

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 401

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F02B 63/04 (2006.01)
F02B 75/24 (2006.01)
F01B 21/02 (2006.01)
F01B 1/10 (2006.01)
F16F 15/26 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-653**
(22) Přihlášeno: **27.11.2018**
(40) Zveřejněno: **03.06.2020**
(Věstník č. 23/2020)
(47) Uděleno: **17.06.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **29.07.2020**
(Věstník č. 31/2020)

(56) Relevantní dokumenty:

https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=84154,
https://cs.wikipedia.org/wiki/Vyva%C5%BĚov%C3%A1n%C3%AD_rotor%C5%AF.

Brno

2014;

DE 102014115042 A; DE 202018105331 U; EP 3272998 A; US 4331111 A; WO 2016140323 A; US 2013319349 A.

(73) Majitel patentu:

Václav Knob, Praha 10, Strašnice, CZ

(72) Původce:

Václav Knob, Praha 10, Strašnice, CZ

(74) Zástupce:

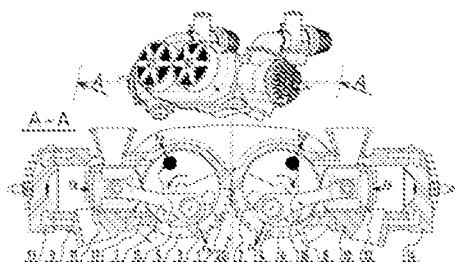
Ing. Václav Kratochvíl, Husnikova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

(54) Název vynálezu:

Pístový spalovací motor s generátorem

(57) Anotace:

Pístový spalovací motor s generátorem má dva válce (9) a (10) s hlavami (13) a (14) a písty (11) a (12) s ojnicemi (7) a (8) a dvěma klikovými hřídeli (1) a (2), které jsou spojené ozubenými koly (3) a (4) s poměrem převodu 1:1 s opačným směrem otáčení. První kliková hřídel (1) s ozubeným kolem (3) je uložena rovnoběžně vedle druhé klikové hřídele (2) s druhým ozubeným kolem (4) v jedné skříni motoru (17) tak, že ozubená kola do sebe zapadají. Osa válce (9) je totožná s osou válce (10) a oba písty (11) a (12) se nacházejí v horní úvratí současně a válce (9) a (10) s písty (11) a (12) jsou umístěny v kolmém směru na rovinu symetrie (20) mezi klikovými hřídeli (1) a (2). Na první klikové hřídeli (1) je pevně uložen rotor prvního generátoru (5) a na druhé klikové hřídeli (2) je pevně uložen rotor druhého generátoru (6) a/nebo setrvačnicku (18).



Pístový spalovací motor s generátorem

Oblast techniky

5

Vynález se týká uspořádání pístového spalovacího motoru ve spojení s generátorem, přičemž se jedná o dvouválcový motor, nebo motor s násobkem dvou válců, se dvěma klikovými hřídeli, který je určen pro dobíjení akumulátorů ve vozidlech nebo letounech s minimalizací vibrací při provozu, tzv. Range extender.

10

Dosavadní stav techniky

Pro pohon generátoru jsou používány pístové spalovací motory různých typů. Jsou používány 15 jednoválcové i víceválcové jednotky. Prakticky každý motor lze spojit s generátorem, a tak jsou zpravidla využívány spalovací motory, které vycházejí z motorů pro pohon jiných zařízení. Obvykle mají jednu klikovou hřídel a pohání jeden generátor. Tyto konstrukce, i když jsou víceválcové a silově dobře vyvážené, mají torzní kmitání, které je způsobeno jednotlivými zápaly 20 ve válcích motoru a okamžitou reakcí bloku motoru. Požadavky pro moderní pohony generátorů typu Range extender zejména pro elektrolety, nebo elektrovozidla jsou ale specifické.

Prioritním požadavkem zvláště pro elektrolety je ideálně eliminovat veškeré vibrace celého soustrojí motoru s generátorem. To znamená eliminovat všechny setrvačné síly klikového 25 mechanismu. Dále eliminovat reakční momenty vzniklé periodickými změnami zrychlení rotačních částí soustrojí, které jsou způsobeny spalovacími cykly ve válcích motoru. To je zvláště obtížné u motorů s malým počtem válců. Zároveň je třeba splnit požadavek jednoduché konstrukce s minimem součástí, nízkou hmotností a provozní spolehlivostí a životností. Také je třeba splnit požadavek výhodného vnějšího tvaru pro zástavbu do dopravního prostředku.

30 Myšlenka použít pro pohon generátoru motor s dvěma klikovými hřídeli nebo spojit dva motory se zatím objevuje jen výjimečně. Příkladem je například řešení dle DE 102014115042 A a DE 202018105331 U. Zde se jedná o motor se dvěma klikovými hřídeli. Podstatná nevýhoda této konstrukce je v tom, že motor není vyvážen z hlediska setrvačných sil ideálně, protože válce jsou umístěny rovnoběžně a setrvačné síly posuvných hmot klikových mechanismů nelze zcela 35 vyvážit. Bez použití vyvažovacích hřídelí lze vyvážit jen 1. harmonickou složku posuvných setrvačných sil pomocí vhodných vývažků na obou klikových hřídelích. Pro vyvážení 2. harmonické složky setrvačných sil je, ale třeba dalších dvou protiběžných vyvažovacích hřídelí s převody na dvojnásobek otáček klikové hřídele. Je to složité a těžké a stále zůstávají ostatní složky setrvačných sil nevyvážené. Tato koncepce s rovnoběžnými válci je navíc vysoká a 40 nevhodná pro požadavky nízké zástavby například do centroplánu letounu nebo pod podlahu vozidla.

