PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2021-559

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01M 13/00	(2019.01)
G01M 15/02	(2006.01)
G01M 15/04	(2006.01)
G01M 15/06	(2006.01)
G01P 3/68	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **10.12.2021**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.04.2023**

(Věstník č. 15/2023)

(71) Přihlašovatel:
Škoda Auto a.s., Mladá Boleslav, Mladá Boleslav II, CZ

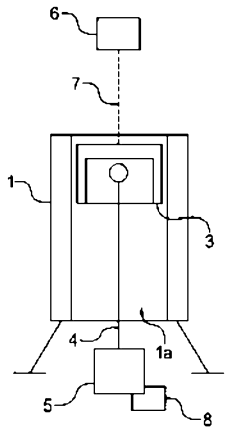
(72) Původce:
Ing. Václav Rychtář, Ph.D., Dolní Bousov, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:

Zařízení pro testování pístních kroužků a způsob testování pístních kroužků

(57) Anotace:

Předmětem vynálezu je zařízení a způsob pro testování pístních kroužků. Zařízení pro testování pístních kroužků zahrnuje zkušební blok (1), unašeč (3) a měřicí jednotku (6). Zkušební blok (1) zahrnuje zkušební dutinu (1a), v níž je unašeč (3) uložen posuvně pohyblivě, přičemž unašeč (3) je uzpůsobený pro osazení alespoň jedním pístním kroužkem (2). Zařízení zahrnuje závaží (5), které je spojeno s unašečem (3), a měřicí jednotka (6) zahrnuje senzor polohy uzpůsobený pro zaznamenávání polohy unašeče (3) ve zkušební dutině (1a). Způsob testování pístních kroužků zahrnuje kroky zajištění unašeče (3) osazeného alespoň jedním pístním kroužkem (2) společně se závažím (5) v počáteční poloze unašeče (3) ve zkušební dutině (1a), zaznamenání hodnoty počáteční polohy unašeče (3) ve zkušební dutině (1a), odjištění unašeče (3) z jeho počáteční polohy a měření časové závislosti polohy padajícího unašeče (3) ve zkušební dutině (1a).



CZ 2021 - 559 A3

Zařízení pro testování pístních kroužků a způsob testování pístních kroužků

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro testování pístních kroužků, používaných typicky u spalovacích motorů, a také způsobu testování pístních kroužků. Konkrétně se vynález týká stanovení třecích ztrát pístních kroužků.

Dosavadní stav techniky

Z důvodu tepelné roztažnosti pístu a válce motoru je píst vyroben s určitou tolerancí vůči vnitřnímu rozměru válce. Prostor mezi pístem a stěnou válce je proto potřeba zatěsnit tak, aby nedocházelo k nežádoucímu pronikání spalin do prostoru klikové skříně a aby byl zároveň umožněn snadný pohyb pístu uvnitř válce, k čemuž se v praxi používají tzv. pístní kroužky. Kromě těsnicí funkce plní pístní kroužky také funkci odvádění, tzv. stírání, přebytečného oleje z povrchu válce.

Pístní kroužky jsou nejčastěji vyráběny z oceli a nasazují se do drážek v horní části pístu. Vzhledem k tomu, že jsou pístní kroužky vystaveny tlaku a vysoké teplotě hořících plynů, dochází k jejich opotřebování, které má za následek zhoršení těsnicích vlastností. Pro zvýšení životnosti se v současném stavu techniky používají různé typy povrchových úprav, například může být povrch pístních kroužků pokryt vrstvou na bázi chromu. Míra opotřebování pístních kroužků či typ povrchové úpravy představují aspekty, které obecně ovlivňují tření mezi pístem a stěnou válce, konkrétně tedy mezi pístními kroužky a stěnou válce. Tyto třecí síly jsou označovány také jako třecí ztráty pístních kroužků, neboť působí proti směru jejich pohybu, a znesnadňují tak volný pohyb pístu uvnitř válce. Ať už v rámci diagnostiky či vývoje pístních kroužků je tedy žádoucí tyto třecí ztráty měřit a usilovat o jejich snížení.

V současném stavu techniky je známo několik zařízení a příslušných způsobů pro měření třecích sil mezi pístními kroužky a stěnou válce.

Patentový dokument KR 19980082810 A např. popisuje zařízení, které pro určení třecích sil využívá senzorů pro měření mezery mezi stěnou válce a pístem s pístním kroužkem. Tyto senzory jsou v pravidelných rozestupech uspořádány na levé i pravé straně válce.

V dalším korejském patentovém dokumentu KR 19980047131 A je zveřejněn systém, kde jsou třecí síly mezi válcem a pístním kroužkem vypočítávány na základě zaznamenávání vibrací olejového filmu. Píst se ve válci pohybuje recipročně pomocí motoru.

Recipročního pohybu pístu ve válci, realizovaného např. elektrickým pohonem, je využíváno také v řešeních zveřejněných v patentovém dokumentu CN 103175775 A, kde je k měření tření použito větší množství senzorů síly, přičemž je ze získaných dat síly a rychlosti vypočítán koeficient tření, či v patentovém dokumentu JP 2003065864 A, kde je k měření třecí síly použit tenzometrický snímač sil či piezoelektrický snímač sil. Další patentový dokument WO 2016155088 A1 popisuje vertikální testovací zařízení, které rovněž používá lineární motor realizující reciproční pohyb sestavy pístu směrem nahoru a dolů, přičemž k měření třecích sil je použit senzor tlaku.

Nevýhoda výše uvedených řešení spočívá především v tom, že pohyb sestavy pístu, tedy pístu a pístních kroužků, je realizován jako reciproční. Takový pohyb je nutné zajistit dodatečným pohonem, např. elektrickým motorem. Zmíněná řešení zároveň vyžadují použití většího množství senzorů, např. tenzometrů či jiných typů snímačů síly, které jsou zpravidla k celé konstrukci připevněny, např. přišroubovány, a snímání síly tak probíhá kontaktním způsobem.

