

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

269 434

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.
F 16 C 35/067,
F 15 F 15/15

(21) PV 6608-88-I

(22) Přihlášeno 04 10 88

(40) Zveřejněno 12 09 89

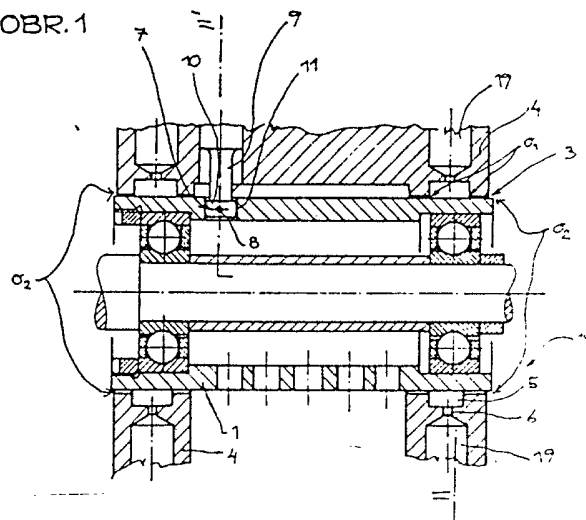
(45) Vydáno 22 01 91

(75) Autor vynálezu NERUDA JOSEF ing., CSc., Praha

(54) Olejový tlumič pro tlumení vibrací
hřídelů uložených ve valivých ložiscích

(57) Tlumič obsahuje olejový tlumicí prostor mezi statorem a ložiskovým pouzdrem uloženým ve statoru hydrostaticky pomocí tlakového olejového prostředí v mezeře mezi ložiskovým pouzdrem a statorem. Mezera je napojená jednak na zdroj tlakového oleje a jednak na okolní prostor, přičemž pouzdro je zajištěno vůči statoru proti pohybu v axiálním směru a proti otáčení v obvodovém směru. Řešení spočívá v tom, že po obvodě ložiskového pouzdra jsou rozmístěny přetlakové komůrky navazující na mezeru mezi ložiskovým pouzdrem a statorem a napojené kalibrovanými otvory na zdroj tlakového oleje. Pouzdro je spojeno se statorem pohyblivě v radiálním směru pomocí kloubu otáčivě okolo středu otáčení a stacionárně v axiálním a obvodovém směru.

OBR.1



Vynález se týká olejového tlumení vibrací hřídelů uložených ve valivých ložiscích. Zejména se vztahuje na tlumení vibrací hřídelů, které jsou při své funkci vystavovány kritickým otáčkám.

Je známo, že při otáčení hřídelů s proměnlivou frekvencí otáčení dochází ke stavům, kdy hřídel otáčí s otáčkami, které jsou pro něj kritické. Nepříznivý provozní stav hřídelů a jejich uložení při kritických otáčkách je možno zlepšit zvýšením tlumících vlastností uložení.

Je známo, že se pro tlumení určitých konkrétních rozsahů vibrací používá tlumičů z poddajného materiálu s velkým materiálovým tlumením, například pryžových tlumičů-sílenbloků. Pro zařízení, kde se pracuje s různými rozsahy otáček se však tyto tlumiče nehodí a je nutné používat hydraulického tlumení, přičemž se jako tlumícího prostředku používá olej.

Je známo řešení, kdy ložiskové pouzdro je pružně uloženo na statoru a do mezery mezi statorem a rotorem se vrtáním přivádí olej. Při pohybu pouzdra se olejový film vytékajícího oleje vytlačuje a práce vynaložená na vymačknutí filmu je energií, která způsobuje tlumení vibrace. Nedostatkem tohoto řešení je, že kolem přívodního otvoru vzniká zvýšené nebezpečí kavitace, a to vzhledem k velkým rychlostem oleje v mezeře blízko otvoru a vzhledem k poklesu statického tlaku v tomto místě, které je s tím spojeno. Další nevýhodou je nutnost realizace pružného uložení ložiskového pouzdra.

Podle jiného známého řešení není pouzdro přímo připojeno ke statoru, ale je volně uloženo, přičemž olejový prostor mezi statorem a pouzdrem je na stranách utěsněn. K tlumení dochází přeléváním náplně mezi statorem a pouzdrem ložiska z místa, kde se vůle zmenšuje, do místa, kde se vůle zvětšuje, a energie nutná pro přemísťování oleje je energie k tlumení vibrací. Nedostatkem tohoto řešení je, že olej pohlcuje energii a protože se nevyměňuje, zahřívá se, následkem čehož se snižuje jeho viskozita, a tím se mění tlumící vlastnosti ložiska.

