

B23Q 1/48 (2006.01)
B23Q 1/76 (2006.01)
B23Q 5/54 (2006.01)
H02K 41/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

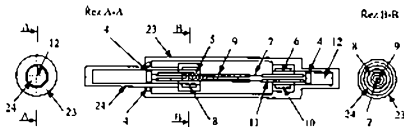
(21) Číslo přihlášky: 2011-261
(22) Přihlášeno: 04.05.2011
(40) Zveřejněno: 14.11.2012
(Věstník č. 46/2012)
(47) Uděleno: 19.10.2022
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 30.11.2022
(Věstník č. 48/2022)

(56) Relevantní dokumenty:
JP 2004120815 A; US 2002079747 A1; JP 2007189837 A.

(73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
(72) Původce:
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Praha 4, CZ
Ing. Jiří Švéda, Kladno, CZ
(74) Zástupce:
Ing. Karel Novotný, Žufanova 2, 163 00 Praha 6

(54) Název vynálezu:
Vzpěra, zvláště suvná nebo otočná vzpěra
výrobních strojů

(57) Anotace:
Vzpěra, zvláště suvná nebo otočná vzpěra výrobních strojů, která je tvořena výkonným členem a rámem (22), přičemž mezi výkonným členem a rámem (22) je uspořádána mezipřevodná (7) nesoucí jeden díl transformačního lineárního elektrického motoru (6), jehož druhý díl je uspořádán na rámu (22) a jeden díl hlavního lineárního elektrického motoru (5), jehož druhý díl je uspořádán na výkonném členu vzpěry. Primární díl (8) hlavního lineárního elektrického motoru (5), primární díl (10) transformačního lineárního elektrického motoru (6) a integrující mezipřevodná (7) nesoucí sekundární díl (9) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a sekundární díl (11) transformačního elektrického motoru (6) jsou osově symetrické nebo souměrné podle roviny symetrie.



Vzpěra, zvláště suvná nebo otočná vzpěra výrobních strojů

Oblast techniky

5

Vynález se týká vzpěry, zvláště suvné nebo otočné vzpěry výrobních strojů, kde vzpěra je tvořena výkonným členem a rámem, přičemž mezi výkonným členem a rámem je uspořádána mezipřímota nesoucí jeden díl transformačního lineárního elektrického motoru, jehož druhý díl je uspořádán na rámu a jeden díl hlavního lineárního elektrického motoru, jehož druhý díl je uspořádán na výkonném členu vzpěry.

10

Dosavadní stav techniky

Obráběcí stroje, ale i další výrobní stroje mají problémy s vibrací jejich rámu, který vzniká přenosem dynamických složek reakčních sil suvných a/nebo otočných vzpěr do jejich vedení ve směru pohybových os. Současné stroje a zařízení používají jako zdroj síly pro pohyb vzpěr převážně klasické rotační motory ve spojení s nějakým druhem převodu, představovaným např. kuličkovým šroubem, vačkou, převodem, např. ozubený pastorek/hřeben, atd. Vibrace rámu pak vedou k nepřesnostem odměřování polohy pohyblivých částí vzpěry a ty dále ovlivňují správnost funkce řídicího systému. Tento problém zvláště zesílil nahrazením klasických rotačních elektrických motorů elektrickými lineárními motory, které jsou užívány v případě vysoce dynamických strojů či zařízení jako náhrada tradičních pohonů pohony přímými. Jejich pohyb je však spojen s reakční silou stejné amplitudy a tvaru jaké dosahuje požadovaná akční síla, čímž vzniká reálné nebezpečí vybuzení vlastních frekvencí mechanické struktury a jejího rozkmitání.

25

Pro řešení tohoto problému u strojů či zařízení s lineárním elektrickým motorem bylo vyvinuto pružné uložení jednoho z dílů lineárního motoru do rámu pomocí pružiny a tlumiče, které představuje jednu z metod transformujících reakční sílu na hladší průběh obsahující menší počet budících frekvencí pro zmírnění silového účinku reakční síly od vzpěry. Reakční síla je v tomto případě přenesena do zbytku mechanické struktury přes pružný prvek s tlumením, který částečně odstraní vysokofrekvenční složku reakce (ta je absorbována pohybem sekundárního dílu lineárního motoru). Nevýhodou tohoto řešení je omezený účinek této metody a možnost značné oscilace sekundárního dílu lineárního motoru, protože působí zlepšení buď jen v nižších nebo jen ve vyšších frekvencích.

35

Proto bylo navrženo aktivní řešení pružného uložení sekundárního dílu lineárního motoru založené na užití dalšího elektrického lineárního motoru i pro uložení elektrického lineárního motoru vlastního pohonu na rám, tzv. řešení motor na motoru [Švéda J., Valášek M., Šika Z.: New Active Machine Tool Drive Mounting on the Frame, Applied and Computational Mechanics, 2007, Vol. 1, No. 1, pp. 329-334, ISSN 1802-680X], kde je pasivní pružný prvek nahrazen opět lineárním elektrickým motorem s obdobnými parametry, jaké má lineární elektrický motor vyvozující hlavní pohybovou sílu. Princip metody „motor na motoru“ je založen na myšlence rozdělení vysokofrekvenční a nízkofrekvenční složky reakční síly od vzpěry, kdy do rámu stroje je přenášena pouze neškodná nízkofrekvenční část. Hlavní výhodou tohoto principu je možnost plně řídit reakční sílu působící do stroje bez nutnosti modifikace akční síly působící do vedení kolmo k vlastní pohybové ose. Tím je zachována vysoká dynamika stroje s minimálním buzením vlastní frekvencí jeho mechanické struktury. Toto řešení velmi dobře snižuje dynamické složky sil ve směru pohybové osy. Dynamické složky sil reakcí do vedení pohybové osy, tedy kolmé na vedení, nejsou však vůbec ovlivněny. U tradičních obráběcích strojů toto není tak velký problém, protože vzhledem k převažujícímu kartézskému pohybu částí strojů jsou kolmé složky reakcí na vedení pohybových os většinou konstantní.

50

Podobný, ale závažnější problém vzniká u průmyslových robotů se sériovou kinematickou strukturou, a zvláště u obráběcích strojů a průmyslových robotů s paralelní kinematickou

55

strukturou. Zde je výrazně proměnná jak složka reakcí do vedení ve směru pohybové osy, tak složka reakcí kolmá na směr pohybové osy. Ramena těchto strojů přenášejí veškeré síly ve stroji a tato ramena svírají během pohybu proměnný kosý úhel s vedeními, což způsobuje proměnné dynamické složky sil jak ve směru vedení, tak kolmo na směr vedení.

