



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 04. VI. 1962 (P 98 983)

Pierwszeństwo: 04. VII. 1961 Węgry

Opublikowano: 22. VIII. 1966

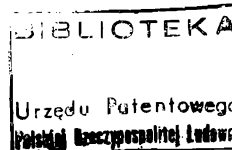
Kl. ~~46a~~, 19/02

46a 25/28

MKP F 02 b

25/28

UKD



Współtwórcy wynalazku Sandor Czike, Budapeszt (Węgry), inż. Gabor
i
właściciele patentu: Czike, Budapeszt (Węgry)

Czterosuwowy silnik spalinowy

1

Wynalazek niniejszy dotyczy czterosuwowego silnika spalinowego o nieruchomym kadłubie i osadzonym wewnątrz niego wirniku.

Z tego rodzaju wirnikiem czterosuwowe silniki są już znane. Zastosowanie zasady wirowania w czterosuwowych silnikach spalinowych umożliwia zastąpienie zaworów przez rozrząd szczelinowy w wyniku czego oprócz uproszczenia konstrukcji i zwiększenia niezawodności działania uzyskuje się zwiększenie stopnia napełniania przy jednoczesnym zmniejszeniu ciężaru na jednostkę mocy, dzięki czemu dopuszczalne się staje stosowanie bardzo dużych obrotów. Wynikające z tego duże trudności polegają na uzyskaniu wystarczającego wzajemnego uszczelnienia wirnika względem kadłuba lub przestrzeni roboczych.

Niniejszy wynalazek dotyczy czterosuwowego silnika z rozrządem szczelinowym, w którym mogą być zastosowane znane już i sprawdzone w praktyce sposoby uszczelniania pomiędzy wirnikiem i kadłubem. Zostaje to osiągnięte za pomocą nowego rodzaju cylindrów wirujących, gdy zgodnie z wynalazkiem po pierwsze wirnik składa się z nowego układu obiegających cylindrów wraz z tłokami, które pracują na ten sam wał główny, oraz z obrotowej powierzchni zewnętrznej, obracającej się dookoła osi obrotu, a po wtóre kadłub jest wyposażony w wewnętrzną powierzchnię obrotową, otaczającą współśrodkowo zewnętrzną powierzchnię obrotową wirnika, która to wewnę-

2

trza powierzchnia obrotowa tworzy głowicę obiegających cylindrów, zaopatrzoną w sterowane za pomocą wirnika otwory, przy czym pomiędzy wirnikiem i wałem głównym zastosowane jest przełożenie. W tego rodzaju układzie mianowicie cylindry silnika muszą być ułożone promieniowo w stosunku do wewnętrznej powierzchni obrotowej kadłuba, która to powierzchnia jednocześnie tworzy również głowicę cylindrów, tak że teraz pomiędzy cylindrami i wewnętrzną powierzchnią obrotową można już zastosować uszczelnienie w rodzaju pierścieni tłokowych.

W tych warunkach nie ma już żadnych, wynikających z trudności uszczelnienia przeszkód, które by udaremniały dobranie optymalnej liczby obrotów. Pomiędzy poszczególnymi cylindrami wirnika, nawet przy dużej liczbie tych cylindrów, pozostają jeszcze znaczne obojętne obszary katowe, w których umieszczone mogą być optymalne przekroje przepływowe, przeznaczone dla wlotu mieszanki paliwowej i wydechu gazów spalinowych. Wynika z tego po pierwsze, że można uzyskać idealne warunki napełniania, a po wtóre zachodzą minimalne straty mocy przy wydechu.

Przy konstrukcyjnym rozwiązaniu połączeń wału z wirnikiem w postaci przekładni nawrotnej wirnik i wał główny obracają się w przeciwnych kierunkach. A zatem pomiędzy wirnikiem i wałem głównym można uzyskać wymagane przełożenie przy znacznie zmniejszonej liczbie obrotów, dzięki

w istocie urządzenie 30, przeznaczone do rozpylania paliwa, natomiast w otworze 27 jest umieszczana znana świeca zapłonowa 31.

W przedstawionym na fig. 1-12 przykładzie wykonania wirnik 21 składa się z układu dwóch obiegających dokoła osi A-A cylindrów 33 i 34 oraz tłoków 36 i 37, pracujących na jeden wspólny wał główny 35, który jest wałem wykrębnym obracającym się dokoła osi B-B. Na wirniku 21 znajduje się zewnętrzna powierzchnia 40, będąca powierzchnią obrotową o osi obrotu A-A, która jest również osią dokoła której obraca się ten wirnik. Powierzchnia 40 jest nie ciągła, tylko w miejscach znajdujących się naprzeciw cylindrów 33 i 34. W tym przykładzie wykonania wirnik 21 jest osadzony w kadłubie 20, w jego obsadach 23a i 24a o wspólnej z wirnikiem osi A-A, za pomocą łożysk kulkowych 38, 39 przy czym pomiędzy wewnętrzną powierzchnią obrotową 25 i zewnętrzną powierzchnią obrotową 40 pozostaje szczelina w kształcie pierścienia kołowego, której szerokość w ustalonych warunkach cieplnych wynosi około 0,05 mm.

