach wysokiej stabilności pozostawania w określonej pozycji i zmniejszenia oporów ruchu podczas przemieszczania się.

W stanie techniki znanych jest wiele przegubów kulowych.

Przykładowo, z polskiego opisu patentowego PL 211105 znany jest przegub, który posiada część kulistą, część nieruchomą oraz zespół ochronno-uszczelniający, który stanowi kołpakowa pokrywa z dwustopniowym gniazdem z osadzonymi w nim elementami uszczelniającymi przylegającymi do powierzchni części kulistej przegubu.

Z europejskiego opisu patentowego EP 0481212 znany jest przegub kulowy posiadający kulisty łeb, sworzeń przegubu oraz łączący sworzeń kulowy, który jest umieszczony w obsadzie złącznej o wnętrzu w kształcie naczynia, w którym może być poruszany w sposób wychylny. Przegub kulowy jest zmontowany ślizgowo w łożysku dołączonym do obsady złącznej.

Z polskiego opisu patentowego PL 198014 znany jest przegub kulowy składający 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 w świetle jest mniejsza od średnicy kuli, a kula z odchodzącą szyjką jest wykonana z jednego materiału.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 8714862 znany jest przegub kulowy posiadający sprężynę dyskową w pierścieniowym wgłębieniu, w obciążonym osiowo ślizgowym dolnym gnieździe. Sprężyna dyskowa służy do wstępnego obciążenia i ściskania górnego gniazda 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.

Z innego amerykańskiego opisu patentowego US 9291195 znany jest przegub będący zespołem przegubu kulowego, w którym część kulowa sworznia jest umieszczona wewnątrz tulei łożyskowej w kształcie miseczeki, 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 trzymającej dolne łożysko w ustalonym położeniu wewnątrz tulei łożyskowej.

Z jeszcze innego amerykańskiego opisu patentowego US 8353776, znany jest uniwersalny przegub kulowy zawierający pierwszy korpus obrotowy i drugi korpus obrotowy, które są połączone ze sobą obrotowo. Pierwszy korpus obrotowy zawiera eliptyczny łeb i część łączącą, przy czym łeb ma oś główną i oś mniejszą, która jest prostopadła do osi głównej. Drugi korpus obrotowy stanowi eliptyczne gniazdo kulowe sprzęgnięte obrotowo z łbem pierwszego korpusu obrotowego tak, że łeb może obracać się wokół głównej osi lub mniejszej osi eliptycznego łba.

W kolejnym amerykańskim opisie patentowym US 6533491 ujawniono sprężysty przegub kulowy, w którym dolne łożysko wyznacza dolną powierzchnię nośną otaczającą kulisty łeb po stronie otworu obudowy, a przeciwległe górne ruchome łożysko wyznacza górną powierzchnię nośną, przy czym górne łożysko jest popychane przez sprężynę przy kulistym łbie tak, aby móc poruszać się w kierunku dolnego łożyska w sytuacji, gdy kulisty łeb lub dolne łożysko zużywają się.

W kolejnym amerykańskim opisie patentowym US 7083356 ujawniono przegub kulowy z układem ograniczania ruchu kąтового, który pozwala na swobodny ruch obrotowy sworznia kulistego, ale jednocześnie ogranicza ruch kątowy tego samego sworznia typu kulkowego w pewnym, z góry określonym kierunku. Układ ograniczania ruchu według korzystnego przykładu wykonania jest stosowany w drążkach kierowniczych lub drążkach łączących tam, gdzie ruch obrotowy względem jego osi wzdłużnej jest niepożądany.

Z patentu europejskiego EP 1662158 znany jest przegub kulowy mający gniazdo z obudową mieszczącą kulowo ukształtowaną część przegubu i umożliwiającą jej ruch ślizgowy. Obsada obudowy jest skonfigurowana dla powstrzymania wzajemnego ruchu pomiędzy obsadą i gniazdem. Przegub zawiera element w kształcie ściętego stożka w obsadzie i przystającą 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.

W europejskim opisie patentowym EP 1797346 ujawniona została sprężyna pneumatyczna z przegubem kulowym, który ma sferoidalny element łożyskujący w panewce łożyska. Panewka łożyska jest nastawialna na sferoidalnym elemencie łożyskującym za pomocą elementu zaciskowego.

Z polskiego zgłoszenia patentowego P.419462 znany jest przegub kulowy, który 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 zamykającą gniazdo przegubu zaślepkę, który w wyniku wewnętrznych naprężeń dociskowych układu cały czas napiera na panewkę, eliminując przez to luzy przegubu.

W europejskim opisie patentowym EP 0075414A1 ujawniony jest przegub kulowy, w którym główka sworznia kulowego jest zamontowana w pierścieniu łożyska w gnieździe. Tuleja łożyska jest otoczona ściśniętą elastomerową tuleją, która otacza pierścień łożyska w obszarze równikowym główki, aby dociskać pierścień do główki, a przez to wywierać obciążenie momentem obrotowym. Obciążenie momentem obrotowym można zmienić przez zmianę twardości materiału elastomerowego, z którego wykonana jest tuleja.

W amerykańskim opisie patentowym US 3951557 ujawniono z kolei przegub kulowy, w którym dzielone łożysko z tworzywa sztucznego jest doprowadzane do zetknięcia z kulą przez działanie sprężyny, która jest utrzymywana w otworze przez płytę pokrywę.

W innym amerykańskim opisie patentowym US 6010271 ujawniono przegub kulowy, który ma tylko jeden otwór, przez który wszystkie elementy są instalowane podczas montażu, i przez który wystaje trzpień. Części składowe przegubu obejmują sprężynę dociskową, polimerowe łożysko dolne, trzpień i górne łożysko metalowe. Obwodowe krawędzie otworu są obracane lub walcowane, aby utrzymać elementy na miejscu i ścisnąć sprężynę dociskową.

