

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

307 888

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G01M 13/04 (2006.01)
F16C 19/54 (2006.01)
F16C 19/55 (2006.01)
F16H 57/01 (2012.01)
G01P 13/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



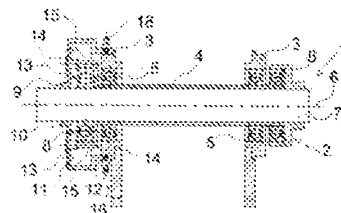
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-86**
(22) Přihlášeno: **21.02.2018**
(40) Zveřejněno: **24.07.2019**
(Věstník č. 30/2019)
(47) Uděleno: **12.06.2019**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **24.07.2019**
(Věstník č. 30/2019)

(56) Relevantní dokumenty:
(Kinematic similarity of rolling bearings with planetary gears - review; Michael Oeljeklaus, Lubomír Pešík; 58th ICMD 2017, Prague; http://2017.icmd.cz/proceedings/54_ICMD.pdf) 6.-8.09.2017; (On the identification of the angular position of gears for the diagnostics of planetary gearboxes; G. D'Elia, E. Mucchi, M. Cocconcelli; Mechanical Systems and Signal Processing Vol. 83, pp. 305-320, ISSN: 0888-3270 E-ISSN: 1096-1216) 28.11.2016.
CZ 306656 B6; US 2017059449 A1; EP 3211306 A1; WO 2017013999 A1; DE 10201224097 A1; EP 2498076 A1.

(73) Majitel patentu:
ŠKODA AUTO a.s., Mladá Boleslav, Mladá
Boleslav II, CZ

(72) Původce:
dipl. Ing. Michael Oeljeklaus, Praha, CZ
prof. Ing. Lubomír Pešík, CSc., Liberec, CZ
Ing. Marek Jancák, Kosmonosy, CZ



(54) Název vynálezu:
**Zařízení pro sledování alespoň jedné
ložiskové jednotky a jeho použití**

(57) Anotace:
Vynález se týká zařízení (1) pro sledování nejméně jedné ložiskové jednotky (2) a jeho použití, se základnou (3) jako prvním konstrukčním prvkem, s nejméně jedním referenčním členem (4), který je pomocí alespoň jednoho prvního ložiska (5) ložiskové jednotky (2) uložený otočně na základně (3), a s alespoň jednou hřídelí (7) jako druhým konstrukčním prvkem, která je pomocí alespoň jednoho druhého ložiska (8) ložiskové jednotky (2) uložena otočně na referenčním členu (4). Zařízení zahrnuje první momentové spojení (10), a druhé momentové spojení (12), přičemž alespoň jedno z momentových spojení (10, 12) je nastavitelné, a nejméně jeden polohový snímač (16), přiřazený jednomu z nastavitelných momentových spojení (10, 12), pomocí kterého je pro sledování ložiskové jednotky (2) možné snímat změnu polohy kola (9, 11) relativně ke konstrukčnímu prvku (3, 7).

CZ 307888 B6

Zařízení pro sledování alespoň jedné ložiskové jednotky a jeho použitíOblast techniky

Vynález se týká zařízení pro sledování alespoň jedné ložiskové jednotky. Vynález se dále týká jeho použití.

Dosavadní stav techniky

Podobné zařízení pro sledování alespoň jedné ložiskové jednotky je jako známé uvedeno například v dokumentu EP 3 225 967 A1. Zařízení zahrnuje základnu, která může být vytvořena jako rám nebo se jako rám označuje. Základna tvoří první konstrukční prvek zařízení, respektive jako první konstrukční prvek se také označuje. Kromě toho zařízení zahrnuje nejméně jeden referenční člen, který je přes alespoň jedno ložisko ložiskové jednotky uložen otočně na základně. Referenční člen je tak relativně vůči základně otočný. Zařízení kromě toho vykazuje alespoň jednu hřídel, která je pomocí nejméně jednoho druhého ložiska ložiskové jednotky uložena otočně na referenčním členu. Hřídel je tak otočná relativně vůči referenčnímu členu. Hřídel je otočná také relativně k základně. Hřídel je tedy příkladně pomocí ložisek a referenčního členu uložena otočně na základně. Hřídel je přitom druhým konstrukčním prvkem zařízení, respektive jako druhý konstrukční prvek zařízení se také označuje. Nevýhodou uvedeného zařízení je zejména skutečnost, že referenční člen se během otáčení hřídele pohybuje nahodile nebo se nepohybuje vůbec, což vede k trvalé deformaci valivých těles nepohybujících se ložisek nebo jejich kroužků. V případě vynuceného otáčení referenčního členu je třeba zařízení doplnit příkladně elektrickým pohonem, což je nevýhodné.

Kromě toho jsou z dokumentů JP 56026226 A2 a JP 3566002 B2 již známá zařízení pro sledování ložisek, zejména pro sledování pomalu rotujících, respektive pomaloběžných valivých ložisek. Sledováním ložiska je možné příkladně identifikovat, respektive diagnostikovat poškození. Známá zařízení zahrnují například čidla zrychlení nebo vibrací, která mohou být uchycena na rámu určitého stroje. Stroj dále obsahuje jednotlivá valivá ložiska. Dojde-li nyní k vadě, zejména k poškození valivých ložisek, nastanou vibrace, které se mají pomocí čidel zrychlení detekovat. Vibrace se však můžou v měřeném frekvenčním spektru ztratit, takže není možné případné vady, zejména poškození ložiska, detekovat a tím identifikovat včas. Jinými slovy, u běžných zařízení obvykle není možné detekovat vady již v jejich počátečním stádiu.

Dále je také možné použít snímač, pomocí kterého je možné snímat bod na čelní straně hřídele. Nevyskytuje-li se žádná vada, popisuje bod při otáčení hřídele kruhovou trajektorii. V případě vady ložiska hřídele se trajektorie tohoto bodu odchyluje od kružnice, což lze snímat pomocí snímače. Takové odchylky trajektorie od kružnice se však mohou identifikovat až tehdy, když je vada ložiska již velmi pokročilá, takže i zde se případné vady ložiska nedají detekovat včas.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody odstraňuje zařízení pro sledování alespoň jedné ložiskové jednotky a jeho použití podle vynálezu.

Předmětem předloženého vynálezu je zařízení a jeho použití pro včasnou identifikaci možných vad, zejména poškození, ložiskové jednotky mimořádně výhodným způsobem.

Vynález je definován v předmětech nezávislých patentových nároků. Výhodná rozvinutí vynálezu jsou popsána závislými patentovými nároky, které jsou obsaženy v následujícím popisu a na obrázcích.

První aspekt vynálezu se týká zařízení pro sledování alespoň jedné ložiskové jednotky.