Uszczelnienie tłoków w cylindrach jest uszczelnieniem konwencjonalnym. Ponieważ jednak wewnętrzna powierzchnia obrotowa 25 kadłuba 20 tworzy również swego rodzaju ruchomą powierzchnię roboczą głowic cylindrowych obiegających cylindrów 33 i 34, więc musi być tu zastosowane uszczelnienie pomiędzy cylindrami i tą wewnętrzną powierzchnią obrotową 25 kadłuba 20. W przedstawionym przykładzie wykonania (fig. 4) przewidziane są umieszczone parami pierścienie uszczelniające 41 i 42. Z pierścieni tych pierścieni 41 jest specjalnym pierścieniem uszczelniającym, który swą zewnętrzną powierzchnią czołową 41a przylega do wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20. Drugi pierścień jest zwykłym pierścieniem tłokowym, który swą zewnętrzną powierzchnią boczną przylega do wewnętrznej powierzchni bocznej nierozciętego pierścienia 41. Przy małych mocach możliwe jest również takie wykonanie, że wirnik 21 swą zewnętrzną powierzchnią obrotową 40 spoczywa na wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20, przy czym powierzchnie te ślizgają się wówczas po sobie.

Tłoki 36, 37 cylindrów 33, 34 poprzez sworznie tłokowe 33a, 34a i korbowody 43, 44 i 45, są połączone w jednej linii działania z wykrębnym wałem głównym 35, w znany sposób w układzie bokser, tak że bardziej szczegółowe opisanie tego mechanizmu korbowego nie jest potrzebne.

W tym wykonaniu obydwie cylindry 33 i 34, poprzez pewien rodzaj skrzyni korbowej 46, są wzajemnie połączone w jeden sztywny zespół. Na tej skrzyni korbowej jest umieszczony wieniec zębaty 46a (fig. 3). Wieniec ten, poprzez czołowe koło zębate 47, łożyskowane w pokrywie 23 i w przylegającej do niej pokrywie 29, zazębia się z kołem zębatym 50, które wraz z kołem zębatym 47 osadzone jest na wspólnym wale 51. Koło zębate 50 zazębia się z kołem zębatym 52, które z kolei zazębia się z wieńcem zębatym 35b wału głównego 35. Łatwo spostrzec, że przełożenie po-

między wirnikiem 21 i wałem głównym 35 działa jako przekładnia nawrotna. Wymiary są przy tym w ten sposób dobrane, że przełożenie wynosi 1:1.

W pokrywach 23, 24 są przewidziane otwory 23b, 24b (fig. 2) przeznaczone do przewietrzania. W tym przykładzie wykonania przewietrzanie jest przeprowadzane przez łopatki przewietrznika (łopatki wentylatora), które są osadzone w wirniku.

Jak to wynika z fig. 1 i 2 oś A-A wirnika i oś B-B wału głównego są ustawione równolegle we wzajemnej odległości e . Ta mimośrodowość e jest w ten sposób dobrana, że w zewnętrznym punkcie zwrotnym tłoków 36 i 37, odpowiadającym początkowi rozprężania gazów spalinowych, wynosi ona połowę osiowej odległości a pomiędzy dnem tłoka, na przykład 36a, i wewnętrzną powierzchnią obrotową 25 kadłuba 20. Również dna tłoków (na przykład 36a) są w tym wykonaniu wypukłe, przy czym wypukłość ta ma ten sam promień krzywizny, co wewnętrzna powierzchnia obrotowa 25 kadłuba 20. Wynikiem tego jest to, że w zewnętrznym punkcie zwrotnym odpowiadającym wydechowi, tłoki 36 i 37 swymi wypukłymi dnami dokładnie przylegają do wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 i dzięki temu przy wydechu gazy spalinowe mogą być całkowicie usuwane z roboczych przestrzeni cylindrów 33 i 34. Takie położenie tłoka jest specjalnie dobrze widoczne na fig. 1, 2 i 5, dla znajdującego się na rysunku u dołu tłoka 37.

Liczba 55 oznaczono podstawę kadłuba 20, przeznaczoną do mocowania omawianego silnika.

Sposób działania tego przykładu wykonania silnika, który jest przedstawiony na fig. 1-4, zostanie opisany z powołaniem się na fig. 5-12.

W przedstawionej na fig. 5 fazie pracy silnika dno tłoka 37 układa się dokładnie na wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20, tak że objętość robocza przynależnego doń cylindra 34 jest teraz praktycznie równa zeru. Przy obracaniu się układu cylindrów 33, 34 lub wirnika 21 w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (w kierunku pokazanym strzałką 57) wał główny obraca się w kierunku przeciwnym, pokazanym strzałką 58 (w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara).

Tłok 37 oddala się wówczas od wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20, wskutek czego w zwiększającej się przestrzeni roboczej, zawartej pomiędzy tłokiem 37 i powierzchnią 25, następuje działanie zasysające (zasadniczo próżnia). Pozbawiony głowicy cylinder 34 osiąga następnie otwór wlotowy 26, poprzez który wpływa teraz do komory roboczej mieszanka paliwa i powietrza (w kierunku pokazywanym strzałką 61), pochodząca z urządzenia rozpylającego 30, tak jak to jest pokazane kropkowaniem na fig. 6.

