

Warszawa, 17 grudnia 1937 r.

URZĄD PATENTOWY



F 02c 5/08 2

BIBLIOTEKA

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 25582.

Kl. 46 f, ^{5/08}~~7/01~~.

Therese Junkers, ur. Bennhold
(Gauting, Niemcy).

Sposób regulacji bezkorbowych silników spalinowych z przeciwbieżnymi, swobodnie poruszającymi się tłokami do napędu sprężarek, w celu wytwarzania gazu pędnego, i urządzenie do stosowania tego sposobu.

Zgłoszono 2 września 1935 r.

Udzielono 30 września 1937 r.

Pierwszeństwo: 16 października 1934 r. (Niemcy).

Znane są już bezkorbowe silniki spalinowe z przeciwbieżnymi swobodnie poruszającymi się tłokami do napędu sprężarek, w których tłoki silnika i sprężarki są ze sobą połączone sztywno, stanowiąc swobodnie poruszający się układ mas ruchomych. Przeprowadzane też już były próby regulacji mocy użytecznej takich sprężarek przez zmianę ciśnień, panujących w sprężarce (ciśnienia ssania i ciśnienia tłoczenia lub też obu tych ciśnień) przy zachowaniu mniej więcej stałego suwu ruchomych mas tłokowych. Następnie znane też jest stosowanie takich bezkorbowych silników do

napędu sprężarek w celu wytwarzania gazu pędnego, przy czym sprężone przez sprężarkę powietrze doprowadzone zostaje całkowicie lub częściowo do przestrzeni roboczej cylindra silnika jako powietrze przedmuchowe względnie powietrze spalania, pozostające pod stosunkowo wysokim ciśnieniem, a opuszczające silnik gazy spalinowe i nadmiar powietrza przedmuchowego doprowadzane są do silnika wtórnego, np. silnika tłokowego lub turbiny, jako czynnik napędowy.

Według wynalazku również i w tego rodzaju bezkorbowych silnikach do napędu

spężarek, wytwarzających gaz pędny, w których sprężone powietrze, dostarczane przez sprężarkę, służy, całkowicie lub częściowo jako powietrze przedmuchowe względnie jako powietrze spalania dla silnika, poddaje się zmianom ciśnienia ssania i tłoczenia sprężarki, a to w celu regulacji ilości energii, jaką zawiera gaz pędny, dostarczany do wtórnego silnika w ten mianowicie sposób, aby stosunek tych dwóch ciśnień (zwany w dalszej treści opisu „stosunkiem ciśnień sprężarki”) pozostawał przynajmniej w przybliżeniu stały.

Zastosowanie powyższego sposobu regulacji w tego rodzaju sprężarkach pociąga za sobą ten skutek, że i stosunek ciśnień w silniku (stosunek ciśnienia powietrza przedmuchowego względnie powietrza dawkowego do końcowego ciśnienia sprężania w silniku) pozostaje przynajmniej w przybliżeniu stały. Tak np. jeżeli ciśnienie ssania sprężarki zostaje obniżone przy zachowaniu niezmiennego stosunku ciśnień sprężarki, to obniża się odpowiednio i ciśnienie tłoczenia. Wskutek zmniejszonych ciśnień praca suwu powrotnego, wykonywana w sprężarce przez rozprężające się powietrze, zamknięte w przestrzeni martwej, staje się również mniejsza. Ponieważ jednak wraz ze zmniejszeniem ciśnienia tłoczenia w sprężarce nastąpiło też obniżenie ciśnienia (a więc i masy) gazowej dawki silnika (tłoczyn stałej objętości przez zmienną gęstość dawki), przeto i ta zmniejszona praca suwu wstecznego wystarcza do tego, aby zmniejszoną dawkę silnika sprężyć mniej więcej w tym samym stosunku, jaki poprzednio panował w silniku. Ponieważ w silnikach z samozapłonem spowodowanym przez wywiązujące się ciepło sprężania gazowej dawki silnika, stosowanym zazwyczaj w sprężarkach napędzanych z bezkorbowym silnikiem, chodzi o osiągnięcie pewnej określonej temperatury końcowej, ta ostatnia zaś zależy głównie od stosunku ciśnień, przeto uzyskana sposobem według

wynalazku możliwość utrzymywania tego stosunku w silniku mniej więcej na stałej wysokości posiada decydujące znaczenie dla niezawodnej i regulowanej w stosunkowo szerokich granicach pracy bezkorbowego silnika do napędu sprężarki, wytwarzającej gaz pędny.

