

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

62192

Patent dodatkowy
do patentu _____

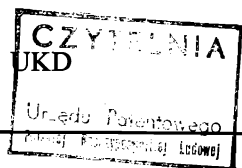
Zgłoszono: 23.X.1968 (P 129 685)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 20.III.1971

Kl. 46 a, 53/00

MKP F 02 b, 53/00



Twórca wynalazku: Julian Fałęcki

Właściciel patentu: Instytut Lotnictwa, Warszawa (Polska)

Maszyna łopatkowa

1

Przedmiotem wynalazku jest maszyna łopatkowa z łopatkami stanowiącymi przegrody międzykomorowe, prowadzonymi w wirniku o kształcie szpulki, która może być stosowana jako silnik spalinowy, silnik hydrauliczny, silnik pneumatyczny, sprężarka albo pompa.

Znane maszyny łopatkowe, w których komory robocze ograniczone są powierzchniami korpusu, wirnika i wysuwanych z wirnika łopatek, odznaczają się bardzo korzystnym stosunkiem objętości komór do obrysu zewnętrznego, zupełnym wyrównoważeniem oraz dowolnie niską — w zależności od ilości komór roboczych — pulsacją momentu obrotowego lub wydatku. Ze względu na prostotę konstrukcji, wynikającą z samej zasady budowy, maszyny takie są powszechnie stosowane jako sprężarki, pompy, silniki hydrauliczne lub pneumatyczne. Z tych powodów, oraz łatwości realizacji dowolnego obiegu lub cyklu pracy, wymiany ładunku i chłodzenia, dąży się także do stworzenia spalinowych silników łopatkowych.

Z przyczyny szczególnych warunków pracy wynikających z występowania wysokich temperatur oraz znacznie się zmieniających ciśnień, charakteru czynnika roboczego i wymaganej — ze względu na sprawność — szczelności komór, łopatkowy silnik spalinowy musi posiadać budowę odmienną od innych maszyn łopatkowych. W szczególności należy rozwiązać problem sprawności mechanicznej przy wysokich prędkościach obrotowych oraz problem uszczelnienia czynnika roboczego i smarnego.

2

Przy znacznych wymiarach i szybkobieżnościach wymaganych dla maszyn łopatkowych stosowanych jako silniki spalinowe, siły oddziaływania łopatek na bieżnię, pochodzące w głównej mierze od sił bezwładności, są na tyle duże, że znacznie obniżają sprawność mechaniczną oraz trwałość maszyny.

Jednocześnie zasada budowy wszystkich znanych dotychczas maszyn, w których łopatki wysuwają się z wirnika a więc są podparte wysięgnikowo powoduje, że łopatki są silnie obciążone i ze względów wytrzymałościowych oraz funkcjonalnych muszą być grube, a więc o dużej masie, a zatem dużych siłach bezwładności. Dodatkowym czynnikiem zmniejszającym sprawność jest wzrost reakcji, od sił poprzecznych działających na łopatkę, i wynikających stąd sił tarcia, wskutek skracania się podparcia przy wysuwaniu się łopatki, któremu towarzyszy na ogół przyrost sił poprzecznych.

W niektórych znanych dotychczas spalinowych silnikach łopatkowych w celu zwiększenia sprawności mechanicznej zastosowano odpowiednie mechanizmy, na przykład krzywkowe — przejmujące działanie sił bezwładności. Rozwiązanie takie ma tę istotną wadę, że powoduje powiększenie — przez związanie z łopatką dodatkowych elementów — siły bezwładności, wprowadzając przez to ograniczenie szybkobieżności wynikające z wytrzymałości mechanizmu odciążającego, oraz w sposób zasadniczy komplikuje budowę maszyny. Ponadto przy niektórych rozwiązaniach niemożliwe jest zastosowanie skutecznych uszczelnień zapobiegających stratom czynnika smarującego mechanizm odciążający. Użycie

mechanizmu odciążającego powoduje także konieczność wprowadzenia dodatkowych uszczelnień czynnika roboczego na linii styku łopatki z bieżnią.

