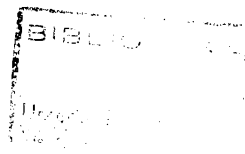


10 lutego 1931 r.

F03c 1/00

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIIS PATENTOWY

Nr 12862.

Kl. 88 b 1.

Hermann Schwarz
(Stuttgart-Hedelfingen, Niemcy).

Silnik wodny.

Zgłoszono 12 czerwca 1928 r.

Udzielono 23 grudnia 1930 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy silników wodnych, w których ciśnienie słupa wody zamienione jest na pracę zapomocą napiętego w cylindrze, sprężynującego giętkiego tłoka przeponowego. Tego rodzaju silniki regulowano dotychczas w sposób zazwyczaj używany do regulowania pomp tłokowych i turbin wodnych, a mianowicie w ten sposób, iż przekrój przepływu wody zwężano lub poszerzano w stosunku do otworu normalnego. Ten rodzaj regulacji, jak to wiadomo z regulacji turbin, ma tę wadę, iż z jednej strony niecałkowite napełnianie lub zasilanie, z drugiej zaś strony straty przepływu i straty na tarcie przy zwężonym przekroju znacznie pogarszają sprawność silnika.

Wynalazek polega na tem, że silnik tłokowy jest regulowany nie zapomocą

zmiany przekroju dopływu wody, lecz odwrotnie, przy zachowaniu stałego przekroju dopływu wody, zapomocą zmiany skoku tłoka. Taka regulacja skoku w porównaniu z regulacją przekroju nie wywołuje godnego uwagi pogorszenia sprawności hydraulicznej nawet przy największych przeciążeniach lub też niecałkowitych obciążeniach. Najistotniejszym w wynalazku niniejszym jest to, że zmiana skoku tłoka odbywa się zapomocą elastycznego przeginalnia się wału korbowego pod działaniem siły odśrodkowej mimośrodowo rozmieszczonych mas.

Zastosowanie elastycznego przeginalnia się wału w celu regulowania skoku opiera się na następujących podstawach fizycznych. Siła odśrodkowa, powstająca przy elastycznym przegięciu się y wału pod

działaniem siły odśrodkowej masy m , umieszczonej mimośrodowo w odległości e , będzie

$$(1) P = m (y + e) w^2,$$

gdzie w jest szybkością kątową wału. Ta siła odśrodkowa wywołuje w przegiętym wale taką samą co do wielkości, lecz odwrotnie skierowaną przeciwsilę

$$(2) P = \alpha y,$$

tak, że powstaje warunek równoważności

$$(3) m (y + e) w^2 = p = \alpha y,$$

skąd można otrzymać przegięcie

$$(4) y = \frac{m e w^2}{\alpha - m w^2}$$

α jest współczynnikiem, zależnym od wy-

miarów wału oraz rodzaju łożysk. Zwiększając szybkość kątową aż do $\alpha - m w^2 = 0$, to znaczy $y = \infty$, otrzyma się krytyczną szybkość kątową

$$(5) w_k = \sqrt{\frac{\alpha}{m}}.$$

Jeżeli zapomocą jakichkolwiek środków osiągnie się, że tę szybkość krytyczną można przekroczyć, nie wywołując niebezpieczeństwa rzeczywistego wytworzenia się nieskończonego, lub zbyt dużego przegięcia się wału, to ustala się wtedy nowy stały stan równowagi, przy którym przegięcie się wału ma odwrotny kierunek, odpowiadający zmianie znaku przed y w równaniu (4) dla ujemnej wartości mianownika ($\alpha - m w^2$).

Wprowadzając krytyczną szybkość według równania (5) do równania (4), otrzyma się

$$(6) y = \frac{m e w^2}{\alpha - m w^2} = \frac{e w^2}{\frac{\alpha}{m} - w^2} = \frac{e w^2}{w_k^2 - w^2} = \frac{e}{\frac{w_k^2}{w^2} - 1}$$

to znaczy, przy szybkościach obrotowych poniżej szybkości krytycznej elastyczne przegięcie wału posiada ten sam kierunek, co i mimośrodowość masy m , przy wyższych zaś szybkościach obrotowych niż szybkość krytyczna, przegięcie wału jest skierowane odwrotnie, niż mimośrodowość masy m , masa więc m nie ma już tendencji do zwiększania swej mimośrodowości, lecz do krążenia wokoło własnego punktu ciężkości, co osiąga się przy $w = \infty$, ponieważ wtedy $y = -e$.