Obniżenie ciśnienia ssania i tłoczenia sprężarki, a przeto i ciśnień występujących w silniku przy częściowym jego obciążeniu, umożliwia zarazem znaczne zmniejszenie liczby obiegów pracy w ciągu jednostki czasu, a przeto też i dalszą regulację mocy silnika, przy czym przy stosunkowo małych zmianach ciśnienia osiąga się stosunkowo znaczne zmiany ilości dostarczanego przez sprężarkę gazu pędnego.

Jeżeli tłok sprężarki posiada większą średnicę, niż tłok silnika, to po tylnej stronie tłoka sprężarki powstaje powierzchnia różnicowa, równa różnicy między powierzchnią tłoka sprężarki i powierzchnią tłoka silnika. Nacisk, wywierany na tę powierzchnię, powoduje podczas suwu wstecznego pobranie pewnej ilości pracy, tak iż rozporządzalna praca podczas suwu wstecznego, sprężającego gazową dawkę silnika, ulega zmniejszeniu o tę wspomnianą wyżej wielkość. Jeżeli więc podczas przebiegu regulacji ilość pracy, uwalniająca się w sprężarce podczas suwu wstecznego, ulega zmianie, to należy też zmienić w tym samym sensie ilość pracy, pobieraną przez tylną stronę tłoka sprężarki, ażeby można było przy pomocy pracy, rozporządzalnej podczas sprężania gazowej dawki silnika, przeprowadzić to sprężanie z zachowaniem niezbędnego i w przybliżeniu stałego stosunku ciśnień. Według wynalazku należy przeto obciążyć tylną stronę tłoka sprężarki ciśnieniem ssania sprężarki, które ma być regulowane. Ciśnienie to może działać bądź jako stałe obciążenie podczas całego suwu, bądź też może odpowiadać dolnemu lub górnemu ciśnieniu końcowemu linii sprężania i rozprężania.

Na rysunku przedstawiono przykład wykonania urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku w bezkorbowych silnikach do napędu sprężarki. Fig. 1 przedstawia przykład wykonania urządzenia w bezkorbowym silniku spalinowym napędzającym sprężarkę do wytwarzania gazu pędnego według wynalazku, częściowo w przekroju a częściowo schematycznie, fig. 2 — 5 przedstawiają wykresy zależności ciśnienia od objętości w różnych komorach urządzenia dla dwóch różnych stanów regulacji, a fig. 6 przedstawia podłużny przekrój przykładu wykonania specjalnego narządu rozrządającego.

Bezkorbowy silnik spalinowy do napędu sprężarki, wytwarzającej gaz pędny, w wykonaniu według fig. 1 posiada cylinder silnikowy 1, w którym pracują dwa przeciwbieżne tłoki 2, 2 ze względu na zrównoważenie sił bezwładności ich mas. Każdy z tych tłoków silnikowych, z których jeden rozrządza szczeliny wlotowe 3, drugi zaś szczeliny wylotowe 4, połączony jest sztywno z odnośnym tłokiem sprężarkowym 5. Te tłoki sprężarkowe pracują w cylindrach 6 sprężarki ustawionych wspólnie z cylindrem silnika 1 i zaopatrzonych w zawory ssawne 7 i zawory tłoczne 8.

