

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2019-234

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F16C 3/10 (2006.01)
F16C 3/14 (2006.01)
F16C 3/22 (2006.01)
B21D 51/16 (2006.01)
B21D 13/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



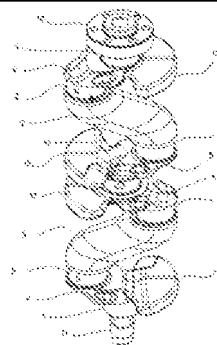
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12.04.2019**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **02.12.2020**
(Věstník č. 49/2020)

(71) Přihlašovatel:
ŠKODA AUTO a.s., Mladá Boleslav, Mladá
Boleslav II, CZ

(72) Původce:
Jiří Kubíček, Mladá Boleslav, CZ
Lubomír Drápal, Příbice, CZ
Ing. Marek Slovák, Mladá Boleslav, Mladá
Boleslav III, CZ
Ivaylo Brankov, Praha 6, CZ



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Rameno klikového hřídele, klikový hřídel a
způsob výroby klikového hřídele**

(57) Anotace:
Rameno (3) klikového hřídele, klikový hřídel a
způsob výroby klikového hřídele pro motory s
vratným pohybem pístů. Rameno (3) klikového
hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl (7)
ramene a druhý díl (7) ramene. Klikový hřídel s
tímto dutým ramenem klikového hřídele je
realizován jako navazující spojené ložiskové prvky,
které zahrnují ojnicní čepy (2) a hlavní čepy (1)
klikového hřídele, přičemž ramena (3) klikového
hřídele spojují ojnicní čepy (2) jednotlivých
ložiskových prvků. Způsob výroby tohoto
klikového hřídele je realizován svařením
jednotlivých dílů (7) ramene tak, že tvoří rameno
(3) klikového hřídele. Ložiskové prvky jsou
vyrobeny kováním a před spojením jsou v nich
realizována odlehčení. Následně jsou tato ramena
(3) klikového hřídele svařena s ložiskovými prvky
tak, že spojují ojnicní čepy (2) ložiskových prvků.

Rameno klikového hřídele, klikový hřídel a způsob výroby klikového hřídele

Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti klikových hřídelů pro motory s vratným pohybem pístů. Zvláště pak pro spalovací motory s vratným pohybem pístů. Především pak svařovaných klikových hřídelů. Dále se vynález týká konstrukce svařovaného klikového hřídele a způsobu výroby svařovaného klikového hřídele.

10

Dosavadní stav techniky

V současném stavu techniky existuje velké množství řešení klikových hřídelí. Běžným řešením jsou klikové hřídele vyrobené jako jeden kus, výkovek nebo odlitek, které jsou následně opracovány. Příkladem takového řešení je například kliková hřídel vyráběná jako jeden odlitek, jak je popsáno v patentové přihlášce US20170009801. Tyto hřídele mohou být vyráběny s vnitřní dutinou či se soustavou kanálů. Nevýhodami tohoto postupu jsou následné obrábění, a tedy velký odpad materiálu, velká hmotnost hřídele kvůli omezeným možnostem odlehčení kvůli lití v jednom kusu a jelikož se jedná o rozměrný odlitek, taktéž i komplikovanější manipulace, horší zabíravost litého kovu, a tedy i více vnitřních vad odlitku. Rozměrný odlitek je také nutno při následném tepelném zpracování pro dosažení požadované struktury žíhat delší čas.

Velké nevýhody řešení klikových hřídelů vyrobených z jednoho kusu obecně jsou mimo jiné problematické obrábění a tím způsobené snížené množství odlehčení klikového hřídele, nutnost dodatečného vrtání kanálků pro rozvod oleje z hlavních čepů k ojničním čepům, velká spotřeba materiálu, jelikož jednotlivé součásti jsou uvnitř vyplněny materiálem. Nevýhodou jsou také třecí ztráty, které vznikají z důvodu nutnosti využití hlavních čepů mezi každou dvojicí ojničních čepů. Kromě samotné vyšší hmotnosti klikového hřídele dochází také k vyšší hmotnosti bloku motoru, jelikož je třeba pro každý hlavní čep zajistit vika ložisek, šrouby, ložiskové pánve a materiálu v mostech ložisek v bloku válců.

Dále jsou ve stavu techniky známy klikové hřídele sešroubované z více dílů, jak

uvádí například československý patent CS122732. Nevýhodou sešroubovaných hřídelů je zejména jejich nižší tuhost, komplikovaná montáž vzhledem k většímu množství dílů a definovaným silám utažení šroubů a jejich vyšší cena. Nevýhodná je také nutnost obrábění licovaných otvorů pro šrouby, což dále zvyšuje cenu, výrobní čas a podíl zmetkovitosti.

Dále jsou v současném stavu techniky známy svařované klikové hřídele, příkladem je dokument WO1983001283. Nevýhodou současných svařovaných klikových hřídelů je to, že místa svarů jsou realizována v místech čepů. Toto však přináší nevýhody v především velké konstrukční složitosti a vysokých výrobních nákladech. Dále u tohoto řešení není možné realizovat mazání ojničních čepů jinak než ze sousedních hlavních čepů. Toto řešení přináší oproti předchozím drobnou úsporu materiálu, a tedy i váhy. Nicméně stále přetrvává problém velké hmotnosti způsobený využitím velkých kusů materiálu. Toto řešení taktéž lze využít pouze u klikových hřídelů, kde každý ojniční čep sousedí s hlavním čepem.

Alternativním řešením svařovaného klikového hřídele je klikový hřídel popsaný v patentu DE1000644, kde je popsán svařovaný klikový hřídel, kde je k hlavnímu čepu přes ocelový kus svarem připojena trubka (tvořící rameno klikového hřídele) s ojničními čepy, která je dále svarem spojena s dalším hlavním čepem. Toto řešení sice umožňuje použití menšího množství hlavních čepů, ale je konstrukčně značně složité, navíc je nutné na trubku nanést materiál pro vytvoření ojničního čepu. Toto konstrukční řešení neumožňuje smysluplné mazání čepů olejem z hlavních

čepů a taktéž nemůže dosahovat požadované životnosti při aplikaci v soudobých spalovacích motorech.

5 Velkou nevýhodou dnes využívaných řešení je také využívání hlavních čepů mezi každým ojničním čepem, toto má za následek vysoké třecí ztráty z důvodu vyššího počtu kontaktních ploch. Současně nejsou dnes vyráběné klikové hřídele bez použití ojničních čepů mezi každým ojničním čepem dostatečně tuhé.

10 Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem je žádoucí vývoj klikového hřídele s nižší hmotností, dostatečnou tuhostí a optimální cenou. Řešení známá ze stavu techniky také mají komplikovaný přísun oleje, jelikož od každého hlavního čepu je nutné vést olej k vedlejšímu ojničnímu čepu.

Podstata vynálezu

15 Výše uvedené nedostatky odstraňuje rameno klikového hřídele spalovacího motoru, které je duté a zahrnuje dva díly, první díl ramene a druhý díl ramene. Toto rameno klikového hřídele umožňuje nahradit části klikového hřídele, které jsou uvnitř plné, a přitom zajišťuje dostatečnou pevnost. Také umožňuje využít vnitřního dutého prostoru například pro provedení oleje.
20 Výhodně jsou první díl ramene a druhý díl ramene svařeny, čímž je dosaženo uzavřeného tvaru ramena klikového hřídele a zároveň jsou značně redukovány výrobní náklady a je zjednodušeno případné vložení dalších funkčních prvků do vnitřního prostoru ramene klikového hřídele. Alternativně lze využít i více dílů ramene, ze kterých je následně svařeno rameno klikového hřídele, nicméně využití dvou dílů ramene je nejvýhodnější.

25 S výhodou se využívá, že první díl ramene a druhý díl ramene jsou tvarově identické díly. Tímto je dosaženo snížení nákladů na skladování výrobu a dále také rovnoměrného zatížení obou dílů při aplikaci v klikovém hřídeli. S výhodou se využívá, že první díl ramene a druhý díl ramene jsou plechové výlisky. Výhodně jsou ložiskové prvky klikového hřídele z množiny první
30 koncový ložiskový prvek klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele vyrobeny z mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího tepelného zpracování po vykování. Přičemž ramena klikového hřídele jsou vyrobena z pevnostního plechu.

35 Výše uvedené nedostatky dále odstraňuje klikový hřídel spalovacího motoru zahrnující dva ojniční čepy, první ojniční čep a druhý ojniční čep, dva hlavní čepy klikového hřídele a rameno klikového hřídele, přičemž rameno klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl ramene a druhý díl ramene, přičemž rameno klikového hřídele spojuje první ojniční čep a druhý ojniční čep, přičemž první díl ramene i druhý díl ramene je na své jedné straně připojen k
40 prvnímu ojničnímu čepu a první díl ramene i druhý díl ramene je na své druhé straně připojen ke druhému ojničnímu čepu. Rameno klikového hřídele umožňuje nahradit části klikového hřídele, které jsou uvnitř plné, a přitom zajišťuje dostatečnou pevnost. Také umožňuje využít vnitřního dutého prostoru například pro provedení oleje. Toto řešení taktéž umožňuje provádět obráběcí operace v místech, kde to po spojení není možné. S výhodou se využívá, že první díl ramene a
45 druhý díl ramene jsou svařeny, čímž je dosaženo uzavřeného tvaru ramena klikového hřídele a zároveň jsou značně redukovány výrobní náklady a je zjednodušeno případné vložení dalších funkčních prvků do vnitřního prostoru ramene klikového hřídele. Alternativně lze využít i více dílů ramene, ze kterých je následně svařeno rameno klikového hřídele, nicméně využití dvou dílů ramene je nejvýhodnější. S výhodou každý ojniční čep sousedící s hlavním čepem klikového
50 hřídele je s tímto sousedícím hlavním čepem klikového hřídele spojen a jsou součástí ložiskového prvku klikového hřídele, přičemž ložiskový prvek klikového hřídele je vyroben z jednoho kusu. Tímto je zajištěno vhodné řešení pro pevnostní vlastnosti klikového hřídele, neb rameno klikového hřídele přímo navazuje na ojniční čep, který je součástí ložiskového prvku, nedochází tedy k nadměrnému namáhání ramene klikového hřídele.

55

Výhodně je spojení ramen klikového hřídele a ojnicních čepů realizováno svarem, přičemž svar se nachází mimo ložiskovou plochu ojnicního čepu. Výhodně jsou první díl ramene a druhý díl ramene tvarově identické díly. S výhodou jsou první díl ramene a druhý díl ramene tvarově identické díly. S výhodou se dále využívá, že první díl ramene a druhý díl ramene jsou plechové
 5 výlisky ze svařitelného materiálu. S výhodou se využívá, že klikový hřídel spalovacího motoru zahrnuje trubičku napájení oleje, přičemž tato trubička napájení oleje je umístěna uvnitř ramene klikového hřídele.

