

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

34 246

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F02G 1/043 (2006.01)

F01B 1/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-37708**
(22) Přihlášeno: **23.06.2020**
(47) Zapsáno: **28.07.2020**

(73) Majitel:
Oto Mušálek, Ludgeřovice, CZ
Jiří Mučka, Dobroslavice, CZ
René Širý, Ostrava, Hrabůvka, CZ

(72) Původce:
Oto Mušálek, Ludgeřovice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Iva Rylková, Polská 1525/12, 708 00 Ostrava,
Poruba

(54) Název užitého vzoru:
Stirlingův motor

CZ 34246 U1

Stirlingův motor

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká nového konstrukčního řešení Stirlingova motoru typu alfa umožňující dosažení vyšší účinnosti, zejména pro využití v energetice.

10 Dosavadní stav techniky

Klasický Stirlingův motor typu alfa je dvouválcový teplovzdušný motor. Jeho konstrukci popisuje například Wikipedie. Stirlingův motor je zde popsán jako spalovací motor s vnějším spalováním, pracující s cyklickým stlačováním a expanzí pracovního plynu. Tento motor má dva pracovní písty v oddělených válcích, každý se svým pístem. Jeden je teplý válec, nazývaný také jako expanzní válec, tento válec je připojen na vně válece situovaný ohřívač. Druhý je studený válec, nazývaný také jako kompresní válec, ten je připojen na vně válece situovaný chladič. Pomocí pístů dochází ke stlačování pracovního plynu při nízké teplotě a expanzi při vysoké teplotě. Pracovní plyn je přesunován z teplého válce do studeného, a naopak přes regenerátor, který je zapojen mezi válci. Propojení mezi válci je zajištěno pomocí propojovacího kanálu s obousměrným průchodem do pracovního prostoru válců. Regenerátor je tepelný výměník, který uschovává tepelnou energii v době mezi expanzí a kompresí pracovního plynu. Regenerátor může tvořit výplň umístěná v propojovacím kanálu mezi válci, nebo případně je v obousměrném propojovacím kanálu mezi válci zapojen individuální regenerátor vhodného typu. V teplém válci plyn expanduje při vysoké teplotě ohřívače. Ve studeném válci se plyn stlačuje při nízké teplotě chladiče. Písty jsou opatřeny pohybovým mechanismem, kterým je obvykle kliková hřídel. Písty jsou vůči sobě v úhlu, běžně 90°. Jde o motor s uzavřeným oběhem, v němž probíhá transformace tepelné energie na mechanickou práci.

Příkladem jiného konstrukčního řešení Stirlingova motoru typu alfa je motor podle CZ 2002-2455. Zde jsou popsány dva písty, které jsou vůči sobě v ostrém úhlu, tyto písty jsou spojeny pomocí Hookova kloubu nastaveného v tupém úhlu, větším než 120° a menším než 180°. Válce pístů jsou zde propojeny jednoduchým spojovacím potrubím. Regenerátor a chladič jsou umístěny mimo spojovací potrubí, na kanálu tvořeném tzv. vyrovnávacím potrubím, majícím vstup a výstup do studeného válce. Vstupy a výstupy do/z propojovacího potrubí jsou uskutečněny obousměrnými průchody. Tepelný výměník tvoří jednak nahřívací komora, uspořádaná jako koncová část válce nad chlazeným, studeným pístem, a jednak spojovací potrubí.

U všech známých typů Stirlingova motoru mají písty podobu jednoduchého plného tělesa ve tvaru odpovídajícím tvaru pístnice, v níž je píst umístěn, přičemž píst má rovné čelo i dno. V terminologii daného oboru se zpravidla používá pro pístnici Stirlingova motoru název válec, přestože má někdy pístnice jiný tvar, například jako nádoba o průřezu oválu nebo pravidelného několikahranu. Tomu pak odpovídá i tvar pístu, jehož těleso je válec, hranol, osmistěn a podobně.

Stirlingův motor typu alfa je významný svou účinností. V současnosti zvyšuje jeho význam možnost použití alternativních a obnovitelných zdrojů energie. Problémem u těchto zařízení je mrtvý prostor pístů, který snižuje dosahovanou účinnost.

Nevýhodou v současné době známých Stirlingových motorů typu alfa je, že neumožňují dosahovat ideálního cyklu, co se týká účinnosti. Nad písty vzniká dočasně mrtvý prostor způsobující snížený kompresní poměr pístů. Jsou používány některé typy regenerátorů s relativně nízkou teplosměnnou plochou. Dráha pracovního plynu je poměrně dlouhá. Teplosměnné plochy, na kterých se provádí ohřev nebo chlazení pracovního plynu, jsou relativně malé. Další nevýhodou je, že zdroj tepla nemůže být vzdálen od motoru. Motor může být připojen pouze k jednomu zdroji tepla. Není

možná regulace pomocí cyklického přivírání expanzního a kompresního prostoru, nebo jednosměrným prouděním pracovního plynu.

