

20 grudnia 1929 r.

F02g 5/02



# RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

## OPIIS PATENTOWY

Nr 10945.

Kl. 46 d 5/02

Naamlouze Vennootschap Maatschappij tot Exploitatie  
van Octrooien Ganz-Martinka  
(Amsterdam, Niderlandy).

**Silnik spalinowy z zasobnikiem ciepła umieszczonym między gorącą  
i zimną przestrzeniami roboczymi.**

Zgłoszono 16 czerwca 1925 r.

Udzielono 24 sierpnia 1929 r.

Pierwszeństwo: 25 czerwca 1924 r. (Węgry).

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest silnik spalinowy z zasobnikiem ciepła, włączonym między gorącą i zimną przestrzenie robocze, przez który gazy robocze płyną raz z zimnej przestrzeni roboczej do gorącej, a potem po rozprężeniu się z gorącej do zimnej, co umożliwia uzyskanie ciepła, zawartego jeszcze w spalonych gazach po ich rozprężeniu się.

Próbowano już pędzić silniki spalinowe w ten sposób, że część spalin po rozprężeniu się i po przejściu przez zasobnik ciepła

wracała do zimnej przestrzeni roboczej, a stamtąd po sprężeniu wchodziła znowu do ogrzanej przestrzeni roboczej. Za każdym skokiem roboczym uchodziło przytem na zewnątrz tyle gazów wydmuchowych, ile wchodziło świeżego powietrza i paliwa.

W silnikach takich paliwo źle się spala, jeżeli powietrze musi przepływać przez zasobnik ciepła przed zetknięciem się z paliwem, miesza się bowiem ono ze spalinami i rozrzedza. Spalanie jest również złe, jeżeli gazowe paliwo wprowadzane jest

przez zasobnik ciepła i przed spalaniem miesza ze spalinami nawet wtedy, gdy powietrze wchodzi wprost do przestrzeni spalania. Gdyby natomiast powietrze przepływało wraz ze spalinami przez zasobnik ciepła, to spalanie zachodziłoby już w zasobniku i niszczyłoby go. Z tego powodu proponowano bezpośrednie wprowadzanie paliwa i powietrza do przestrzeni spalania, aby spalanie następowało przed ich zmieszaniem się ze spalinami. Ten ostatni sposób doprowadzania powietrza i paliwa jest jednak połączony ze znacznymi stratami ciepła, ponieważ powietrze i paliwo (o ile jest gazowe) musi być ogrzane przed spalaniem do temperatury spalania, na co zużywa się znaczną część ciepła spalania.

W myśl wynalazku oprócz zasobnika ciepła między gorącą i zimną przestrzeniami roboczymi zastosowane są jeszcze inne zasobniki, oddzielne dla każdego składnika mieszanki palnej, przyczem zasobniki te znajdują się przy gorącej przestrzeni roboczej i składniki palnej mieszanki przechodzą przez te zasobniki do przestrzeni roboczej, a spaliny wychodzą przez nie na zewnątrz.

Na rysunku przedstawione jest kilka przykładów wykonania wynalazku.

Fig. 1 przedstawia silnik spalinowy, zasilany płynnym paliwem; fig. 2 — silnik gazowy, fig. 3 — inny silnik gazowy (termiczna sprężarka), fig. 4 — dwa zespolone zasobniki ciepła, fig. 5 — wykres entropowy silnika spalinowego, fig. 6 — uwidocznienie inne wykonanie silnika gazowego, uwidocznionego na fig. 2.

Gorącą przestrzeń roboczą silnika, przedstawionego na fig. 1, jest cylinder  $a$ , w którym pracuje tłok 1, oddziaływający na wał korbowy 3; obok cylindra  $a$  znajduje się sprężarka  $c$ . Pomiedzy cylinder i sprężarkę  $c$  włączony jest zasobnik ciepła  $R$ , a pomiędzy zasobnik i sprężarkę włączona jest chłodnica  $e$ , która wraz ze sprężarką  $e$  stanowi zimną przestrzeń roboczą.

Paliwo i powietrze wprowadzane jest zapomocą pompy paliwowej  $b$  i pompy powietrznej  $q$ , która przed każdym obiegiem roboczym wprowadza odpowiednią ilość powietrza do cylindra  $a$  przez zasobnik ciepła  $r$ . Cylinder  $a$  zaopatrzony jest w zawór wydmuchowy  $j$ , wprawiany w ruch przez stawidło  $n$ .

Działanie opisanego silnika objaśnia wykres entropowy, przedstawiony na fig. 5.  $P_0$  oznacza izobarę, odpowiadającą ciśnieniu atmosferycznemu, a  $P_1$  — izobarę, odpowiadającą najniższemu ciśnieniu (np. 10 atm.) w roboczej przestrzeni silnika.  $P_2$  oznacza izobarę odpowiadającą najwyższemu ciśnieniu silnika, np. 30 atm. Pojemność cieplna zasobnika jest tak wielka, że przepływ gazów zmienia jego temperaturę tylko bardzo nieznacznie. Temperatura w zimnej przestrzeni jest  $T_0$ , w gorącej  $T_2$ , przyczem  $T_2$  jest wyższa od temperatury spalania.

Jeżeli tłoki 1 i 2 znajdują się w położeniu, wskazanem na fig. 1, to cylinder  $c$  napełniony jest gazami o temperaturze  $T_0$  i ciśnieniu  $P_1$ , a więc stan gazów odpowiada punktowi 1 na wykresie. Tłok 1 pozostaje narazie w spoczynku, podczas gdy tłok 2, posuwając się w kierunku strzałki, spręża gazy adyabatycznie, tak jak wskazuje na wykresie linia 1—2, wskutek czego gazy osiągną stan, odpowiadający punktowi 2 wykresu (temperatura  $T_1$ , ciśnienie  $P_2$ ).