Výše uvedené nedostatky dále odstraňuje klikový hřídel spalovacího motoru, který zahrnuje množinu ložiskových prvků klikového hřídele, přičemž zahrnuje alespoň první koncový ložiskový prvek klikového hřídele, ten zahrnuje hlavní čep klikového hřídele a ojnicní čep, přičemž tento ojnicní čep je spojen s prvním ramenem klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele, zahrnující hlavní čep klikového hřídele a ojnicní čep, přičemž tento ojnicní čep je spojen s druhým ramenem klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele, zahrnující hlavní čep klikového hřídele a dva ojnicní čepy, přičemž tyto ojnicní čepy jsou spojeny s rameny klikového hřídele a hlavní čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele je umístěn mezi ojnicními čepy vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, přičemž první rameno klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl ramene a druhý díl ramene, přičemž první díl ramene i druhý díl ramene prvního ramene klikového hřídele je na své jedné straně připojen k ojnicnímu čepu prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele a první díl ramene i druhý díl ramene prvního ramene klikového hřídele je na své druhé straně připojen k ojnicnímu čepu vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, přičemž druhé rameno klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl ramene a druhý díl ramene, přičemž první díl ramene i druhý díl ramene druhého ramene klikového hřídele je na své jedné straně připojen k ojnicnímu čepu druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele a první díl ramene i druhý díl ramene je na své druhé straně připojen k ojnicnímu čepu vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, přičemž ojnicní čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, ke kterému je připojeno první rameno klikového hřídele, je jiný ojnicní čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, než ten ojnicní čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, ke kterému je připojeno druhé rameno klikového hřídele. S výhodou se využívá, že první díl ramene a druhý díl ramene jsou svařeny, čímž je dosaženo uzavřeného tvaru ramena klikového hřídele a zároveň jsou značně redukovány výrobní náklady a je zjednodušeno případné vložení dalších funkčních prvků do vnitřního prostoru ramene klikového hřídele. Alternativně lze využít i více dílů ramene, ze kterých je následně svařeno rameno klikového hřídele, nicméně
 35 využití dvou dílů ramene je nejvýhodnější.

S výhodou jsou první koncový ložiskový prvek klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele výkovky.

Alternativně klikový hřídel dále zahrnuje dále množinu vnitřních ložiskových prvků klikového hřídele mezi prvním koncovým ložiskovým prvkem klikového hřídele a vnitřním ložiskovým prvkem klikového hřídele a/nebo mezi vnitřním ložiskovým prvkem klikového hřídele a druhým koncovým ložiskovým prvkem klikového hřídele, přičemž klikový hřídel dále zahrnuje množinu ramen klikového hřídele, která je o jedno rameno klikového hřídele menší, než je celkový počet
 45 vnitřních ložiskových prvků klikového hřídele, přičemž tato ramena klikového hřídele spojují výhradně vnitřní ložiskové prvky klikového hřídele, přičemž tato ramena klikového hřídele jsou dutá a zahrnují dva díly, první díl ramene a druhý díl ramene, přičemž první díl ramene i druhý díl ramene těchto ramen klikového hřídele jsou na své jedné straně připojeny k ojnicnímu čepu vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele a první díl ramene i druhý díl ramene jsou na své druhé straně připojeny k ojnicnímu čepu jiného vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele. Toto řešení umožňuje realizovat klikový hřídel spalovacího motoru pro libovolný motor se sudým počtem válců.

Výhodně je spojení ramen klikového hřídele a ojnicních čepů realizováno svarem,

55

příčemž svar se nachází mimo ložiskovou plochu ojnicního čepu. Výhodně jsou první díl ramene a druhý díl ramene tvarově identické díly. S výhodou jsou první díl ramene a druhý díl ramene tvarově identické díly. S výhodou se dále využívá, že první díl ramene a druhý díl ramene jsou plechové výlisky ze svařitelného materiálu.

5

S výhodou kterýkoliv ložiskový prvek klikového hřídele z množiny první koncový

ložiskový prvek klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje vývažek, přičemž vývažek zahrnuje odlehčení. Výhodně kterýkoliv ložiskový prvek klikového hřídele z množiny první koncový ložiskový prvek klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje odlehčení v oblasti ojnicního čepu ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu klikového hřídele tohoto ložiskového prvku klikového hřídele.

10

Výhodně jsou ložiskové prvky klikového hřídele z množiny první koncový ložiskový prvek klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele vyrobeny z mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího tepelného zpracování po vykování. Přičemž ramena klikového hřídele jsou vyrobena z pevnostního plechu. Přičemž ramena klikového hřídele jsou vyrobena ze svařitelného pevnostního plechu, který má stejnou mez pevnosti jako materiál ložiskových prvků klikového hřídele, či mezi pevnosti která se od meze pevnosti materiálu ložiskových prvků klikového hřídele liší nejvýše o 10 %.

15

20

S výhodou se využívá, že vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje kanálek olejového vedení vedoucí od povrchu hlavního čepu klikového hřídele, který je součástí vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, k povrchu ojnicních čepů, které jsou součástí vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, a první koncový ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje kanálek olejového vedení od vnitřní strany odlehčení v oblasti ojnicního čepu ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu klikového hřídele prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele k povrchu stejného ojnicního čepu a druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje kanálek olejového vedení od vnitřní strany odlehčení v oblasti ojnicního čepu ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu klikového hřídele druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele k povrchu stejného ojnicního čepu.

25

30

Výhodně je vedení oleje vnitřním ložiskovým prvkem řešeno tak, že kanálek olejového vedení ve vnitřním ložiskovém prvkem vede od povrchu hlavního čepu klikového hřídele vnitřního ložiskového prvku ke vnitřní straně odlehčení ve vnitřní části ojnicního čepu ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu klikového hřídele vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele a dále zahrnuje každý z ojnicních čepů vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele kanálek vedení oleje, který ústí na své jedné straně v odlehčení ve vnitřní části ojnicního čepu a na své druhé straně ústí na povrchu tohoto ojnicního čepu.

35

40

S výhodou se využívá, že klikový hřídel spalovacího motoru zahrnuje trubičku napájení oleje, přičemž tato trubička napájení oleje je umístěna uvnitř ramene klikového hřídele.

45

Výše uvedené nedostatky dále odstraňuje spalovací motor zahrnující blok válců, klikovou skříň, ojnice, písty a klikový hřídel spalovacího motoru s využitím klikového hřídele popsaného výše, kde klikový hřídel je uložen v klikové skříni, přičemž koncové hlavní čepy klikového hřídele jsou uloženy ve valivých ložiscích.

50

Výše uvedené nedostatky dále odstraňuje postup výroby klikového hřídele spalovacího motoru uvedené výše, který zahrnuje kroky:

krok vyrobení prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele, vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele z polotovaru kování;

- 5 krok vyrobení dílů ramene lisováním plechu ze svařitelného ložiskového plechu;

krok svaření dílů ramene pomocí laserového svařování tak, že tvoří jeden kus dutého ramene klikového hřídele;

- 10 krok, kde první koncový ložiskový prvek klikového hřídele, vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele jsou dále obrobena vnitřní části ojnicích čepů každého ložiskového prvku, přičemž obráběním jsou vytvořeny odlehčení v této oblasti ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu klikového hřídele tohoto ložiskového prvku klikového hřídele;

- 15 přičemž následně zahrnuje krok napolohování jednotlivých částí tak, že platí, že na ojnicí čep prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele navazuje první rameno klikového hřídele, na první rameno klikového hřídele navazuje ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, na ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, který je odlišný
20 od ojnicího čepu vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, se kterým je spojeno první rameno klikového hřídele, navazuje druhé rameno klikového hřídele, přičemž na druhé rameno klikového hřídele navazuje ojnicí čep druhého ložiskového prvku klikového hřídele;

- následně zahrnuje krok svaření v oblastech spojení ojnicích čepů a ramen klikového hřídele.
25 Výhodně se využívá, že v kroku svaření v oblastech spojení ojnicích čepů a ramen klikového hřídele je využito laserového svařování.

- S výhodou se využívá, že v kroku svaření v oblastech spojení ojnicích čepů a ramen klikového hřídele je svařování provedeno mimo ložiskovou oblast ojnicích čepů. Výhodně po kroku svaření v oblastech spojení ojnicích čepů a ramen klikového hřídele následuje krok obrobení
30 ojnicích čepů a hlavních čepů klikového hřídele a krok kalení ojnicích čepů a hlavních čepů klikového hřídele, přičemž dále následuje krok broušení a lapování hlavních čepů klikového hřídele a ojnicích čepů.

35 Objasnění výkresů

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

- obr. 1 je znázorněn klikový hřídel dle tohoto vynálezu,

- obr. 2 je znázorněn klikový hřídel dle tohoto vynálezu rozložený na části dutých ramen klikového hřídele a ložiskové prvky,

- 45 obr. 3a je znázorněno rameno klikového hřídele s kanálkem vedení oleje obr. 3b je znázorněno rameno klikového hřídele s kanálkem vedení oleje v řezu obr. 4a je znázorněno rameno klikového hřídele bez kanálku vedení oleje obr. 4b je znázorněno rameno klikového hřídele bez kanálku vedení oleje v řezu obr. 5a je znázorněn jeden díl ramena klikového hřídele obr. 5b je
50 znázorněn jeden díl ramena klikového hřídele

- obr. 5c je znázorněno rameno klikového hřídele po svaření dvou dílů ramene klikového hřídele

- obr. 5d je znázorněno rameno klikového hřídele po svaření dvou dílů ramene klikového hřídele

55

obr. 6 je znázorněn klikový hřídel v řezu s rameny klikového hřídele, které umožňují vedení oleje

obr. 7 je znázorněna klikový hřídel v řezu s rameny klikového hřídele, které neumožňují vedení oleje.

5

Příklady uskutečnění vynálezu

Uvedená uskutečnění znázorňují příkladné varianty provedení vynálezu, která však nemají z hlediska rozsahu ochrany žádný omezující vliv.

10

Vynález je aplikovatelný u klikového hřídele spalovacího motoru s přímočarým vratným pohybem pístů. Spalovací motory s přímočarým vratným pohybem pístů zahrnují z hlavních mechanických součástí: blok válců, klikovou skříň, ojnice, písty, hlavu válců, rozvodový mechanismus, ložiska a klikový hřídel spalovacího motoru. Klikový hřídel s využitím vynálezu je vyobrazen na obr. 1. Klikový hřídel dle tohoto řešení určen pro řadový spalovací motor se čtyřmi písty a zahrnuje první koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele, vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele, druhý ložiskový prvek 6 klikového hřídele, rameno 3 klikového hřídele spojující první ložiskový prvek 4 klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele a rameno klikového hřídele 3, spojující vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele a druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele. Přičemž na jednom konci je umístěn volný konec 11 klikového hřídele a na druhém konci je umístěna příruba 10 setrvačniku. Výhodně je volný konec 11 a příruba 10 setrvačniku součástí ložiskových prvků. V tomto příkladném provedení tedy zahrnuje klikový hřídel tři ložiskové prvky klikového hřídele a dvě ramena 3 klikového hřídele, která je spojují, je patrné, že klikové hřídele pro řadový šestiválcový motor budou zahrnovat čtyři ložiskové prvky klikového hřídele (z nichž dva budou vnitřní) a tři ramena, která je budou spojovat a klikový hřídel pro řadový osmiválcový motor bude zahrnovat pět ložiskových prvků klikového hřídele (z nichž tři budou vnitřní) a čtyři ramena klikového hřídele, které budou spojovat ložiskové prvky klikového hřídele.