Przy dalszym obracaniu się układu cylindrów 33, 34 następuje jego obrót o kąt 90° w kierunku pokazywanym strzałką 57, podczas gdy wał główny 35 zostaje obrócony w kierunku przeciwnym, pokazanym strzałką 58, również o kąt 90° , gdyż przełożenie pomiędzy wirnikiem 21 i wałem głów-

nym 35 (jak to było podane wyżej) wybrane zostało jako równe 1:1. Wzajemny układ elementów silnika pokazuje teraz fig. 7, na której cylinder 34 minął właśnie otwór wlotowy 26, tak że jego przestrzeń robocza tylko co została zamknięta. Tłok 37 osiągnął swój wewnętrzny punkt zwrotny.

W fazie pracy przedstawionej na fig. 8 tłok 37 przesuwa się w kierunku na zewnątrz, tak że następuje sprężanie zawartej w cylindrze 34 mieszanki paliwowej.

Przed końcem suwu sprężania cylinder 34 osiąga otwór 27, w którym umieszczona jest świeca zapłonowa 31 (fig. 9), i wówczas ewentualnie z odpowiednim wyprzedzeniem, następuje zapłon mieszanki paliwowej od iskry świecy zapłonowej 31.

Tłok 37 osiąga, a następnie mija swój zewnętrzny punkt zwrotny, odpowiadający początkowi rozprężania i rozpoczyna swój suw rozprężania (suw roboczy) przesuując się w kierunku osi A-A wirnika 21. Ta faza pracy silnika jest przedstawiona na fig. 10. Rozprężające się gazy spalinowe wywierają nacisk na dno tłoka 37. Ponieważ jednakże wał główny 35 (wał wykorbiony) i cylinder 34 (wirnik) są wzajemnie przymusowo połączone przez przekładnię nawrotną (fig. 3), więc skierowany do wewnątrz ruch tłoka 37 jest możliwy tylko przy kołowym ruchu cylindra 34 (wirnika 21). Wał główny lub wał wykorbiony 35, jest teraz przez wirnik 21 wprawiany w ruch obrotowy w kierunku pokazywanym strzałką 58, przy czym sam wirnik 21 obraca się w przeciwnym kierunku, pokazywanym strzałką 57.

W przedstawionej na fig. 11 fazie pracy silnika rozprężanie zostało ukończone, przy czym tłok 37 osiągnął swój wewnętrzny punkt zwrotny. Krawędź cylindra 34 natomiast osiągnęła brzeg otworu wydechowego 28.

Przy dalszym obracaniu się wirnika 21 przestrzeń robocza cylindra 34 zostaje połączona z atmosferą poprzez otwór wydechowy 28 (fig. 12). Gazy spalinowe wypływają teraz z przestrzeni roboczej cylindra 34 w kierunku pokazywanym strzałką 62, i w ten sposób cykl roboczy w cylindrze 34 kończy się wówczas gdy tłok 37 osiąga swój poprzedni punkt zwrotny.

Cylinder 33 wraz ze swym tłokiem 36 pracuje w sposób podobny. W przedstawionej na fig. 5 fazie pracy odbywa się zapłon w przestrzeni roboczej powyżej tłoka 36. W przedstawionej na fig. 6 fazie pracy zapalona mieszanka rozpręża się. W przedstawionej na fig. 7 fazie pracy kończy się rozprężanie. W przedstawionej na fig. 8 fazie pracy przestrzeń robocza cylindra 33 zostaje połączona z otworem wydechowym 28. W przedstawionej na fig. 9 fazie pracy przestrzeń robocza cylindra 33 zostaje całkowicie opróżniona ze spalin i jest przygotowana dla rozpoczęcia suwu zasysania. W przedstawionej na fig. 10 fazie pracy zostaje zasysana do cylindra 33 następna porcja mieszanki paliwowej. W przedstawionej na fig. 11 fazie pracy tłok 36 cylindra 33 znajduje się w swym wewnętrznym punkcie zwrotnym, w którym kończy się zasysanie i rozpoczyna się sprężanie, a w przedstawionej na fig. 12 fazie pracy silnika odbywa się

sprężanie aby w przedstawionej na fig. 5 fazie mógł znów nastąpić zapłon.

Obydwa tłoki pracują zatem przeciwbieżnie, przy czym w tym przypadku jeden tłok jest w taktach pracy opóźniony w stosunku do drugiego o pół obrotu, (a w ogóle w różnych cylindrach takty pracy są wzajemnie przesunięte o kąt 360°) i, gdzie i oznacza liczbę cylindrów). W każdym z cylindrów 33 i 34 odbywają się cztery takty obiegu Otto podczas każdego obrotu. Uwarunkowane to jest obracaniem się w przeciwnych kierunkach wirnika 21 i wału głównego 35 przy stosunku przełożenia 1:1. A mianowicie wówczas gdy wirnik 21 wykona pół obrotu, to również wał główny 35 obróci się o kąt 180° , przez co tłok musi wrócić do swego położenia wyjściowego. A zatem w silniku z wirującymi tłokami według wynalazku, w stosunku do zwykłego silnika zaworowego, zadana moc uzyskiwana zostaje przy bezwzględnej liczbie obrotów o połowę mniejszej, co między innymi umożliwia korzystniejsze dobrane przekrojów przepływowych dla taktu zasysania i wydechu.

