

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

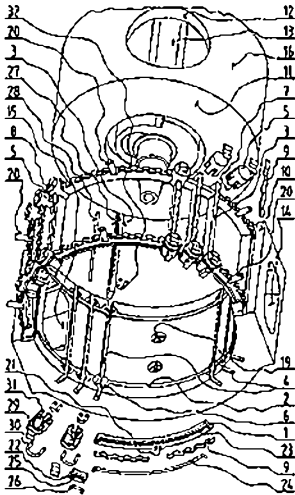
(21) Číslo přihlášky: 2022-515
(22) Přihlášeno: 09.12.2022
(40) Zveřejněno: 18.01.2023
(Věstník č. 3/2023)
(47) Uděleno: 12.10.2023
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 22.11.2023
(Věstník č. 47/2023)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ 304371 B6; DE 2732779 A; DE 2153946 A; US 3665811 A.

(73) Majitel patentu:
Václav Knob, Praha 10, Strašnice, CZ
(72) Původce:
Václav Knob, Praha 10, Strašnice, CZ
(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

(54) Název vynálezu:
Těsnění bloku rotačního spalovacího motoru

(57) Anotace:
Těsnění bloku motoru sestávajícího z rotujícího bloku (11) s radiálně umístěnými válci (12) s písty (13) a ze skříně (10). Na vnější povrch (16) rotujícího bloku (11) dosedají příčná a/nebo boční těsnění uložená v pevné skříně (10). V kruhových drážkách (2) je umístěno boční těsnění skládající se z radiusových těsnicích lišt (1) s pružinami (9) nacházející se mezi sousedními příčnými těsnicími lištami (3), které jsou umístěny v příčných drážkách (4). Ve spojích radiusových těsnicích lišt (1) s příčnými těsnicími lištami (3) jsou umístěny spojky (5) opatřené zářezy (7) pro vložení radiusových těsnicích lišt (1) a příčných těsnicích lišt (3). Radiusová těsnicí lišta (1) je opatřena výřezem (21) pro zapadnutí zářezky (20) spojené s pevnou skříní (10). V boku radiusové těsnicí lišty (1) je podélná drážka (23), v které je pružný těsnicí prvek (24) a/nebo příčná těsnicí lišta (3) je na boku opatřena drážkou (27) s dalším pružným těsnicím prvkem (28).



Těsnění bloku rotačního spalovacího motoru

Oblast techniky

5

Vynález se týká utěsnění bloku rotačního spalovacího motoru, sestávajícího z rotujícího bloku rotačního tvaru s radiálně umístěnými válci, ve kterých jsou písty, přičemž vně rotujícího bloku válců je umístěna pevná skříň s minimálně jedním sacím a/nebo výfukovým otvorem. Rotující blok válců tak tvoří s pevnou skříní šoupátkový rozvod motoru.

10

Dosavadní stav techniky

15

Dosud byla navržena řada motorů s rotujícím blokem rotačního tvaru s radiálně umístěnými válci s písty a vně umístěnou pevnou skříní se sacím a/nebo výfukovým otvorem. Rotující blok válců tvoří s pevnou skříní šoupátkový rozvod motoru. Jsou známy návrhy dvoudobých i čtyřdobých, dvou, tří i víceválcových řešení. Některé motory byly opatřeny klikovým mechanismem a některé byly vybaveny jinými známými mechanismy na převedení pohybu pístů na hřídel. Žádná z těchto konstrukcí nedosáhla rozšíření a použití přes to, že mají nesporný potenciál.

20

Důvodů, proč nebyly tyto motory zatím úspěšné, je celá řada. Hlavní ale je ten, že utěsnění mezi rotujícím blokem a pevnou skříní nebylo optimálně vyřešeno. Většinou byly prostory válců utěsněny vůči pevné skříní těsněními umístěnými v rotujícím bloku válců. Na ty pak působí odstředivé síly, které vznikají při rotaci bloku válců. To vede s vyššími otáčkami motoru k značnému namáhání těchto těsnění, k velkým ztrátám třením a k problémům s mazáním. Taková řešení jsou popsána například ve spisech DE 2732779, FR 2767156 A1.

25

Byly navrženy i konstrukce s těsněním umístěným v pevné skříní motoru. Nejjednodušší je utěsnění boční po obou stranách obvodu rotačního bloku s použitím kroužků. Další utěsnění je provedeno s příčnými těsnicími lištami umístěnými v pevné skříní napříč k pohybu obvodového povrchu rotujícího bloku. Taková řešení jsou popsána například ve spisech FR 2639676 A1, US 1705130 A, WO 9823850 A1, WO 8302642 A1, a podobně.