15

20

25

30

Jednotlivé části klikového hřídele využité v příkladných provedeních vynálezu jsou vyobrazeny na obr. 2, kde jsou na sebe navazující díly vyobrazeny odděleně. V tomto příkladném provedení prvního koncového ložiskového prvku 4 klikového hřídele, první koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele zahrnuje, hlavní čep 1 klikového hřídele, tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12 a ojnicí čep 2. Tento koncový ložiskový prvek klikového hřídele, tedy zahrnuje ve směru od konce klikového hřídele hlavní čep 1 klikového hřídele, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12, na které navazuje ojnicí čep 2. Tento ložiskový prvek klikového hřídele dále zahrnuje odlehčení provedené v těle ložiskového prvku klikového hřídele, ve vývažku 12 a ve vnitřní části ojnicího čepu 2. Výhodně je součástí prvního koncového ložiskového prvku 4 také volný konec 11 klikového hřídele, který navazuje na hlavní čep 1 klikového hřídele ze strany opačné než tělo ložiskového prvku klikového hřídele. V závislosti na variantě klikového hřídele zahrnuje první koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele také vyvrtaný kanálek přívodu oleje. Ve variantě, kdy je veden olej hlavním čepem 1 koncových ložiskových prvků klikového hřídele zahrnuje vyvrtaný kanálek přívodu oleje, kde první vyústění kanálku je na povrchu hlavního čepu 1, kanálek prochází tělem ložiskového prvku klikového hřídele a má druhé vyústění na povrchu ojnicího čepu 2. Alternativně má kanálek druhé vyústění do odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicího čepu 2 a dále zahrnuje druhý kanálek vyústěný na povrchu odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicího čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojnicího čepu 2. Ve variantě, kdy není napájen ojnicí čep 2 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele hlavním čepem 1 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele je veden kanálek přívodu oleje pouze ojnicí čepem 2, kde první vyústění tohoto kanálku je na povrchu odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicího čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojnicího čepu 2. První koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele je výhodně vyroben jako výkovek z oceli, výhodně je využito mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího tepelného zpracování po vykování. Alternativně lze první koncový ložiskový prvek 4 klikového

35

40

45

50

55

hřídele vyrobít jako obrobek, odlitek, či 3D tiskem. Přičemž první koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele může být dále opracována, obráběním, leštěním kalením a podobně.

V příkladném provedení vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele, vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele zahrnuje hlavní čep 1 klikového hřídele, dvě těla ložiskového prvku klikového hřídele s vývažky 12 a dva ojnicní čepy 2. Tento díl je vyroben jako jeden kus. Tento vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele, tedy zahrnuje ve směru od jednoho ze svých konců ojnicní čep 2, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12, na který navazuje hlavní čep 1, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12, na které navazuje ojnicní čep 2. Tento vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele dále zahrnuje odlehčení provedená v tělech ložiskového prvku klikového hřídele, ve vývažcích 12 a ve vnitřních částech ojnicních čepů 1. Odlehčení 13 v blízkosti hlavního čepu 1 vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele je realizované jako válcové vybrání v těle vnitřního ložiskového prvku 5. Přičemž válcové vybrání odlehčení 13 v blízkosti hlavního čepu 1 klikového hřídele při jeho teoretickém protažení zasahuje při spojení s ramenem 3 klikového hřídele do jednoho z ramen 3 klikového hřídele. Vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele zahrnuje také dva vyvrtané kanálky přívodu oleje. Kanálek pro vedení oleje je veden hlavním čepem 1, dále tělem ložiskového prvku klikového hřídele, kde první vyústění kanálku je na povrchu hlavního čepu 1, kanálek prochází tělem ložiskového prvku klikového hřídele a má druhé vyústění na povrchu ojnicního čepu 2. Alternativně má kanálek druhé vyústění do odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 a dále zahrnuje druhý kanálek vyústěný na povrchu odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojnicního čepu 2. Takto je řešen kanálek vedení oleje vedený k ojnicnímu čepu 2 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele, bližšímu volnému konci 11 klikového hřídele, a taktéž kanálek vedený k ojnicnímu čepu 2 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele vzdálenějšímu od volného konce 11 klikového hřídele. Výhodně je využito na povrchu hlavního čepu 1 společného vyústění obou kanálků. Vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele je výhodně vyroben jako výkovek z oceli, výhodně je využito mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího tepelného zpracování po vykování. Alternativně lze vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele vyrobít jako obrobek, odlitek, či 3D tiskem. Přičemž vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele může být dále opracován, obráběním, leštěním kalením a podobně.

V příkladném provedení druhého koncového ložiskového prvku 6 klikového hřídele druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele zahrnuje hlavní čep 1 klikového hřídele, tělo druhého koncového ložiskového prvku 6 klikového hřídele s vývažkem 12 a ojnicní čep 2. Druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele, tedy zahrnuje ve směru od volného konce 11 klikového hřídele ojnicní čep 2, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12, na které navazuje hlavní čep 1 klikového hřídele. Tento ložiskový prvek klikového hřídele dále zahrnuje odlehčení provedená v těle ložiskového prvku klikového hřídele, ve vývažku 12 a ve vnitřní části ojnicního čepu 1. Výhodně je součástí druhého koncového ložiskového prvku 6 také příruba 10 setrvačnicku klikového hřídele, která navazuje na hlavní čep 1 klikového hřídele ze strany opačné než tělo ložiskového prvku klikového hřídele. V závislosti na variantě klikového hřídele zahrnuje druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele také vyvrtaný kanálek přívodu oleje. Ve variantě, kdy je veden olej hlavním čepem 1 koncových ložiskových prvků klikového hřídele zahrnuje vyvrtaný kanálek přívodu oleje, kde první vyústění kanálku je na povrchu hlavního čepu 1, kanálek prochází tělem ložiskového prvku klikového hřídele a má druhé vyústění na povrchu ojnicního čepu 2. Alternativně má kanálek druhé vyústění do odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 a dále zahrnuje druhý kanálek vyústěný na povrchu odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojnicního čepu 2. Ve variantě, kdy není napájen ojnicní čep 2 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele hlavním čepem 1 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele, je veden kanálek přívodu oleje pouze ojnicním čepem 2, kde první vyústění tohoto kanálku je na povrchu odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojnicního čepu 2. Druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele je výhodně vyroben jako výkovek z oceli, výhodně je využito mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího

tepelného zpracování po vykování výhodně je využito mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího tepelného zpracování po vykování. Alternativně lze druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele vyrobit jako obrobek, odlitek, či 3D tiskem. Přičemž druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele může být dále opracován, obráběním, leštěním kalením a podobně.

Ramena 3 klikového hřídele jsou provedena ve dvou variantách. První variantou

jsou ramena 3 klikového hřídele, která umožňují vedení oleje ramenem 3, pro variantu klikového hřídele, kdy jsou všechny ojnicí čepy 2 napájeny olejem z hlavních čepů 1 vnitřních ložiskových prvků. Druhou variantou je varianta, kdy jsou ojnicí čepy 2 napájeny pouze olejem z hlavních čepů 1, které jsou součástí stejného ložiskového prvku klikového hřídele a kde ramena 3 klikového hřídele neumožňují vedení oleje ramenem 3. První díl 7 ramene a druhý díl 7 ramene je výhodně výliskem z pevnostního plechu, výhodně pak z pevnostního plechu válcovaného za tepla. Příkladem takového materiálu je 1.0998 dle normy DIN EN 10338:2015-10 z října 2015. Přičemž pro materiál použitý pro ložiskové prvky a materiál ramen 3 klikového hřídele platí, že mají přibližně stejnou mez pevnosti.

Ramena 3 klikového hřídele, která umožňují vedení oleje ramenem 3 klikového hřídele jsou vyobrazena na obr. 2, a konkrétně na obr. 3a jako celek a na obr. 3b v řezu. Ramena 3 klikového hřídele zahrnují dva díly 7 ramene, kdy tyto díly 7 ramene jsou plechové výlisky, které jsou společně svařeny tak, že tvoří rameno 3 klikového hřídele s dutou vnitřní částí. Alternativně lze využít pro výrobu ramene 3 klikového hřídele i více dílů 7 ramene než dva, avšak právě dva díly 7 ramene umožňuje nejefektivnější výrobu. S výhodou jsou oba tyto díly 7 ramene totožné. S výhodou je svarové spojení realizováno laserovým svařováním. Rameno 3 klikového hřídele dle tohoto provedení ramene 3 klikového hřídele dále zahrnuje trubičku 9 napájení oleje, která prochází vnitřní dutou částí ramene 3 klikového hřídele. Trubička 9 napájení oleje je k rameni 3 klikového hřídele uchycena pomocí přepážky 8 ramene, která má vnější obrys rovný vnitřnímu obrysu dutiny ramene 3 klikového hřídele v místě kde je připojena k ramenu 3 klikového hřídele a přepážka 8 ramene zahrnuje otvor pro umístění trubičky 9 vedení oleje, kterým prochází trubička 9 vedení oleje. Přepážka 8 ramene je spojena svarem s ramenem 3 klikového hřídele a taktéž trubička 9 vedení oleje je s přepážkou 8 ramene spojena svarem. S výhodou je svarové spojení realizováno laserovým svařováním. Přepážka 8 ramene je připojena v místě za hranou konce ramene 3 klikové hřídele, aby byl zajištěn prostor pro spojení ramene 3 klikové hřídele a ojnicího čepu 2. Přepážka 8 ramene slouží při spojení s ložiskovým prvkem v místě ojnicího čepu 2 k oddělení odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicího čepu 2 a dutiny v ramene 3 klikového hřídele, tímto je zamezeno přístupu oleje do dutiny ramene 3 klikového hřídele (mimo trubičku 9 vedení oleje). Výhodně je přepážka 8 ramene vyrobena jako plechový výlisk ze svařitelného materiálu, například ze stejného materiálu jako díl 7 ramene klikového hřídele.