5 Podstata technického řešení

Výše uvedené nevýhody odstraňuje ve značné míře dále uvedené navržené řešení. Navržené nové technické řešení podstatně vylepšuje a upravuje konstrukčně Stirlingův motor typu alfa, z něhož využívá zahnutí dvou pístů, které jsou pohyblivé každý v jednom válci, regenerátor, ohřivač jakožto zdroj tepelné energie vně válce a chladič jakožto odběrné místo tepelné energie vně válce. Ohřivač i chladič se nacházejí vně válců a regenerátor se nachází v propojovacím kanálu, který propojuje pracovní prostor prvního válce s pracovním prostorem druhého válce, přičemž propojovací kanál je k pracovnímu prostoru válců připojen prostřednictvím obousměrných průchodů. Podstatou nového řešení je, že oba písty jsou opatřeny alespoň jedním vybráním, přičemž k ohřivači je připojen první tepelný výměník a k chladiči je připojen druhý tepelný výměník, kde tyto tepelné výměníky, resp. jejich teplosměnné plochy, se nachází v pracovním prostoru válců a svým tvarem a rozměry i umístěním odpovídají vybrání tak, že alespoň zčásti zapadají do vybrání pístů. První tepelný výměník zapadá do vybrání pístu v prvním válci a druhý tepelný výměník zapadá do vybrání pístu v druhém válci.

S výhodou je z pracovního prostoru každého válce vyveden jednosměrný vývod do regenerátoru. Jednosměrné vývody jsou vyvedeny z pracovního prostoru válců, vždy na jiném místě než do pracovního prostoru ústí obousměrný průchod.

Jednosměrný vývod je s výhodou opatřen jednosměrným uzávěrem v místě výstupu z válce.

S výhodou tělo pístů zahrnuje trn, který uzavírá obousměrný průchod z válce tohoto pístu do propojovacího kanálu, a to při poloze pístu, při níž se píst nachází v horní úvrati. Obousměrný průchod je v tom případě situován nad trnem. Rozměry, tvar i poloha trnu jsou zvoleny tak, že při poloze pístu v horní úvrati trn na obousměrný průchod těsně dosedá a uzavírá obousměrný průchod.

S výhodou trn vybíhá ze dna vybrání.

S výhodou jsou první i druhý tepelný výměník opatřeny otvorem pro pohyb trnu a média. Prostřednictvím tohoto otvoru prochází trn při svém pohybu přes tepelný výměník, přičemž přes celý tepelný výměník probíhá alespoň při horní úvrati pístu.

Tepelné výměníky svou horní částí s výhodou těsně dosedají na čelo válců, a to na jiném místě než kde do pracovního prostoru ústí obousměrný kanál. Tvary, rozměry a umístění prvků si navzájem odpovídají tak, že v poloze horní úvrati pístu jsou celé tepelné výměníky uloženy ve vybrání pístů a zapadají do něj pouze s mezerou nutnou pro pohyb média. Velikost mezery lze vypočítat a stanovit jako velikost potřebnou pro proudění pracovního plynu.

Jednosměrné vývody z válců jsou v tom případě situovány s výhodou nad pístem, na takovém místě, že jednosměrný vývod je při poloze horní úvrati pístem uzavřen.

S výhodou jsou do válců zvoleny lamelové tepelné výměníky. V obou válcích se v tom případě nachází lamelový tepelný výměník s kapalinovým okruhem.

Písty jsou s výhodou v poloze, při níž mají rovnoběžné osy, a při této poloze jsou opatřeny vačkovým mechanismem typu zdvih-pokles-prodleva.

Vačky vačkového mechanismu typu zdvih-pokles-prodleva jsou s výhodou mechanicky spojeny pro otáčivý pohyb stejným směrem a se stejným počtem otáček. To umožňuje například volba

mechanizmu s diskovými vačkami na hřídeli, nebo mechanismu bubnových vaček mechanicky propojených prostřednictvím ozubeného soukolí.

5 Navržené nové řešení Stirlingova motoru typu alfa má zvýšený výkon ve srovnání s dosavadním stavem a je využitelný zejména pro generátory na výrobu elektřiny. Umožňuje efektivně využít odpadní teplo výfukových plynů ze spalování. Je také vhodný pro solární zdroje tepla. Při využití tepelné energie ze slunečního záření může být přeměněno až 40 % tepla na elektrickou energii. Navržený Stirlingův motor může být využit pro výrobu elektřiny v kogeneračních jednotkách, ve stavebních objektech, například pro obecní objekty, domácnosti nebo podnikatelské provozovny.

10 Může umožnit i využití odpadního tepla z průmyslových procesů, jako jsou provozny pekáreny, pražírny apod., které lze s pomocí tohoto motoru využít pro výrobu elektřiny. Hlavní výhodou tohoto motoru je vysoká účinnost motoru, vyšší než u dosavadního stavu. Je dosahován téměř ideální Stirlingův cyklus. Navržené řešení dosahuje snížení mrtvého prostoru ve válcích a zvýšení jejich kompresního poměru. Volbou regenerátoru tvořícího náplň v propojovacím potrubí je vytvořena velká teplosměnná plocha regeneračního prvku motoru. Je dosaženo minimální dráhy pracovního plynu při velké využitelné teplosměnné ploše tepelných výměníků. Zdroj tepla může být od motoru vzdálen. Další výhodou je, že navržený motor může být současně připojen k více zdrojům tepla. Navržený motor umožňuje cyklické přivírání expanzního a kompresního prostoru i jednosměrné proudění pracovního plynu.