30

Dosud nejdokonalejší provedení utěsnění umístěné v pevné skříní motoru je dle patentů CZ 304371, US 9366200 B2. Toto řešení má výhodu v odstranění odstředivých sil na těsnicí prvky. Sestava těsnění obsahuje řadu prvků a spáry mezi nimi jsou zdrojem netěsností. Významným zdrojem netěsností je také jakákoli drobná deformace nebo nepřesnost těsnicí lišty a její drážky ve vzájemném kontaktu lišty a drážky. Dochází pak k profuku danému netěsností kolem těsnicí lišty, který je významně vyšší než profuk ve styčné ploše lišty s povrchem rotujícího bloku. V této styčné ploše dojde provozem k záběhu a profuk je pak minimální. Dalším problémem je vliv třecích sil na boční rádiusové těsnicí lišty. Zvláště u delších rádiusových těsnicích lišt vzniká problém v tom, že tato rádiusová těsnicí lišta je unášena třecí silou, která působí na příčnou těsnicí lištu v místě spojky rádiusových a příčných lišt. Výslednice třecích sil F se působením na příčnou těsnicí lištu rozkládá na dvě složky síly F_1 a F_2 . Síla F_1 působí kolmo na příčnou lištu a toto zatížení způsobuje zvýšení odporu pro radiální pohyb příčné lišty v drážce. To zhoršuje těsnost celé soustavy lišt a spojek. Další nepříznivý efekt vyvolává složka síly F_2 , která odtlačuje rádiusovou těsnicí lištu od styčné plochy s rotujícím blokem. To dále snižuje těsnost mezi rotujícím blokem a pevnou skříní motoru. Při mazání těsnění směsí oleje v palivu je poměrně obtížné udržení olejového filmu ve styčné ploše rádiusových těsnicích lišt s vnější plochou rotačního bloku.

50

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny těsněním bloku rotačního spalovacího motoru podle tohoto vynálezu. Rotační spalovací blok sestává z rotujícího bloku rotačního tvaru s radiálně umístěnými válci s písty a vně umístěnou pevnou skříní s nejméně jedním sacím otvorem a/nebo výfukovým otvorem. Vnější povrch rotujícího bloku je tvořen rotační plochou s přímkovou nebo zakřivenou tvořící křivkou, na který dosedají příčná a/nebo boční těsnění, uložená v pevné skříní. V kruhových drážkách je umístěno boční těsnění skládající se z rádiusových těsnicích lišt s pružinami nacházející se mezi sousedními příčnými těsnicími lištami, které jsou umístěny v příčných drážkách. Tyto příčné těsnicí lišty procházejí napříč kruhovými drážkami. Ve spojích rádiusových těsnicích lišt s příčnými těsnicími lištami jsou umístěny spojky, opatřené zářezy pro vložení rádiusových těsnicích lišt a příčných těsnicích lišt. Spojky jsou uloženy ve vývrtech v pevné skříní a jsou opatřeny přitlačnými pružinami. Podstatou vynálezu je to, že rádiusová těsnicí lišta je opatřena výřezem pro zapadnutí zářezky spojené s pevnou skříní a dále je v boku rádiusové těsnicí lišty vytvořena podélná drážka, ve které je umístěn pružný těsnicí prvek a/nebo příčná těsnicí lišta je na boku opatřena drážkou, ve které je umístěn další pružný těsnicí prvek.

Rádiusová těsnicí lišta a příčná těsnicí lišta jsou s výhodou umístěny v zářezech ve spojce, která má na boční straně vnější drážku, ve které je umístěn spojkový pružný těsnicí prvek a/nebo je v zářezu vnitřní drážka pro další spojkový pružný těsnicí prvek.

Mezi příčnými těsnicími lištami jsou s výhodou v příčné drážce umístěny krátké rádiusové lišty, které mají na boku krátkou podélnou drážku, v které je umístěn krátký pružný těsnicí prvek.

Rádiusová těsnicí lišta má s výhodou styčnou těsnicí dosedací plochu bočně zvlněnou.

Pružné těsnicí prvky, krátké pružné těsnicí prvky, další pružné těsnicí prvky, spojkové pružné těsnicí prvky a další spojkové pružné těsnicí prvky mají s výhodou průřez ve tvaru O nebo ve tvaru X.

Těsnění bloku rotačního spalovacího motoru umožňuje účinné utěsnění rotujícího bloku vůči pevné skříní. Umístění těsnicích prvků v pevné skříní zajišťuje přitlačnou sílu těsnicích prvků nezávislou na výši otáček motoru, a to umožňuje dosáhnout vysokých otáček a tím i vysokých měrných parametrů. Všechny příčné těsnicí lišty i rádiusové těsnicí lišty mají plošný styk s rotačním vnějším povrchem rotujícího bloku.

Rádiusová těsnicí lišta je opatřena výřezem, který se opírá o zářezku v pevné skříní. To zlepšuje funkci sestavy těsnění, protože výrazně eliminuje nepříznivé působení třecích sil na rádiusovou těsnicí lištu a příčnou lištu i spojku. Je odstraněno velké boční zatížení příčné lišty a odtlačování rádiusové lišty od styčné plochy s rotujícím blokem.