Należy również zaznaczyć, że pomimo nawrotnego ruchu tłoków sworznie tłokowe nie podlegają naprężeniom różnych znaków, tak jak to zachodzi w silnikach z nieruchomym cylindrem. Przy ruchu tłoka w kierunku do wewnątrz, wskutek obracania się cylindra lub wirnika, jego sworznie tłokowy porusza się mianowicie po trochoidzie tak że sworznie tłokowy podlega naprężeniom o stopniowo zmieniającym się kierunku. To samo odbywa się na drugim końcu korbowodu, a mianowicie na czopie wykorbienia, który zamiast ruchu po trochoidzie, opisuje w znany w istocie sposób tor kołowy.

Wskutek przeciwbieżnego ruchu tłoków, w znajdującej się między nimi skrzyni korbowej występuje na przemian działanie ssące i sprężające. Jeżeli zatem skrzynia korbową zostanie użyta do wstępnego sprężania, to smarowanie mechanizmu korbowego może odbywać się za pomocą domieszanego do paliwa oleju smarującego, tak jak to zazwyczaj stosowane jest w silnikach dwusuwowych. W silniku według wynalazku bez tego wstępnego sprężania, wspomniane działanie ssące lub sprężające należy wyeliminować, co w omawianym przykładzie wykonania może być przeprowadzone za pomocą nie pokazanych na rysunku otworów wykonanych w pokrywach 23 i 24. Smarowanie zostaje wówczas zapewnione za pomocą pompy olejowej, gdy olej jest na przykład okresowo wtryskiwany do skrzyni korbowej.

Przekładnia nawrotna 46a, 47, 50, 52, 35b pracuje w oleju, który wypełnia przestrzeń pomiędzy obydwojoma pokrywami 23 i 29. Smarowanie tłoków 36, 37 oraz ślizgającego się po wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20 pierścienia 41 odbywa się również za pomocą domieszanego do paliwa oleju smarującego, tak jak to zazwyczaj stosowane jest w silnikach dwusuwowych. Ponieważ uszczelnienie wszędzie odbywa się na powierzchni (na dwuwymiarowym układzie geometrycznym), więc zapewnione zostaje

tworzenie się błonki olejowej, korzystnej dla procesu smarowania.

Chłodzenie silnika jest zapewnione za pomocą żeber chłodzących 22, które zastosowane są na całym obwodzie kadłuba 20. Ponieważ podczas suwu rozprężania każdy cylinder przebiega po łuku wynoszącym ćwierć pełnego okręgu koła, więc chłodzona powierzchnia działającego jak głowica cylindrowa kadłuba 20 jest od 2,5 do 3,5 raza większa od powierzchni chłodzonej głowicy cylindrowej w znanych silnikach o nieruchomym cylindrze. Małe jednostki silnikowe według wynalazku mogą być zatem konstruowane bez chłodzenia wodnego. Cylindry zaopatrzone są w znane w istocie żebra chłodzące. Chociaż wirnik 21 obraca się stosunkowo dużą liczbą obrotów, a zatem jego żebra chłodzące wirują z bardzo dużą prędkością obwodową wynoszącą około 40 m/s, to jednak ze względu na stosunkowo zwartą konstrukcję silnika wskazane jest mechaniczne powodowanie wymuszonego przepływu powietrza. W omawianym przykładzie wykonania do tego celu służą skrzydła wentylatora. Dzięki nim zostaje wywołany mocny strumień powietrza o określonym kierunku, tak że gorące powietrze zmuszane jest do wypływania ze zwiększoną prędkością z pomiędzy żeber chłodzących cylindra poprzez otwory 23b, 24b pokryw 23, 24.

Utworzone przez otwór zasysający 26 lub przez otwór wydechowy 28 duże przekroje przepływowe umożliwiają to, że napełnianie lub opóźnianie przestrzeni roboczych cylindrów odbywa się przy znacznie mniejszych stratach niż w silnikach zaworowych, których przekroje przepływowe są oczywiście znacznie mniejsze. Stanowi to jeszcze jedną zaletę, gdyż zassana mieszanka paliwowa jest znacznie czystsza i chłodniejsza, niż może to być uzyskane w zwykłych czterosuwowych silnikach zaworowych. Wynika to stąd, że wskutek braku przestrzeni szkodliwej (patrz na przykład fig. 5, tłok 37) przestrzeń robocza zostaje po ukończonym wydechu całkowicie opróżniona, i cała pozostaje do dyspozycji dla przyjęcia świeżej mieszanki paliwowej, tak że ani ilość, ani czystość, ani też temperatura zassanej mieszanki paliwowej nie ulegają zmianie, co jak wiadomo nie da się osiągnąć w zwykłych silnikach czterosuwowych. Te korzystne warunki napełniania umożliwiają zwiększenie objętości napełnienia od 25 do 38%. Stosunkowo niska temperatura napełniania, która powoduje odpowiednio większą szczelność, daje dalszy wzrost napełniania o 14%. Do tego dochodzi jeszcze to, że wskutek niższej końcowej temperatury sprężania zmniejsza się niebezpieczeństwo samozapłonu. Umożliwia to stosowanie wyższego sprężania przy tej samej jakości (liczbie oktanowej) paliwa. Dzięki właściwościom czterosuwowego silnika wirującego zostaje oczywiście osiągnięte znaczne zmniejszenie ciężaru silnika na jednostkę mocy.