20

Objasnění výkresů

Navržené řešení je objasněno pomocí výkresů, kde znázorňují

25

Obr. 1 schéma příkladného navrženého Stirlingova motoru, při pohledu na svislý řez přes písty a propojovací kanál.

30 Obr. 2 pohled shora na příčný řez jedním válcem s pístem a tepelným výměníkem, v místě naznačeném jako A-A na obrázku Obr. 1

Obr. 3A, B, C a Obr. 4D, E různé fáze práce navrženého motoru podle polohy a směru pohybu pístů, s naznačením směru pohybu médií a vaček

35 Obr. 5 detail tepelného výměníku, naznačeného na předchozích obrázcích z důvodu jednoduchosti pouze blokově, při prostorovém pohledu zepředu na svislý řez vedený přes střed tepelného výměníku.

Obr. 6 prostorový pohled šikmo zdola na celý tepelný výměník z obrázku Obr. 5

40

Příklady uskutečnění technického řešení

45 Příkladem nejlepšího provedení navrženého technického řešení je Stirlingův motor podle obrázků Obr. 1 až 6.

Jde o Stirlingův motor základního typu alfa, který je konstrukčně upraven podle navrženého řešení. Obsahuje dva písty 1, 2, pohyblivé každý v jednom válci 3, 4, ohřivač 5 tvořící zdroj tepelné energie a chladič 6 jakožto odběrné místo tepelné energie. Válce 3, 4 mají pracovní prostor nad písty 1, 2, přičemž pracovní prostor prvního, expanzního válce 3 je propojen s pracovním prostorem druhého, kompresního válce 4 propojovacím kanálem 7. V propojovacím kanálu 7 je zabudován regenerátor 8, tvořený akumulacním materiálem schopným absorbovat a akumulovat v sobě teplo z proudícího média. Akumulační materiály jsou známé, mohou být použity například skleněné kuličky, nebo drť na bázi částic porézní keramické hmoty, nebo soustava plechových lamel. Jako pracovní médium je použit plyn. Ohřivač 5 i chladič 6 se nacházejí vně válců 3, 4.

55

Propojovací kanál 7 je k pracovnímu prostoru válců 3, 4 připojen prostřednictvím obousměrných průchodů 9. K ohřívači 5 je připojen první tepelný výměník 10 a k chladiči 6 je připojen druhý tepelný výměník 11. Oba písty 1, 2 jsou opatřeny vybráním 12. První tepelný výměník 10 se nachází v pracovním prostoru prvního, expanzního válce 3, druhý tepelný výměník 11 se nachází v pracovním prostoru druhého, kompresního válce 4. V obou válcích je tepelný výměník 10, 11 uložen ve vybrání 12. V tomto příkladném provedení ideálního motoru je z důvodu srozumitelnosti a názornosti zvolen takový konkrétní tvar prvků, aby odpovídal zavedenému názvosloví v daném oboru. Proto zde válce 3, 4 mají skutečně válcový tvar, tedy mají podobu dutého tělesa o průřezu ve tvaru kružnice. Adekvátně tomu zde mají příkladné písty 1, 2 podobu plných těles, jejichž obvodová stěna je rovněž o tvaru kružnice. V praxi se pak ale jako válce 3, 4 podle navrženého řešení mohou použít, a tedy rozumět jako válce všechny tvary používané a nazývané jako válce motoru v daném oboru, tedy i tělesa o průřezu elipsovitém, nebo jako mnohostěny apod.

Z pracovního prostoru každého válce 3, 4 je na jiném místě, než se nachází obousměrný průchod 9, vyveden jednosměrný vývod 13 do regenerátoru 8. Tyto jednosměrné vývody 13 jsou v místě výstupu z válců 3, 4 opatřeny jednosměrným uzávěrem 14, například jednoduchým uzavíracím ventilem.

Tělo pístů 1, 2 obsahuje trn 15, umožňující dočasně uzavírat obousměrný průchod 9 do propojovacího kanálu 7. Těto možnosti je dosaženo tvarem a vzájemným vhodným umístěním trnu 15 a obousměrného průchodu 9. Obousměrný průchod 9 je situován nad trnem 15, a rozměry těchto prvků jsou zvoleny tak, že při horní úvrati pístu 1, 2 trn 15 na obousměrný průchod 9 příslušného pístu 1, 2 těsně dosedá a daný obousměrný průchod 9 je trnem 15 uzavřen.

V předvedeném ideálním provedení mají písty 1, 2 obvodovou stěnu ve tvaru válcového pláště a trn 15 má tvar válce se zkosenou horní hranou. Vybrání 12 má obvodovou stěnu rovněž ve tvaru válcového pláště a trn 15 vyběhá uprostřed ze dna 16 vybrání 12, takže vybrání 12 vytváří v těle pístů 1, 2 dutinu ve tvaru mezikruží mezi trnem 15 a válcovou stěnou vybrání 12. Existenci trnu 15 ve vybrání 12 jsou uzpůsobeny svým tvarem a typem i oba tepelné výměníky 10, 11. Jsou použity lamelové tepelné výměníky 10, 11, s teplosměnnými plochami tvořenými množinou lamel, a oba tyto lamelové tepelné výměníky 10, 11 jsou opatřeny otvorem 17, tvořícím průchozí tunel pro pohyb trnu 15. Otvor 17 v každém z tepelných výměníků 10, 11, v tomto konkrétním příkladu středový, společně s vybráním 12 umožňuje účinnější protlačování pracovního média kolem teplosměnných ploch tepelných výměníků 10, 11 při pohybu pístů 1, 2. Do tohoto otvoru 17 se trn 15 zasunuje a vysunuje při pohybu pístů 1, 2.

