

Warszawa, 26 stycznia 1939 r.

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

11

F25b 7/00

Nr 27643.

Kl. 17 a, 5.

Albert François Lèbre
(Paryż, Francja).

Sposób wytwarzania ciepła i zimna oraz urządzenie do wykonania tego sposobu.

Zgłoszono 29 maja 1934 r.

Udzielono 30 listopada 1938 r.

Pierwszeństwo: 8 czerwca 1933 r. (Francja).

Jak wiadomo, w chłodziarkach stosuje się przebiegi robocze, składające się ze sprężania, oddawania ciepła przy stałym ciśnieniu, rozprężania i pobierania ciepła przy stałym, lecz niższym ciśnieniu. Tego rodzaju obieg zamknięty zużywa ilość energii, równą różnicy między energią potrzebną przy sprężaniu gazu i energią odzyskaną przy rozprężaniu gazu. Różnica ta jest spowodowana zmianą objętości gazu pod wpływem zmian temperatury oraz stratami gazu. Ta zużywana przez obieg energia jest zwykle dostarczana w postaci mechanicznej przez silnik.

Proponowano już w celu dostarczania tej energii stosowanie silnika na rozgrzane powietrze, sprzęganego mechanicznie z

chłodziarką powietrzną. Wskutek zamiany energii cieplnej na mechaniczną wewnątrz silnika, a następnie zamiany z powrotem energii mechanicznej na ciepłą wewnątrz chłodziarki powstają duże straty, których działania dodają się.

Celem niniejszego wynalazku jest uniknięcie tej podwójnej przemiany i osiągnięcie w praktyczny sposób przemian energii, umożliwiających otrzymanie temperatur poniżej 0°C, bez potrzeby przenoszenia energii w postaci mechanicznej, w celu uniknięcia strat sprawności, powstających właśnie przez to przenoszenie energii w postaci mechanicznej.

W tym celu według wynalazku na gaz, krążący w obiegu, działa się źródłem cie-

pła, podobnie jak w silniku na rozgrzane powietrze, podczas gdy inna ilość gazu przechodzi wsteczny obieg podobnie jak w chłodzarce. Dzięki zastosowaniu kanałów, łączących ze sobą oba obiegi, obieg, przechodzący wstecz, może pracować jako sprężarka powietrzna, a przez kanały łączące może przechodzić nadmiar gazu, przechodzący z ogrzewania w obieg przechodzącym w przód. W ten sposób można wyrównać kurczenie się gazu, powstające przez ochłodzenie w obieg, biegnącym wstecz.

Dzięki temu prowadzeniu strumienia gazu, tworzącemu między obu obiegami prąd wyrównawczy, można wyrównać bez energii mechanicznej wahania objętości gazu, uwarunkowane zmianami temperatur, zapobiegając w ten sposób stratom, powstającym przez zastosowanie narządów mechanicznych.

Każdy obieg zawiera sprężarkę, rozprężarkę i dwa wymienniki ciepła, z których jeden może być zastąpiony przez połączenie z powietrzem zewnętrznym, jeśli do jednego lub drugiego obiegu bezpośrednio wpuszczone zostaje powietrze przy ciśnieniu atmosferycznym. Prąd wyrównawczy można po prostu otrzymać w ten sposób, że pracujące przy stałym ciśnieniu wymienniki temperatur obu obiegów zostają połączone ze sobą, gdy posiadają tę samą różnicę ciśnienia. Jeśli te różnice ciśnienia różnią się od siebie, wówczas prąd wyrównawczy może być przeprowadzony przez maszynę wytwarzającą lub zużywającą ciśnienie.

Prace sprężania i rozprężania w każdym z obu obiegów stają się przy tym prawie równe; energia mechaniczna, powstająca w każdej rozprężarce, zostaje powtórnie odzyskana w przynależnej sprężarce, a dla wyrównania tarć wystarczy mała nadwyżka energii mechanicznej. Nadwyżka ta może być dostarczona przez nadmiar energii, przebiegającej w przód czę-

ści obiegu, w postaci nadmiaru sprężonego gazu lub różnicy ciśnienia, która w części przebiegającej w przód jest większa niż w części przebiegającej wstecz.

Według korzystnej postaci wykonania wynalazku sprężania i rozprężania w części przebiegającej w przód przechodzą adiabatycznie, w części zaś przebiegającej wstecz — w przybliżeniu izotermicznie. Ponieważ w praktyce trudno jest uzyskać izotermiczne sprężania i rozprężania, więc celem zmniejszenia tych strat wskutek niedoskonałości przebiegu sprężania i rozprężania stosuje się podział na dwa lub więcej stopni, przy czym w każdym stopniu następuje wymiana ciepła. Wyrównanie powstałej zmiany objętości odbywa się przez utworzenie prądu gazu między wymiennikami ciepła, w których ciepłe przebiegi robocze przechodzą w przeciwnym kierunku.