Przy określaniu chwili wcześniejszego zapłonu należy po pierwsze brać pod uwagę, że czystość zassanej mieszanki gazów spalinowych prowadzi do większej prędkości rozprzestrzeniania się spalania, a po wtóre, to, że poszczególnym taktom

cyklu roboczego zawsze odpowiada zakres kątowny obrotu wału głównego wynoszący 90° , w przeciwieństwie do zakresu kątownego 180° w zwykłych czterosuwowych silnikach zaworowych.

Widoczne jest również, że wszystkie części składowe silników, według wynalazku są w zasadzie elementami konstrukcyjnymi znanymi w budowie silników, tak że do ich wytwarzania nie są potrzebne żadne specjalne obrabiarki lub sposoby wytwarzania.

Na fig. 13 i 14 przedstawiony jest przykład wykonania silnika według wynalazku o trzech cylindrach 64, 65, 66. Dalsza istotna różnica w stosunku do silnika poprzednio opisanego polega na tym, że tu nie cylindry 64, 65, 66 ale korbowody 70, 71, 72, stanowią sztywny układ. W tym celu są one połączone z wieńcem 73, który jest zaopatrzony w wewnętrzne uzębienie 74 i który jest prowadzony za pomocą dwóch tarcz mimośrodowych 75 i 76, przy czym tarcza mimośrodowa 75 jest zamocowana na wale głównym 35, a tarcza mimośrodowa 76 jest osadzona swobodnie na występie 23a pokryw 23. Wieniec zębaty 73 zazębia się z kołem zębata 77, które jest utworzone jako nasadka występu 23a pokryw 23. W ten sposób wieniec 73 za pomocą wymuszonego przełożenia, ukształtowanego jako przekładnia obiegowa 74, 75, 76, 77, jest zmuszany do obiegania dookoła nieruchomego koła zębatego 77. Stosunek ilości zębów uzębienia 74, wieńca 73 i koła zębatego 77 wynosi 3:2, i dzięki temu cztery suwy pracy silnika mogą być wykonywane w ciągu jednego obrotu. Umieszczony na wieńcu 73 przeciwcieżar 80 jest przeznaczony do wyważenia przekładni obiegowej 74, 75, 76, 77 z połączonymi z nią elementami konstrukcyjnymi 70, 71, 72, 73 i tłokami 81, 82, 83 pracującymi w cylindrach 64, 65, 66.

Ponieważ wskutek sztywnego połączenia korbowodów 70, 71, 72 tłoki 81, 82, 83 są wzajemnie przesunięte o 120° w stosunku do osi C-C wieńca 73, przy czym jednak muszą wykonywać swój ruch obiegający względem osi obrotu A-A kadłuba 20, więc trzeba umożliwić im wzajemne ruchy katowe. W związku z tym cylindry 64, 65, 66 są osadzone w sposób umożliwiający przesuw w kierunku promieniowym, a w tym przykładzie wykonania zewnętrzna powierzchnia obrotowa 40 wirnika 20 jest podzielona za pomocą szczelin diletacyjnych 84, 85, 86, na trzy odcinki 40a, 40b i 40c. Tego rodzaju osadzenie cylindrów 64, 65, 66 oznacza, że przy obiegu wirnika 21 układają się one na wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20. W celu możliwie największego zmniejszenia tarcia, jakie jest tego wynikiem, wskazane jest, aby cylindry 64, 65, 66, obiegały po szeregach wałeczków, umieszczonych po obydwóch stronach kadłuba 20 (nie pokazanych na rysunkach).

Sposób pracy pokazanego na fig. 13 i 14 silnika wirującego jest taki sam jak silnika według poprzedniego przykładu wykonania wynalazku, gdyż jak łatwo spostrzec trzy tłoki 81, 82, 83 poruszają się po takich samych torach w kształcie trochoidy, i w tych samych miejscach osiągają poło-

zenia robocze, odpowiadające poszczególnym suwom pracy silnika.

W obydwóch opisanych przypadkach kadłub 20 jest wyposażony w kuliste powierzchnie 25, przy czym tłoki 36, 37 lub 81, 82, 83 wyposażone są w wypukłe dna, promień krzywizny których odpowiada promieniowi krzywizny wewnętrznej powierzchni obrotowej 25 kadłuba 20. Wewnętrzna powierzchnia obrotowa 25 kadłuba 20 może być równie ukształtowana jako powierzchnia walcowa, ale wówczas pierścienie uszczelniające pomiędzy wirnikiem lub cylindrami a kadłubem lub wewnętrzną jego powierzchnią obrotową nie mogą już być płaskimi pierścieniami kołowymi. Muszą być one zabezpieczone od obracania się dokoła osi tej powierzchni walcowej i muszą być wykonane z materiału o praktycznie stałym współczynniku rozszerzalności przy temperaturach roboczych silnika. Również nie jest bezwzględnie konieczne zaopatrywanie tłoków w wypukłe dna. Różnica między kształtem dna i kształtem wewnętrznej powierzchni obrotowej kadłuba oznacza istnienie przestrzeni szkodliwej, która w miarę zmniejszania mimośrodowości e pomiędzy osią A-A wirnika i osią B-B wału głównego staje się coraz większa. Wskazuje to, że na przykład przy mniej ostrych wymaganiach odnośnie ekonomii eksploatacji silnika według wynalazku również mimośrodowość pomiędzy wirnikiem i wałem głównym może nie istnieć.