5

Konstrukční řešení konceptu “motor na motoru” je naznačeno v článku [Švéda J., Valášek M., Šika Z.: Simulation Testing of The Machine Tool Equipped with the Active Feed Drive, Journal of Machine Engineering – Knowledge Based Manufacturing Machines Design, 2010, Vol. 9, No. 2, ISSN 1895-7595], kde je princip aplikován na stacionární osu posuvu. Pro tento případ je typické dvojí lineární vedení oddělené od lineárních motorů, jedno pro vedení vlastní pohybové osy, druhé pro vedení společné části obou motorů (mezihmoty).

10

K řešení popisovaného problému pro vzpěry lze užít popsany princip motor na motoru. Dosavadní popisovaná konstrukční řešení tohoto principu jsou určena pro stacionární posuvovou osu a jsou založena na dvojím lineárním vedení odděleném od magnetického vedení jednotlivých motorů. Tato lineární vedení zvětšují potřebný zástavbový prostor, což prakticky vylučuje jejich praktické využití pro řešení aktivních vzpěr s implementovaným principem „motor na motoru“. Navíc je tření v těchto lineárních vedeních zesíleno jak tíhou částí lineárních motorů, tak zvláště vzájemnou přitažlivou silou mezi primárním a sekundárním dílem každého z motorů. Velikost těchto pasivních sil je dalším vážným problémem tohoto řešení.

15

20

Dalším problémem je, že dosavadní popisovaná konstrukční řešení “motor na motoru” mají plochy posuvných vedení prvního a druhého motoru vzájemně posunuta a tedy vyosena. To způsobuje, že vzájemné silové působení je vedle sil ve směru obou vedení doprovázeno klopným momentem způsobeným vyosením sil v obou vedeních vůči sobě. To je zvláště problematické pro užití pro vzpěru, která má přenášet jen osové síly bez přidavných ohybových momentů.

25

Obdobné problémy se vyskytují při přenosu krouticího momentu, které však dosud nebyly řešeny uvedenými metodami.

30

Cílem vynálezu je snížit uvedené nepříznivé silové účinky suvných a/nebo otočných vzpěr a související konstrukční nevýhody.

35 Podstata vynálezu

Podstata vzpěry tvořené výkonným členem a rámem, přičemž mezi výkonným členem a rámem je uspořádána mezihmota nesoucí jeden díl transformačního lineárního elektrického motoru, jehož druhý díl je uspořádán na rámu a jeden díl hlavního lineárního elektrického motoru, jehož druhý díl je uspořádán na výkonném členu vzpěry, podle vynálezu spočívá v tom, že primární díl hlavního lineárního elektrického motoru, primární díl transformačního lineárního elektrického motoru a integrující mezihmota nesoucí sekundární díl hlavního lineárního elektrického motoru a sekundární díl transformačního elektrického motoru jsou osově symetrické nebo souměrné podle roviny symetrie.

45

Integrující mezihmota je suvně uložena uvnitř statického dílu vzpěry a uvnitř pohyblivého dílu vzpěry, přičemž primární díl hlavního lineárního elektrického motoru a primární díl transformačního lineárního elektrického motoru obklopují integrující mezihmotu a jsou uspořádány za sebou.

50

V alternativním provedení je integrující mezihmota otočně uložena uvnitř statoru vzpěry a vně rotoru vzpěry, přičemž primární díl hlavního lineárního elektrického motoru a primární díl transformačního lineárního elektrického motoru obklopují integrující mezihmotu a jsou uspořádány soustředně.

55

Integrující mezhimota je s výhodou válcová a prochází válcovými díly primárního dílu hlavního lineárního elektrického motoru a primárního dílu transformačního lineárního elektrického motoru.

- 5 V případě, že integrující mezhimota je tvaru U, prochází uzavřenými profily primárního dílu hlavního lineárního elektrického motoru a primárního dílu transformačního lineárního elektrického motoru.

- 10 V případě, že integrující mezhimota je trubkovitá, je na její vnitřní ploše uspořádán sekundární díl hlavního lineárního elektrického motoru a na její vnější ploše sekundární díl transformačního lineárního elektrického motoru. Integrující mezhimota je případně otočně uložena vně statoru vzpěry a uvnitř rotoru vzpěry.

- 15 Společná osa hlavního lineárního elektrického motoru a transformačního lineárního elektrického motoru prochází středy kinematických dvojic sférických kloubů spojovaných konstrukcí nebo zařízení.

- 20 V rámci tohoto vynálezu se předpokládá rovněž záměna primárních a sekundárních dílů lineárních elektrických motorů na vzpěře, kdy na integrující mezhimotě jsou uspořádány jejich primární díly, zatímco sekundární díly jsou uspořádány odpovídajícím způsobem na rámu a na výkonném členu vzpěry.

- 25 Ve všech uvedených případech lze funkci primárního a sekundárního dílu vzájemně zaměnit podle konstrukčních požadavků.

- Výhodou suvných nebo otočných vzpěr podle vynálezu je snížení nepříznivých silových účinků při pohybu výkonného členu vzpěry a možnost snížení jejich zástavbového prostoru.

30 Objasnění výkresů

Na přiložených obrázcích 1 až 4 je schematicky znázorněna suvná vzpěra známých provedení, zatímco na obr. 5 až 14 suvná nebo otočná vzpěra podle tohoto vynálezu, přičemž:

- 35 obr. 1 znázorňuje schéma klasického provedení pohonu s lineárním elektrickým motorem;
 obr. 2 znázorňuje schéma pohonu s pružným uložením sekundárního dílu lineárního elektrického motoru;
 obr. 3 znázorňuje schéma pohonu s aktivním uložením sekundárního dílu lineárního elektrického motoru – „motor na motoru“;
 40 obr. 4 znázorňuje konstrukční schéma pohonu s aktivním uložením sekundárního dílu lineárního elektrického motoru – „motor na motoru“ a to v příčném a podélném řezu;
 obr. 5 znázorňuje v příčném a podélném řezu možné řešení suvné vzpěry;
 obr. 6 znázorňuje v příčném a podélném řezu další možné řešení suvné vzpěry;
 obr. 7 znázorňuje alternativní provedení uspořádání suvné vzpěry;
 45 obr. 8 znázorňuje další možné řešení suvné vzpěry v příčném a dvou podélných řezech;
 obr. 9 znázorňuje další možné řešení suvné vzpěry v příčném a dvou podélných řezech;
 obr. 10 znázorňuje vzpěru a její užití pro Hexapod;
 obr. 11 znázorňuje použití vzpěry pro Hexaslide;
 50 obr. 12 znázorňuje použití suvné a otočné vzpěry pro průmyslový robot se sériovou kinematickou strukturou;
 obr. 13 znázorňuje použití vzpěry pro statickou konstrukci;
 obr. 14 znázorňuje v částečném příčném a podélném řezu možné řešení otočné vzpěry.

Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je klasické známé provedení pohonu s lineárním elektrickým motorem M, kde výkonný člen, v daném případě pohyblivý díl 21 vzpěry je opatřen primárním dílem 1 lineárního elektrického motoru M a rám 22 vzpěry je opatřen sekundárním dílem 2 lineárního elektrického motoru M. Při působení pohonu na oba díly lineárního elektrického motoru M a jejich prostřednictvím na pohyblivý díl 21 a na rám 22 vzpěry působí shodná akční a reakční síla F.

Na obr. 2 je známé provedení pohonu s pružným uložením sekundárního dílu 2 lineárního elektrického motoru M, kde pohyblivý díl 21 vzpěry je shodně jako na obr. 1 opatřen primárním dílem 1 lineárního elektrického motoru M a rám 22 vzpěry je opatřen sekundárním dílem 2 lineárního elektrického motoru M, který je však k rámu 22 připevněn na lineárním vedení 4 přes pružně tlumicí element 3. Při působení pohonu na oba díly lineárního elektrického motoru M působí síla F, která také působí přímo na pohyblivý díl 21 vzpěry, ale na rám 22 vzpěry působí jiná reakční síla F_p vzniklá dynamickou interakcí v pružně tlumicím elementu 3 mezi sekundárním dílem 2 lineárního elektrického motoru M a rámem 22 vzpěry.

Na obr. 3 je další známé provedení pohonu s aktivním uložením sekundárního dílu lineárního elektrického motoru – „motor na motoru“, kde pohyblivý díl 21 vzpěry je opatřen hlavním lineárním elektrickým motorem 5, který vyvíjí sílu F₂ působící na vloženou mezipřímotu 7, mezi pohyblivý díl 21 a rám 22 vzpěry je vložena mezipřímota 7 a opatřena transformačním lineárním elektrickým motorem 6, který vyvíjí transformovanou reakční sílu F₁ mezi mezipřímotou 7 a rámem 22 vzpěry a která působí na rám 22 vzpěry. Průběh této reakční síly F₁ je řízen pro její snížení.

Obr. 4 znázorňuje schéma dalšího známého konstrukčního provedení pohonu s pohybem ve směru P a s aktivním uložením sekundárního dílu lineárního elektrického motoru – „motor na motoru“, kde pohyblivý díl 21 vzpěry je opatřen primárním dílem 8 hlavního lineárního elektrického motoru 5 vytvářejícího sílu F₂, mezipřímota 7 je opatřena sekundárním dílem 9 hlavního lineárního elektrického motoru 5 na straně k pohyblivému dílu 21 a primárním dílem 10 transformačního lineárního elektrického motoru 6 vytvářejícího transformovanou reakční sílu F₁ na straně k rámu 22 vzpěry a rám 22 vzpěry je opatřen sekundárním dílem 11 transformačního lineárního elektrického motoru 6. Pohyblivý díl 21 je spojen s mezipřímotou 7 lineárním vedením 4 a mezipřímota 7 je spojena s rámem 22 vzpěry dalším lineárním vedením 4. Hlavní lineární elektrický motor 5 má osu 19 vzdálenou (nesouosou) s osou 20 transformačního lineárního elektrického motoru 6. Nevýhodou tohoto řešení je nesouosost os 19 a 20, která způsobuje vznik nepříznivého klopného momentu a zvětšuje potřebný zástavbový prostor, což prakticky vylučuje jejich praktické využití pro vzpěru.

Obr. 5 znázorňuje možné řešení suvné vzpěry podle vynálezu, kdy rám 22 vzpěry je opatřen primárním dílem 10 transformačního lineárního elektrického motoru 6 vytvářejícího sílu F₁ (obr. 3), mezipřímota 7 je válcová a je opatřena sekundárním dílem 9 hlavního lineárního elektrického motoru 5 a sekundárním dílem 11 transformačního lineárního elektrického motoru 6, a pohyblivý díl 21 vzpěry je opatřen primárním dílem 8 hlavního lineárního elektrického motoru 5 vytvářejícího sílu F₂ (obr. 3). Oba motory 5 a 6 mají společnou osu 12 a jsou tedy sousé. Toto sousé uspořádání odstraňuje vznik klopného momentu ve vzpěře. Z důvodů integrovaného konstrukčního provedení je zde oproti řešením na obr. 3 až 4 provedena záměna primárního a sekundárního dílu transformačního lineárního elektrického motoru 6. Vedení mezipřímoty 7 v rámu 22 vzpěry a v pohyblivém díle 21 vzpěry je provedeno lineárními vedeními 4. Vedení pohyblivého dílu 21 v rámu 22 vzpěry je také provedeno lineárními vedeními 4. Díky sousosti obou motorů 5 a 6 jsou normálové síly ve vedeních nulové nebo minimální, je tedy možné užít řešení bez lineárního vedení. Vedení je pak zajištěno kluzným stykem ploch s případným mazivem mezi mezipřímotou 7 a rámem 22, mezi mezipřímotou 7 a pohyblivým dílem 21 a mezi rámem 22 a pohyblivým dílem 21 vzpěry.

Obr. 6 znázorňuje další možné řešení suvné vzpěry podle vynálezu. Je to varianta řešení z obr. 5, kde mezhymota 7 tvoří sekundární díl motoru 5 i motoru 6. To je například možné dosáhnout tak, že mezhymota 7 je přímo tvořena permanentními magnety. Takové řešení je velmi kompaktní a zmenšuje zástavbový prostor.

Na obr. 7 je znázorněn řez možným řešením osově symetrického uspořádání podle vynálezu. Cívky 13 primárního dílu 8 hlavního lineárního tubulárního elektrického motoru 5 a jádro 14 sekundárního dílu 9 hlavního lineárního tubulárního elektrického motoru 5 jsou uspořádány osově symetricky kolem společné osy 12. Jádro 14 sekundárního dílu 9 hlavního lineárního tubulárního elektrického motoru 5 je integrováno s mezhymotou 7 a sekundárním dílem 11 transformačního lineárního tubulárního elektrického motoru 6. Osově symetricky kolem této společné osy 12 je také uspořádán rám 22 a pohyblivý díl 21 vzpěry. Toto osově symetrické uspořádání značně snižuje pasivní odpory ve vzájemném pohybu motorů ve vzpěře a zmenšuje potřebný zástavbový prostor celé konstrukce.

