



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 02.XI.1962 (P 100 406)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 28.II.1967

Kl. ~~46 a¹, 5/10~~

46e, 53/00

MKP F 02 b

53/00

UKD

Twórca wynalazku: Adam Wysocki

Właściciel patentu: Helena Wysocka, Przemysł (Polska)

Silnik spalinowy z wirującymi tłokami

1 Silnik spalinowy z wirującymi tłokami, będący przedmiotem niniejszego zgłoszenia ma wiele zalet, którymi przewyższa znane dotychczas silniki tego typu, ponieważ przy jego opracowywaniu przedmiotem starań było usunięcie istotnych wad, jakimi obarczone są pokrewne silniki.

Rozwiązanie według wynalazku ma stosunkowo prostą i lekką konstrukcję, co daje łatwość wykonania poszczególnych elementów silnika na konwencjonalnych obrabiarkach, oraz obniża koszty produkcji.

2 Przedmiotem wynalazku jest silnik spalinowy zaopatrzony w układ kinematyczny sprzęgający za pomocą przekładni jarzmowo-planetarnej dwie pary tłoków wirujących z wałem odbioru mocy, dający omówione niżej w opisie wynalazku, zalety i korzyści techniczne w stosunku do znanych mechanizmów sprzęgających wirujące tłoki.

Przez zastosowanie przekładni jarzmowo-planetarnej wirujące tłoki poruszają się ze zmienną prędkością kątową, tworząc kolejno cztery komory, każdą dla czterotaktowego cyklu pracy, podczas gdy wał główny silnika obraca się ruchem jednostajnym. Istotną cechą i zaletą wynalazku jest z uwagi na symetrię wykonania, zupełnie zrównoważenie wszystkich sił masowych i wszystkich momentów tych sił, co przy olbrzymich szybkościach kątowych, jest bardzo istotne i stanowi o trwałości konstrukcji i użytkowej sprawności silnika.

Wyrównoważenie zmiennych sił bezwładności tłoków wirujących, uzyskuje się dzięki temu, że dwa tłoki związane z dwuramienną kulisą jarzma pod kątem 45° stanowią z nią jedną masę, uzyskują zatem te same przyspieszenia i opóźnienia z tym jednak że gdy masa związana z dwuramienną kulisą jarzma po jednej stronie cylindra przyspiesza od szybkości V_0 do V_{max} , to równocześnie taka sama masa po przeciwnej stronie cylindra opóźnia się od V_{max} do V_0 , przy jednostajnych obrotach silnika.

Ponieważ masy obydwu par są jednakowe, a równocześnie wektory przyspieszeń i opóźnień ich co do wielkości są sobie równe i przeciwnie skierowane, dlatego ich siły bezwładności znoszą się całkowicie. Przeciwnie jest w znanych silnikach tego typu, gdzie występuje niezrównoważony okresowo zmienny moment reakcyjny ruchu jednej pary tłoków oraz siły masowe korbowodu, tylko częściowo zrównoważonego przez przeciwwagę.

Istota rozwiązania według wynalazku jest bliżej wyjaśniona na przykładach wykonania, pokazanych na rysunkach od Fig. 1 do Fig. 4.

Fig. 1 przedstawia podłużny przekrój silnika. Korpus silnika składa się z trzech części, z których środkowa tworzy cylinder 3 w kształcie pierścienia kołowego o przekroju prostokąta, zaś dwie boczne, połączone ze środkową śrubami, tworzą pokrywę silnika 4 i mieszczą dwie symetryczne

do siebie połowy mechanizmu, który przenosi ruch krążących w cylindrze tłoków na wał zdawczy 5, obracający się w łożyskach umieszczonych w środku pokryw 4 i wychodzący obustronnie poza kadłub silnika.

W cylindrze krążą ruchem naprzemian przyspieszanym i opóźnianym dwie pary tłoków dwustronnego działania 1,1 i 2,2, tworząc pomiędzy swymi denkami cztery komory robocze, zmieniające cztery razy na jeden obrót wału zdawczego jednakowo swoją pojemność. Skutkiem tego w komorach odbywają się równocześnie suwy ssania, sprężania, rozprężania i wydechu, to jest cztery cykle pracy na jeden obrót wału zdawczego, przy czym zapłon powoduje tylko jedna świeca 6, pod którą co 90° obrotu wału zdawczego wędruje ładunek paliwa, sprężony między dwoma zbliżonymi do siebie tłokami.