Ramena 3 klikového hřídele, která neumožňují vedení oleje ramenem 3 klikového hřídele jsou vyobrazena na obr. 4a jako celek a na obr. 4b v řezu. Ramena 3 klikového hřídele zahrnují dva díly 7 ramene, kdy tyto díly 7 ramene jsou plechové výlisky, které jsou společně svařeny tak, že tvoří rameno 3 klikového hřídele s dutou vnitřní částí. Alternativně lze využít pro výrobu ramene 3 klikového hřídele i více dílů 7 ramene než dva, avšak právě dva díly 7 ramene umožňuje nejefektivnější výrobu. S výhodou jsou oba tyto díly 7 ramene totožné. S výhodou je svarové spojení realizováno laserovým svařováním. Rameno 3 klikového hřídele dle tohoto provedení dále zahrnuje přepážku 8 ramene, která má vnější obrys rovný vnitřnímu obrysu dutiny ramene 3 klikového hřídele v místě kde je připojena k ramenu 3 klikového hřídele, kde přepážka 8 ramene nemá ve svém objemu díry. Přepážka 8 zaslepení ramene je spojena svarem s ramenem 3 klikového hřídele. Přepážka 8 ramene je připojena v místě za hranou konce ramene 3 klikového hřídele, aby byl zajištěn prostor pro spojení ramene 3 klikového hřídele a ojnicího čepu 2. S výhodou je svarové spojení realizováno laserovým svařováním. Přepážka 8 ramene slouží při spojení s ložiskovým prvkem v místě ojnicího čepu 2 k oddělení odlehčení 14 ve vnitřní části

ojničního čepu 2 a dutiny v ramene 3 klikového hřídele, tímto je zamezeno přístupu oleje do dutiny ramene 3 klikového hřídele.

Příkladné provedení vynálezu spojení součástí klikového hřídele spočívá ve spojení dvou
 5 ojničních čepů 2 pomocí jednoho z ramen 3 klikového hřídele uvedených výše, toto spojení je realizováno na boční straně ojničního čepu 2, kde toto spojení nezasahuje do ložiskové plochy ojničního čepu 2. Ložiskovou plochou je ta část plochy ojničního čepu 2, kde je po instalaci klikového hřídele do motoru uchycena ojnice, tedy místo, kde dochází ke styku hlavy a víka ojnice (případně do nich vložené ložiskové pánve) s ojničním čepem 2. Toto spojení je
 10 provedeno svarem, tedy svarem na jedné straně ramene 3 klikového hřídele s jedním ojničním čepem 2 a na druhé straně ramene s druhým ojničním čepem 2. Výhodně je toto spojení svaru realizováno pomocí svařování laserem. Oproti konvenčním klikovým hřidelům jsou tedy tato ramena 3 klikového hřídele využita pro spojení ojničních čepů 2, které by v konvenční variantě byly propojeny přes hlavní čep (u klikového hřídele pro čtyřválcový řadový motor s pěti hlavními
 15 čepy je tedy možno vynechat druhý a čtvrtý hlavní čep). Pro řadové spalovací motory se sudým počtem válců platí, že ve směru od volného 11 konce hřídele jsou ramenem 3 klikového hřídele spojeny dvojice prvního a druhého ojničního čepu 2, třetího a čtvrtého ojničního čepu 2, pátého a šestého ojničního čepu 2 atd.

Klikový hřídel dle prvního příkladného provedení klikového hřídele je klikovým hřidlem pro
 20 čtyřválcový řadový spalovací motor, kde je využito výše popsaných částí klikového hřídele a výše popsaných ramen 3 klikového hřídele. První koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele je v místě ojničního čepu 2 mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně vzdálenější od volného konce 11 klikového hřídele) svarem spojen s ramenem 3 klikového hřídele. Přičemž
 25 první koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele zahrnuje kanálek vedení oleje mezi jeho hlavním čepem 1 a jeho ojničním čepem 2 a rameno 3 klikového hřídele neumožňuje vedení oleje. Toto rameno 3 klikového hřídele je dále svarem spojeno s ojničním čepem 2 vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně bližší k volnému konci 11 klikového hřídele). Druhý ojniční čep 2 vnitřního ložiskového prvku 5
 30 klikového hřídele je mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně vzdálenější od volného konce 11 klikového hřídele) svarem spojen s dalším ramenem 3 klikového hřídele. Přičemž toto rameno 3 klikového hřídele neumožňuje vedení oleje ramenem. Toto rameno 3 klikového hřídele je svarem spojeno s ojničním čepem 2 druhého koncového ložiskového prvku 6 klikového hřídele mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně bližší k volnému konci
 35 11 klikového hřídele). Přičemž druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele zahrnuje kanálek vedení oleje mezi jeho hlavním čepem 1 a jeho ojničním čepem 2.

Klikový hřídel dle druhého příkladného provedení klikového hřídele je klikovým hřidlem pro
 40 čtyřválcový řadový spalovací motor, kde je využito výše popsaných ložiskových prvků klikového hřídele a výše popsaných ramen klikového hřídele. První koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele je v místě ojničního čepu 2 mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně vzdálenější od volného konce 11 klikového hřídele) svarem spojen s ramenem 3 klikového hřídele. Přičemž první koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele zahrnuje z kanálků pouze kanálek přívodu oleje ojničním čepem 2, kde první vyústění tohoto kanálku je na povrchu
 45 odlehčení 14 ve vnitřní části ojničního čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojničního čepu 2 a rameno 3 klikového hřídele umožňuje vedení oleje (tedy rameno 3 klikového hřídele zahrnuje trubičku 9 vedení oleje). Toto rameno 3 klikového hřídele je dále svarem spojeno s ojničním čepem 2 vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně bližší k volnému konci 11 klikového hřídele). Druhý ojniční čep 2 vnitřního
 50 ložiskového prvku 5 klikového hřídele je mimo jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně vzdálenější od volného konce 11 klikového hřídele) svarem spojen s dalším ramenem 3 klikového hřídele. Přičemž toto rameno 3 klikového hřídele umožňuje vedení oleje ramenem (tedy rameno 3 zahrnuje trubičku 9 vedení oleje). Toto rameno 3 klikového hřídele je svarem spojeno s ojničním čepem 2 druhého koncového ložiskového prvku 6 klikového hřídele mimo
 55 jeho ložiskovou plochu (tedy na jeho boční straně bližší k volnému konci 11 klikového hřídele).

Příčemž druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele zahrnuje kanálek přívodu oleje pouze ojnicním čepem 2, kde první vyústění tohoto kanálku je na povrchu odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 a druhé vyústění na povrchu ojnicního čepu 2. Mazání ojnicních čepů 2 je v tomto příkladném provedení klikového hřídele realizováno přívodem oleje z hlavního čepu 1 vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele, odkud je veden olej kanálky do vybrání obou ojnicních čepů 2 tohoto ložiskového prvku klikového hřídele, kdy je veden olej jak kanálkem procházejícím ojnicními čepy 2 na povrch těchto ojnicních čepů 2, tak je veden trubičkou 9 vedení oleje umístěnou v rameni 3 klikového hřídele do odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 prvního koncového ložiskového prvku 4 klikového hřídele a do odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2 druhého koncového ložiskového prvku 6 klikového hřídele, přičemž u obou těchto ojnicních čepů je následně veden kanálkem procházejícím ojnicními čepy 2 na povrch těchto ojnicních čepů 2. Je nasnadě, že v případě klikového hřídele řadového šestiválcového a víceválcového motoru lze využít i varianty, kdy ramena 3 klikového hřídele spojující vnitřní ložiskové prvky 5 klikového hřídele jsou ramena 3 klikového hřídele, která neumožňují vedení oleje a ramena 3 klikového hřídele spojující vnitřní ložiskové prvky 5 klikového hřídele s koncovými ložiskovými prvky klikového hřídele jsou ramena 3 klikového hřídele umožňující vedení oleje.

Klikový hřídel dle třetího příkladného provedení klikového hřídele je klikovým hřídelem pro osmiválcový vidlicový spalovací motor, kde je využito výše popsaných ložiskových prvků klikového hřídele a výše popsaných ramen klikového hřídele. Klikový hřídel dle třetího příkladného provedení může být realizován jak jako klikový hřídel, který umožňuje vedení oleje ramenem klikového hřídele, tak jako klikový hřídel, který neumožňuje vedení oleje ramenem klikového hřídele. Pro oba případy je vedení oleje realizováno analogicky. Rozdílem v tomto klikovém hřídeli je v konkrétní realizaci prvního koncového ložiskového prvku 4 klikového hřídele, druhého koncového ložiskového prvku 6 klikového hřídele a vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele. První koncový ložiskový prvek 4 klikového hřídele zahrnuje hlavní čep 1 klikového hřídele, tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12 a ojnicní čep 2, kde oproti prvnímu koncovému ložiskovému prvku 4 klikového hřídele popsanému výše je ojnicní čep 2 realizován jako ojnicní čep 2 umožňující svou délkou umístění dvou ojnicních ložisek, který navazuje na tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12. Výhodně je součástí prvního koncového ložiskového prvku 4 také volný konec 11 klikového hřídele, který navazuje na hlavní čep 1 klikového hřídele ze strany opačné než tělo ložiskového prvku klikového hřídele. Vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele zahrnuje hlavní čep 1 klikového hřídele, dvě těla ložiskového prvku klikového hřídele s vývažky 12 a dva ojnicní čepy 2. Tento díl je vyroben jako jeden kus. Tento vnitřní ložiskový prvek 5 klikového hřídele, tedy zahrnuje ve směru od jednoho ze svých konců první ojnicní čep 2 vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele, který je uzpůsobený svou délkou k umístění dvou ojnicních ložisek, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12, na které navazuje hlavní čep 1, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12, na které navazuje druhý ojnicní čep 2 vnitřního ložiskového prvku 5 klikového hřídele svou délkou umístění dvou ojnicních ložisek. Druhý koncový ložiskový prvek 6 klikového hřídele zahrnuje, hlavní čep 1 klikového hřídele, tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12 a ojnicní čep 2, kde oproti druhému koncovému ložiskovému prvku 6 klikového hřídele popsané výše je ojnicní čep 2 realizován jako ojnicní čep 2 umožňující pouze svou délkou umístění dvou ojnicních ložisek a který navazuje na tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem 12. Výhodně je součástí druhého koncového ložiskového prvku 6 také příruba 10 setrvačnicku klikového hřídele, která navazuje na hlavní čep 1 klikového hřídele ze strany opačné než tělo ložiskového prvku klikového hřídele.

