

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 32552

Kl. 46 f, 3

Találmánykifejlesztő és Értékesítő K. f. t., Budapest

Sposób pracy turbin gazowych oraz urządzenie do wykonywania tego sposobu

Zgłoszono 17 maja 1938

Udzielono 22 stycznia 1944

Pierwszeństwo: 18 maja 1937 (Węgry)

Według znanych zasad, odnoszących się do turbin gazowych, paliwo spala się w czynniku roboczym turbiny gazowej przed przepływem przez turbinę, to znaczy, przed rozprężeniem czynnika roboczego, w celu jak najkorzystniejszej i najdalej idącej przemiany ciepła spalania w pracę. Takie postępowanie posiada w pewnych przypadkach liczne niedogodności, które zostają usunięte za pomocą sposobu oraz urządzenia według niniejszego wynalazku dzięki temu, iż cała ilość lub przynajmniej część paliwa, spalane w czynniku roboczym turbiny, zostaje spalona w tym czynniku dopiero po przepływie przez turbinę. Taki sposób może być zastosowany w turbinie gazowej, wyposażonej w wymiennicę ciepła, w której poprzednio sprę-

żony czynnik roboczy, przed dopłynięciem do turbiny, zostaje jak najskuteczniej ogrzany za pomocą ciepła czynnika roboczego, wypływającego z turbiny. Gdy w turbinie gazowej, wyposażonej w takie wymiennice ciepła, przynajmniej część paliwa zostaje spalona w czynniku roboczym po przepływie przez turbinę, lecz przed dopływem do wymiennicy ciepła, zostaje wówczas ogrzany wprawdzie tylko wypływający z turbiny czynnik roboczy, lecz przy pomocy wymiennicy ciepła, działającej najlepiej w przeciwnym kierunku, można to ciepło spalania przenieść na dopływający do turbiny świeży czynnik roboczy o większym ciśnieniu bez ewentualnego powstawania strat, spowodowanych taką budową, ponieważ praktycznie całkowite przenosze-

nie doprowadzonej za turbiną, lecz przed dopływem do wymiennicy ciepła do procesu roboczego dodatkowej ilości ciepła na świeży czynnik roboczy w wymiennicy ciepła może być zapewnione przez odpowiednie wykonanie i określenie wielkości wymiennicy ciepła. Nie traci się więc tego ciepła, lecz może ono wykonywać pracę, przy czym przez turbinę nie muszą przepływać produkty spalania a przynajmniej ich część. Ten sposób względnie na jego zasadzie działająca turbina gazowa posiada w porównaniu z dotychczasowymi sposobami szereg zalet, gdyż umożliwia stosowanie paliw, których spaliny, pozostałości itd. wywierają szkodliwe działanie na części składowe turbiny, gdy spalanie następuje w czynniku roboczym jeszcze przed wlotem do turbiny. Dalej można przeprowadzać spalanie w wypływającym z turbiny, a więc niskoprężnym czynniku roboczym, którego ciśnienie równa się zwykle atmosferycznemu, przy pomocy prostych urządzeń paleniskowych, za pomocą których można bez trudności spalać skutecznie tańsze paliwa, np. węgiel. Dalsza zaleta sposobu według wynalazku polega na tym, że w przypadkach, w których w turbinie w celu osiągnięcia lepszej sprawności lub większej mocy względnie z innej przyczyny ma być przeprowadzone możliwie izotermiczne rozprężanie, względnie takie rozprężanie, w którego przebiegu doprowadza się ciepło do czynnika roboczego także w samej turbinie, przeprowadza się dalsze doprowadzanie ciepła względnie spalanie części paliwa także po przepływie przez turbinę bez większych strat i w ten sposób osiąga się, jako przypadek idealny, przebieg rozprężania przy niezmienionej temperaturze. Według niniejszego sposobu możliwe jest wreszcie przeprowadzenie wspomnianego rozprężania, połączonego z dopływem ciepła, także w przypadku stosowania paliw, nie nadających się do takiego bezpośredniego spalania lub których spaliny z

powodu ich szkodliwego działania nie nadają się do przepływu przez turbinę, a mianowicie dzięki temu, że takie paliwo jest częściowo spalane w czynniku po przepływie przez turbinę, przy którym to spalaniu część paliwa zostaje przemieniona przez destylację, zgazowanie, krakowanie itd. na paliwo, które może być bez trudności lub szkodliwego działania spalane przed turbiną, albo także podczas całkowitego lub częściowego przepływu przez turbinę, względnie między jej stopniami ciśnienia.