Gdy obie masy ruchome zespołu tłoków 2, 5 zbliżyły się ku sobie, a dawka powietrza, zawarta między tłokami silnikowymi 2, 2 ulega sprężeniu, wtryskiwane jest do tego powietrza paliwo przez odpowiednie urządzenie zasilające, np. przez dyszę paliwową 9. Powstałe przy spalaniu gazy przesuwają na zewnątrz oba tłoki, co odpowiada suwowi pracy silnika. W cylindrach sprężarki następuje przy tym z początku sprężenie zawartości cylindrów od ciśnienia p_1 do ciśnienia p_2 , wzdłuż linii AB na wykresie (fig. 2), a następnie wytłaczanie sprężonego powietrza przy stałym ciśnieniu p_2 , wzdłuż linii BC tego wykresu. Po odsłonięciu szczelin wlotowych 3 i wylotowych 4 przez tłoki silnikowe 2 obie

masy ruchome zatrzymują się. Powietrze, które pozostało w martwych przestrzeniach cylindrów 6 sprężarki, przesuwa następnie masy ruchome znowu ku sobie (suw wsteczny), rozprężając się od ciśnienia tłoczenia p_2 do ciśnienia ssania p_1 wzdłuż linii CD (fig. 2), przy czym w ciągu pozostałej części suwu wstecznego do cylindrów sprężarki zasysana jest nowa ilość powietrza przez zawory ssawcze 7 (linia DA wykresu). Powietrze sprężone, wytłoczone poprzez zawory tłoczne 8 podczas suwu pracy, wpływa poprzez przewód 10, po odsłonięciu szczelin wlotowych 3 przez jeden z tłoków silnikowych 2, do cylindra silnikowego 1, wytłaczając przy tym gazy spalinowe przez szczeliny wylotowe 4 i wypełniając cylinder silnika nową dawką powietrza o ciśnieniu p_2 . W przewodzie 11, dołączonym do szczelin wylotowych 4 silnika, przewidziany jest ciśnieniowy narząd regulacyjny 20, ustalający ciśnienie przedmuchowe silnika, a przez to i ciśnienie tłoczenia p_2 sprężarki. Gazy pędne (gazy spalinowe i nadmiar powietrza przedmuchowego), uchodzące przez szczeliny wylotowe 4, są doprowadzane do silnika wtórnego (nie przedstawionego na rysunku), np. do turbiny, w której wykonywują pracę.

W celu regulacji ilości gazu pędnego, dostarczanego przez sprężarkę, oraz ilości energii, zawartej w tym gazie, należy zmienić ciśnienie ssania p_1 oraz ciśnienie tłoczenia p_2 w sprężarce. Do zmiany ciśnienia ssania służą np. suwaki dławikowe 12, umieszczone w nasadkach ssawczych każdego cylindra sprężarki, nastawiane bądź ręcznie, bądź też samoczynnie, np. w zależności od obciążenia silnika wtórnego. Przy częściowo zdławionym wlocie, to znaczy przy niskim ciśnieniu ssania p_1' otrzymujemy wykres pracy sprężania $A'B'C'D'$ przedstawiony na fig. 2 kreskowanymi liniami, według którego ciśnienie tłoczenia wynosi p_2' . Zmiana tego ciśnienia,

przy której stosunek ciśnień sprężarki pozostaje w przybliżeniu stały, skuteczniana jest przy pomocy umieszczonego w przewodzie 11 narządu regulacyjnego 20, przedstawionego na fig. 6 w przekroju.

Przewód wylotowy 11 zamykany jest przez suwak 22, zaopatrzony w otwór przełotowy 21 i poruszany przez tłoczek rozrządczy 23. Gazy znajdujące się w przewodzie 11 dostają się przez otwór 24 pod dolną pierścieniową powierzchnię 25 tłoczka rozrządczego, tak iż powierzchnia ta obciążona jest wypływającymi pod ciśnieniem z cylindra silnika gazami spalinowymi oraz powietrza (odpowiednio pod ciśnieniem p_2 , względnie ciśnieniem p_2'), podczas gdy górna powierzchnia 26 tłoczka 23 znajduje się pod ciśnieniem ssania p_1 względnie p_1' , ponieważ przestrzeń powyżej tłoczka 23 połączona jest za pośrednictwem przewodu 27, 17 z komorą ssania 18 sprężarki. Ciśnienie atmosferyczne, oddziałujące na powierzchnię 28 suwaka 22, równoważone jest przez nacisk sprężyny 29, wywierany na górną powierzchnię tłoczka 23, przy czym siła napięcia sprężyny tej jest tak dobrana, aby niewielki nadmiar siły usiłował przesunąć ciśnieniowy narząd regulacyjny 22, 23 ku dołowi, w jego położenie zamknięcia. Stosunek wielkości obu powierzchni 24 i 26 jest tak dobrany, aby wówczas, gdy ciśnienie czynnika osiągnie wartość p_2 ciśnieniowy narząd regulacyjny 22, 23 podniesiony został ku górze wbrew ciśnieniu p_1 , oddziałującemu na górną powierzchnię tłoczka. Jeżeli jednak ciśnienie ssania zostanie zdławione, np. do wartości p_1' , to wystarcza już odpowiednio zmniejszone ciśnienie tłoczenia p_2' , ażeby przesunięty został ciśnieniowy narząd regulacyjny, tak iż stosunek ciśnień pozostaje zawsze w przybliżeniu stały, ponieważ stosunek powierzchni stanowi mniej więcej odwrotność stosunku ciśnień.