Do této zářezky se přenese výslednice třecích sil F . Pokud reakční síla R nebude působit přímo proti F , bude na lištu působit ještě reakční moment M_r ale ten bude velmi malý. Krátká rádiusová lišta ale zářezku nepotřebuje, protože její silové působení na příčnou lištu je malé. Výrazné zlepšení těsnosti také zajišťují pružné těsnicí prvky v bočních drážkách ve všech těsnicích lištách i spojce. K jejich výrobě lze použít například fluorové elastomery (FPM, FKM). S výhodou lze použít jejich průřez kruhový, ve tvaru X nebo podobný. Výhodné je tyto prvky umístit na opačnou stranu těsnicí lišty nežli je působení vyšších tlaků, které má těsnit. Pak bude tlak plynu vniklý do drážky zvyšovat přitlak těsnicí lišty k těsněnému bloku. Jelikož pevná skříň může být účinně chlazena kapalinou, bude v drážkách pro těsnicí lišty příznivá teplota a pružné těsnicí prvky nebudou příliš tepelně namáhané. V případě použití mazání lišt příměsí oleje do paliva je vhodné na rádiusových těsnicích lištách vytvořit boční zvlněnou těsnicí dosedací plochu, která je v kontaktu s rotujícím blokem. Lépe se do styčné plochy dostane mazivo.

Objasnění výkresů

Těsnění bloku rotačního spalovacího motoru podle vynálezu bude blíže objasněno na příkladných provedeních s pomocí přiložených výkresů, kde na obr. 1 je axonometrický pohled na soustavu těsnění s polovinou pevné skříně motoru a rotující blok s válci a písty. Blok s válci a písty je pro lepší názornost osově vysunut z vnější pevné skříně.

Na obr. 2 je znázorněn detail všech těsnicích prvků včetně drážek a pružných těsnicích prvků v axonometrickém pohledu s částečným rozpadem sestavy.

Na obr. 3 je schematicky znázorněn částečný řez rotačním pístovým motorem vedený kolmo k ose rotace, kde je znázorněna rádiusová těsnicí lišta i příčná těsnicí lišta a příslušné silové poměry s variantou bez zarážky v pevné skříně a bez výřezu v rádiusové těsnicí liště.

Na obr. 4 je schematicky znázorněn částečný řez rotačním pístovým motorem vedený kolmo k ose rotace, kde je znázorněna rádiusová těsnicí lišta s výřezem pro zarážku, zarážka v pevné skříně i příčná těsnicí lišta. Jsou znázorněny a příslušné silové poměry.

Na obr. 5 je v axonometrickém pohledu rádiusová těsnicí lišta s bočně zvlněnou těsnicí dosedací plochu.

Na obr. 6 je schematicky znázorněn částečný řez rotačním pístovým motorem vedený kolmo k ose rotace, kde je znázorněna v řezu příčná těsnicí lišta s drážkou a pružným těsnicím prvkem s dvěma variantami průřezu tohoto prvku O a X.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příkladné těsnění bloku rotačního spalovacího motoru dle obr. 1 je tvořeno z rádiusových těsnicích lišt 1, krátkých rádiusových lišt 22, příčných těsnicích lišt 3, spojky 5, přitlačných pružin 8 a pružin 9. Všechny tyto prvky jsou umístěny v pevné skříně 10, ve které je umístěn rotující blok 11 s radiálně umístěnými válci 12, ve kterých se pohybují písty 13. Jeho vnější povrch 16 je tvořen rotační válcovou plochou. Pevná skříň 10 je opatřena sacím otvorem 14 a výfukovým otvorem 15. Spojky 5 jsou opatřeny zářezy 7, do kterých zasahují rádiusové těsnicí lišty 1 a příčné těsnicí lišty 3. Rádiusové těsnicí lišty 1 mají na vnější straně výřez 21, do kterého zapadá zarážka 20 uložená v pevné skříně 10. Rádiusové těsnicí lišty 1 mají z boku podélnou drážku 23, ve které je umístěn pružný těsnicí prvek 24 a krátké rádiusové lišty 22 mají z boku krátkou podélnou drážku 25, ve které je krátký pružný těsnicí prvek 26, a rádiusová těsnicí lišta 1 i krátká rádiusová lišta 22 jsou uloženy v kruhových drážkách 2. Přitlačné pružiny 8 a spojky 5 jsou umístěny ve vývrtech 6. Spojky 5 mají z boku vnější drážku 29, ve které je umístěn spojkový pružný těsnicí prvek 30 a v zárezu 7 je vytvořena vnitřní drážka 31 pro další spojkový pružný těsnicí prvek 32. V příčné těsnicí liště 3 je z boku drážka 27 pro další pružný těsnicí prvek 28. Příčné těsnicí lišty 3 jsou umístěny v příčných drážkách 4 a pružiny 9 jsou umístěny v příčných drážkách 4 a v kruhových drážkách 2. Mezi zapalovací svíčkou 19 a sacím otvorem 14 i výfukovým otvorem 15 se nacházejí tři příčné těsnicí lišty 3.

Provedení těsnění rotačního pístového spalovacího motoru dle obr. 5 vychází z provedení dle obr. 1. Rozdíl je v použití rádiusové těsnicí lišty 1 opatřené těsnicí dosedací plochou 36 bočně zvlněnou.

