



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57685

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 46 a⁵, 9

Zgłoszono: 09.VI.1965 (P 109 449)

Pierwszeństwo: _____

MKP F 02 b, 53/00

Opublikowano: 30.IX.1969

UKD

Twórca wynalazku: prof. mgr inż. Leon Niemand

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Silnik spalinowy z tłokami wirującymi

1

Przedmiotem wynalazku jest silnik spalinowy z tłokami wirującymi, tworzącymi zamknięty łańcuch kinematyczny. Znanе są silniki spalinowe z tłokiem wirującym, osadzonym na mimośrodzie, przenoszącym moment obrotowy na wał silnika przez przekładnię o wewnętrznym uzębieniu, stanowiącą jednocześnie więź kinematyczną, określającą ruch tłoka. Zasadniczą wadą takiego rozwiązania są duże trudności doprowadzenia czynnika chłodzącego do wirującego tłoka, wymagającego chłodzenia ze względu na kumulowanie się strumieni ciepłych z każdego procesu spalania, oraz ze względu na konieczność zapewnienia odpowiednich warunków pracy ułożyskowania i przekładni zębatej. Znanе są również rozwiązania silników z tłokami wirującymi osadzonymi wahliwie na wale silnika i wirującego wewnątrz owalnego cylindra, nie tworzącymi zamkniętego łańcucha kinematycznego.

Zasadniczą wadą tego rodzaju silników jest zrównoważenie sił działających na tłok, przez pomocniczą cylindra, a tym samym znaczne tarcie i zużycie współpracujących elementów. Inną wadą tych silników jest przedostawanie się paliwa do wnętrza silnika przez przerwy między tłokami, co powoduje zaburzenia w pracy silnika i stwarza niebezpieczeństwo wybuchu. Znanе są także rozwiązania, w których cztery tłoki przegubowo ze sobą połączone zabezpieczają w zasadzie

2

szczerłość przestrzeni roboczych, jednakże zastosowany w tych rozwiązaniach sposób odbioru mocy powoduje, że układ wirujący ma faktycznie dwa stopnie swobody, na skutek czego, oddziaływanie ciśnienia gazów na tłoki i ich siły bezwładności przenoszą się za pośrednictwem uszczelnień radialnych na bieżnię cylindra. Cechą charakterystyczną wymienionych rozwiązań jest to, że bieżnia cylindra stanowi więź kinematyczną dla przegubów tłoków, a więc wymusza ich ruch krążący.

Znanе jest również rozwiązanie, w którym ruch czworoboku przegubowego sterowany jest za pomocą dwóch krzywek osadzonych, na wale. Jednakże i w tym przypadku wirnik ma faktycznie dwa stopnie swobody, a krzywki nie wyznaczają jednoznacznie ruchu czworoboku przegubowego i w rezultacie obciążenie przejmuje za pośrednictwem uszczelnień radialnych pomocnicza cylindra, która w konsekwencji staje się więzią kinematyczną, wymuszającą ruch tłoków.

Do powyżej opisanych grup silników należy silnik z tłokiem w postaci czworoboku przegubowego. Posiada on zasadniczą wadę: czynnikiem powodującym „spłaszczenie się” czworoboku przegubowego podczas jego obrotu jest wewnętrzna ścianka cylindra, która przejmuje wszystkie siły bezwładności tłoków, przegubów z uszczelkami oraz ramienia wykonującego ruchy oscylujące, a także

wynikające z pracy silnika — siły gazowe. Obrana zasada działania silnika powoduje intensywne zużycie trących się elementów, co jest jednym z głównych powodów, z których silniki takie nie wyszły z fazy projektów.

Celem wynalazku jest usunięcie powyższych wad i niedogodności.