To zjawisko doskonale nadaje się do warunku regulacji skoku, w myśl którego przy wzrastającej ilości obrotów skok ma się zmniejszać, to jest że ma nastąpić przegięcie wału, skierowane odwrotnie niż istniejąca mimośrodowość korby lub mimośrodu.

Wszystkim innym przeginaniom się wału poza potrzebnymi do regulowania, jak np. przeginaniom się wału wskutek ciśnienia wody, przenieszonego na wał za pośrednictwem korbowodów, zapobiega się albo zapomocą odpowiednich wyrównawczych tarcz zamachowych, albo też zapomocą symetrycznego rozmieszczenia więcej niż dwóch gwiazdzistych układów cylindrów, których momenty zginające, działające na wał pod wpływem ciśnienia wody na tłoki, wzajemnie się znoszą.

Jeżeli stosuje się tarcze wyrównawcze, to dobrze jest zaopatrzyć je w pustą przestrzeń, napełnioną częściowo rtęcią, celem samoczynnego wyrównywania okresowych wahań wypadkowych sił korbowodów, które to wahania powstają podczas każdego obrotu wału i uwarunkowane są ograniczo-

nią ilością cylindrów, połączonych w jednym zespole gwiazdzystym. Takie urządzenie oparte jest na następującem rozważaniu.

Jeżeli dokładnie centrycznie wirujący pusty cylinder częściowo napełniony jest płynem, np. rtęcią, to podczas wirowania, niezależnie od tego, czy ilość obrotów będzie powyżej lub poniżej krytycznej ilości obrotów, zwierciadło rtęci przyjmie postać płaszcza cylindrycznego, współosiowego z cylindrem pustym. Jeżeli jednak skutkiem jakiegokolwiek impulsu siły, skierowanego z zewnątrz na wał, cylindryczne położenie wirującego pustego cylindra zostanie naruszone, to przy ilości obrotów niższej od krytycznej ilości obrotów takie częściowe napełnienie rtęcią działa w ten sposób, że mimośrodowość wirującego cylindra pustego pod działaniem siły odśrodkowej masy rtęci wzrasta skutkiem tego, że dochodzi tutaj jeszcze przegięcie się wału, następujące w kierunku już istniejącej mimośrodowości. Odwrotnie, gdy szybkość obrotowa jest wyższa, niż szybkość krytyczna, swobodnie ruchoma masa rtęci ma tendencję wirowania wokoło własnego punktu ciężkości, skąd powstaje samoczynne centrowanie cylindra pustego skutkiem tego, że powstaje siła odśrodkowa masy, odwrotnie skierowana, niż impuls, naruszający pierwotne położenie punktu ciężkości wirującego cylindra.

Ponieważ w myśl wynalazku nietylko wał, lecz również połączone z nim za pośrednictwem korbowodów tłoki przeponowe wykonane są jako narządy sprężynujące, to otrzymuje się całkowity układ drgający, obejmujący wał elastyczny, korbowody oraz elastyczne tłoki przeponowe, w którym to układzie przyspieszenie lub opóźnienie drgających w nim mas nie wymaga znacznego, mogącego oddziaływać na sprawność silników nakładu energii.

Dalszem rozszerzeniem opisanego powyżej urządzenia oraz istotną częścią wynalazku jest odciążenie wału od sił ciśnie-