Uszczelnienie czynnika roboczego uzyskiwane jest zazwyczaj za pomocą odpowiednich elementów uszczelniających. Należy zwrócić uwagę, że z powodów geometrycznych system uszczelnień musi być dla osiągnięcia pełnej szczelności bardzo złożony. Często więc stosuje się uszczelnienia niezupełne — zostawiając w niektórych miejscach szczeliny nie przegrodzone elementami uszczelniającymi. Powoduje to oczywiście spadek sprawności silnika.

Wymienione wyżej przyczyny powodują, że mimo oczywistych potencjalnych zalet spalinowe silniki łopatkowe nie wyszły dotychczas ze stadium prób.

Celem wynalazku jest stworzenie maszyny łopatkowej pozbawionej wymienionych wad znanych dotychczas maszyn łopatkowych, a w szczególności tych, które uniemożliwiają zastosowanie maszyn łopatkowych jako silników spalinowych. Zadaniem wynalazku jest stworzenie odpowiedniej konstrukcji maszyny mogącej urzeczywistnić założony cel.

Zgodnie z wytyczonym zadaniem opracowano maszynę łopatkową, w której na przedłużeniu znanych wycięć znajdują się w ścianach czołowych wirnika rowki, przy czym łopatka ma dwa występy usytuowane po jej bokach od strony grzbietowej, w których są umieszczone przesuwne w kierunku równoległym do osi obrotu wirnika wkładki uszczelniające podparte sprężynami; wkładki uszczelniające mają powierzchnie (bliższe obwodowego pierścienia uszczelniającego umieszczonego w cylindrze) kształtu cylindra o promieniu bliskim co do wartości odległości dolnej krawędzi rowka obwodowego w cylindrze od powierzchni zarysu cylindra. Natomiast rowek obwodowy, najbliższy osi cylindra, wykonany w każdym z czoł cylindra jest równoległy do powierzchni jego bieżni. Ponadto dla maszyny łopatkowej o bieżni różnej od kołowej najkorzystniejszy zarys bieżni cylindra stanowi krzywa równoległa do owalu Cassina.

Dzięki opisanemu rozwiązaniu osiągnięto wielorakie korzyści, a mianowicie: małe siły bezwładności ponieważ łopatka ma długość nieznacznie większą od jej skoku i jest z powodu trójbokowego podparcia cienka; nieduże reakcje od sił działających na łopatkę w kierunku prostopadłym do jej powierzchni dzięki podparciu w obszarze działania sił; automatyczne uszczelnienie łopatek, przy czym uszczelnienie całkowite wymaga tylko dwóch elementów; dobre warunki smarowania wynikające ze wzrostu powierzchni podparcia w obszarze działania sił poprzecznych w miarę wysuwania się łopatki a więc wzrostu tych sił; łatwe odprowadzenie ciepła z łopatki ponieważ ta ostatnia styka się bezpośrednio, dużą powierzchnią, z chłodniejszymi ścianami czołowymi i małe siły działające w kierunku równoległym do płaszczyzny łopatki a pochodzące od parcia czynnika roboczego na łopatkę.

Ponadto konstrukcja łopatki prowadzonej w ścianach czołowych wirnika, uzupełniona wystęпами, w których umieszczone są elementy uszczelniające pozwala, wraz z obwodowym uszczelnieniem w cylindrze, uzyskać pełne uszczelnienie komór roboczych, niezbędne w niektórych rodzajach maszyn łopatkowych, np. w silnikach spalinowych. Dla maszyny łopatkowej o nie okrągłej bieżni cylindra, kształt zarysu bieżni zależy od różnych

czynników konstrukcyjnych, a między innymi od sposobu sterowania ruchu łopatki.

Dla maszyny łopatkowej według wynalazku, w której ruch łopatki jest wymuszany bieżnią, niektóre z zarysów są nieodpowiednie. Stwierdzono, że dla maszyny takiej najdogodniejszy jest zarys będący krzywą równoległą do owalu Cassina. Jednocześnie dla maszyny łopatkowej pracującej jako silnik spalinowy najdogodniejsza liczba komór, przy opisanym profilu bieżni, winna wynosić pięć do dziesięciu.