Przegub kulowy ze ściskaniem według patentu nr EP 1866552, wykorzystujący dzielone górne łożysko skonfigurowane tak, aby zapewnić powierzchnię nośną dla górnej i bocznej części sworznia kulowego, oraz aby umożliwić pełne sprzężenie jednocześnie z obudową i sworzniem kulowym.

W kolejnym opublikowanym w stanie techniki jest mechanizm przegubu kulowego ujawniony w US 5409269. Rozwiązanie to opisuje przegub przystosowany do ustawienia dwóch elementów względem siebie, które stanowią część regulowanego urządzenia do transportu gazu. Jeden z tych elementów korzystnie składa się z przewodu gazowego i drugiego elementu korzystnie dyszy, która jest połączona ze wspomnianym przewodem gazowym i ustawiana w różnych pozycjach względem niego. W celu umożliwienia szybkiego ustawiania ręcznego sił sprężyny bez jakichkolwiek operacji w samym mechanizmie przegubu kulowego, mechanizm ten zawiera dwie zamontowane obrotowo kule, z których jedna kula jest połączona z jednym elementem ustawialnego urządzenia, a druga kula z drugim elementem wspomnianego regulowanego urządzenia. Kule współpracują z elementami ciernymi w celu uzyskania wymaganego oporu tarcia, gdy wspomniane kule obracają się, i dzięki czemu zapewniony jest, co najmniej jeden element sprężynowy w celu kompensacji ewentualnego zużycia wspomnianych elementów ciernych i/lub powierzchni współpracujących z nimi kul. Kule są umieszczone w obudowie złącza zawierającej dwa elementy, które mogą być ustawione względem siebie tak, że siły sprężynujące elementu sprężynowego można zmieniać przez zmianę wzajemnie położonych wspomnianych elementów wspólnej obudowy.

W opisanych wyżej rozwiązaniach przegubów znanych ze stanu techniki często występowały problemy związane z regulacją oporów ruchu oraz luzu w połączeniu kulistym zapewniającym obrót w dowolnym kierunku, a także możliwość wstępnej regulacji oporów ruchu. Chcąc wyjść naprzeciw oczekiwaniom Zgłaszający postawili sobie za cel rozwiązania niedogodności istniejących w znanych rozwiązaniach.

Celem przedmiotowego wynalazku było również rozwiązanie problemu budowy przegubów do wielonożnych robotów kroczących oraz budowy węzłów kinematycznych współpracujących z elementami egzoszkieleatów.

Przegub kulisty według wynalazku zawiera dwie współpracujące ze sobą czasze kuliste, jedna znajduje się w zakończeniu trzpienia, a druga stanowi wewnętrzną czaszę kulistą przegubu.

Trzpień przegubu kulistego posiada u swojej nasady panew w kształcie czaszy kulistej z wewnętrzną powierzchnią kulistą, przy czym dolna krawędź panwi usytuowana jest poniżej geometrycznego środka  $S_1$  czaszy kulistej, która posiada umieszczone na obwodzie wzdłużne wybrania o zmiennym kształcie i zmiennej szerokości usytuowane od dolnej krawędzi czaszy kulistej panwi do punktu  $P$  znajdującego się powyżej wewnętrznej powierzchni stożkowej usytuowanej wewnątrz rdzenia trzpienia, a pomiędzy wzdłużnymi wybraniem czasza kulista panwi na obwodzie ma, co najmniej jedno wzdłużne

wycięcie o stałej szerokości  $s_p$  i wysokości  $h_1$  usytuowane od dolnej krawędzi czaszy kulistej panwi do poziomu równika powierzchni kulistej czaszy kulistej. Wewnątrz przestrzeni ograniczonej przez powierzchnię stożkową trzpienia umieszczona jest kula, która z drugiej strony jest oparta o zewnętrzną powierzchnię kulistą wewnętrznej czaszy kulistej, która przymocowana jest przy pomocy połączenia gwintowego do sworznia. Wewnętrzna czasza kulista połączona jest na stałe ze sworzniem, na który w określonej fazie pracy może działać siła  $F$  w zależności od obciążenia przegubu. Wewnętrzna czasza kulista jest powłoką z wzdłużnymi wycięciami zakończonymi otworami o kształcie kołowym. Na sworzniu osadzony jest suwliwie popychacz o stożkowej powierzchni zewnętrznej, do której przylegają sprężyste fragmenty wewnętrznej czaszy kulistej. Na sworzniu osadzona jest również sprężyna naciskowa, która jest dociskana nakrętką do powierzchni czołowej wyciętego rowka obwodowego popychacza. Ponadto pomiędzy powierzchnią czołową popychacza, a powierzchnią czołową rdzenia wewnętrznej czaszy kulistej osadzona jest wewnętrzna sprężyna naciskowa biegnąca wzdłuż osi trzpienia sworznia. Popychacz roziera przylegające do niego sprężyste fragmenty czaszy kulistej w wyniku przemieszczenia popychacza za pomocą nakrętki wkręcanej na sworznie. Takie rozwiązanie konstrukcji przegubu, dzięki zastosowaniu sprężystych fragmentów wewnętrznej czaszy oraz panwi jak również wykorzystanie sprężyn naciskowych, umożliwia wstępną regulację oporów ruchu. Wzrost oporów ruchu przegubu następuje w wyniku wkręcania nakrętki dociskowej na gwint zewnętrzny sworznia. Pociąga to za sobą przemieszczenie popychacza ku górze, powodując rozwarcie sprężystych fragmentów wewnętrznej czaszy kulistej. To z kolei doprowadza do zwiększenia sił tarcia pomiędzy współpracującymi ślizgowo powierzchniami wewnętrznej czaszy kulistej oraz panwi.