U provedení podle obr. 5 až 7 jsou jednotlivé díly vzpěry, a to primární díl 8 hlavního lineárního elektrického motoru 5, primární díl 10 transformačního lineárního elektrického motoru 6 a integrující mezhymota 7 nesoucí sekundární díl 9 hlavního lineárního elektrického motoru 5 a sekundární díl 11 transformačního elektrického motoru 6 osově symetrické vzhledem k ose 12, tedy souosé.

Osová symetrie se musí vztahovat k dílům lineárních elektrických motorů 5 a 6, které vytvářejí magnetickou sílu, aby výsledná síla hlavního lineárního elektrického motoru 5 a výsledná síla transformačního lineárního elektrického motoru 6 ležely na shodné ose 12, a tedy byly souosé. Ostatní díly symetrické být nemusí.

Obr. 8 znázorňuje jiné možné řešení osově symetrického uspořádání podle vynálezu využívající lineárního elektrického motoru bez železa. Jeho výhodou je nulová přitažlivá normálová síla mezi primárním a sekundárním dílem umožňující jednoduchou osově symetrickou konstrukci. Rám 22 vzpěry je opět opatřen primárním dílem 10 transformačního lineárního elektrického motoru 6 vytvářejícího sílu F1, mezhymota 7 je tvaru písmene „U“ a je tvořena společným sekundárním dílem 9 hlavního lineárního elektrického motoru 5 vytvářejícího sílu F2 a sekundárním dílem 11 transformačního lineárního elektrického motoru 6 vytvářejícího sílu F1 a nesoucím permanentní magnety 18, a pohyblivý díl 21 vzpěry je opatřen primárním dílem 8 hlavního lineárního elektrického motoru 5 vytvářejícího sílu F2. Oba motory 5 a 6 jsou tvořeny vinutými 15 primárními díly 8, 10 a nemagnetickým materiálem 16 a síly vytvářejí působením na permanentní magnety 18 přes vzduchovou mezeru 17. Oba motory 5 a 6 mají společnou osu 12 ležící ve společné rovině symetrie 27 a jsou tedy souosé. Toto souosé uspořádání odstraňuje vznik klopného momentu ve vzpěře. Pro plné uplatnění této výhody je však třeba, aby rám 22 a pohyblivý díl 21 byly na spojovanou konstrukci nebo zařízení připevněny tak, že společná osa 12 prochází středy připojovacích kloubů, např. sférických kloubů 28, které jsou patrné na obr. 10 a 11.

Obr. 9 znázorňuje jiné možné řešení rovinně symetrického uspořádání podle vynálezu využívající lineárního elektrického motoru bez železa. Jeho výhodou je nulová přitažlivá síla umožňující jednoduchou rovinně symetrickou konstrukci. Je to varianta řešení z obr. 8, kde hlavní lineární elektrický motor 5 a transformační lineární elektrický motor 6 jsou symetricky uspořádány kolem mezhymoty 7 tvaru písmene „U“ vůči její rovině symetrie 27. Toto rovinně symetrické uspořádání sice úplně neodstraňuje vznik klopného momentu ve vzpěře, ale je konstrukčně a montážně jednoduché zvláště s ohledem na dodržení souososti připevnění vzpěry na spojované konstrukce nebo zařízení. Opět je celé řešení kompaktní a zmenšuje zástavbový prostor.

U provedení podle obr. 8 a 9 jsou jednotlivé díly vzpěry, a to primární díl 8 hlavního lineárního elektrického motoru 5, primární díl 10 transformačního lineárního elektrického motoru 6 a

5 integrující mezhmoty 7 nesoucí sekundární díl 9 hlavního lineárního elektrického motoru 5 a sekundární díl 11 transformačního elektrického motoru 6 symetrické vzhledem k rovině symetrie 27. U provedení podle obr. 8 jsou díly lineárních elektrických motorů 5 a 6, které vytvářejí magnetickou sílu, osově symetrické a zajišťují vznik výsledných sil motorů, které leží na shodné ose 12, tedy souosé.

10 Obr. 10 znázorňuje příklad použití suvné vzpěry s rámem 22 a pohyblivým dílem 21 podle vynálezu pro snížení sil v konstrukci a do rámu u paralelní kinematické struktury Hexapod. Společná osa 12 motorů 5 a 6 prochází středy sférických kloubů 28 s kinematickými dvojicemi Hexapodu. To zajistí správnou funkci vzpěry tak, aby přenášela jen osově síly tah – tlak a aby normálové a třecí síly v lineárních vedeních 4 nebo obdobných kluzných vedeních byly minimální.

15 Obr. 11 znázorňuje příklad použití suvné vzpěry s rámem 22 a pohyblivým dílem 21 podle vynálezu pro snížení sil v konstrukci a do rámu paralelní kinematické struktury Hexaslide. Také zde společná osa 12 motorů 5 a 6 prochází středy sférických kloubů 28 s kinematickými dvojicemi Hexaslidu.

20 Obr. 12 znázorňuje příklad použití suvné a otočné vzpěry podle vynálezu pro snížení sil v konstrukci a do rámu průmyslového robotu se sériovou kinematickou strukturou. Je užitá suvná vzpěra s rámem 22 a pohyblivým dílem 21 i otočná vzpěra s pohyblivým dílem 21 a rámem 22.

25 Obr. 13 znázorňuje příklad použití suvné vzpěry s rámem 22 a pohyblivým dílem 21 podle vynálezu pro snížení sil v konstrukci a do rámu statické nosné konstrukce stožáru.

30 Obr. 14 znázorňuje možné řešení otočné vzpěry podle vynálezu, kdy rám 22 vzpěry je opatřen primárním dílem 10 transformačního lineárního elektrického motoru 6 vytvářejícího sílu F1, mezhmoty 7 je trubkovitá, otočně uložena vzhledem k ose 12 vně statoru 25 a uvnitř rotoru 26 a je opatřena sekundárním dílem 9 hlavního lineárního elektrického motoru 5 a sekundárním dílem 11 transformačního lineárního elektrického motoru 6 a pohyblivý díl 21 vzpěry je opatřen primárním dílem 8 hlavního lineárního elektrického motoru 5 vytvářejícího sílu F2. Oba motory 5 a 6 mají společnou osu 12 a jsou tedy souosé. Stator 25 plní funkci rámu a rotor 26 pohyblivého dílu. Motor 5 pracuje mezi statorem 25 a mezhmotou 7 a motor 6 pracuje mezi mezhmotou 7 a rotorem 26.