Przy sposobie według wynalazku jako źródło energii cieplnej stosuje się gazy o temperaturze 100 — 200°C, np. zwykle bezużyteczne spaliny. Przy jednej postaci wykonania wynalazku gorące gazy, np. spaliny lub gazy odlotowe, przepływają bezpośrednio do czynnika odbywającego bieg w przód, zamiast oddawać w wymiennikach swe ciepło tym przepływającym gazom. Wystarczy przy tym, by najwyższe ciśnienie w obiegu odpowiadało ciśnieniu otoczenia, najniższe zaś ciśnienie otrzymuje się przez rozprężanie gorących gazów.

Sposób według wynalazku można wykonywać za pomocą sprężarek i rozprężarek znanej budowy. Korzystne jest stosowanie maszyny, spełniającej zadanie sprężarki, która bez pośrednictwa narządów mechanicznych uskutecznia wymianę ciśnienia między gazem, znajdującym się w obrębie rozprężania, i gazem, znajdującym się w obrębie sprężania. W ten sposób zapobiega się nie tylko przechodzeniu energii w postaci mechanicznej od jednego obiegu

do drugiego, lecz także od rozprężarki do sprężarki każdego obiegu.

Urządzenia tego rodzaju mogą być łączone parami lub też tak, że prąd kompensacyjny między obiema częściami obwodu prądu wyrównywa różnice ciśnień, wywołane przez gaz w wymiennikach ciepła, oraz ewentualne straty. Osiąga się przy tym całkowite wyłączenie przemian energii w postaci ciśnienia gazu na energię mechaniczną.

Na załączonym rysunku przedstawiono za pomocą wykresów zjawiska termodynamiczne, zachodzące przy sposobie według wynalazku, jak również urządzenia do wykonywania tegoż, przy czym te ostatnie podane są jedynie tytułem przykładu.

Fig. 1 wskazuje stosownie do wynalazku wykres entropowy przebiegu wstecz oraz obok niego wykres części przebiegającej w przód. Fig. 2 i 3 przedstawiają schematycznie układ obwodów do przeprowadzania działań, ujętych na fig. 1. Fig. 4 wskazuje wykres dla obwodu wskazanego na fig. 5. Fig. 7 podaje entropowy wykres odmiany wykonania wynalazku wskazanego na fig. 8. Fig. 9 wskazuje entropowy wykres dla zespołu, przedstawionego na fig. 10, stosowanego do zużytkowania gazów wylotowych. Fig. 11 wskazuje przyrząd obrotowy, nadający się szczególnie do celów wynalazku działający jako sprężarka i jako rozprężarka. Fig. 12 wskazuje przekrój wzdłuż linii *XII* — *XII* na fig. 11. Fig. 13 wskazuje przekrój ulepszanego przyrządu rotacyjnego, podanego na fig. 12.

Wykres entropowy na fig. 1 odnosi się do tej postaci wynalazku, w której sprężania i rozprężania są przeprowadzone adiabatycznie w obu przebiegach. *ABCD* przedstawia obieg przebiegający wstecz, zachodzący również w chłodziarkach lub pompach grzejących w następującym porządku: *AB* — adiabatyczne sprężanie gazu; *BC* — ochładzanie przy stałym ciśnie-

niu; *CD* — adiabatyczne rozprężanie; *DA* — ogrzewanie przy stałym ciśnieniu, ko- sztem otaczającego czynnika, czyli wytwarzanie zimna. Jednocześnie przeprowadza się obieg w przód w następującej kolejności: *A'B'* — adiabatyczne sprężanie; *B'C'* — nagrzewanie przy stałym ciśnieniu, za pomocą źródła ciepła; *C'D'* — adiabatyczne rozprężanie; *D'A'* — ochładzanie.

W zamkniętych obiegach, podanych na fig. 1, w przypadku obiegu *ABCD* nagrzewa się gaz, wywołując powiększenie jego objętości, podczas gdy w obiegu *A'B'C'D'* następuje oziębienie, które powoduje zmniejszenie objętości: w obu przypadkach zaszła zmiana objętości, która powinna być kompensowana. Ponieważ zmiany te odbywają się proporcjonalnie tak przy nagrzewaniu, jako też i oziębianiu, łącząc więc przewody dla tych dwu obiegów, uzyskuje się wyrównanie objętości bez zaburzeń w przepływie.