Je obecně známo, že alternativou valivého uložení hřídele je uložení hydrostatické. Možnost současného valivého a hydrostatického uložení hřídele je známá z německého patentového spisu č. 1 965 302, kde je valivé ložisko pro zajištění provozu hřídele při zvýšených teplotách uloženo hydrostaticky v obvodové skříně s mezilehlou mezerou vyplněnou tlakovým tekutým prostředím, které je schopné udržovat souosost hřídele a realizovat radiální vůli pro tepelné dilatace. Z předmětu tohoto patentového spisu však není zřejmé, že by měl autor představu o možnosti využít hydrostatického uložení pro olejové tlumení vibrací při nadkritických otáčkách, ani v něm nejsou popsány konkrétní prostředky, které by umožnily takového cíle dosahovat. Tak například není řešeno zajištění pouzdra vůči statoru v obvodovém, případně i axiálním směru tak, aby mohlo docházet k radiálním výchylkám pouzdra, k nesouosostem pouzdra a statoru ve všech směrech v rovině kolmé na osu hřídele, a to v rozmezí vůle mezi pouzdrem a statorem. To je podmínkou funkce hydrostatického tlumení.

Uvedené nedostatky odstraňuje předmět vynálezu, mající olejový tlumič pro tlumení vibrací hřídelů uložených ve valivých ložiscích s ložiskovým pouzdrem, uloženým ve statoru hydrostaticky pomocí tlakového olejového prostředí v mezeře mezi ložiskovým pouzdrem a statorem, napojené jednak na zdroj tlakového oleje a jednak na okolní prostor, který se podle vynálezu vyznačuje tím, že po obvodu ložiskového pouzdra jsou rozmístěny přetlakové komůrky navazující na mezeru mezi ložiskovým pouzdrem a statorem a napojené klabrovými otvory na zdroj tlakového oleje, přičemž pouzdro je spojeno se statorem pohyblivě v radiálním směru pomocí kloubů otáčivě okolo středu otáčení a stacionárně v axiálním směru a obvodového směru.

Podle výhodného znaku vynálezu se součet délek obvodů mezery po obvodu komůrek volí 0,5 až 2násobek součtu délek obvodů, jimiž vytéká olejové prostředí z mezery do okolního prostoru.

Kloub olejového tlumiče je podle jednoho provedení vynálezu tvořen reálním palcem se středem otáčení, umístěným v hlavě palce, který je radiálně posuvně uložen v radiálním průchodu ve stěně pouzdra. Podle jiného provedení je kloub tvořen ojnicí tuhou v axiálním i obvodovém směru, loubově připojenou ke statoru a k pouzdru.

Takto řešený tlumič využívá hydrostatického principu uložení tak, že se při vybočení pouzdra vůči statoru zvětší na jedné straně mezera, takže se v odpovídajících komůrkách sníží hydrostatický tlak, zatímco na protilehlé straně se odtoková mezera zmenší a tlak v odpovídající míře vzroste. Tento tlakový vzrůst působí proti vybočení takže se pouzdro vrací do původního směru a zachovává souosost. Současně vzhledem k poměrně velké ploše na vstupu do mezery není rychlost oleje v tomto místě velká, takže nedochází k velkému poklesu statického tlaku a k nebezpečí vzniku kavitačních jevů. Stálý průtok oleje mezerou vede k tomu, že se olej v mezeře nepřehřívá, takže je zajištěna stálost tlumících vlastností.

Celková tlumící vlastnost tlumiče podle vynálezu se skládá jednak z tlumení výchylek ložiska, zvláště pouzdra, při nižších rychlostech otáčení, jednak z tlumení vzniklého vytlačováním olejového filmu z mezery mezi pouzdrům a státorem, které převažuje při vysokých frekvencích otáčení.