35 Vedení u uvedených vzpěr podle tohoto vynálezu jsou buď valivá nebo kluzná s případným mazivem mezi mezhmotou 7 a pohyblivým dílem 21 vzpěry, mezi mezhmotou 7 a rámem 22 vzpěry a mezi rámem 22 a pohyblivým dílem 21.

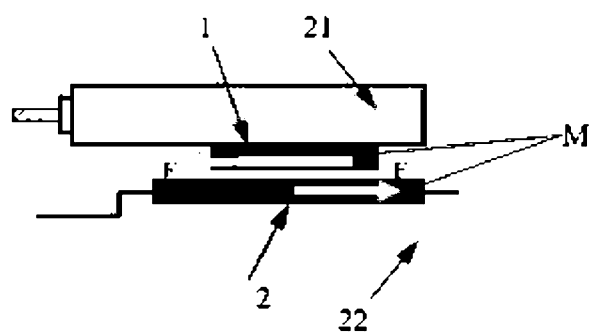
40 Pro správnou funkci vzpěry musí být výsledné silové působení rámu 22 na mezhmotu 7 a mezhmoty 7 na pohyblivý díl 21 vzpěry souosé – to je dosaženo konstrukcí osově symetrickou.

45 Pouhá souměrnost příslušných částí vzpěry podle roviny přináší určité zhoršení vlastností vzpěr oproti vzpěrám, kde příslušné části vzpěr jsou osově symetrické, ale i u těchto vzpěr dochází ke zlepšení vlastností oproti známým vzpěrám. Souměrnost příslušných částí vzpěr podle roviny umožňuje vytvoření vzpěry kompaktní konstrukce.

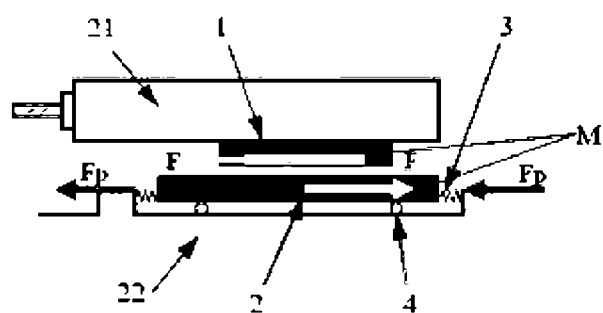
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Vzpěra, zvláště suvná nebo otočná vzpěra výrobních strojů, kde vzpěra je tvořena výkonným členem a rámem (22), přičemž mezi výkonným členem a rámem (22) je uspořádána mezipřímota (7) nesoucí jeden díl transformačního lineárního elektrického motoru (6), jehož druhý díl je uspořádán na rámu (22) a jeden díl hlavního lineárního elektrického motoru (5), jehož druhý díl je uspořádán na výkonném členu vzpěry, **vyznačená tím**, že primární díl (8) hlavního lineárního elektrického motoru (5), primární díl (10) transformačního lineárního elektrického motoru (6) a mezipřímota (7) nesoucí sekundární díl (9) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a sekundární díl (11) transformačního elektrického motoru (6) jsou osově symetrické nebo souměrné podle roviny symetrie.
2. Vzpěra podle nároku 1, **vyznačená tím**, že mezipřímota (7) je suvně uložena uvnitř rámu (22) vzpěry a uvnitř pohyblivého dílu (21) vzpěry, přičemž primární díl (8) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a primární díl (10) transformačního lineárního elektrického motoru (6) obklopují integrující mezipřímotu (7) a jsou uspořádány za sebou ve směru působící síly.
3. Vzpěra podle nároku 1, **vyznačená tím**, že mezipřímota (7) je otočně uložena uvnitř rámu (22) vzpěry a vně pohyblivého dílu (21) vzpěry, přičemž primární díl (8) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a primární díl (10) transformačního lineárního elektrického motoru (6) obklopují integrující mezipřímotu (7) a jsou uspořádány soustředně.
4. Vzpěra podle některého z předešlých nároků 1 až 3, **vyznačená tím**, že mezipřímota (7) má tvar válce a prochází válcovými díly primárního dílu (8) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a primárního dílu (10) transformačního lineárního elektrického motoru (6).
5. Vzpěra podle některého z předešlých nároků 1 až 4, **vyznačená tím**, že mezipřímota (7) je v průřezu tvaru písmene “U”, přičemž prochází uzavřenými profily primárního dílu (8) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a primárního dílu (10) transformačního lineárního elektrického motoru (6).
6. Vzpěra podle některého z předešlých nároků 1 až 5, **vyznačená tím**, že mezipřímota (7) má tvar trubky, přičemž na její vnitřní ploše je uspořádán sekundární díl (9) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a na její vnější ploše sekundární díl (11) transformačního lineárního elektrického motoru (6).
7. Vzpěra podle předchozích nároků 1 až 6, **vyznačená tím**, že společná osa (12) hlavního lineárního elektrického motoru (5) a transformačního lineárního elektrického motoru (6) prochází středy kinematických dvojic sférických kloubů (28) spojených konstrukcí nebo zařízením.
8. Vzpěra podle nároku 1, **vyznačená tím**, že mezipřímota (7) je otočně uložena vně rámu (22) vzpěry a uvnitř pohyblivého dílu (21) vzpěry.