Určitou nevýhodou je použití převodů mezi klikovými hřídeli a generátory. To sice umožňuje 45 zvýšit otáčky generátorů, ale není to výhodné z hlediska namáhání převodů i možných rezonancí. Není to jednoduché ani spolehlivé.

Dalším příkladem je řešení dle US 4331111. Motor je určen pro pohon alternátoru a vrtule letounu, což je poněkud jiný případ, ale snaží se též výrazně omezit vibrace. U tohoto řešení je 50 shodný smysl otáčení klikových hřídelí, a proto se u tohoto uspořádání setrvačné momenty způsobené kýváním ojníc sčítají. Tento patent řeší zejména to, jak tyto momenty kompenzovat pomocí vývažků na klikách v závislosti na rozteči mezi klikovými hřídeli. Nezabývá se ale podstatným problémem, kterým je reakční moment při zážehu a spalování ve válcích motoru. Síly od spalovacích tlaků jsou značné, a velké jsou i amplitudy momentu působící na klikový hřídel. Reakční moment působící na skříň motoru je reakcí na urychlení klikové hřídele při 55 spalování. U tohoto uspořádání se reakční momenty obou klikových hřídelí sčítají. Kompenzují

se pak reakčním momentem výstupní hřídele s alternátorem a vrtulí, který se otáčí na opačnou stranu než obě klikové hřídele. V ozubených převodech ale v tomto uspořádání nastávají velké amplitudy namáhání a celá soustava hřídelí bude náchylná k rezonancím. To má nepříznivý vliv na vibrace i spolehlivost a životnost konstrukce.

5

Rovněž existují samotné motory bez generátorů využívající protiběžné písty. Takováto řešení jsou popsána například ve spisech DE 4206518 a JPH 10141082. Jedná se o motory, které jsou samy o sobě vyvážené. Jelikož tyto motory počítají s jedním výstupem, nelze u nich dosáhnout dokonalé eliminace působení proměnlivého výstupního momentu, který vzniká spalováním ve válcích. I když bude takový motor spojen s generátorem, nebude vhodný jako ideální Range extender například pro elektrolet. Uvedená řešení se nezabývají spojením s generátorem.

10

Podstata vynálezu

15

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny pístovým spalovacím motorem s generátorem sestávajícím ze dvou válců s hlavami a písty s ojnicemi a dvěma klikovými hřídeli, případně jejich násobků, které jsou spojené ozubenými koly s poměrem převodu 1:1 s opačným směrem otáčení a první kliková hřídel s ozubeným kolem je uložena rovnoběžně vedle druhé klikové hřídele s druhým ozubeným kolem v jedné skříní motoru, podle tohoto řešení. Jeho podstatou je to, že osa jednoho válce je totožná s osou druhého válce a oba písty se nacházejí v horní úvratí současně a válce s písty jsou umístěny v kolmém směru na rovinu symetrie mezi klikovými hřídeli, přičemž na první klikové hřídeli je pevně uložen rotor prvního generátoru a na druhé klikové hřídeli je pevně uložen rotor druhého generátoru a/nebo setrvačnicku a velikost momentu setrvačnosti sestavy první klikové hřídele s prvním ozubeným kolem a s rotorem prvního generátoru odpovídá velikosti momentu setrvačnosti sestavy druhé klikové hřídele s druhým ozubeným kolem a s rotorem druhého generátoru a/nebo setrvačnickem.

20

25

Vyvážení jednotlivých klikových mechanismů je provedeno tak, že nevyvážené rotační hmoty klikového mechanismu jsou vyváženy vývažky na 100 % a odstředivé síly F_o se tedy vzájemně ruší. Posuvné hmoty klikových mechanismů zůstávají zcela nevyváženy. Setrvačné síly F_s od posuvných hmot jsou ale vzájemně eliminovány díky symetricky opačnému pohybu shodných posuvných hmot obou klikových mechanismů v jedné rovině. Určení rotačních a posuvných hmot podrobně není popsáno, protože je to zcela dle standardních pravidel vyvažování. Hmoty ojnice je standardně nahrazena dvěma hmotnými body s podmínkou shodné polohy a velikosti těžiště ojnice původní a náhradní. Díky symetričnosti konstrukce a všech pohybů podle roviny symetrie se všechny setrvačné síly i momenty budou vždy zcela eliminovat. To platí i pro doplňkové setrvačné momenty ojníc.

30

35

Obě klikové hřídele a s nimi přímo spojené generátory budou mít shodné momenty setrvačnosti ale opačná zrychlení, a proto se budou i reakční momenty klikových hřídelí zcela eliminovat a proměnlivé vnější síly na skříní motoru budou ideálně nulové. V ozubení budou vznikat jen velmi malá namáhání a nebudou hrozit rezonanční problémy.

40

Motor může být s dvoudobým nebo čtyřdobým cyklem. U čtyřdobého motoru může být pracovní cyklus u protilehlých válců posunutý o jednu otáčku. Výhodnější je varianta společného zážehu u protilehlých válců, protože bude docházet k menšímu namáhání ozubených kol i hřídelí.

45

Motor může obsahovat více protilehlých dvojic válců se symetrickým umístěním pístů a ojníc vůči rovině symetrie mezi dvěma klikovými hřídeli s tím, že pracovní cykly u dvojic protilehlých válců mohou být fázově posunuty.

50

Pístový spalovací motor s generátorem řeší ideálně požadavky na moderní Range extender pro elektricky poháněná vozidla a letouny. Je to jednoduché levné řešení pouze s dvěma válci, které je z hlediska setrvačných sil dokonale silově i momentově vyvážené. Rotační hmoty na klikových

55

mechanismech jsou vyváženy na 100 % a setrvačné síly od posuvných hmot jsou vzájemně eliminovány díky symetricky opačnému pohybu shodných posuvných hmot obou klikových mechanismů.