Zařízení vykazuje základnu, která může být vytvořena například jako rám, respektive jako rám se může označovat. Základna tvoří první konstrukční prvek zařízení, respektive jako první konstrukční prvek se označuje. Zařízení kromě toho vykazuje nejméně jeden referenční člen, který je pomocí alespoň jednoho ložiska ložiskové jednotky uložen otočně v základně. Referenční člen je tak relativně k základně otočný. První ložisko je preferovaně vytvořeno jako valivé ložisko. První ložisko může být vytvořeno jako pomalu rotující ložisko, zejména jako pomaloběžné valivé ložisko.

Zařízení kromě toho vykazuje hřídel, která je druhým konstrukčním prvkem, respektive jako druhý konstrukční prvek se označuje. Hřídel je pomocí alespoň jednoho druhého ložiska ložiskové jednotky uložena otočně na referenčním členu, takže je otočná relativně vůči referenčnímu členu. Hřídel je zejména otočná také relativně vůči základně. Hřídel je přitom například pomocí ložisek a referenčního členu uložena otočně na základně. Hřídel je zejména v jeho radiálním směru prostřednictvím druhého ložiska opřena o referenční člen, respektive uložena na něm. Přitom je příkladně referenční člen v radiálním směru hřídele prostřednictvím prvního ložiska opřen o základnu, respektive uložen na ní, takže příkladně hřídel je v jeho radiálním směru prostřednictvím ložiska a referenčního členu opřena o základnu, a tak uložena na ní. Druhé ložisko může být vytvořeno jako pomalu rotující ložisko, zejména jako pomaloběžné valivé ložisko.

Aby bylo možné velmi brzy a mimořádně výhodným a prostorově nenáročným způsobem detekovat a identifikovat případné vady, zejména defekty, respektive poškození ložiskové jednotky, vykazuje zařízení podle vynálezu první momentové spojení, které vykazuje hřídelové kolo spojené s hřídelem. Hřídelové kolo je první kolo zařízení, respektive jako první kolo se označuje. Pod prvním momentovým spojením, respektive pod význakem, že hřídelové kolo je spojeno s hřídelem prvním momentovým spojením, je třeba chápat, že točivé momenty, respektive axiální síly, je možné přenášet mezi hřídelovým kolem a hřídelem.

Zařízení podle vynálezu kromě toho vykazuje druhé momentové spojení, které vykazuje základnové kolo spojené se základnou. Základnové kolo je druhým kolem zařízení, respektive jako druhé kolo se označuje. Pod druhým momentovým spojením, respektive pod význakem, že základnové kolo je spojeno se základnou druhým momentovým spojením, je třeba chápat, že točivé momenty, respektive axiální síly, je možné přenášet mezi základnovým kolem a základnou.

Zařízení podle vynálezu dále vykazuje nejméně jedno planetové kolo přenášející točivý moment spojené tvarovou nebo třecí vazbou se základnovým kolem a s hřídelovým kolem. Planetové kolo přenášející točivý moment se označuje také jako satelit nebo satelitové kolo. Planetové kolo je uloženo otočně na čepu, který je spojen s referenčním členem. Planetové kolo se tak může otáčet kolem vlastní osy relativně k čepu, označovaném také jako čep planetového kola nebo satelitu. Tímto je zajištěno trvalé otáčení referenčního členu a jeho definované otáčky odvozené od otáčení hřídelového kola nebo od relativních otáček hřídelového kola a základnového kola. Pod význakem, že planetové kolo přenášející točivý moment je spojeno s hřídelovým kolem, je třeba chápat, že točivé momenty je možné přenášet mezi planetovým kolem a hřídelovým kolem. Pod význakem, že planetové kolo přenášející točivý moment je spojeno se základnovým kolem, je třeba chápat zejména to, že točivé momenty je možné přenášet mezi planetovým kolem a základnovým kolem.

Dále se podle vynálezu navrhuje, že alespoň jedno z momentových spojení je nastavitelné. To znamená, že první momentové spojení mezi hřídelovým kolem a hřídelem anebo druhé momentové spojení mezi základnovým kolem a základnou je nastavitelné. Pod význakem, že nejméně jedno momentové spojení je nastavitelné, je třeba chápat, že je možné nastavit maximální točivý moment, který se přenáší, respektive lze jej přenést, přes nastavitelné momentové spojení mezi kolem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení a konstrukčním prvkem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení, bez toho, aby došlo k relativnímu pohybu, zejména k relativnímu pootočení mezi kolem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení a konstrukčním prvkem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení.

Zařízení podle vynálezu přitom dále vykazuje nejméně jeden polohový snímač přiřazený nastavitelnému momentovému spojení, pomocí kterého je možné pro sledování ložiskové jednotky snímat změnu polohy, zejména natočení kola patřícího k nastavitelnému momentovému spojení relativně vůči konstrukčnímu prvku patřícímu k nastavitelnému momentovému spojení. Konstrukčním prvkem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení je základna, respektive hřídel, přičemž kolem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení je základnové kolo, respektive hřídelové kolo.

Použitím planetového kola je vytvořen planetový převod nebo planetový mechanismus, za pomoci kterého se vada, zejména poškození ložiskové jednotky, detekuje velmi brzy a mimořádně výhodným a prostorově nenáročným způsobem. Pokud se například hřídel během provozu pootočí prvním směrem otáčení relativně k základně, tak se tím současně otočí například hřídelové kolo, protože například hřídelové kolo může být neotočně spojeno s hřídelem, respektive protože hřídelové kolo je spojeno s hřídelem momentovým spojením. Jelikož je hřídelové kolo spojeno tvarovou nebo třecí vazbou s planetovým kolem přenášejícím točivý moment, které je opět pro přenos točivého momentu spojeno tvarovou nebo třecí vazbou se základnovým kolem, způsobí se pootočením hřídele rotace, zejména pootočením planetového kola a také rotace, respektive pootočením referenčního členu. Vadou ložiska ložiskové jednotky může dojít ke změně polohy, zejména k rotaci kola patřícího k nastavitelnému momentovému spojení relativně ke konstrukčnímu prvku patřícímu k nastavitelnému momentovému spojení, což lze snímat polohovým snímačem. Snímá-li se tedy taková změna polohy, může se přesně a včas učinit závěr o vadě ložiskové jednotky. Nastavitelným momentovým spojením je například nastavitelné třecí momentové spojení anebo tvarové momentové spojení, takže například základnové kolo je spojeno se základnou třecím anebo tvarovým momentovým spojením, anebo hřídelové kolo je spojeno třecím anebo tvarovým momentovým spojením s hřídelem. Třecí momentové spojení se také označuje jako silové spojení.