Korzystne jest, gdy czasza kulista panwi posiada cztery wzdłużne wybrania rozmieszczone w jednakowych odstępach kątowych po obwodzie, przy czym wybrania na poziomie równika powierzchni kulistej czaszy kulistej mają kształt otworów kołowych. Czasza kulista panwi na obwodzie, pomiędzy wybraniem, ma od jednego do trzech wzdłużnych wycięć o stałej szerokości  $s_p$ . Czasza kulista panwi posiada wewnętrzną powierzchnię kulistą o promieniu  $R_1$ , a wewnętrzna czasza kulista posiada zewnętrzną powierzchnię kulistą o promieniu  $R_2$ . Geometryczny środek  $S_1$  czaszy kulistej panwi znajduje się na płaszczyźnie poziomej  $\pi_1$ , na której znajduje się równik powierzchni kulistej czaszy kulistej.

Korzystne jest, gdy promień  $R_1$  wewnętrznej powierzchni kulistej czaszy kulistej trzpienia jest korzystnie większy o wartość luzu wstępnego od promienia  $R_2$  zewnętrznej powierzchni kulistej wewnętrznej czaszy kulistej, której środek geometryczny  $S_2$  jest środkiem obrotu przegubu i jest on położony w odległości  $\Delta s$  od poziomu równika powierzchni kulistej czaszy kulistej panwi. Takie ukształtowanie współpracujących powierzchni czaszy kulistej oraz panwi dociśniętych do siebie kulą zapewnia stabilny kontakt wzdłuż dolnej krawędzi panwi.

Korzystne jest, gdy wzdłużne wycięcia wewnętrznej czaszy kulistej mają naprzemiennie różną wysokość  $h_m$  i  $h_a$ , przy czym jedno środki otworów wycięcia o wysokości  $h_a$  znajdują się na płaszczyźnie poziomej  $\pi_2$ , a środki otworów krótszego wycięcia o wysokości  $h_a$  znajdują się poniżej geometrycznego środka przegubu  $S_2$ . Korzystne jest, gdy wzdłużne wycięcia wewnętrznej czaszy kulistej mają jednakową szerokość  $s_c$  i otwory o kształcie kołowym wycięć o wysokości  $h_a$  mają średnicę  $D_c$  większą od szerokości  $s_c$  wzdłużnych wycięć, a wzdłużne wycięcia wewnętrznej czaszy kulistej o wysokości  $h_m$  mają jednakową szerokość i ich otwory o kształcie kołowym mają średnicę większą od szerokości wzdłużnych wycięć. Wykonanie otworów w zakończeniach wycięć powoduje zwiększenie podatności sprężystych fragmentów wewnętrznej czaszy kulistej oraz zwiększenie wytrzymałości zmęczeniowej sprężystych fragmentów wewnętrznej czaszy kulistej poprzez ograniczenie spiętrzenia naprężeń lokalnych w otworze.

Korzystne jest, gdy czasza kulista i wewnętrzna czasza kulista wykonane są z materiału sprężystego.

Przegub kulisty z połączonymi ze sobą obrotowo powłokami kulistymi panwi oraz czaszy kulistej trzpienia, umożliwia regulację oporów ruchu oraz luzu w połączeniu kulistym, zapewniając obrót przegubu w dowolnym kierunku.

Zaletą wynalazku jest jego adaptacyjność do zmieniających się warunków pracy przegubu z powierzchniami kulistymi. Zdolność adaptacyjna konstrukcji jest zagwarantowana poprzez zapewnienie sprężystego przylegania współpracujących ślizgowo powierzchni wewnętrznej czaszy kulistej i panwi i jednoczesnego kontaktu tocznego kuli z powierzchnią kulistą czaszy wewnętrznej. Przy tym, dzięki takiemu ustaleniu położenia elementów roboczych przegubu, sworznia oraz trzpienia, zapewnione jest

dokładne położenie środka przegubu. Jest on wyznaczony jednoznacznie przez punktowy kontakt pomiędzy powierzchnią kuli, a zewnętrzną powierzchnią kulistą czaszy wewnętrznej, która z kolei ma stabilne przyleganie liniowe z powierzchnią kulistą panwi, niezależnie od obciążenia.

Przedmiot wynalazku może być stosowany w różnych zespołach i węzłach kinematycznych, zarówno w egzoszkielekach, mikrorobotach, robotach humanoidalnych oraz robotach przemysłowych, a także w maszynach roboczych. Stosownie do zastosowania należy dobierać wymiary oraz materiały elementów przegubu. Korzystnie trzpień oraz wewnętrzna czasza kulista 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 ścierne. 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: stale konstrukcyjne i ich stopy, jak również z tworzyw sztucznych o dobrych właściwościach mechanicznych, na przykład: poliamid, PBT, poliwęglan czy poliester.

Aby zapobiec powstawaniu luzów w przegubie, czasza kulista oraz panew mają wzdłużne wycięcia oraz wybrania po obwodzie tworzące fragmenty o większej sprężystości. Działanie przegubu zgodnego z wynalazkiem polega na tym, że sprężyste fragmenty wewnętrznej czaszy kulistej są rozpierane przez popychacz. Powoduje to równoczesne promieniowe odkształcenia sprężystych fragmentów panwi oraz wewnętrznej czaszy kulistej. Dzięki takiemu rozwiązaniu przylegające do siebie fragmenty tworzą kulistą powierzchnię przylegania. Takie ukształtowanie wewnętrznej czaszy kulistej oraz panwi nie dopuszcza do powstawania luzów w przegubie. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest zwiększenie powierzchni przylegania współpracujących ślizgowo powierzchni kulistych oraz uzyskanie równomiernego rozkładu nacisków pomiędzy tymi powierzchniami.