- 5 Díky tomu, že se písty s ojnicemi pohybují v jedné rovině, nevzniká ani žádný moment, od působících setrvačných sil. Při náhradě ojnic dvěma hmotnými body je třeba brát v úvahu doplňkový setrvačný moment ojnice. V tomto případě se i tyto momenty ojnic navzájem eliminují při symetrickém pohybu ojnic v jedné rovině.
- 10 Problém s vyvážením nenastane ani v případě použití excentrického provedení klikového mechanismu. Tedy v případě, když bude pístní čep vyosen, nebo když osa válce bude mimoběžná s osou klikové hřídele. Díky symetričnosti konstrukce a všech pohybů podle roviny symetrie se všechny setrvačné síly i momenty budou vždy zcela eliminovat.
- 15 Vzhledem k tomu, že jsou u opačně se otáčejících hřídelí shodné momenty setrvačnosti a jelikož jsou tyto hřídele dokonale synchronizovány ozubenými koly, jsou i všechny momenty vzniklé nerovnoměrnostmi chodu pístového motoru též vzájemně zcela eliminovány. Do uložení motoru se tedy nepřenesou žádné kolísavé síly ani momenty a celé soustrojí je zcela neutrální. Motor netrpí vibracemi v uložení ani při startu nebo při vypínání ani při chodu v nízkých otáčkách. V
- 20 elektricky poháněném letounu nedojde tedy ani při startu nebo vypnutí motoru k přenosu vibrací do konstrukce draku a nemůže tak být ovlivněna žádná citlivá činnost. Například filmování a focení. Motor s generátorem lze spojit pevně s konstrukcí vozidla a využít ho jako nosnou část konstrukce. Uspořádání motoru je výhodné pro zástavbu, protože je velmi nízké a dá se tedy
- 25 umístit například pod podlahu vozidla. Též v letounech je plochá konstrukce výhodná pro nepoužívanější typy zástaveb spalovacích motorů. Při současném zážehu v obou válcích dochází k společnému přenosu sil na klikové mechanismy a jejich shodné urychlování, proto budou ozubená kola spojující klikové mechanismy minimálně zatížená. To je výhodné z hlediska dimenzování převodů, jejich nízké hmotnosti a spolehlivosti. Nejvýhodnější je použití dvou shodných generátorů na obou klikových hřídelích a pak budou mít ozubená kola jen
- 30 synchronizační účinek. Toto uspořádání je také výhodné proto, že dva generátory jsou menšího průměru a nezvyšují zástavbovou výšku motoru. Eventuelně lze v případě použití dvou generátorů elektricky řešit též možnost odpojení jednoho generátoru v případě jeho poruchy. Pokud bude použit jen jeden generátor a na druhé hřídeli bude jen setrvačnick, pak budou ozubená kola přenášet i užitečný výkon z hřídele, kde je setrvačnick. I tak bude ale silové zatížení ozubení
- 35 velmi příznivé. Výhodou je i to, že motor lze vyvinout do výroby poměrně rychle a snadno s použitím komponentů soudobých jednoválcových motorů.

Objasnění výkresů

- 40 Pístový spalovací motor s generátorem podle vynálezu bude blíže objasněn na příkladných provedeních s pomocí přiložených výkresů. Na obr. 1 je znázorněn v řezu pístový spalovací motor s dvěma válci s hlavami a písty s ojnicemi a dvěma klikovými hřídeli, které jsou spojené
- 45 ozubenými koly s poměrem převodu 1: 1 s opačným směrem otáčení. První kliková hřídel s ozubeným kolem je uložena rovnoběžně vedle druhé klikové hřídele s druhým ozubeným kolem v jedné skřini motoru tak, že ozubená kola s převodem 1: 1 do sebe zapadají. První kliková hřídel je spojena s rotorem prvního generátoru a druhá kliková hřídel je spojena s rotorem druhého generátoru. Válce s písty jsou umístěny v kolmém směru na rovinu symetrie mezi klikovými hřídeli a osy dvojice válců leží v rovině. Oba písty se nacházejí v horní úvrati současně. Motor
- 50 má dvoudobý cyklus.

Na obr. 2 je v řezu pístový spalovací motor s generátorem v obdobném uspořádání jako na obr. 1 ale se čtyřdobým cyklem.

Na obr. 3 je axonometrický pohled s částečným řezem pístového spalovacího motoru s generátorem s obdobným uspořádáním jako na obr. 1. Rozdíl je v tom, že motor má jen jeden rotor generátoru na jedné klikové hřídeli a na druhé klikové hřídeli má setrvačnik. Díky větším průměrům rotoru generátoru a setrvačniku, než je rozteč klikových hřídelí, je rotor generátoru axiálně posunut vůči rotoru setrvačniku.

Na obr. 4 je axonometrický pohled s částečným řezem pístového spalovacího motoru s generátorem s obdobným uspořádáním jako na obr. 1. Rozdíl je v tom, že jeden rotor generátoru je umístěn na předním konci první klikové hřídele a druhý rotor generátoru je umístěn na zadním konci druhé klikové hřídele. Rotory mají velké vnější průměry, ale v tomto uspořádání si nepřekáží.