Zewnętrzna ściana cylindra 7 jest połączona śrubami z dwoma bocznymi ścianami 8. Umieszczone jest w niej gniazdo świecy, a naprzeciw niego, po przeciwnej stronie wału zdawczego mieszczą się dwa szczelinowe otwory 10 i 11 (Fig. 2), jeden dla przewodu wydechowego, drugi dla kanału doprowadzającego mieszaninę paliwa i powietrza.

Wewnętrzną ścianę cylindra stanowią bębny 9, w kształcie pobocznicy walca, które obracając się wokoło wału zdawczego 5 ślizgają się swoimi krawędziami po gładzi bocznych ścian cylindra 8. Bębny 9 są symetryczne, a na obwodzie każdego z nich zamocowana jest jedna para tłoków, obejmująca swoją długością obydwie części pobocznicy walca.

Oba bębny 9 stanowią dwuczęściowy wał zewnętrzny i przymocowane są tarczami 12 do podzielonego na dwie części wału wewnętrznego 13, który obraca się współosiowo na wale zdawczym 5 silnika. Obie części wewnętrznego wału wychodzą obustronnie poza boczne ściany 8 cylindra i przenoszą ruch obrotowy obydwu par tłoków na obracający się z wałem zdawczym mechanizm jarzmowo-planetary.

Wewnątrz pokryw zamykających obustronnie kadłub silnika, zamocowane są słoneczne koła zębate 14 współśrodkowo z łożyskami wału zdawczego 5, przechodzącego przez nie poza kadłub silnika. Obok tych kół osadzone są na wale zdawczym lekkie koła zamachowe 15 zaopatrzone w łożyska. W łożyskach tych umieszczonych symetrycznie względem osi wału, obracają się osie dwu satelitów 16, zazębionych z kołami zębatymi słonecznymi tworząc przekładnię obiegową, przy czym średnice podziałowe kół słonecznych są dwukrotnie większe od średnic podziałowych kół obiegowych 17.

Na tych samych osiach po drugiej stronie wieńców, przymocowane są wykorbienia 18, których czopy 19 obracają się w wodzikach 20 przesuwających się w wycięciach wzdłuż ramion dwuramiennych prowadnic 21, osadzonych na końcach wału zewnętrznego. Koła obiegowe wykonują zatem dwa obroty dookoła swych osi na jeden obrót wału zdawczego, przy czym czopy korb biegają po torach epicykloidy wydłużonej (Fig. 3).

Mechanizmy po obydwu stronach cylindra są zatem symetryczne z tą jedynie różnicą, że korby kół obiegowych odwrócone są w stosunku do korb po przeciwnej stronie cylindra o 180° .

Praca silnika według wynalazku polega zatem na stałe dodatniej różnicy momentów sił, działających na wał odbioru mocy 5 poprzez przekładnię 2:1, a więc przez dźwignię jednoramienną, mającą punkt zaczepienia w punktach przyporu kół zębatych, punkt oporu na osiach korb kół obiegowych i punkt przyłożenia czynnej siły nacisku gazów spalinowych na tłokach, a tym samym przez prowadnice i czopy wykorbień na wale zdawczym 5 silnika.

Charakterystyczną cechą budowy silnika według wynalazku jest to, że obie pary tłoków, po wykonaniu każdego cyklu pracy (co 90°), powracają cztery razy na jeden obrót silnika dokładnie w to samo miejsce w cylindrze, by rozpocząć następny cykl pracy. Dlatego dla prawidłowego działania silnika jest warunkiem istotnym, aby promień korby był równy połowie boku ośmiokąta foremnego, opisanego na kole zataczanym przez osie korb, to jest na kole o promieniu równym sumie promieni kół podziałowych koła zębatego słonecznego i obiegowego.