Při pohybu pístu 1, 2 nahoru se trn 15 sune postupně odspodu nahoru a tlačí médium kolem příslušného tepelného výměníku 10, 11, nahoru do obousměrného průchodu 9 a jednosměrného vývodu 13. Při pohybu pístu 1, 2 směrem dolů médium proudí do válce 3, 4 pouze přes obousměrný průchod 9, a ve válci 3, 4 proudí dolů kolem teplosměnných ploch příslušného tepelného výměníku 10, 11 a pod něj. Podle toho, o který válec 3, 4 jde, dochází k ohřevu a expanzi pracovního média, nebo k chlazení a zmenšování objemu pracovního média. Jako pracovní médium je vhodný zejména vodík, helium, dusík, nebo vzduch.

V poloze, kdy je píst 1, 2 v horní úvrati, prochází jeho trn 15 přes příslušný tepelný výměník 10, 11 v celém výškovém rozměru tepelného výměníku 10, 11, a přitom trn 15 uzavírá obousměrný průchod 9. Není podmínkou, aby byl trn 15 uprostřed vybrání 12 nebo válce 3, 4, nebo aby byl stejně vysoký jako okraj pístu 1, 2, závisí na volbě tvarů a umístění prvků motoru, například může být vyšší, jak také znázorňují obrázky v tomto příkladném provedení.

Při optimální realizaci navrženého řešení, tak jak je předvedeno v příkladném provedení na obrázcích, jsou tepelné výměníky 10, 11 v pracovním prostoru válců 3, 4 umístěny tak, že svou horní částí těsně dosedají na čelo válců 3, 4 a při poloze horní úvrati pístů 1, 2 tepelné výměníky 10, 11 celé zapadají do vybrání 12 v pístu 1, 2, s obvodovou mezerou 18 nutnou pro proudění pracovního média při pohybu pístů 1, 2. U předvedeného optimálního provedení se jednosměrné

vývody 13 z válců 3, 4 do regenerátoru 8 nacházejí nad pístem 1, 2 a písty 1, 2 mají takové rozměry a tvar, že při poloze horní úvrati příslušného pístu 1, 2 je jednosměrný vývod 13 u tohoto pístu 1, 2 uzavřen. Tedy při horní poloze prvního pístu 1 v expanzním válci 3 je uzavřen jednosměrný vývod 13 z expanzního válce 3, a při horní poloze druhého pístu 2 v kompresním válci 4 je uzavřen
 5 jednosměrný vývod 13 z kompresního válce 4. V předvedeném příkladu jsou čela válců 3, 4 i horní strany pístů 1, 2 rovné, což ale není podmínkou, mohou být například vypouklé, vyduté nebo jinak tvarované, avšak navzájem si tvarem odpovídají.

Pro motor je optimální zvolit do válců 3, 4 lamelové tepelné výměníky 10, 11 s kapalinovým okruhem, konstrukčně uzpůsobené tvaru a rozměrům vybrání 12 v pístech 1, 2 a tvaru i umístění
 10 trnů 15, jak ukazují obrázky Obr. 5 a Obr. 6.

Je navrženo i zajištění optimálního pohybu pístů 1, 2. Písty 1, 2 podle navrženého technického řešení mají na rozdíl od klasického Stirlingova motoru typu alfa rovnoběžné osy. Za účelem
 15 dosažení žádoucího pohybu jsou s výhodou opatřeny vačkovým mechanismem typu zdvih-pokles-prodleva. Vačky 19, 20 vačkového mechanismu jsou mechanicky spojeny pro otáčivý pohyb stejným směrem a se stejným počtem otáček, například spřažením na hřídeli, nebo jako v předvedeném příkladu, pomocí dvou hřídelí 21, 22 a řemene 23. Písty 1, 2 jsou připojeny k vačkovému mechanismu například prostřednictvím kladek 24, 25.

20 Cirkulace kapaliny v kapalinovém okruhu tepelných výměníků 10, 11 je zajištěna běžným způsobem, pomocí čerpadla 26.

Konkrétní příklad práce motoru je předveden na ukázce jednotlivých fází motoru na obrázcích
 25 Obr. 3 a Obr. 4 a je následující.

Obr. 3A ukazuje stav motoru při krajních polohách pístů 1, 2. První píst 1, horký, je nahoře, v poloze horní úvrati, druhý píst 2, studený, je dole. Vačkový mechanismus, konkrétně vačka 20
 30 na obrázku Obr. 3A vpravo, zajistí krátké setrvání pístů 1, 2 v této poloze. V poloze, kdy je první píst 1 v horní úvrati, prochází jeho trn 15 přes první tepelný výměník 10 v celém výškovém rozměru prvního tepelného výměníku 10 a uzavírá obousměrný průchod 9 z expanzního válce 3. Obousměrný průchod 9 z kompresního válce 4, situovaný nad druhým pístem 2, je otevřen. Jednosměrný vývod 13 z expanzního válce 3 do regenerátoru 8 uzavřel horní okraj prvního pístu 1. Jednosměrný uzávěr 14 uzavírá jednosměrný vývod 13 z kompresního válce 4. Proudění pracovního média ustane.