Na obr. 5 je axonometrický pohled s částečným řezem pístového spalovacího motoru s generátorem s dvoudobým cyklem a dvěma dvojicemi protilehlých válců. Přední dvojice protilehlých válců má pracovní cyklus posunutý o 180° oproti zadní dvojici protilehlých válců. Klikové hřídele jsou opatřeny na předním konci stejnými rotory generátorů.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příkladný pístový spalovací motor s generátorem dle obr. 1 je tvořen ze dvou válců 9 a 10 s hlavami 13 a 14 a písty 11 a 12 s ojnicemi 7 a 8 a dvěma klikovými hřídeli 1 a 2, které jsou spojené ozubenými koly 3 a 4 s poměrem převodu 1: 1 s opačným směrem otáčení. První kliková hřídel 1 s ozubeným kolem 3 je uložena rovnoběžně vedle druhé klikové hřídele 2 s druhým ozubeným kolem 4 v jedné skříni motoru 17 tak, že ozubená kola do sebe zapadají. Na první klikové hřídeli 1 je pevně uložen rotor prvního generátoru 5 a na druhé klikové hřídeli 2 je pevně uložen rotor druhého generátoru 6. Velikost momentu setrvačnosti sestavy první klikové hřídele 1 s prvním ozubeným kolem 3 a s rotorem prvního generátoru 5 odpovídá velikosti momentu setrvačnosti sestavy druhé klikové hřídele 2 s druhým ozubeným kolem 4 a s rotorem druhého generátoru 6. Válce 9 a 10 s písty 11 a 12 jsou umístěny symetricky v kolmém směru k rovině symetrie 20 mezi klikovými hřídeli a osa válce 9 je totožná s osou válce 10 s tím, že oba písty 11 a 12 se nacházejí v horní úvratí současně. Motor má dvoudobý cyklus.

Příkladný pístový spalovací motor s generátorem dle obr. 2 vychází z provedení dle obr. 1. Pracovní cyklus motoru je ale čtyřdobý a mezi cykly není žádný fázový posun.

Příkladný pístový spalovací motor s generátorem dle obr. 3 vychází z provedení dle obrázku 1. Na první klikové hřídeli 1 je připevněn větší rotor prvního generátoru 5 a na druhé klikové hřídeli 2 je připevněn setrvačnik 18. Aby vzájemně nekolidovaly jsou axiálně přesazené.

Příkladný pístový spalovací motor s generátorem dle obr. 4 vychází z provedení dle obr. 1. Na přední části první klikové hřídele 1 je připevněn rotor prvního generátoru 5 a na zadní části druhé klikové hřídele 2 je připevněn rotor druhého generátoru 6. Rotory generátorů 5 a 6 mají velké vnější průměry, ale v tomto uspořádání si nepřekáží.

Příkladný pístový spalovací motor s generátorem dle obr. 5 vychází z provedení dle obr. 1. Motor se liší tím, že je opatřen dvěma dvojicemi protilehlých válců 9 a 10. Přední dvojice protilehlých válců má pracovní cyklus posunutý o 180° oproti zadní dvojici protilehlých válců.

U pístového spalovacího motoru s generátorem je činnost následující. Ve skříni motoru 17 se první kliková hřídel 1 s prvním ozubeným kolem 3 a rotorem prvního generátoru 5 otáčí na opačnou stranu než druhá kliková hřídel 2 s druhým ozubeným kolem 4 a rotorem druhého generátoru 6 shodnými otáčkami díky ozubeným kolům 3 a 4 s převodovým poměrem 1 : 1. První píst 11 a druhý píst 12 se pohybují symetricky vůči rovině symetrie 20 motoru a to tak, že se vždy nacházejí v horní úvratí současně. Zrychlení posuvných hmot u prvního pístu 11 je tedy

shodné ale opačného směru oproti zrychlení posuvných hmot u druhého pístu 12 a při shodných hmotnostech se setrvačné síly F_s vzájemně zcela eliminují. Při náhradě ojnice dvěma hmotnými body je třeba uvažovat i doplňkový setrvačný moment první ojnice 7 i druhé ojnice 8. Při shodnosti ojníc budou tyto momenty též shodné ale opačné, a tak se též zcela eliminují. Jelikož jsou osy prvního válce 9 a druhého válce 10 totožné, nevzniká ani žádný moment od posuvných setrvačných sil. Vyvážení rotačních hmot na první klikové hřídeli 1 i na druhé klikové hřídeli 2 je provedeno tak, že nevyvážené rotační hmoty jsou vyváženy vývažky 15 a 16 na 100 % a odstředivé síly F_o se tedy též vzájemně ruší. Při zážehu v prvním válci 9 a zážehu v druhém válci 10 dochází k přenosu momentu na rotory generátorů 5 a 6. Jelikož jsou klikové hřídele 1 a 2 synchronizovány ozubenými koly 3 a 4, jsou uhlová zrychlení jejich rotace zcela shodná ale opačná. Protože moment setrvačnosti sestavy první klikové hřídele 1 s prvním ozubeným kolem 3 a s rotorem prvního generátoru 5 je shodný s momentem setrvačnosti sestavy druhé klikové hřídele 2 s druhým ozubeným kolem 4 a s rotorem druhého generátoru 6, jsou i vzniklé setrvačné momenty stejné velikosti ale opačného smyslu, a tak se reakční momenty na skříní motoru 17 zcela eliminují. Pístový spalovací motor s generátorem tedy nepřenáší do svého uložení při své činnosti žádné síly ani momenty krom své hmotnosti. U motoru s dvoudobým cyklem dochází k současným zážehům v prvním válci 9 a druhém válci 10. Pokud je navíc odpor rotorů generátorů 5 a 6 shodný je namáhání mezi prvním ozubeným kolem 3 druhým ozubeným kolem 4 zcela minimální. Funkce ozubených kol 3 a 4 bude jen synchronizační. Vyrovnávat budou jen malé rozdíly vlivem rozdílného průběhu spalování v prvním válci 9 a druhém válci 10.