Również nie mniej istotnym według wynalazku jest osadzenie każdej pary tłoków na połowie dzielonego wału wewnętrznego 13 z odchyleniem o 45° od prowadnic jarzma z tym jednak, że kąty pomiędzy tłokami a prowadnicami mierzone są dla jednej pary tłoków w kierunku obrotów wału zdawczego, a dla drugiej pary w kierunku przeciwnym.

Fig. 2 przedstawia schematycznie układ tłoków silnika w czterech położeniach co $22,5^\circ$, czyli co jedną czwartą jednego cyklu pracy i ma na celu bliższe wyjaśnienie kinematyki i dynamiki zasadniczych elementów silnika. Wyżej wymienione tłoki i prowadnice przymocowane trwale po obydwu stronach cylindra parami do obydwu połówek wału zewnętrznego, stanowią dwie dwuramiennie masy, które związane z wałem zdawczym silnika przez korby kół obiegowych, wykonują naprzemian ruch obrotowy o przyspieszeniu zmiennym w odniesieniu do jednostajnej prędkości kątowej koła zamachowego.

Kinematyczny układ tłoków silnika przedstawiony jest schematycznie na Fig. 2, a dla ułatwienia orientacji, zawiera jedną parę tłoków zaczernioną, a druga zakreskowaną.

Tłoki zaczernione połączone są symetrycznie z wałem zdawczym po jednej stronie cylindra, a tłoki zakreskowane połączone są symetrycznie z tym wałem po drugiej stronie cylindra, przy czym środki ciężkości tłoków biegają po kole zakreślonym przez osie kół obiegowych.

Cechą charakterystyczną takiego układu jest to, że gdy w jakimkolwiek położeniu tłoków jedna masa tłoka uzyskuje pewne przyspieszenia od prędkości kątowej, to odpowiednia masa tłoka symetrycznego uzyskuje, w tym samym czasie, takie same opóźnienie w odniesieniu do jednostajnych obrotów wału zdawczego, z czego wynika, że suma prędkości kątowych mas obydwu

symetrycznych tłoków jest w każdym momencie czasu wielkością stałą i równa się podwójnej prędkości kątowej koła zamachowego z uwagi na przekładnię obiegową o przełożeniu 2:1.

Wraz z przyspieszeniami i opóźnieniami mas tłoków zjawiają się siły masowe jednakowe co do wartości bezwzględnej lecz o znakach przeciwnych, wskutek czego występuje całkowite dynamiczne wyrównoważenie układu tłoków, przy istniejącym całkowitym wyrównoważeniu statycznym tego układu. Momenty sił masowych w tłokach, obciążające więzy kinematyczne silnika według wynalazku, są poza tym znoszone przez momenty powstające od sił nacisku gazów spalinowych na tłoki, przy czym te siły napędzające silnik działają na wał zdawczy na stosunkowo dużym promieniu korb przez przekładnię obiegową o przełożeniu 2:1, w odróżnieniu od innych, znanych obecnie silników o obrotowych, względnie wirujących tłokach, w których wektor siły nacisku gazów spalinowych działa na stosunkowo mały promień korb wału zdawczego i daje stosunkowo zmniejszony moment obrotowy.

Wszystkie ruchome elementy silnika według wynalazku są symetrycznie rozmieszczone dookoła wału zdawczego, wskutek tego powstaje całkowite wyrównoważenie sił odśrodkowych, a tym samym zredukowanie do minimum nacisków i tarcia w łożyskach głównych tegoż wału.

Konstrukcja silnika według wynalazku pozwala na łatwą i ekonomiczną regulację sposobu spalania się mieszanki paliwowej przez dowolnie duże przesunięcie świecy w kierunku obrotu koła zamachowego wraz z wałem zdawczym i na spowodowanie zapłonu od środka denka tłoka przyspieszającego przez wydrążony w nim kanalik. Sprężony między dwoma tłokami ładunek paliwa przemieszcza się wówczas przeciw kierunkowi ruchu frontu płomienia, umożliwiając dużą prędkość obrotową wału zdawczego, przy użyciu benzyny o małej liczbie oktanowej, jakiej szybkość płomienia w dużych silnikach rotacyjnych o normalnym zapłonie, okazuje się za małą, powodując spalanie detonacyjne.