Vynález využívá zejména následující funkci zařízení, přičemž funkce bude dále popsána na základě příkladu, ve kterém je obsaženo nastavitelné momentové spojení mezi základnovým kolem a základnou. Přitom je například hřídelové kolo neotočně spojeno s hřídelem. Jelikož referenční člen je prostřednictvím prvního ložiska otočně uložen na základně, označuje se první ložisko také jako základnové ložisko nebo rámové ložisko. Jelikož hřídel je prostřednictvím druhého ložiska otočně uložen na referenčním členu, označuje se druhé ložisko také jako ložisko hřídele nebo hřídelové ložisko.

Pootočí-li se nejprve hřídel dříve uvedeným prvním směrem otáčení relativně vůči základně, a dojde-li k vadě, zejména k poškození druhého ložiska, tedy ložiska hřídele, respektive hřídelového ložiska, pak může dojít k přenosu točivého momentu mezi hřídelem a referenčním členem, a tak i mezi planetovým kolem a základnovým kolem, a při překročení únosnosti nastavitelného momentového spojení, které je v předloženém příkladu mezi základnovým kolem a základnou, pootočí se základnové kolo relativně k základně v prvním směru otáčení. Pod překročením únosnosti je třeba chápat, že točivý moment, vytvořený prostřednictvím síly ve tvarové nebo třecí vazbě planetového kola a základnového kola, překročí velikost točivého momentu nastavitelného momentového spojení mezi základnovým kolem a základnou. Dojde k ukončení spojení, respektive rozpojení, což může být například výsledkem poškození vady hřídelového ložiska na základě toho, že točivý moment, který se například na základě vady přenáší na základnové kolo, překračuje přenositelný točivý moment mezi základnovým kolem a základnou. Jelikož se základnové kolo pootočí relativně k základně, dojde ke změně pozice v podobě relativního pootočení mezi základnou a základnovým kolem, přičemž se toto relativní pootočení detekuje pomocí polohového snímače. Následně je možné z toho učinit závěr o vadě ložiskové jednotky, který v uvedeném případě identifikuje vadu hřídelového ložiska.

Dojde-li naopak například k vadě, zejména k poškození prvního ložiska, tedy rámového ložiska, nastane přenos točivého momentu mezi základnou a referenčním členem a mezi planetovým kolem a základnovým kolem a při překročení únosnosti nastavitelného momentového spojení se základnové kolo pootočí relativně vůči základně ve druhém směru otáčení, opačném k prvnímu směru otáčení. Také toto relativní pootočení mezi základnou a základnovým kolem je možné snímat pomocí

polohového snímače, takže se velmi brzy a mimořádně výhodným a prostorově nenáročným způsobem detekuje vada, respektive poškození ložiskové jednotky. Následně je možné z toho učinit závěr o vadě ložiskové jednotky, který v uvedeném případě identifikuje vadu rámového ložiska.

- 5 Podobným způsobem je možné pomocí polohového snímače detekovat poškození hřídelového nebo rámového ložiska, když se momentové spojení mezi hřídelem a hřídelovým kolem vytvoří jako nastavitelné momentové spojení a když v důsledku odpovídající vady dojde ke změně pozice hřídelového kola relativně k hřídeli. Dojde-li například na základě vady k takovému přenosu točivého momentu mezi hřídelem a hřídelovým kolem a mezi planetovým kolem a hřídelovým kolem, že se překročí nosnost nastavitelného momentového spojení mezi hřídelovým kolem a hřídelem, tak dojde k relativnímu pootočení mezi hřídelem a hřídelovým kolem, což je možné detekovat pomocí polohového snímače. V tomto případě je výhodné používat hřídel jako stojící objekt, to znamená jako osu, a základnu jako rotující objekt, to znamená jako kolo. Jinými slovy je třeba pod význakem, že hřídel je otočný relativně k základně, chápat to, že například hřídel je otočný kolem osy otáčení relativně k základně. Pod tím je třeba chápat to, že například hřídel se může pootočit kolem osy otáčení relativně k základně, zatímco k otáčení základny kolem osy otáčení nedochází. Dále je možné si představit, že základna se otáčí kolem osy otáčení relativně k hřídeli, zatímco k rotaci hřídele kolem osy otáčení nedochází.
- 20 Ve srovnání s obvyklými zařízeními pro sledování ložiskové jednotky je možné pomocí zařízení podle vynálezu případné vady, zejména poškození ložiskové jednotky, detekovat a identifikovat velmi brzy a mimořádně výhodným a prostorově nenáročným způsobem. Kromě toho je možné náklady a potřebný zástavbový prostor zachovat velmi malé, protože je možné se vyhnout například separátním dodatečným mechanismům pro vynucení točivých momentů náročných z hlediska nákladů a zástavbového prostoru.

Ve výhodném provedení podle vynálezu je separátně od konstrukčního prvku patřícího k nastavitelnému momentovému spojení a separátně od kola patřícího k nastavitelnému momentovému spojení vytvořený nejméně jeden nastavovací prvek, pomocí kterého lze nastavit momentové spojení, to znamená maximální točivý moment, který se právě ještě může přenést přes nastavitelné momentové spojení bez toho, aby došlo k relativnímu pootočení mezi kolem a konstrukčním prvkem nastavitelného momentového spojení. Použitím nastavitelného prvku je možné nastavitelné momentové spojení cíleně a podle potřeby nastavit, takže je možné velmi brzy identifikovat vadu nebo poškození hřídelového nebo rámového ložiska.

35 Další forma provedení se vyznačuje tím, že nastavovací prvek je uchycen zejména přímo na konstrukčním prvku patřícím k nastavitelnému momentovému spojení nebo na kole patřícím k nastavitelnému momentovému spojení. Tímto je možné zachovat velmi malý počet dílů, a tím i nízkou hmotnost, malý potřebný zástavbový prostor a nízké náklady.

40 Pro realizaci definovaného přenosu točivého momentu se v dalším provedení podle vynálezu navrhuje, aby hřídelové kolo vykazovalo první ozubení, základnové kolo druhé ozubení a planetové kolo třetí ozubení, které je současně v záběru s prvním ozubením a druhým ozubením. To znamená, že planetové kolo je prostřednictvím příslušného ozubení současně v záběru s hřídelovým a základnovým kolem.

Aby bylo možné náklady udržet co nejnižší, a přitom detekovat vady co nejdříve, je podle dalšího provedení podle vynálezu navrženo, aby byly hřídelové kolo, planetové kolo a základnové kolo vytvořeny jako třecí kola, zejména jako třecí kuželová kola, takže planetové kolo je třecím, respektive silovým spojením spojeno, respektive je v záběru se základnovým kolem přenášejícím točivý moment. Planetové kolo je tak třecím, respektive silovým spojením v záběru s hřídelovým kolem a se základnovým kolem.