Čtvrtým příkladným provedením klikového hřídele je klikový hřídel pro osmiválcový vidlicový spalovací motor, kde je využito výše popsaných ložiskových prvků klikového hřídele a výše popsaných ramen klikového hřídele. Klikový hřídel dle čtvrtého příkladného provedení může být realizován jak jako klikový hřídel, který umožňuje vedení oleje ramenem klikového hřídele, tak jako klikový hřídel, který neumožňuje vedení oleje ramenem klikového hřídele. Pro oba případy je vedení oleje realizováno analogicky. Rozdílem v tomto klikovém hřídeli je v konkrétní

realizaci prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele, druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele a vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele. První koncový ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje hlavní čep klikového hřídele, tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem a ojnicí čep, kde oproti prvnímu koncovému ložiskovému prvku klikového hřídele popsanému výše je první koncový ložiskový prvek klikového hřídele opatřen na svém konci prvním ojnicím čepem prvního koncového ložiskového prvku, který navazuje na tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem a druhým ojnicím čepem prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele, který navazuje na první ojnicí čep prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele a je umístěn mimo osu prvního ojnicího čepu prvního koncového ložiskového prvku klikového hřídele. Výhodně je součástí prvního koncového ložiskového prvku také volný konec klikového hřídele, který navazuje na hlavní čep klikového hřídele ze strany opačné než tělo ložiskového prvku klikového hřídele. Vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje hlavní čep klikového hřídele, dvě těla ložiskového prvku klikového hřídele s vývažky a čtyři ojnicí čepy. Tento ložiskový prvek je vyroben jako jeden kus. Tento vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele, tedy zahrnuje ve směru od jednoho ze svých konců první ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, třetí ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, který je umístěn mimo osu prvního ojnicího čepu vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, kde na třetí ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem, na který navazuje hlavní čep, na který navazuje tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem, na které navazuje druhý ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele na který navazuje čtvrtý ojnicí čep vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele, který je umístěn mimo osu druhého ojnicího čepu vnitřního ložiskového prvku klikového hřídele. Druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele zahrnuje, hlavní čep klikového hřídele, tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem a první ojnicí čep druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele, který navazuje na tělo ložiskového prvku klikového hřídele s vývažkem a druhý ojnicí čep druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele, který navazuje na první ojnicí čep druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele a je umístěn mimo osu prvního ojnicího čepu druhého koncového ložiskového prvku klikového hřídele. Výhodně je součástí druhého koncového ložiskového prvku také příruba setrvačnicku klikového hřídele, která navazuje na hlavní čep klikového hřídele ze strany opačné než tělo ložiskového prvku klikového hřídele.

Prvním příkladným provedením spalovacího motoru dle předkládaného vynálezu je spalovací motor s přímočarým vratným pohybem pístů zahrnují z hlavních mechanických součástí: blok válců, klikovou skříň, ojnice, písty, hlavu válců, rozvodový mechanismus, ložiska a klikový hřídel spalovacího motoru. Jelikož odborník v oboru je plně schopný realizovat konvenčně známé části spalovacího motoru, tak je dále popsáno jen řešení týkající se klikové hřídele a klikové skříně. Dle tohoto prvního příkladného provedení spalovacího motoru je využito čtyřválcového řadového spalovacího motoru a prvního příkladného provedení klikového hřídele. Klikový hřídel je uložen v klikové skříni, přičemž kliková skříň zahrnuje tři tělesa ložisek, ve kterých jsou uloženy hlavní čepy 1 klikového hřídele. Přičemž všechna ložisková spojení jsou realizovaná kluzným ložiskem.

Druhým příkladným provedením spalovacího motoru dle předkládaného vynálezu je spalovací motor s přímočarým vratným pohybem pístů zahrnují z hlavních mechanických součástí: blok válců, klikovou skříň, ojnice, písty, hlavu válců, rozvodový mechanismus, ložiska a klikový hřídel spalovacího motoru. Jelikož odborník v oboru je plně schopný realizovat konvenčně známé části spalovacího motoru, tak je dále popsáno jen řešení týkající se klikového hřídele a klikové skříně. Dle tohoto příkladného provedení spalovacího motoru je využito čtyřválcového řadového spalovacího motoru a druhého příkladného provedení klikového hřídele. Klikový hřídel je uložen v klikové skříni, přičemž kliková skříň zahrnuje tři tělesa ložisek, ve kterých jsou uloženy hlavní čepy 1 klikového hřídele. Přičemž ve středovém tělesu ložiska klikové skříně je uložen středový (druhý) hlavní čep 1 pomocí kluzného ložiska a koncové hlavní čepy 1 (první a třetí hlavní čep 1) jsou uloženy v ložiskovém tělesu pomocí valivého ložiska. Konvenčně je

kliková skříň dělena, a jedna její část je provedena v bloku válců a druhá je samostatným dílem, toto řešení lze využít i u předkládaného vynálezu. Je nasnadě že u řadových motorů o více válcích jsou obdobně první a poslední hlavní čepy 1 uloženy v ložiskovém tělese pomocí valivého ložiska a všechny vnitřní hlavní čepy 1 jsou uloženy pomocí kluzného ložiska.

5

Příkladným provedením způsobu výroby klikového hřídele dle předkládaného vynálezu je následující postup. Prvně jsou vyrobeny jednotlivé části klikového hřídele, tedy ramena 3 klikového hřídele a ložiskové prvky klikového hřídele. Výroba ramen 3 klikového hřídele je realizována lisováním plechu, kdy jsou vyrobeny dva identické díly 7 ramene klikového hřídele lisováním. Tyto díly 7 ramene klikového hřídele jsou následně svařeny pomocí laserového svařování tak, že tvoří jeden díl, který je uvnitř dutý a tvoří tedy rameno 3 klikového hřídele. Do vnitřního prostoru ramene 3 klikového hřídele je vložena a svarem připojena přepážka 8 ramene, která má vnější obrys rovný vnitřnímu obrysu dutiny ramene 3 klikového hřídele v místě, kde je připojena k ramenu 3 klikového hřídele. Přepážka 8 zaslepení ramene je připojena v místě za hranou konce ramene 3 klikové hřídele, aby byl zajištěn prostor pro spojení ramene 3 klikové hřídele a ojnicního čepu 2. S výhodnou je svarové spojení realizováno laserovým svařováním. Alternativně může být spojení přepážky 8 zaslepení ramene s ramenem 3 klikového hřídele realizováno lisováním nebo uložením s přesahem. Přepážka 8 ramene může dále zahrnovat jí procházející trubičku 9 vedení oleje, která je k přepážce 8 ramene svařena laserovým svařováním. Přepážka 8 ramene je připojena na obou koncích ramene 3 klikového hřídele. Alternativně lze trubičku 9 vedení oleje s přepážkou 8 zaslepení ramene připojit zalisováním, či uložením s přesahem.

Ložiskové prvky klikového hřídele jsou vyrobeny kováním polotovaru. Následně je obráběním je v potřebných místech vývažků 12 a těl ložiskových prvků klikového hřídele odebrán materiál a jsou vytvořena odlehčení. Dále je obráběním odebrán materiál ze vnitřní části ojnicních čepů 2, čímž dojde nejen k odlehčení ložiskového prvku klikového hřídele, ale také k vytvoření místa, které umožňuje vedení oleje ramenem 3 klikového hřídele. Touto operací dochází k vytvoření odlehčení 14 ve vnitřní části ojnicního čepu 2. Vrtáním jsou dále provedeny kanálky vedení oleje, ve variantách, jak jsou popsány v příkladných provedeních jednotlivých ložiskových prvků klikového hřídele výše. Obráběním jsou také vytvořeny odlehčení 13 v blízkosti hlavního čepu 1 vnitřního ložiskového prvku 5. Výhodě se pro odlehčení a kanálky využívá operace vrtání. Dále je klikový hřídel poskládán obdobně, jak je uvedeno v příkladných provedeních klikových hřídelů výše. Jednotlivá spojení ramen 3 klikového hřídele a ojnicních čepů ložiskových prvků je realizováno pomocí laserového svařování. Následně jsou čepy klikového hřídele obrobeny, kaleny, broušeny, leštěny, či lapovány. Přičemž hrany vyústění těchto kanálků jsou výhodně zaobleny, leštěny, případně zpevněny kuličkováním.

40 Průmyslová využitelnost

Výše popsané zařízení a způsob výroby je využitelné především ve spalovacích motorech osobních automobilů s přímočarým vratným pohybem pístů, vynález je určen především pro řadové čtyřdobé spalovací motory se sudým počtem válců a vidlicové motory se sudým počtem 45 válců s 8 a více písty. Vynález je dále možné využít ve spalovacích motorech pro veškeré dopravní prostředky. Vynález je možné využít také u čtyřdobých spalovacích motorů typu boxer (se sudým počtem válců), čtyřdobých spalovacích motorů s protiběžnými písty, čtyřdobých spalovacích motorů s vidlicovým uspořádáním pístů nebo dvoudobých motorů

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Rameno klikového hřídele spalovacího motoru **vyznačující se tím**, že rameno (3) klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene.
2. Rameno klikového hřídele spalovacího motoru podle nároku 1 **vyznačující se tím**, že první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene jsou svařeny.
3. Rameno klikového hřídele spalovacího motoru podle kteréhokoliv z předchozích nároků **vyznačující se tím**, že první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene jsou tvarově identické díly.
4. Rameno klikového hřídele spalovacího motoru podle kteréhokoliv z předchozích nároků **vyznačující se tím**, že první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene jsou plechové výlisky.
5. Klikový hřídel spalovacího motoru zahrnující dva ojniční čepy (2), první ojniční čep (2), druhý ojniční čep (2), dva hlavní čepy (1) klikového hřídele a rameno (3) klikového hřídele, **vyznačující se tím**, že rameno (3) klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene, přičemž rameno (3) klikového hřídele spojuje první ojniční čep (2) a druhý ojniční čep (2), přičemž první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene je na své jedné straně připojen k prvnímu ojničnímu čepu (2) a první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene je na své druhé straně připojen ke druhému ojničnímu čepu (2).
6. Klikový hřídel spalovacího motoru podle nárok 5 **vyznačující se tím**, že každý ojniční čep (2) sousedící s hlavním čepem (1) klikového hřídele je s tímto sousedícím hlavním čepem (1) klikového hřídele spojen a jsou součástí ložiskového prvku klikového hřídele, přičemž ložiskový prvek klikového hřídele je vyroben z jednoho kusu.
7. Klikový hřídel spalovacího motoru **vyznačující se tím**, že zahrnuje množinu ložiskových prvků klikového hřídele, přičemž zahrnuje alespoň první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele, zahrnující hlavní čep (1) klikového hřídele a ojniční čep (2), přičemž tento ojniční čep (2) je spojen s prvním ramenem (3) klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele, zahrnující hlavní čep (1) klikového hřídele a ojniční čep (2), přičemž tento ojniční čep (2) je spojen s druhým ramenem (3) klikového hřídele a klikový hřídel dále zahrnuje vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele, zahrnující hlavní čep (1) klikového hřídele a dva ojniční čepy (2), přičemž tyto ojniční čepy (2) jsou spojeny s rameny (3) klikového hřídele a hlavní čep (1) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele je umístěn mezi ojničními čepy (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, přičemž první rameno (3) klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene, přičemž první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene prvního ramene (3) klikového hřídele je na své jedné straně připojen k ojničnímu čepu (2) prvního koncového ložiskového prvku (4) klikového hřídele a první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene prvního ramene (3) klikového hřídele je na své druhé straně připojen k ojničnímu čepu (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, přičemž druhé rameno (3) klikového hřídele je duté a zahrnuje dva díly, první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene, přičemž první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene druhého ramene (3) klikového hřídele je na své jedné straně připojen k ojničnímu čepu (2) druhého koncového ložiskového prvku (6) klikového hřídele a první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene je na své druhé straně připojen k ojničnímu čepu (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, přičemž ojniční čep (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, ke kterému je připojeno první rameno (3) klikového hřídele, je jiný ojniční čep (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, než ten ojniční čep (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, ke kterému je připojeno druhé rameno (3) klikového hřídele.
8. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 7 **vyznačující se tím**, že první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene jsou svařeny.

9. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 7 až 8 **vyznačující se tím**, že první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele jsou výkovky.
- 5 10. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 7 až 9 **vyznačující se tím**, že klikový hřídel zahrnuje dále množinu vnitřních ložiskových prvků (5) klikového hřídele mezi prvním koncovým ložiskovým prvkem (4) klikového hřídele a vnitřním ložiskovým prvkem (5) klikového hřídele a/nebo mezi vnitřním ložiskovým prvkem (5) klikového hřídele a druhým koncovým ložiskovým prvkem (6) klikového hřídele, přičemž klikový hřídel dále zahrnuje množinu ramen (3) klikového hřídele, která je o jedno rameno (3) klikového hřídele menší, než je celkový počet vnitřních ložiskových prvků (5) klikového hřídele, přičemž tato ramena (3) klikového hřídele spojují výhradně vnitřní ložiskové prvky (5) klikového hřídele, přičemž tato ramena (3) klikového hřídele jsou dutá a zahrnují dva díly, první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene, přičemž první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene těchto ramen (3) klikového hřídele jsou na své jedné straně připojeny k ojnicnímu čepu (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele a první díl (7) ramene i druhý díl (7) ramene jsou na své druhé straně připojeny k ojnicnímu čepu (2) jiného vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele.
11. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 10 **vyznačující se tím**, že spojení ramen (3) klikového hřídele a ojnicních čepů (2) je realizováno svarem, přičemž svar se nachází mimo ložiskovou plochu ojnicního čepu (2).
12. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 11 **vyznačující se tím**, že první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene jsou tvarově identické díly.
13. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 12 **vyznačující se tím**, že první díl (7) ramene a druhý díl (7) ramene jsou plechové výlisky ze svařitelného materiálu.
14. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 13 **vyznačující se tím**, že kterýkoliv ložiskový prvek klikového hřídele z množiny první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele zahrnuje vývažek (12), přičemž vývažek (12) zahrnuje odlehčení.
15. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 14 **vyznačující se tím**, že kterýkoliv ložiskový prvek klikového hřídele z množiny první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele zahrnuje odlehčení (14) ve vnitřní části ojnicního čepu (2) ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu (1) klikového hřídele tohoto ložiskového prvku klikového hřídele.
16. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 15 **vyznačující se tím**, že zahrnuje trubičku (9) napájení oleje, přičemž tato trubička (9) napájení oleje je umístěna uvnitř ramene (3) klikového hřídele.
17. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 16 **vyznačující se tím**, že ložiskový prvek klikového hřídele z množiny první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele a vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele jsou vyrobeny z mikrolegované oceli volně chladnoucí na vzduchu, bez nutnosti dalšího tepelného zpracování po vykování a ramena (3) klikového hřídele jsou vyrobena z pevnostního plechu.
18. Klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 17 **vyznačující se tím**, že vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele zahrnuje kanálek olejového vedení vedoucí od povrchu hlavního čepu (1) klikového hřídele, který je součástí vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, k povrchu ojnicních čepů (2), které jsou součástí vnitřního ložiskového prvku (4) klikového hřídele, a první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele zahrnuje kanálek

olejového vedení od vnitřní strany odlehčení v oblasti ojnicního čepu (2) ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu (1) klikového hřídele prvního koncového ložiskového prvku (4) klikového hřídele k povrchu stejného ojnicního čepu (2) a druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele zahrnuje kanálek olejového vedení od vnitřní strany odlehčení v oblasti ojnicního čepu (2) ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu (1) klikového hřídele druhého koncového ložiskového prvku (6) klikového hřídele k povrchu stejného ojnicního čepu (2).

19. Klikový hřídel spalovacího motoru podle nároku 18 **vyznačující se tím**, že kanálek olejového vedení ve vnitřním ložiskovém prvku (5) vede od povrchu hlavního čepu (1) klikového hřídele vnitřního ložiskového prvku (5) ke vnitřní straně odlehčení (14) ve vnitřní části ojnicního čepu (2) ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu (1) klikového hřídele vnitřního ložiskového prvku (4) klikového hřídele a dále zahrnuje každý z ojnicních čepů (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele kanálek vedení oleje, který ústí na své jedné straně v odlehčení (14) ve vnitřní části ojnicního čepu (2) a na své druhé straně ústí na povrchu tohoto ojnicního čepu (2).

20. Spalovací motor zahrnující blok válců, klikovou skříň, ojnice, písty a klikový hřídel spalovacího motoru podle kteréhokoliv z nároků 5 až 19, **vyznačující se tím**, že klikový hřídel je uložen v klikové skříni, přičemž koncové hlavní čepy (1) klikového hřídele jsou uloženy ve valivých ložiscích.

21. Postup výroby klikového hřídele spalovacího motoru dle kteréhokoliv z nároků 5 až 19 **vyznačující se tím**, že zahrnuje kroky:

krok vyrobení prvního koncového ložiskového prvku (4) klikového hřídele, vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, druhého koncového ložiskového prvku (6) klikového hřídele z polotovaru kování;

krok vyrobení dílů (7) ramene lisováním plechu ze svařitelného pevnostního plechu;

krok svaření dílů (7) ramene pomocí laserového svařování tak, že tvoří jeden kus dutého ramene (3) klikového hřídele;

krok, kde první koncový ložiskový prvek (4) klikového hřídele, vnitřní ložiskový prvek (5) klikového hřídele, druhý koncový ložiskový prvek (6) klikového hřídele jsou dále obrobena vnitřní části ojnicních čepů (2) každého ložiskového prvku, přičemž obráběním jsou vytvořeny odlehčení v této oblasti ze směru vzdálenějšího hlavnímu čepu (1) klikového hřídele tohoto ložiskového prvku klikového hřídele;

přičemž následně zahrnuje krok napolohování jednotlivých částí tak, že platí, že na ojnicní čep (2) prvního koncového ložiskového prvku (4) klikového hřídele navazuje první rameno (3) klikového hřídele, na první rameno (3) klikového hřídele navazuje ojnicní čep (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, na ojnicní čep (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, který je odlišný od ojnicního čepu (2) vnitřního ložiskového prvku (5) klikového hřídele, se kterým je spojeno první rameno (3) klikového hřídele, navazuje druhé rameno (3) klikového hřídele, přičemž na druhé rameno (3) klikového hřídele navazuje ojnicní čep (2) druhého ložiskového prvku (6) klikového hřídele;

následně zahrnuje krok svaření v oblastech spojení ojnicních čepů (2) a ramen (3) klikového hřídele.

22. Postup výroby klikového hřídele spalovacího motoru dle nároku 21 **vyznačující se tím**, že v kroku svaření v oblastech spojení ojnicních čepů (2) a ramen (3) klikového hřídele je využito laserového svařování.

23. Postup výroby klikového hřídele spalovacího motoru dle kteréhokoliv z nároků 21 až 22 **vyznačující se tím**, že v kroku svaření v oblastech spojení ojničních čepů (2) a ramen (3) klikového hřídele je svařování provedeno mimo ložiskovou oblast ojničních čepů (2).

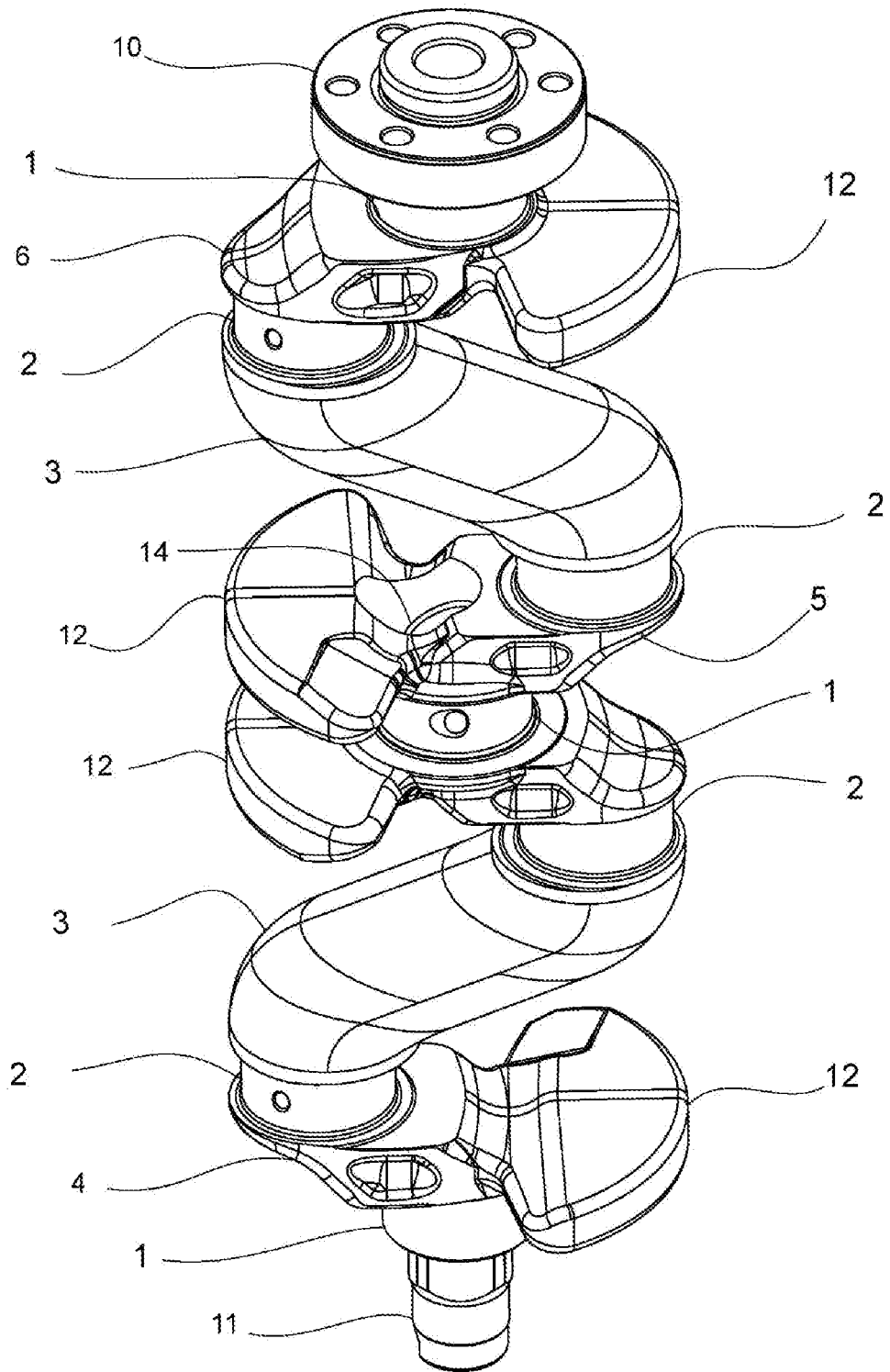
- 5 24. Postup výroby klikového hřídele spalovacího motoru dle kteréhokoliv z nároků 21 až 23 **vyznačující se tím**, že po kroku svaření v oblastech spojení ojničních čepů (2) a ramen (3) klikového hřídele následuje krok obrobení ojničních čepů (2) a hlavních čepů (1) klikového hřídele a krok kalení ojničních čepů (2) a hlavních čepů (1) klikového hřídele s následným krokem broušení a lapování.