Przedmiot wynalazku pokazano w przykładach wykonania na rysunkach, na których fig. 1 przedstawia przegub kulisty w półwidoku i półprzekroju w rzucie z przodu, fig. 2 pokazuje przegub kulisty w półwidoku i półprzekroju w rzucie z boku; fig. 3 – trzpień z panwią w kształcie czaszy kulistej w półwidoku i półprzekroju w rzucie z przodu, a na fig. 4 pokazano trzpień z panwią w kształcie czaszy kulistej w widoku 3D; na fig. 5 przedstawiono wewnętrzną czaszę kulistą w półwidoku i półprzekroju w rzucie z przodu, a na fig. 6 – wewnętrzną czaszę kulistą w widoku 3D; na fig. 7 przedstawiono popychacz w półwidoku i półprzekrój; na fig. 8 przedstawiono popychacz w widoku 3D, zaś fig. 9 przedstawia sworzeń w widoku z przodu.

Przegub zawiera sprężyste czasze kuliste z regulowanym dociskiem i adaptacyjnie zmieniającymi się warunkami współpracy powierzchni kulistych. Zwiększa to stabilność kinematyczną i zakres możliwej regulacji warunków współpracy przegubu.

Wynalazek znajduje zastosowanie w układach technicznych gdzie wymagana jest wysoka stabilność ruchu zwłaszcza w robotyce, w robotach wielonożnych, w robotach humanoidalnych, w urządzeniach pomiarowych, w manipulatorach i robotach przemysłowych.

#### *Przykład wykonania*

W przedstawionym na fig. 1, 2 i 3 przegub kulisty posiada trzpień 1 (fig. 3 i 4), który ma u swojej nasady panew 7 w kształcie czaszy kulistej 3 z wewnętrzną powierzchnią kulistą 9 o promieniu  $R_1$ , którego wartość wynosi 19 mm. Dolna krawędź 14 czaszy kulistej 3 panwi 7 usytuowana jest na wysokości  $h_1 = 10$  mm poniżej geometrycznego środka  $S_1$  znajdującego się na równiku 19 wewnętrznej powierzchni kulistej 9 panwi 3. Na powierzchni czaszy 3 są cztery wzdłużne wybrania 10, o zmiennym kształcie i szerokości, od dolnej krawędzi 14 panwi 7 do punktu  $P$  znajdującego się powyżej wewnętrznej powierzchni stożkowej 6 wydrążonej w górnej części panwi 7. Odległość od punktu  $P$  do krawędzi 14 wynosi 38 mm. Wybrania te na poziomie równika 19 wewnętrznej powierzchni kulistej 9 panwi 7 mają kształt otworów kołowych 21 o średnicy  $D_c = 8.8$  mm i są rozmieszczone w jednakowych odstępach kątowych po obwodzie. Pomiedzy tymi wybraniem panew 7 na obwodzie ma dwa wzdłużne wybrania 11 o stałej szerokości  $s_p = 2$  mm od dolnej krawędzi 14 panwi 7 do poziomu równika 19 czaszy kulistej 3. W innych przykładach wykonania na obwodzie może znajdować się od jednego do trzech wybrań 11 o wysokości  $h_1 = 10$  mm.

Do wewnętrznej powierzchni stożkowej 6 wydrążonej w rdzeniu trzpienia 1 dociśnięta jest kula 2 oparta o zewnętrzną powierzchnię kulistą 22 wewnętrznej czaszy kulistej 8 (fig. 5 i 6) o promieniu  $R_2$ , którego wartość wynosi 18.5 mm. Wewnętrzna czasza kulista 8 połączona jest na stałe ze sworzniem 23 (fig. 9), na który w określonej fazie pracy przegubu może działać siła  $F$ . Przy tym czasza ta jest powłoką z wzdłużnymi wycięciami 12 o jednakowej szerokości  $s_c = 3$  mm, zakończonymi otworami 27 o kształcie kołowym. Wewnętrzna czasza kulista 8, pomiędzy wzdłużnymi wycięciami 12, posiada wzdłużne wycięcia 13 o wysokości  $h_m = 9.8$  mm mniejsze d' wysokości  $h_d = 18.2$  mm. Ponadto na sworzniu 23 osadzony jest suwliwie popychacz 4 o stożkowej powierzchni zewnętrznej 24, który rozpira przylegające do niego sprężyste, fragmenty 20 wewnętrznej czaszy kulistej 8 w wyniku przemieszczenia popychacza 4 za pomocą nakrętki 15 wkręcanej na sworznie 23. Między powierzchnią czołową 17 popychacza 4 (fig. 7 i 8), a rdzeniem czaszy 18 osadzona jest sprężyna naciskowa 16 biegnąca wzdłuż osi sworznia 23.

Promień  $R$ , wewnętrznej powierzchni kulistej 9 czaszy 3 jest korzystnie większy od promienia  $R_2$  zewnętrznej powierzchni kulistej 22 wewnętrznej czaszy kulistej 8, której środek geometryczny  $S_2$  jest środkiem obrotu przegubu i jest on położony w niewielkiej odległości  $\Delta a = 0.5$  mm od poziomu równika 19 wewnętrznej powierzchni kulistej 9. Takie ukształtowanie współpracujących powierzchni 9 i 22 czaszy kulistej 3 oraz panwi 7, dociśniętych do siebie kulą 2, zapewnia stabilny kontakt wzdłuż dolnej krawędzi 14 panwi 7.