55 Aby bylo možné přitom zajistit definované otáčky a včas identifikovat vady, navrhuje se v další formě provedení podle vynálezu, aby zařízení vykazovalo nejméně jeden pružný prvek, který vytváří

přítlačnou sílu. Pomocí přítlačné síly se planetové kolo udržuje opřené o hřídelové kolo a o základnové kolo. Tím je možné zabránit nežádoucím relativním pohybům a z toho vyplývající případné plané detekci vad.

- 5 U další mimořádně výhodné formy provedení podle vynálezu je pružný prvek alespoň nepřímo, zejména však přímo opřen na jedné straně o čep a na druhé straně o planetové kolo. Planetové kolo se tak může udržovat v bezpečném opření o hřídelové kolo a o základnové kolo, čímž je možné spolehlivě zabránit nežádoucím relativním pohybům a z toho vyplývající případné plané detekci vad.
- 10 Pro udržení malého potřebného zástavbového prostoru a nízkých nákladů se v další formě provedení podle vynálezu navrhuje, aby byl polohový snímač neotočně spojen s konstrukčním prvkem patřícím k nastavitelnému momentovému spojení.

- 15 Druhý aspekt vynálezu se týká použití zařízení podle vynálezu. Zařízení je přitom preferovaně použito v dopravníkových zařízeních k transportu objektů, v turbínách, v čerpadlech nebo v kompresorech. Výhody a výhodná využití prvního aspektu vynálezu je třeba chápat jako výhody a výhodná využití druhého aspektu vynálezu a naopak.

20 Objasnění výkresů

Vynález bude blíže objasněn na příkladech provedení podle přiložených výkresů, kde

- 25 Obr. 1 znázorňuje schematický axonometrický pohled na zařízení podle vynálezu podle první formy provedení, s ozubenými koly čelními;
- Obr. 2 znázorňuje schematický pohled na zařízení podle vynálezu podle první formy provedení, s ozubenými koly čelními, v podélném řezu;
- 30 Obr. 3 znázorňuje další schematický pohled na zařízení podle vynálezu podle první formy provedení, s ozubenými koly čelními, v podélném řezu;
- Obr. 4 znázorňuje schematický axonometrický pohled na zařízení podle druhé formy provedení, s ozubenými koly kuželovými;
- 35 Obr. 5 znázorňuje schematický pohled na zařízení podle druhé formy provedení, s ozubenými koly kuželovými, v podélném řezu;
- Obr. 6 znázorňuje další schematický pohled na zařízení podle vynálezu podle druhé formy provedení, s ozubenými koly kuželovými, v podélném řezu;
- 40 Obr. 7 znázorňuje schematický axonometrický pohled na zařízení podle třetí formy provedení, s třecími koly kuželovými;
- Obr. 8 znázorňuje schematický pohled na zařízení podle třetí formy provedení, s třecími koly kuželovými, v podélném řezu;
- 45 Obr. 9 znázorňuje další schematický pohled na zařízení podle vynálezu podle třetí formy provedení v podélném řezu.

50

Příklady uskutečnění vynálezu

- 55 U typu provedení vysvětleného dále se jedná o preferovaný typ provedení vynálezu. U příkladů provedení představují popisované komponenty a typy provedení vždy jednotlivé, na sobě nezávislé

uvažované znaky vynálezu, které vynález také vždy nezávisle na sobě dále rozvíjejí a tím se musí považovat za součást vynálezu také jednotlivě nebo v jiné než zobrazované kombinaci. Popsané formy provedení jsou dále doplnitelné také o další již popsané znaky.

5 Na obrázcích jsou funkčně stejné prvky opatřeny vždy stejnou vztahovou značkou.

Obr. 1 ukazuje ve schématickém axonometrickém pohledu zařízení 1 pro sledování alespoň jedné ložiskové jednotky 2 viditelné na obr. 2 a 3, přičemž na obr. 1 až 3 je znázorněná první forma provedení zařízení 1. Zařízení 1 vykazuje základnu 3, která může být vytvořena například jako rám nebo se také jako rám označuje. Základna 3 tvoří první konstrukční prvek zařízení 1, respektive se jako první konstrukční prvek také označuje. Zařízení 1 kromě toho obsahuje referenční člen 4, který je v příkladech provedení znázorněných na obrázcích proveden jako dutý hřídel. Referenční člen 4 je pomocí prvního ložiska 5 ložiskové jednotky 2 uložen otočně na základně 3, takže referenční člen 4 je otočný kolem osy otáčení 6 relativně vůči základně 3. Příslušné první ložisko 5 je vytvořeno jako valivé ložisko, a přitom například jako kuličkové ložisko. Zařízení 1 kromě toho vykazuje hřídel 7, která je druhým konstrukčním prvkem zařízení 1, respektive jako druhý konstrukční prvek se označuje. Hřídel 7 je pomocí druhého ložiska 8 uložena na referenčním členu 4, přičemž hřídel 7 a referenční člen 4 jsou vzájemně uspořádané koaxiálně. Hřídel 7 je tak otočná relativně vůči referenčnímu členu 4 kolem osy otáčení 6. Hřídel 7 je kromě toho otočná relativně vůči základně 3, například kolem osy otáčení 6. Jelikož je hřídel 7 prostřednictvím druhého ložiska 8 uložena otočně na referenčním členu 4, označuje se druhé ložisko 8 a také jako hřídelové ložisko. Protože je referenční člen 4 prostřednictvím prvního ložiska 5 otočně uložen na základně 3, označují se první ložiska 5 také jako rámová ložiska nebo základnová ložiska. Také příslušné druhé ložisko 8 je vytvořeno jako valivé ložisko, a přitom například jako kuličkové ložisko.

Zařízení 1 je například součástí stroje, přičemž během provozu stroje a tím také zařízení 1 je hřídel 7 například poháněná a otáčí se kolem osy otáčení 6 relativně vůči základně 3. Hřídel 7 je vytvořena například jako plná hřídel. Kromě toho hřídel 7 prochází dutou hřídelí referenčního členu 4 a vyčnívá na obou stranách z referenčního členu 4. Příslušné ložisko 5, respektive 8, je například pomaloběžné, respektive pomalu rotující ložisko, zejména pomaloběžné valivé ložisko, protože například hřídel 7 se během provozu otáčí s nízkými otáčkami relativně k základně 3.