Tlumič podle vynálezu není konstrukčně ani provozně náročný, protože se využívá olejového systému stroje, jehož hřídel se v tlumeném ložisku otáčí. Tlumení pokrývá rozsáhlou škálu otáček, takže na hřídel mohou být aplikovány různé zátěže s různou frekvencí otáčení. Tlumič není nutně vyvíjet pro konkrétní aplikaci, takže vynález se obzvláště dobře hodí pro zkušební zařízení, které slouží pro celý soubor zkoušených výrobků, například leteckých motorů. U takových zařízení není rentabilní vyvíjet pryžové tlumiče, protože se jedná o rozsáhlé pásmo otáček, které je nutno pokrýt, přičemž v rámci tohoto pásma se vyskytuje frekvence, která je pro hřídel zkušebního zařízení kritická. Tlumič podle vynálezu umožňuje tento problém jednoduše odstranit bez nevýhod nebo závad, které se vyskytují u známých a výše popsaných hydraulických tlumičů.

Vhodnou kombinací hydrostatického uložení a vzájemného bodového spojení pouzdra a statoru se zajištěním proti obvodovému a axiálnímu posunu je podle vynálezu vytvořena možnost napojit na kloubový spoj pouzdra a statoru převodník. Tímto převodníkem je možné měřit axiální zatížení ložiska, popřípadě ztráty krouticího momentu nebo tření v ložisku.

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu s odvoláním na výkresy, na kterých znázorňuje obr. 1 axiální řez valivým ložiskem opatřeným tlumičem podle vynálezu při prvním provedení spojovacího kloubu, obr. 2 příčný řez rovinou II-II z obr. 1, obr. 3 axiální řez valivým ložiskem opatřeným tlumičem podle vynálezu s druhým provedením kloubu mezi pouzdrům a státorem a obr. 4 řez rovinou IV-IV z obr. 3.

Z obr. 1 je zřejmé, že ložiskové pouzdro 1 je uloženo ve statoru 4 s mezilehlou mezerou 3, v níž je olejové prostředí 2. Jak je vidět z obr. 1 a lépe z obr. 2, jsou po obvodu ložiskového pouzdra 1 rozmístěny přetlakové komůrky 5, navazující na mezeru 3 mezi ložiskovým pouzdrům 1 a státorem 4 a napojené kalibrovanými otvory 6 na zdroj 12 tlakového oleje, kterým může být společný rozvodový systém tlakového oleje zkoušeného stroje.

Ložiskové pouzdro 1 je spojeno se státorem 4 pohyblivě v radiálním směru pomocí kloubu 7 tvořeného radiálním palcem 2. Střed otáčení 8 kloubu 7 je umístěn v hlavě 10 palce 2.

Palec 2 je radiálně posuvně uložen v radiálním průchodu 11 ve stěně pouzdra.

Dojde-li k výchylkám hřídele, tedy i ložiskového pouzdra 1, ze souoseé polohy, tlačí ložiskové pouzdro 1 do strany na olejové prostředí 2 v mezeře 3, které je pod kontrolovaným tlakem a které tlumí vibrace. Omezený pohyb ložiskového pouzdra 1 vůči statoru je dovolen pouze v radiálním směru, a to posunem vůči palci 2 a otáčením celého ložiskového pouzdra 1 na palci 9 okolo středu otáčení 8.

Podle druhého provedení kloubu tlumiče podle vynálezu, znázorněného na obr. 3 a 4, je kloub 7 tvořen ojnicí 12, tuhou v axiálním i obvodovém směru. Ojnice 12 je pomocí čepu 20 otáčivě připojena k výstupku 1a ložiskového pouzdra 1. Dalším čepem 21 je připojena ke statoru 4. Tento čep 21 vymezuje i v příčné rovině pouzdra 1 střed otáčení 8, okolo něhož se pouzdro 1 otáčí na kloubu 7 tvořeném ojnicí 12, v ráci vůle vymezeném mezerou 3 s olejovým tlumícím prostředím 2.

Podle výhodného znaku vynálezu je součet délek obvodů c_1 , mezery 3 po obvodu komůrek 5 roven 0,5 až 2násobku součtu délek obvodů c_2 , jimiž vytéká olejové prostředí 2 z mezery 3 do okolního prostoru 18. Velikost přívodní plochy olejového filmu do mezery 3, daná součtem obvodů c_1 , každé komůrky 5a je tedy vázána na velikost součtu obou výtokových obvodů c_2 , na každé straně ložiska a naopak.

Otvory komůrek pro přívod tlakového oleje jsou kalibrovány vhodnou volbou jejich plochy tak, aby tlak oleje, který se vytváří v komůrkách, byl mezi tlakem napájecího oleje a tlakem v okolním prostoru, v němž je ložisko umístěno.

