

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 24.XII.1966 (P 118 165)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.V.1970

Kl. 46 a, 53/00

MKP F 02 b 53/00

UKD 621.437

Twórca wynalazku: inż. Arno Fischer

Właściciel patentu: Halbergerhütte G.m.b.H., Brebach/Saar (Niemiecka
Republika Federalna)

Silnik rotacyjny z wirującymi tłokami

1

Przedmiotem wynalazku jest silnik rotacyjny z wirującymi tłokami, zwłaszcza równoległoośiowy silnik z płaszczem, wyposażonym w powierzchnie bieżne, które mają strefy zbliżone i oddalone od osi, oraz w tłok, składający się z piasty tłoka oraz suwaków tłokowych, przy czym pomiędzy dwiema strefami zbliżonymi do osi znajduje się komora robocza.

Dotychczas silniki tego rodzaju budowano tylko dla ograniczonych ciśnień czynnika roboczego. Zastosowanie wysokich i najwyższych ciśnień powoduje różne utrudnienia. Suwaki tłokowe muszą być bardzo stabilne w celu wykazania odpowiedniej odporności na siły, występujące przy wysokich ciśnieniach. W przypadku masywnego wykonania suwaków tłokowych okazało się jednak, że suwaki te każdorazowo po przesunięciu ścian działowych, przedzielających komory robocze, zostają wciśnięte do komory roboczej, pozostającej pod wpływem czynnika roboczego.

Wykonany masywnie suwak wypierałby przy tym czynnik roboczy i równocześnie podlegałby działaniu siły, odpowiadającej jego średnicy oraz ciśnieniu czynnika, przeciwdziałającej jego przestawnemu ruchowi. Przy zastosowaniu wysokich i najwyższych ciśnień siły te są bardzo duże, co jest szczególnie niekorzystne z tej przyczyny, że zastosowanie tego rodzaju ciśnień pozwala na zastosowanie bardzo małych rozmiarów silnika, dopuszczających tylko ograniczone wymiary części, koniecznych do ruchu

2

suwaka tłokowego. Poza tym w przypadku stosowania wysokich ciśnień konieczne jest szczególnie dobre uszczelnienie pomiędzy stroną tłoczną a stroną odciążoną suwaków tłokowych.

5 Znany jest równoległoośiowy silnik rotacyjny, w którym boczne części są trwale połączone z tłokiem, a suwaki tłokowe są prowadzone w częściach bocznych. W silniku tym wybrania wykonane w ścianach bocznych sięgają poza komorę roboczą, co wymaga zastosowania elementów wypełniających, umieszczonych z boków suwaków tłokowych. Poza tym w silniku tym suwaki tłokowe są wykonane w postaci masywnych tarcz, a nie w postaci otwartych rur, jak to ma miejsce w silniku według wynalazku.

15 W znanym silniku rotacyjnym suwaki tłokowe są połączone z popychaczami, których końce skierowane do osi są zaopatrzone w krawężki bieżne. Krawężki te znajdują się pod działaniem sprężyn, zamocowanych do współśrodkowej krzywki. Odpowiednio do przebiegu powierzchni bieżnej również krzywka ma strefy bliskie i oddalone od osi. Im mniejszy jest zakres katowy przejścia strefy bliskiej w strefę oddaloną od osi, lub odwrotnie, tym bardziej strome jest wzniesienie krzywki sterującej w obrębie przejścia, a w zależności od tego promieniowe przyspieszenie suwaka tłokowego.

20 Dopuszczalne przyspieszenie suwaka oraz łukowe krzywizny krzywki wyznaczają dolną granicę zakresu katowego ruchu przejściowego, oraz górną

granicę liczby obrotów wirującego tłoka. W przypadku zastosowania silnika wysokoobrotowego jego wymiary mogą być bardzo małe. Im mniejszy silnik, tym większy jest wznios krzywki, jeżeli ruch suwaków ma się odbywać w ograniczonej przestrzeni.

Celem wynalazku jest usunięcie wyżej wymienionych wad.

Cel ten osiągnięto według wynalazku dzięki temu, że boczne części tłoka są połączone na stałe z piastą tłoka a suwaki tłokowe wykonane w postaci rur z otwartymi końcami, są prowadzone w jego częściach bocznych, dzięki czemu mają dużą wytrzymałość. Poza tym dzięki otwartym końcom w czasie wchodzenia suwaka do komory roboczej czynnik roboczy wyparty przez suwak może przez suwak odpłynąć i wypełnić pustą przestrzeń, powstałą wskutek ruchu suwaka. W wyniku tego po obu stronach suwaka w czasie jego ruchu jest jednakowe ciśnienie, na skutek czego siły nastawcze są bardzo małe.