Aby bylo nyní možné velmi brzy a mimořádně výhodným a prostorově nenáročným způsobem detekovat a následně identifikovat případné vady, zejména škody, respektive poškození ložiskové jednotky 2, a tím i ložisek 5 a/nebo 8, vykazuje zařízení 1 hřídelové kolo 9 spojené s hřídelí 7. Hřídelové kolo 9 je první kolo zařízení 1, respektive jako první kolo se označuje. Zařízení 1 přitom vykazuje první momentové spojení 10, pomocí kterého je hřídelové kolo 9 spojeno s hřídelí 7. Momentové spojení 10 se tak týká hřídele 7 a s ním spojeného hřídelového kola 9. V příkladech provedení zobrazených na obrázcích je momentové spojení 10 neotočné spojení, takže v příkladech provedení znázorněných na obrázcích je hřídelové kolo 9 neotočně spojeno s hřídelí 7.

Zařízení 1 dále vykazuje jedno základnové kolo 11 označované také jako rámové kolo, které přenášející točivý moment je spojeno se základnou 3. Tímto je provedeno druhé momentové spojení 12, pomocí kterého je základnové kolo 11 spojeno se základnou 3. To znamená, že druhé momentové spojení 12 se týká základny 3 a základnového kola 11. Základnové kolo 11 je druhým kolem zařízení 1, resp. jako druhé kolo se označuje. V příkladech provedení zobrazených na obrázcích je momentové spojení 12 nastavitelné, takže maximální točivý moment, který lze právě ještě přenést mezi základnovým kolem 11 a základnou 3, aniž by došlo k relativnímu pootočení mezi základnovým kolem 11 a základnou 3, je možné nastavit podle potřeby. V předloženém řešení není momentové spojení 10 nastavitelné. Momentové spojení 12 je například třecím, respektive silovým, a/nebo tvarovým spojením, jehož maximální točivý moment přenositelný mezi základnovým kolem 11 a základnou 3 lze nastavit dle potřeby.

Kromě toho vykazuje zařízení 1 planetová kola 13, která se označují také jako satelity nebo satelitová kola. Planetová kola 13 jsou vždy současně spojena se základnovým kolem 11 a hřídelovým kolem 9

spojením s tvarovou nebo třecí vazbou, kterým se přenáší točivý moment. Příslušné planetové kolo 13 je dále otočně uloženo na příslušném, korespondujícím čepu 15, přičemž příslušný čep 15 je neotočně spojen s referenčním členem 4. Z obr. 2 je velmi dobře vidět, že dané planetové kolo 13 je otočné kolem příslušné druhé osy 14 otáčení relativně k příslušnému čepu 15, přičemž příslušná druhá osa 14 otáčení je v axiálním směru hřídele 7 v určitém odstupu od první osy 6 otáčení a probíhá paralelně s touto osou 6 otáčení. Zařízení 1 dále zahrnuje nejméně jeden polohový snímač 16 přiřazený nastavitelnému momentovému spojení 12, které vykazuje alespoň jeden snímač 17 přiřazený nastavitelnému momentovému spojení 12. Pomocí snímače 17 lze pro sledování ložiskové jednotky 2 snímat změny polohy, zejména relativní natočení, mezi základnovým kolem 11 a základnou 3. Dojde-li například k poškození ložiska 5 a/nebo ložiska 8, způsobí to relativní pootočení mezi základnovým kolem 11 a základnou 3 kolem osy otáčení 6, protože například na základě poškození je točivý moment, který se na základě poškození přenáší mezi základnovým kolem 11 a základnou 3, větší než dříve popsany maximální točivý moment nastavitelného momentového spojení 12.

Aby bylo možné momentové spojení 12 nastavit velmi jednoduše a podle potřeby, je separátně od základny 3 a separátně od základnového kola 11 navržený nejméně jeden nastavovací prvek 18, pomocí kterého lze nastavit momentové spojení 12, respektive maximální přenášený točivý moment. V první formě provedení zobrazené na obr. 1 až 3 je nastavitelné momentové spojení 12 vytvořeno například jako silové, respektive třecí spojení, takže nastavovací prvek 18 je vytvořen například jako třecí prvek. Pomocí třecího prvku je možné nastavit přitlak a tím i třecí moment mezi základnovým kolem 11 a základnou 3, čímž lze dříve popsany samotný maximální točivý moment a tím i momentové spojení 12 nastavit, respektive se nastaví. Zvýšením přitlaku mezi základnovým kolem 11 a základnou 3 se zvýší maximální točivý moment. Snížením přitlaku se sníží maximální točivý moment. Nastavovací prvek 18 je přitom uchycen přímo na základnovém kole 11 nebo v předloženém řešení na základně 3 a například vůči základně 3 je relativně pohyblivý, aby se nastavil přitlak a tím i maximální točivý moment.

V první formě provedení jsou hřídelové kolo 9, příslušné planetové kolo 13 a základnové kolo 11 vytvořeny jako ozubená kola, přičemž hřídelové kolo 9 a příslušné planetové kolo 13 vykazují odpovídající vnější ozubení. Základnové kolo 11 je vytvořeno jako duté kolo a vykazuje tak vnitřní ozubení. Vnější ozubení příslušného planetového kola 13 je přitom současně v záběru s vnějším ozubením hřídelového kola 9 a v záběru s vnitřním ozubením základnového kola 11, takže příslušné planetové kolo 13 zabírá současně s hřídelovým kolem 9 a základnovým kolem 11. U první formy provedení je přitom příslušné planetové kolo 13 vytvořeno jako čelní kolo, respektive jako čelní ozubené kolo. Dále je na obr. 1 až 3 velmi dobře vidět, že polohový snímač 16, zejména snímač 17, je neotočně spojen se základnou 3. Kromě toho je navržen detekční prvek neotočně spojený se základnovým kolem 11, odstavající směrem ven od základnového kola 11 v radiálním směru základnového kola 11, respektive hřídele 7, a detekovatelný snímačem 17, mající v předloženém řešení tvar čepového ukazatele 19, pomocí kterého se detekují změny polohy snímačem 17.

Obr. 4 až 6 znázorňují druhou formu provedení zařízení 1. Druhá forma provedení se odlišuje od první formy provedení zejména tím, že druhá osa 14 otáčení probíhá kolmo k první ose 6 otáčení. Zatímco u první formy provedení je příslušné planetové kolo 13 uspořádáno mezi hřídelovým kolem 9 a základnovým kolem 11 v radiálním směru hřídele 7, u druhé formy provedení je příslušné planetové kolo 13 uspořádáno mezi hřídelovým kolem 9 a základnovým kolem 11 v axiálním směru hřídele 7 a tím i v axiálním směru základnového kola 11 a hřídelového kola 9. Přitom vykazuje jak hřídelové kolo 9, tak i základnové kolo 11 vnější ozubení, zejména kuželové ozubení, přičemž například základnové kolo 11, respektive hřídelové kolo 9, je vytvořeno jako kuželové kolo a příslušné planetové kolo 13 je vytvořeno například rovněž jako kuželové ozubené kolo. Také u druhé formy provedení zařízení 1 je příslušné planetové kolo 13 otočně uloženo na příslušném, korespondujícím čepu 15, přičemž příslušný čep 15 je neotočně spojen s referenčním členem 4. I u druhé formy provedení je nastavitelné momentové spojení 12 přenášející točivý moment mezi základnovým kolem 11 a základnou 3 třecím, respektive silovým spojením a tím tedy třecím spojením, které lze pomocí třecího prvku nastavovat.