Rysunki przedstawiają przykłady wykonania urządzeń do przeprowadzania sposobu pracy według wynalazku. Fig. 1 przedstawia układ zespołu turbinowego z urządzeniem paleniskowym, wykonanym jako generator za turbiną, oraz z nieprzerwanie działającą wymiennicą ciepła; fig. 2a i 2b — odmiany przykładów wykonania w przypadku stosowania stałego paliwa z częściowym spalaniem tegoż za turbiną i spalaniem ostatecznym w turbinie; fig. 3 — dalszą odmianę urządzenia, również na paliwo stałe, przy czym paliwo to jest częściowo spalane przed turbiną, tak iż produkty, otrzymane przez to częściowe spalanie, są spalane ostatecznie w turbinie i z nią; fig. 4a i 4b — odmianę urządzenia, posiadającego wymiennicę ciepła, działającą w sposób przerywany, a fig. 5 i 6 — schematy dalszych odmian urządzenia według fig. 1.

W przykładzie wykonania według fig. 1 wirnik 2 sprężarki 1 z przepływem np. w kierunku osiowym jest napędzany przy pomocy sprzęgła 3 przez wirnik 5 turbiny 4 z przepływem również w kierunku osiowym, z którego wałem na drugim końcu jest połączone za pomocą sprzęgła urządzenie 6, zużywające energię. Powietrze dopływa do sprężarki wlotem 7 i wypływa z niej wylotem 8. Między wylotem 8 sprężarki i wlotem 9 turbiny 4 znajduje się wymiennica ciepła 10, działająca na zasadzie przeciupływu. Z wylotem 11 turbiny jest połączo-

ny przewód okrężny 13, regulowany za pomocą kłapy obrotowej 12, oraz przewód 15, regulowany za pomocą podobnej kłapy obrotowej 14. Przewód 15 jest połączony z odgałęzieniem 17, regulowanym również kłapą obrotową 16, które łączy się z przestrzenią 19 generatora 18 do spalania np. stałego paliwa. Przewód 15 prowadzi pod ruszt 20 generatora. Przewód okrężny 13 i przestrzeń 19 tego generatora łączą się we wspólny przewód 21, doprowadzający do wymiennicy ciepła 10, przez której wlot 22 gaz dopływa do wymiennicy. Wypływający z wymiennicy ciepła gaz przepływa kanałem 23, w którym znajduje się wietrznik 25, napędzany silnikiem elektrycznym 24. W szybie 27 generatora 18 znajduje się stałe paliwo, doprowadzane przez wysp z pokrywą 29 i zawór 28.

Sposób działania urządzenia jest następujący. Powietrze atmosferyczne dopływa do sprężarki wlotem 7 i odpływa z niej po sprężeniu jedno, pięcio lub ośmiokrotnym przez wylot 8. Powietrze przepływa dalej przez przeciwpądową wymiennicę ciepła 10, w której kosztem ciepła spalin z generatora znacznie się ogrzewa, np. do temperatury 450°—900°C, dopływając w końcu wlotem 9 do turbiny 4. Podczas rozprężania się powietrza w turbinie ciśnienie jego maleje prawie do ciśnienia, utrzymującego się przy wlocie do sprężarki, przy czym w tym czasie jest wytwarzana praca. Powietrze, wypływające z turbiny wylotem 11, przepływa przewodem 15 względnie przewodem okrężnym 13 częściowo do generatora 18, a częściowo do przewodu 21, łączącego się bezpośrednio z wymiennicą ciepła. Powietrze, dopływające do generatora, powoduje spalanie, ogrzewa się, przy czym w razie potrzeby spalanie rozprężenia się do przestrzeni 19 przy pomocy wtórnego powietrza, doprowadzanego odgałęzieniem 17. Po wyjściu z generatora wysoko ogrzane produkty spalania zostają zmieszane z powietrzem, przepływającym

przewodem okrężnym 13, w celu zależnego od potrzeby regulowania wysokości temperatury ich strumienia, ogrzewającego wymiennicę ciepła 10 i oddającego przy tym możliwie całkowicie swe ciepło temu wysoko sprężonemu powietrzu dolotowemu turbiny. Wietrznik 25 powoduje pewne podciśnienie w przewodzie 21 względnie w generatorze 18, wobec czego przy zasilaniu go gorące gazy nie mogą odpływać i dzięki temu zasilanie generatora jest bezpieczne. Kłapy obrotowe 12, 14 i 16 służą do regulowania ilości przepływającego poszczególnymi przewodami powietrza.