Silnik taki odznacza się bardzo wysoką równomiernością momentu obrotowego porównywalną z równomiernością momentu obrotowego czterosuwowego silnika tłokowego o dwukrotnie większej liczbie cylindrów i ma jednocześnie wysoką sprawność mechaniczną oraz korzystny kształt komory spalania. Silnik ten może pracować zarówno z zapłonem iskrowym jak i samoczynnym.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia maszynę łopatkową, z cylindrem o bieżni w kształcie zbliżonym do owalu, w przekroju osiowym wzdłuż płaszczyzn zaznaczonych na fig. 2 i fig. 3 liniami A—A, fig. 2 — czterosuwowy silnik spalinowy z zapłonem iskrowym w przekroju wzdłuż płaszczyzny prostopadłej do osi obrotu wirnika, fig. 3 — dwustronny silnik pneumatyczny lub hydrauliczny albo pompę lub sprężarkę w przekroju wzdłuż płaszczyzny prostopadłej do osi wirnika, fig. 4 — fragment maszyny łopatkowej w przekroju w rzucie aksonometrycznym, fig. 5 — łopatkę w przekroju w rzucie aksonometrycznym, fig. 6 — fragment maszyny łopatkowej w przekroju wzdłuż płaszczyzny łopatki, fig. fig. 7—10 — główne części czterosuwowego silnika spalinowego z zapłonem iskrowym w widoku perspektywicznym, fig. 11 — maszynę łopatkową z cylindrem o bieżni w kształcie koła w przekroju osiowym wzdłuż płaszczyzn zaznaczonych na fig. 12 i fig. 13 liniami B—B, fig. 12 — dwusuwowy silnik spalinowy z zapłonem iskrowym w przekroju wzdłuż płaszczyzny prostopadłej do osi obrotu wirnika, a fig. 13 — silnik pneumatyczny lub hydrauliczny albo pompę lub sprężarkę w przekroju wzdłuż płaszczyzny prostopadłej do osi obrotu wirnika.

Jak pokazano na rysunku, szpulkowy wirnik 26 posiada ściany czołowe 1 i 2. W wirniku 26 w części środkowej są wykonane przecięcia 3 przedłużone w ścianach czołowych rowkami 4 (fig. 4). W przecięciach 3 umieszczone są przesuwne łopatki 5, które podczas ruchu odśrodkowego prowadzone są w rowkach 4. Wirnik 26 wraz z łopatkami 5 umieszczony jest w korpusie składającym się z cylindra 6 i dwóch pokryw bocznych 7 i 8 (fig. 1 i fig. 11), przy czym wirnik 26 jest ułożyskowany w pokrywach bocznych 7 i 8 za pomocą łożysk 9 i 10. W osi czopa znajdują się współśrodkowe przewody 11 i 12, służące do doprowadzenia i odprowadzenia czynnika chłodzącego wirnik 26.

W cylindrze 6 wykonane są kanały: wlotowy 13 i wylotowy 14 (fig. fig. 2, 3, 12 i 13) dla czynnika roboczego. Bieżnia P cylindra 6, która stanowi więź kinematyczną łopatek 5, jest odpowiednio ukształtowana dla realizacji założonego obiegu pracy.

Dla maszyny łopatkowej, od której jest wymagana zupełna szczelność komór roboczych, zwłaszcza dla silnika spalinowego, łopatka 5 (fig. fig. 4—6) posiada dwa występy 15 usytuowane od strony grzbietowej G po jej bokach. W wystęпах 15 łopatki 5 są umieszczone prze-

suwnie w kierunku równoległym do osi obrotu wirnika 26 wkładki uszczelniające 16 podparte sprężynami 17.

Ponadto w czołach cylindra 6 są wykonane obwodowe rowki 18 i 19, przy czym rowek obwodowy 18, najbliższy osi cylindra 6 jest na całym obwodzie równoległy do powierzchni bieżni P. W rowkach tych znajdują się cienkie, przecięte przynajmniej w jednym miejscu na obwodzie, pierścienie uszczelniające 20 i 21 podparte sprężynami 22 i 23. Liczbą 24 oznaczono świecę zapłonową (fig. fig. 2, 10 i 12), a liczbą 25 — przestrzeń podłopatkową w przecięciu 3.