nia wody, starających się wyginać go, oraz regulowanie ilości obrotów maszyny zapomocą poniżej opisanego urządzenia. Nowość ta polega na tem, że przy zastosowaniu jednego tylko układu gwiazdzystego cylindrów, tylko połowa korbowodów kolejno łączona jest ze środkowym, względnie obydwoma zewnętrznymi z trzech symetrycznie względem środka osi rozmieszczonych i o 180° względem siebie przesuniętych napędnych mimośrodków lub korb, przyczem rozrząd dopływu względnie odpływu wody jest tak regulowany, że na każde dwa cylindry, przestawione względem siebie o 180° , oddziaływa się w tym samym sensie. Celem regulowania wału celowo jest rozszczepiony w kierunku podłużnym tak, że tworzy dwie połączone ze sobą na końcach sprężyny, z których jedna połączona jest ze środkowym mimośrodem napędnym, druga zaś — z obydwoma symetrycznie rozmieszczonemi zewnętrznymi mimośrodkami napędnymi. Potrzebne do regulowania przeginięcia się części wału wywoływane są zapomocą symetrycznie względem osi wału rozmieszczonych, po dwie na każdej części wału, mimośrodkowych mas, których mimośrodowość może być zmieniana wraz ze zmianą ilości obrotów.

Rysunek przedstawia przykład wykonania wynalazku niniejszego.

Fig. 1 przedstawia przekrój podłużny silnika wodnego, podczas gdy fig. 2 — przekrój poprzeczny. Fig. 3 i 4 przedstawiają widoki z boku oraz z przodu jednej z mas, zastosowanych do regulowania. Fig. 5 i 6 przedstawiają przekrój poprzeczny oraz widok z boku innej tarczy mimośrodkowej, służącej do wyrównywania ciśnienia wody, działającego na wał, podczas gdy fig. 7 przedstawia wzajemne rozmieszczenie na wale napędnych mas regulujących i wyrównawczych. Fig. 8 przedstawia częściowy przekrój osiowy, a fig. 9 — środkowy przekrój poprzeczny.

Silnik wodny posiada np. znane jako

takie cylindryczne przestrzenie robocze a , podczas gdy tłoki robocze utworzone są z przepon b , napiętych na obwodzie tychże. Tłoki te działają zapomocą korbowodów c , które przyłączone są do pierścienia d , na korbę lub mimośród e wału f . Dopływ wody g oraz odpływ h sterowane są suwakiem obrotowym i , umocowanym na wale, i połączone są przestrzeniami roboczymi, cylindrami a , zapomocą przewodów k oraz l . Według wynalazku wał f umieszczony jest w łożyskach m , mogących się przechylać we wszystkich kierunkach tak, że wał ten może się przeginać, nie zaciskając się, podczas gdy między częścią n wału, dźwigającą suwak i , a giętkim wałem roboczym f włączone jest jedno lub kilka podatnych sprzęgieł o . Wynalazek polega na tem, że wał jest tak giętki i tak jest wyposażony w masy mimośrodowe, iż skok tłoków przeponowych b , skutkiem zwiększenia lub zmniejszenia się przegięcia wału pod działaniem sił odśrodkowych tych mas mimośrodowych, samoczynnie zostaje regulowany odpowiednio do ilości obrotów, jak to wyjaśniono we wstępie. Wspomniane mimośrodowe masy regulujące utworzone są z tarcz mimośrodowych p , których mimośrodowość może być zmieniana. Te, służące do regulowania skoku mimośrodowej p składają się, jak to np. wskazują fig. 3 i 4, z przesuwanej ciężarka w kształcie zamkniętej ramy, która przesuwana jest na części ślizgowej r , osadzonej na wale f . Po obydwóch stronach części ślizgowej r umieszczone są na śrubowych trzpieniach s przestawne krążki oporowe t , o które opierają się sprężyny n , które drugimi końcami przylegają do ramy p . Zapomocą przestawienia krążków oporowych t na ich trzpieniach można dowolnie zmienić mimośrodowość ram mimośrodowych p .

Celem wyrównania działających na wał sił ciśnienia wody, jak również wahań ich, wywoływanych skutkiem wahań spadku środka napędnego, urządzone są dalsze

tarcze wyrównawcze q , których punkt ciężkości masy zostaje przesuwany odpowiednio do spadku środka napędnego. Taka tarcza wyrównawcza przedstawiona jest np. na fig. 5 i 6. Tarcza wyrównawcza składa się z osłony v , której piasta w umocowana jest na wale f . Od piasty w prowadzi cylinder x , w którym umieszczony jest tłok y , będący pod działaniem sprężyny. Przestrzeń cylindra x , znajdująca się między tłokiem y i piastą w , napełniona jest środkiem napędnym, przedostającym się poprzez pusty wał, i skutkiem tego znajduje się pod działaniem tego środka tak, iż tłok y przy wzrastającym ciśnieniu zostaje przesuwany nazewnątrz wbrew działaniu sprężyny, a skutkiem tego punkt ciężkości masy zamachowej również przesuwa się nazewnątrz i przy odpowiednim urządzeniu masy przeciwdziała zwiększonemu ciśnieniu wody na wał.