Jak widać z fig. 1, na linii *C — C'* osiągniętego ciśnienia, która jest izobarą, zachodzi zjawisko oziębienia *CB* oraz nagrzewania *B'C'* przy czym punkty *B' B*, odpowiadające końcowi adiabatycznych sprężeń, mają w przybliżeniu te same ciśnienia. Łącząc więc obwody w tych punktach, uzyskuje się najlepsze warunki wyrównania objętości. To samo odnosi się do linii stałego ciśnienia *D D*.

Urządzenie takie jest wskazane na fig. 2, przy czym cyfry *1* i *1'* oznaczają sprężarki, *2* i *2'* — rozprężarki, *3*, *3'* i *4*, *4'* — wymienniki ciepła. Łączniki *5*, *6*, znajdujące się przed i za sprężarkami *1*, *1'*, łączą obydwa obwody, umożliwiając przejście, poprzednio wspomnianego, prądu wyrównawczego, przepuszczonego na początku i końcu sprężania dla obu obwodów. Dzięki temu wykonana zostaje praca, dostarczana w dawnych urządzeniach z zewnątrz.

Celem uproszczenia urządzeń wskazanych na fig. 2, składających się z dwu sprężarek, dwu rozprężarek i czterech wy-

mienników, stosuje się zespoły urządzeń z jedną tylko sprężarką (fig. 3).

W pewnych przypadkach jest korzystne utrzymanie nierównych różnic ciśnienia w części obiegu przebiegającej w przód i w części przebiegającej wstecz. Fig. 4 wskazuje entropowy wykres, różniący się od wykresu na fig. 1 większym ciśnieniem w części $A' B' C' D'$.

W tym przypadku jako łącznik pomiędzy wymiennikami wysokiego ciśnienia, jak wskazuje fig. 5, służy rozprężarka 8, w której rozprężanie prądu wyrównawczego, krążącego od obwodu o obiegu w przód do obwodu przebiegającego wstecz, wytwarza energię, która może być zużyta do wyrównania strat energii, spowodowanych przez tarcie np. poruszających się narządów.

Fig. 6 wskazuje entropowy wykres, przedstawiający postać wynalazku, w której część $A' B' C' D'$ obiegu odbywa się wśród tych samych zjawisk termodynamicznych, jak w uprzednich przykładach (sprężanie i rozprężanie są adiabatyczne), podczas gdy część $ABCD$ przebiega w odmienny sposób, a mianowicie jest tak przeprowadzana, że sprężanie AB i rozprężanie CD odbywają się w przybliżeniu izotermicznie, w odróżnieniu od poprzednich przykładów, w których sprężanie i rozprężanie były adiabatyczne. Korzyść tego sposobu można uzasadnić następującymi rozważaniami. Wiadomo, że w wykresie entropowym ilości ciepła oddawanego lub pobieranego mierzy się za pomocą płaszczyzn poniżej krzywych, ilustrujących odnośny przebieg, podczas gdy ilości energii otrzymanej lub zużytej przedstawiają płaszczyzny, ograniczone liniami, przedstawiającymi obieg zamknięty. W obiegu w przód przedstawionym na fig. 1, ilość ciepła, pobranego ze źródła ciepła, mierzy się płaszczyzną, leżącą poniżej linii $B'C'$ i ograniczoną liniami pionowymi, przechodzącymi przez punkty B' i C' oraz osią odciętych, leżącą w temperaturze

absolutnego zera, natomiast w części przebiegającej wstecz ilość ciepła pobranego z otaczającego środowiska (z przestrzeni chłodzącej) określa płaszczyzna, podobnie ograniczona i leżąca poniżej krzywej DA . Energię pochłoniętą określa płaszczyzna $ABCD$, a energię zwolnioną — płaszczyzna $A' B' C' D'$, która ostatecznie może być równa płaszczyźnie $ABCD$, lecz lepiej, gdy jest ona ze względu na straty większa.

W przypadku, przedstawionym na fig. 1, warunek, by pole $A' B' C' D' \geq ABCD$, wymaga, dla różnych działań w części obiegu przebiegającej w przód, by oddawanie i pobieranie ciepła (mierzone płaszczyznami poniżej linii określających te działania) były przynajmniej tej samej wielkości, jak oddawanie i pobieranie ciepła, odpowiadające działaniom w części obiegu przebiegającej wstecz. Rzeczywiście płaszczyzny $ABCD$ i $A'B'C'D'$ są prawie równe i ich rzędne są praktycznie jednakowe, skutkiem czego ich szerokości są także jednakowej wielkości, a więc prawie równe są także poniżej leżące płaszczyzny. Z tego wynika, że jednostka ciepła może tylko wytworzyć co najwyżej prawie jedną jednostkę zimna lub prawie dwie jednostki cieplne przy niższej temperaturze.