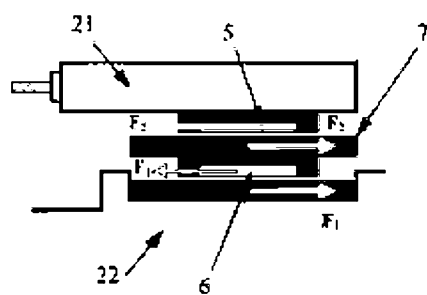
7 výkresů



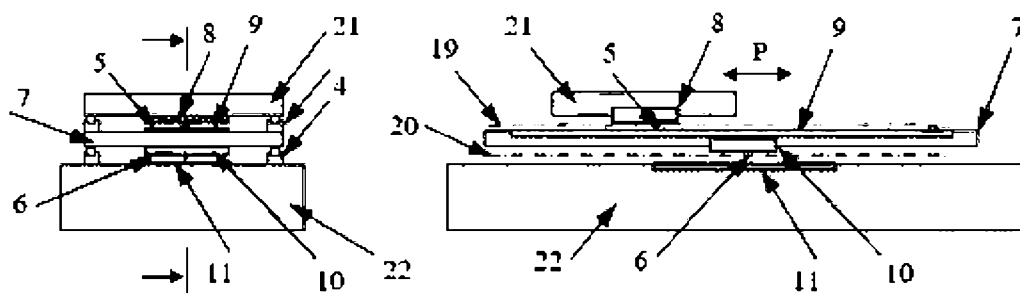
Obr. 1



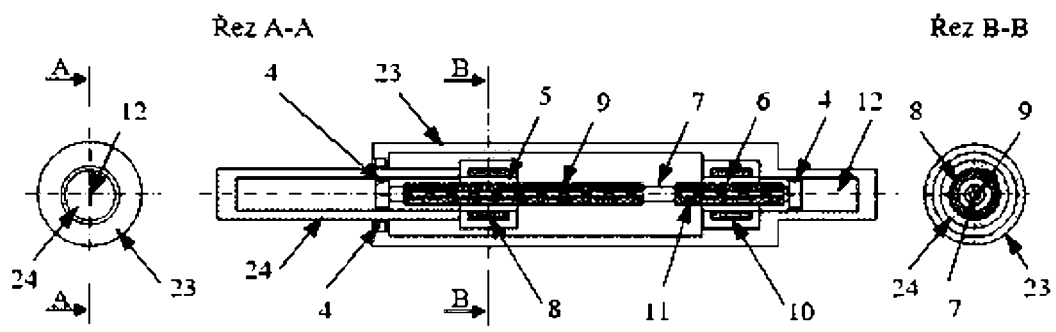
Obr. 2



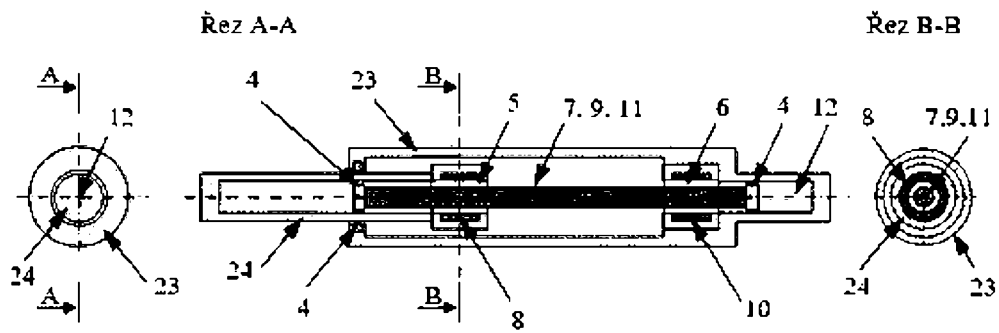
Obr. 3