10

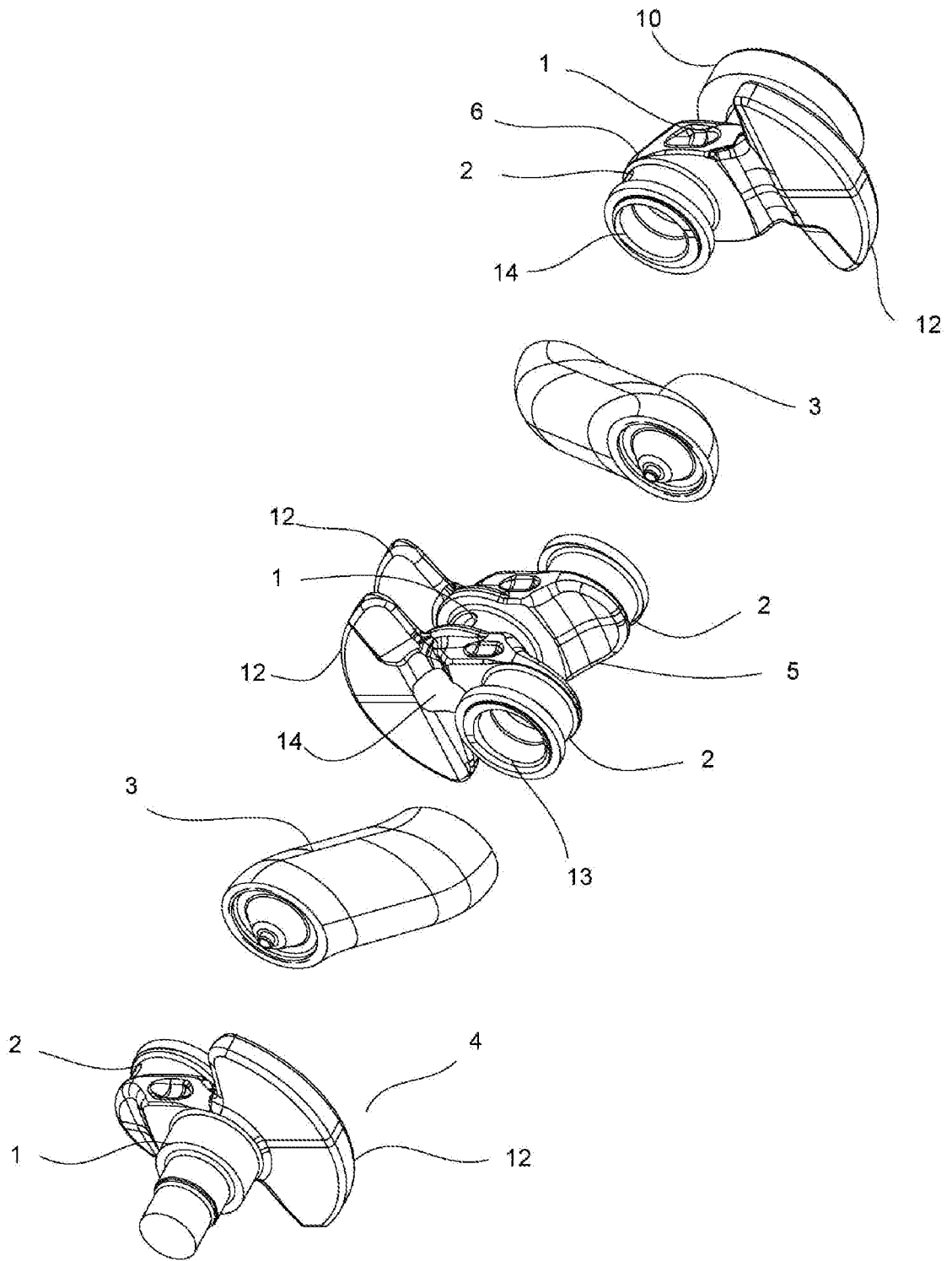
8 výkresů

Seznam vztahových značek

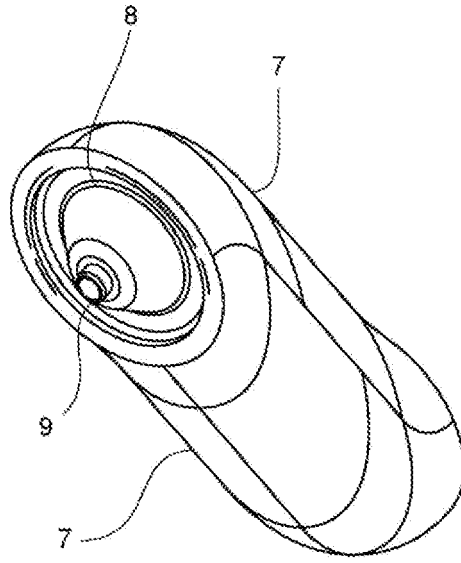
- 1 - Hlavní čep klikového hřídele
- 2 - Ojniční čep
- 3 - Rameno klikového hřídele
- 4 - První koncový ložiskový prvek klikového hřídele
- 5 - Vnitřní ložiskový prvek klikového hřídele
- 6 - Druhý koncový ložiskový prvek klikového hřídele
- 7 - Díl ramene
- 8 - Přepážka ramene
- 9 - Trubička napájení oleje
- 10 - Příruba setrvačnicku
- 11 - Volný konec klikového hřídele
- 12 - Vývažek
- 13 - Odlehčení v blízkosti hlavního čepu
- 14 - Odlehčení ve vnitřní části ojničního čepu