Bylo by proto vhodné přijít s řešením způsobu testování pístních kroužků a příslušného zařízení, které by se vyznačovalo jednoduchou mechanickou konstrukcí, bez nutnosti použití dodatečného pohonu či většího množství senzorů síly, které by musely být ke konstrukci připevněny.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky do jisté míry odstraňuje zařízení pro testování pístních kroužků zahrnující zkušební blok, unašeč a měřicí jednotku, přičemž zkušební blok zahrnuje zkušební dutinu, v níž je unašeč uložen posuvně pohyblivě, a přičemž unašeč je uzpůsobený pro osazení alespoň jedním pístním kroužkem. Podstata zařízení dle předkládaného vynálezu spočívá v tom, že zařízení zahrnuje závaží, které je spojeno s unašečem, a měřicí jednotka zahrnuje senzor polohy uzpůsobený pro zaznamenávání polohy unašeče ve zkušební dutině.

Výhoda předkládaného vynálezu spočívá především v tom, že se vyznačuje jednoduchou mechanickou konstrukcí bez nutnosti zajištění dodatečného pohonu, např. elektrického motoru, pro urychlování unašeče. Unašeč je urychlován tíhou závaží a padá zkušební dutinou směrem dolů. Díky tomuto uspořádání lze získat informace o třecích ztrátách alespoň jednoho testovaného pístního kroužku s využitím i pouze jediného senzoru polohy, který zaznamenává polohu unašeče ve zkušební dutině. Senzor polohy navíc díky takovému uspořádání nemusí být upevněn přímo ke zkušebnímu bloku, či dokonce k vnitřní stěně zkušební dutiny, kde by byla např. zkomplikována jeho instalace či výměna.

Zařízení dle překládaného vynálezu dále výhodně zahrnuje zajišťovací mechanismus uzpůsobený pro zajištění unašeče v nehybné poloze vůči zkušební dutině. Díky zajišťovacímu mechanismu je možné zajistit unašeč společně se závažím v definované počáteční poloze unašeče, což usnadňuje přípravu a provedení měření, přičemž není nutné, aby bylo závaží např. někým či něčím podpíráno. Pomocí zajišťovacího mechanismu lze také např. dodržet stejnou počáteční polohu unašeče ve všech měřeních, což zjednodušuje vzájemné porovnávání či odečítání dat naměřených v jednotlivých měřeních.

Závaží je výhodně s unašečem spojeno prostřednictvím tažného mechanismu. Tažný mechanismus slouží pro přenášení pohybu závaží na pohyb unašeče, a může být navíc lépe uzpůsobeno pro připojení závaží než samotný unašeč.

Unašeč je výhodně ve zkušební dutině posuvně pohyblivý ve svislém směru, díky čemuž je odstraněn vliv bočních sil na unašeč, které tak nezkreslují naměřená data. Tím je umožněno měření třecích ztrát samotných pístních kroužků bez nežádoucího vlivu bočních sil.

Senzor polohy výhodně zahrnuje zdroj měřicího paprsku. Měřicí paprsek umožňuje bezkontaktní měření polohy unašeče ve zkušební dutině. Není tedy nutné, aby byl pro měření třecích ztrát senzor polohy v přímém kontaktu s unašečem či se zkušební dutinou, což by představovalo nežádoucí zásah do integrity zařízení. Komplikovanější by byla také instalace či výměna takového upevněného senzoru.

Měřicí paprsek je výhodně realizován jako laserový paprsek. Laserové senzory polohy jsou snadno dostupné a umožňují měření polohy unašeče s dobrou přesností.

Zařízení dle překládaného vynálezu dále výhodně zahrnuje výpočetní jednotku uzpůsobenou pro výpočet třecích ztrát alespoň jednoho testovaného pístního kroužku. Pomocí výpočetní jednotky lze provádět všechny potřebné výpočty, zejména výpočty derivací podle času, efektivně. Výpočetní jednotka také umožňuje vynášení závislostí různých naměřených či vypočítaných hodnot nejen na čase, ale např. také na poloze či rychlosti unašeče. Výsledné časové závislosti třecích ztrát pístních kroužků poskytují informace, se kterými lze dále pracovat při vývoji pístních kroužků a zkoušet

různé parametry pístních kroužků, např. různé povlaky či povrchové úpravy, s cílem dosáhnout co nejnižších hodnot třecích ztrát.

Výhodně je zkušební blok realizován jako blok spalovacího motoru, zkušební dutina je realizována jako válec spalovacího motoru a unašeč je realizován jako píst spalovacího motoru. Díky tomu, že je zkušební blok realizován jako konkrétní blok skutečného motoru zahrnující válec s uloženým pístem, lze v rámci testování pístních kroužků také simulovat a měřit vliv vůlí či systém odvodu oleje od pístních kroužků.

Výše uvedené nedostatky do jisté míry odstraňuje také způsob testování pístních kroužků, jehož podstata spočívá v tom, že zahrnuje kroky:

- zajištění unašeče osazeného alespoň jedním pístním kroužkem společně se závažím v počáteční poloze unašeče ve zkušební dutině;
- zaznamenání hodnoty počáteční polohy unašeče ve zkušební dutině;
- odjištění unašeče z jeho počáteční polohy; a
- měření časové závislosti polohy padajícího unašeče ve zkušební dutině.

Díky uvedenému způsobu lze testovat pístní kroužky a měřit jejich třecí ztráty i bez nutnosti zajištění dodatečného pohonu, např. elektrického motoru, pro urychlování unašeče. Unašeč je urychlován tíhou závaží a padá zkušební dutinou směrem dolů. Díky tomuto uspořádání lze získat informace o třecích ztrátách alespoň jednoho testovaného pístního kroužku s využitím i pouze jediného senzoru polohy, který zaznamenává polohu unašeče ve zkušební dutině. Senzor polohy navíc díky takovému uspořádání nemusí být upevněn přímo ke zkušebnímu bloku, či dokonce k vnitřní stěně zkušební dutiny, kde by byla např. zkomplikována jeho instalace či výměna. Uvedený způsob testovacího měření je navíc nenáročný na manipulaci a nezahrnuje žádné časově náročné úkony.