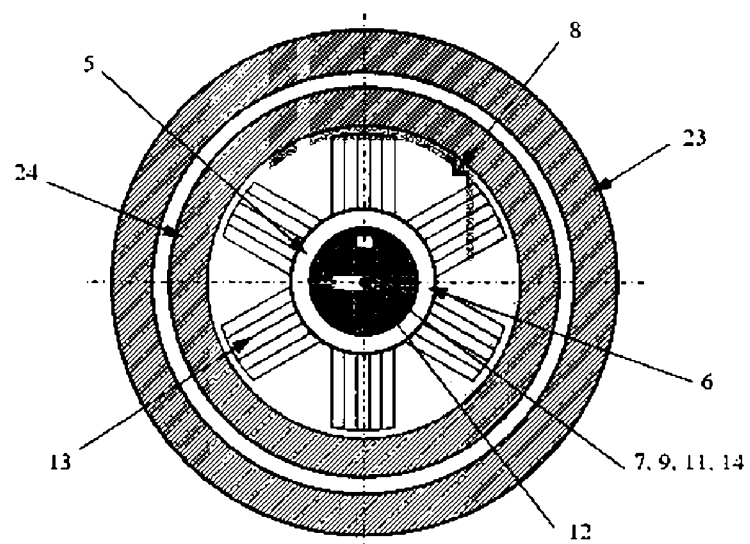
Obr. 4



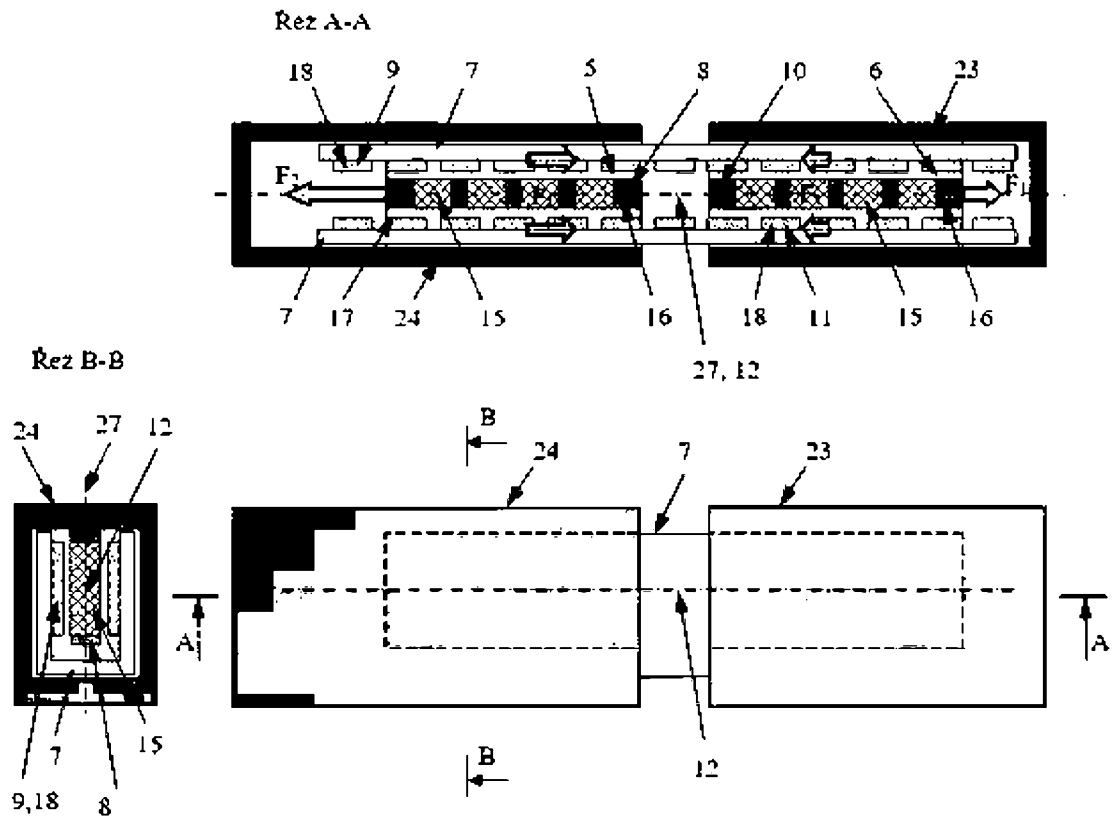
Obr. 5



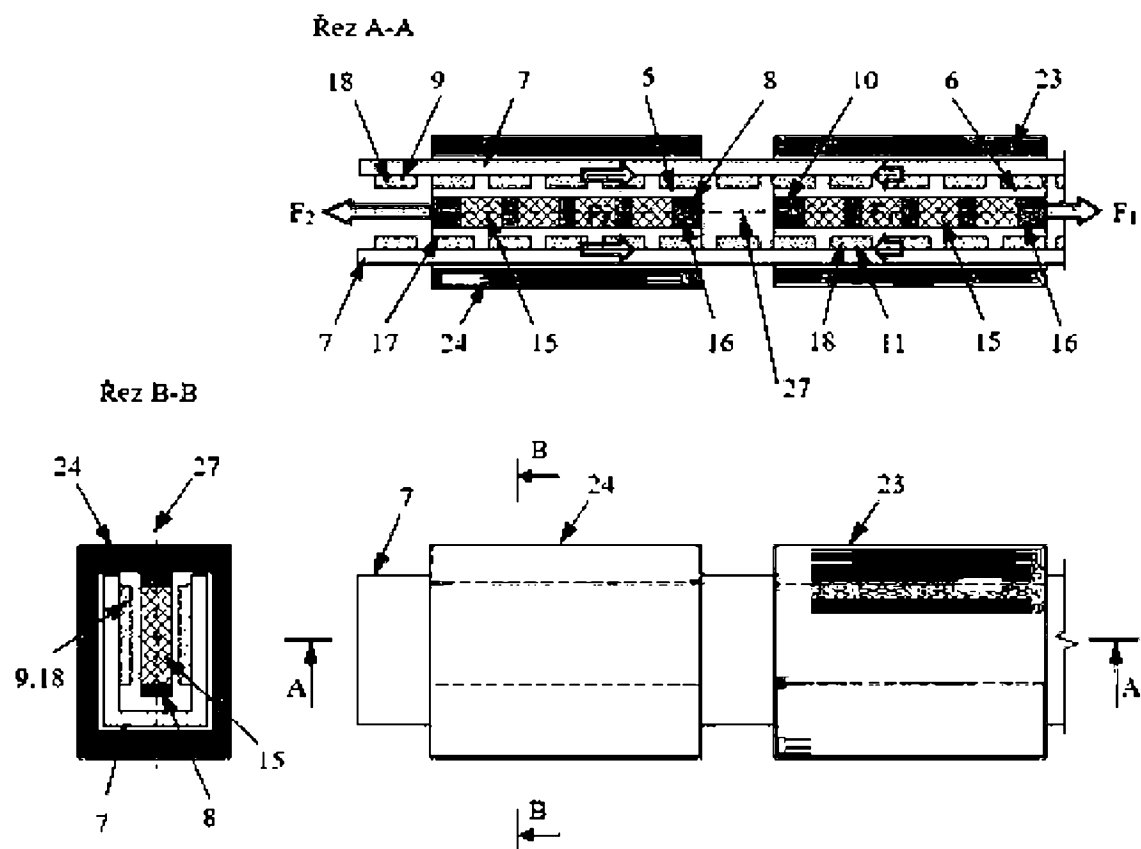
Obr. 6



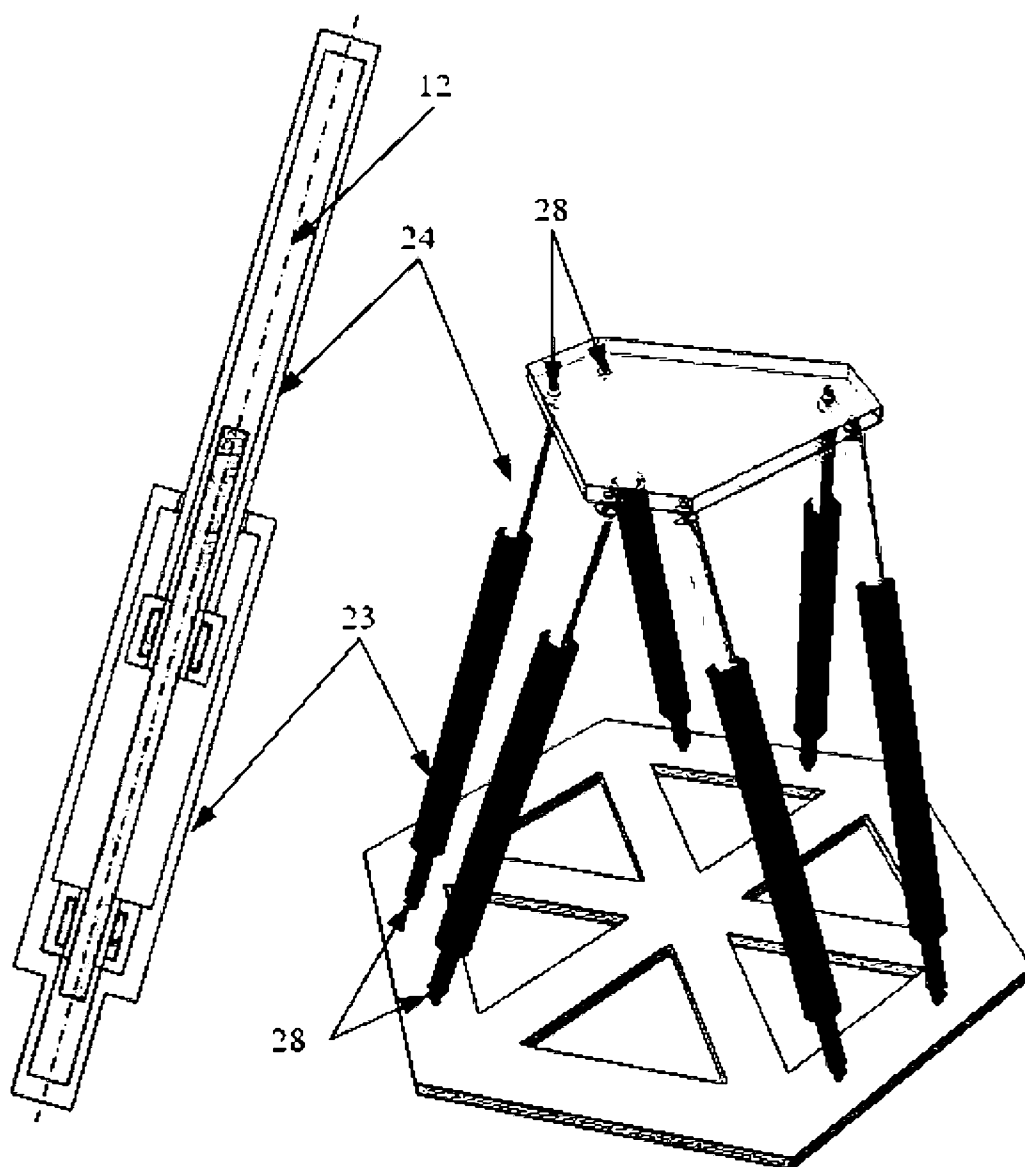
Obr. 7