U motoru se čtyřdobým cyklem je možný společný zážeh v prvním válci 9 a druhém válci 10 nebo zážeh střídavý při vzájemném posunu pracovních cyklů o 360° . Výhodnější z hlediska namáhání je společný zážeh. V případě střídavého zážehu je sice plynulejší chod generátorů 5 a 6 ale namáhání ozubení ozubených kol 3 a 4 je značné, protože činná kliková hřídel 1 musí urychlovat druhou nečinnou klikovou hřídel 2 a naopak.

U provedení motoru, kde rotor prvního generátoru 5 je na první klikové hřídeli 1 a na druhé klikové hřídeli 2 je setrvačník 18, budou ozubená kola 3 a 4 přenášet výkon z druhé klikové hřídele 2 na klikovou hřídel 1. V případě společných zážehů ve válcích 9 a 10 je ale namáhání ozubených kol 3 a 4 poměrně příznivé. Výhodou tohoto uspořádání může být použití jen jednoho generátoru.

V případě, že má motor více dvojic protilehlých válců 9 a 10 je jeho činnost obdobná jako u dvouválcového provedení. Pracovní cykly rozdílných dvojic válců 9 a 10 mohou být fázově posunuté a pak bude plynulejší chod rotorů generátorů 5 a 6 a vyšší dosažený výkon.

Průmyslová využitelnost

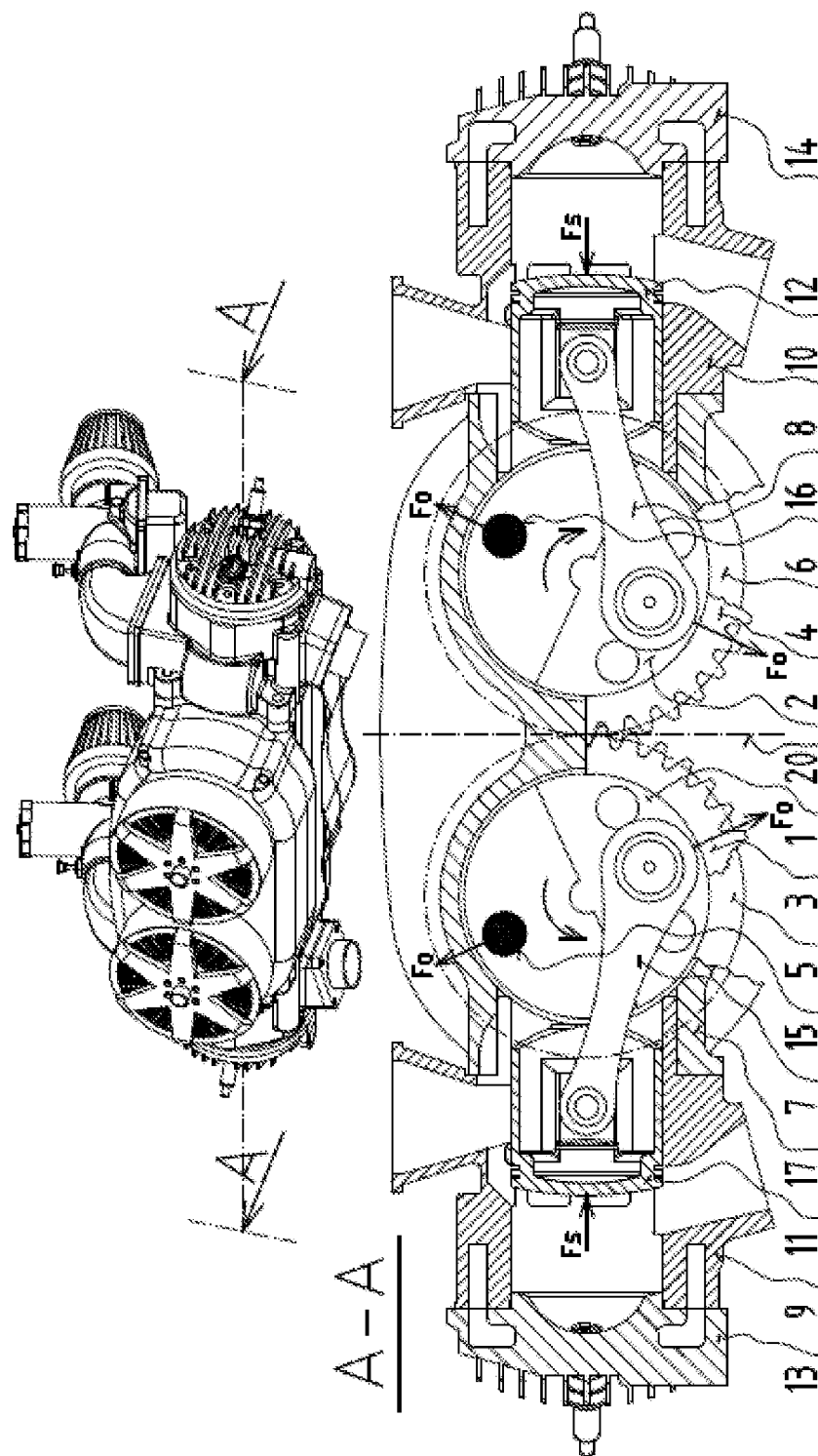
Pístový spalovací motor s generátorem podle tohoto vynálezu nalezne uplatnění jako generátor typu Range extender pro moderní vozidla a letouny poháněné elektrickou energií.