Za pomocą opisanego urządzenia może być przeprowadzony sposób pracy turbiny, według którego paliwo jest całkowicie spalane za turbiną.

Wietrznik 25 może być napędzany zamiast specjalnym silnikiem elektrycznym w każdy inny dowolny sposób, np. bezpośrednio od wału turbinowego lub za pomocą oddzielnej turbiny.

W przykładzie wykonania według fig. 2a i 2b spalanie odbywa się nie tylko za turbiną, lecz także w turbinie przed i podczas rozprężania, przy czym turbina jest w tym celu zaopatrzona w dodatkowe przestrzenie spalania z własnym zasilaniem paliwem. W tym urządzeniu z wylotem 54 sprężarki 53, napędzanej za pomocą turbiny 52, jest połączona wymiennica ciepła 55, działająca w przeciwpądzie, po przepływie której sprężone powietrze dopływa przewodem 56 do turbiny. Gaz, odpływający z turbiny przewodem 57, dopływa przewodem 59 do generatora 60, przystosowanego w przedstawionym przykładzie wykonania do częściowego spalania paliwa stałego tak, iż w piecu tym paliwo zostaje zgazowane lub destylowane, przy czym piec ten umożliwia także odprowadzanie powstających w ten sposób produktów niepełnego spalania. W przedstawionym przykładzie wykonania powietrze, dopływające do generatora 60 otworami 61, prze-

plywa częściowo do góry, przy czym część paliwa spala się w tlenie powietrza. Gazy, wypływające z szybu 62 generatora do przestrzeni 63, zostają całkowicie spalone za pomocą powietrza wtórnego, dopływającego przewodem 64, i przepływają przewodem 65 do wymiennicy ciepła 55, a wreszcie po przepływie wymiennicy ciepła kanałem 66 na zewnątrz. Ze względu na przepływającą w ten sposób część czynnika roboczego, powyższy sposób działania odpowiada w zasadzie opisanemu według fig. 1. Druga część czynnika roboczego jest w tym przypadku tak traktowana, że wskutek tego otrzymuje się wtórne paliwo, które może być doprowadzone z powrotem do turbiny i w niej spalone. Ta druga część czynnika roboczego z zawartym w nim świeżym powietrzem, dopływając otworami 61, przepływa w generatorze ku dołowi, przy czym część paliwa zostaje zgazowana. Powstający w ten sposób gaz jako produkt niezupełnego spalania paliwa odpływa z generatora przewodem 67 pod rusztem. Filtr 102 (fig. 2b) służy do usuwania zanieczyszczeń, zawartych w gazie. Gaz przepływa przewodem 103 względnie 104 do włączonej na drodze przepływu przeciwpądowej wymiennicy ciepła 68 względnie 105, w której oddaje swe ciepło sprężonemu czynnikowi roboczemu. Przewód 106, odgałęziony od wylotu 54 sprężarki 53, łączy się z dopływowym przewodem 107 wymiennicy ciepła 105, zaś przewód 108 tej wymiennicy doprowadza podgrzane powietrze poprzez przewód rurowy 56 do strumienia powietrza, wpływającego do turbiny. Gdy kłapa obrotowa 110 w przewodzie 103 jest całkowicie zamknięta, a 116 otwarta, gaz, dopływający przewodem 67, przepływa całkowicie przez wymiennicę ciepła 105 i ochładza się w niej prawie do końcowej temperatury powietrza, opuszczającego sprężarkę, po czym przy tej temperaturze przepływa przewodem 119 do włączonej szeregowo z wy-