Sprężysta czasza kulista 3 oraz trzpień 1 zostały wykonane ze stopu chromowo-wanadowego 51 CrV4 (1,8159), a pozostałe elementy ze stopu aluminium AISi5Cu2.

Spis oznaczeń:

1. trzpień,
2. kula,
3. czasza kulista panwi,
4. popychacz,
5. sprężyna naciskowa,
6. wewnętrzna powierzchnia stożkowa trzpienia,
7. panew,
8. wewnętrzna czasza kulista,
9. wewnętrzna powierzchnia kulista panwi,
10. wybranie panwi o zmiennej szerokości i kształcie,
11. wycięcie wzdłużne panwi o stałej szerokości  $s_p$ ,
12. wycięcie wzdłużne wewnętrznej czaszy kulistej o wysokości  $h_d$ ,
13. wycięcie wzdłużne wewnętrznej czaszy kulistej o wysokości  $h_m$ ,
14. dolna krawędź panwi,
15. nakrętka dociskowa,
16. wewnętrzna sprężyna naciskowa,
17. powierzchnia czołowa popychacza,
18. rdzeń czaszy z powłoką kulistą,
19. równik czaszy kulistej panwi,
20. sprężyste fragmenty czaszy kulistej,
21. otwory kołowe panwi,
22. zewnętrzna powierzchnia kulista wewnętrznej czaszy kulistej,
23. sworznie,
24. stożkowa powierzchnia popychacza,
25. powierzchnia czołowa rowka obwodowego popychacza,
26. rowek obwodowy popychacza,
- 27, 28 otwory.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Przegub kulisty zawierający trzpień z panwią, kulę i sworzień, **znamienny tym**, że zawiera dwie współpracujące ze sobą czasze kuliste 3 i 8, przy czym trzpień 1 posiada u swojej nasady panew 7 w kształcie czaszy kulistej 3 z wewnętrzną powierzchnią kulistą 9, przy czym dolna krawędź 14 panwi 7 usytuowana jest poniżej geometrycznego środka  $S_1$  czaszy kulistej 3, która posiada umieszczone na obwodzie wzdłużne wybrania 10 o zmiennym kształcie i zmiennej szerokości usytuowane od dolnej krawędzi 14 czaszy kulistej 3 panwi 7 do punktu  $P$  znajdującego się powyżej wewnętrznej powierzchni stożkowej 6 usytuowanej wewnątrz rdzenia trzpienia 1, a pomiędzy wzdłużnymi wybraniem 10 czasza kulista 3 panwi 7 na obwodzie ma co najmniej jedno wzdłużne wycięcie 11 o stałej szerokości  $s_p$  i wysokości usytuowane od dolnej krawędzi 14 czaszy kulistej 3 panwi 7 do poziomu równika 19 powierzchni kulistej 9 czaszy kulistej 3, a wewnątrz przestrzeni ograniczonej przez powierzchnię stożkową 6 trzpienia 1 umieszczona jest kula 2, która z drugiej strony jest oparta o zewnętrzną powierzchnię kulistą 22 wewnętrznej czaszy kulistej 8, która przymocowana jest przy pomocy połączenia gwintowego do sworznia 23, przy czym wewnętrzna czasza kulista 8 jest powłoką z wzdłużnymi wycięciami 12 i 13 zakończonymi otworami 27 i 28 o kształcie kołowym, zaś na sworzniu 23 osadzony jest suwliwie popychacz 4 o stożkowej powierzchni zewnętrznej 24, do której przylegają sprężyste fragmenty 20 wewnętrznej czaszy kulistej 8, przy czym na sworzniu 23 osadzona jest sprężyna naciskowa 5, która z jednej strony jest dociskana nakrętką 15 do powierzchni czołowej 25 wyciętego rowka obwodowego 26 popychacza 4, a pomiędzy powierzchnią czołową 17 popychacza 4, a powierzchnią czołową rdzenia 18 wewnętrznej czaszy kulistej 8 osadzona jest wewnętrzna sprężyna naciskowa 16.
2. Przegub według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czasza kulista 3 panwi 7 posiada cztery wzdłużne wybrania 10 rozmieszczone w jednakowych odstępach kątowych po obwodzie, przy czym wybrania 10 na poziomie równika 19 powierzchni kulistej 9 czaszy kulistej mają kształt otworów kołowych.
3. Przegub według zastrz. 2, **znamienny tym**, że czasza kulista 3 panwi 7 na obwodzie, pomiędzy wybraniem 10, ma od jednego do trzech wzdłużnych wycięć 11 o stałej szerokości  $s_p$ .
4. Przegub według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wzdłużne wycięcia 12 i 13 wewnętrznej czaszy kulistej 8 mają naprzemiennie różną wysokość  $h_m$  i  $h_d$ , przy czym środki otworów 27 wycięcia 12 o wysokości  $h_d$  znajdują się na płaszczyźnie poziomej  $\pi_2$ , a środki otworów 28 wycięcia 13 o wysokości  $h_d$  znajdują się poniżej geometrycznego środka przegubu  $S_2$ .
5. Przegub według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wzdłużne wycięcia 12 wewnętrznej czaszy kulistej 8 mają jednakową szerokość  $s_c$ , a otwory 27 o kształcie kołowym wycięcia 12 o wysokości  $h_d$  mają średnicę  $D_c$  większą od szerokości  $s_c$  wzdłużnych wycięć 12, a wzdłużne wycięcia 13 wewnętrznej czaszy kulistej 8 o wysokości  $h_m$  mają jednakową szerokość, a ich otwory 28 o kształcie kołowym mają średnicę większą od szerokości wzdłużnych wycięć 13.
6. Przegub według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czasza kulista 3 panwi 7 posiada wewnętrzną powierzchnię kulistą 9 o promieniu  $R_1$ , a wewnętrzna czasza kulista 8 posiada zewnętrzną powierzchnię kulistą 22 o promieniu  $R_2$ .
7. Przegub według zastrz. 1, **znamienny tym**, że geometryczny środek  $S_1$  czaszy kulistej 3 panwi 7 znajduje się na płaszczyźnie poziomej  $\pi_1$ , na której znajduje się równik 19 powierzchni kulistej 9.
8. Przegub według zastrz. 5, **znamienny tym**, że promień  $R_1$  wewnętrznej powierzchni kulistej 9 czaszy kulistej 3 jest korzystnie większy o wartość luzu wstępnego od promienia  $R_2$  wewnętrznej powierzchni kulistej 22 wewnętrznej czaszy kulistej 8, której środek geometryczny  $S_2$  jest środkiem obrotu przegubu i jest on położony w odległości  $\Delta s$  od poziomu równika 19 powierzchni kulistej 9 czaszy kulistej panwi.
9. Przegub według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czasza kulista 3 i wewnętrzna czasza kulista 8 wykonane są z materiału sprężystego.