Czynnik roboczy również nie zostaje wtłoczony do komory roboczej, lecz przedostaje się do przeciwległej końcówki suwaka tłokowego. Rurowe wykonanie suwaków tłokowych ma poza tym tę zaletę, że przy ich dużej wytrzymałości mają stosunkowo niewielki ciężar. Poza tym w miejscu styku suwaków z częściami bocznymi otrzymuje się stosunkowo długą powierzchnię uszczelniającą, co stanowi zaletę w przypadku stosowania wysokich ciśnień.

Wynalazek polega na tym, że w komorze roboczej, ograniczonej powierzchniami bieżnymi płaszcza tłoka oraz części bocznych, znajduje się co najmniej jeden suwak tłokowy przylegający do powierzchni bieżnej płaszcza, przy czym części boczne są połączone na stałe z tłokiem, a suwaki tłokowe są prowadzone w częściach bocznych, oraz że suwaki tłokowe są wykonane w postaci rur z otwartymi końcami.

Według innej odmiany silnika według wynalazku ukształtowanie komór roboczych oraz suwaków tłokowych można stosować również w silnikach o pochylonych osiach o dowolnym nachyleniu powierzchni bieżnych do osi obrotu silnika.

W innej odmianie silnika według wynalazku os suwaków tłokowych przebiega pod kątem do płaszczyzny promieniowej.

Według wynalazku rurowe suwaki tłokowe są wykonane tak, że są po stronie wewnętrznej wzmocnione, na przykład za pomocą mostków lub żeber. W pewnych przypadkach suwaki tłokowe wykonuje się w postaci dwóch równoległych rur.

Według innej odmiany silnika rurowy suwak tłokowy jest na końcu od strony powierzchni bieżnej zaopatrzony w uszczelkę.

W innej, korzystnej odmianie konstrukcyjnej, kolejne komory robocze tworzą pierścieniową komorę, podzieloną za pomocą ścian działowych, przy czym szerokość rur tłokowych, w przypadku rur tłokowych o przekroju kołowym o średnicy większej, niż średnica komory pierścieniowej, mierzonej w płaszczyźnie przebiegającej przez oś silnika i rur tłokowych jest ukształtowana tak, że rury tłokowe w zasięgu współdziałania z płaszczem

unoszącym ściany działowe są w stosunku do niego zamknięte kształtowo.

Według wynalazku każdy suwak tłokowy jest przesuwany za pomocą połączonej z nim krzywki sterującej, dostosowanej do powierzchni bieżnej. Krzywka ta współdziała z elementami prowadzącymi i wraz z nimi znajduje się poza komorami roboczymi. Sterowanie może odbywać się również za pomocą innych elementów ruchomych. Sterowanie może również odbywać się za pomocą krzywki, składającej się z rowka krzywkowego, w który przypierają krażki tłoczne, ułożyskowane na końcach elementów kierujących, połączonych wychylnie z suwakami tłokowymi. Krzywka sterująca jest ewentualnie tylko w strefach zbliżonych do osi powierzchni bieżnej wykonana w postaci rowka krzywkowego, a w pozostałej swej części ma postać krzywki wypukłej na zewnątrz. W niektórych przypadkach korzystne jest zastosowanie krzywki elastycznej na poszczególnych odcinkach powierzchni bieżnej.

W innej odmianie silnika, w przypadku gdy elementy prowadzące nie są zamknięte kształtowo, droga posuwu suwaków tłokowych jest ograniczona za pomocą ograniczników ruchu.

Urządzenie według wynalazku można również wykonać w ten sposób, że co najmniej dwa silniki umieszcza się symetrycznie tak, że stanowią one całość konstrukcyjną, mającą wspólną komorę pierścieniową i tworzą silnik o przeciwbieżnym układzie cylindrów. Można również połączyć kilka silników jednym wspólnym wałem, przy czym pomiędzy sąsiednimi rurami tłokowymi znajdują się otwory łączące. Wolne przestrzenie po stronie odwrotnej w stosunku do przestrzeni roboczej rur tłokowych można przy tym wykonać również w postaci komór roboczych. Utworzoną w ten sposób komorę pierścieniową dzieli się za pomocą ścian działowych przedstawionych w stosunku do siebie.

