

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235477**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419586**

(22) Data zgłoszenia: **24.11.2016**

(51) Int.Cl.
F02G 1/043 (2006.01)
F02G 1/06 (2006.01)
F01B 1/12 (2006.01)

(54)

Silnik cieplny

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.06.2018 BUP 12/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

24.08.2020 WUP 12/20

(73) Uprawniony z patentu:

FLUID SPÓŁKA AKCYJNA, Sędziszów, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MATEUSZ SŁAWOMIR MARCINIEWSKI,
Kielce, PL

WOJCIECH SADKOWSKI, Kielce, PL

JAN GŁADKI, Sędziszów, PL

MICHAŁ CHRZANOWSKI, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Marcin Ożóg

PL 235477 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest silnik cieplny spalania zewnętrznego, stanowiący odmianę silnika Stirlinga, mający zastosowanie zwłaszcza w ekologicznych technologiach energetycznych.

Znanych jest wiele odmian konstrukcyjnych silnika Stirlinga, w których ruch tłoka jest sprzęgnięty z ruchem wypornika za pomocą mechanizmu krzywkowego. Przykładowo amerykańskie zgłoszenie patentowe US 20110030366 A1 ujawnia konstrukcję zawierającą tłok oraz główny wypornik sprzęgnięte za pomocą jarzma z krzywkami osadzonymi na wale oraz posiadające dodatkowy wypornik. Tłok napędza krzywkę osadzoną na wale i w ten sposób napędza krzywkę sterującą wypornikiem. Zastosowanie dodatkowego wypornika umożliwia zróżnicowanie ilości gazu roboczego wykorzystywanego w trakcie fazy ochładzania i fazy ogrzewania.

Z niemieckiego zgłoszenia patentowego DE19528103A1 znane jest rozwiązanie zawierające tłok roboczy napędzający wał korbowy, na którym znajduje się koło zamachowe oraz krzywka sterująca ruchem wypornika poruszającego się w regeneratorze, przy czym tłoczysko wypornika może przesuwаться swobodnie po powierzchni krzywki lub może być prowadzone w kanale krzywkowym. Przykładowy, przedstawiony w opisie kanał krzywkowy stanowi odmianę krzywki stycznej, posiadającej oś symetrii i opisaną w dużym przybliżeniu za pomocą odcinków dwóch koncentrycznych okręgów o różnych promieniach oraz dwóch odcinków prostych, przy czym kąt wierzchołkowy dla promienia większego okręgu jest większy niż kąt wierzchołkowy promienia mniejszego okręgu, a środek obrotu krzywki pokrywa się ze środkiem okręgów.

Znane są konstrukcje silnika Stirlinga posiadające tłok roboczy dwustronnego działania. Na przykład polski opis patentowy PL 219 911 B1 ujawnia silnik cieplny posiadający dwa panele regeneracyjne o stałej objętości, wewnątrz których znajdują się wyporniki. Panele regeneracyjne połączone są za pomocą przewodów pneumatycznych z cylindrem tłoka roboczego dwustronnego działania – każdy po jednej stronie cylindra. Wyprowadzony poza cylinder trzpień tłoka roboczego stanowi posuwisto-zwrotny napęd dla maszyny roboczej. Sterowanie ruchem wyporników odbywa się za pomocą pneumatycznych siłowników umieszczonych po stronie zimnej panelu regeneracyjnego i połączonych ze sterownikiem.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że mechanizm sterowania wypornikami stanowi układ kinematyczny, na który składają się tłoczysko tłoka roboczego połączone z czopem korbowym wału korbowego poprzez korbowód oraz osadzone na wale korbowym przynajmniej jedno koło zamachowe. W kole zamachowym wykonany jest przynajmniej jeden kanał krzywkowy, w którym znajdują się wodziki połączone z przynajmniej dwoma wypornikami poprzez tłoczyska wyporników.

Korzystnym jest, gdy przesunięcie wykorbienia czopa korbowego oraz osi tłoczysk wyporników wynosi 90° .

Również korzystnym jest, gdy profil kanału krzywkowego utworzony jest z odcinków łuków o różnych, stałych promieniach posiadających środek w osi obrotu krzywki i połączonych odcinkami krzywymi.

Ponadto korzystnym jest, gdy regeneratory wykonane są z materiału o dużej pojemności i przewodności cieplnej (np. miedzi) i wbudowane są przelotowo w wyporniki lub wyprowadzone są na zewnątrz obudowy silnika, połączone przewodami pneumatycznymi do przeciwległych stron (cieplej i zimnej) każdej komory regeneratora.