Obr. 7 až 9 znázorňují třetí formu provedení zařízení 1. U třetí formy provedení jsou příslušné

planetové kolo 13, hřídelové kolo 9 a základnové kolo 11 vytvořeny jako třecí kola, která jsou vzájemně spojena třecím, respektive silovým spojením přenášejícím točivý moment. Zejména jsou třecí kola vzájemně spojena výhradně třecím, respektive silovým spojením přenášejícím točivý moment. Třecí kola k tomu vykazují příslušné třecí plochy, zejména třecí kužely, které se vzájemně dotýkají, čímž jsou třecí kola vzájemně propojena třecím spojením přenášejícím točivý moment. Příslušné planetové kolo 13 je přitom vytvořeno například jako kuželové kolo, a přitom jako kuželové třecí kolo.

U třetí formy provedení je planetové kolo 13 navrženo s pružným prvkem vytvořeným, respektive fungujícím, jako přitlačná pružina 20, která poskytuje sílu působící v radiálním směru hřídele 7. Tato síla působí na příslušné planetové kolo 13, takže příslušné planetové kolo 13 je pomocí této síly přitlačováno do potřebného kontaktu s hřídelovým kolem 9 a základnovým kolem 11. Tím je možné zajistit třecí, respektive silové, spojení mezi planetovým kolem 13 a základnovým kolem 11, jakož i mezi planetovým kolem 13 a hřídelovým kolem 9.

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle vynálezu je vhodné zejména pro diagnostiku pomaloběžných, respektive pomalu rotujících ložisek, zejména valivých ložisek, přičemž zařízení podle vynálezu má rozmanité použití a je zejména aplikovatelné v různých průmyslových odvětvích. Mimořádně výhodně se dá zařízení podle vynálezu použít v dopravní technice, ve které se provozují hnací a rotační konstrukční prvky s nízkými otáčkami a které jsou uloženy pomocí valivých ložisek. Pomocí dosud známých diagnostických metod pro diagnózu pomaloběžných valivých ložisek nelze úspěšně předpovědět poruchu příslušného valivého ložiska s ohledem na chybějící měřitelné mechanické veličiny, jako například výchylka nebo zrychlení vibrací, což je však nyní možné realizovat pomocí zařízení podle vynálezu.

Zařízení podle vynálezu je možné dále výhodně použít pro mechanismy nebo v mechanismech tvářecích strojů, jejichž výrobní procesy se vyznačují malými rychlostmi a nízkými otáčkami pracovních prvků. Jinými slovy je stroj vytvořen například jako tvářecí stroj, respektive jako tvářecí mechanismus, pomocí kterého se například provádí tváření konstrukčních dílů, respektive se dají tyto tvářet.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení (1) pro sledování nejméně jedné ložiskové jednotky (2), se základnou (3) jako prvním konstrukčním prvkem, s nejméně jedním referenčním členem (4), který je pomocí alespoň jednoho prvního ložiska (5) ložiskové jednotky (2) uložený otočně na základně (3), a s alespoň jednou hřídelí (7) jako druhým konstrukčním prvkem, která je pomocí alespoň jednoho druhého ložiska (8) ložiskové jednotky (2) uložena otočně na referenčním členu (4),

vyznačující se:

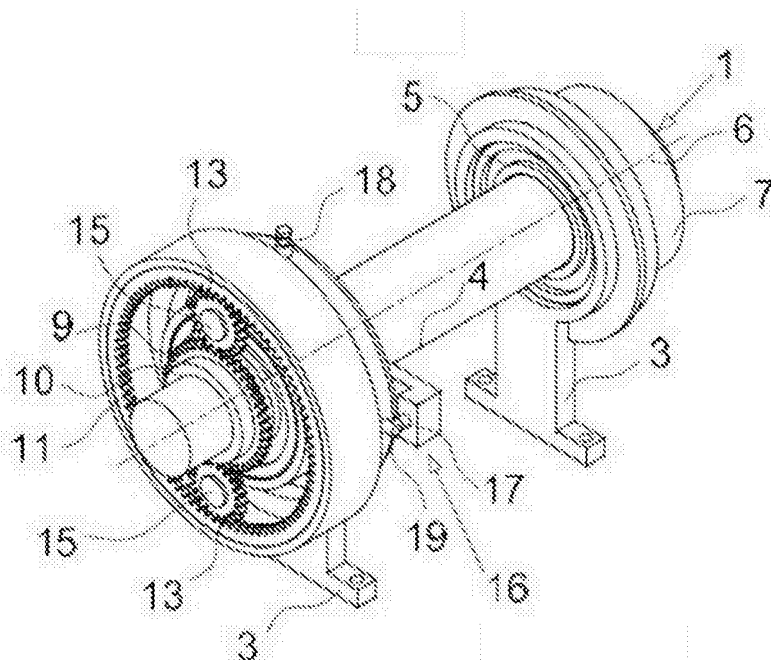
- prvním momentovým spojením (10) hřídelového kola (9) a hřídele (7);
- druhým momentovým spojením (12) základnového kola (11) a základny (3);
- nejméně jedním planetovým kolem (13) otočně uloženém na čepu (15), spojeném s referenčním členem (4) a spolupůsobícím s hřídelovým kolem (9) na hřídeli (7) a se základnovým kolem (11) na základně (3); a
- nejméně jedním polohovým snímačem (16) relativní polohy hřídele (7) a hřídelového kola (9) nebo základnového kola (11) a základny (3).

2. Zařízení (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hřídelové kolo (9), planetové kolo (13) a základnové kolo (11) jsou vytvořeny jako čelní ozubená kola nebo jako kuželová ozubená kola.
- 5 3. Zařízení (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hřídelové kolo (9), planetové kolo (13) a základnové kolo (11) jsou vytvořeny jako třecí kola.
4. Zařízení (1) podle nároku 1, **vyznačující se** nejméně jedním nastavovacím prvkem (18) prvního momentového spojení (10) nebo druhého momentového spojení (12).
- 10 5. Zařízení (1) podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že nastavovací prvek (18) je uchycen na základně (3) nebo na hřídeli (7) anebo na hřídelovém kole (9) nebo na základnovém kole (11).
6. Zařízení (1) podle nároku 4 a 5, **vyznačující se tím**, že nastavovací prvek (18) je vytvořen jako třecí prvek nebo tvarový prvek.
- 15 7. Použití zařízení (1) podle jakéhokoliv z předchozích nároků k identifikaci vad ložisek u dopravníkových zařízení, turbín, čerpadel nebo kompresorů.