Korzystnie stosuje się takie wykonanie silnika, w którym liczba tłoków stanowi wielokrotność liczby ścian działowych, ponieważ w przypadku wysokich ciśnień czynnika roboczego zapewnione jest wzajemne znoszenie się sił, wytwarzanych przez ten czynnik, działających na oś obrotu w czasie obrotu wirnika. W przypadku niesymetrycznego wykonania silnika, duże siły promieniowe działające na oś lub ułożyskowanie wirnika mogłyby uniemożliwić budowę tego rodzaju silnika.

Krywka sterująca zastosowana w silniku według wynalazku zapewnia to, że suwaki tłokowe w obrębie strefy zbliżonej do osi powierzchni bieżnej zostają wyprowadzone z zasięgu komór roboczych w celu zapobieżenia wejścia suwaków tłokowych do stref bliskich osi. Dla pełnego wykorzystania objętości komór roboczych, promieniowy ruch suwaków tłokowych odbywa się w stosunkowo niewielkim zakresie kątowym na końcu komór roboczych.

W silniku według wynalazku, dzięki specjalnemu ukształtowaniu krzywki sterującej, możliwa jest budowa silnika o niewielkich wymiarach bez przekroczenia dopuszczalnego przyspieszenia suwaków tłokowych. W przypadkach, gdy w silniku

według wynalazku komora pierścieniowa utworzona przez kolejne komory robocze jest w całej swej długości wykonana w postaci wgłębienia w korpusie, mieszczącym tłoki, przy czym tłoki są wykonane w postaci obustronnie otwartych rur, tłoki w czasie obrotu poruszają się rytmicznie w kierunku ich osi z zamkniętej z tyłu komory do komory pierścieniowej i z powrotem.

Ma to miejsce szczególnie w przypadku, gdy osi rur tłokowych jest równoległa do osi obrotu silnika, ponieważ w przypadku czołowego połączenia korpusu unoszącego ściany działowe z korpusem mieszczącym tłoki, ciśnienie czynnika odpychałoby oba korpusy w kierunku osiowym. Dzięki konstrukcji według wynalazku, w której korpus unoszący ściany działowe zamyka cylindrycznie komorę pierścieniową, zapobiega się temu.

Przedmiot wynalazku tytułem przykładu jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia promieniowy przekrój przez środek pierścieniowej komory roboczej silnika, fig. 2 — przekrój podłużny silnika, fig. 3 — przekrój przez osadzenie okrągłego suwaka tłokowego w bocznych częściach tłoka, fig. 4 — przekrój okrągłego suwaka tłokowego, wzmocnionego przez wewnętrzne żebro, fig. 5 — przekrój suwaka tłokowego, składającego się z dwóch rur umieszczonych obok siebie, fig. 6 — przekrój podłużny silnika, w którym osie rur tłokowych są równoległe do osi obrotu silnika, fig. 7 — przekrój podłużny silnika, w którym komory robocze tworzące komorę pierścieniową są wykonane w postaci wgłębienia w części obiegającej, fig. 8 — wycinek przekroju promieniowego wzdłuż linii A—A według fig. 7, fig. 9 — przykład połączenia dwóch silników, połączonych przeciwnie, stanowiących jedną całość.

Na fig. 1 — 3 przedstawiono silnik hydrauliczny, w którym kadłub 1 jest ułożyskowany nieruchomo za pomocą ograniczników ruchu lub krzywek 2, zapobiegających jego ruchowi obrotowemu. Kadłub 1 tworzy wraz z piastą tłoka 3 pierścieniową komorę 4, podzieloną przez zamocowane do kadłuba 1 przegrody 5 oraz suwaki tłokowe 6 osadzone w piaście 3. Silnik ma dwie przegrody 5, z których każda jest zaopatrzona w wlot 7 oraz wylot 8 dla czynnika roboczego.

Komora pierścieniowa jest podzielona na dwie komory robocze. Ilość suwaków tłokowych 6 wynosi cztery, w wyniku czego osiąga się to, że obie komory robocze są stale czynne.

Również ilość tłoków jest dwukrotnie większa od ilości przegród, dzięki czemu promieniowe obciążenia powstające w obu komorach roboczych znoszą się wzajemnie. Suwaki tłokowe 6 są wykonane w postaci obustronnie otwartych rur o przekroju kołowym. Według wynalazku stosuje się poza tym również suwaki tłokowe o przekroju kwadratowym lub prostokątnym. Os suwaków tłokowych 6 przebiega promieniowo i w tym samym kierunku suwaki 6 w czasie obrotu tłoka 3 poruszają się z komór 9 do pierścieniowej komory 4 i z powrotem.