Z drugiej strony w przypadku, przedstawionym na fig. 6, jest oczywiste, że ciepło pochłonięte (krzywa $B'C'$) może być niewielkie, podczas gdy skutek chłodzenia, przedstawiony polem poniżej krzywych CD i DA , względnie oddawanie ciepła całkowitego przedstawione polem poniżej krzywych AB i BC , mogą być bardzo duże. Ponieważ zużycie energii w każdej części obiegu określa odpowiednia zakreskowana płaszczyzna, więc z wykresu na fig. 6 wynika, że do zużycia energii tej samej wielkości, jaka jest przedstawiona na fig. 1, obieg wstecz da znacznie większe pochłanianie lub wydzielanie ciepła,

umożliwiając tym samym wytworzenie n jednostek zimna lub n jednostek ciepła z pojedynczej jednostki ciepła, przy czym wielkość n zależy od stosunku różnic temperatury. W praktyce jest bardzo trudno przeprowadzić izotermiczne sprężanie lub rozprężanie. W tym celu stosuje się podział obiegu wkładowego na dwa lub kilka stopni tak, że sprężanie i rozprężanie tego obiegu będą częściami poprzednio wykonanych procesów. Fig. 7 przedstawia entropowy wykres obiegu stosownie do wynalazku, w którym część przebiegająca wstecz zawiera dwa stopnie, obejmujące następujące działania: adiabatyczne sprężanie AB , oddawanie ciepła BC , drugie adiabatyczne sprężanie CD , drugie oddawanie ciepła DE , adiabatyczne rozprężanie EF , pobieranie ciepła FG , drugie adiabatyczne rozprężanie GH , drugie pobieranie ciepła HA .

Oczywiście, ilość okresów może być powiększona zależnie od potrzeby bez żadnych trudności. Bez względu na ilość okresów utrzymywane jest stałe uzupełnianie objętości, wahającej się podczas wymiany ciepła, tak np. zmniejszenie objętości gazu podczas chłodzącego okresu BC jest wyrównana przez powiększenie objętości w czasie ogrzewczego okresu FG . W ten sposób odwrotne zmiany objętości w następujących po sobie okresach przebiegającej wstecz części obiegu są wzajemnie wyrównywane z wyjątkiem ostatniej, czyli zmiany objętości przy najwyższym ciśnieniu, która może być wyrównana jedynie przez ciepło z pobocznego źródła; takie ciepło jest dostarczane w okresie $B'C'$.

Fig. 8 przedstawia schematycznie urządzenie dla sposobu podanego na fig. 7. Podczas gdy obwód przebiegający w przód zawiera te same części, jak na fig. 2, obwód przebiegający wstecz zawiera do dwóch okresów dwa stopnie sprężania w sprężarkach 1, 11 i dwa stopnie rozpręża-

nia 2, 12, jak również środkowe wymienniki ciepła 13, 14. Podobnie jak przedtem są zastosowane łączniki 5 i 6 dla krążenia wyrównawczego prądu pomiędzy okresami o jednakowym ciśnieniu w dwóch obwodach. Łącznik dodatkowy 15 jest urządzony w obwodzie wkładowym dla wyrównania zmian objętości w wymiennikach 13 i 14. Jeżeli ilość stopni jest większa, wówczas stosuje się podobny łącznik 15 pomiędzy dwoma wymiennikami przy jednakowym ciśnieniu, gdyż leżą one na linii różnych ciśnień w każdym okresie, umożliwiając w ten sposób zmniejszenie wymiany objętości gazu z obwodem przebiegającym w przód do tej wielkości, jaka jest wymagana w ostatnim okresie ciśnienia.

Zużytkowanie bezpośrednie gazów spalinowych, jak wspomniano już poprzednio, w obwodzie, przebiegającym w przód i przebiegającym wstecz, umożliwia uproszczenie zespołu, pracującego bez wymiennika ciepła. Fig. 9 wskazuje entropowy wykres, ilustrujący przebieg układu, uwidocznionego na fig. 10, podobny do fig. 1 z wyjątkiem tego, że najwyższa izobara odpowiada atmosferycznemu ciśnieniu; w tym przypadku można użytkować bezpośrednio gorący gaz, np. spaliny odlotowe. Punkt wyjścia obwodu, przebiegającego w przód obiegu, jest oznaczony literą A' , gdzie gorący gaz, pobrany np. z komina, rozpręża się do punktu B' , ochładza do punktu C' , następnie znowu spręża, by ujść do atmosfery przy punkcie D' . Przebiegająca wstecz część obiegu obejmuje odbieranie atmosferycznego powietrza w punkcie A , rozprężanie AB , ogrzewanie BC , co jest równoznaczne z pochłanianiem ciepła z otaczającego środowiska, i ostatecznie sprężanie CD , przy czym powietrze wprowadza się do atmosfery przy punkcie D . Ponieważ objętość powietrza powiększyła się od punktu A do punktu C , podczas gdy objętość gazu zmniejszyła

się od punktu A' do punktu C' , punkty C i C' mogą być połączone (fig. 10) przez łącznik 10, przez który może stale przepływać prąd wyrównawczy z obwodu gazu, przebiegającego wstecz ku obwodowi przebiegającemu w przód.