W podanym wyżej opisie wynalazek został przedstawiony na przykładzie wykonania, który dotyczy silnika pracującego według obiegu Otto. Można łatwo jednak wyobrazić sobie, że silniki opisane w obydwóch przykładach wykonania, bez znaczniejszych zmian konstrukcyjnych mogłyby również pracować jako silniki wysokoprężne. W tym celu trzeba tylko świecę zapłonową 31 zastąpić dyszą wtryskującą paliwo. Poza tym cała konstrukcja pozostaje niezmienną, przy czym rozumie się samo przez się, że należy wziąć pod uwagę to, że wymiary cylindra itd. muszą być zmienione ze względu na cykl pracy silnika wysokoprężnego.

Obydwa opisane wyżej przykłady wykonania mają mimośrodowość e pomiędzy osią A-A wirnika i osią wału B-B wału głównego, która jest korzystna zwłaszcza dla silników z zapłonem iskrowym. W silnikach wysokoprężnych mimośrodowość ta ma małe znaczenie, gdyż stopień sprężania w takim silniku odsuwa na dalszy plan znaczenie przestrzeni szkodliwej. A zatem obydwie opisane przykłady wykonania zaprojektowane jako silniki wysokoprężne mogą być bez mimośrodowości pomiędzy osią A-A wirnika i osią B-B wału głównego, nie powodując przez to jednakże wyraźnego pogorszenia ekonomii ich eksploatacji.

Szczegóły konstrukcyjne, jak na przykład rozwiązanie konstrukcyjne przekładni nawrotnej jako przekładni zębatej (fig. 3) mogą być zmieniane w znacznym stopniu w ramach wynalazku, na przykład przekładnia nawrotna może być zastąpiona przez przekładnię łańcuchową itd. To samo dotyczy również innych szczegółów konstrukcyjnych czterosuwowego silnika wirującego według wynalazku, którego części składowe, jak to już było

wspomniane wyżej, są w zasadzie elementami konstrukcyjnymi powszechnie stosowanymi w budowie silników.

Silnik z wirnikiem według wynalazku, w wykonaniu zarówno jako silnik z zapłonem iskrowym, jak i silnik wysokoprężny, nadaje się do wszystkich rodzajów napędu. Zwłaszcza postacie wykonania, w których wirnik i wał główny obracają się w przeciwnych kierunkach, powinny być stosowane z pożytkiem, zwłaszcza tam, gdzie wały napędowe muszą na przemian obracać się w dwóch różnych kierunkach, tak jak to jest potrzebne w silnikach napędowych łodzi, w silnikach zaburtowych, itd. Przy stosowaniu silnika według wynalazku wspomnianego rodzaju można silniki te stosować bez przekładni nawrotnych, gdyż jeden kierunek obrotu może być odbierany z wału głównego, a drugi z wirnika za pomocą wału wydrążonego. Rozumie się samo przez się, że wówczas nie może istnieć mimośrodowość pomiędzy osią wirnika i osią wału głównego. Tego rodzaju układ ma znaczenie również w helikopterach, w których obracające się w przeciwnych kierunkach podwójne wały już w istocie swej powodują równoważenie sił reakcji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Czterosuwowy silnik spalinowy o nieruchomym kadłubie i osadzonym wewnątrz niego wirniku, składającym się z układu obiegających cylindrów z tłokami, które pracują na wspólny wał główny, **znamienny tym**, że ma obrotową powierzchnię zewnętrzną (40), obracającą się dokoła osi obrotu (A-A) oraz kadłub (20), wyposażony w wewnętrzną powierzchnię obrotową (25) otaczającą współśrodkowo zewnętrzną powierzchnię obrotową (40) wirnika (21), która to wewnętrzna powierzchnia obrotowa (25) tworzy głowicę obiegających cylindrów, zaopatrzoną w sterowane za pomocą wirnika otwory rozrzadu (26, 28), przy czym wirnik z wałem głównym połączony jest za pośrednictwem przekładni nawrotnej (46a, 47, 51, 50, 52, 35b) o przełożeniu 1:1 (fig. 3).
2. Odmiana czterosuwowego silnika według zastrz. 1, **znamienna tym**, wirnik połączony jest z wałem głównym poprzez przekładnię obiegową (74, 75, 76, 77), o przełożeniu 3:2 (fig. 13 i 14).
3. Czterosuwowy silnik według zastrz. 1-2 zwłaszcza silnik o zapłonie iskrowym, **znamienny tym**, że oś (A-A) wirnika i oś (B-B) wału głównego umieszczone są wzajemnie równolegle w odległości e .
4. Czterosuwowy silnik według zastrz. 1-3, **znamienny tym**, że dna tłoków są wypukłe i mają ten sam promień krzywizny co promień krzywizny powierzchni (25) kadłuba (20).
5. Czterosuwowy silnik według zastrz. 4, **znamienny tym**, że odległość (e) pomiędzy osią (A-A) wirnika i osią (B-B) wału głównego, w zewnętrznym punkcie zwrotnym tłoków (36, 37, 81, 82, 83), odpowiadającym początkowi rozprężania, równa się połowie osiowej odległości (a) pomiędzy dnem tłoka i wewnętrzną powierzchnią obrotową (25) kadłuba (20) (fig. 2 lub 14).