Tylna część komory 9 jest zamknięta, możliwe jest jednak również połączenie dwóch równolegle pracujących komór silnika, to znaczy w przypadku

silnika, przedstawionego na fig. 1, dwóch przeciwnieległych komór 9. Z fig. 2 i 3 wynika, że średnica suwaków tłokowych 6 jest większa, niż szerokość 25 pierścieniowej komory 4. Osiąga się przez to długość uszczelnienia pomiędzy komorami, po obu stronach suwaków 6, odpowiadającą rozmiarom tłoka 24 — 24. W przypadku gdyby szerokość 25 pierścieniowej komory 4 była równa średnicy suwaków tłokowych, pomiędzy suwakami a bocznymi ścianami komory pierścieniowej istniałoby tylko styk liniowy i tym samym niewielka długość uszczelnienia.

Również w kierunku obwodowym dzięki suwakom tłokowym powierzchnia uszczelnienia pomiędzy stronami czołowymi suwaków, a wewnętrzną powierzchnią płaszcza kadłuba 1 jest większa niż w znanych konstrukcjach z płaskimi zasuwami. Najmniejsza długość uszczelniania odpowiada podwójnej grubości ściany suwaka tłokowego. Zwiększenie grubości ścian suwaka tłokowego w celu zwiększenia ich odporności na wysokie ciśnienie czynnika powoduje więc poprawienie uszczelnienia.

Według wynalazku na stronie czołowej suwaka tłokowego współpracującej z wewnętrzną powierzchnią płaszcza kadłuba 1 umieszcza się również wykładzinę uszczelniającą i/lub poślizgową, jak gumę, odporną na działanie oleju, stop łożyskowy itd. Wykładzina może być również wykonana w postaci współśrodkowego pierścienia osadzonego w suwaku tłokowym.

Z fig. 1 wynika również, że długość przegród 5 w kierunku ruchu jest w pobliżu dna komory pierścieniowej większa, niż średnica suwaków tłokowych. W wyniku tego osiąga się to, że w czasie podchodzenia zasuw tłokowych 6 pod przegrody 5, jak to przedstawiono na fig. 1 na przykładzie obu suwaków z osiami, skierowanymi poziomo, czołowa powierzchnia przegrody 5 zwrócona do wewnątrz współdziała w tym czasie uszczelniająco z dnem płaszcza komory pierścieniowej.

W czasie obrotu piasty tłoka suwaki 6 przesuwane są z komór 9 do pierścieniowej komory 4 i z powrotem. Odbywa się to mechanicznie za pomocą krążka 11, połączonego przez część 10 z suwakiem 6 oraz powierzchnią biezną 12. Ruch ten może odbywać się również za pomocą hydraulicznego urządzenia pomocniczego. Część 13 powierzchni bieźnej 12, jak to przedstawiono na fig. 1 na przykładzie górnej połowy powierzchni bieźnej, może być wykonana jako element elastyczny w postaci podkładki 14 z gumy lub innego elastycznego tworzywa, lub umieszczona sprężynująco za pomocą sprężyn 15.

Osiąga się przez to to, że suwaki tłokowe 6 przylegają sprężynująco do powierzchni komory pierścieniowej kadłuba 1. Posuw suwaków 6 do pierścieniowej komory 4 można ograniczyć za pomocą ograniczników ruchu. Jako ograniczniki mogą służyć końce 16 przedstawionych na fig. 2 pierścieni poślizgowych i uszczelniających 17, umieszczonych w kadłubie 1, lub ograniczanie 18 wybrania 19 w piaście tłoka 3 do czopów zabierakowych 20. Oba ograniczniki mogą być również czynne równo-

cznie. Ma to duże znaczenie z uwagi na znaczne ciśnienie czynnika, działającego na ograniczniki.