PATENTOVÉ NÁROKY

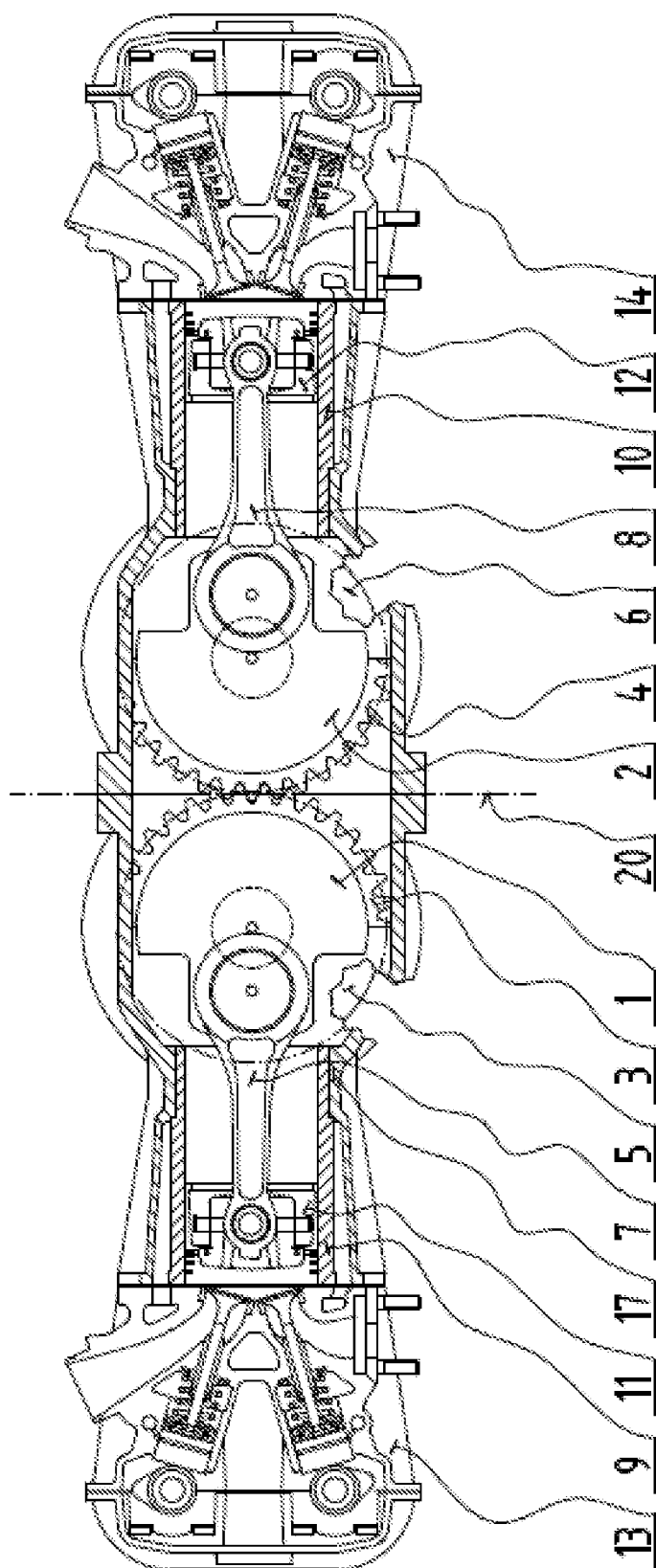
1. Pístový spalovací motor s generátorem obsahující alespoň dva válce (9) a (10) s hlavami (13) a (14) a písty (11) a (12) s ojnici (7) a (8) a dvěma klikovými hřídeli (1) a (2), které jsou spojené ozubenými koly (3) a (4) s poměrem převodu 1 : 1 s opačným směrem otáčení a první kliková hřídel (1) s ozubeným kolem (3) je uložena rovnoběžně vedle druhé klikové hřídele (2) s druhým ozubeným kolem (4) v jedné skříní motoru (17), přičemž osa jednoho válce (9) je totožná s osou druhého válce (10) a oba písty (11) a (12) se nacházejí v horní úvrati současně a válce (9)

- a (10) s písty (11) a (12) jsou umístěny v kolmém směru na rovinu symetrie (20) mezi klikovými hřídeli (1) a (2), **vyznačující se tím**, že na první klikové hřídeli (1) je pevně uložen rotor prvního generátoru (5) a na druhé klikové hřídeli (2) je pevně uložen rotor druhého generátoru (6) a/nebo setrvačnicku (18) a velikost momentu setrvačnosti sestavy první klikové hřídele (1) s prvním ozubeným kolem (3) a s rotorem prvního generátoru (5) odpovídá velikosti momentu setrvačnosti sestavy druhé klikové hřídele (2) s druhým ozubeným kolem (4) a s rotorem druhého generátoru (6) a/nebo setrvačnickem (18).
2. Pístový spalovací motor s generátorem podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nevyvážené rotační hmoty klikových mechanismů jsou vyváženy vývažky (15) a (16) na 100 % a posuvné hmoty klikových mechanismů jsou bez vývažků na první klikové hřídeli (1) a druhé klikové hřídeli (2).
3. Pístový spalovací motor s generátorem podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že motor je s dvoudobým cyklem.
4. Pístový spalovací motor s generátorem podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že motor je s čtyřdobým cyklem.
5. Pístový spalovací motor s generátorem podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že pracovní cyklus u protilehlých válců je posunutý o jednu otáčku.
6. Pístový spalovací motor s generátorem podle kteréhokoli z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že motor obsahuje více protilehlých dvojic válců (9), (10) se symetrickým umístěním pístů (11), (12) a ojníc (7), (8) vůči rovině symetrie (20) mezi dvěma klikovými hřídeli (1) a (2).