Przez opóźnienie zapłonu można zsynchronizować największe ciśnienie gazów spalinowych z najdłuższym ramieniem działania tej siły w położeniach II, III i IV, (fig. 2) mechanizmu, to jest wykorzystać największe momenty, unikając gwałtownego działania gazów spalinowych na osie kół obiegowych w położeniu tłoków przy maksymal-

nym sprężaniu mieszanki paliwowej. [położenie I. (Fig. 2.)] Spowoduje to łagodne wzrastanie nacisku gazów pośrednio na elementy jarzma i na wzajemne zazębienie kół 14 i 17 (Fig. 1) bez ryzyka wyłamania zębów i pozwoli na zmniejszenie ciężaru elementów obrotowych silnika, a tym samym sił bezwładności wszystkich mas działających na jego więzy kinematyczne.

Dzięki istnieniu tylko jednego kanału ssącego, łączącego się cztery razy na jeden obrót wału zdawczego kolejno z komorą sprężenia, można w silniku według wynalazku wykorzystać maksy-

malnie zjawisko dynamicznego doładowania, kształtując kanał w ten sposób, by pozwolił uzyskać falę stojącą z maksimum ciśnienia u wlotu do cylindra i uniknąć „dławienia” czynnika roboczego.

Silnik według wynalazku stwarza wyjątkowo korzystne warunki do chłodzenia go powietrzem przez umieszczenie w płaszczyznach kół zamachowych skrzydeł wentylatorów tłoczących powietrze przez przestrzeń 22 (Fig. 1), na boczne ściany cylindra, niezależnie od tego, że denka tłoków nagrzewają się tylko co drugi cykl pracy, podczas gdy bezpośrednio po nagrzaniu są chłodzone świeżo zassaną zimną mieszanką paliwową w następnym cyklu pracy.

Poza tym chłodzone dostatecznie przez odpowiednio skierowany opływ zimnym powietrzem ściany cylindra, nie oddają bocznym ścianom tłoków aż tyle ciepła, by one wymagały dodatkowego chłodzenia i to tym bardziej, że tłoki nie nagrzewają się od strony wału zdawczego. Silnik, zwłaszcza większej mocy, może być również chłodzony wodą, względnie olejem, przez doprowadzenie wody z zewnątrz do koszulki wodnej cylindra, lub oleju do wnętrza tłoków przez kanaliki w tarczach 12, prowadzące od drążonego wału zdawczego.

Najodpowiedniejszym systemem smarowania silnika według wynalazku jest smarowanie obiegowe. Jednak jednostki mniejszej mocy mogą być smarowane mieszanką paliwowo-olejową. Przy smarowaniu obiegowym dochodzi olej z drążonego wału zdawczego odpowiednimi kanalikami do smarowania tłoków, łożysk, przekładni zębatej i suwaka (kamienia) kulisy jarzma.

Uszczelnienie elementów współpracujących w silniku w/g wynalazku nie przedstawia większych trudności technologicznych i w praktyce da się łatwo wykonać, co stanowi dodatkową zaletę silnika. Uszczelnienie denek tłoków spełniają cienkie i lekkie listewki, po jednej przy każdym denku tłoka, dociskane lekko sprężynkami, które równocześnie zapobiegają odrywaniu się listewek uszczelniających od bieżni przy uruchamianiu i biegu jałowym silnika.

W małych silnikach według wynalazku takimi elementami uszczelniającymi mogą być cienkie, podłużne wleczone sprężynki płaskie, umocowane na tłokach jedną krawędzią skośnie do bieżni, które przy praktycznie niezmiennym się luzie dadzą wystarczający do uszczelnienia nacisk, bez wywoływania sił odśrodkowych i szkodliwego tarcia.

Ściany boczne tłoków uszczelniają również cienkie i lekkie listewki, dociskane sprężynkami, umieszczone w rowkach na pobocznicach tłoków.

Cienkie i lekkie listewki stanowią także promieniowe uszczelnienie luzów wewnętrznych, istniejących pomiędzy cylindrem a bębnami 9, na których osadzone są tłoki.