Mezera mezi ložiskovým pouzdrem a státorem se volí obvykle v rozmezí od 20 do 700 μm a je určena hydrodynamickým výpočtem na základě očekávané frekvence kritických otáček hřídele, viskozity použitého olejového prostředí a rozměrů tlumiče.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

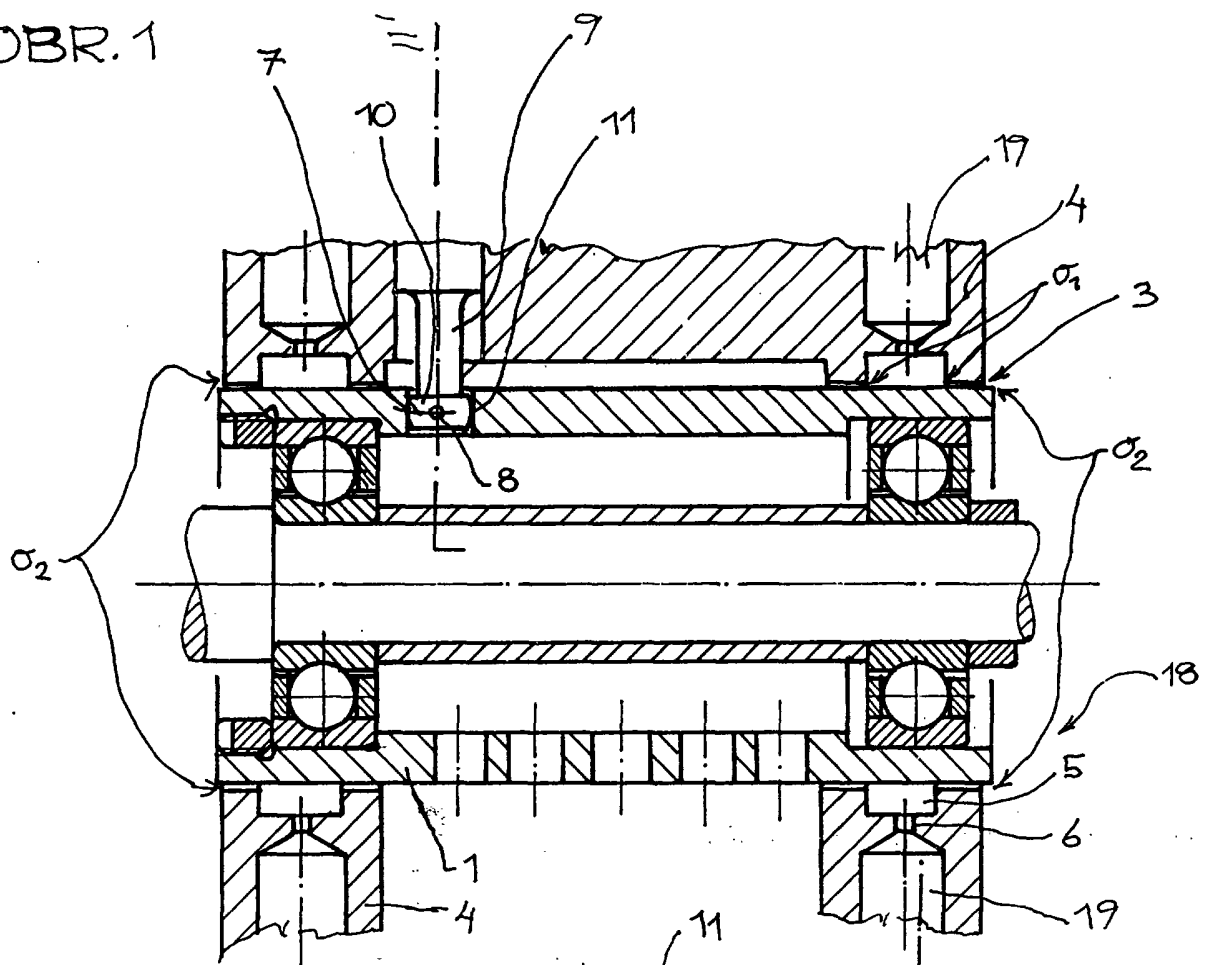
1. Olejový tlumič pro tlumení vibrací hřídelů uložených ve valivých ložiscích, s ložiskovým pouzdrem uloženým ve statoru hydrostaticky pomocí tlakového olejového prostředí v mezeře mezi ložiskovým pouzdrem a státorem, napojené jednak na zdroj tlakového oleje, jednak na okolní prostor, se zajištěním ložiskového pouzdra vůči statoru proti otáčení v obvodovém směru, vyznačujícím se tím, že po obvodu ložiskového pouzdra 1/ jsou rozmístěny přetlakové komůrky 5/ navazující na mezeru 3/ mezi ložiskovým pouzdrem 1/ a státorem 4/ a napojené kalibrovanými otvory 6/ na zdroj 19/ tlakového oleje, přičemž pouzdro 1/ je spojeno se státorem 4/ pohyblivě v radiálním směru pomocí kloubu 7/ otáčivě okolo středu otáčení 8/ a stacionárně v axiálním a obvodovém směru.