Způsob dle překládaného vynálezu dále výhodně zahrnuje kroky:

- zajištění unašeče bez pístního kroužku společně se závažím v počáteční poloze unašeče ve zkušební dutině;
- zaznamenání hodnoty počáteční polohy unašeče bez pístního kroužku ve zkušební dutině;
- odjištění unašeče bez pístního kroužku z jeho počáteční polohy; a
- měření časové závislosti polohy padajícího unašeče bez pístního kroužku ve zkušební dutině.

Výše uvedené kroky odpovídají tzv. referenčnímu měření, které je v principu prováděno stejně jako testovací měření s tím rozdílem, že v referenčním měření je zaznamenávána poloha unašeče bez pístního kroužku, nikoliv s pístním kroužkem. Díky tomuto referenčnímu měření lze při výpočtu třecích ztrát odečíst vliv parazitních sil, jako jsou například ventilační ztráty, a dospět tak ke skutečným hodnotám třecích ztrát testovaných pístních kroužků. Bez provedení referenčního měření je možné provádět stanovení třecích ztrát pouze kvalitativně, neboť získané hodnoty by byly zatíženy parazitními silami zařízení.

Způsob dle překládaného vynálezu dále výhodně zahrnuje krok vypočítání časové závislosti rychlosti padajícího unašeče ve zkušební dutině. Časová závislost rychlosti padajícího unašeče slouží jednak k výpočtu zrychlení padajícího unašeče, ale také může být použita např. pro výpočet výkonu třecích ztrát či může být použita jako parametr pro vynášení nejrůznějších závislostí.

Způsob dle překládaného vynálezu dále výhodně zahrnuje krok vypočítání časové závislosti zrychlení padajícího unašeče ve zkušební dutině. Časová závislost zrychlení padajícího unašeče slouží především k výpočtu třecích ztrát pístních kroužků, ale také může být použita pro vynášení nejrůznějších závislostí.

Způsob dle překládaného vynálezu dále výhodně zahrnuje krok vypočítání časové závislosti třecích ztrát alespoň jednoho testovaného pístního kroužku.

Výsledné časové závislosti třecích ztrát pístních kroužků poskytují informace, se kterými lze dále pracovat při vývoji pístních kroužků a zkoušet různé parametry pístních kroužků, např. různé povlaky či povrchové úpravy, s cílem dosáhnout co nejnižších hodnot třecích ztrát pístních kroužků.

Objasnění výkresů

Podstata vynálezu je dále objasněna na příkladech jeho uskutečnění, které jsou popsány s využitím připojených výkresů, kde na:

obr. 1a je schematicky znázorněno zařízení dle předkládaného vynálezu s unašečem bez pístního kroužku v počáteční poloze;

obr. 1b je schematicky znázorněno zařízení dle předkládaného vynálezu s unašečem bez pístního kroužku v koncové poloze;

obr. 2a je schematicky znázorněno zařízení dle předkládaného vynálezu s unašečem osazeným pístním kroužkem v počáteční poloze; a

obr. 2b je schematicky znázorněno zařízení dle předkládaného vynálezu s unašečem osazeným pístním kroužkem v koncové poloze.

Příklady uskutečnění vynálezu

Vynález bude dále objasněn na příkladech uskutečnění s odkazem na příslušné výkresy.

V prvním příkladném provedení zahrnuje zařízení pro měření třecích ztrát pístních kroužků dle předkládaného vynálezu zkušební blok 1, unašeč 3, tažný mechanismus 4, závaží 5, měřicí jednotku 6 a zajišťovací mechanismus 8.

Ve zkušebním bloku 1 zařízení dle předkládaného vynálezu je zhotovena zkušební dutina 1a, v níž je unašeč 3 uložen posuvně pohyblivě. Zkušební dutina 1a má v prvním příkladném provedení válcový tvar a vede z vrchní strany zkušebního bloku 1 směrem k jeho spodní straně, přičemž průměr zkušební dutiny 1a je menší než vnější průměr unašeče 3, jehož vnější tvar je rovněž v podstatě válcový. Průměr zkušební dutiny 1a je menší než vnější průměr unašeče 3 výhodně o několik setin až tisícin milimetru, neboť přibližně taková mezera je z důvodů tepelné roztažnosti realizována mezi pístem a vnitřní stěnou válce u skutečného spalovacího motoru, přičemž právě uspořádání spalovacího motoru má zkušební blok 1 se zkušební dutinou 1a za cíl výhodně napodobit. Alternativně je zkušební blok 1 realizován jako konkrétní blok spalovacího motoru, přičemž válec tohoto motoru odpovídá zkušební dutině 1a a plní její funkci a píst tohoto motoru odpovídá unašeči 3 a plní jeho funkci. V takovém alternativním provedení lze pomocí zařízení dle předkládaného vynálezu také simulovat a měřit vliv vůlí či systém odvodu oleje od pístních kroužků 2.

Zmíněná mezera mezi vnitřní stěnou zkušební dutiny 1a a vnější stěnou unašeče 3 je patrná také na přiložených obrázcích, přičemž vzhledem k tomu, že se jedná o schematické nákresy, je její šířka nadsazena. Díky tomu je jednak lépe představitelné, že je unašeč 3 ve zkušební dutině 1a posuvně pohyblivý, ale konkrétně na obr. 2a a obr. 2b je také lépe patrné, že po nasazení pístního kroužku 2 na unašeč 3 je tato mezera pístním kroužkem 2 utěsněna. Schematické nákresy dle obr. 1a až obr. 2b znázorňují zkušební blok 1 v podélném řezu vedeném z jeho vrchní strany na jeho spodní stranu, a válcová zkušební dutina 1a je tudíž znázorněná ve tvaru obdélníku.