Provedení těsnění rotačního pístového spalovacího motoru dle obr. 6 vychází z provedení dle obr. 1. Příčné těsnicí lišty 3 mají v drážce 27 uložený další pružný těsnicí prvek 28 s průřezem kruhovým a s průřezem ve tvaru X.

U těsnění bloku rotačního pístového spalovacího motoru je činnost následující. Rádusové těsnicí lišty 1 a příčné těsnicí lišty 3 jsou přitlačovány k vnějšímu povrchu 16 rotačního bloku 11 pružinami 9. Přítlačné pružiny 8 přitlačují spojky 5 k vnějšímu povrchu 16 rotačního bloku 11. Profukům plynu v kruhové drážce 2 kolem rádusové těsnicí lišty 1 brání pružný těsnicí prvek 24 v podélné drážce 23. Také v příčné drážce 4 brání profukům kolem příčné těsnicí lišty 3 další pružný těsnicí prvek 28 v drážce 27. Pružný těsnicí prvek 24 a další pružný těsnicí prvek 28 jsou umístěny na bocích listů vzdálenějších od prostoru s vyšším tlakem plynu. Pak plyn, který vnikne do podélné drážky 24 a drážky 27 zvyšuje přítlak rádusové těsnicí lišty 1 a příčné těsnicí lišty 3 k vnějšímu povrchu 16 rotačního bloku 11. Rádusová těsnicí lišta 1 je opatřena výřezem 21, kterým se opírá o záračku 20 v pevné skříni 10. Do této záračky 20 se přenese výslednice třecích sil F mezi rádusovou těsnicí lištou 1 a rotačním blokem 11 a vyvolá reakci R s malým reakčním momentem M_r . Třecí síly se díky záračce 20 nepřenášejí na příčnou těsnicí lištu 3 a nezhoršují její těsnicí funkci i těsnicí funkci rádusové lišty 1. Pružný těsnicí prvek 24 i další pružný těsnicí prvek 28 zasahují i do zářezů 7 ve spojce 5. To zlepšuje těsnost v těchto spojkách. Spojka 5 je opatřena vnější drážkou 29 se spojkovým pružným těsnicím prvkem 30, který snižuje profuk plynu kolem spojky 5. Spojkový pružný těsnicí prvek 30 je na boku spojky 5 odvrácené od místa vyššího tlaku. Nebrání proniknutí tlaku pod spojku, ale brání úniku plynu dále do prostoru nižšího tlaku. V zářezu 7 spojky 5 je vnitřní drážka 31 s dalším spojkovým pružným těsnicím prvkem 32, který brání profukování kolem příčné těsnicí lišty 3, která prochází spojkou 5. Průřez pružných těsnicích prvků může být například kruhový nebo ve tvaru X. Pro lepší přístup oleje mezi rádusovou těsnicí lištou 1 a vnější povrch 16 rotujícího bloku 11 je výhodné použít styčnou těsnicí dosedací plochu 36 které je bočně zvlněná.

25 Průmyslová využitelnost

Těsnění bloku rotačního spalovacího motoru dle vynálezu lze použít například v leteckých motorech, motorgenerátorech pro výrobu elektrické energie, motocyklových motorech i v dalších aplikacích rotačních pístových motorů, kde je prvořadý vysoký výkon při malé hmotnosti a rozměrech motoru. Rotační pístové motory lze díky příznivé konstrukci s absencí zvláště horkých ventilů využít při spalování plynných paliv včetně spalování vodíku. Pokud se podaří minimalizovat spotřebu mazacího oleje lze uvažovat i o uplatnění v automobilech. Například jako range extender pro elektromobily.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Těsnění bloku rotačního spalovacího motoru sestávajícího z rotujícího bloku (11) rotačního tvaru s radiálně umístěnými válci (12) s písty (13) a vně umístěnou pevnou skříní (10) s nejméně jedním sacím otvorem (14) a/nebo výfukovým otvorem (15), přičemž vnější povrch (16) rotujícího bloku (11) je tvořen rotační plochou s přímkovou nebo zakřivenou tvořící křivkou, na který dosedají příčná a/nebo boční těsnění, uložená v pevné skříní (10), přičemž v kruhových drážkách (2) je umístěno boční těsnění skládající se z rádiusových těsnicích lišt (1) s pružinami (9) nacházející se mezi sousedními příčnými těsnicími lištami (3), které jsou umístěny v příčných drážkách (4), a tyto příčné těsnicí lišty (3) procházejí napříč kruhovými drážkami (2), přičemž ve spojích rádiusových těsnicích lišt (1) s příčnými těsnicími lištami (3) jsou umístěny spojky (5), opatřené zářezy (7) pro vložení rádiusových těsnicích lišt (1) a příčných těsnicích lišt (3), a spojky (5) jsou uloženy ve vývrtech (6) v pevné skříní (10) a jsou opatřeny přitlačnými pružinami (8), **vyznačující se tím**, že buď je rádiusová těsnicí lišta (1) opatřena výřezem (21) pro zapadnutí zářázky (20) spojené s pevnou skříní (10) a v boku rádiusové těsnicí lišty (1) je vytvořena podélná drážka (23), ve které je umístěn pružný těsnicí prvek (24), nebo je příčná těsnicí lišta (3) na svém boku opatřena drážkou (27), ve které je umístěn další pružný těsnicí prvek (28), nebo je rádiusová těsnicí lišta (1) opatřena výřezem (21) pro zapadnutí zářázky (20) spojené s pevnou skříní (10) a v boku rádiusové těsnicí lišty (1) vytvořena podélná drážka (23), ve které je umístěn pružný těsnicí prvek (24), a zároveň je příčná těsnicí lišta (3) na svém boku opatřena drážkou (27), ve které je umístěn další pružný těsnicí prvek (28).