Zastosowana do sterowania ruchem wyporników krzywka nie ma tendencji do zacinania się i nie wprowadza dużych strat mechanicznych. Dzięki zastosowaniu mechanizmu krzywkowego możliwe jest zatrzymanie wypornika w pozycjach skrajnych w trakcie niemal całego posuwu tłoka. Gdy tłok znajduje się blisko skrajnych pozycji, wypornik przesuwają do przeciwnej skrajnej pozycji odsłaniając nagrzewnice i zasłaniając chłodnice lub odsłaniając chłodnice i zasłaniając nagrzewnice. Dzięki temu wydłuża się czas intensywnej wymiany ciepła przez nagrzewnice oraz chłodnice i minimalizowane są straty ciepła.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na rysunku, na którym:

- Fig. 1 przedstawia schematycznie konstrukcję silnika z dwoma kanałami krzywkowymi,
- Fig. 2 przedstawia schematycznie geometrię kanału krzywkowego, na kole zamachowym,
- Fig. 3 przedstawia schematycznie konstrukcję silnika z jednym kanałem krzywkowym,
- Fig. 4 przedstawia schemat silnika wielotłokowego z wykorzystaniem jednego kanału krzywkowego do sterowania ruchem wyporników.

Silnik cieplny w przykładzie wykonania (Fig. 1) posiada jeden panel roboczy A3, na który składają się tłok roboczy 1 dwustronnego działania, osadzony posuwicie w szczelnym, nieruchomym cylindrze roboczym 2 oraz tłoczący roboczy 3. Tłok roboczy 1, poprzez tłoczący roboczy 3 oraz korbowód 4 połączony jest z czopem korbowym 5 wału korbowego 6 ułożyskowanego na obu końcach. Na wale korbowym 6 osadzone są dwa koła zamachowe 7, w których wykonane zostały kanały krzywkowe 8, opisane kątami wierzchołkowymi α_1 , α_2 oraz promieniami r_1 , r_2 (Fig. 2). W kanałach krzywkowych 8, stanowiących kanał dwustronnego sterowania, znajdują się wodziki 9, które poprzez tłoczący wyporników 10 połączone są z wypornikami 11 zaopatrzonymi w regeneratory 12 wykonane z materiału posiadającego dużą pojemność cieplną. Wyporniki 11 osadzone są posuwicie w szczelnym, nieruchomym cylindrze panelu regeneracyjnego 13, posiadających nagrzewnicę 14 od tzw. strony ciepłej oraz chłodnicę 15 od tzw. strony zimnej. Każda komora cylindra regeneratora 13 od strony zimnej połączona jest z jedną z przeciwległych stron komory cylindra roboczego 2 za pomocą przewodów pneumatycznych 16, doprowadzających gaz roboczy. Na wale znajduje się nie uwidoczniiony na rysunku mechanizm przekazywania mocy do prądnicy.

W innym przykładzie wykonania (Fig. 3), na wale korbowym 6 osadzone jest jedno koło zamachowe 7, posiadające kanał krzywkowy 8. Wodziki 9 znajdują się w kanale krzywkowym 8, po jego przeciwległych stronach, zaś panele regeneracyjne A1, A2 usytuowane są symetrycznie po przeciwnych stronach koła zamachowego 7.