Zkušební dutina 1a je dále z vrchní strany otevřená, čímž je umožněno uložení, ale také vyjmutí unašeče 3 a k němu připevněných komponent, jako je tažný mechanismus 4 a závaží 5, do, respektive ze zkušební dutiny 1a. Možnost vyjmutí unašeče 3 ze zkušební dutiny 1a je důležitá především z toho důvodu, že mimo zkušební dutinu 1a lze unašeč 3 pohodlně osadit pístním kroužkem 2 určeným pro testování v zařízení dle předkládaného vynálezu. Pístní kroužek 2 je v prvním příkladném provedení vyroben z pevného a pružného materiálu, např. z oceli, a má prstencový tvar, který je z důvodu tepelné roztažnosti v určitém místě přerušen. Pro účely osazení unašeče 3 pístním kroužkem 2 je unašeč 3 opatřen drážkou, která je uspořádána po jeho obvodu. Alternativně je unašeč 3 po svém obvodu opatřen více než jednou drážkou, díky čemuž lze unašeč 3 osadit více než jedním pístním kroužkem 2, například dvěma pístními kroužky 2. V takovém provedení pak není z hlediska třecích ztrát testován pouze jeden konkrétní pístní kroužek 2, ale celá sestava pístních kroužků 2, např. tedy sestava dvou shodných či rozdílných pístních kroužků 2.

Zkušební dutina 1a může být dále otevřená také na spodní straně zkušebního bloku 1. Příslušný otvor je realizován tak, že jeho rozměry a tvar umožňují průchod tažného mechanismu 4, případně tažného mechanismu 4 a závaží 5, ale nikoliv také průchod unašeče 3, přičemž zaražením unašeče 3 na spodní straně zkušebního bloku 1 je definována jedna z krajních poloh posuvného pohybu unašeče 3 ve zkušební dutině 1a. Alternativně je otvor na spodní straně zkušebního bloku 1 větší než vnější rozměr unašeče 3, např. je jeho průměr větší než průměr unašeče 3. V takovém provedení musí být zaražení unašeče 3 v krajní poloze realizováno jinak, např. zarážkou uspořádanou na vnitřní stěně zkušební dutiny 1a. Alternativně není unašeč 3 na spodním konci zkušební dutiny 1a nijak zaražen, ale padá dál do místa, které je uzpůsobeno pro bezpečný dopad unašeče 3. Tím je zajištěno, že nedojde k jeho poškození, případně k poškození tažného mechanismu 4 či závaží 5.

Unašeč 3 je ve zkušební dutině 1a posuvně pohyblivý výhodně po celé délce zkušební dutiny 1a, tj. od jejího vrchního konce až k jejímu spodnímu konci, nicméně rozsah posuvného pohybu unašeče 3 použitý pro konkrétní měření může být menší než celý rozsah posuvného pohybu unašeče 3 ve zkušební dutině 1a. Posuvný pohyb unašeče 3 ve zkušební dutině 1a je při prováděném měření vymezen počáteční polohou unašeče 3 a koncovou polohou unašeče 3. V počáteční poloze unašeče 3, jak je znázorněna na obr. 1a či obr. 2a, se unašeč 3 nachází výhodně u vrchního konce zkušební dutiny 1a a výhodně tak, že se celý nachází ve zkušební dutině 1a. Pokud je unašeč 3 osazen pístním kroužkem 2, jak je vidět na obr. 2a, je počáteční poloha unašeče 3 volena tak, aby byl pístní kroužek 2 v této poloze umístěn uvnitř zkušební dutiny 1a, a byl tudíž v kontaktu s vnitřní stěnou zkušební dutiny 1a. V koncové poloze unašeče 3, jak je znázorněna na obr. 1b či obr. 2b, je unašeč 3 zaražen na spodním konci zkušební dutiny 1a, alternativně je zaražen ve vyšší poloze o zarážku, která je alternativně uspořádána na vnitřní stěně zkušební dutiny 1a.

Ve své počáteční poloze je unašeč 3 zajištěn tak, že je nehybný vůči zkušební dutině 1a, což je realizováno zajištěním unašeče 3 společně s tažným mechanismem 4 a závažím 5 pomocí zajišťovacího mechanismu 8. Závaží 5 je s unašečem 3 spojeno prostřednictvím tažného mechanismu 4, který je uzpůsoben pro přenášení pohybu závaží 5 na pohyb unašeče 3, přičemž tažný mechanismus 4 je realizován např. jako tyčové táhlo či lanko. V počáteční poloze unašeče 3 se nicméně závaží nehýbe, neboť je zajištěno zajišťovacím mechanismem 8, v důsledku čehož se nehýbe ani tažný mechanismus 4, ani unašeč 3. Alternativně může být zajišťovacím mechanismem 8, např. zámkem, zajištěn tažný mechanismus 4 či přímo unašeč 3, nikoliv konkrétně závaží 5, ačkoliv takové provedení je patrně nejvýhodnější, neboť k závaží 5 může být

umožněn lepší přístup než k tažnému mechanismu 4, a především než k samotnému unašeči 3. Alternativně nemusí být závaží 5 přímo zajištěno či uzamčeno zajišťovacím mechanismem 8, ale může být před zahájením měření pouze něčím podepřeno, případně někým přidrženo.

Po odjištění unašeče 3 společně s tažným mechanismem 4 a závažím 5 je unašeč 3 tíhou zavěšeného závaží 5 urychlován směrem dolů a koná posuvný pohyb z jeho počáteční polohy do jeho koncové polohy, přičemž se tedy mění poloha unašeče 3 ve zkušební dutině 1a. Takto padající unašeč 3 při svém pohybu směrem dolů překonává třecí síly mezi unašečem 3 a vnitřní stěnou zkušební dutiny 1a, případně také třecí síly mezi alespoň jedním pístním kroužkem 2 a vnitřní stěnou zkušební dutiny 1a, pokud je unašeč 3 osazen alespoň jedním pístním kroužkem 2. Alternativně je závaží 5 spojeno s unašečem 3 přímo, a nikoliv prostřednictvím tažného mechanismu 4. V dalším alternativním provedení je závaží 5 spojeno s unašečem 3 tak, že je jeho přímou součástí. Jinými slovy to znamená, že takto provedený unašeč 3 je dostatečně těžký, aby po jeho odjištění začal padat zkušební dutinou 1a, případně aby zkušební dutinou 1a výhodně padal dostatečnou rychlostí.