miennicą 105 w kierunku przepływu gazu wymiennicy 68, w której, jak też w znajdującym się za nią urządzeniu do oczyszczania i chłodzenia 111, zostaje w dal- szym ciągu ochłodzony celem oczyszczenia. Chłodnica 111 jest zasilana wodą chłodzącą przewodem 112, która odpływa przewodem 113. Po przepływie chłodnicy gaz dopływa przewodem 114 do napędzanej za pomocą silnika elektrycznego 71, lub ewentualnie bezpośrednio od turbiny, sprężarki 70, w której ciśnienie tego gazu zostaje podwyższone do warunków, odpowiadających przebiegowi roboczemu turbiny 52, gdy gaz ten jest do niej doprowadzany. Gaz, odpływający ze sprężarki 70, ogrzewa się ponownie podczas przepływu w przeciwpądzie wymiennicy ciepła 68 i dopływa odgałęzieniami 73, 73' przewodu 72 do przestrzeni spalania, znajdujących się przed turbiną względnie między jej stopniami. W przedstawionym przykładzie wykonania przed turbiną oraz za pewną jej częścią znajdują się komory spalania 48 i 49, z którymi są połączone palniki 50 względnie 51, doprowadzające paliwo. Komory spalania są tak wykonane, że do nich dopływa część czynnika roboczego turbiny i w tym czynniku spala się doprowadzone do niego paliwo. Spalanie może się odbywać także w samej turbinie, a nawet możliwe jest, że będzie ono ukończone dopiero po przebyciu turbiny, wskutek czego osiąga się w turbinie rozprężanie, połączone z dopływem ciepła. Kłapy obrotowe 110 i 116 służą do regulowania ilości gazu, przepływającego przewodem 67 z generatora przez wymiennicę ciepła 105, zaś do regulowania ilości sprężonego powietrza, przepływającego przez wymiennicę ciepła, służy kłapa obrotowa 109.

Przewodem 59, odgałęzionym od przewodu 57, i łączącym się z nim przewodem 74 przepływa część gazu, w celu zmniejszenia strat ciepła generatora, do jego płaszcza 75 i łączy się przewodem 76 ze stru-

mieniem gazu w przewodzie 65. Z przewodem 57 jest połączony przewód okrężny 77, w którym dopływająca do generatora część czynnika roboczego może być regulowana za pomocą klap obrotowych 78 i 79 odpowiednio do obciążenia turbiny. Klapa obrotowa 80 służy do regulowania ilości dodawanego powietrza wtórnego, a klapa 81 do regulowania ilości gazu, przepływającego przez płaszcz generatora. Paliwo doprowadza się przez wysp 84, zaopatrzony w pokrywę 82 i zawór 83. Obsługa generatora jest znacznie ułatwiona dzięki temu, że nieutrzymuje się w nim nadciśnienia, ponieważ napędzany za pomocą silnika elektrycznego 85 lub w inny sposób wietrznik 86 powoduje działanie ssące.

By zapobiec nadmiernemu ogrzaniu gazu, przepływającego przez generator 60, należy doprowadzać do generatora wodę względnie parę wodną. Do tego służy węzownica 117, umieszczona w przewodzie do przepływu gazu rozprężonego, która może być także umieszczona w innym miejscu. Węzownica grzejna może być wykonana również jako zwykły zbiornik grzejny, którego przestrzeń parowa jest połączona z przewodem 118, za pomocą którego para jest dodawana do powietrza, dopływającego do otworów 61 generatora. W ten sposób doprowadzana para wodna rozkłada się w przestrzeni spalania, obniżając temperaturę. Część powstającego gazu może być spalana w przestrzeni 63 przed wymiennicą ciepła 55, zaś druga część, przepływająca przewodem 67, jest spalana w turbinie według powyżej opisanego sposobu.

Opisane urządzenie można napędzać także w ten sposób, że sprężone powietrze do przewodu dopływowego 107 wymiennicy ciepła 105, odbierającej ciepło z gazu palnego, odpływającego z generatora, nie czerpie się z przewodu 106, lecz przewód 107 jest połączony przy zamkniętym odgałęzieniu 106 z przewodem 120. W tym przypadku do wymiennicy 105 dopływa