2. Olejový tlumič podle bodu 1, vyznačující se tím, že součet délek obvodů o_1 / mezery po obvodu komůrek 5/ se rovná 0,5 až 2násobku součtu délek obvodů o_2 /, jimiž vytéká olejové prostředí 2/ z mezery 3/ do okolního prostoru 18/.

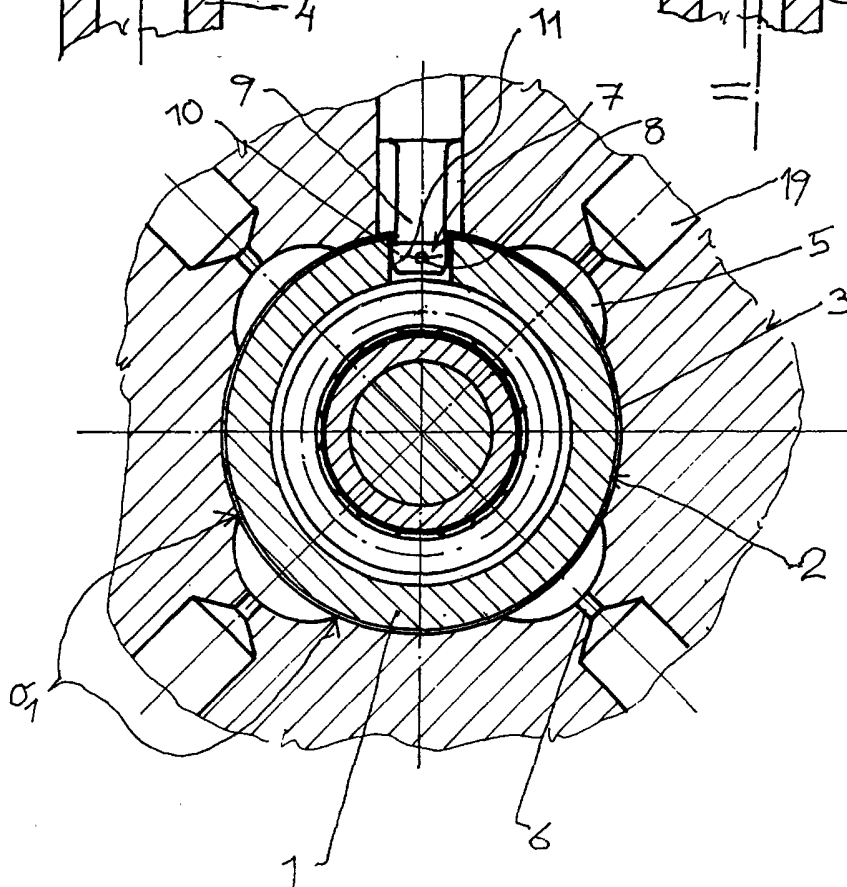
3. Olejový tlumič podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že kloub 7/ je tvořen radiálním palcem 9/ se středem otáčení 8/ umístěným v hlavě 10/ palce 9/, který je radiálně posuvně uložen v radiálním průchodu 11/ ve stěně pouzdra 1/.

4. Olejový tlumič podle bodů 1 a nebo 2, vyznačující se tím, že kloub 7/ je tvořen ojnicí 12/ tuhou v axiálním i obvodovém směru, kloubově připojenou ke statoru 4/ a k pouzdru 1/.