Następnie tłok 1 przesuwa się w górę. W ciągu dalszego skoku tłok 2 tłoczy gazy przez chłodnicę  $e$  i przez zasobnik  $R$  do cylindra  $a$ . Gazy, przepływające przez chłodnicę  $e$ , oziębiają się według izobary 2—1a do temperatury  $T_0$  i przechodzą w stan 1a. Przepływając następnie przez zasobnik  $R$ , gazy te ogrzewają się według izobary 1a — 3 do temperatury  $T_2$ , przyczem ciśnienie  $P_2$  nie ulega zmianie, tak iż gazy przechodzą w stan odpowiadający punktowi 3 wykresu. Teraz wtłaczane jest płynne paliwo zapomocą pompy  $b$  bezpo-

średnio, a odpowiednia ilość powietrza — zapomocą pompy  $q$  przez zasobnik ciepła  $r$ , w którym powietrze ogrzewa się do temperatury  $T_2$ , tak iż paliwo spala się odrazu w chwili wlotu. Ilość świeżego powietrza i paliwa są tak małe, że ilość powstających stąd spalin stanowi tylko małą część spalin, znajdujących się już w przestrzeni roboczej. Wskutek spalania gazy przechodzą w stan odpowiadający punktowi 4 wykresu.

Paliwo i powietrze wprowadzane są w czasie ruchu tłoków 1 i 2 w ten sposób, że spalanie odbywa się według izobary 3—4 przy stałym ciśnieniu  $P_2$ . Po spalaniu tłok 2 znajduje się w pobliżu wewnętrznego martwego punktu i pozostaje tam, podczas gdy tłok 1, który wykonał dopiero część skoku roboczego, przesuwa się dalej, przyczem zachodzi adjabatyczne rozprężenie do ciśnienia  $P_1$  (według adiabaty 4—5 na wykresie fig. 5) i gazy przechodzą w stan 5, w którym ich temperatura  $T_2$  równa się temperaturze cieplej strony zasobnika ciepła  $R$ .

Gdy tłok 2 posuwa się wdół, to tłok 1 zmienia kierunek ruchu i zbliża się do zasobnika ciepła  $R$ . Większa część gazów przechodzi przytem z cylindra  $a$  przez zasobnik  $R$  do cylindra  $c$  przy niezmiennem ciśnieniu  $P_1$  i oziębia się wzdłuż izobary 5—1 do temperatury  $T_0$ , tak iż gazy w sprężarce  $c$  wracają do pierwotnego stanu 1. Równocześnie stawidło otwiera zawór wydmuchowy  $j$  i wypuszcza przez zasobnik ciepła  $r$  tyle spalin, ile ich powstało przez spalenie świeżo doprowadzonego paliwa i powietrza.

Pompa  $q$  czerpie powietrze o ciśnieniu  $P_0$  z atmosfery. Temperatura powietrza tego wynosi  $T_0$ , stosownie do punktu 11 wykresu. Powietrze to spręża się według adiabaty 11—12 do ciśnienia  $P_2$  i temperatury  $T_4$  (stan 12). W zasobniku ciepła  $r$  świeże powietrze ogrzewa się według izobary 12—3 do temperatury  $T_2$ , a potem wskutek spa-

lenia do temperatury  $T_3$ . Spaliny, wychodzące przez zawór wydmuchowy  $j$ , oziębiają się w zasobniku  $r$  (według izobary 5—15) do temperatury  $T_5$  i z tą temperaturą uchodzą nazewnątrz.

Z wykresu widać, że zasobnik  $r$  pochłania z każdego kilograma spalin ilość ciepła, odpowiadającą powierzchni 17, 15, 5, 10, 17 i oddaje świeżemu powietrzu, na każdy kilogram ilość ciepła, odpowiadającą powierzchni 8, 12, 3, 9, 8.

Powierzchnie 17, 15, 5, 10, 17 i 8, 12, 3, 9, 8 nie są równe, lecz odpowiadające im ilości ciepła pomnożone przez ciężar odnośnego medjum dają ten sam iloczyn, bo ilości ciepła pobrane i oddane przez zasobnik  $r$  są sobie równe.

Gdyby nie było zasobnika ciepła, to spaliny uchodziłyby z temperaturą  $T_2$ , wskutek czego traciłoby się na każdy kilogram spalin ilość ciepła, odpowiadającą powierzchni 17, 15, 5, 10, 17. Tę ilość ciepła odzyskuje się przez zastosowanie wynalazku.

W wykonaniu według fig. 2 zimna strona zasobnika ciepła  $R$  połączona jest ze sprężarką  $c$  zapomocą przewodu tłocznego sprężarki, zamkniętego z obu stron zaworami  $f$  i  $g$  i zapomocą przewodu  $i$ , zamkniętego ssawczym zaworem sprężarki i zaworem  $h$ , przyczem w przewod  $i$  włączona jest chłodnica  $e$  i zbiornik ciśnienia  $d$ . Do cylindra roboczego  $a$  wchodzi dwie dysze  $x_1$  i  $x_2$ , z których każda połączona jest z dwoma zasobnikami ciepła  $r_1$  i  $r_2$ , względnie  $r_3$  i  $r_4$ . Każdy z zasobników połączony jest przewodem ze skrzynką obrotowego suwaka  $m$ , który otrzymuje ruch od wału korbowego 3 i łączy zasobniki  $r_1$  i  $r_2$ , względnie  $r_3$  i  $r_4$ , naprzemian z cylindrami silnika  $k$  i z pompą paliwową  $b$ , względnie z pompą powietrzną  $q$ . Wlotowe i wylotowe zawory cylindrów silnika  $k$  są sterowane, natomiast tłoczne zawory pompy  $b$  działają samoczynnie. Zawory ssawcze pompy  $b$  są również sterowane zapomocą