Szczelne zamknięcie cylindra o prostokątnym przekroju zapewnia cienki pierścień, osadzony luzno na obydwu czołowych krawędziach wewnętrznej ściany bębnow 9. Pierścień ten, z materiału bardziej ścieralnego niż ściany cylindra,

może być wykonany w charakterze nakrętki śruby o płaskim gwincie i znacznym skoku, w celu uniemożliwienia zaklinowania krawędzi z boczną ścianą przy obrotach pierścienia razem ze ścianą związaną z tłokami. Szczelność tego pierścienia można zwiększyć przez niewielki nacisk podłożonych pod niego sprężynek.

Zaletą silnika według wynalazku, związana z uszczelnieniem współpracujących elementów jest możliwość zupełnego wyrównoważenia sił odśrodkowych od listewek promieniowego uszczelnienia. Przez odpowiednie rozmieszczenie sprężyn dociskowych można uzyskać jednostajny i stale jednaki nacisk tych listewek do bieżni, co zapewni uszczelnienie nawet największych jednostek przy zmniejszeniu tarcia listewek o ściany cylindra wskutek ich wyrównoważenia.

Rozwiązanie konstrukcji silnika według wynalazku pozwala na łatwe rozmieszczenie na obwodzie cylindra kanałów i otworów ssania i wydechu, gniazda świecy zapłonowej oraz na nadanie korzystnego dla zawirowań kształtu komory spalania. Poza tym największy moment siły nacisku gazów spalinowych występuje w silniku w połowie cyklu pracy, wynoszącym w mierze katowej 180° . Dzięki tej właściwości, przy opóźnionym zapłonie i przy (już wyżej wspomnianym w łamie 5) skierowaniu czoła płomienia przeciw obrotowi silnika, można uzyskać prawie stały, o małej zmienności, moment obrotowy, stwarzający w silniku według wynalazku bardzo pożądaną pracę, zbliżoną do pracy turbiny gazowej.

Silnik według wynalazku ma jeszcze tę zaletę odnośnie wykorzystania momentu obrotowego, że w chwili maksymalnego przyspieszenia tłoka, maksymalna siła nacisku spalin działa prostopadle do ramienia korby tego tłoka, wskutek czego powstaje maksymalny moment obrotowy silnika, czego nie mogą posiadać znane rozwiązania z uwagi na zastosowanie innych konstrukcji, sterujących parą tłoków o zmiennej prędkości katowej.

Silnik według wynalazku może pracować jako wysokoprężny z wtryskiem paliwa, przy czym czterotaktowy cykl pracy występować będzie kolejno w każdej z czterech komór roboczych na każdy obrót wału głównego.

Fig. 3 i Fig. 4 stanowią uzupełnienie opisanej szczegółowo Fig. 2, celem łatwiejszego zrozumienia działania silnika według wynalazku. Na Fig. 3 — duże środkowe koło przedstawia koło zębate słoneczne, a ząbione z nim mniejsze koło, pokazane w licznych położeniach, przedstawia koło zębate obiegowe.

Oś tego obiegowego koła zębatego opiera się w środku dźwigni dwuramiennej, na końcach której zamocowane są czopy suwaków (kamieni) kulisy jarzma 1 i jarzma 2. W każdym z licznych położenia tego koła obiegowego, pokazane jest położenie tej dwuramiennej dźwigni, na której zaznaczone są trzy kółeczka. Środkowe kółeczko wyobraża oś koła obiegowego, a końcowe — czopy suwaków 1 i 2.

Oś koła obiegowego określa tor nad kołem słonecznym, a końcowe kółeczka dźwigni, wyobrażające czopy suwaków 1 i 2 zakreślają linie krzy-

we z czterema pętłami. Każdy czop suwaka zakreśla dwie zamknięte i symetryczne linie krzywe z dwoma symetrycznie umieszczonymi pętłami. Ponadto widoczny jest zamknięty tor z dwoma pętłami, jaki zakreśla czop suwaka kulisy jarzma 1 i podobny tor czopa suwaka kulisy jarzma 2.