Na Obr. 3B první píst 1, horký, zůstává v horní úvrati a uzavírá propojovací kanál 7 na straně
 40 expanzního válce 3, zatímco druhý píst 2 se pohybuje nahoru. Při tomto pohybu druhý píst 2 stlačuje ochlazené pracovní médium obsažené v kompresním válci 4 a vytlačuje je dále přes obousměrný průchod 9 a jednosměrný vývod 13 do propojovacího kanálu 7 a zde do regenerátoru 8. Když druhý píst 2 vystoupá do horní úvrati, jeho trn 15 uzavře obousměrný průchod 9 z kompresního válce 4 a okraj druhého pístu 2 uzavře jednosměrný vývod 13 z kompresního válce 3. Motor přejde do další fáze podle Obr. 3C.

45 V další fázi podle Obr. 3C se pohybuje první píst 1 dolů, z horní úvrati do dolní úvrati. Druhý píst 2 setrvává nahoře, v poloze horní úvrati, a přitom uzavírá propojovací kanál 7 na straně kompresního válce 4. Stlačené pracovní médium je tlakem komprese i nasáváním následkem pohybu prvního pístu 1 vytlačováno z propojovacího kanálu 7 a pouze přes obousměrný průchod 9 proudí do expanzního válce 3. Jednosměrný vývod 13 z expanzního válce 3 je pomocí
 50 jednosměrného uzávěru 14, například v podobě zpětné klapky, uzavřen. Pracovní médium v expanzním válci 3 proudí do otvoru 17 v prvním tepelném výměníku 10 a kolem jeho teplosměnných ploch, tedy mezi jeho lamelami i přes mezeru 18. O teplosměnné plochy prvního tepelného výměníku 10 se pracovní médium ohřívá, expanduje, postupně vyplňuje pracovní prostor expanzního válce 3 a stlačuje první píst 1 dolů až do jeho mezní dolní polohy. Motor přejde do
 55 fáze znázorněné na obrázku Obr. 4D.

Obrázek Obr. 4D ukazuje stav motoru při krajních polohách pístů 1, 2, kde první píst 1, horký, je dole, a druhý píst 2, studený, je v poloze horní úvrati. Vačkový mechanismus, konkrétně vačka 19 na obrázku Obr. 4D vlevo, zajistí krátké setrvání pístů 1, 2 v této poloze. V poloze, kdy je druhý píst 2 v horní úvrati, prochází jeho tm 15 přes druhý tepelný výměník 11 v celém výškovém rozměru druhého tepelného výměníku 11 a uzavírá obousměrný průchod 9 z kompresního válce 4. Obousměrný průchod 9 z expanzního válce 3, situovaný nad prvním pístem 1, je otevřen. Jednosměrný vývod 13 z kompresního válce 4 do regenerátoru 8 uzavřel horní okraj druhého pístu 2. Jednosměrný uzávěr 14 uzavírá jednosměrný vývod 13 z expanzního válce 4. Proudění pracovního média ustane.

Následně se první píst 1 pohybuje nahoru, a současně se druhý píst 2 pohybuje dolů, jak znázorňuje obrázek Obr. 4E. V expanzním válci 3 se při pohybu prvního pístu 1 nahoru sune tm 15 postupně přes otvor 17 odspodu nahoru a tlačí pracovní médium nahoru. Prvním tepelným výměníkem 10 ohřáté médium proudí z expanzního válce 3 přes jednosměrný vývod 13 a obousměrný průchod 9 do propojovacího kanálu 7 a v něm do regenerátoru 8.

Následuje fáze podle obrázku Obr. 3A. Výše uvedené fáze 3A až 4E se v uvedeném pořadí opakují.