regulatora (niepokazanego na rysunku), który reguluje również zawory wlotowe cylindrów silnika  $k$ . Regulator ten działa w ten sposób, że w każdym obiegu roboczym ilość doprowadzonego paliwa odpowiada obciążeniu maszyny, ilość wprowadzonego powietrza wystarcza dokładnie do spalania paliwa, a ilość gazów, usuniętych przez cylindry miarkownicze silnika  $k$  nazewnątrz, równa się ilości nowych spalin, powstałych w danym obiegu roboczym, przyczem ilości spalin, wyrzucane przez obydwa cylindry, są w takim samym wzajemnym stosunku, jak ilości doprowadzonego powietrza i paliwa, dzięki czemu powietrze i paliwo wchodzi do dysz  $x_1, x_2$  z jednakową temperaturą. Cylindry silnika  $k$ , oraz pompy  $b$  i  $q$  działają jako urządzenia obmierzające objętość gazu palnego, powietrza i gazów wydmuchowych.

Opisany silnik działa następująco.

Tłok 2 ssie ze zbiornika sprężonego gazu  $d$  spaliny o ciśnieniu  $P_1$  (np. 10 atm), spręża je do ciśnienia  $P_2$  (np. 60 atm) i tłoczy przez zawór  $f$ , przewód tłoczny, zawór  $g$  i zasobnik ciepła  $R$  do cylindra  $a$ . Obrótowy suwak  $m$  zajmuje położenie wskazane na rysunku, tak iż pompa  $b$  tłoczy do cylindra  $a$  paliwo, które przechodzi przez kanały 8 i 5 suwaka  $m$  i przez zasobnik ciepła  $r_4$ , a pompa  $q$  tłoczy świeże powietrze przez kanały 6 i 7 suwaka  $m$  i przez zasobnik ciepła  $r_3$ .

Powietrze i paliwo ogrzewają się w zasobnikach  $r_3, r_4$  powyżej temperatury zapłonu i spalają się w dyszy  $x_2$  przed wejściem do cylindra  $a$ . W okresie roboczego suwu tłoka 1 następuje rozprężenie gazów do ciśnienia  $P_1$ . Gdy tłok 1 wykonywa suw w przeciwnym kierunku, to część spalin wraca przez zawór  $h$  i chłodnicę  $e$  do zbiornika  $d$ , a reszta wchodzi przez dyszę  $x_1$ , zasobniki  $r_1$  i  $r_2$ , kanały 9 i 10 suwaka  $m$  do cylindrów silnika  $k$ , gdzie rozprężając się cisną na tłoki, połączone z wałem korbowym 3 i uchodzą przez zawory wydmu-

chowe  $j$  nazewnątrz. Spaliny, wyłączone z obiegu, rozprężają się w cylindrach  $k$  od ciśnienia  $P_1 = 10$  atm. do ciśnienia atmosferycznego, a energia ich zamienia się na pracę wału korbowego 3. Teraz suwak  $m$  przestawiony zostaje w ten sposób, że w okresie następnego suwu świeże powietrze robocze i paliwo wchodzi do cylindra  $a$  przez zasobniki ciepła  $r_1$  i  $r_2$  i przez dyszę  $x_1$ , natomiast spaliny uchodzą przez dyszę  $x_2$  i przez zasobniki  $r_3$  i  $r_4$ .

Silnik uwidoczniiony na fig. 3, pędzony paliwem gazowym, jest termiczną sprężarką gazu, która ssie z zewnątrz powietrze i spręża je kosztem ciepła powstałego w gorącej przestrzeni roboczej cylindra roboczego  $a_1$  przez spalanie wewnętrzne. Energię ciśnienia sprężonego powietrza zmieszanego z gazami spalinowymi można z korzyścią zużytkować w silniku, pędzonym sprężonym powietrzem, np. w turbinie  $a_2$  do wytwarzania mechanicznej pracy. Zamiast turbin stosować można jeden lub więcej innych silników pędzonych również sprężonym powietrzem, np. silników tłokowych, maszyn narzędziowych napędzanych sprężonym powietrzem lub t. p.

W cylindrze roboczym  $a_1$  pracuje tłok nurnikowy  $u$  napędzający zapomocą korbowodu wał korbowy 3 i rozdzielający cylinder roboczy  $a_1$  na dolną gorącą i górną zimną przestrzeń roboczą. W wolnej części cylindra roboczego przyłączony jest górna gorącą stroną zasobnik ciepła  $R$ , którego dolna zimna strona połączona jest przewodem  $i$  z górną zimną przestrzenią roboczą cylindra roboczego. Przy górnym dnie cylindra roboczego umieszczone są zawory ssawcze  $g$  i tłoczne  $h$ . Komora zaworowa tych ostatnich jest połączona przewodem ze zbiornikiem  $d$  sprężonego powietrza, od którego prowadzi przewód do turbiny  $a_2$ .

Od wału korbowego 3 są napędzane: pompa  $q$  dla świeżego powietrza i pompa  $b$  dla paliwa zapomocą korbowodów, oraz

pompy miarkownicze  $y_1...y_4$ , napędzane od tarcz kciukowych  $o_1...o_4$  zapomocą drążków  $s_1...s_4$ . Wszystkie pompy miarkownicze  $y_1...y_4$  połączone są zapomocą przewodów 5 z zasobnikami ciepła  $r_1$  i  $r_2$ , umieszczonemi w dolnej części cylindra roboczego  $a_1$ , przy czem pompy miarkownicze  $y_1$  i  $y_2$  połączone są ze zbiornikami ciśnienia  $z$  i  $v$ , które zostają napełniane paliwem względnie powietrzem zapomocą pomp  $b$  i  $q$ . Zasobniki ciepła  $R$ ,  $r_1$  i  $r_2$  posiadają tak wielką pojemność cieplną w stosunku do ilości ciepła, oddawanych im przez przepływające ich gazy, że temperatura w każdym miejscu zasobników pozostaje stała.