V prvním příkladném provedení je zkušební dutina 1a ve zkušebním bloku 1 realizována ve svislém směru, což znamená, že umožňuje pohyb unašeče 3 ve svislém směru dolů. Díky tomu je výhodně možné provádět testování pístních kroužků 2, aniž by do výsledných hodnot a časových závislostí promlouvaly boční síly působící na unašeč 3. V alternativním provedení je zkušební dutina 1a vzhledem ke svislému směru nakloněná, nicméně v tomto provedení je nutné brát boční síly do úvahy.

Pro zaznamenávání polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a zahrnuje zařízení dle předkládaného vynálezu měřicí jednotku 6 zahrnující senzor polohy. Senzor polohy výhodně zahrnuje zdroj měřicího paprsku 7, z něhož vychází měřicí paprsek 7 směrem k unašeči 3, jak je přerušovanou čarou znázorněno na přiložených schematických obrázcích. Po dopadu na vrchní stranu unašeče 3 se měřicí paprsek 7 odrazí a dopadá zpět do senzoru polohy, který na základě měření času, za jaký měřicí paprsek 7 urazí cestu k unašeči 3 a zpět, zaznamenává hodnoty vzdálenosti unašeče 3 a zdroje měřicího paprsku 7. Tímto jsou defacto zaznamenávány hodnoty polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, neboť senzor polohy se nachází ve fixní vzdálenosti od vrchního konce zkušební dutiny 1a. Pro získání skutečných hodnot polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a je možné od naměřených vzdáleností tuto fixní vzdálenost senzoru polohy od vrchního konce zkušební dutiny 1a odečíst. Alternativně lze také senzor polohy kalibrovat tak, že počáteční poloha unašeče 3 odpovídá nulové poloze unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, případně zvolit jinou vhodnou kalibraci. Měřicí paprsek 7 je výhodně realizován jako laserový paprsek. Alternativně je pro zaznamenávání polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a použit ultrazvuk.

Měřicí jednotka 6 měří kromě polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a také čas, přičemž po spuštění měřicí jednotky 6 a odjištění unašeče 3 je měřicí jednotkou 6 zaznamenávána časová závislost polohy padajícího unašeče 3 ve zkušební dutině 1a. Z těchto dat jsou následně vypočítány další charakteristiky, které výhodně zahrnují také časové závislosti třecích ztrát alespoň jednoho testovaného pístního kroužku 2, přičemž je zřejmé, že čím výše, tj. blíže k vrchnímu konci zkušební dutiny 1a, se nachází počáteční poloha unašeče 3, tím větší soubor dat je výhodně zaznamenán. Zařízení dle předkládaného vynálezu pro níže popisované výpočty výhodně zahrnuje výpočetní jednotku, která může být součástí měřicí jednotky 6, případně je s touto měřicí jednotkou 6 spojena. Alternativně jsou data do výpočetní jednotky, např. počítače, přenesena např. na paměťovém médiu.

Způsob testování pístních kroužků 2 dle předkládaného vynálezu výhodně zahrnuje referenční měření, které probíhá bez pístního kroužku 2, jak je znázorněno na obr. 1a a obr. 1b, a dále testovací měření, které probíhá již s alespoň jedním pístním kroužkem 2 osazeným na unašeči 3, jak je znázorněno na obr. 2a a obr. 2b.

Referenční měření zahrnuje nejprve krok zajištění unašeče 3 bez pístního kroužku 2 ve zkušební dutině 1a. To je realizováno výhodně zajištěním závaží 5 pomocí zajišťovacího mechanismu 8, případně alternativně např. zajištěním tažného mechanismu 4 či přímo unašeče 3, jak bylo podrobněji rozepisováno výše. Následně je senzorem polohy zaznamenána hodnota počáteční polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a a poté dojde k odjištění unašeče 3 z jeho počáteční polohy. Odjištění unašeče 3 může být výhodně realizováno automaticky a synchronizováno, např. se spuštěním senzoru polohy. Alternativně lze nejprve odjistit unašeč 3 z jeho počáteční polohy a až poté spustit senzor polohy, ovšem v takovém provedení je poloha unašeče 3 ve zkušební dutině 1a zaznamenávána až od okamžiku spuštění senzoru polohy. Měření tak neprobíhá v celém rozsahu pohybu unašeče 3 od jeho počáteční polohy do jeho koncové polohy, a je tak zaznamenáno méně dat, přičemž je komplikováno použití těchto dat pro srovnání s testovacím měřením a pro výpočet třecích ztrát.

Pomocí senzoru je tedy zaznamenána časová závislost polohy padajícího unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, konkrétně např. časová závislost vzdálenosti vrchní strany unašeče 3 od zdroje měřicího paprsku 7 senzoru polohy. Z časové závislosti polohy unašeče 3 ve zkušební dutině 1a je dále výhodně, např. pomocí výpočetní jednotky, vypočítána časová závislost rychlosti unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, a to výpočtem derivace polohy podle času. Dále je výhodně z časové závislosti rychlosti unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, např. pomocí výpočetní jednotky, vypočítána časová závislost zrychlení unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, a to výpočtem derivace rychlosti podle času. Vynásobením získané časové závislosti zrychlení unašeče 3 ve zkušební dutině 1a hmotností unašeče 3 a s ním spojených komponent, tj. v prvním příkladném provedení hmotností unašeče 3, tažného mechanismu 4 a závaží 5, je vypočítána časová závislost síly, která nese informaci o parazitních silách v zařízení, jako jsou například ventilační ztráty.

Testovací měření je prováděno analogicky k referenčnímu měření s tím rozdílem, že je unašeč 3 osazen alespoň jedním pístním kroužkem 2, který je ve zkušební dutině 1a umístěn tak, že je v kontaktu s vnitřní stěnou zkušební dutiny 1a, čímž ovlivňuje tření mezi sestavou unašeče 3 a pístního kroužku 2 a vnitřní stěnou zkušební dutiny 1a. Pístní kroužek 2 se tak pohybuje zkušební dutinou 1a společně s padajícím unašečem 3.