Fig. 4 przedstawia mechanizm jarzmowo-planetarny sprzężony z czterema tłokami. Jarzmo 1 sprzężone jest z parą symetrycznie rozmieszczonych tłoków 1 pod kątem 45° i podobnie jak jarzmo 2 sprzężone jest z drugą parą symetrycznie rozmieszczonych tłoków 2 również pod kątem 45° . Natomiast obydwie jarzma 1 i 2 sprzężone ze sobą za pomocą dwóch par suwaków (kamieni) przez dwie dźwignie dwuramienne, których środki umocowane są na osiach dwóch kół zębatach obiegowych, przy czym każda dźwignia jest sztywna połączona ze swoim kołem obiegowym i razem z nim się obraca, powodując wzajemne wahania się jarzm 1 i 2, które to wahania wywołują zmienne prędkości katowe wirujących tłoków 1 i 2, które parami zbliżają się do siebie i oddalają realizując 4-surowy bieg pracy silnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik spalinowy z wirującymi tłokami, **znamienny tym**, że ma mechanizm jarzmowo-planetarny sprzęgający dwie pary wirujących tłoków z głównym wałem silnika w ten sposób, że dwie dwuramienne kulisy jarzma (21) osadzone obrotowo poprzez łożyska na wale głównym (5) silnika są połączone nierozłącznie z dwuczęściowym wałem drążonym (13), na którym osadzone są na stałe dwie pary wirujących tłoków, przy czym kulisy jarzma odchylone są od osi związanych z nimi tłoków o kąt 45° , z tym, że kąty odchylenia mierzone są dla jednej pary tłoków w kierunku obrotów wału głównego, a dla drugiej pary w kierunku przeciwnym, a następnie poprzez czopy (19) kamienia, i wykorbienia (18), oraz przekładnię planetarną (17), (14) łączą wirujące ze zmienną szybkością katową dwie pary tłoków z wałem głównym silnika, obracającym ruchem jednostajnym.
2. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dwuramienne kulisy jarzma mają przesuwne w wycięciach kamienie-wodziki (20), połączone z czopami (19) na korbie (18), oraz z satelitami (17), których osie (16) obracają się w łożyskach osadzonych we wieńcach kół zamachowych (15) zaklinowanych na wale głównym (5) silnika, przy czym satelity (17) pozostają w stałym zażebieniu z kołami zębatymi słonecznymi (14) o dwa razy większej ilości zębów, które to koła słoneczne (14) osadzone są w bocznych pokrywach (4) silnika.
3. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że promień wykorbienia korb (18) równy jest połowie boku ośmiokąta foremnego, opisanego na kole zataczanym przez osie (16) tych korb (18), przy czym korby (18) po jednej stronie cylindra przedstawione są w stosunku do korb znajdujących się po drugiej stronie cylindra o kąt 180° .