Z korzyścią, wypływającą z bezpośredniego użycia gazów odlotowych, urządzenie to łączy równocześnie korzyść, polegającą na tym, że prąd wyrównawczy posiada taki kierunek, że następuje rozciąganie gazów odlotowych, przy czym powietrze w obwodzie przebiegającym wstecz nie ulega zanieczyszczeniu.

Obieg, przedstawiony na fig. 9, jak również na poprzednich wykresach, może być podzielony na szereg obiegów przy zastosowaniu odpowiednich sprężarek, rozprężarek i innych urządzeń.

Szczególnie korzystne przeprowadzenie obiegów według wynalazku uzyskuje się przez zastosowanie dla rozprężań i sprężań obrotowego urządzenia typu, opisanego w patencie nr 27 642, w którym wskazane działania są przeprowadzane przez bezpośrednią współpracę gazów, przy czym sprężanie odbywa się kosztem rozprężania tego samego, lecz poprzednio ochłodzonego czynnika, bez umieszczenia jakichkolwiek materialnych przegród pomiędzy tymi gazami. Korzyść, wynikająca z zastosowania tego urządzenia, polega głównie na tym, że stanowi ono dodatkowy środek, usuwający stosowanie jakiegokolwiek energii mechanicznej. Podczas gdy takie przenoszenie z obwodu przebiegającego w przód do obwodu przebiegającego wstecz jest już usunięte przez zgrupowanie obwodów stosownie do niniejszego wynalazku, można jeszcze w większym stopniu uniknąć przez zastosowanie powyższego urządzenia tego przenoszenia energii z rozprężarki do sprężarki każdego obwodu.

Wykonane urządzenie zaopatrzone jest zwykle w wirnik z pierścieniowym szere-

giem komór 16 (fig. 11), oddzielonych jedna od drugiej przegrodami 17, poruszających się w osłonie 18. Podczas obracania się każda komora przechodzi kolejno przez strefę AB , w której gaz, zawarty w komorze, spręża się i nagrzewa, przez strefę BC , w której sprężony i nagrzany gaz, jak wskazuje strzałka na fig. 11, jest usuwany przez wpadający drugą stroną tejże samej komory ochłodzony gaz do wymiennika ciepła 3 o wysokim ciśnieniu i zastępowany ochłodzonym gazem pod tym samym ciśnieniem. Wymieniona komora, napełniona chłodnym gazem o stosunkowo wysokim ciśnieniu, przechodzi przez strefę $C - D$, ulegając stopniowemu rozprężaniu, przy czym ilość tych stopni zależy od ilości rur 19, stosowanych w tym urządzeniu; w ten sposób ochłodzony i rozprężony gaz wprowadzony zostaje do wymiennika ciepła 4 wysokiego ciśnienia, który umieszcza się zwykle w przestrzeni chłodzonej, i w ten sposób osiąga się cel tego urządzenia.

Jak widać z powyższego, urządzenie to usuwa z zamkniętego obiegu chłodniczego sprężarkę, stosowaną zwykle w chłodnictwie.

Nadmienić należy, że wspomniane już poprzednio zagadnienie kompensacji objętości, wskutek przechodzenia gazu przez co najmniej dwa wymienniki ciepła, jest przy stosowaniu urządzenia zastrzeżonego w patencie nr 27 642, rozwiązane przez zastosowanie osobno napędzanego mimosrodowego wirnika.

Niniejszy wynalazek posiada środki, które usuwają konieczność stosowania mechanicznej energii w celu wyrównania zmian objętości gazu. W przypadku, gdy następuje kolejność działań, stanowiących przebiegającą wstecz część obiegu w urządzeniu opisanego typu i co więcej, jeżeli następują w takim urządzeniu działania, stanowiące przebiegającą w przód część obiegu, wówczas powstaje samoczynnie

gazowy prąd wyrównawczy, jedynie przez zastosowanie łączników w punktach, pomiędzy wymiennikami ciepła o stałym ciśnieniu lub przewodami obwodów, w których przeprowadza się odwrotne działanie cieplne, sprowadzające odwrotne zmiany objętości.