Najkorzystniej jest w przypadku czterosurowego silnika spalinowego z bieżnią P o profilu różnym od kołowego, aby liczba komór — w zależności od wymaganego stopnia sprężania, kształtu komory spalania oraz faz rozrządu — wynosiła pięć do dziesięciu. Liczba komór innych odmian maszyny może być większa, ponieważ w tych maszynach można stosować łopatki z materiałów o niskim ciężarze właściwym lub czynnik roboczy zmniejszający tarcie.

Ponieważ jak omówiono wcześniej obniżenie masy łopatek 5 ma pierwszorzędne znaczenie dla rozwiązania problemu sprawności mechanicznej, w łopatkach 5 powinny być wykonane odpowiednie otwory zmniejszające masę, które z przyczyn wytrzymałościowych winny mieć kierunek równoległy do osi maszyny. Przy czym łopatka 5 może mieć dwie odmiany konstrukcji, a mianowicie: 1) łopatka 5 jest wykonana z jednolitego materiału o niskim ciężarze właściwym, z pokryciem powierzchni roboczych powłoką odporną na ścieranie i/lub zmniejszającą tarcie; 2) łopatka jest składana z części wykonanych z materiału o niskim ciężarze właściwym i z części z materiału odpornego na ścieranie i/lub zmniejszającego tarcie.

W kierunku wzdłuż łopatki 5, to jest zgodnym z kierunkiem płaszczyzny rowka 4, na łopatkę 5 działają przyspieszenia dośrodkowe wynikające z obrotu teje względem osi maszyny i przyspieszenia względne wynikające z przesuwania się łopatki 5 w rowku 4. Te drugie są zmienne co do kierunku i dla dużych skoków łopatki mogą być równe lub większe od przyspieszeń dośrodkowych w odpowiednich położeniach łopatki 5. O ile na wartość skrajnych przyspieszeń dośrodkowych przy założonych wymiarach osi profilu bieżni P — a więc i skoku łopatki 5 — nie można wpłynąć drogą doboru kształtu bieżni P, o tyle ma on istotne znaczenie dla wielkości przyspieszeń względnych.

Aby maszyna działała prawidłowo winny być spełnione następujące warunki: 1) sumaryczne przyspieszenia wzdłuż łopatki 5 winny być skierowane odśrodkowo, gdy łopatka 5 znajduje się w krótszej osi zarysu bieżni P; 2) sumaryczne przyspieszenia powinny być jak najmniejsze, gdy łopatka 5 znajduje się w dłuższej osi zarysu bieżni P; 3) zmiana przyspieszeń między tymi położeniami ma być płynna. Stwierdzono, że warunki powyższe spełnia zarys bieżni P będący krzywą równoległą do owalu Cassina. Odległość zarysu bieżni P od owalu równa jest promieniowi zaokrąglenia grzbietu G łopatki 5.

Z rozwiązania według wynalazku wynika, że komory robocze maszyny łopatkowej są uszczelnione samoczynnie na wszystkich powierzchniach styku łopatki 5 z wirnikiem 26 oraz na linii styku grzbietu G łopatki 5 z bieżnią P cylindra 6. Uszczelnienie to wynika z dociskania łopatki 5 do powierzchni styku z wirnikiem 26

przez siły parcia czynnika roboczego, siły bezwładności lub tarcia a do bieżni P — przez siły bezwładności oraz parcie czynnika doprowadzonego do przestrzeni podłopatkowej 25.

Dla zupełnego uszczelnienia komór roboczych, niezbędne jest zapobieżenie przedostawania się czynnika roboczego z komór przez szczeliny między ścianami czołowymi 1 i 2, wirnika 26 a czołami cylindra 6, oraz rowkami 4. W tym celu w obwodowych rowkach 18 i 19 — których liczba zależy od stopnia wymaganej szczelności, a w przykładach na rysunku pokazano dwa — wykonanych na czołach cylindra 6, przy czym rowek 18 najbliższy bieżni P jest do niej na całym obwodzie równoległy, umieszczono cienkie pierścienie uszczelniające 20 i 21 mające swobodę ruchu w kierunku osi maszyny. Pierścienie te są dociskane do ścian czołowych 1 i 2 wirnika 26 siłą sprężyn 22 i 23 oraz parciem czynnika roboczego.