Cel ten został osiągnięty dzięki temu, że zarys cylindrów w którym umieszczony jest utworzony z tłoków wielobok przegubowy pięcio-lub więcej — bok, najkorzystniej pięciobok równoboczny, stanowi krzywa ekwidystantna do krzywej, po której poruszają się wierzchołki wieloboku, lub miejsce geometryczne punktów końców równych odcinków dwusiecznej kąta zawartego między sąsiednimi bokami tego wieloboku mierzonych na zewnątrz krzywej, przy czym dla pięcioboku równobocznego krzywa ta jest jedną z elips, dla któ-

rych stosunek osi $\frac{a}{b}$ zawarty jest najkorzystniej między 1, 3 a 2, przy czym każdy tłok wraz z odpowiadającymi mu segmentami wirników zestawiony jest w jeden, sztywny układ, zaopatrzony w rolki ułożyskowane w osi przegubów wirników znajdujących się po obu stronach cylindra, przy czym rolki te umieszczone są wewnątrz zamkniętych krzywych, których zarys jest ekwidystantny do krzywej, po której poruszają się wierzchołki wieloboku i oś geometryczna tych rolek jest równocześnie osią geometryczną odpowiedniego wałka rozprężnego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku na którym fig. 1 przedstawia układ pięciu tłoków, fig. 2 — jeden z wirników, sterujący ruchem tłoków i przekazujący moment na wał, fig. 3 — schemat silnika z położeniem tłoków z najmniejszą objętością komory roboczej, fig. 4 — schemat silnika z odmianą okien wlotowych oraz z położeniem tłoków z maksymalną objętością komory roboczej, fig. 5 — konkretny przykład wykonania silnika według wynalazku, fig. 6 — schematyczny widok silnika po zdjęciu pokrywy bocznej od strony wirnika przenoszącego moment na wał napędowy.

Zarys cylindra 1 stanowi krzywą ekwidystantną do krzywej, po której poruszają się wierzchołki wieloboku przegubowego pięcio lub więcej boku, najkorzystniej pięcioboku 2 w postaci pięciu tłoków 3. W przypadku przegubowego pięcioboku równobocznego taką teoretyczną krzywą jest jedna z grup krzywych Lamme'a określonych według wzoru:

$$\frac{x}{a} \frac{2}{P} + \frac{y}{b} \frac{2}{P} = 1$$

gdzie p jest funkcją kąta φ obrotu promienia wodzącego wierzchołka pięcioboku przegubowego. Okazuje się, że można z dużą dokładnością zastąpić tę krzywą odpowiednią elipsą o stosunku osi $\frac{a}{b}$ zawartym między 1, 3 a 2.

W konkretnym przypadku dla danego boku pięcioboku dobrano elipsę dla której $\frac{a}{b} = 1,625$. Ta

wybrana elipsa odbiega od krzywej teoretycznej o kilka do kilkanaście mikronów, co z technicznego punktu widzenia nie ma istotnego znaczenia, a umożliwia znaczne uproszczenie technologiczne.

Zarys cylindra może również stanowić miejsce geometryczne punktów końców równych odcinków dwusiecznej kąta zawartego między dwoma sąsiednimi bokami pięcioboku przegubowego mierzonych od wyżej opisanej elipsy na zewnątrz.

Wewnątrz cylindra 1 wiruje pięć tłoków 3 tworzących zamknięty łańcuch kinematyczny, ale kinematycznie ze sobą nie związanych, to znaczy nie ma oddziaływania siłowego jednego tłoka na drugi. Tłoki 3 tworzą zamknięty łańcuch w ten sposób, że koniec jednego tłoka połączony jest przegubowo za pomocą rozprężnej tulejki uszczelniającej z początkiem tłoka następnego.

Wewnątrz każdego tłoka 3 znajduje się wgłębienie 4 przykładowo ukształtowane jak na rysunku, które tworzą wraz z poboczną cylindra komory robocze.

Zamknięcie łańcucha kinematycznego uzyskano przez zastosowanie rozprężnych wałków uszczelniających 5, umieszczonych między występami wierzchołkowymi dwóch sąsiednich tłoków. Uszczelnienie komór roboczych następuje za pomocą radialnych listew uszczelniających 6, umieszczonych w rozprężnych wałkach uszczelniających 5 oraz za pomocą bocznych listew uszczelniających 7, umieszczonych na obu bokach każdego tłoka 3. Listwy uszczelniające 6 ustawiają się zawsze wzdłuż kąta zawartego między dwoma sąsiednimi bokami pięcioboku przegubowego 2, zapewniając w ten sposób najkorzystniejsze warunki uszczelnienia.