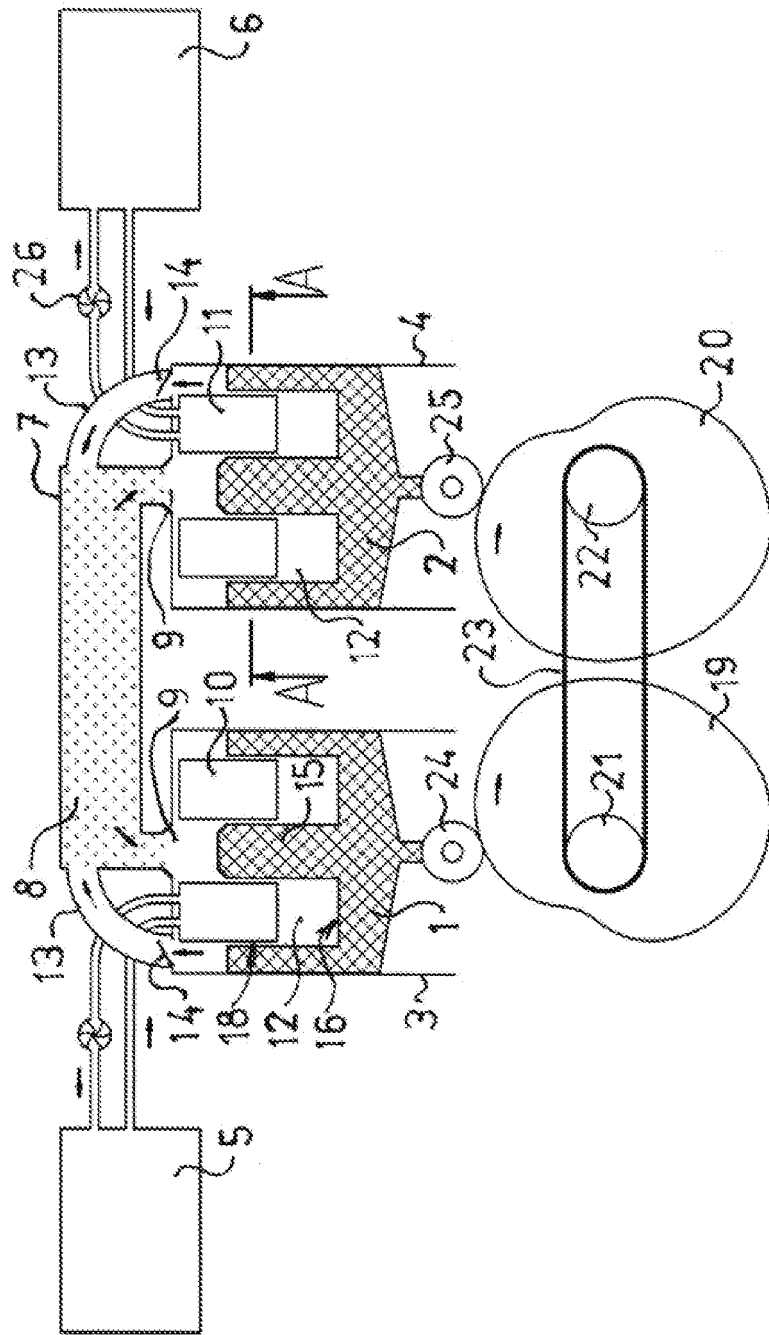
V expanzním válci 3 se pracovní médium ohřívá prostřednictvím prvního tepelného výměníku 10 teplem přiváděným z vnějšího zdroje, zde označeného jako ohřívač 5, například v podobě spalovacího motoru, pece nebo solárního tepelného zdroje. Teplo se akumuluje v regenerátoru 8, přes který pracovní médium proudí střídavě z jedné a druhé strany. V kompresním válci 4 dochází k předávání tepla z teplotného média druhému tepelnému výměníku 11, a odtud je teplo odváděno k vnějšímu odběru prostřednictvím chladiče 6. K největšímu přívodu tepla pro vnější odběr dochází, když se druhý píst 2 pohybuje dolů.

NÁROKY NA OCHRANU

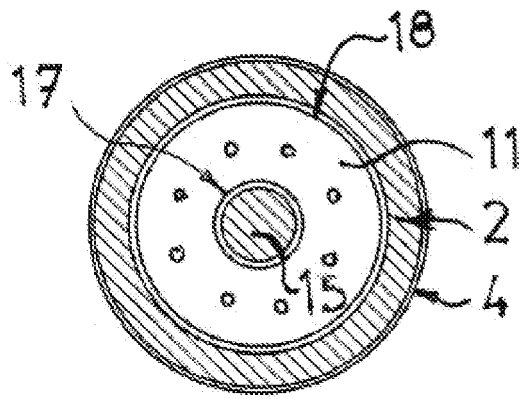
1. Stirlingův motor zahrnující dva písty (1, 2) pohyblivé každý v jednom válci (3, 4), regenerátor (8), ohřivač (5) jakožto zdroj tepelné energie a chladič (6) jakožto odběrné místo tepelné energie, kde ohřivač (5) i chladič (6) se nacházejí vně válců (3, 4) a regenerátor (8) se nachází v propojovacím kanálu (7), který propojuje pracovní prostor prvního válce (3) s pracovním prostorem druhého válce (4), přičemž propojovací kanál (7) je k pracovnímu prostoru válců (3, 4) připojen prostřednictvím obousměrných průchodů (9), **vyznačující se tím**, že oba písty (1, 2) jsou každý opatřen alespoň jedním vybráním (12) a v pracovním prostoru každého válce (3, 4) se nachází alespoň jeden tepelný výměník (10, 11) uložený alespoň zčásti v tomto vybrání (12) při alespoň některé pracovní poloze pístu (1, 2), přičemž tepelný výměník (10) uložený ve vybrání (12) prvního pístu (1) je připojen k ohřivači (5) a tepelný výměník (11) uložený ve vybrání (12) druhého pístu (2) je připojen k chladiči (6).
2. Stirlingův motor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že z pracovního prostoru každého válce (3, 4) je vyveden jednosměrný vývod (13) do regenerátoru (8), a to na jiném místě, než se nachází obousměrný průchod (9).
3. Stirlingův motor podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že každý jednosměrný vývod (13) z válce (3, 4) je v místě výstupu z válce (3, 4) opatřen jednosměrným uzávěrem (14).
4. Stirlingův motor podle nároků 2 a 3, **vyznačující se tím**, že tělo pístů (1, 2) zahrnuje tm (15), přičemž obousměrný průchod (9) z příslušného válce (3, 4) do propojovacího kanálu (7) se nachází nad tímto trnem (15), a přičemž při poloze horní úvratí pístu (1, 2) tm (15) těsně dosedá na obousměrný průchod (9) tak, že při uvedené poloze pístu (1, 2) je obousměrný průchod (9) trnem (15) uzavřen.
5. Stirlingův motor podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že tm (15) vybíhá ze dna (16) vybrání (12).
6. Stirlingův motor podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že tepelné výměníky (10, 11) každého válce (3, 4) jsou opatřeny otvorem (17) pro pohyb trnu (15) a při poloze pístu (1, 2) v horní úvratí se tm (15) nachází v tomto otvoru (17) a prochází přes tepelný výměník (10, 11) ve výškovém směru.
7. Stirlingův motor podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že tepelné výměníky (10, 11) svou horní částí těsně dosedají na čelo válců (3, 4) a při poloze horní úvratí pístů (1, 2) zapadají do vybrání pístu (1, 2) celé tyto tepelné výměníky (10, 11) a kolem dokola se nachází obvodová mezera (18) pro proudění pracovního média, přičemž jednosměrné vývody (13) do regenerátoru (8) se nacházejí nad písty (1, 2) a při poloze horní úvratí pístu (1, 2) je jednosměrný vývod (13) pístu (1, 2) v uvedené poloze tímto pístem (1, 2) uzavřen.
8. Stirlingův motor podle nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že v obou válcích (3, 4) se nachází tepelný výměník (10, 11) typu lamelový s kapalinovým okruhem.
9. Stirlingův motor podle nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že písty (1, 2) mají rovnoběžné osy a jsou opatřeny vačkovým mechanismem typu zdvih-pokles-prodleva.
10. Stirlingův motor podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že vačky (19, 20) vačkového mechanismu jsou mechanicky spojeny pro otáčivý pohyb stejným směrem a se stejným počtem otáček.