Przy położeniu nurnika  $u$  w dolnym martwym punkcie (fig. 3), cała ilość gazu  $G$  znajduje się pod ciśnieniem atmosferycznem  $P_o = 1$  atm, w generatorze sprężonego gazu, t. j. w przestrzeni roboczej cylindra  $a_1$  nad nurnikiem przy pominięciu ilości gazu, znajdującej się w zasobnikach  $R$ ,  $r_1$  i  $r_2$  i w przewodzie  $i$ , którego pojemność działa jak szkodliwa przestrzeń „zimnej przestrzeni roboczej”. Tę całą ilość gazu należy sobie przedstawić podzieloną na trzy części, które mają być uważane jako ilości: sprężająca  $G_v$ , zasilająca  $G_f$  i użytkowa  $G_n$ .

Objętość, którą nurnik  $u$  przetłoczy przy przesuwie z dolnego martwego położenia w górę przy skoku  $h_1$  do położenia  $x$ , zostaje oznaczona przez  $G_v$ , jako ilość sprężająca środka roboczego przetłoczona nurnikiem  $u$  z zimnej przestrzeni roboczej przez przewód  $i$  i zasobnik ciepła  $R$  do ciepłej przestrzeni roboczej, znajdującej się pod nurnikiem  $u$ . Podczas przechodzenia przez zasobnik ciepła gazy zostają ogrzane z temperatury  $T_1$ , panującej na zimnej stronie zasobnika ciepła, do temperatury  $T_2$  ciepłej strony zasobnika ciepła  $R$ . Ponieważ pojemność generatora gazu sprężonego nie uległa przytem zmianie, powstaje skutek ogrzania wzrost ciśnienia z  $P_o$  do wyższego ciśnienia  $P$ , według krzy-

wej  $I-II$  na wykresie uwidocznionym na fig. 3. Wskutek tego wzrostu ciśnienia ilości zasilające  $G_f$  i użytkowa  $G_n$ , pozostające w zimnej przestrzeni roboczej, zostają sprężone adiabatycznie z ciśnienia  $P_o$  do ciśnienia  $P$ .

Podczas gdy nurnik  $u$  posuwa się w dalszym ciągu z położenia  $x$  o długość suwu  $h_2$  w górne martwe położenie, następna ilość gazu, ilość zasilająca  $G_f$ , zostaje przetłoczona przez przewód  $i$  i zasobnik ciepła  $R$  do ciepłej przestrzeni roboczej. Ponieważ zawory tłoczne  $h$  otwierają się przy ciśnieniu  $P$ , ciśnienie pozostaje podczas całego okresu tłoczenia stałe, równe  $P$ , odpowiednio do przebiegu linii  $II-III$  na wykresie indykatorowym. Ilość  $G_f$  przechodzi do zasobnika ciepła  $R$  i ogrzewa się w nim przy stałym ciśnieniu  $P$  do najwyższej temperatury  $T_2$  zasobnika ciepła, tak że pojemność tej ilości  $G_f$  zwiększa się odpowiednio w stosunku  $n$  temperatur  $n = T_2/T_1$ ,  $n$ -krotnie. Podczas okresu tłoczenia pompy miarkownicze  $y_3$  i  $y_4$  tłoczą ilość paliwa  $G_b$  i ilość świeżego powietrza  $G_1$ , sprężonego do ciśnienia  $P$ , przez zasobniki ciepła  $r_1$  i  $r_2$  do ciepłej przestrzeni roboczej. Świeże gazy ogrzewają się w zasobnikach ciepła  $r_1$  i  $r_2$  do ich najwyższej temperatury, która jest równa najwyższej temperaturze  $T_2$  zasobnika ciepła  $R$ . Temperatura  $T_2$  leży powyżej temperatury zapłonu paliwa, wobec czego paliwo zapala się przy wejściu do ciepłej przestrzeni roboczej bez osobnego zapalania i oddaje ciepło spalania gazom, znajdującym się w ciepłej przestrzeni roboczej, tak że ich temperatura przy stałym ciśnieniu  $P$  wzrasta do temperatury najwyższej. Podczas okresu tłoczenia ilości zasilającej  $G_f$  i spalania ze względu na okoliczność, że pojemność obu przestrzeni roboczych cylindra pozostaje niezmienna, równoważna ilości zasilającej  $G_f$  ilość spalin, znajdujących się w zimnej przestrzeni roboczej, tak zwana ilość użytkowa  $G$ , zostaje usu-

nięta przez zawór tłoczny  $h$  do zbiornika  $d$  sprężonego powietrza. Podczas okresu spalania i suwu nurnika  $u$  wdół zostają gazy spalinowe usunięte z ciepłej przestrzeni roboczej.

Przy przejściu przez zasobnik ciepła  $R$  ochładzają się spaliny do temperatury  $T_1$ , wskutek czego, wobec niezmienniej całkowitej pojemności generatora gazu, następuje spadek ciśnienia wzdłuż linii III—IV na wykresie indykatorowym. Gdy nurnik  $u$  wykonał suw  $h_3$  i osiągnął położenie  $y-y$ , ciśnienie spada do  $P_0$ . Przy dalszym ruchu nurnika  $u$  wdół na długości suwu  $h_4$ , to znaczy z położenia  $y-y$  do dolnego położenia w martwym punkcie, ciśnienie pozostaje niezmiennie i równe  $P_0$ , ponieważ zawory ssawcze  $g$  otwierają się przy tem ciśnieniu i nowa ilość użytkowa  $Gn$  powietrza wchodzi z atmosfery, gdzie panuje stałe ciśnienie  $P_0$  do zimnej przestrzeni roboczej.