2. Těsnění podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rádiusová těsnicí lišta (1) a příčná těsnicí lišta (3) jsou buď umístěny v zářezech (7) spojky (5), přičemž spojka (5) má na boční straně vnější drážku (29), ve které je umístěn spojkový pružný těsnicí prvek (30), nebo je v zářezu (7) spojky (5) vytvořena vnitřní drážka (31) pro umístění dalšího spojkového pružného těsnicího prvku (32), nebo rádiusová těsnicí lišta (1) a příčná těsnicí lišta (3) jsou umístěny v zářezech (7) spojky (5), přičemž spojka (5) má na boční straně vnější drážku (29), ve které je umístěn spojkový pružný těsnicí prvek (30), a zároveň je v zářezu (7) spojky (5) vytvořena vnitřní drážka (31) pro umístění dalšího spojkového pružného těsnicího prvku (32).

3. Těsnění bloku podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že mezi příčnými těsnicími lištami (3) jsou v příčné drážce (4) umístěny krátké rádiusové lišty (22), které mají na boku krátkou podélnou drážku (25), v které je umístěn krátký pružný těsnicí prvek (26).

4. Těsnění bloku podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že rádiusová těsnicí lišta (1) má styčnou těsnicí dosedací plochu (36) bočně zvlněnou.

5. Těsnění podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že pružné těsnicí prvky (24), krátké pružné těsnicí prvky (26), další pružné těsnicí prvky (28), spojkové pružné těsnicí prvky (30) a další spojkové pružné těsnicí prvky (32) mají průřez ve tvaru O.

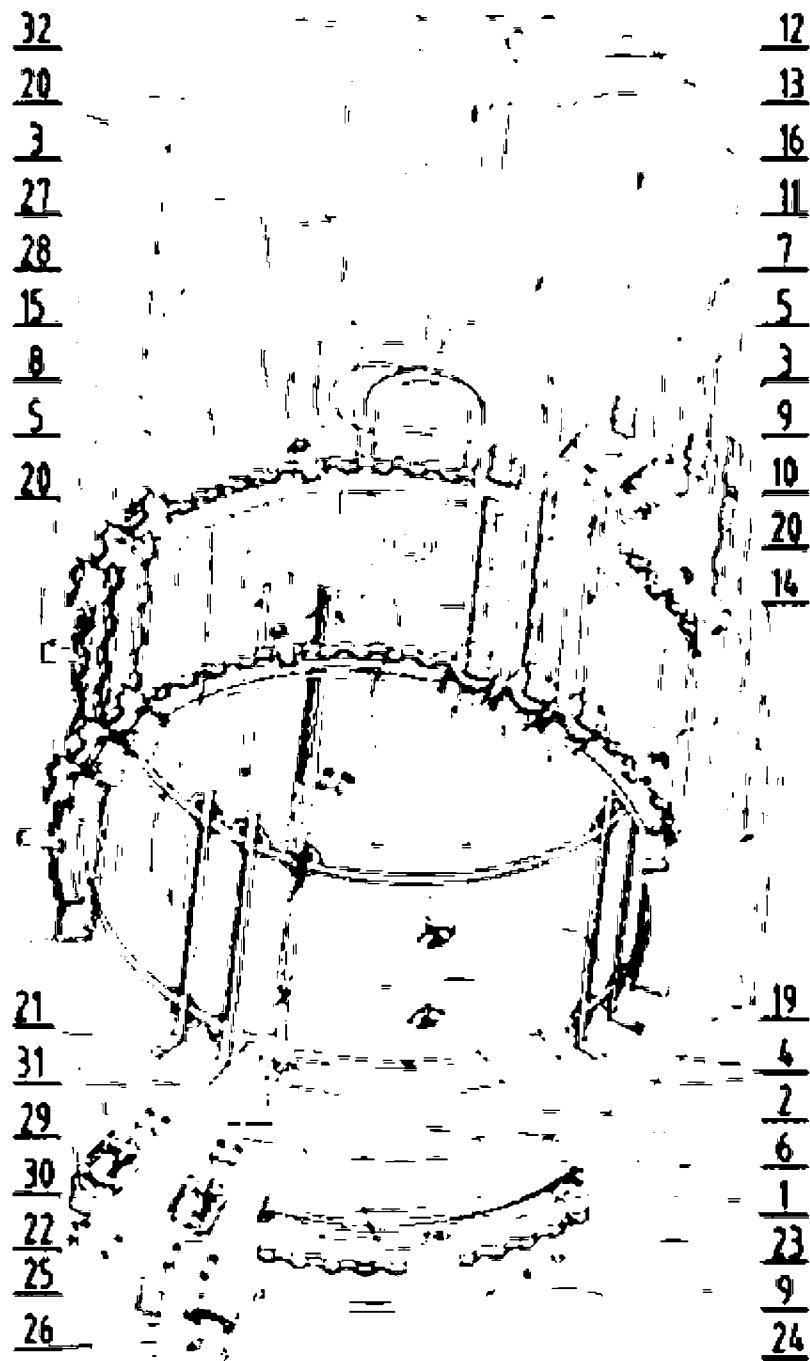
6. Těsnění podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že pružné těsnicí prvky (24), krátké pružné těsnicí prvky (26), další pružné těsnicí prvky (28), spojkové pružné těsnicí prvky (30) a další spojkové pružné těsnicí prvky (32) mají průřez ve tvaru X.