Pomocí senzoru polohy a pomocí provedení výše popsaných výpočtů jsou analogicky získány časové závislosti polohy, rychlosti a zrychlení padajícího unašeče 3 ve zkušební dutině 1a, a tím i časové závislosti polohy, rychlosti a zrychlení alespoň jednoho testovaného pístního kroužku 2, neboť tento alespoň jeden testovaný pístní kroužek 2 je pevně osazen na unašeči 3. S využitím dat z testovacího měření a také dat z referenčního měření je výhodně vypočítána časová závislost třecích ztrát $F(t)$ alespoň jednoho testovaného pístního kroužku 2, a to konkrétně výpočtem podle níže uvedeného vzorce:

$$F(t) = (m_3 + m_4 + m_5)a_{\text{ref}}(t) - (m_2 + m_3 + m_4 + m_5)a_{\text{test}}(t),$$

kde: m_2 označuje hmotnost pístního kroužku 2;
m_3 hmotnost unašeče 3;
m_4 hmotnost tažného mechanismu 4;
m_5 hmotnost závaží 5;
$a_{\text{ref}}(t)$ odpovídá časové závislosti zrychlení unašeče 3 ve zkušební dutině 1a naměřené při referenčním měření, tj. bez pístního kroužku 2; a
$a_{\text{test}}(t)$ odpovídá časové závislosti zrychlení unašeče 3 ve zkušební dutině 1a naměřené při testovacím měření, tj. s alespoň jedním pístním kroužkem 2 osazeným na unašeči 3.

Výhodně je unašeč 3 osazen jedním pístním kroužkem 2, díky čemuž je umožněno získat časovou závislost třecích ztrát právě tohoto jednoho pístního kroužku 2. Alternativně je unašeč 3 osazen sestavou více pístních kroužků 2, přičemž v takovém provedení je za m_2 ve vzorci výše dosazen

součet hmotností všech pístních kroužků 2 osazených na unašeči 3 a je získána časová závislost třecích ztrát celé této sestavy pístních kroužků 2.

Vzájemným odečtením sil, respektive zrychlení, naměřených v testovacím a referenčním měření je z výsledku odečten vliv parazitních sil zařízení, jako jsou např. ventilační ztráty. Pro vzájemné odečtení dat z obou uvedených měření je výhodné, aby počáteční poloha unašeče 3 bez pístního kroužku 2 v referenčním měření odpovídala počáteční poloze unašeče 3 s pístním kroužkem 2 v testovacím měření. Díky provedení referenčního měření je tak možné získat skutečné hodnoty třecích ztrát testovaného pístního kroužku 2 v závislosti na čase, případně lze vynést závislost těchto třecích ztrát také, např. na poloze či rychlosti unašeče 3 či provádět s naměřenými závislostmi další výpočty. Vynásobením třecích ztrát v daných časových bodech rychlostí lze např. získat časovou závislost výkonu třecích ztrát. Výkon třecích ztrát lze pak vynést také, např. v závislosti na rychlosti unašeče 3, tj. na rychlosti pístního kroužku 2.

Referenční měření je výhodně provedeno před testovacím měřením. V tomto výhodném provedení je umožněno nejprve získat informaci o parazitních silách a následně provést hned několik testovacích měření za sebou, např. s různými pístními kroužky 2, a to bez nutnosti provedení referenčního měření před každým testovacím měřením. Alternativně je referenční měření provedeno po testovacím měření či po sérii testovacích měření. V dalším alternativním provedení není referenční měření provedeno vůbec. V takovém provedení není získána časová závislost konkrétních hodnot třecích ztrát testovaného pístního kroužku 2, neboť od naměřeného zrychlení unašeče 3 nejsou odečteny parazitní síly. Z naměřených časových průběhů polohy, rychlosti, zrychlení či síly (zrychlení vynásobeného příslušnou hmotností) lze nicméně nahlížet na testované pístní kroužky 2 alespoň kvalitativně. Lze například srovnávat, zda nějaká úprava pístního kroužku 2 vedla ke zvýšení či ke snížení jeho třecích ztrát. Je-li např. v jednom ze dvou testovacích měření s využitím stejné hmotnosti pístního kroužku 2, unašeče 3, tažného mechanismu 4 a závaží 5 naměřeno menší zrychlení $a_{test}(t)$, znamená to, že je unašeč 3 více brzděn větším třením prvního testovaného pístního kroužku 2 než v případě druhého z dvojice testovaných pístních kroužků 2. Kvantitativní výsledek v podobě přesné hodnoty třecích ztrát testovaného pístního kroužku 2 však bez provedení referenčního měření zjištěn není.

Jednotlivé testované pístní kroužky 2 se mohou odlišovat, např. použitým povlakem, povrchem či nejrůznějšími dalšími povrchovými úpravami, či např. tvarem. Otočením pístního kroužku 2 spodní stranou vzhůru je možné navíc simulovat stav opačného pohybu pístního kroužku 2, neboť ve skutečném spalovacím motoru provádí píst s pístním kroužkem 2 pohyb střídavě v obou směrech, zatímco v zařízení dle předkládaného vynálezu je unašeč 3 s pístním kroužkem 2 urychlován pouze směrem dolů. Zpět do počáteční polohy je tak unašeč 3 se závažím 5 vytažen mimo samotné měření. Povrchové úpravy mohou být realizovány také na zkušební dutině 1a, a testováním třecích ztrát pístních kroužků 2 je tak možné měřit vliv úpravy zkušební dutiny 1a, která v reálném případě odpovídá, např. válci spalovacího motoru, na třecí ztráty pístních kroužků 2.