Pompa paliwowa  $b$  ssie gazowe paliwo pod ciśnieniem atmosferycznym ze źródła gazu i po sprężeniu do ciśnienia  $P$  przetłacza je do zbiornika sprężonego gazu  $Z$ . W ten sam sposób spręża pompa powietrzna  $q$  świeże powietrze i po sprężeniu wtłacza je pod ciśnieniem  $P$  do zbiornika sprężonego powietrza  $v$ .

Pompy miarkownicze  $y_1$  i  $y_2$ , przyłączone do zbiorników  $z$  i  $v$ , względnie do zasobników ciepła  $r_1$ ,  $r_2$ , czerpią sprężony do ciśnienia  $P$  gaz palny, względnie powietrze ze zbiorników  $z$ , względnie  $v$ , i przetłaczają je, odpowiednio do przebiegu linii II—III na wykresie indykatorowym, przez zasobniki ciepła  $r_1$  i  $r_2$  do gorącej przestrzeni roboczej, gdzie one się spalają. Podczas okresu ssania, odpowiednio do przebiegu linii IV—I zasysają pompy miarkownicze  $y_3$  i  $y_4$  przez zasobniki ciepła  $r_1$  i  $r_2$  ilość gazów spalinowych, równoważną wymienionej wyżej ilości gazów świeżych, z ciepłej przestrzeni roboczej i usuwają ją nazewnątrz. Przez odpowiedni

dobór wielkości pojemności suwów pomp miarkowniczych  $y_1...y_4$  można osiągnąć, że przechodzące przez zasobniki ciepła  $r_1$  i  $r_2$  w obu kierunkach ilości gazów będą sobie równe, a zatem zostaną oddane zasobnikom ciepła  $r_1$  i  $r_2$  przez uchodzące spaliny, te same ilości ciepła, które przy wtłaczaniu świeżych gazów zostały odebrane zasobnikom ciepła podczas ogrzewania świeżych gazów. Górne, niepracujące przestrzenie cylindrów pomp miarkowniczych  $y_1...y_4$ , są połączone przewodem II z zimną przestrzenią roboczą generatora gazu, wskutek czego tłoki pomp miarkowniczych są odciążone. Włączenie zbiorników ciśnienia  $z$  i  $v$  między pompy  $b$  i  $q$  i zasobniki ciepła  $r_1$  i  $r_2$  umożliwia uniezależnienie ruchu tłoków pomp  $b$  i  $q$  od ruchu nurnika  $u$ , a zatem może odbywać się niezależnie od niego. Ruch tłoków pomp miarkowniczych musi być jednak dostosowany do ruchu nurnika  $u$ .

Stosowanie pomp miarkowniczych i przyłączonych do nich zbiorników ciśnienia nie jest zależne od stosowania sprężarki gazowej, lecz może mieć miejsce również przy każdym innym przykładzie wykonania. Fig. 6 uwidocznia takie zastosowanie do maszyny gazowej, przedstawionej na fig. 2. Działanie takiego układu jest takie same, jak według fig. 2, z tą tylko różnicą, że tutaj dla dokładnego rozdziału wprowadzanych względnie usuwanych gazów z zasobników ciepła zastosowane są pompy miarkownicze  $y_1...y_4$  zamiast uwidoczniionych na fig. 2 suwaków obrotowych  $m$ , przyczem równocześnie przyłączone są pompy  $b$  i  $q$  oraz pompy miarkownicze  $y_1$  i  $y_2$  do zbiorników ciśnienia  $z$  i  $v$ .

Według tego przykładu maszyna pracuje tak samo, jak przy wykonaniu uwidocznionem na fig. 2 między granicznymi ciśnieniami  $P_1$  i  $P_2$ , przyczem każde z tych ciśnień jest większe od ciśnienia atmosferycznego.

rycznego. Odpowiednio do tego zastosowany jest również silnik niskoprężny  $k$ . Między nim a zasobnikami ciepła  $r_1 \dots r_4$  jest zastosowany zbiornik ciśnienia  $w$ , wskutek czego nie jest koniecznym, aby ruch tłoka, jak również sterowanie maszyny niskoprężnej były dostosowane do ruchu tłoka cylindra 1. Pompy miarkownicze  $y_3$  i  $y_4$  zasysają gazy spalinowe, które następnie są usuwane z obiegu przy dolnym ciśnieniu  $P_1$  zamkniętego obiegu kołowego pracy maszyny z zasobników ciepła  $r_1 \dots r_4$  i wtłaczają je do zbiornika  $w$ , skąd dostają się do silnika niskoprężnego  $k$ , gdzie ich ciśnienie spada do ciśnienia atmosferycznego, poczem zostają usunięte nazewnątrz.

Na fig. 4 przedstawiony jest zasobnik ciepła  $r$ , zespolony konstrukcyjnie z zasobnikiem  $R$ , lecz oddzielony od niego przegrodą w ten sposób, że świeże powietrze nie może się mieszać ze spalinami. Konstrukcja ta jest pewną odmianą zasobników ciepła w silniku, przedstawionym na fig. 1.

#### Zastrzeżenia patentowe.

1. Silnik spalinowy, w którym część spalin jednego obiegu bierze udział w następnym obiegu roboczym i w którym pomiędzy zimną i gorącą przestrzeniami roboczymi włączony jest zasobnik ciepła, znamienny tem, że do gorącej przestrzeni roboczej dołączony jest dla każdego gazowego składnika świeżej dawki jeszcze co najmniej jeden zasobnik ciepła, przez który wprowadza się odnośny składnik dawki i usuwa się nazewnątrz spaliny.