## Rysunki

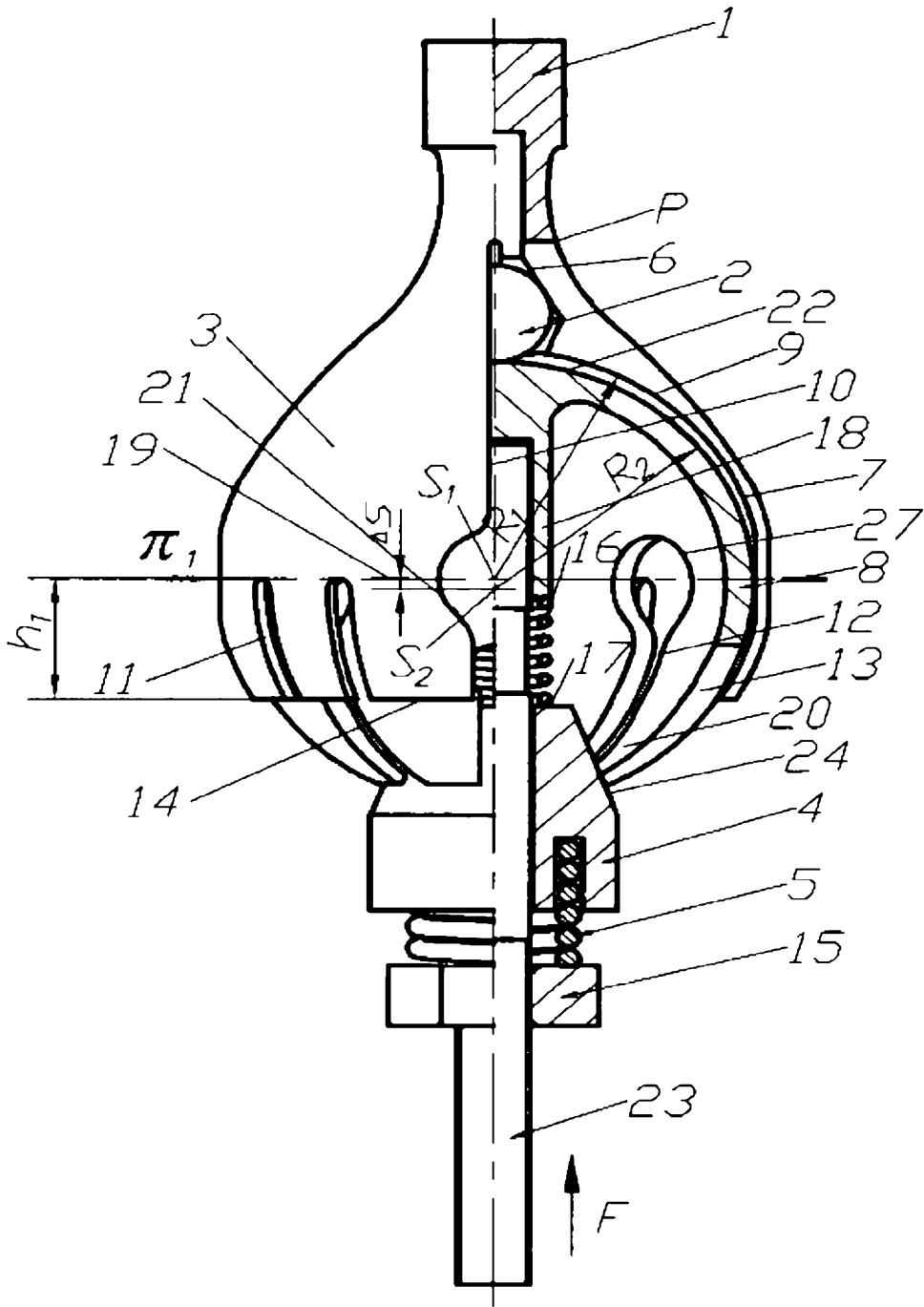


Fig. 1

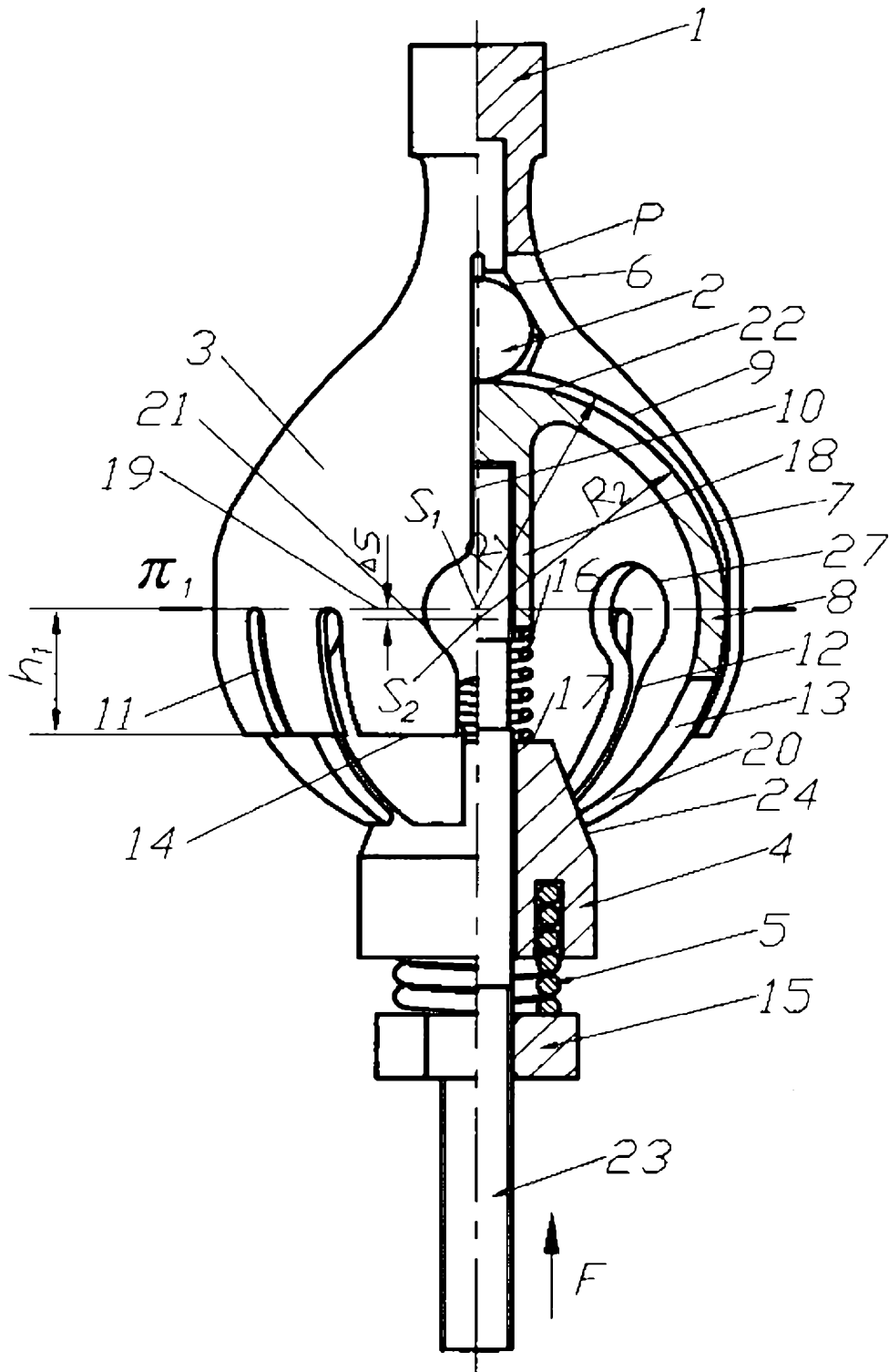