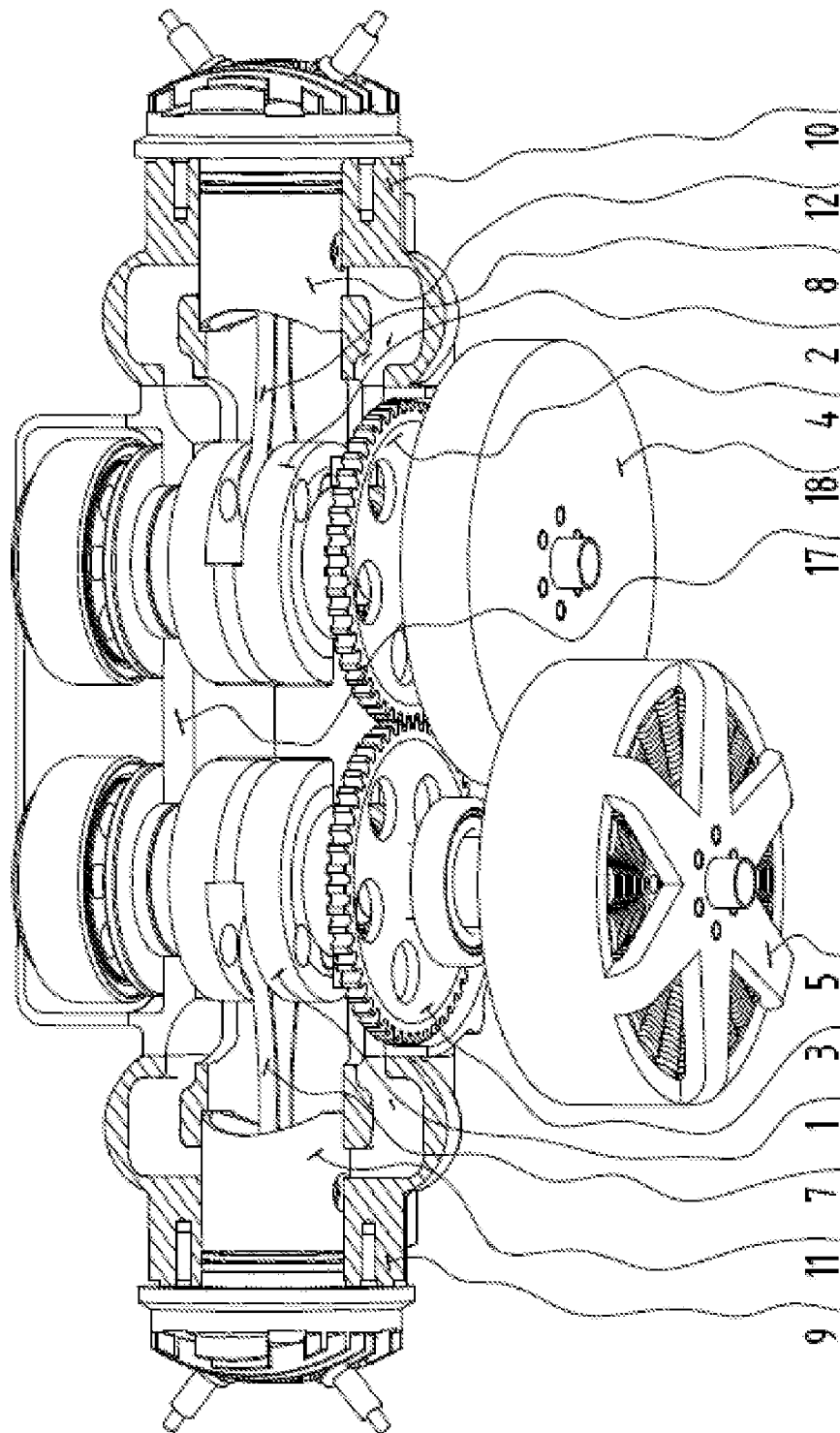
5 výkresů



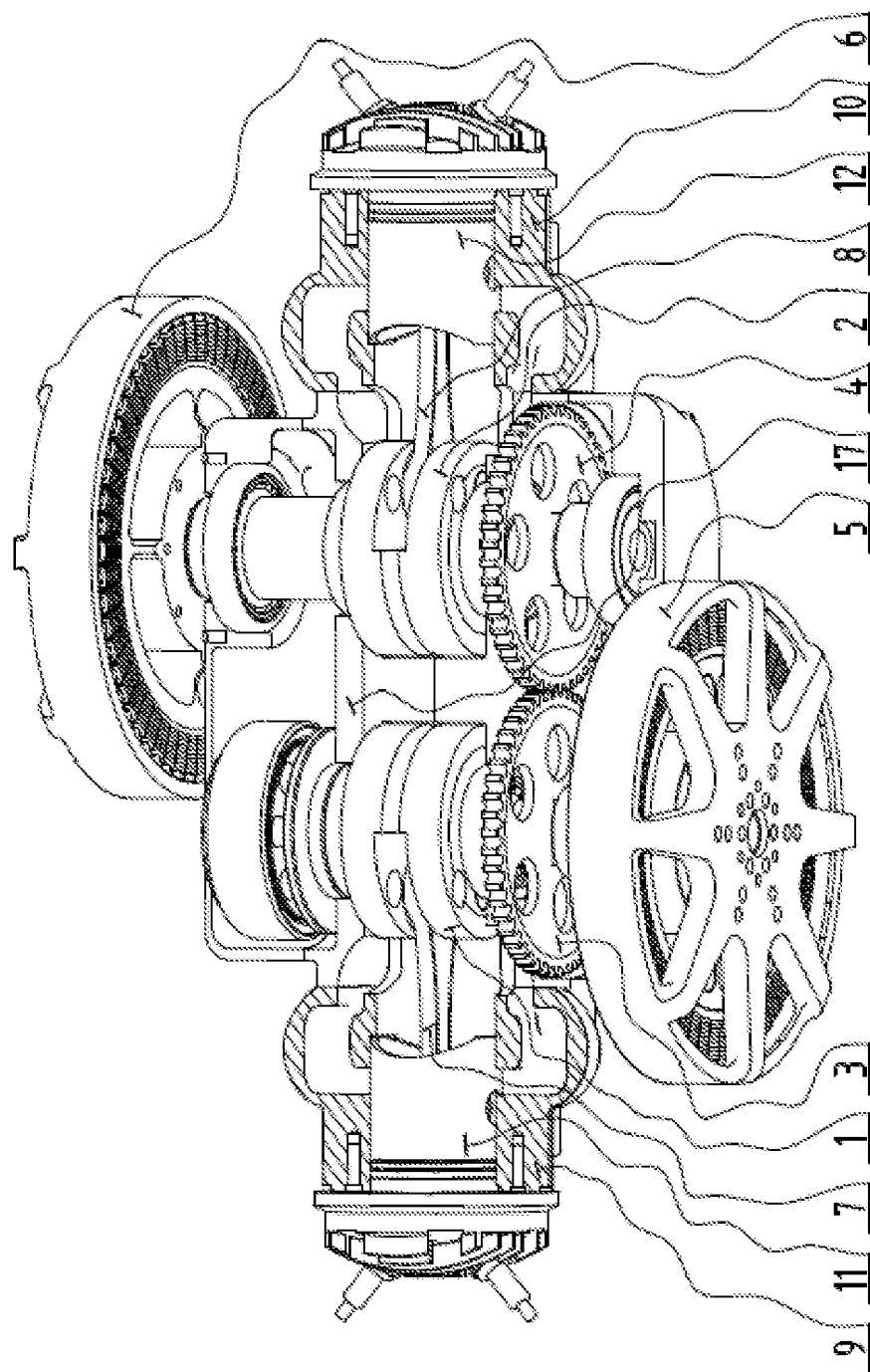