Fig. 12 wskazuje połączenie dwu urządzeń, przedstawionych na fig. 11, za pomocą łączników 5 i 6, w przekroju wzdłuż linii XII — XII. Urządzenia te, przedstawione tytułem przykładu, są tego typu, w którym prądy gazowe krążą w kierunku równoległym do osi obrotu.

Dwa urządzenia mogą być zgrupowane w pojedynczy wirnik, posiadający podwójny pierścień komór, jak wskazuje fig. 13. Całkowity obieg jest wówczas przeprowadzany za pomocą jednego wirnika i czterech wymienników ciepła.

Opisane urządzenie obrotowe nadaje się szczególnie do ekonomicznego przeprowadzania obiegu według wynalazku, należy jednak zaznaczyć, że mogą być również stosowane inne sposoby wymiany objętości.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób wytwarzania ciepła i zimna, przy którym źródło ciepła działa na ilość gazu, krążącą w obiegu, przebiegającym w przód, podczas gdy druga ilość gazu krąży w obiegu, przebiegającym wstecz, znamienne tym, że oba obiegi są tak połączone ze sobą, iż nadmiar gazu, powstający w obiegu przebiegającym w przód wskutek rozszerzania przy ogrzewaniu, wyrównywa skurczenie gazu, powstałe wskutek oziębiania w obiegu, przebiegającym wstecz.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienne tym, że w obiegu, przebiegającym w przód, utrzymuje się różnicę ciśnień większą, niż w obiegu przebiegającym wstecz, a różnica między tymi różnicami ciśnień

zostaje wykorzystana do wytwarzania energii mechanicznej.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienne tym, że w obiegu, przebiegającym w przód, sprężanie i rozprężanie uskutecznia się w przybliżeniu adiabatycznie, zaś w obiegu, przebiegającym wstecz, przebiegi te zbliżają się więcej do izotermy, przy czym w tym ostatnim sprężanie i rozprężanie składa się z dwóch lub więcej następujących po sobie stopni, a częściowe sprężania i częściowe rozprężania oddzielone są od siebie wymiennikami ciepła.

4. Sposób według zastrz. 1, znamienne tym, że w obu obiegach rozpręża się gazy od ciśnienia atmosferycznego, przy czym ciepłe gazy odlotowe zostają bezpośrednio wprowadzone do obiegu, przebiegającego w przód.

5. Urządzenie do wykonania sposobu według zastrz. 1, w którym silnik na rozgrzane powietrze napędza chłodzarkę powietrzną, znamienne tym, że między obu przewodami, prowadzącymi do sprężarek, (1, 1'), oraz między obu przewodami, prowadzącymi od sprężarek, przewidziane jest po jednym przewodzie łączącym (5, 6).

6. Urządzenie według zastrz. 5, znamienne tym, że obwód, przebiegający wstecz, zawiera przynajmniej dwie sprężarki stopniowe (1, 11), oddzielone od siebie za pomocą przynajmniej jednego wymiennika ciepła (13), przynajmniej dwie rozprężarki stopniowe, również oddzielone od siebie za pomocą przynajmniej jednego wymiennika ciepła (14), i przynajmniej jeden łącznik (15) do wymiany objętości gazu pomiędzy wymiennikami ciepła (13) ze strony sprężania i odpowiednimi wymiennikami ciepła (14) ze strony rozprężania.

7. Urządzenie według zastrz. 5, znamienne tym, że w każdym obiegu kołowym dla sprężania i rozprężania posiada obrotowe urządzenia, w których zastosowany

jest wieniec komór (16) oraz rozdzielacz, za pomocą którego odzyskuje się w celu sprężania większą część energii, wytworzonej przy rozprężaniu, przy czym przewody łączące (5 i 6) umieszczone są między wymiennikami ciepła (3, 3' i 4, 4'), połączonymi z obracającymi się urządzeniami.

8. Urządzenie według zastrz. 7, znamiennie tym, że oba wieńce komór (16) są połączone w jeden wirnik.

Albert François Lèbre.
Zastępca: Inż. M. Brokman,
rzecznik patentowy.