Seznam vztahových značek:

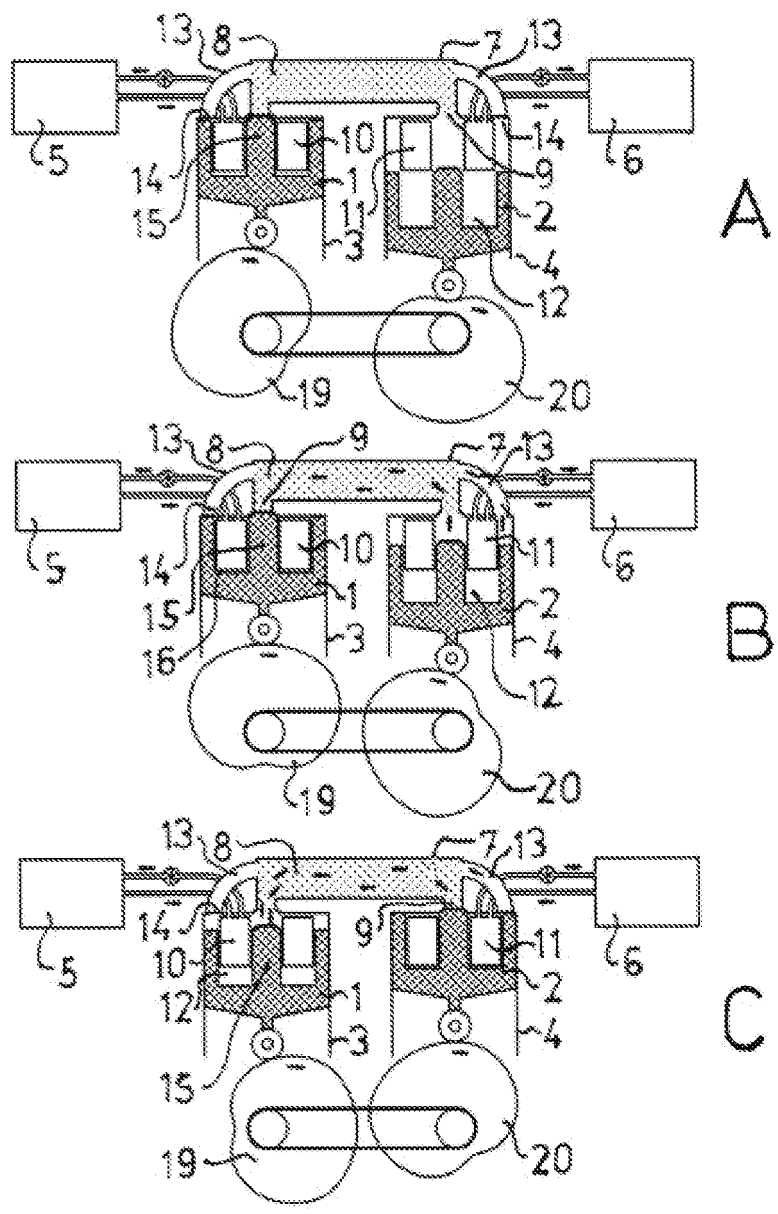
1	první píst
2	druhý píst
3	expanzní válec
4	kompresní válec
5	ohřívač
6	chladič
7	propojovací kanál
8	regenerátor
9	obousměrný průchod
10	první tepelný výměník
11	druhý tepelný výměník
12	vybrání
13	jednosměrný vývod
14	jednosměrný uzávěr
15	tm
16	dno
17	otvor
18	mezera
19, 20	vačka
21, 22	hřídel
23	řemen
24, 25	kladka
26	čerpadlo.