Gazy spalinowe i nadmiar powietrza dostają się przez przewód rurowy 30 do

silnika wtórnego, nie przedstawionego na rysunku, np. do turbiny.

Na wykresie fig. 2 przedstawiona jest praca suwu wstecznego, uwalniająca się w jednym cylindrze sprężarki podczas tego suwu. Przy wysokim ciśnieniu ssania i tłoczenia w sprężarce praca ta jest równoważna polu $C - D - A - F - E - C$, w przypadku zaś stosowania niskich ciśnień p_1' , p_2' — znacznie mniejszemu polu $C' - D' - A' - F' - E' - C'$. Według wykresu na fig. 3 sprężanie w cylindrze silnika rozpoczyna się w pierwszym przypadku (to jest w przypadku wysokich ciśnień) od ciśnienia p_2 i kończy się przy ciśnieniu p_3 ; pracę sprężania przedstawia wówczas pole $G - H - J - K - G$. W drugim przypadku sprężanie w cylindrze silnika rozpoczyna się od niższego ciśnienia p_2' i kończy się przy ciśnieniu p_3' ; odpowiednio do tego potrzebna jest tu mniejsza praca sprężania, przedstawiona polem $G' - H' - J' - K' - G'$. Stosunek sprężania w silniku (w pierwszym przypadku $p_3 : p_2$, w drugim zaś $p_3' : p_2'$) jest przeto w obu tych przypadkach w przybliżeniu ten sam, to znaczy, iż pozostaje on, praktycznie biorąc, stały przy zmianach początkowego ciśnienia w sprężarce.

Jeżeli tłok 5 sprężarki posiada większą średnicę niż tłok 2 silnika, tak iż na tylnej stronie 13 tłoka sprężarkowego powstaje powierzchnia czynna, równa różnicy powierzchni obu tych tłoków, to powierzchnia ta musi podczas suwu wstecznego wykonać pracę sprężania, którą należy odjąć od wywiązującej się w roboczym cylindrze sprężarki pracy suwu wstecznego, przedstawionej na wykresie polem $C - D - A - F - E - C$ (fig. 2), ażeby otrzymać pracę, pozostającą do rozporządzenia przy sprężaniu gazowej dawki silnika. Ażeby więc osiągnąć pożądaną cel, to jest aby utrzymać stały stosunek ciśnień w silniku także i podczas przebiegu regulacyjnego, to jest podczas zmiany ciśnień, występujących w

sprężarce, powodującej jednocześnie zmianę pracy suwu wstecznego wykonywanej przez sprężarkę, należy według wynalazku obciążyć również i tę powierzchnię różnicową zmiennym ciśnieniem podlegającym regulacji, w danym przypadku np. ciśnieniem ssania sprężarki. W obu rozważanych przypadkach przeprowadzanej regulacji otrzymujemy wówczas według wykresu na fig. 4 różne wartości pracy sprężania, wykonywanej przez powierzchnię różnicową tłoków sprężarki, a mianowicie w pierwszym przypadku (obciążenie ciśnieniem ssania p_1) pracę, przedstawioną na wykresie polem $L - M - N - O - L$, w drugim zaś przypadku (obciążenie ciśnieniem sprężenia p_1) pracę, przedstawioną polem $L' - M' - N - O - L'$. Dla suwu wstecznego pozostaje przeto do rozporządzenia praca:

w pierwszym przypadku:

Pole $C - D - A - F - E - C$ — pole $L - M - N - O - L$ = polu $G - H - J - K - G$, oraz

w drugim przypadku:

Pole $C' - D' - A' - F - E - C'$ — pole $L' - M' - N - O - L'$ = polu $G' - H' - J - K - G'$. Ponieważ odjemniki (prace $L - M - N - O - L$ i $L' - M' - N - O - L'$) zmieniają się w tym samym stosunku, jak prace, wywiązujące się w sprężarce, przeto stosunek ciśnień w silniku ($p_2 : p_3$) pozostaje przynajmniej w przybliżeniu stały.

Do zrealizowania powyższego sposobu pracy wystarcza w urządzeniu, wykonanym według fig. 1, połączyć ze sobą na stałe przy pomocy odpowiedniego przewodu komorę 14, w której porusza się powierzchnia różnicowa 13 tłoka 5 sprężarki, z komorą 18, znajdującą się w przestrzeni za-

wartej między zaworami ssawnymi 7 a suwakiem dławikowym 12.

Zamiast stosowania niezmiennego obciążenia powierzchni różnicowej 13 podczas całego suwu, zgodnie z wykresem według linii $L M$, względnie $L' M'$ (fig. 4), może też być stosowane zmienne obciążenie tej powierzchni, zmieniające się według pewnej określonej reguły, np. może być stosowane kolejne sprężanie i rozprężanie wartości gazu w komorze 14, przebiegające mniej więcej tak, jak przedstawiono na fig. 5 linią $L Q$ dla pierwszego i linią $L' Q'$ dla drugiego z rozważanych dwóch przypadków regulacji. W tym celu z tłokiem sprężarkowym 5 jest połączony suwak rozrządczy 19, który współpracuje z otworem 16 umieszczonym w ścianie cylindra i połączonym przewodem 17 z komorą ssania 18, przy czym suwak 19 odsłania otwór 16 w chwili, gdy masa ruchoma zespołu tłoków 2, 5 osiąga swe skrajne położenie zewnętrzne pod koniec suwu roboczego (koniec suwu pracy aż do początku suwu wstecznego). W ten sposób przy tym końcowym położeniu zespołu tłoków 2, 5 w komorze 14 panuje takie samo ciśnienie, jak w komorze 18. Na początku suwu wstecznego, po zasłonięciu otworów 16 przez suwak 19, następuje w komorze 14 sprężanie zawartego w niej czynnika, zgodnie z przebiegiem wzdłuż linii $L Q$ względnie $L' Q'$ wykresu, podczas gdy w ciągu następującego potem suwu pracy odbywa się rozprężanie tego czynnika, zgodnie z przebiegiem wzdłuż tej samej w przybliżeniu linii.

W opisanym powyżej przykładzie wykonania ciśnienie ssania p_1 sprężarki stanowi przeto dolne ciśnienie końcowe (punkt L względnie L') linii sprężania i rozprężania (fig. 5) w komorze 14. Zamiast tego może również jedno z ciśnień regulowanych (bądź ciśnienie ssania p_1 , bądź ciśnienie tłoczenia p_2) stanowić zarazem górne ciśnienie końcowe linii sprężania i rozprężania

według tego wykresu. Otwór 16 należałoby wówczas tak rozrządzać, aby komora 14 połączona była przewodem 17 z komorą 18 podczas wewnętrznego martwego położenia zespołu tłoków 2, 5 (koniec suwu wstecznego, początek suwu pracy), a nie, jak to opisano wyżej, podczas zewnętrznego martwego położenia tego zespołu tłoków (koniec suwu pracy, początek suwu wstecznego). Jeżeli jednak jako ciśnienie końcowe obrane zostanie ciśnienie tłoczenia p_2 , to podczas wewnętrznego martwego położenia zespołu tłoków komora 14 musi być połączona z przewodem tłocznym 10 sprężarki.