Z lewej strony na fig. 2 przedstawiono pierścienie uszczelniające 17, służące jako uszczelnienie pomiędzy kadłubem 1 a piastą tłoka 3, służące równocześnie do ułożyskowania piasty tłoka 3. Uszczelnienie to można przeprowadzić również w inny sposób. Po prawej stronie na fig. 2 przedstawiono pierścieniowe zgrubienia uszczelniające 21. Ułożyskowanie piasty 3 w kadłubie 1 można również wykonać w inny odpowiedni sposób. Na fig. 1 i 2 widać, że powierzchnia bieżna 12 jest wysunięta możliwie najdalej na zewnątrz, co umożliwia stosunkowo niewielki wznios krzywki.

Na fig. 2 powierzchnia bieżna 12 jest umieszczona u góry, a napędowy kołnierz 22 piasty 3 u dołu. Odpowiednio do tego przebiega powierzchnia bieżna, w wyniku czego osiąga się prostą konstrukcję przeciwnie do strony napędowej, strony pierścieniowej komory 4. Można również po obu stronach pierścieniowej komory 4 umieścić po jednej powierzchni bieżnej 12.

Na fig. 4 pokazano przekrój suwaka tłokowego o przekroju kołowym, wzmocnionego mostkiem, przebiegającym w kierunku osi siły. Ma to szczególne znaczenie w przypadku, gdy suwak tłokowy w celu obniżenia jego ciężaru jest wykonany jako rura cienkościenna, co jest korzystne w silnikach wysokoobrotowych. Strona czołowa suwaków jest jednak również w tym przypadku grubościenna, w celu uzyskania dostatecznej długości uszczelnienia.

Na fig. 5 przedstawiono przekrój suwaka tłokowego, składającego się z dwóch rur umieszczonych obok siebie w kierunku szerokości komory roboczej. Osiąga się przez to zmniejszenie wymiarów suwaka w kierunku obwodu, co ma duże znaczenie w przypadku podziału komory pierścieniowej na możliwie największą ilość komór roboczych.

Wykonanie suwaka z dwóch rur ma tę zaletę, że również w tym przypadku, podobnie jak przy wykonaniu suwaka z jednej rury, komory, w których suwaki poruszają się promieniowo w płaszczyźnie 3 wykonuje się przez proste wywiercenie otworu w płaszczyźnie 3. Z fig. 5 wynika też, że również suwak składający się z dwóch rur zazębia się obustronnie w bocznych ścianach komory pierścieniowej, w wyniku czego osiąga się możliwie największą powierzchnię uszczelnienia. Odpowiedni łuk jest krótszy w stosunku do suwaka wykonanego z jednej rury. Szczelność można zwiększyć za pomocą urządzeń uszczelniających 23, które można stosować również w suwakach, wykonanych z jednej rury.

Na fig. 7 przedstawiono przykład wykonania silnika, w którym osie rur tłokowych przebiegają równolegle do osi obrotu silnika. Stanowi to również przykład połączenia dwóch lub kilku poszczególnych silników w jedną całość konstrukcyjną. Również w tym przypadku komory 9 obu współpracujących tłoków 6 są połączone za pomocą otworu 25.

Inna odmiana konstrukcyjna jest przedstawiona na fig. 7 i 8. W odmianie tej nieruchomy kadłub 27 jest wyposażony w przegrody 28. Po obu stronach przegród 28 znajdują się wloty 29 i wyloty 30 dla

czynnika roboczego. W wirującej części 31 silnika znajduje się pierścieniowa komora 32, zamknięta cylindrycznie przez kadłub 27. Wokół części 31 są umieszczone wzdłużnie ruchomo rurowe tłoki 33. W czasie obrotu wirnika 31 tłoki 33 poruszają się rytmicznie za pomocą czopów 34, krążków 35 oraz łąków 36 z komory 37 do pierścieniowej komory 32 i z powrotem. W ten sposób powstaje przelot dla przegród 28 umożliwiające przejścia pierścieniowej komory 32.

Według wynalazku szerokość 40 rur tłokowych 33 mierzona w płaszczyźnie, przebiegającej przez os silnika i os tłoków jest większa od wymiarów komory pierścieniowej, w tym przypadku od jej promieniowej wysokości 41. Osiąga się dzięki temu nie tylko styk liniowy pomiędzy tłokami rurowymi a ścianami komory pierścieniowej, lecz również długą powierzchnię uszczelniania w kierunku obwodu.

Jak przedstawiono na fig. 8, przegrody 28 mają w kierunku obwodu taką grubość 42, że zakrywają otwory przelotowe 38 w ścianie komory pierścieniowej, przez które to otwory przechodzi rura tłokowa. Zakryte zostaje również wybranie 39 dla ruchu rury tłokowej w wirniku 31, ponieważ długość 43 wybrania w kierunku obwodu jest znacznie mniejsza, niż grubość przegrody 28, mierzona w kierunku obwodu.