Aby umożliwić przesuw pierścieni uszczelniających 20 i 21, przy niejednakowych odkształceniach cieplnych pierścieni uszczelniających 20 i 21 oraz rowków obwodowych 18 i 19, pierścienie uszczelniające 20 i 21 są przecięte w co najmniej jednym miejscu na obwodzie, najkorzystniej w strefie niskich ciśnień czynnika roboczego.

Przedostawianiu się czynnika do sąsiednich komór przez szczelinę ograniczoną czołem cylindra 6, ścianą czołową wirnika 26, grzbietem G łopatki 5 i dolną krawędzią pierścienia uszczelniającego 20 zapobiegają wkładki uszczelniające 16 umieszczone, po dwie w każdej łopatce 5, w sposób umożliwiający ich przesuw w kierunku równoległym do osi maszyny. Górne powierzchnie tych wkładek mają kształt walca o promieniu w przybliżeniu równym odległości dolnej krawędzi rowka obwodowego 18 od powierzchni bieżni P.

Wkładki uszczelniające 16 są dociskane do czoła cylindra 6 sprężynami 17 oraz parciem czynnika roboczego. Ucieczce czynnika przez rowki 4 przeciwdziałają występy 15 łopatki 5 sięgające nieco powyżej górnej krawędzi zewnętrznego pierścienia uszczelniającego 21.

Szczelina oznaczona literą L musi być jak najmniejsza, ale nieco większa od luzu osiowego 1 między dnem rowka 4 a łopatką 5. Przedstawione rozwiązanie zapewnia całkowicie uszczelnienie komory. W maszynach łopatkowych, w których dopuszcza się pewne nieszczelności, np. w sprężarkach powietrznych, można pominąć wkładki uszczelniające 16 a nawet pierścienie uszczelniające 20 i 21.

Smarowanie powierzchni trących łopatek 5 odbywa się za pomocą czynnika roboczego jeśli posiada on dostateczne własności smarne, lub przez dodawanie do czynnika roboczego czynnika smarnego, albo drogą dostarczania odpowiednich ilości oleju na powierzchnie styku łopatek 5 z wirnikiem 26.

Cylinder 6 maszyny może być chłodzony wodą lub powietrzem, wirnik 26 — olejem, wodą lub powietrzem. Chłodzenie wirnika 26 jest łatwe dzięki wynikającej z obrotu symetrii temperatur oraz prostemu dostępowi do jego wnętrza. Na rysunku pokazano przykładowo przewody 13 i 14 doprowadzające i odprowadzające czynnik chłodzący wirnik 26.

Ogólna zasada działania omawianej maszyny łopatkowej jest następująca. W czasie obrotu wirnika 26 następuje zmiana objętości komór roboczych maszyny utworzonych przez powierzchnie P nieruchomego cy-

lindra 6 oraz powierzchnie wewnętrzne wirnika 26 i powierzchnie łopatek 5. Jednocześnie zmieniają się powierzchnie wysuniętych z wirnika części łopatek 5.

Zmiana objętości komór roboczych umożliwia realizację obiegu pracy maszyny, natomiast nacisk czynnika roboczego na niejednakowe powierzchnie łopatek 5 powoduje powstawanie momentu obrotowego rozwijanego lub pobieranego przez maszynę. Kanały wlotowe 13 i wylotowe 14 umieszczone w odpowiednich miejscach cylindra 6 służą do wymiany czynnika roboczego w komorach. Zasada pracy poszczególnych odmian maszyny, to jest silników, pomp lub sprężarek, z punktu widzenia realizacji obiegów pracy, nie różni się od znanych ogólnie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Maszyna łopatkowa z łopatkami stanowiącymi przegrody międzykomorowe, umieszczonymi w wycięciach w wirniku, który ma kształt zbliżony do szpulki, **znamienna tym**, że na przedłużeniu znanych wycięć (3) w ścianach czołowych (1 i 2) wirnika (26) znajdują się rowki (4).

2. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że łopatkę (5) ma dwa występy (15) usytuowane po jej bokach od strony grzbietowej (G), w których są umieszczone przesuwne w kierunku równoległym do osi obrotu wirnika (26) wkładki uszczelniające (16) podparte sprężynami (17).

3. Maszyna według zastrz. 1 i 2, **znamienna tym**, że rowek obwodowy (18), najbliższy osi cylindra (6), wykonany w każdym z czoł cylindra (6) jest równoległy do powierzchni bieżni (P).

4. Maszyna według zastrz. 1—3, **znamienna tym**, że powierzchnia wkładki uszczelniającej (16), bliższa pierścienia uszczelniającego (20), ma kształt cylindra o promieniu zbliżonym do odległości dolnej krawędzi rowka obwodowego (18) od powierzchni bieżni (P).

5. Maszyna według zastrz. 1—4, **znamienna tym**, że ma bieżnię (P) cylindra (6) najkorzystniej w kształcie krzywej równoległej do owalu Cassina.

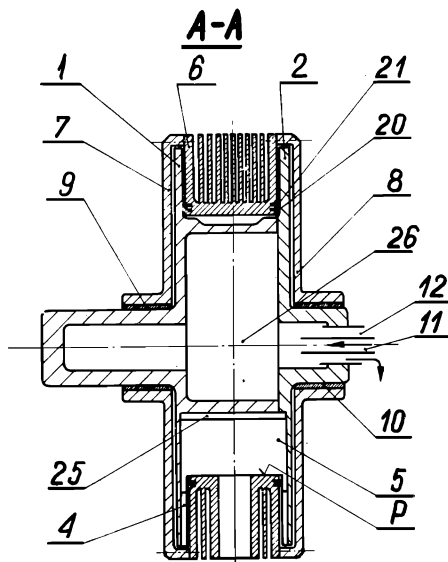


Fig. 1

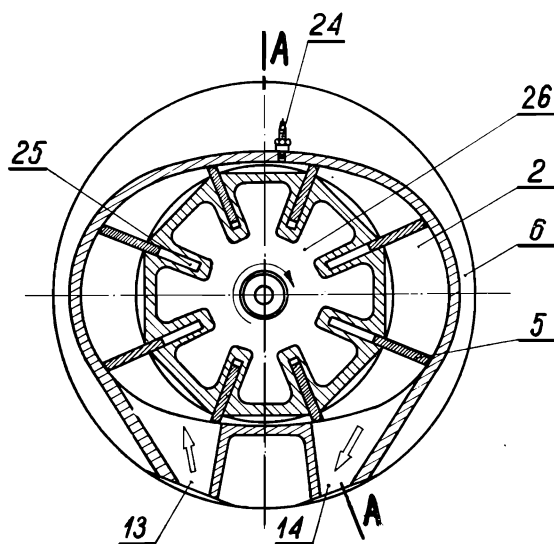


Fig. 2

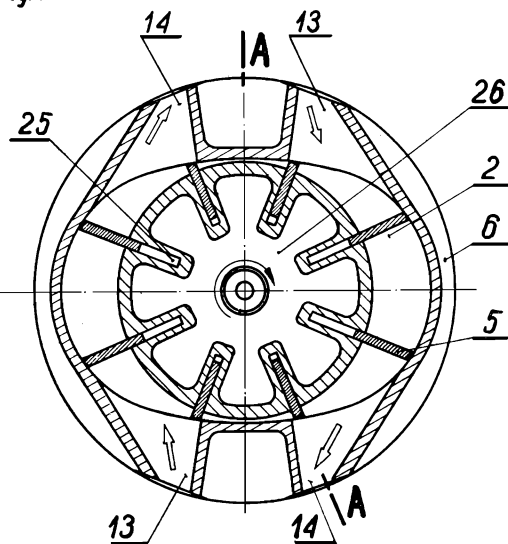
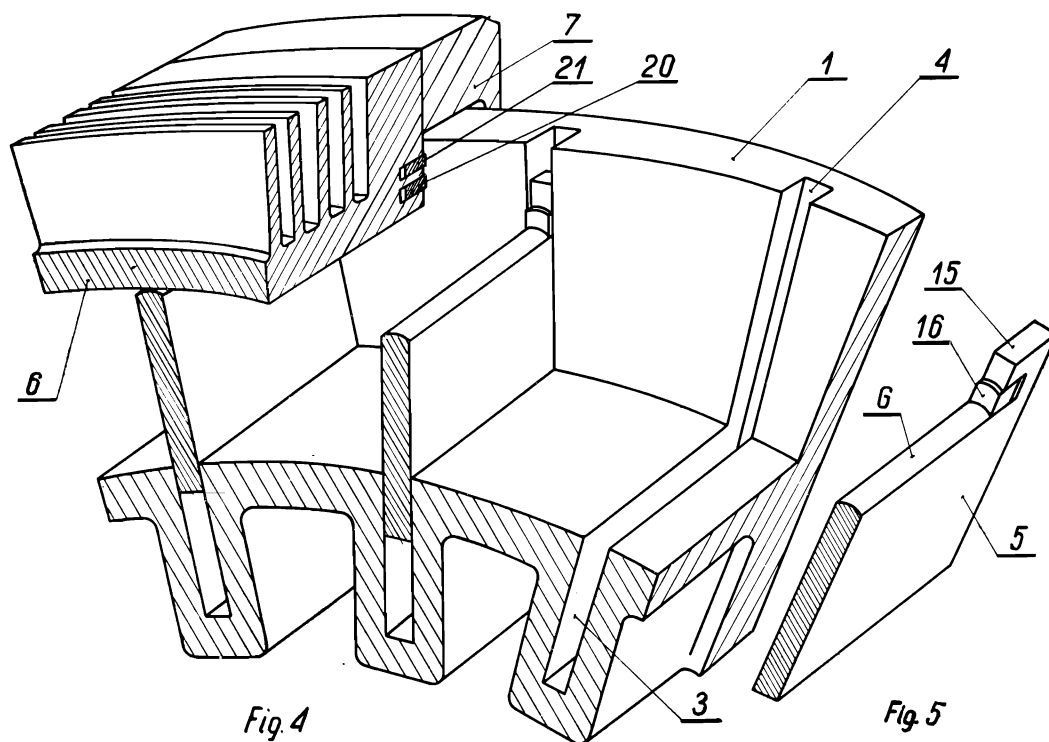


Fig. 3



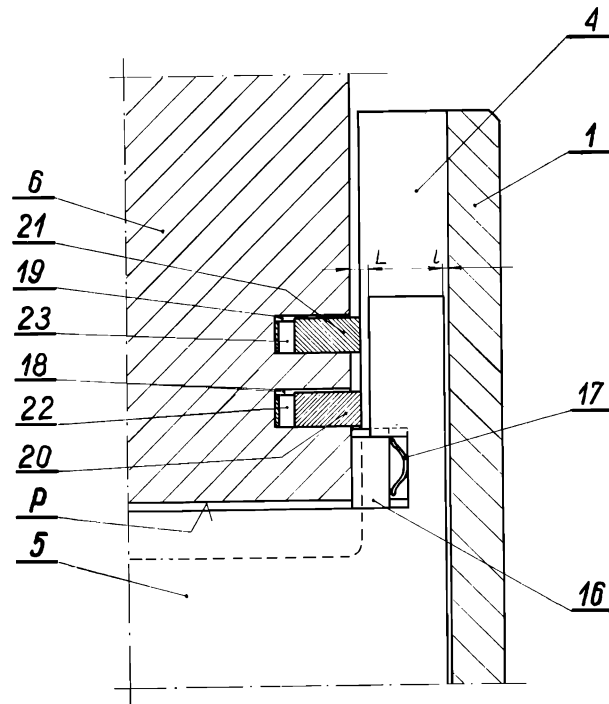
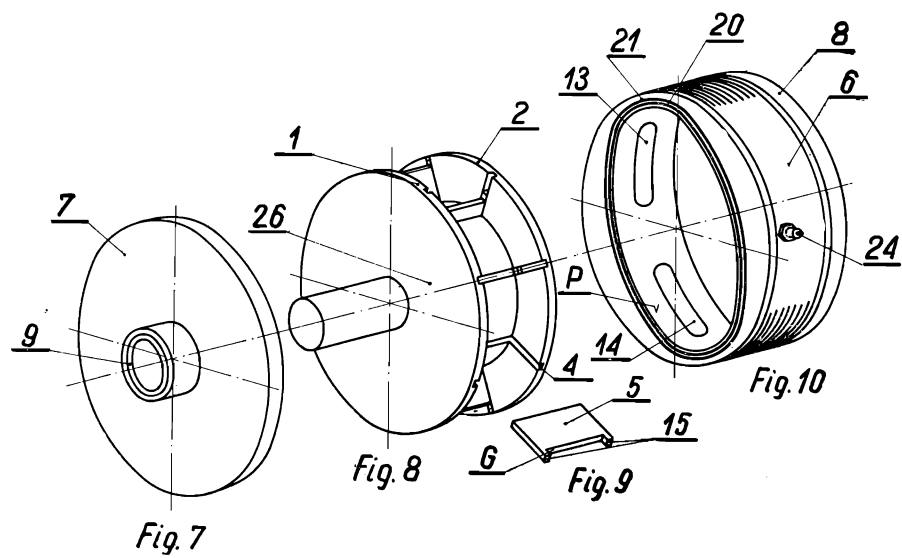