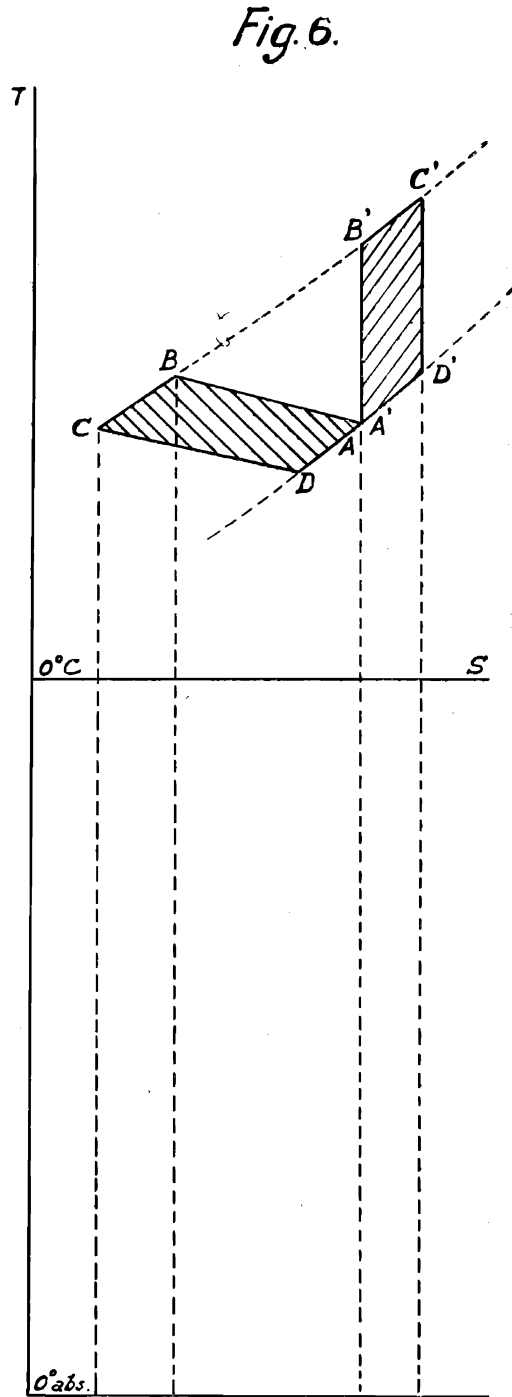
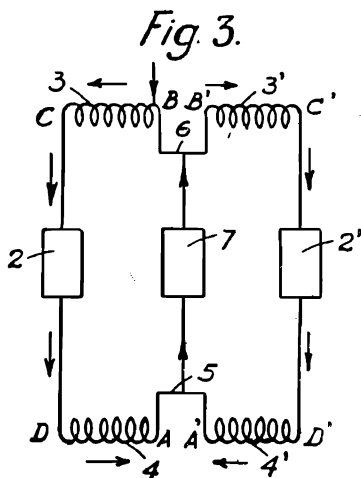
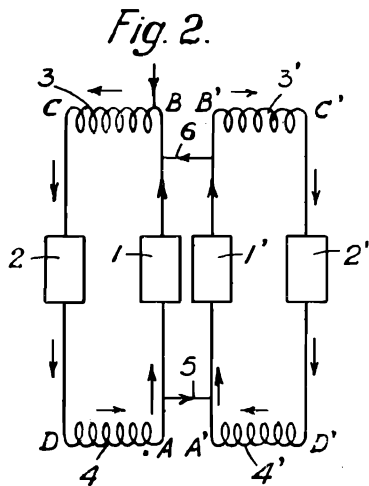
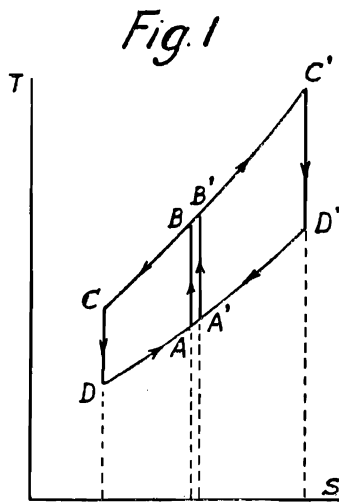


Fig. 4

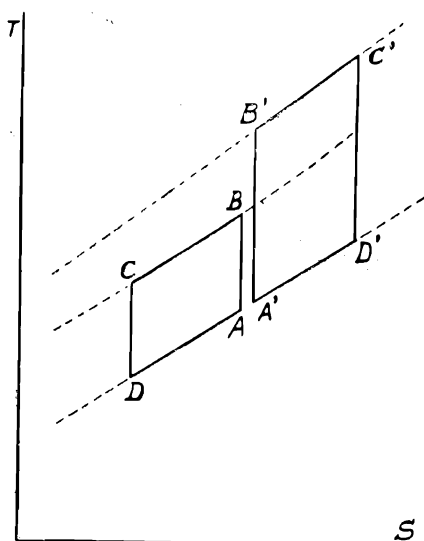


Fig. 7

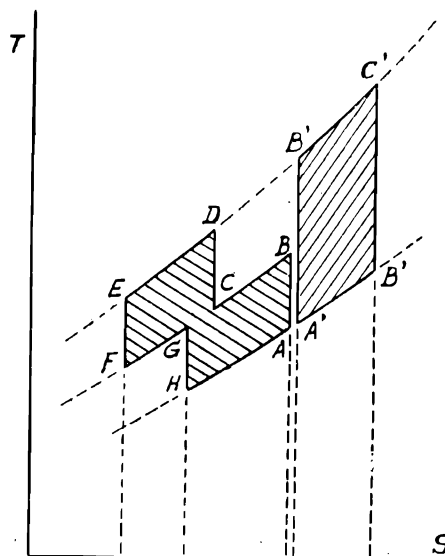


Fig. 5.