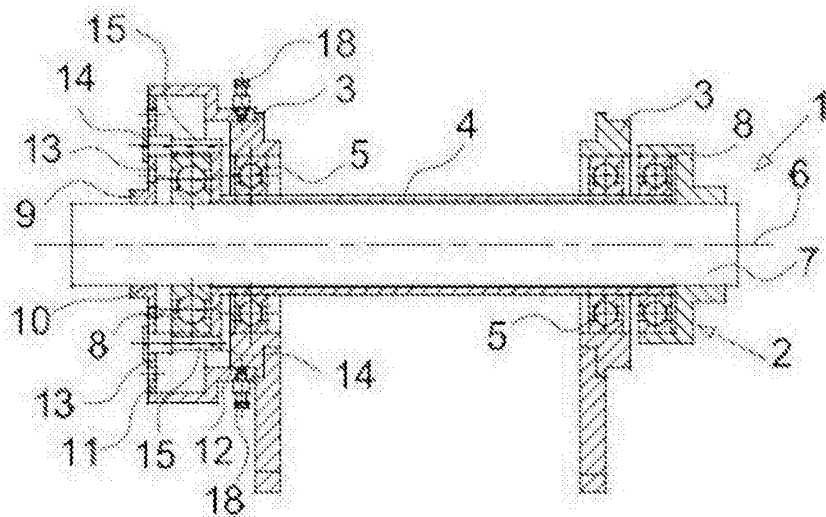
5 výkresů

Seznam vztahových značek

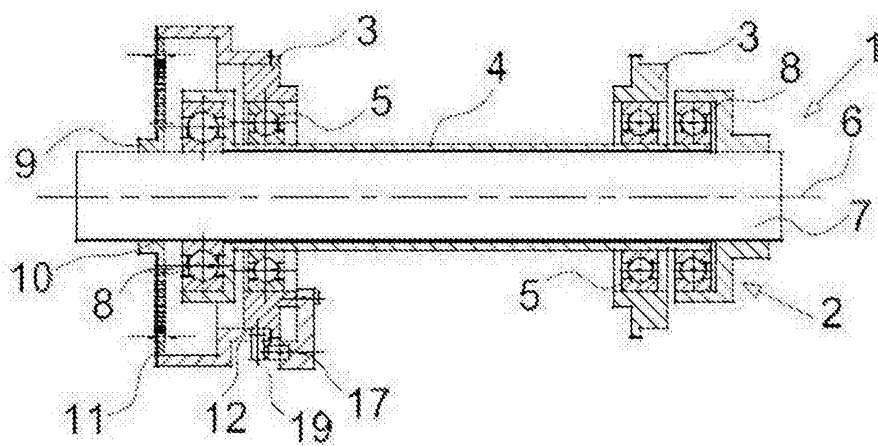
- 1 zařízení
- 2 ložisková jednotka
- 3 základna
- 4 referenční člen
- 5 první ložisko
- 6 první osa otáčení
- 7 hřídel
- 8 druhé ložisko
- 9 hřídelové kolo
- 10 první momentové spojení
- 11 základnové kolo
- 12 druhé momentové spojení
- 13 planetové kolo
- 14 druhá osa otáčení
- 15 čep
- 16 polohový snímač
- 17 snímač
- 18 nastavovací prvek
- 19 čepový ukazatel
- 20 přítlačná pružina