6. Czterosuwowy silnik według zastrz. 1-5, **znamienny tym**, że zewnętrzna powierzchnia obrotowa (40) wirnika (21) i wewnętrzna powierzchnia obrotowa (25) kadłuba (20) są wycinkami powierzchni kulistej.
7. Czterosuwowy silnik według zastrz. 6, **znamienny tym**, że pomiędzy cylindrami (33, 34, 64, 65, 66) i wewnętrzną powierzchnią obrotową (25) kadłuba (20) są pierścienie uszczelniające (41, 42), przy czym na wewnętrznej powierzchni obrotowej (25) spoczywają czółowe powierzchnie nierozciętego pierścienia

- (41) a na jego bocznej powierzchni — zewnętrzna powierzchnia boczna przeciętego pierścienia (42) (fig. 4).
8. Czterosuwowy silnik według zastrz. 1-7, **znamienny tym**, że cylindry (64, 65, 66) wirnika (21) są umieszczone z możliwością swobodnego przesuwu w kierunku promieniowym, przy czym ich tłoki (81, 82, 83) są połączone przegubowo ze swymi korbowodami (70, 71, 72), które wzajemnie tworzą sztywny układ (73) (fig. 13 i 14).

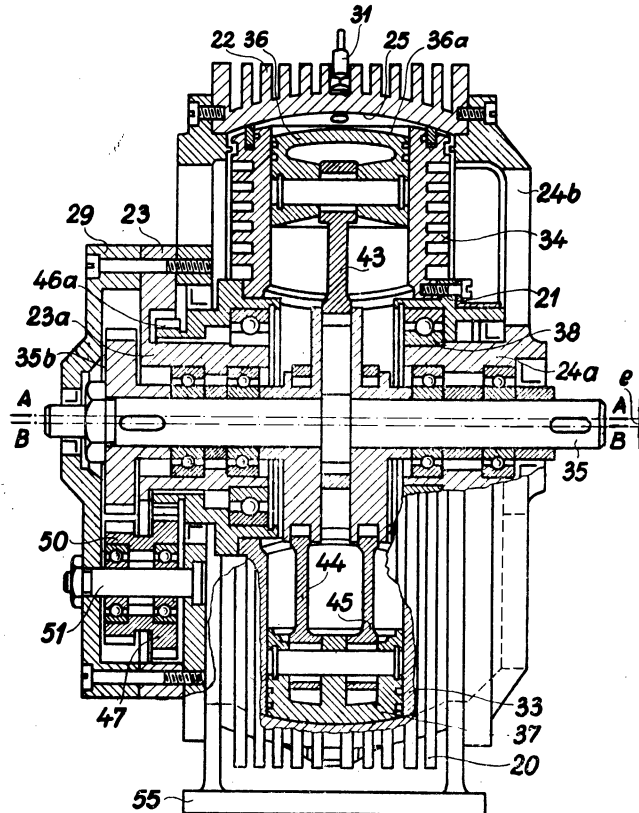


Fig. 1

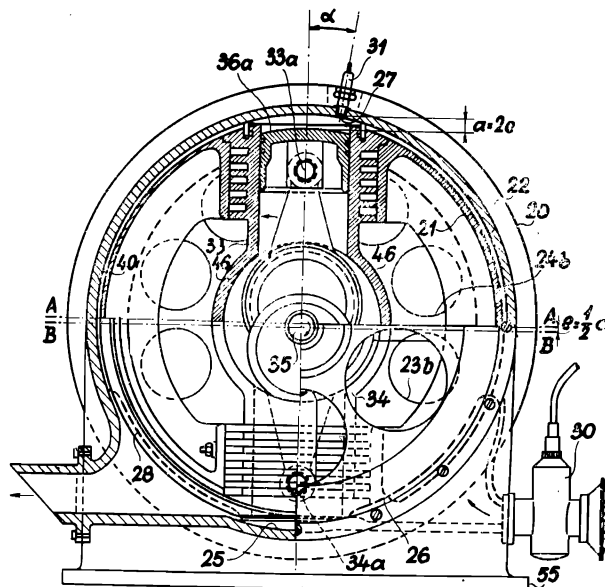


Fig. 2

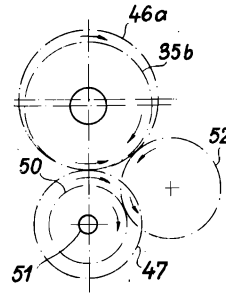


Fig. 3

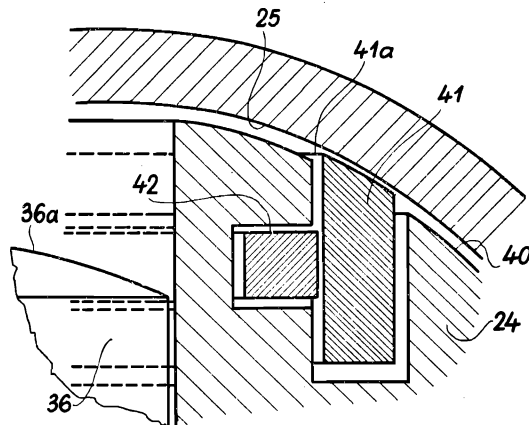


Fig. 4

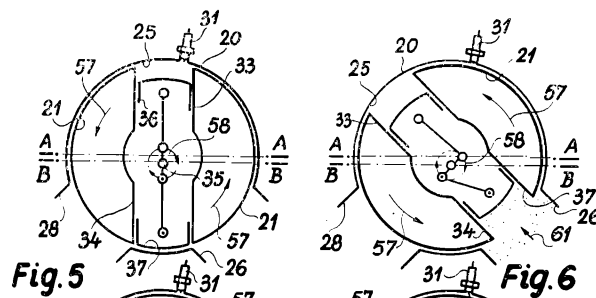


Fig. 5

Fig. 6

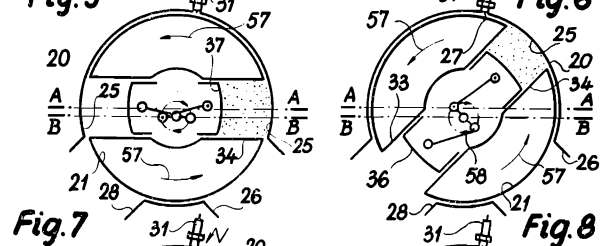


Fig. 7

Fig. 8

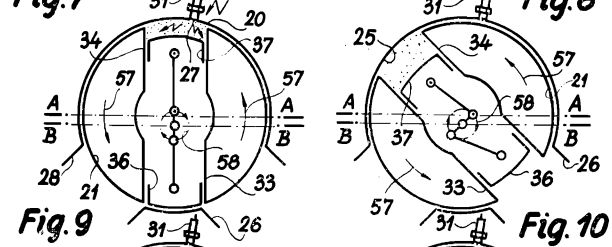


Fig. 9

Fig. 10

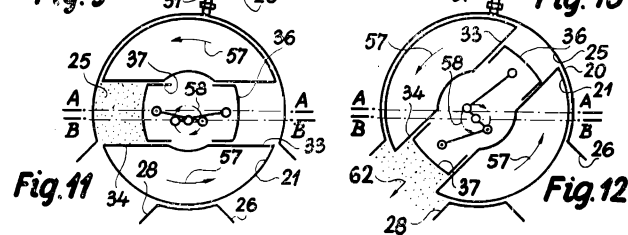


Fig. 11

Fig. 12

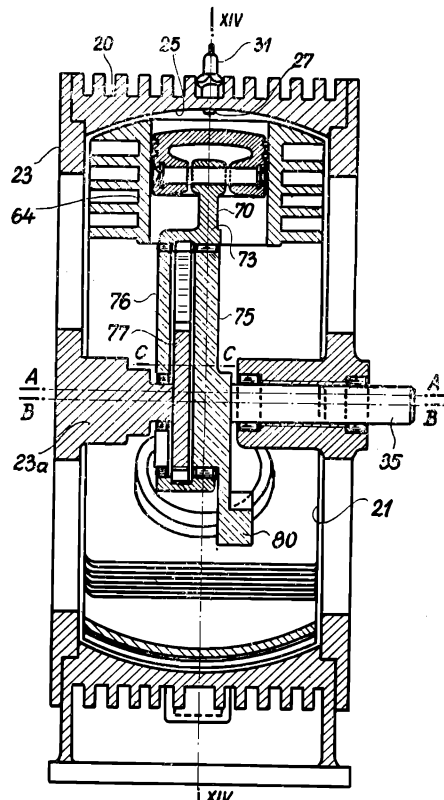


Fig. 13

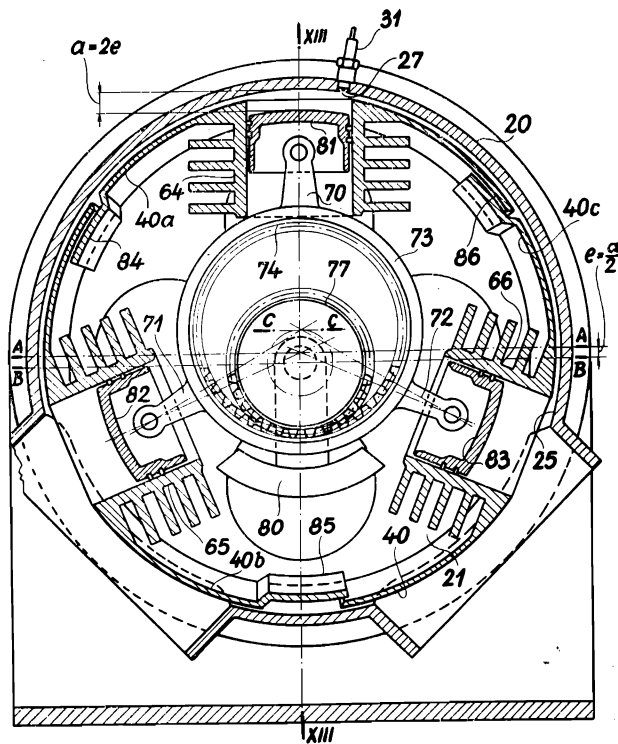


Fig. 14