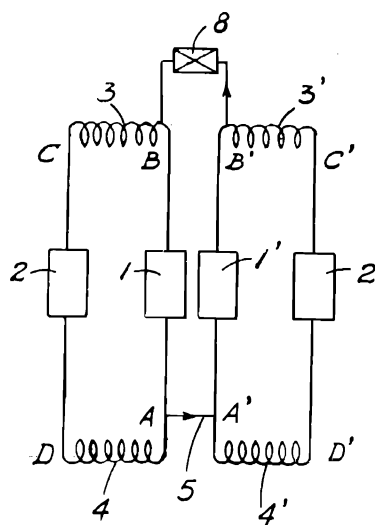


Fig. 8.

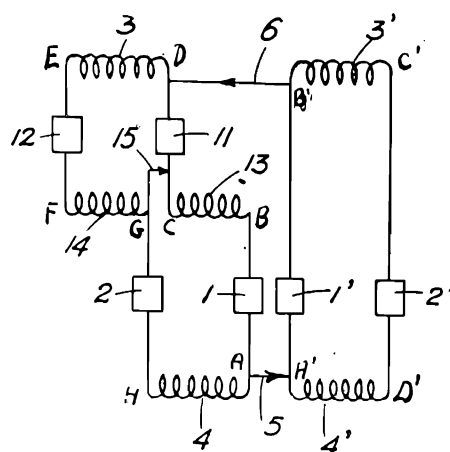


Fig. 9.

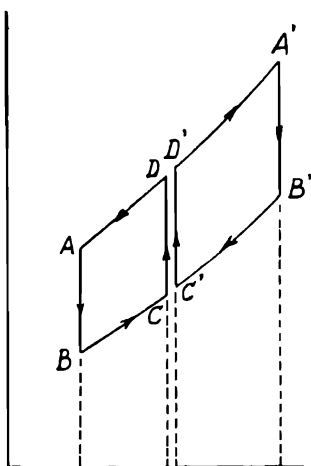


Fig. 10.

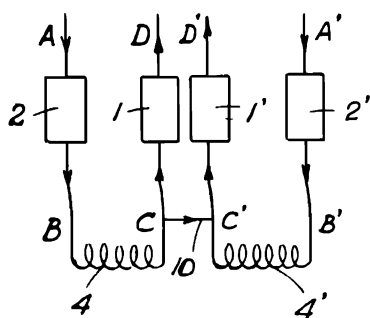


Fig. 11.

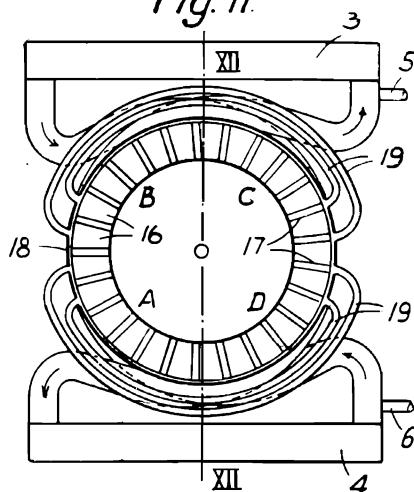


Fig. 12.

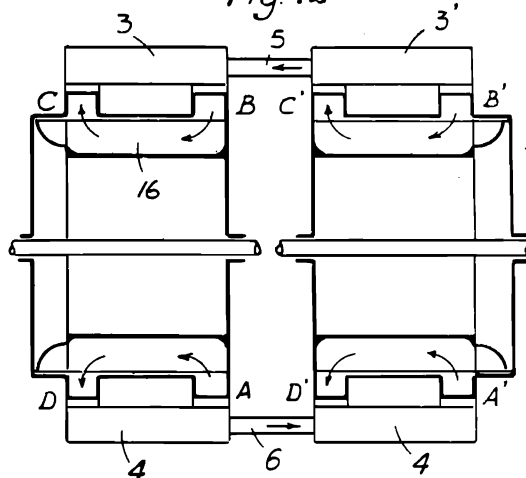


Fig. 13.