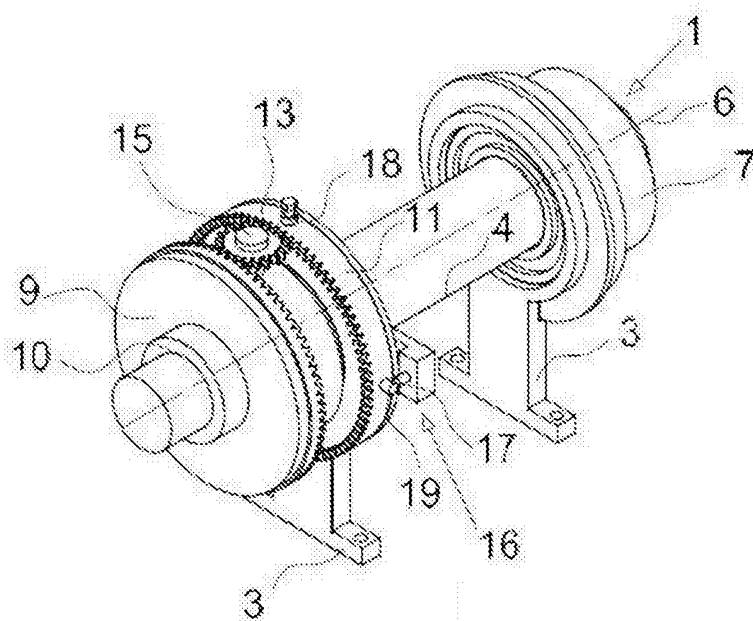
Obr. 1



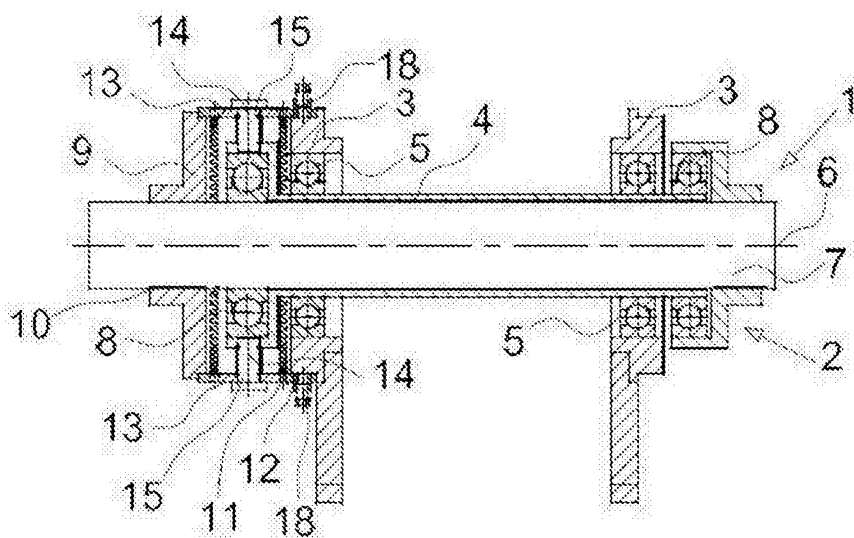
Obr. 2



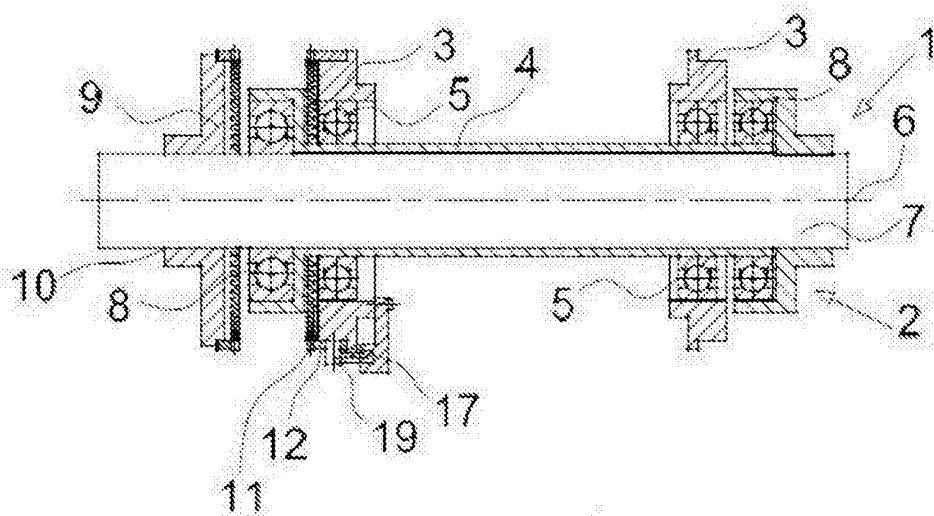
Obr. 3



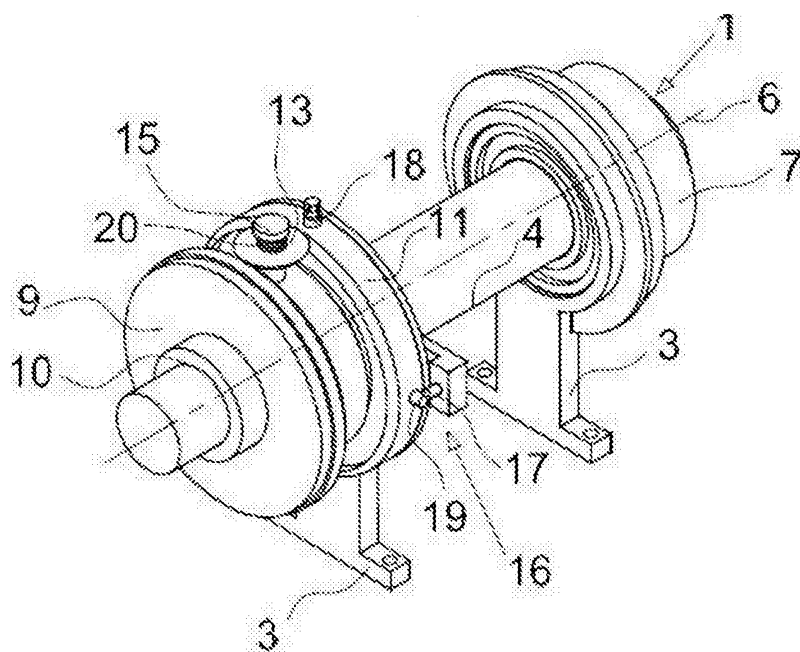
Obr. 4



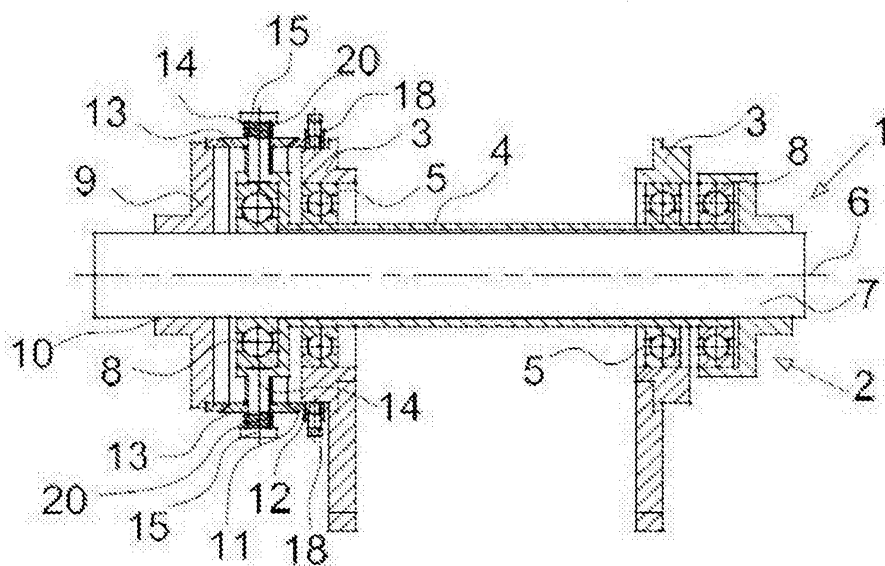
Obr. 5



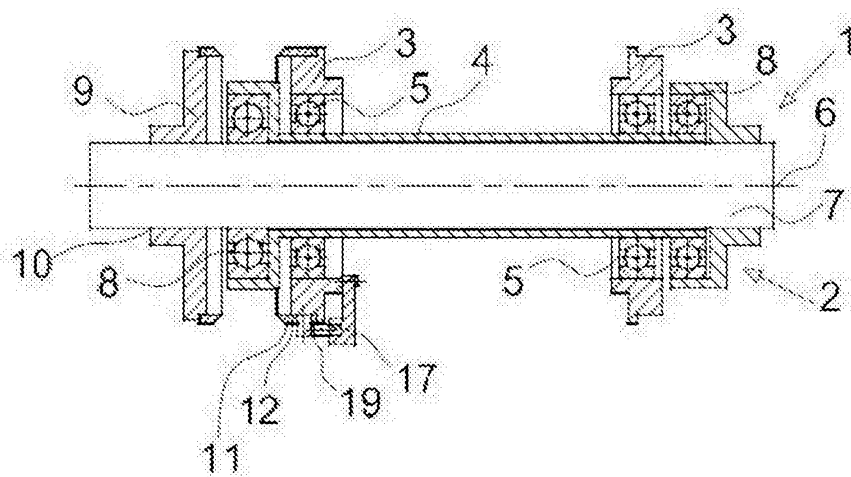
Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9