Kierunki mimośrodowości tarcz regulujących p oraz wyrównawczych q oczywiście tworzą normalnie kąt 90° .

Dalej celem samoczynnego wyrównywania tych okresowych wahań wału, które powstają skutkiem przechodzenia poszczególnych cylindrów od pełnego ciśnienia spadku wody do niskiego ciśnienia odpływającej wody, tarcze wyrównawcze q posiadają pustą przestrzeń w kształcie sierpa, która częściowo napełniona jest rtęcią z ; jest to urządzenie, którego zasadnicze znaczenie powyżej było wyjaśnione. Wyprowadzając wypadkową z poszczególnych sił kolejnego działania wody na wał za pośrednictwem przepon i korbowodów, otrzymuje się, że przy każdym obrocie wału wypadkowa ta również wykazuje tyle wahań, ile cylindrów posiada jeden układ gwiazdzisty. Przytem wahania tych wypadkowych występują nietylko pod względem wielkości, lecz i kierunku tak, iż wypadkowe te przy ilości N cylindrów w jednym układzie gwiazdzistym podczas każdego obrotu wału wykazują N maksymalnych i

N minimalnych wielkości, oraz jednocześnie N razy odchylają się o pewien mały kąt x od normalnego kierunku. Skutkiem tych okresowych wahań wał jest wystawiony na odpowiednie drgania okresowe, które jednak przez zastosowanie w każdej tarczy wyrównawczej q (fig. 5 i 6) częściowo napełnionego rtęcią cylindra samoczynnie zostają wyrównywane, jak to wynika z powyżej wyjaśnionych zasad fizycznych tego urządzenia.

Ponieważ te tarcze wyrównawcze q umieszczone są na wale f ze znaczną mimośrodowością, więc samoczynne wyrównywanie może się odbywać tylko w ogólnym kierunku tej mimośrodowości i bez żadnego wpływu na wytwarzające się w celu regulacji przegięcia wału prostopadłe względem tej mimośrodowości, w kierunku skoku, to jest korby albo mimośrodu napędnego.

W postaci wykonania według fig. 8 i 9 korbowody c^1 i względnie c^2 , nieprzedstawionych na rysunku tłoków przeponowych poszczególnych cylindrów, kolejno połączone są z pierścieniem d^1 względnie d^2 , a mianowicie korbowody c^1 , połączone z pierścieniem d^1 , działają na środkowy mimośród napędny e^1 , podczas gdy korbowody c^2 , przyłączone do otaczającego pierścienia d^2 , działają na dwa mimośrody e^2 , umocowane na wale f symetrycznie do środka wału i przestawione względem mimośrodu e^1 o 180° .

Korbowody c^1 pracują więc na środkowy mimośród e^1 , podczas gdy korbowody c^2 pracują na zewnętrzne mimośrody e^2 tak, że każdemu korbowodowi c^1 , przynależnemu środkowemu mimośrowi e^1 , odpowiada korbowód c^2 , przynależny obydwu zewnętrznym mimośrodom e^2 . Jeżeli więc doprowadzaniem wody do poszczególnych cylindrów względnie odprowadzaniem jej z tychże tak sterować, aby prowadzenie wody w każdym dwóch cylindrach, znajdujących się o 180° od siebie, odbywało się jednocześnie i w tym samym kierunku, a

prowadzenie wody w dwóch sąsiednich cylindrach odbywało się z przesunięciem fazy, odpowiedniemu ich wzajemnemu położeniu i w kierunku odwrotnym, to siły korbowodów, działające na wał, w każdym momencie wzajemnie się znoszą.