Ilość paliwa, którą należy doprowadzić przez dyszę 9 do cylindra silnika na każdy obieg pracy, musi być miarkowana odpowiednio do ilości powietrza w silniku, regulowanej według niniejszego wynalazku. Miarkowanie ilości paliwa może być również uzależnione w znany sposób od wielkości regulowanych ciśnień (ciśnienia ssania p_1 lub ciśnienia tłoczenia p_2).

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób regulacji bezkorbowych silników spalinyowych z przeciwbieżnymi, swobodnie poruszającymi się tłokami do napędu sprężarek w celu wytwarzania gazu pędnego, w których to silnikach powietrze, sprężone w sprężarce, służy jako powietrze przedmuchowe i powietrze spalania dawki silnika, znamienne tym, że ciśnienie ssania i tłoczenia sprężarki, w celu regulacji ilości zawartej w gazie napędym energii, zmieniają się przy zachowaniu stałego w przybliżeniu stosunku ciśnień, tak iż stosunek ciśnień w silniku pozostaje również w przybliżeniu bez zmiany.

2. Sposób według zastrz. 1 w zastosowaniu do bezkorbowych silników spalinyowych z przeciwbieżnymi swobodnie poruszającymi się tłokami do napędu sprężarek, w których tłok sprężarkowy posiada

większą średnicę, niż tłok silnika, znamienne tym, że tylna strona tłoka sprężarkowego jest obciążona ciśnieniem ssania sprężarki.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienne tym, że ciśnienie w komorze, przez którą przebiega tylna strona tłoka sprężarkowego, zmienia się podczas suwu tego tłoka wzdłuż linii sprężenia i rozprężenia, której ciśnienie początkowe i końcowe określone jest jednym z ciśnień regulowanych w sprężarce.

4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że w przewodzie wylotowym (11), odprowadzającym gazy spalinowe, poza szczelinami wylotowymi (4) silnika umieszczony jest suwak regulacyjny (22) do rozrządzania przepływu, nastawiany przy pomocy narządu rozrządczego (23), posiadającego dwie powierzchnie tłoczkowe (25, 26), poddane działaniu przeciwdziałających wzajemnie regulowanych ciśnień (p_1 i p_2), przy czym stosunek wielkości poddanych rozrządzaniu powierzchni stanowi w przybliżeniu odwrotność stosunku regulowanych ciśnień (p_1 i p_2 , fig. 6).

5. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 i 2, znamienne tym, że komora (14), przez którą przebiega tylna strona (13) tłoka sprężarkowego; jest stale połączona z komorą ssawczą (18) sprężarki.

6. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 3, znamienne tym, że z masą ruchomą tłoków (2, 5) połączony jest narząd rozrządczy, wykonany np. w postaci suwaka rozrządczego (19), łączący przy pomocy przewodu (17) komorę (14), przez którą przebiega tylna strona (13) tłoka sprężarkowego, z komorą ssawczą (18) sprężarki podczas położenia ruchomej masy tych tłoków w zewnętrznym martwym położeniu (fig. 6).

7. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 3, znamienne tym, że z ma-

są ruchomą tłoków (2, 5) połączony jest narząd rozrządczy, łączący komorę (14), przez którą przebiega tylna strona (13) tłoka sprężarkowego, z komorą ssawczą (18) sprężarki lub z przewodem tłocznym (10) sprężarki podczas położenia rucho-

mych mas tłoków w wewnętrznym martwym położeniu.

Therese Junkers, ur. Bennhold.

Zastępca: Inż. Cz. Raczyński,
rzecznik patentowy.