Obr. 1



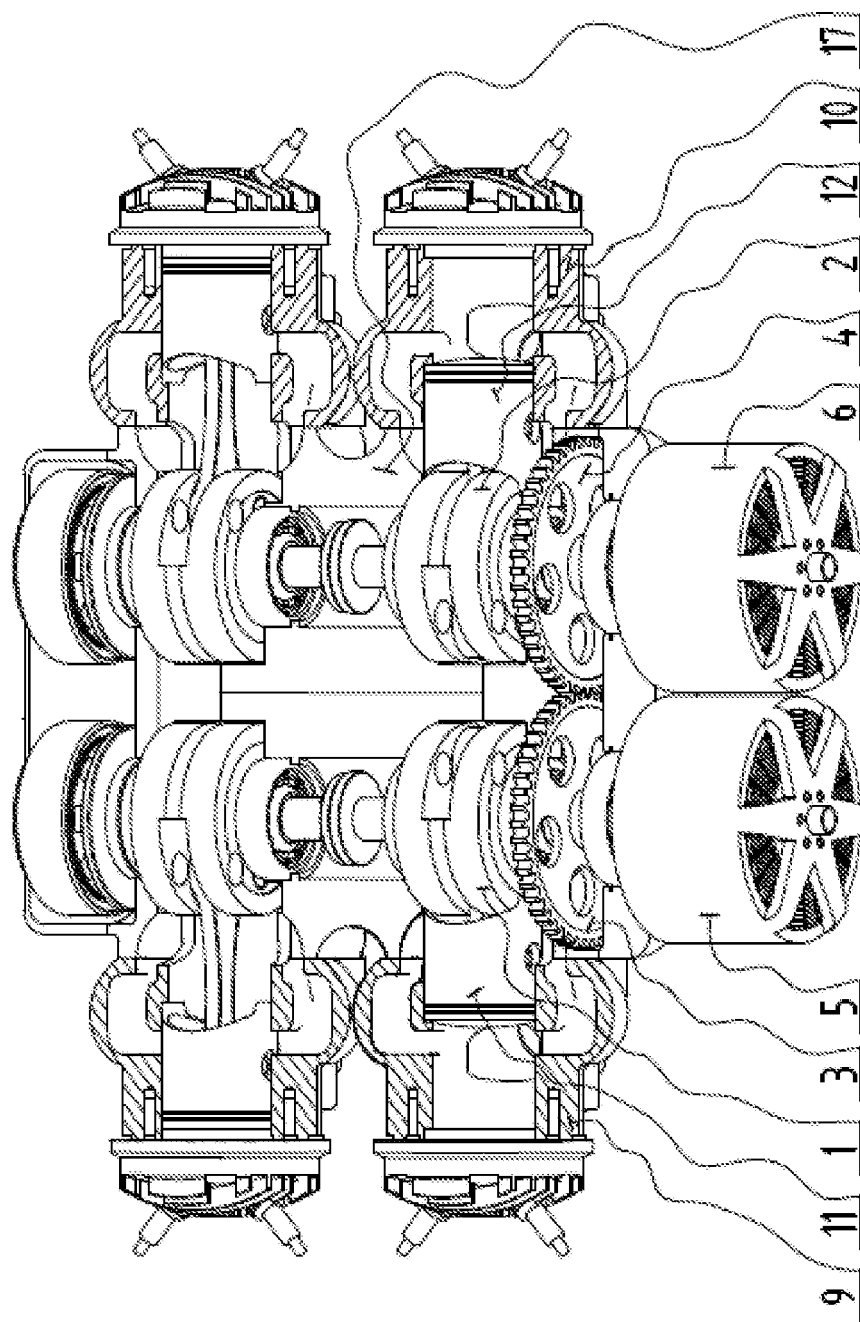
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5