Na fig. 9 przedstawiono przykład przeciwnie do połączenia dwóch silników w jedną całość, tworzących wspólną komorę pierścieniową. Pierścieniowa komora 32 jest w tym przypadku umieszczona w środku silnika. Tłoki 33 poruszają się z obu stron przeciwbieżnie do pierścieniowej komory 32 i z powrotem. Tłoki 33 stykają się w środku pierścieniowej komory 32, przy czym w celu uszczelnienia miejsca styku tłoków stosuje się odpowiednie środki. Przykład wykonania według fig. 9 ma w stosunku do przykładu z fig. 6 tę zaletę, że droga przebywana rytmicznie przez tłoki jest o połowę krótsza.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik rotacyjny z wirującymi tłokami, zwłaszcza równoległosiłowy silnik z płaszczem, wyposażonym w powierzchnie bieżne, które mają strefy zbliżone i oddalone od osi oraz w tłoki, składający się z piasty tłoka oraz suwaków tłokowych, przy czym pomiędzy dwiema strefami zbliżonymi do osi znajduje się komora robocza, **znamienny tym**, że w komorze roboczej, ograniczonej powierzchniami bieżnymi płaszcza i tłokiem wraz z jego częściami bocznymi jest co najmniej jeden suwak tłokowy (6) przylegający do powierzchni bieżnej (12) płaszcza, przy czym boczne części tłoka są połączone trwale z piastą tłoka, zaś suwaki tłokowe (6), wykonane w postaci rur z otwartymi końcami, są prowadzone w jego częściach bocznych.

2. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w przypadku zastosowania silnika o pochylonej osi, silnik ma powierzchnie bieżne dowolnie pochylone w stosunku do osi obrotu silnika.

3. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że os suwaków tłokowych (6) przebiega pod kątem w stosunku do płaszczyzny promieniowej.

4. Silnik według zastrz. 1 — 3, **znamienny tym**, że rurowe suwaki tłokowe (6) po stronie wewnętrznej mają wzmocnienia w postaci mostków lub żeber.

5. Silnik według zastrz. 1 — 4, **znamienny tym**, że suwaki tłokowe (6) składają się z co najmniej dwóch rur umieszczonych obok siebie.

6. Silnik według zastrz. 1 — 5, **znamienny tym**, że rurowy suwak tłokowy (6) na końcu zwróconym do powierzchni bieżnej ma uszczelnienie.

7. Silnik według zastrz. 1 i 4—6, **znamienny tym**, że kolejne komory robocze tworzą pierścieniową komorę (4), podzieloną za pomocą przegród (5), przy czym szerokość rur tłokowych względnie ich średnica — w przypadku rur tłokowych o przekroju kołowym, jest większa, niż wielkość komory pierścieniowej, mierząc przez płaszczyznę przechodzącą przez oś silnika i oś rury tłokowej w ten sposób, że rury tłokowe, w obrębie, w którym współpracują z płaszczem unoszącym przegrody (5), są do niego dostosowane kształtowo.

8. Silnik według zastrz. 1 — 7, **znamienny tym**, że każdy suwak tłokowy (6) jest przesuwany za po-

mocą elementów prowadzących, połączonych z krzywką sterującą, dostosowaną do kształtu powierzchni bieżnej (12), przy czym krzywka i elementy prowadzące są umieszczone poza komorami roboczymi.

9. Silnik według zastrz. 1 — 8, **znamienny tym**, że krzywka sterująca jest elastyczna w poszczególnych częściach powierzchni bieżnej.

10. Silnik według zastrz. 1 — 8, **znamienny tym**, że w przypadku, gdy elementy prowadzące nie współpracują kształtowo, droga posuwu suwaków tłokowych (6) jest ograniczona za pomocą ograniczników ruchu.

11. Silnik według zastrz. 7, **znamienny tym**, że co najmniej dwa silniki są połączone przeciwnie w jedną całość konstrukcyjną w ten sposób, że tworzą wspólną komorę pierścieniową, a do napędu służą przeciwbieżne tłoki.

12. Silnik według zastrz. 1 — 10, **znamienny tym**, że kilka silników jest umieszczonych na wspólnym wale, przy czym pomiędzy sąsiadującymi osiowo tłokami rurowymi znajdują się otwory łączące.