2. Silnik spalinowy według zastrz. 1 z dołączonemi do gorącej przestrzeni roboczej dwoma zasobnikami ciepła, przez które wprowadza się do gorącej przestrzeni roboczej oddzielnie paliwo i świeże powietrze i przez które usuwa się spaliny, znamienny tem, że ilość spalin uchodząca na-

zewnątrz przez zasobniki, regulowana jest w ten sposób przez narząd stawidłowy, znajdujący się po zimnej stronie tych zasobników, że ilość ta równa się ilości gazów świeżych, wprowadzanych przez te same zasobniki (fig. 2).

3. Silnik spalinowy według zastrz. 1 i 2, znamienny tem, że obydwie zasobniki z gorącej swej strony mają wylot w dyszy, która prowadzi do gorącej przestrzeni roboczej i w której gazy spalają się przed wejściem do gorącej przestrzeni roboczej (fig. 2).

4. Silnik spalinowy według zastrz. 1 z dołączonemi do gorącej przestrzeni roboczej dwoma zasobnikami ciepła, przez które wprowadza się do gorącej przestrzeni roboczej oddzielnie paliwo i powietrze i przez które usuwa się spaliny, znamienny tem, że po zimnej stronie obu zasobników ciepła znajdują się urządzenia miarkownicze, które służą do regulacji ilości świeżych gazów, oraz gazów wydmuchowych i które wprawiane są w ruch przez sam silnik (fig. 3).

5. Silnik spalinowy według zastrz. 1, z silnikiem, w którym gazy wydmuchowe rozprężają się od najniższego ciśnienia w ogrzanej przestrzeni roboczej do ciśnienia atmosferycznego, znamienny tem, że silnik ten znajduje się po zimnej stronie jednego z zasobników ciepła dla świeżej dawki (fig. 2 i 6).

6. Silnik gazowy według zastrz. 1, 4 i 5, znamienny tem, że pomiędzy pompą zarówno paliwową jak i powietrzną, oraz pomiędzy silnikiem niskoprężnym z jednej strony i obydwoma zasobnikami ciepła z drugiej strony włączone są zbiorniki sprężonego gazu, które łączą się z zasobnikami ciepła za pośrednictwem pomp miarkowniczych (fig. 3 i 6).

7. Silnik gazowy według zastrz. 6, znamienny tem, że pompy miarkownicze działają jednostronnie, a niepracujące strony ich cylindrów połączone są w celu

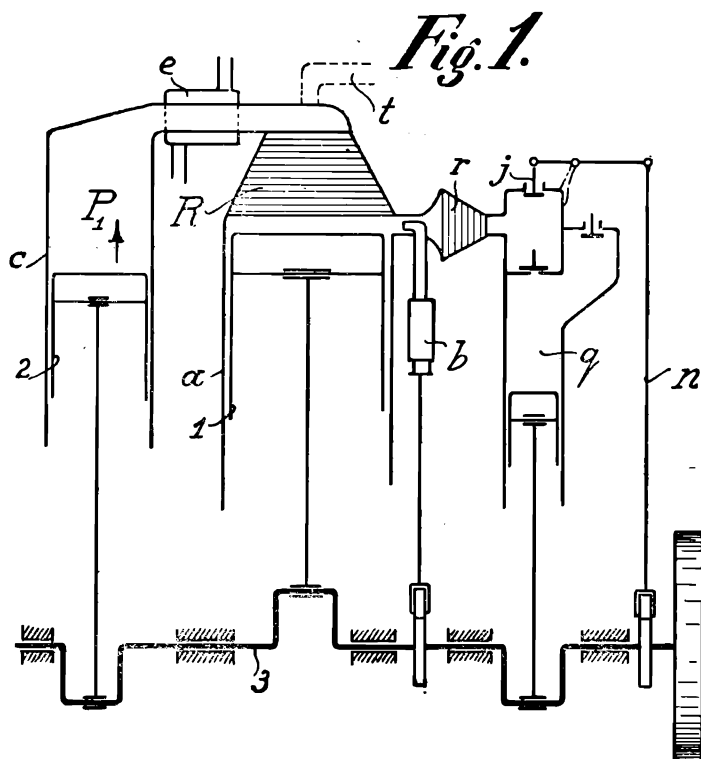
odciążenia tłoków z przestrzenią spalania silnika spalinowego (fig. 3 i 6).

8. Maszyna gazowa według zastrz. 1, znamienna tem, że zasobniki ciepła, przez które wprowadza się powietrze spalania lub gazowe paliwo i przez które usuwa się spaliny w ilościach, równych ilościom wprowadzonych gazów świeżych, połączone są z zasobnikiem ciepła włączonym

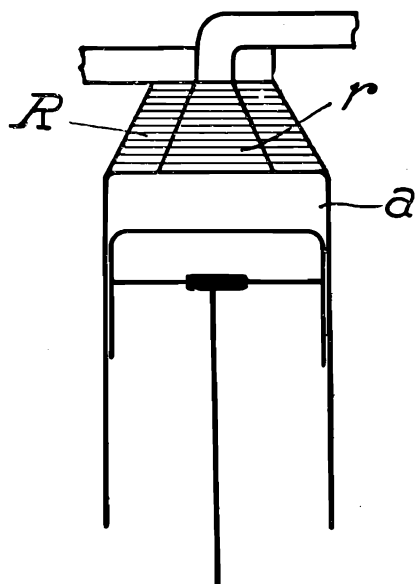
między zimną i gorącą przestrzeniami roboczymi cylindra.

Naamlooze Vennootschap  
Maatschappij tot Exploitatie  
van Octrooien Ganz-Martinka.

Zastępca: Dr. inż. M. Kryzan,  
rzecznik patentowy.