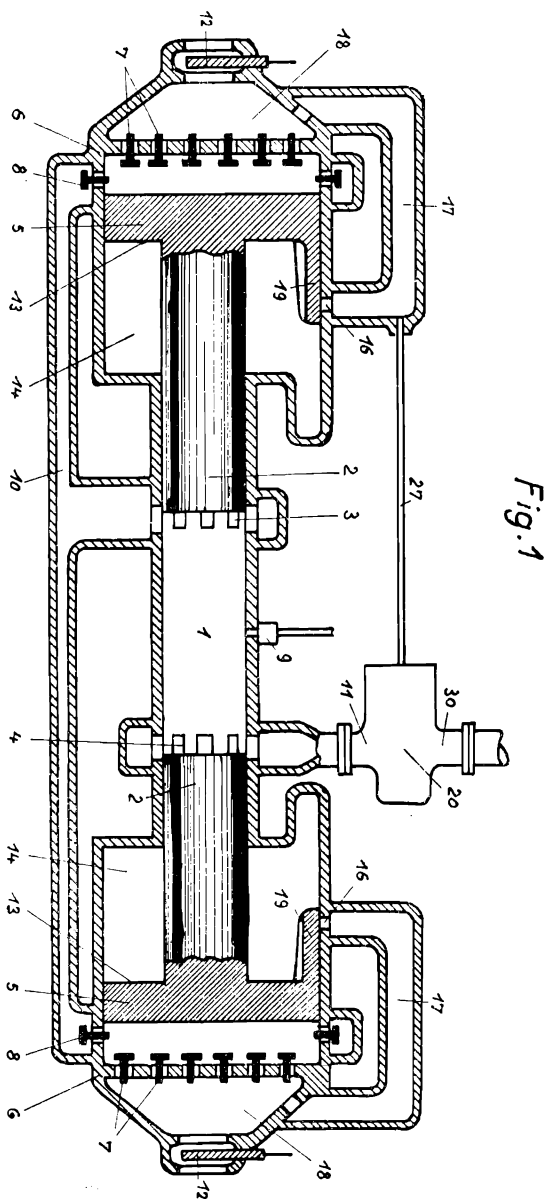


Fig. 1

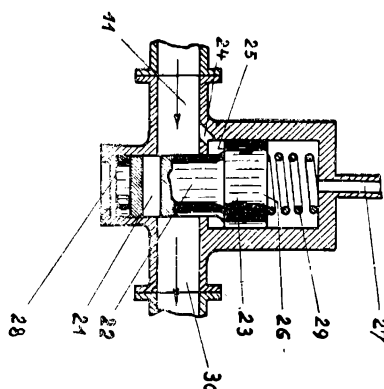


Fig. 6

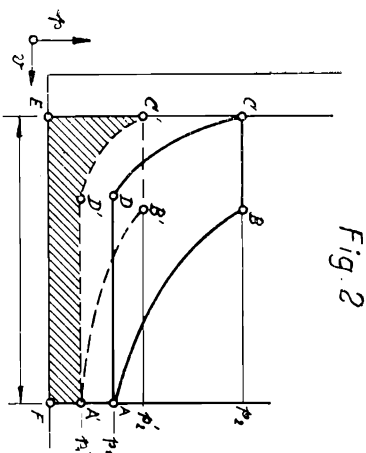


Fig. 2

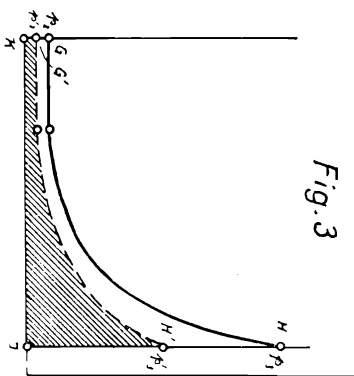


Fig. 3

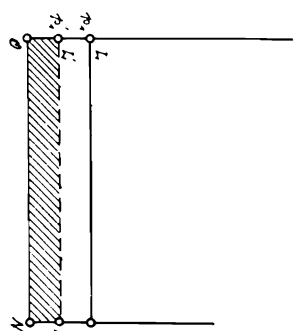


Fig. 4

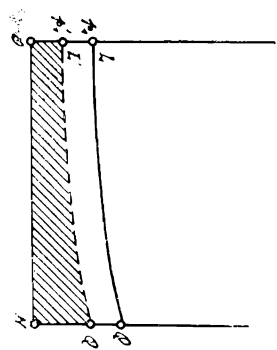


Fig. 5