Fig. 2



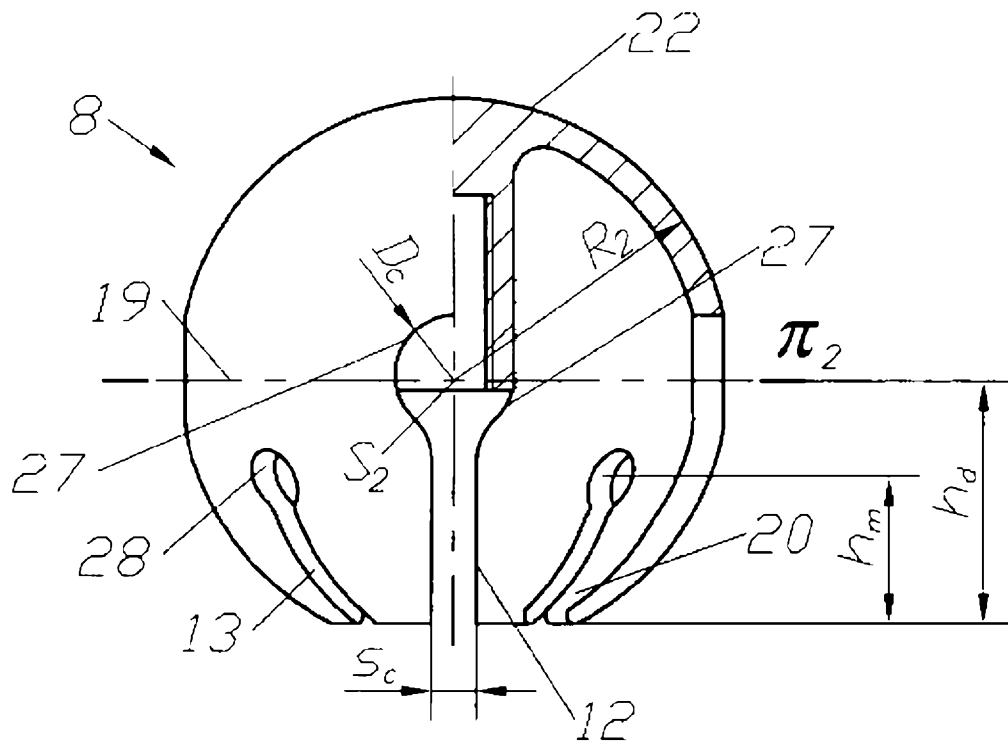


Fig. 5

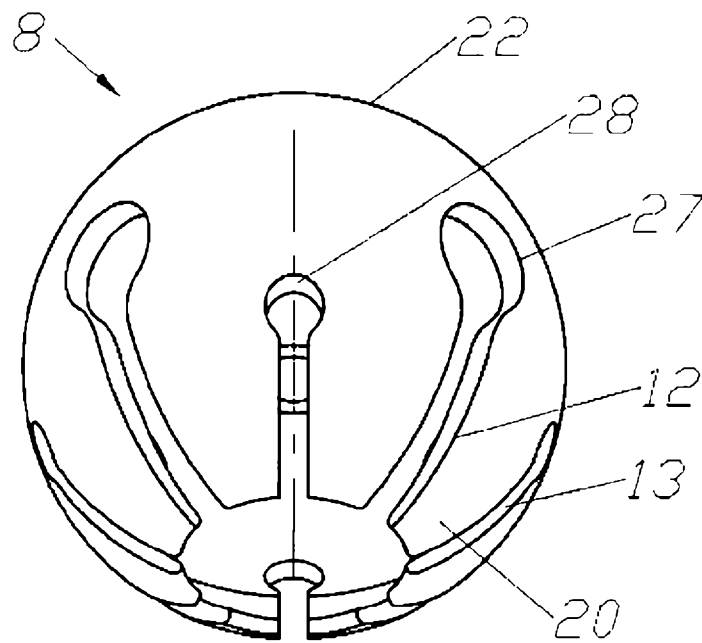


Fig. 6