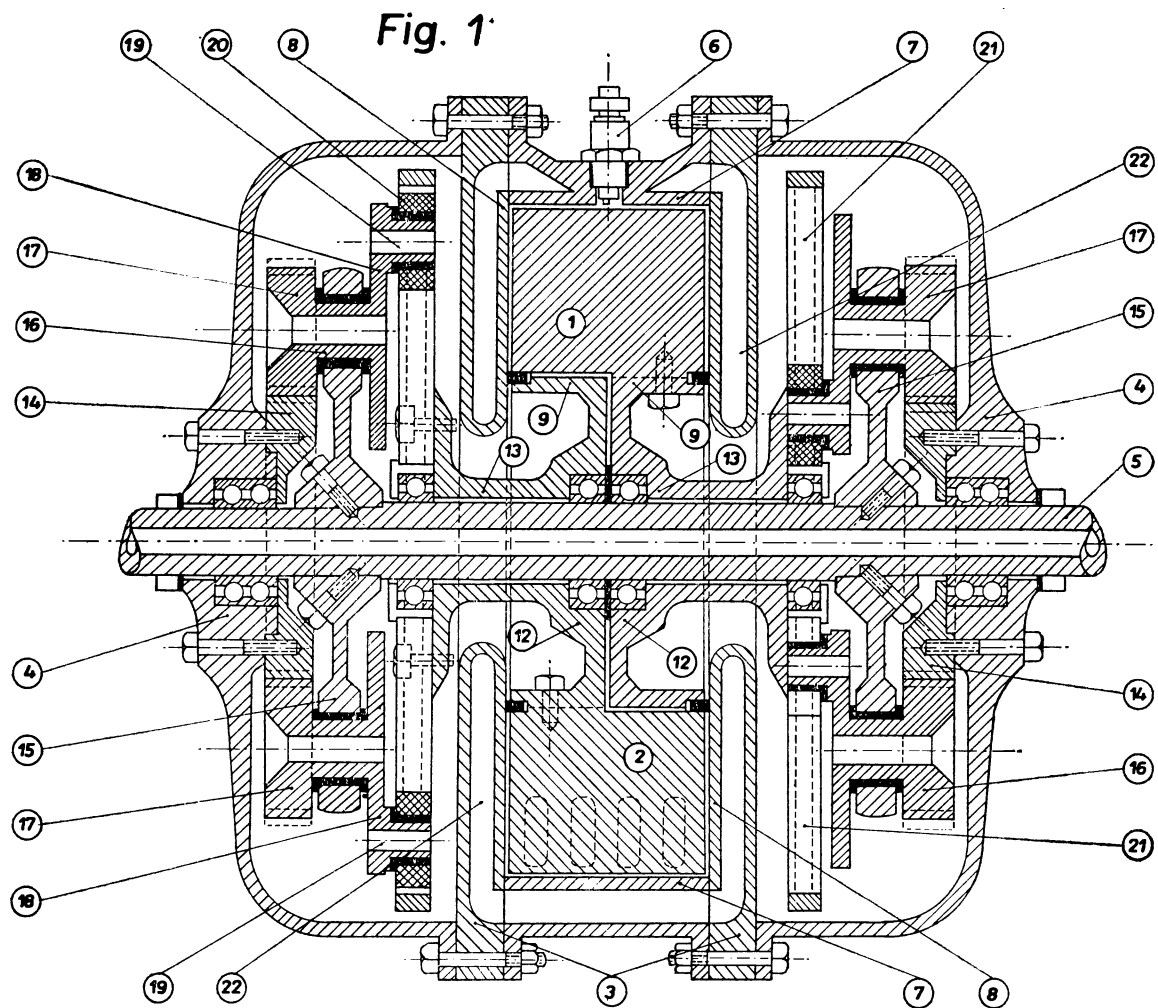


Fig.4

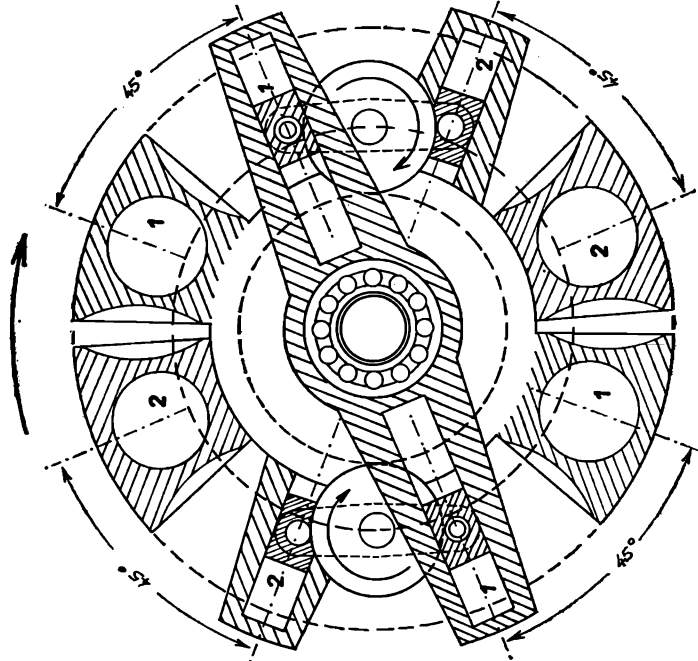


Fig.3