W wyniku obranego zarysu cylindra 1 radialne listwy uszczelniające 6 krążąc wraz z tłokami, nie wykonują ruchów radialnych. Celem sterowania ruchem tłoków zastosowano dwa poboczne wirniki, składające się z pięciu segmentów 8 połączonych przegubowo sworzniami 9 w ten sposób, że sworznie te oraz rozprężne wałki uszczelniające 6 mają wspólną oś geometryczną. Na sworzniach 9 ułożyskowane są rolki 10, które tocząc się po bieżni 11 sterują ruchem segmentów 8 a poprzez czopy 12 także ruchem tłoków.

Na czopach tych mocowanych w otworach 13 segmentów 8 osadzone są przez otwory 14 tłoki 3 w ten sposób, że każde dwa segmenty 8 wirników wraz z umieszczonym między nimi tłokiem 3 tworzą jeden sztywny układ. Dzięki temu siły pochodzące od bezwładności tłoków oraz od siły gazowej nie przenoszą się z jednego tłoka na drugi ani na poboczną cylindra a przekazywane są na bieżnię 11 za pomocą rolek 10.

W ten sposób rolki 10 przenoszące siły i narażone na wysokie obciążenie pracują na zewnątrz cylindra i znajdują się poza obszarem wysokich temperatur. Jeden z segmentów 8 wirnika posiada kabłąk 15 na którego wewnętrznej powierzchni znajduje się bieżnia 16 po której ruchem posuwisto-zwrotnym toczy się rolka, względnie zewnętrzny pierścień łożyska 17 zamocowanego na czopie korbowym 18 korby, względnie koła zamacho-

wego 19. W ten sposób za pomocą tego segmentu 8' zostaje przekazany z przegubowego wirnika na wał 20 moment obrotowy.

Cylinder silnika zamknięty jest z obu stron ściankami 21 i 22, mocowanymi śrubami 23. Wewnętrzny zarys 24 ścianek bocznych 21 i 22 jest dobrany odpowiednio by występy 25 tłoków 3 podczas swego ruchu mieściły się wewnątrz tego zarysu. W korpusie cylindra 1 umieszczone są otwory wlotowe, służące do napełniania komór roboczych mieszanką, oraz otwory wylotowe do usuwania spalin, przy czym przewidziano dwa warianty ich ilości i rozmieszczenia.

W odmianie pierwszej przedstawionej na fig. 3 umieszczone są dwa otwory wlotowe 26 i 27, przy czym tylko otwór 27 połączony jest z gaźnikiem, natomiast otwór 26 połączony jest bezpośrednio z atmosferą, oraz dwa otwory wylotowe 28 i 29, mające ujście do wspólnego przewodu wylotowego niepokazanego na rysunku.

Otwory te rozmieszczone są niesymetrycznie względem krótszej osi zarysu cylindra, przy czym otwory 29 i 26 są bliżej tej osi niż otwory 27 i 28. Odmiana druga pokazana na fig. 4 przewiduje umieszczenie trzech otworów: dwóch wylotowych 28 i 29 oraz jednego wlotowego 30. Jednakowo dla obu odmian umieszczona jest w korpusie cylindra świeca zapłonowa 31, a mianowicie ujście otworu 32 łączącego komorę roboczą tłoka z okolicą elektrod świecy jest cofnięte względem krótszej osi zarysu cylindra w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu wału silnika na tyle, aby uzyskać możliwie korzystne momenty zapłonu, zapewniające uzyskanie optymalnego procesu termodynamicznego.

Cylinder 1, pierścienie 33 i boczne pokrywy 34 i 35 skrócone są razem śrubami 36, tworząc zamkniętą przestrzeń. Wał 20 silnika ułożyskowany jest w dwóch łożyskach 37 i 38, osadzonych na ściankach bocznych 37' pokryw 34 i 35. Od strony 37 końcówka wału wystaje na zewnątrz silnika, natomiast z drugiej strony wał 20 posiada ślepo kończące się wydrążenie 39. Łożysko 38 umocowane jest na pokrywie 40, przy czym jej część walcowa 41 tkwi w wydrążeniu wału. Na obu końcach wału 20 osadzone są koła zamachowe 19 i 42.