4 výkresy

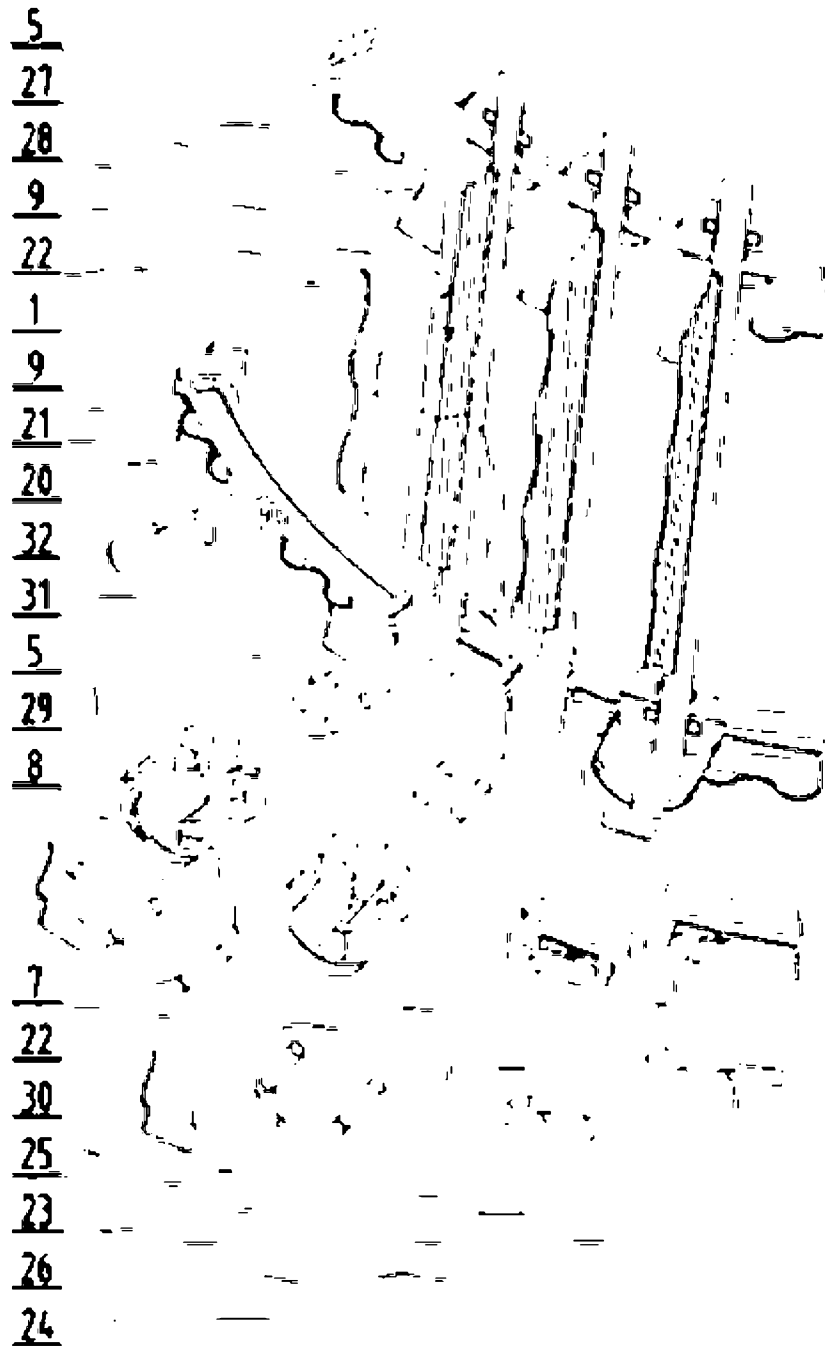
Seznam vztahových značek:

1 rádiusová těsnicí lišta
2 kruhová drážka

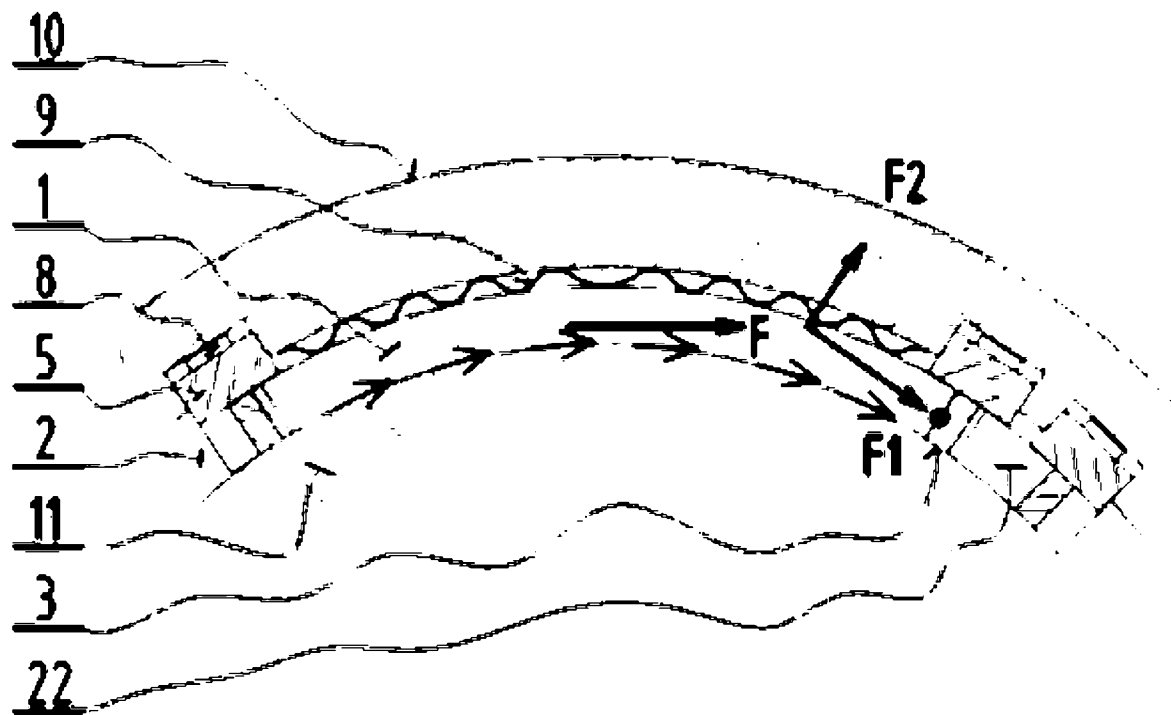
- 3 příčná těsnicí lišta
- 4 příčná drážka
- 5 spojka
- 6 vývrt
- 7 zářez (ve spojce)
- 8 přitlačná pružina
- 9 pružina
- 10 pevná skříň
- 11 rotující blok
- 12 válec
- 13 píst
- 14 sací otvor
- 15 výfukový otvor
- 16 vnější povrch (rotujícího bloku)
- 19 zapalovací svíčka
- 20 zarážka (v pevné skříni)
- 21 výřez (pro zarážku v rádiusové těsnicí liště).
- 22 krátká rádiusová lišta
- 23 podélná drážka (v rádiusové těsnicí liště).
- 24 pružný těsnicí prvek (pro rádiusovou těsnicí lištu).
- 25 krátká podélná drážka (v krátké rádiusové těsnicí liště).
- 26 krátký pružný těsnicí prvek (pro krátkou rádiusovou lištu).
- 27 drážka (v příčné těsnicí liště).
- 28 další pružný těsnicí prvek (pro příčnou těsnicí lištu).
- 29 vnější drážka (ve spojce).
- 30 spojkový pružný těsnicí prvek (pro spojku)
- 31 vnitřní drážka (v zářezu spojky).
- 32 další spojkový pružný těsnicí prvek (do vnitřní drážky ve spojce).
- 36 styčná těsnicí dosedací plocha (rádiusové těsnicí lišty).