W celu regulowania skoku tłoka odpowiednio do ilości obrotów wału f , wał jest rozszczepiony w kierunku podłużnym, między obydwoma łożyskami m tak, iż składa się z dwóch połączonych na końcach giętkich sprężyn f^1 i f^2 , między którymi znajduje się szczelina. Część f^1 wału dźwiga mimośród e^1 , podczas gdy część f^2 wału dźwiga obydwa symetrycznie umieszczone zewnętrzne mimośrody e^2 . Każdy z mimośrodów e^1 , e^2 posiada wydrążenie, służące do przejścia swobodnej, niepołączonej z nim części wału oraz do elastycznego przeginięcia się jej pod działaniem nasadzonych mas zamachowych. Potrzebne do regulowania maszyny elastyczne przeginięcie się części wału f^1 oraz f^2 wytwarzane jest za pomocą symetrycznie umieszczonych, po dwie na każdej części wału, mimośrodowych mas zamachowych p^1 względnie p^2 , których mimośrodowość może być przedstawiana i wraz z ilością obrotów zmieniana, jak to już wyżej opisano. Masy te, ich mimośrodowości i odległości od środka wału są tak dobrane, że wielkość wywołanych przez nie elastycznych przeginań części f^1 oraz f^2 wału stale odpowiada zmianom skoku, wymaganych do regulacji. Te przeginięcia się obydwóch części wału są stale skierowane w odwrotnych kierunkach, powodują więc jednocześnie zmniejszanie lub zwiększanie skoku połączonych z nimi tłoków przeponowych.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Silnik wodny o rozmieszczonych w kształcie gwiazdy cylindrach i osiowo poruszających się w nich tłokach przeponowych, znamienny tem, że wał, obracający

się z ilością obrotów wyższą od krytycznej ilości obrotów, jak również tłoki przeponowe wykonane są jako elastycznie wyginające się sprężyny i połączone razem zapomocą korbowodów tworzą elastyczny układ drgający, będący pod działaniem odpowiednio regulowanych sił odśrodkowych mas.

2. Silnik wodny według zastrz. 1, znamieny tem, że regulowanie jego odbywa się zapomocą zmiany skoku tłoka, a mianowicie w ten sposób, iż skok tłoka zmieniany zostaje odpowiednio do elastycznego przeginięcia się wału, które wywoływane jest zmieniającą się wraz z ilością obrotów siłą odśrodkową mas zamachowych, umocowanych na wale.

3. Silnik wodny według zastrz. 2, znamieny tem, że masy zamachowe przedstawiane są w kierunku mimośrodowości i umocowane są na wale sprężynująco.

4. Silnik wodny według zastrz. 3, znamieny tem, że siły ciśnienia wody, przenoszone na wał za pośrednictwem korbowodów, są wyrównywane zapomocą siły odśrodkowej jednej lub kilku tarcz, mimośrodowo osadzonych na wale.

5. Silnik wodny według zastrz. 4, znamieny tem, że wywoływane skutkiem zmian spadku wahań sił ciśnienia wody, działających na wał, wyrównywane są zapomocą odpowiednich zmian położenia punktów ciężkości tarcz wyrównawczych, np. w ten sposób, że masa tych tarcz wyrównawczych częściowo składa się z ruchomego tłoka, który znajduje się pod działaniem spadku wody oraz przeciwdziałającej sprężyny.

6. Silnik wodny według zastrz. 5, znamieny tem, że tarcze wyrównawcze posiadają pustą przestrzeń, częściowo napełnioną rtęcią, a to celem samoczynnego wyrównywania powstających podczas każdego obrotu wału okresowych wahań wypadkowych sił korbowodowych, które to wahania uwarunkowane są ograniczoną ilością

cylindrów, połączonych w jeden układ gwiazdowy.

7. Silnik wodny według zastrz. 3, znamieny tem, że odciążenie wału od ciśnień tłokowych, przenoszonych na wał za pośrednictwem korbowodów, odbywa się zapomocą symetrycznego względem środka wału rozmieszczenia więcej niż dwu układów gwiazdzistych cylindrów, a mianowicie tak, iż symetryczne ich odległości od środka wału oraz wielkość i kierunek ich wypadkowych sił korbowodowych są tak dobrane, iż suma momentów gnących, działających na wał pod wpływem ciśnienia wody, w każdym momencie równa się zeru.