Silnik pracuje według czterosurowego obiegu termodynamicznego. W położeniu przedstawionym na fig. 3 tłok 3 znajduje się w takim położeniu, że zamyka z boczną cylindra minimalną objętość komory roboczej. W przestrzeni tej odbywa się proces spalania mieszanki przy praktycznie stałej objętości. W tym samym czasie w komorze roboczej tłoka 3' odbywa się proces sprężania mieszanki, a w komorze roboczej tłoka 3'' odbywa się rozprężanie spalin.

Wraz z krążeniem tłoków w cylindrze w każdej komorze roboczej odbywa się następująco cykl pracy silnika: spalanie mieszanki, rozprężanie spalin, wlot spalin początkowo przez otwór wylotowy 28, a następnie także przez 29, przepłukiwanie czystym powietrzem przy otwartych jednocześnie otworach wlotowych 26 i wylotowym 29 wy-

korzystując iniekcyjne działanie strumienia spalin, napełnianie czystym powietrzem i mieszanką przy otwartych obu otworach wlotowych, napełnianie mieszanką przez otwór wlotowy 27, sprężanie.

Podczas jednego obrotu wału silnika opisany wyżej cykl pracy wykonują wszystkie pięć tłoków 3 a więc podczas jednego obrotu wału silnika następuje pięć zapłonów, przy czym w komorze każdego tłoka odbywa się czterosurowy cykl pracy, a przepłukiwanie komory roboczej odbywa się czystym powietrzem przy jej najmniejszej objętości. Odmiana wynalazku przedstawiona na fig. 4 obejmuje również takie rozmieszczenie otworów wylotowych i wlotowego, że proces przepłukiwania komór roboczych odbywa się świeżą mieszanką, jak to się dzieje w gaźnikowych dwusurowych silnikach tłokowych.

Zapłon w obu odmianach następuje w momencie gdy odpowiednia komora robocza osiąga minimalną objętość. Równocześnie do otworu 32 zbliża się radialna listwa uszczelniająca, przy czym w szczelinie między tłokiem a poboczną cylindra, znajdującą się między otworem 32 a radialną listwą uszczelniającą 6 panuje ciśnienie praktycznie równe końcowemu ciśnieniu sprężania, gdyż na skutek niekorzystnych warunków przestrzennych panujących w tej szczelinie, rozprzestrzenianie się płomienia jest bardzo utrudnione.

W sąsiedniej komorze roboczej dobiega końca w tym czasie proces sprężania, w rezultacie czego po obu stronach radialnej listwy uszczelniającej 6 jest praktycznie jednakowe ciśnienie, a więc w momencie mijania przez tę listwę otworu 32 nie ma przedmuchu spalin z komory, w której aktualnie zachodzi spalanie do komory, w której została sprężona mieszanka.

Chłodzenie zewnętrznych części przewidziano przez powszechnie stosowany płaszcz wodny, natomiast chłodzenie tłoków odbywa się przez hermeticznie zamknięty układ. Ciecz chłodząca doprowadzona przez otwór 43 przepływa przez otwór 44 w części walcowej 41 następnie przez otwory 45 w wale i 46 w piaście koła zamachowego 19 przez kanał 47 i przewodem elastycznym 48 zostaje doprowadzona do wnętrza 49 tłoka. Następnie przewodem elastycznym 50 do wydrążenia 39 wału a następnie otworem 51 pokrywki 40 ciecz chłodząca wraca do chłodnicy. W ten sposób uzyskuje się zamknięty obieg cieczy chłodzącej, umożliwiającą przetłaczanie przez tłok cieczy chłodzącej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik spalinowy z tłokami wirującymi tworzącymi zamknięty łańcuch kinematyczny, wirującymi wewnątrz nieruchomego cylindra tworzącymi wraz z poboczną cylindra zamkniętą, krążącą o zmieniających się objętościach komorę roboczą, **znamienny tym**, że zarys cylindra (1) w którym umieszczony jest utworzony z tłoków (3) wielobok przegubowy pięcio- lub więcej — bok, najkorzystniej pięciobok równobocz-