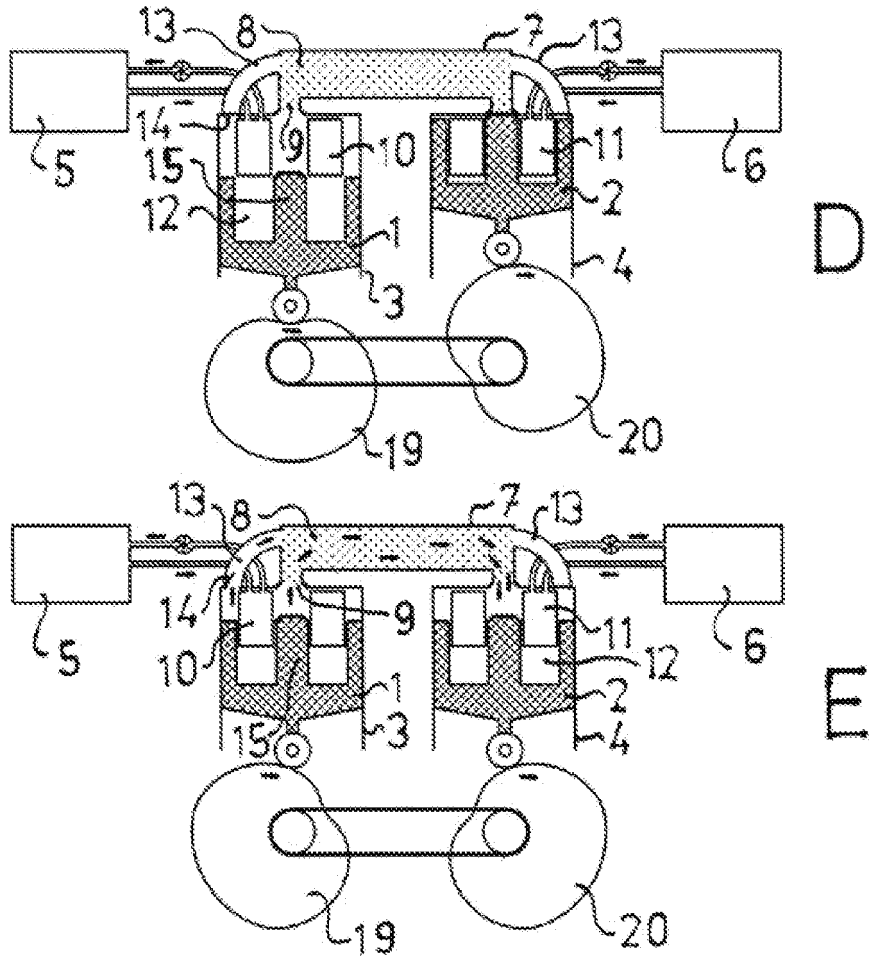
Obr. 1



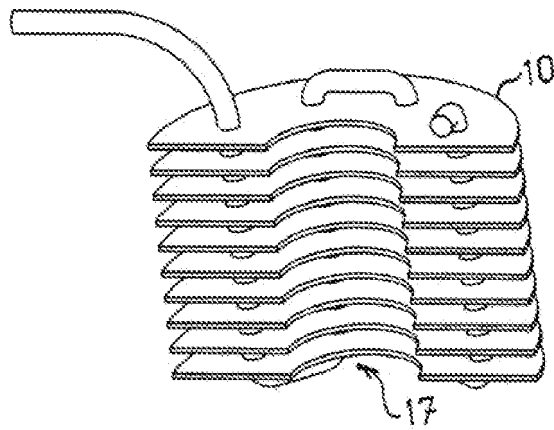
Obr. 2



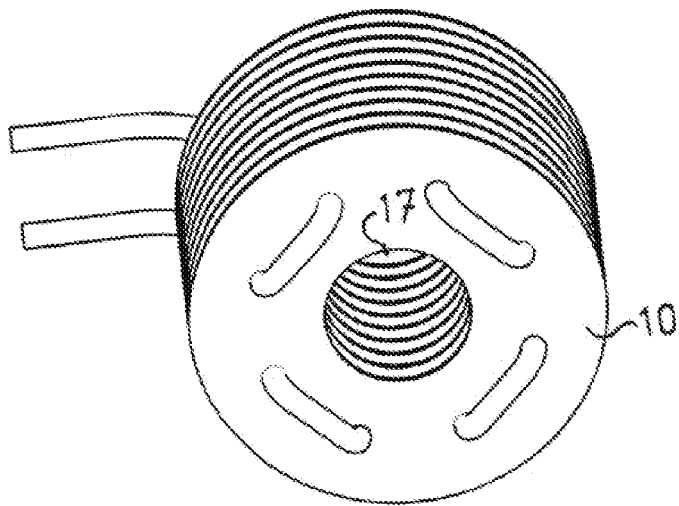
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6