8. Silnik wodny według zastrz. 3, znamieny tem, że odciążenie wału od sił ciśnienia wody, przenoszonych na wał za pośrednictwem korbowodów i starających się go wyginać, odbywa się zapomocą symetrycznego względem środka wału rozmieszczenia trzech umocowanych na wale (f) korb, względnie mimośrów napędnych (e^1 , e^2), z których środkowy (e^1) przedstawiony jest względem obydwóch przynależnych do siebie zewnętrznych mimośrów (e^2) o 180° , przyczem korb wody układu gwiazdowego kolejno działają w połowie (c^1) na środkowy mimośród (e^1), a w drugiej połowie (c^2) — na obydwie zewnętrzne mimośrody (e^2).

9. Silnik wodny według zastrz. 8, znamieny tem, że wał składa się z dwóch połączonych ze sobą na końcach elastycznie sprężynujących części (f^1 , f^2), z których jedna część (f^1) dźwiga środkowy mimośród napędny (e^1), druga zaś część (f^2) dźwiga przynależne do siebie zewnętrzne mimośrody napędne (e^2).

10. Silnik wodny według zastrz. 9, znamieny tem, że potrzebna do regulowania zmiana skoku skuteczniejsza jest zapomocą przeciwnie skierowanych elastycznych przeginań się obydwóch części (f^1 , f^2) wału, przyczem stale na dwa tłoki, prze-

stawione względem siebie o 180^0 , oddziaływa się jednakowo.

11. Silnik wodny według zastrz. 10, znamieny tem, że do wywoływania przeginań, potrzebnych do regulacji, każda z obydwóch sprężynujących części (f^1 , f^2) wału dźwiga mimośrodowe masy zamachowe (p^1 , p^2) o zmieniającej się wraz z ilością obrotów mimośrodowości, których masy, mimośrodowość oraz odległości od środka wału są tak dobrane, iż wielkości wywoływanych przez nie przeginań się obydwóch części (f^1 , f^2) wału odpowiadają zmianom skoku, potrzebnym do regulowania.

12. Silnik wodny według zastrz. 11, znamieny tem, że sterowanie dopływu wody do każdych dwóch znajdujących się od siebie o 180^0 cylindrów, względnie odprowadzanie wody od tych cylindrów, odbywa się jednocześnie i w tym samym kierunku, a sterowanie każdych dwóch sąsiednich cylindrów odbywa się przy przesunięciu fazy; odpowiedniem ich wzajemnemu położeniu i w kierunku odwrotnym.

Hermann Schwarz.
Zastępca: Inż. M. Brokman,
rzecznik patentowy.

Fig.1.

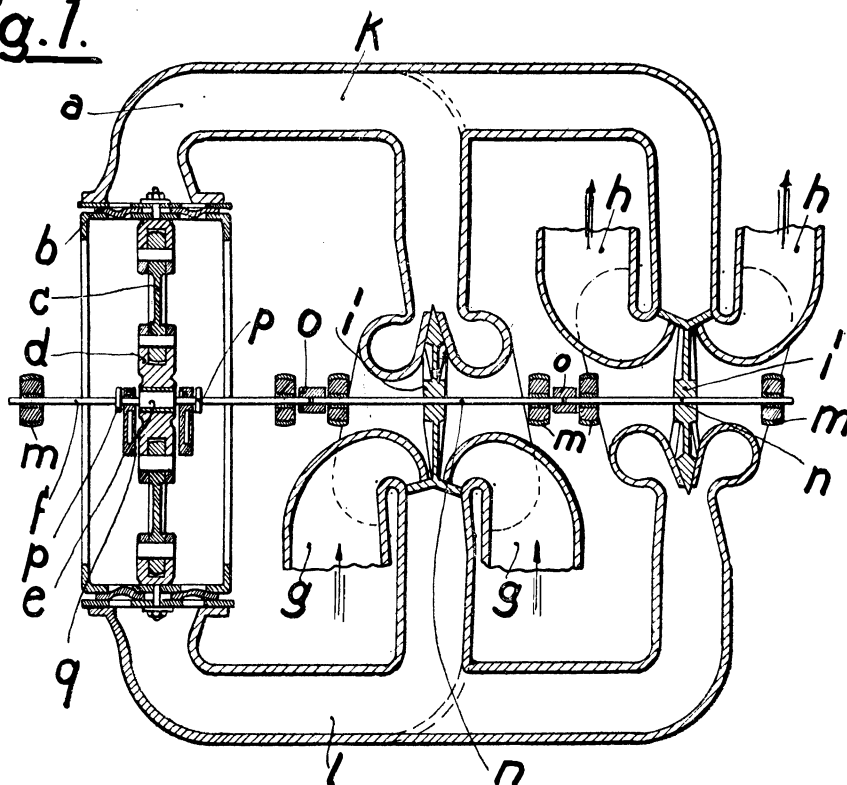


Fig.2.