ny stanowi krzywa ekwidystantna do krzywej, po której poruszają się wierzchołki wieloboku, lub miejsce geometryczne punktów końców równych odcinków dwusiecznej kąta zawartego między sąsiednimi bokami tego wieloboku mierzonych na zewnątrz krzywej, przy czym dla pięcioboku równobocznego krzywa ta jest jedną z elips, dla których stosunek osi $\frac{a}{b}$ zawarty jest najkorzystniej między 1, 3 a 2, a każdy tłok (3) wraz z odpowiadającymi mu segmentami (8) wirników zestawiony jest w jeden sztywny układ, zaopatrzony w rolki (10) ułożone w osi przegubów wirników znajdu-

jących się po obu stronach cylindra, przy czym rolki te umieszczone są wewnątrz zamkniętych krzywych, których zarys jest ekwidystantny do krzywej, po której poruszają się wierzchołki wieloboku i oś geometryczna tych rolek jest równocześnie osią geometryczną odpowiedniego wałka rozprężnego (5).

2. Silnik spalinowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każde dwa sąsiednie tłoki (3) wieloboku przegubowego oddzielone są rozprężnym wałkiem uszczelniającym (5).

3. Silnik spalinowy według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że w korpusie cylindra umieszczony jest otwór wlotowy (26) połączony bezpośrednio z atmosferą.

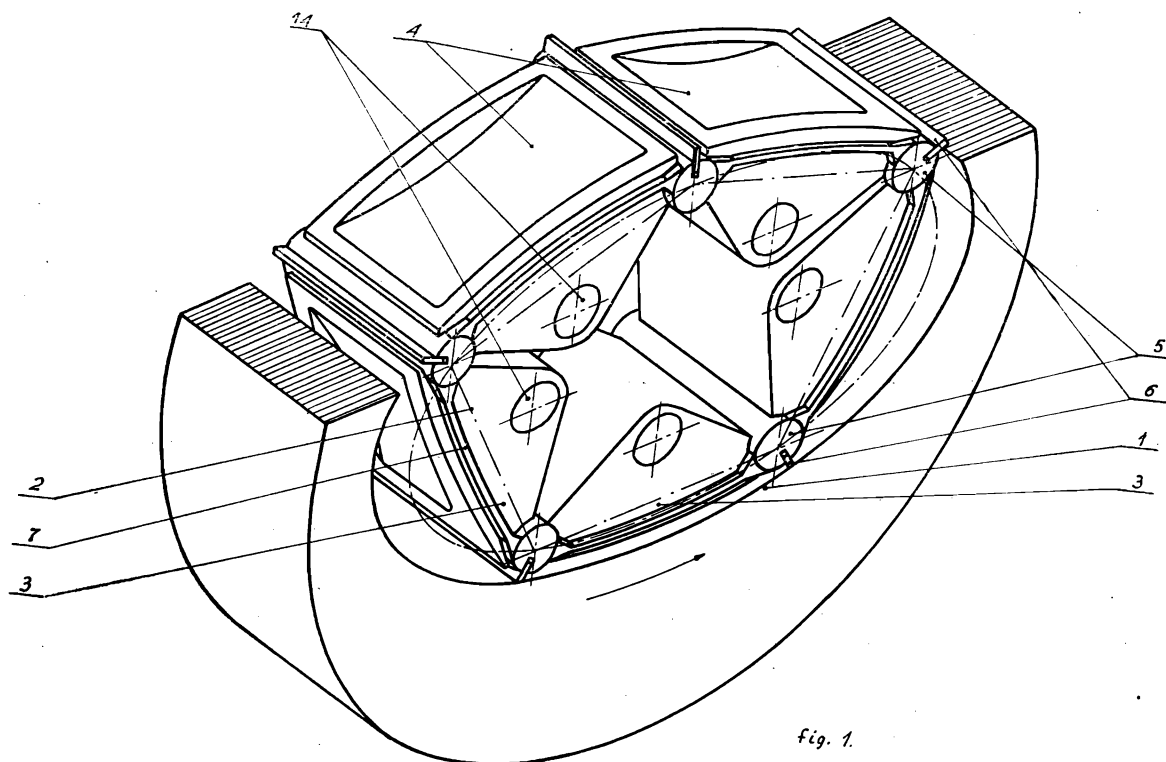


fig. 1.