*Fig. 4.*



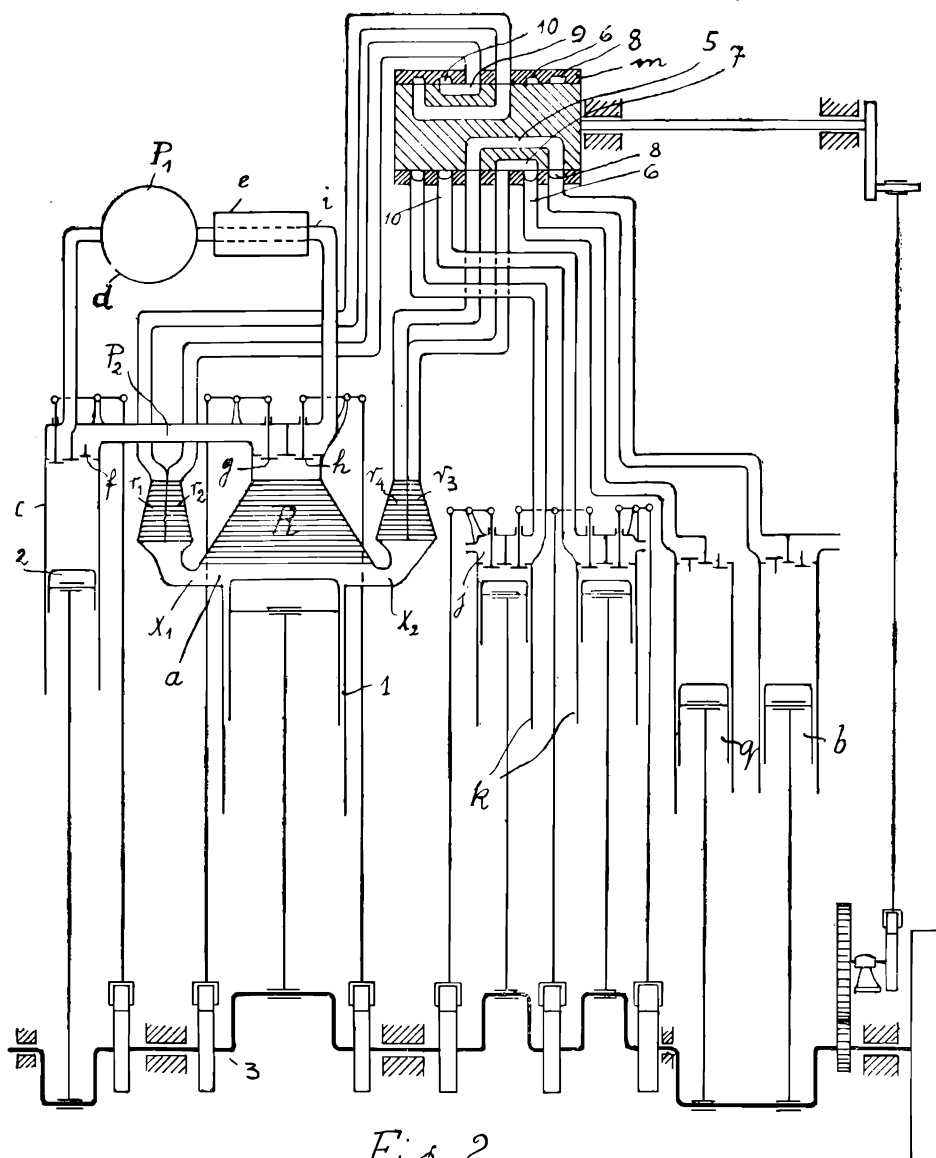
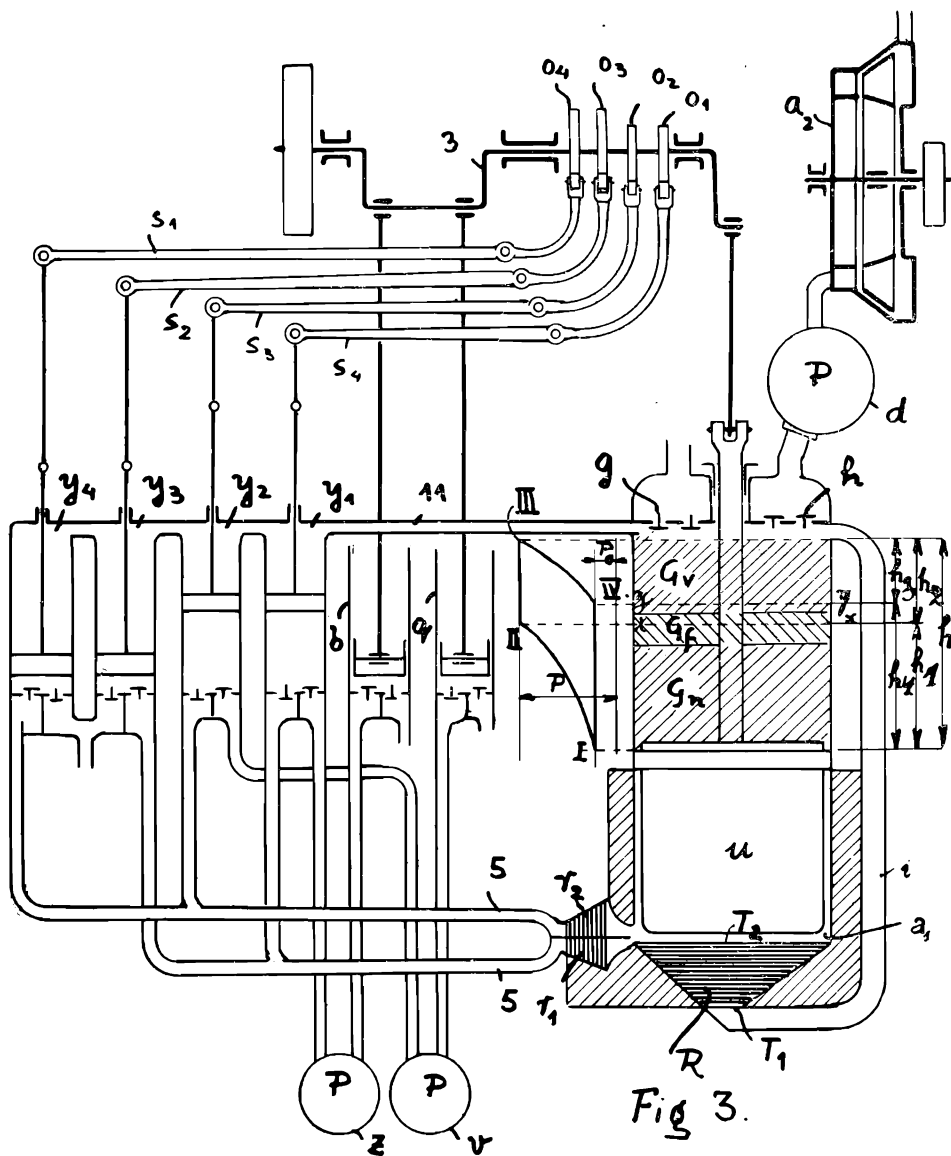
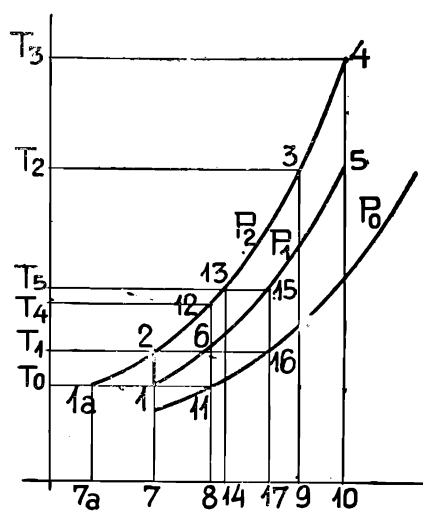