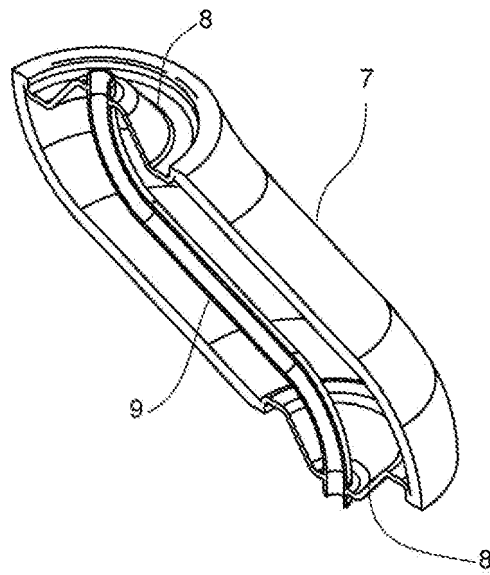
Obr. 1



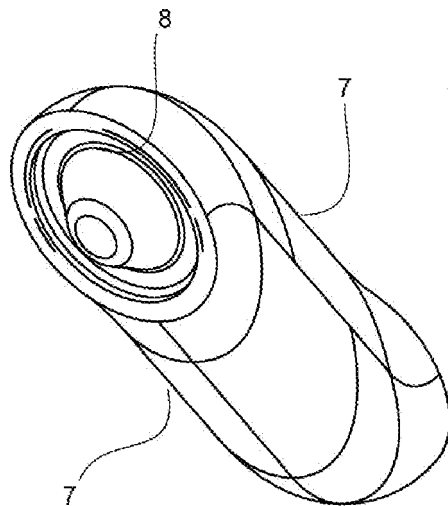
Obr. 2



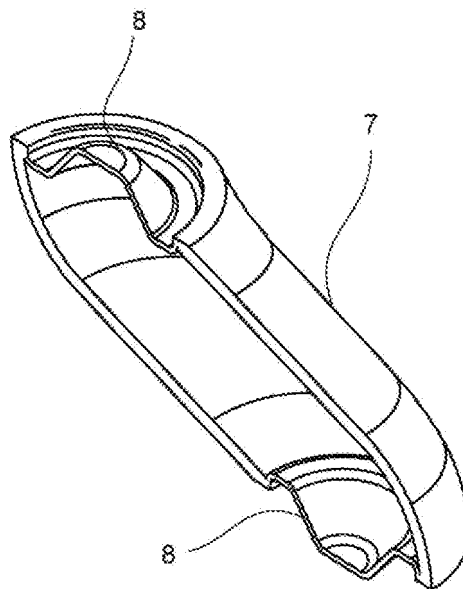
Obr.3a



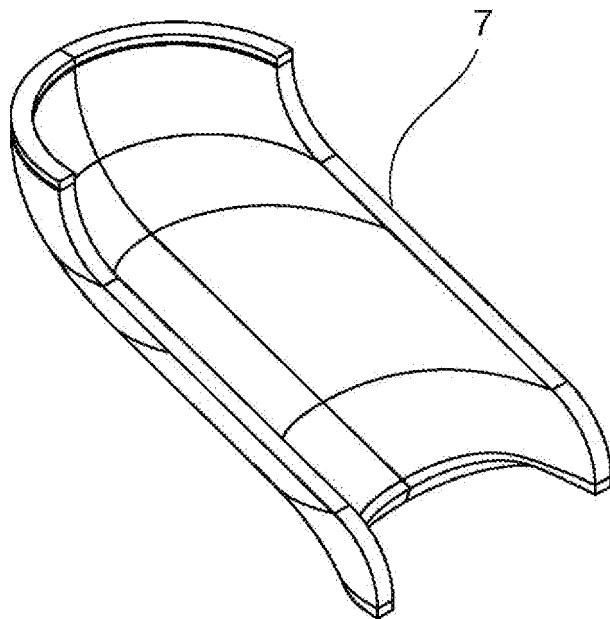
Obr.3b



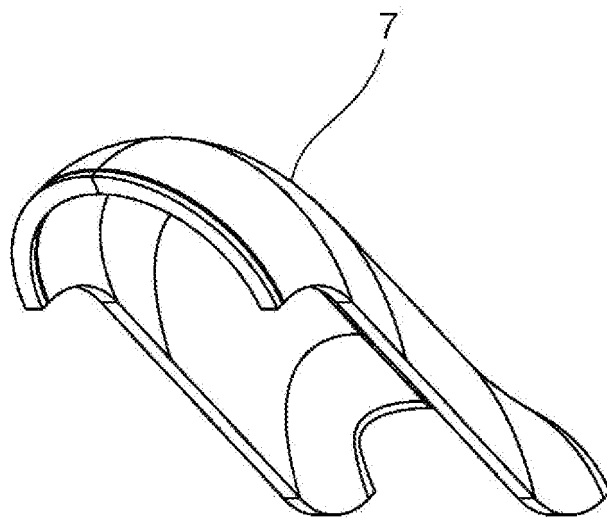
Obr.4a



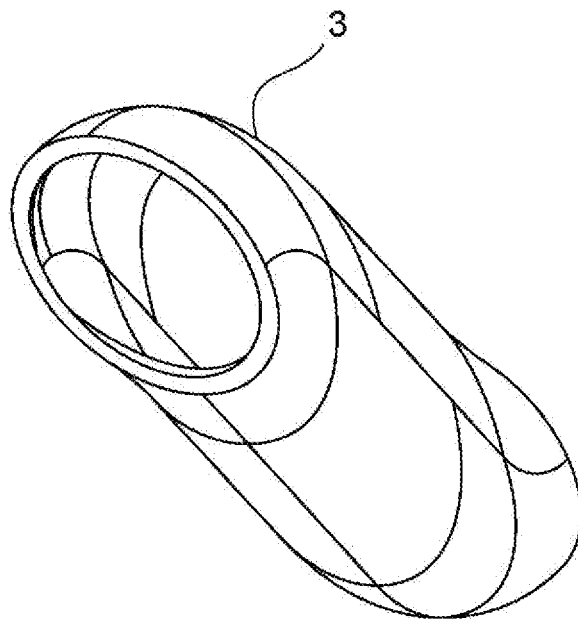
Obr.4b



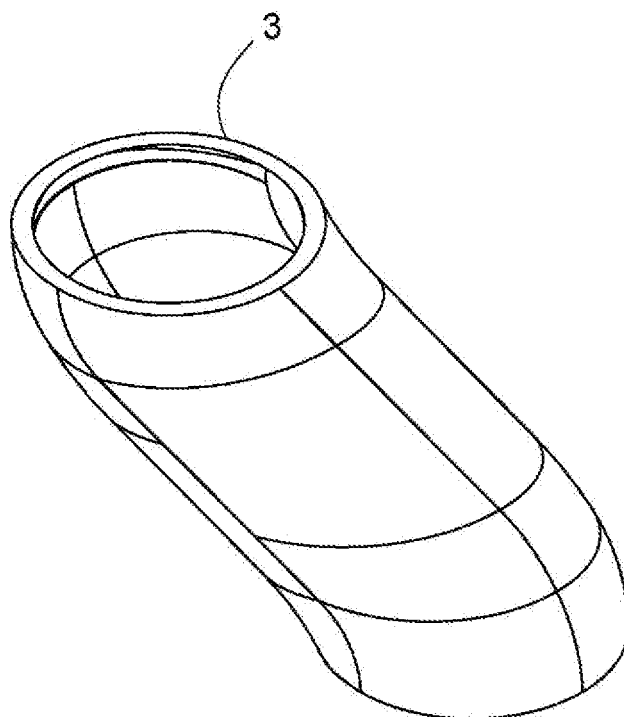
Obr. 5a



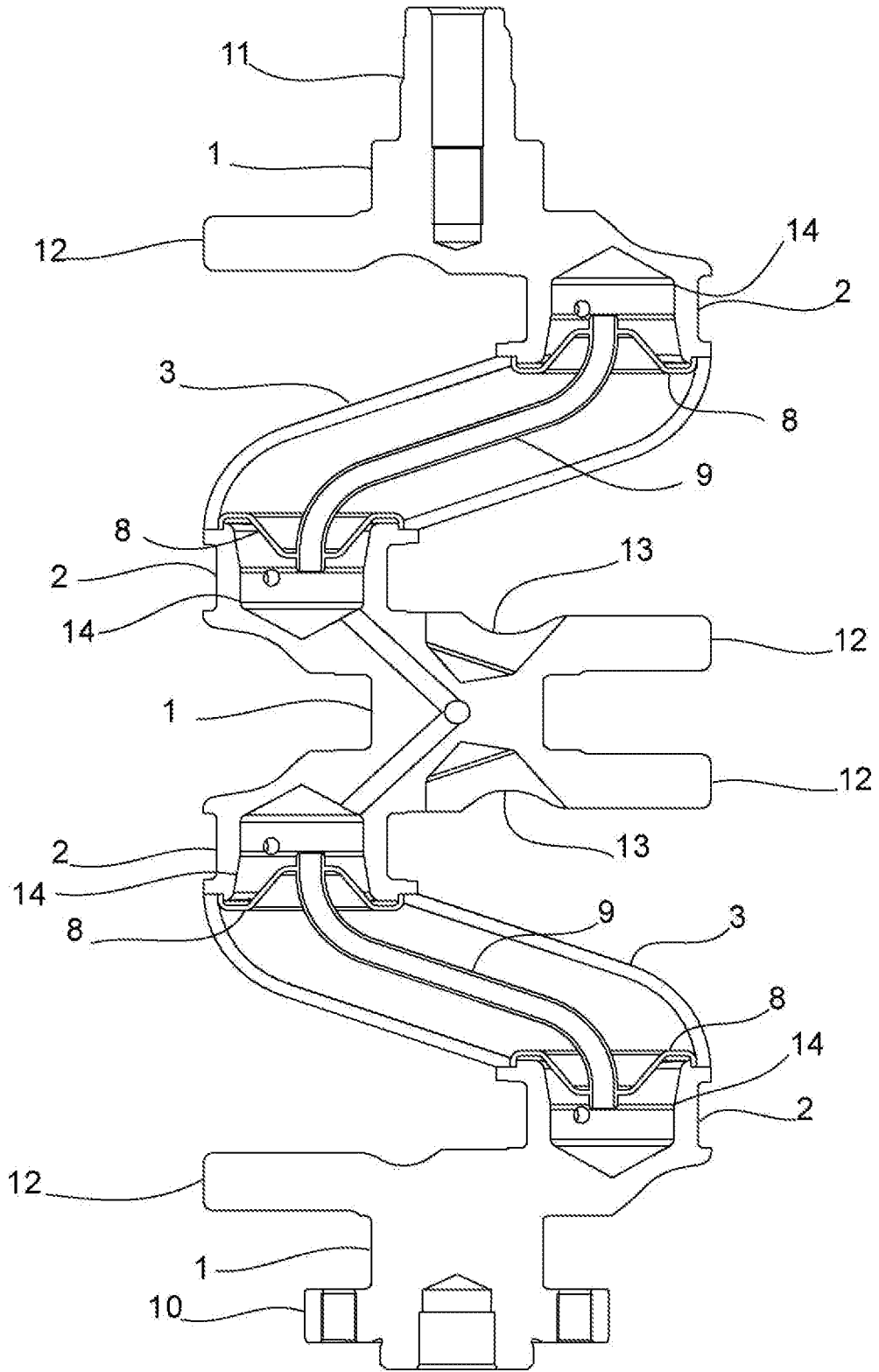
Obr.5b



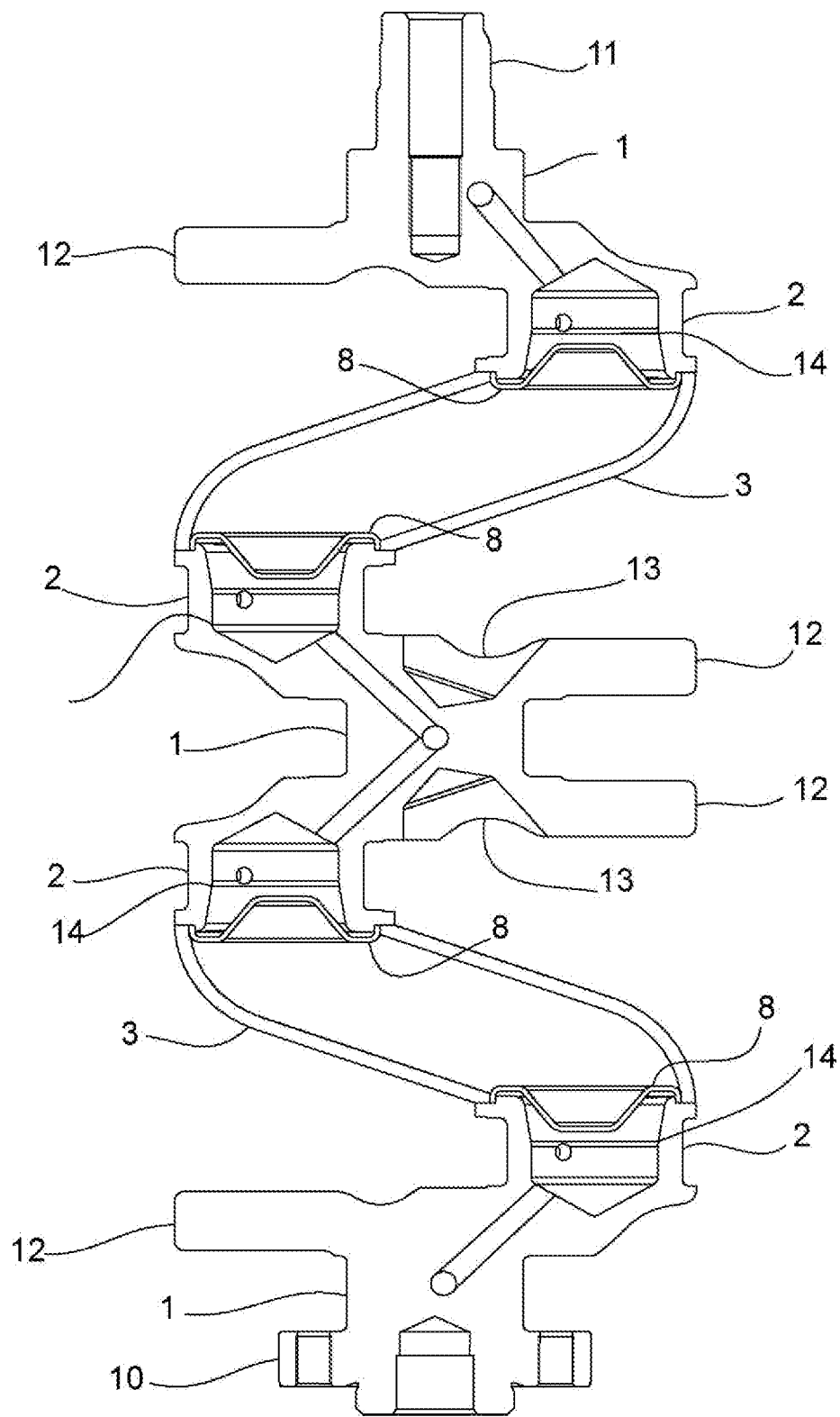
Obr. 5c



Obr. 5d



Obr. 6



Obr. 7