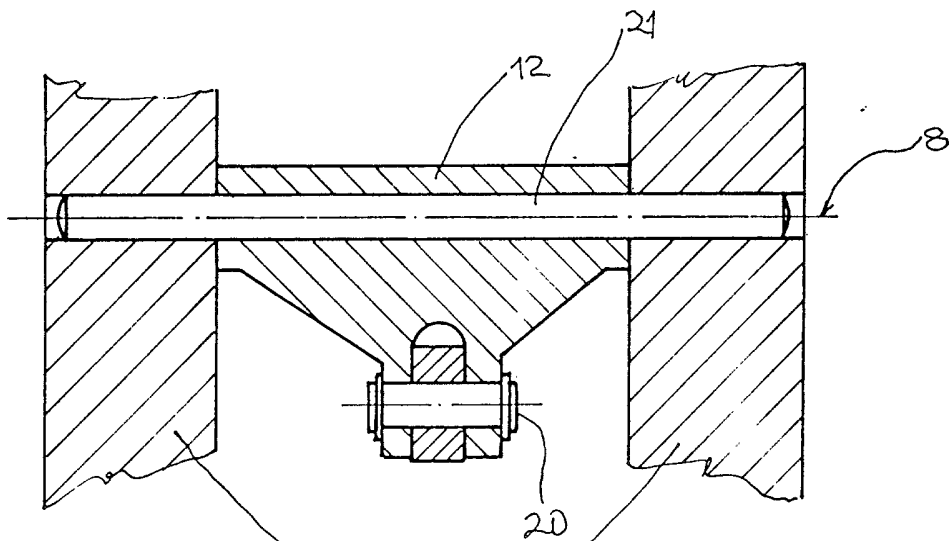
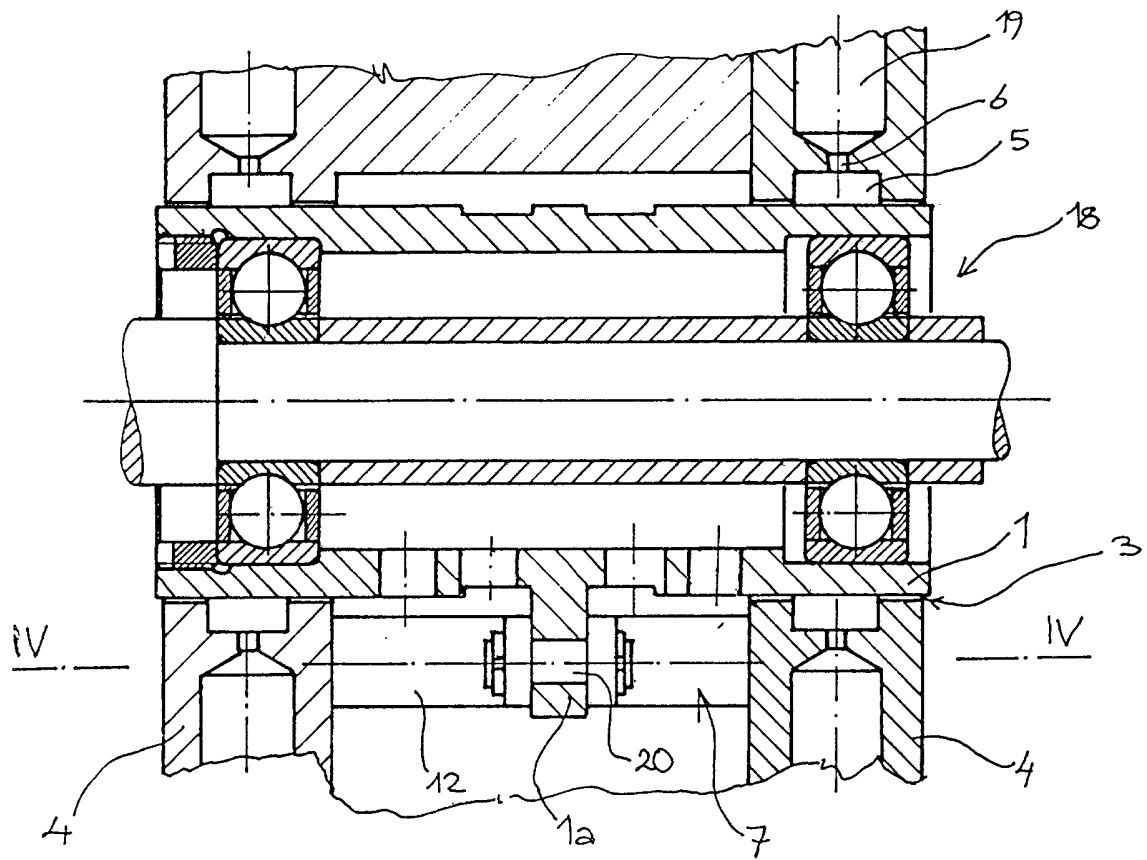
OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3



OBR. 4

4