Průmyslová využitelnost

Výše popsané zařízení a způsob pro testování pístních kroužků je dále možné využít, např. pro testování vlivu různých povrchů, povlaků či jiných povrchových úprav pístních kroužků nebo zkušební dutiny na velikost třecích ztrát pístních kroužků. Testované pístní kroužky navíc nenacházejí uplatnění pouze ve spalovacích motorech, ale také v dalších pístových strojích.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro testování pístních kroužků, zahrnující zkušební blok (1), unašeč (3) a měřicí jednotku (6), přičemž zkušební blok (1) zahrnuje zkušební dutinu (1a), v níž je unašeč (3) uložen posuvně pohyblivě, a přičemž unašeč (3) je uzpůsobený pro osazení alespoň jedním pístním kroužkem (2), **vyznačující se tím**, že zařízení zahrnuje závaží (5), které je spojeno s unašečem (3), a měřicí jednotka (6) zahrnuje senzor polohy uzpůsobený pro zaznamenávání polohy unašeče (3) ve zkušební dutině (1a).

2. Zařízení pro testování pístních kroužků podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje zajišťovací mechanismus (8) uzpůsobený pro zajištění unašeče (3) v nehybné poloze vůči zkušební dutině (1a).

3. Zařízení pro testování pístních kroužků podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že závaží (5) je s unašečem (3) spojeno prostřednictvím tažného mechanismu (4).

4. Zařízení pro testování pístních kroužků podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že unašeč (3) je ve zkušební dutině (1a) posuvně pohyblivý ve svislém směru.

5. Zařízení pro testování pístních kroužků podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že senzor polohy zahrnuje zdroj měřicího paprsku (7).

6. Zařízení pro testování pístních kroužků podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že měřicí paprsek (7) je realizován jako laserový paprsek.

7. Zařízení pro testování pístních kroužků podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje výpočetní jednotku uzpůsobenou pro výpočet třecích ztrát alespoň jednoho testovaného pístního kroužku (2).

8. Zařízení pro testování pístních kroužků podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zkušební blok (1) je realizován jako blok spalovacího motoru, zkušební dutina (1a) je realizována jako válec spalovacího motoru a unašeč (3) je realizován jako píst spalovacího motoru.

9. Způsob testování pístních kroužků prováděný na zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že zahrnuje po sobě následující kroky:

– zajištění unašeče (3) osazeného alespoň jedním pístním kroužkem (2) společně se závažím (5) v počáteční poloze unašeče (3) ve zkušební dutině (1a);

– zaznamenání hodnoty počáteční polohy unašeče (3) ve zkušební dutině (1a);

– odjištění unašeče (3) z jeho počáteční polohy; a

– měření časové závislosti polohy padajícího unašeče (3) ve zkušební dutině (1a).

10. Způsob testování pístních kroužků podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje po sobě následující kroky:

– zajištění unašeče (3) bez pístního kroužku (2) společně se závažím (5) v počáteční poloze unašeče (3) ve zkušební dutině (1a);

– zaznamenání hodnoty počáteční polohy unašeče (3) bez pístního kroužku (2) ve zkušební dutině (1a);

– odjištění unašeče (3) bez pístního kroužku (2) z jeho počáteční polohy; a

– měření časové závislosti polohy padajícího unašeče (3) bez pístního kroužku (2) ve zkušební dutině (1a).

11. Způsob testování pístních kroužků podle kteréhokoli z předcházejících nároků 9 a 10, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje krok vypočítání časové závislosti rychlosti padajícího unašeče (3) ve zkušební dutině (1a).

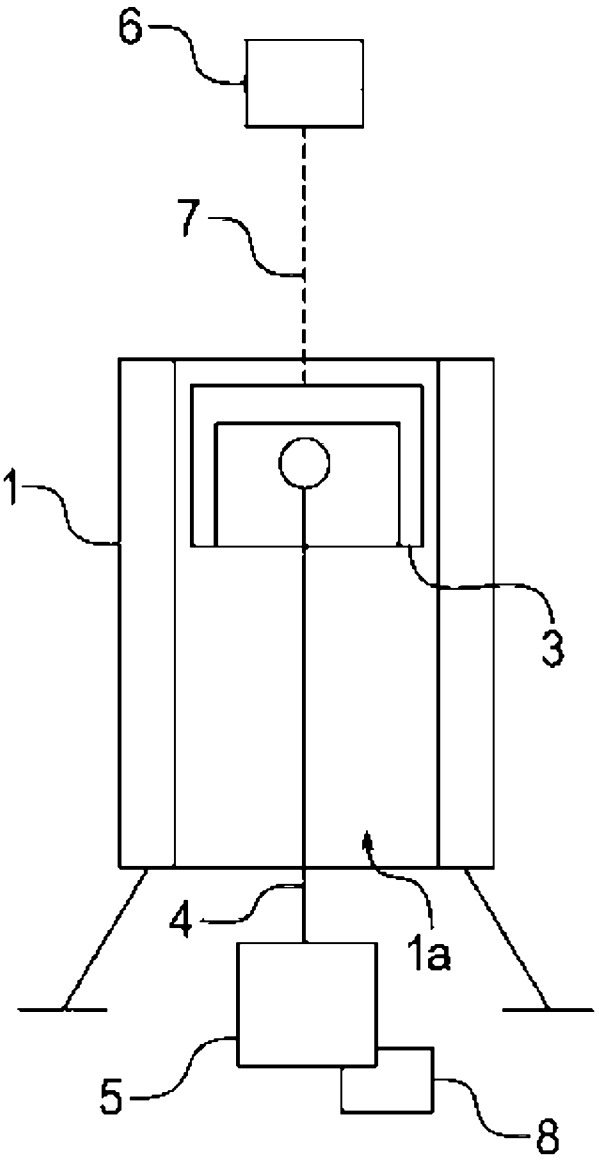
12. Způsob testování pístních kroužků podle kteréhokoli z předcházejících nároků 9 až 11, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje krok vypočítání časové závislosti zrychlení padajícího unašeče (3) ve zkušební dutině (1a).

13. Způsob testování pístních kroužků podle kteréhokoli z předcházejících nároků 9 až 12, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje krok vypočítání časové závislosti třecích ztrát alespoň jednoho testovaného pístního kroužku (2).