Możliwe jest również wykorzystanie jednego kanału krzywkowego 8 do sterowania ruchem wyporników 11 silnika wielotłokowego. Przykład wykonania silnika posiadającego cztery tłoki robocze, który został uwidoczniiony na Fig. 4 przedstawia schemat zespołu czterech par paneli regeneracyjnych: A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2 – rozmieszczonych symetrycznie po obu stronach koła zamachowego 7 w odstępach co 45° w taki sposób, że tłoczący wyporników 10 skierowane są promieniście ku środkowi koła zamachowego 7, a ich końce połączone są z kanałem krzywkowym 8 za pomocą wodzików 9. Każda para panelu regeneracyjnego: A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2 posiada przyporządkowany jeden panel roboczy A3, B3, C3, D3, przy czym panel roboczy A3, zasilany z pary panelu regeneracyjnego A1, A2, zawiera cylinder roboczy 2 dwustronnego działania z jednostronnym tłoczącym roboczym 3, które poprzez korbowód 4 napędza wał korbowy 6. Pozostałe panele robocze: B3, C3, D3 zasilane odpowiednio z par paneli roboczych: B1-B2, C1-C2, D1-D2 zawierają cylindry robocze 2 dwustronnego działania z dwustronnymi tłoczącymi roboczymi 3, a odbiór mocy następuje bezpośrednio z ich ruchu posuwisto-zwrotnego z pomocą zainstalowanych na nich przetwornic liniowych, które nie zostały uwidocznione na rysunku. Ruch obrotowy wału korbowego wykorzystywany jest jedynie do napędu mechanizmu krzywkowego, co pozwala zmniejszyć straty mechaniczne w układzie korbowym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik cieplny zawierający gaz roboczy, przynajmniej jeden panel roboczy, na który składa się tłok roboczy dwustronnego działania, osadzony posuwicie w cylindrze roboczym z przynajmniej jednym tłoczącym roboczym wyprowadzonym poza cylinder roboczy oraz przynajmniej dwa panele regeneracyjne, zawierające regeneratory i w których osadzone są posuwicie wyporniki z tłoczącymi wyporników wyprowadzonymi poza cylinder roboczy, a także nagrzewnicę i chłodnicę umieszczone na przeciwległych podstawach każdego panelu regeneracyjnego, przy czym komory cylindra roboczego oraz cylindrów regeneratora połączone są ze sobą za pomocą przewodów pneumatycznych w taki sposób, że każda komora cylindra regeneratora od strony chłodnicy połączona jest z jedną z przeciwległych stron komory cylindra roboczego, a ponadto zawierający mechanizm sterowania wypornikami, **znamienny tym**, że mechanizm sterowania wypornikami (11) stanowi układ kinematyczny, na który składa się tłoczący tłoka roboczego (3) połączony z czopem korbowym (5) wału korbowego (6) poprzez korbowód (4) oraz osadzone na wale korbowym (6) przynajmniej jedno koło zamachowe (7), w którym wykonany jest przynajmniej jeden kanał krzywkowy (8) i w którym znajdują się wodziki (9) połączone z przynajmniej dwoma wypornikami (11) poprzez tłoczący wyporników (10).
2. Silnik cieplny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesunięcie wykorbienia czopa korbowego (5) oraz osi tłoczący wyporników (10) wynosi 90° .

3. Silnik cieplny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że profil kanału krzywkowego (8) tworzą odcinki łuków o różnych, stałych promieniach posiadające środek w osi obrotu krzywki i połączone odcinkami krzywymi.
4. Silnik cieplny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że regeneratory (12) wykonane są z materiału o dużej pojemności i przewodności cieplnej np. miedzi i wbudowane są przelotowo w wyporniki (10) lub wyprowadzone są na zewnątrz obudowy silnika i podłączone przewodami pneumatycznymi do przeciwległych stron (cieplej i zimnej) każdej komory regeneratora