Fig. 2.





*Fig. 5.*

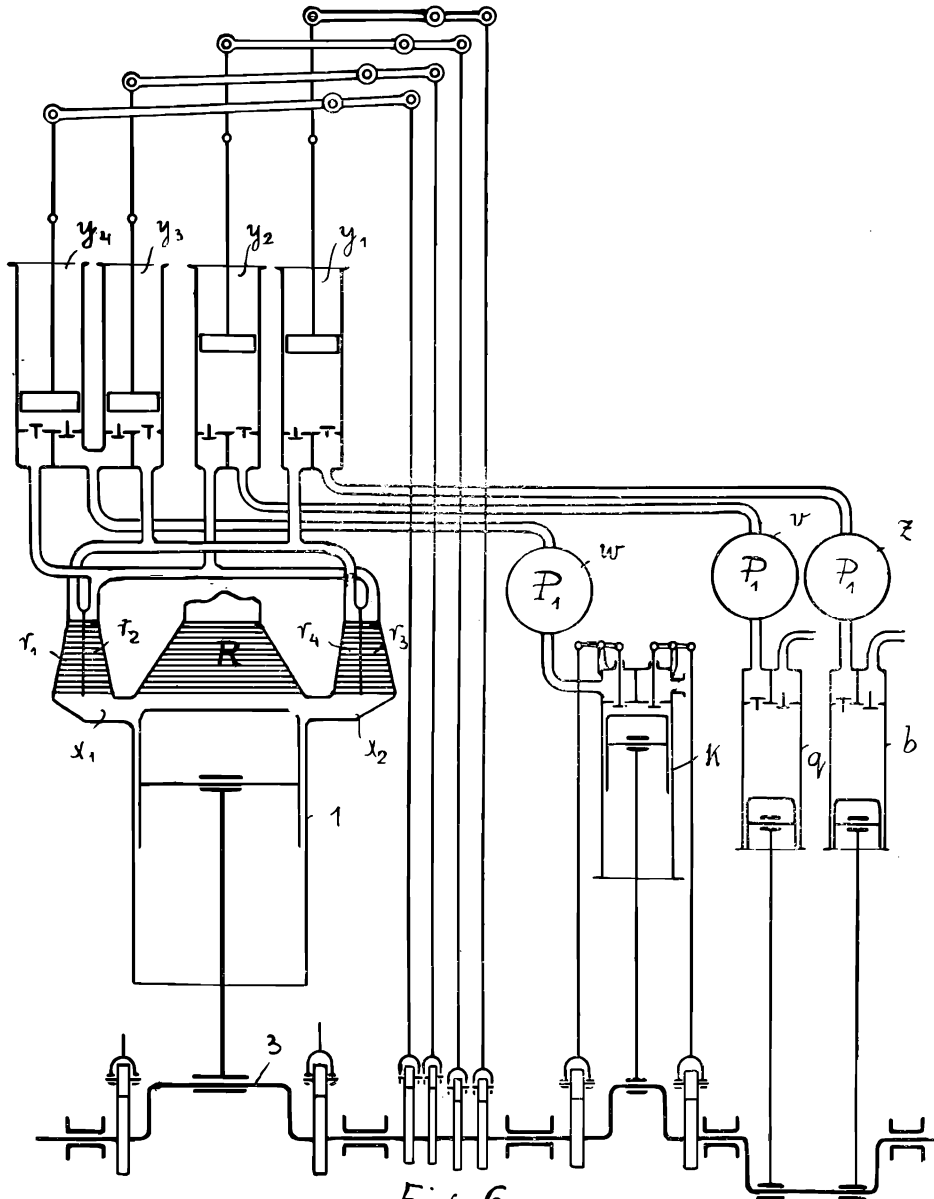


Fig. 6.