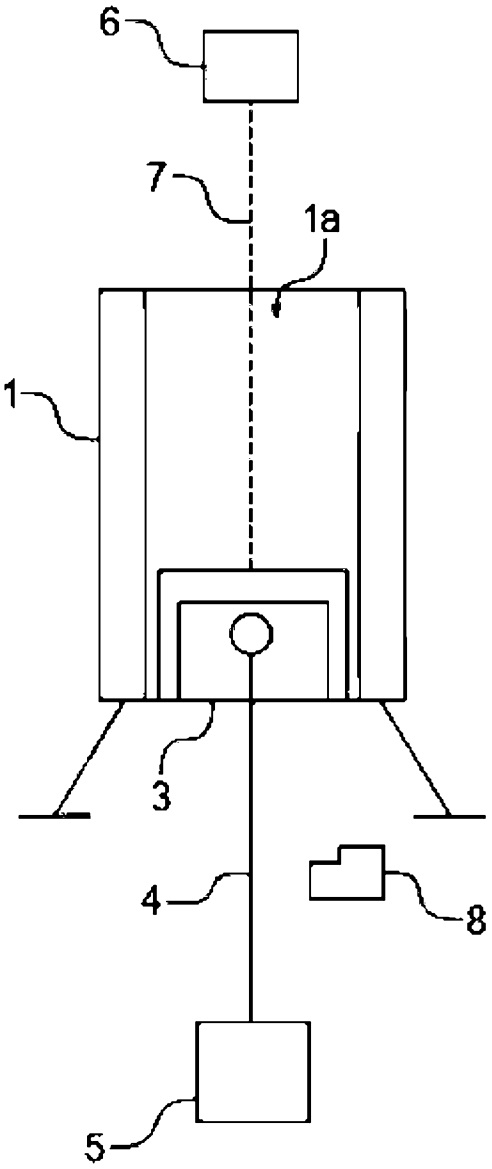
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

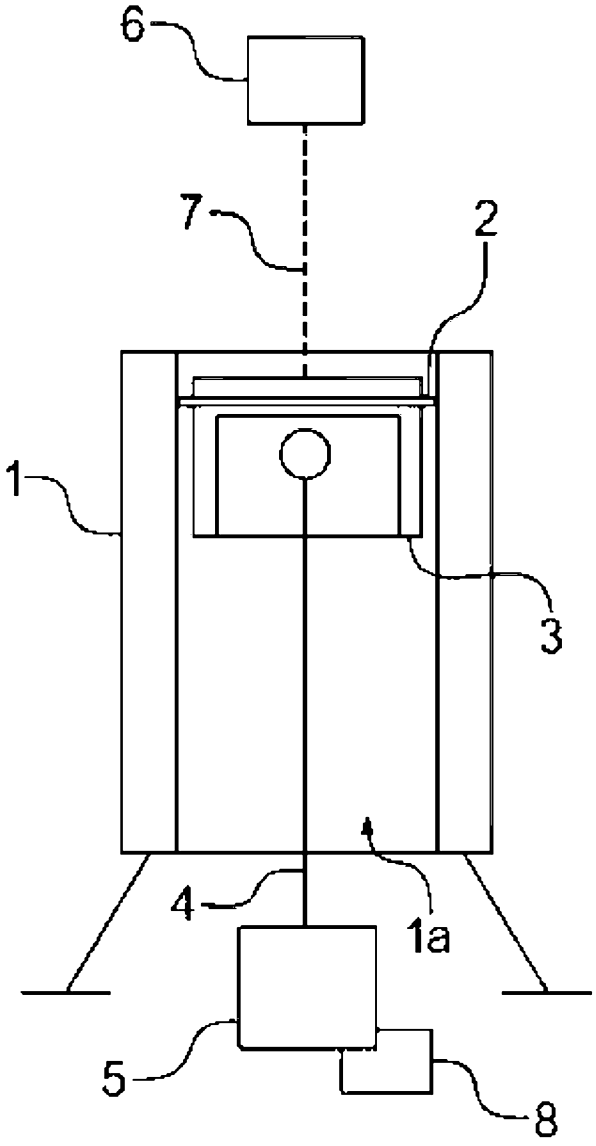
1	zkušební blok
1a	zkušební dutina
2	pístní kroužek
3	unašeč
4	tažný mechanismus
5	závaží
6	měřicí jednotka
7	měřicí paprsek
8	zajišťovací mechanismus



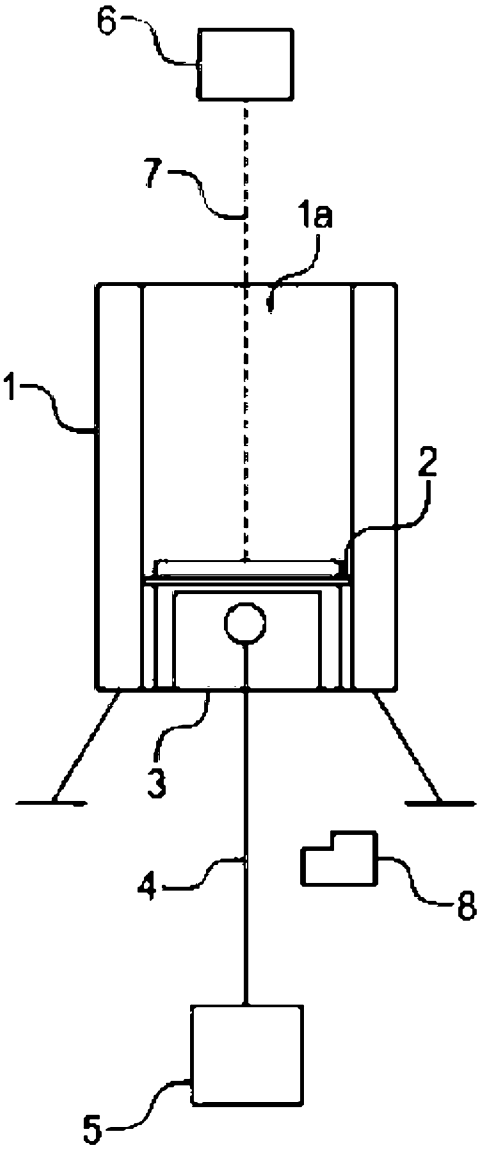
Obr. 1a



Obr. 1b



Obr. 2a



Obr. 2b