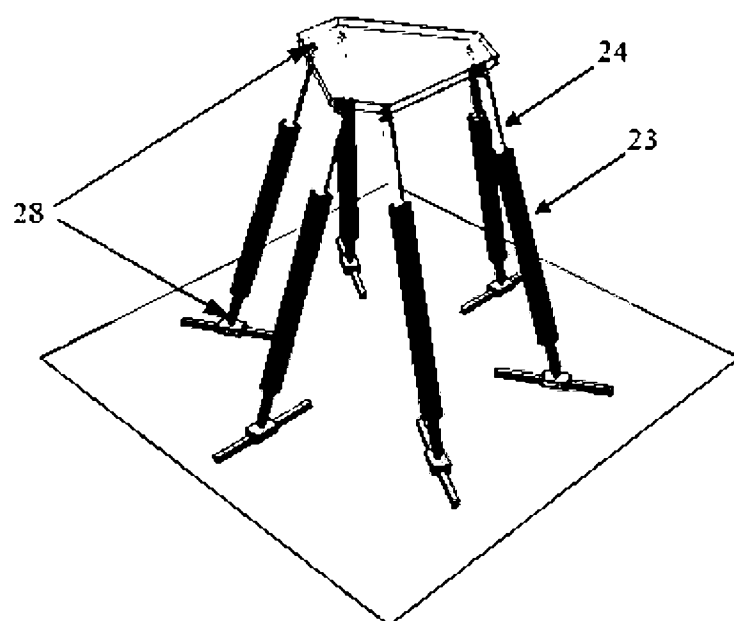
Obr. 8



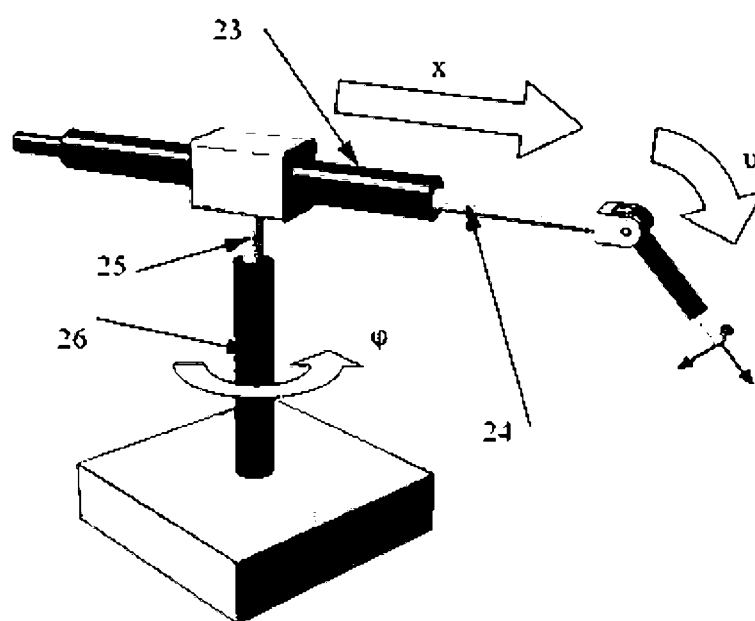
Obr. 9



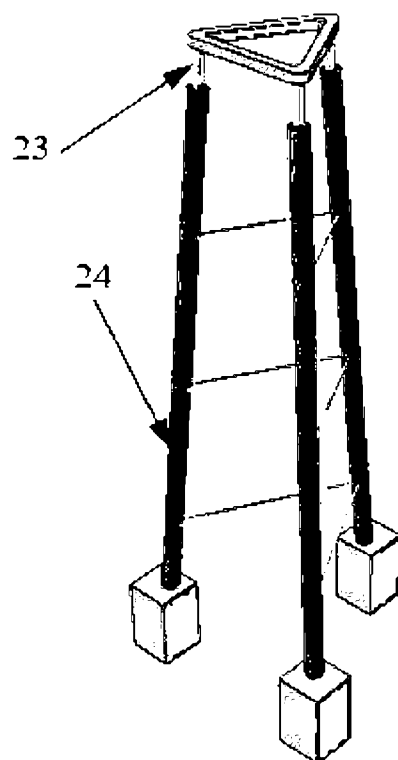
Obr. 10



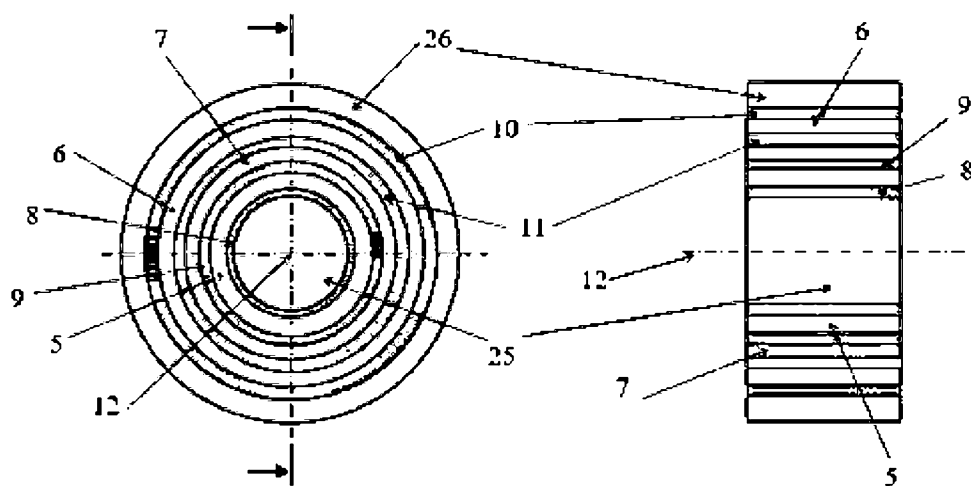
Obr. 11



Obr. 12



Obr. 13



Obr. 14