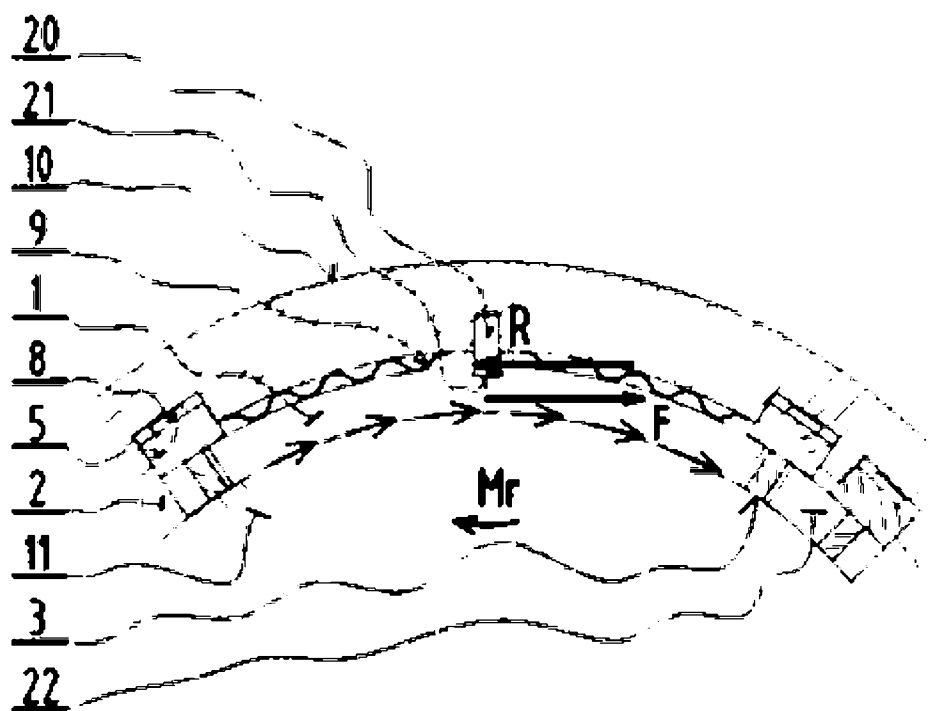
Obr. 1



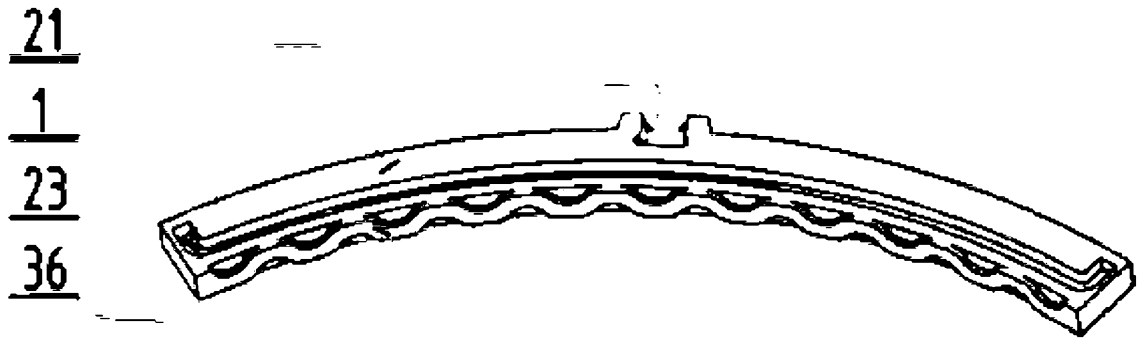
Obr. 2



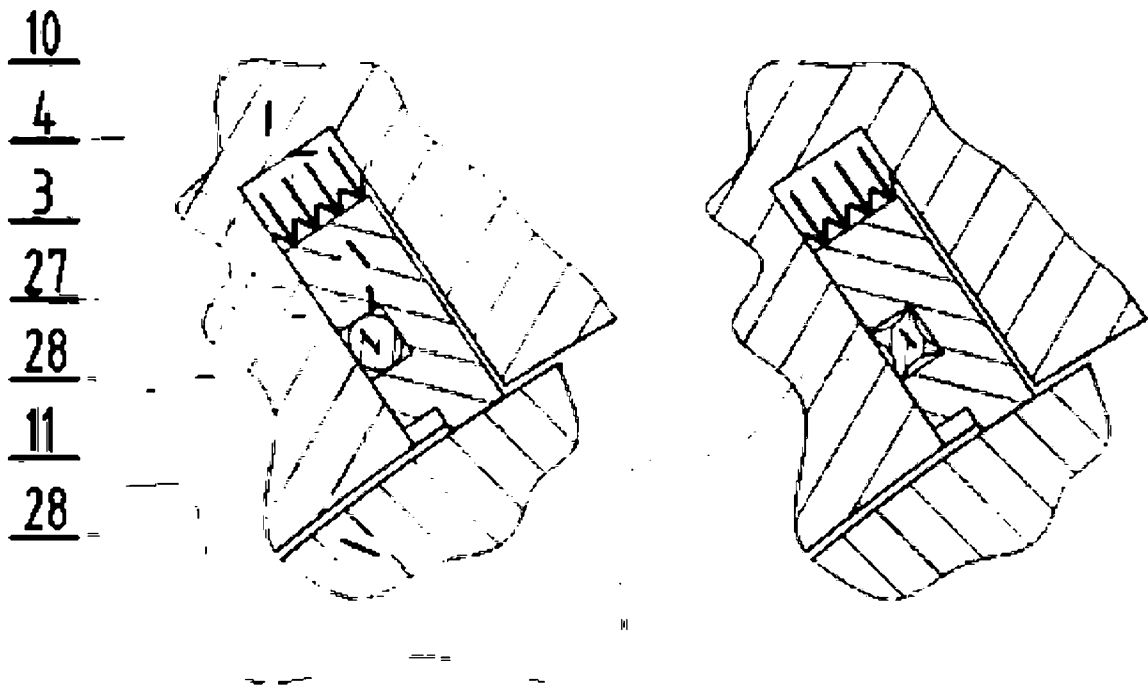
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6