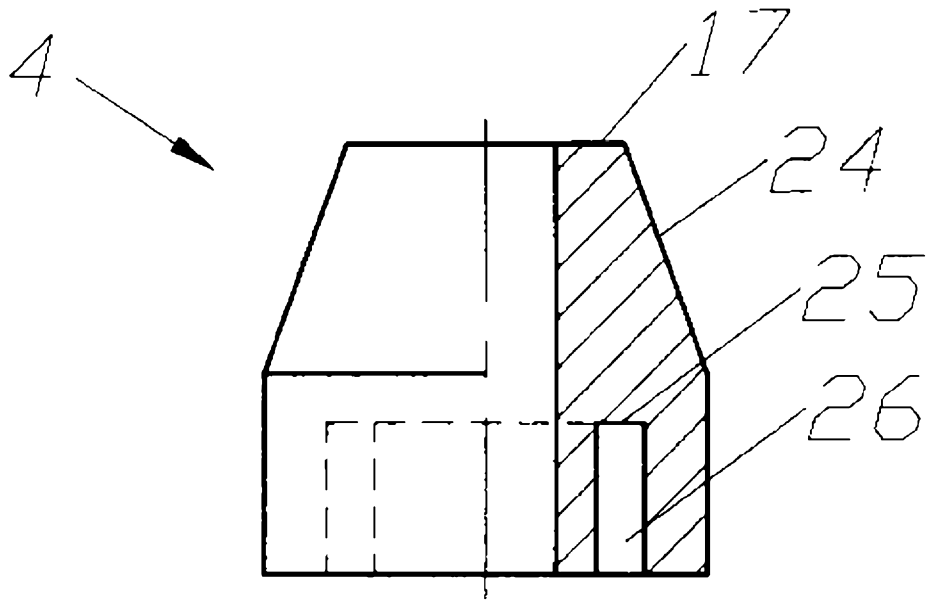


Fig.7

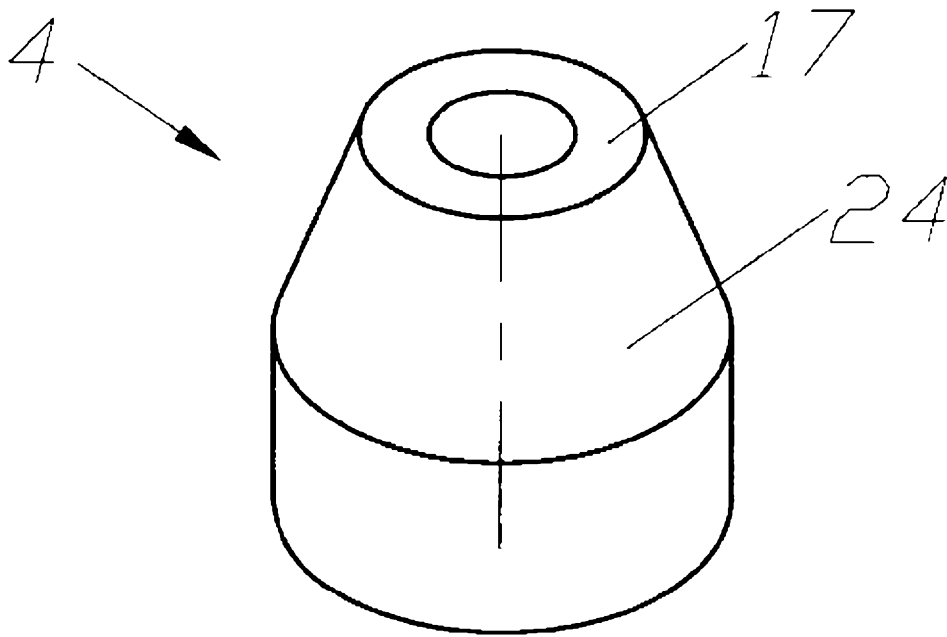


Fig. 8



Fig.9