Fig. 6



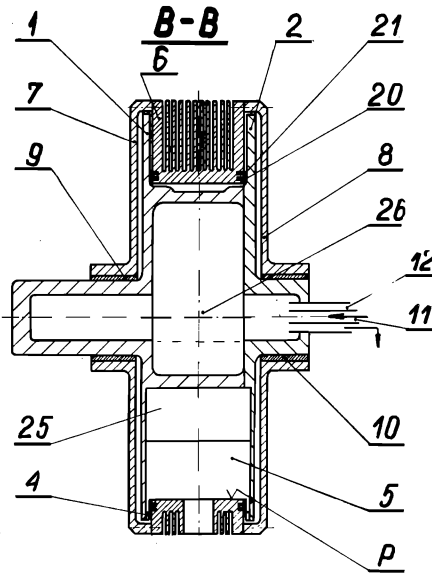


Fig. 11

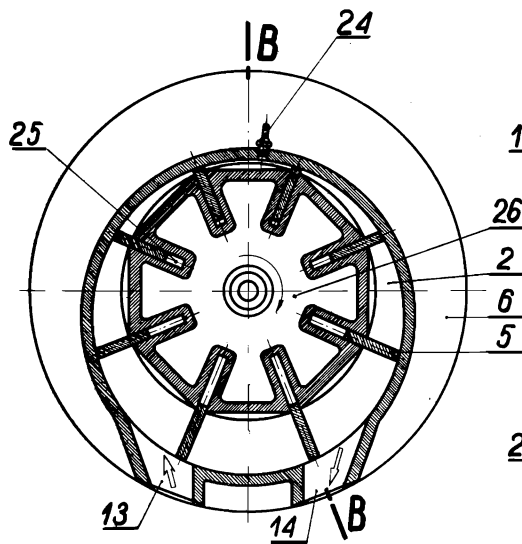


Fig. 12

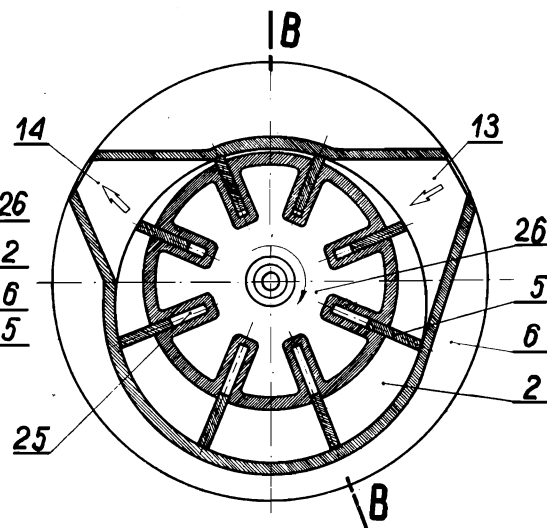


Fig. 13