Rysunki

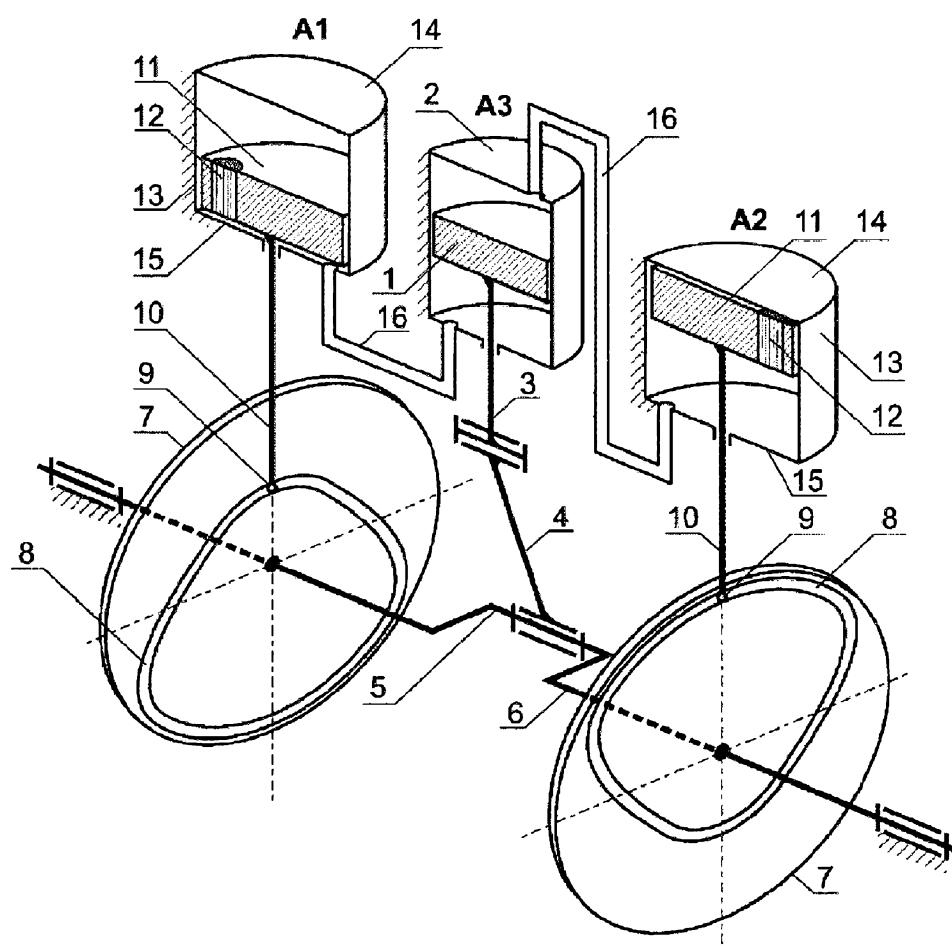


Fig. 1

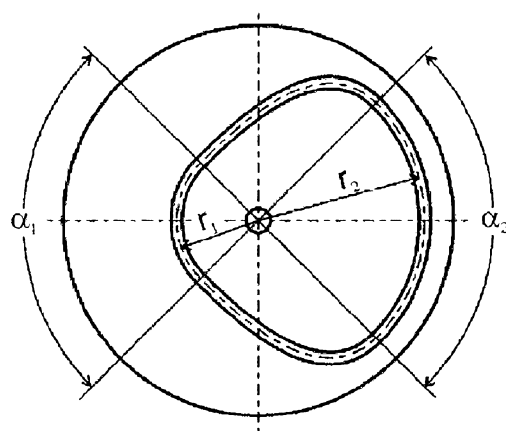


Fig. 2

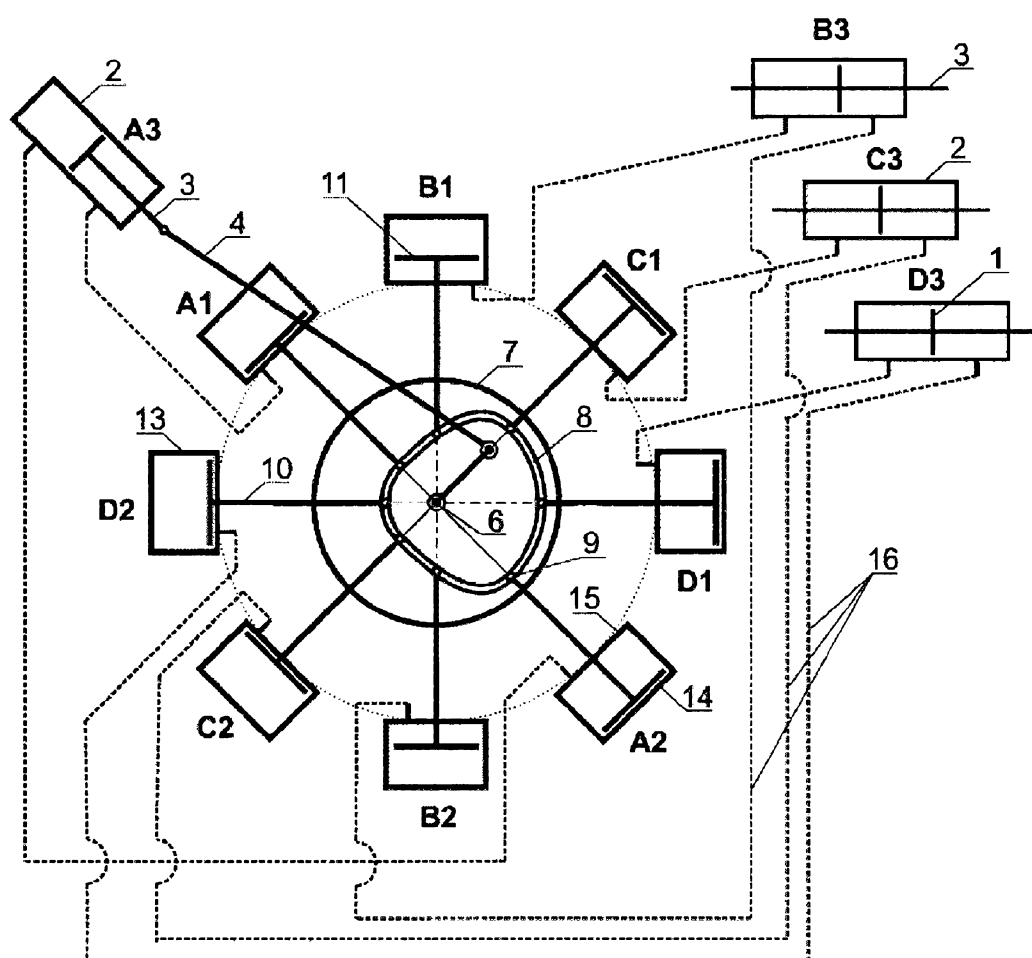


Fig. 4