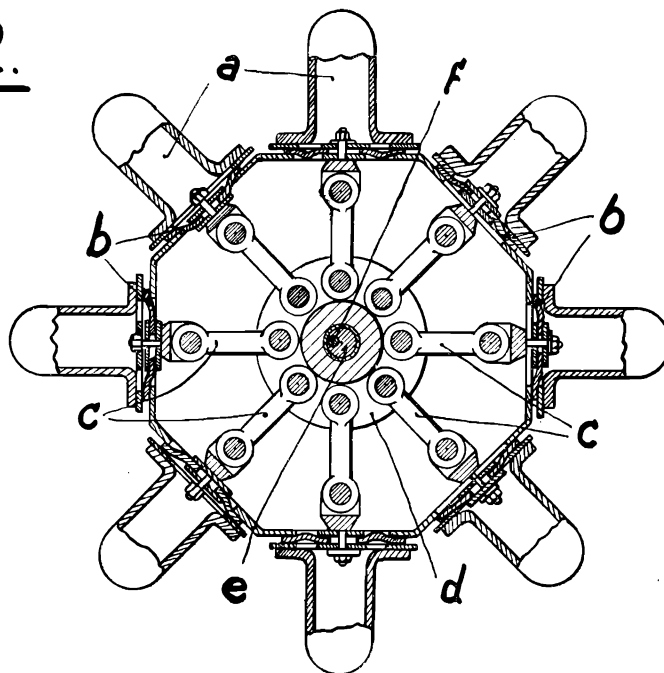


Fig. 3.

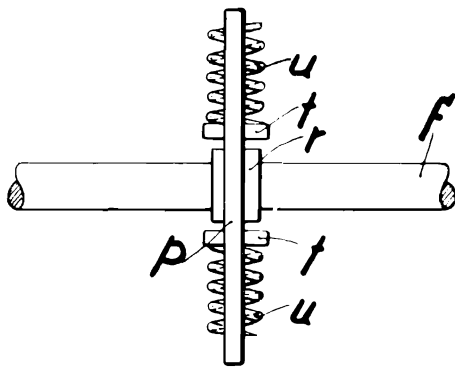


Fig. 4.

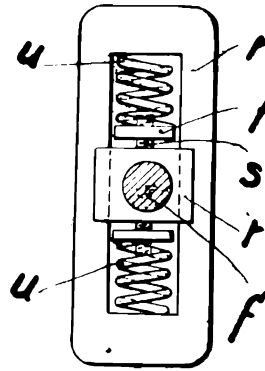


Fig. 5.

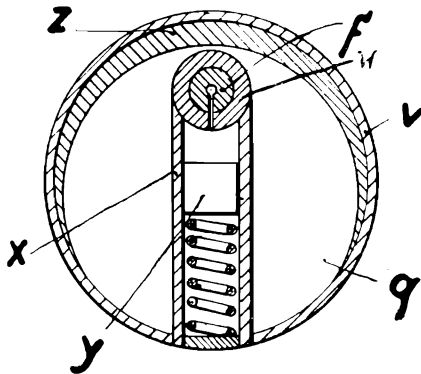


Fig. 6.

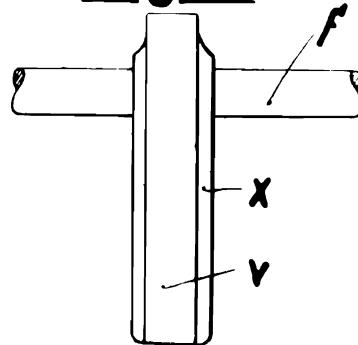


Fig. 7.