przewodem 120 powietrze, przepływające przez wymiennicę 55, to znaczy znacznie ogrzane, wskutek czego temperatura gazu sprężonego, dopływającego względnie odpływającego z wymiennicy 68, będzie znacznie wyższa. To postępowanie może być korzystniejsze odnośnie do spalania gazu i w tym celu reguluje się ilość powietrza sprężonego, przepływającego przez wymiennicę 105, za pomocą kłapy obrotowej 124. Można jednak także regulować temperaturę odpływającego z wymiennicy 68 przewodem 72 gazu palnego przez nastawianie klap obrotowych 110 względnie 116. Opisane urządzenie może być tak wykonane względnie napędzane, iż przewód 65 może być całkowicie zamknięty za pomocą kłapy obrotowej 115 lub w inny sposób, wskutek czego z generatora 60 odprowadza się tylko gazowe paliwo. W tym przypadku sposób według wynalazku przeprowadza się tak, że spalanie rozprężenia się z turbiny do przewodów 57 i 77, częściowo także do wymiennicy ciepła, wskutek czego spalanie jest także wtedy ukończone w każdym razie za turbiną. Jest to wskazane, gdyż w takim przypadku, gdy sprawność ma być przez postępujące spalanie dalsze w turbinie powiększona, dokładne ukończenie spalania przed wylotem turbiny nie musi być przestrzegane; ciepło spalania, powstające za turbiną, nie jest przy tym tracone, ponieważ jest przenieszone w wymiennicy na świeże sprężone powietrze. W tym samym celu jest szczególnie wskazane w tym przypadku doprowadzać parę wodną do strefy gazowania w sposób, znany w generatorach gazowych. Jest to słuszne w niniejszym przypadku, ponieważ powietrze dopływające posiada wysoką temperaturę, wynoszącą około 350—500°C, wobec czego trzeba koniecznie zapobiegać nadmiernemu ogrzaniu generatora. Gdy z odpływających z generatora 60 przewodem 67 palnych gazów wydzielają się w wymiennicy 105 względnie

68 wskutek ochładzania ciekłe palne substancje, można je odprowadzać rurą 121 względnie 122 przy pomocy pompy 123 dowolnego rodzaju. Otrzymane w ten sposób paliwo można doprowadzać do komory spalania 48 względnie 49 i tam je spalać.

Opisane urządzenie służy do wykonywania tej odmiany sposobu pracy według wynalazku, według której w znajdującym się za turbiną i przynajmniej przez część czynnika roboczego przepływanym generatorze spala się część paliwa, z drugiej zaś części paliwa wytworzony przez zgazowanie, destylację, krakowanie itd. gaz palny względnie paliwo doprowadzany jest przed turbinę względnie między jej stopnie, albo do oddzielnych komór spalania, gdzie odbywa się ostateczne spalanie. Przez takie doprowadzanie do turbiny paliwa, powstającego w generatorze wskutek destylacji, zgazowywania itd., można w niej osiągnąć rozprężanie, połączone z doprowadzaniem ciepła.

Z wielu względów korzystne doprowadzanie ciepła podczas rozprężania, przebiegającego w turbinie, można przez odpowiednie ukształtowanie przestrzeni spalania względnie przez odpowiednie doprowadzanie paliwa osiągnąć łatwo dalsze spalanie podczas przepływu turbiny. Ze względu jednak na to, że przepływ przez turbinę odbywa się w bardzo krótkim czasie, mianowicie około $1/100$ sek., takie regulowanie spalania w turbinie napotykałoby na duże trudności. Sposób pracy według wynalazku, według którego spalanie może się odbywać w dalszym ciągu także po przepływie turbiny, ułatwia znacznie przeprowadzenie rozprężania, połączonego z doprowadzaniem ciepła.

Według wynalazku można stosować różniące się od generatora 60 i w inny sposób zbudowane urządzenia destylacyjne lub do zgazowywania, dostosowywane odpowiednio do paliwa i innych warunków. Ze względu na to, że palniki 50 i 51 są do-

prowadzone w miejsca turbiny o różnym ciśnieniu, można również zamiast jednej sprężarki 70 i wymiennicy ciepła 68 zastosować odpowiednio do różnych ciśnień kilka sprężarek i wymiennic, pracujących równolegle.

W przykładzie wykonania według fig. 3 sprężony gaz przepływa ze sprężarki 88, napędzanej turbiną 87, z przewodu 89 po przepływie wymiennicy ciepła 90 w ilości, regulowanej za pomocą klap obrotowych 91 i 92, przewodem 93 do generatora 94, w którym paliwo częściowo się spala, częściowo zaś zostaje zgazowane lub destylowane. Spaliny, odprowadzane z generatora, przepływają przewodem 95 przez filtr 125 do wlotu 96 turbiny. Z drugiej strony, wytworzone z paliwa palne produkty doprowadzane są poprzez przewód 97 i filtr 126 przewodem 98 do króćców 99 i 99', połączonych z komorami spalania turbiny. Odpywający z turbiny rozprężony gaz przepływa kanałem 100 do wlotu wymiennicy ciepła 90, z której wypływa kanałem 101. W tym przypadku należy również doprowadzać parę wodną do przestrzeni spalania generatora. Do tego służy zbiornik 127, otaczający przewód 93 i zasilany rurą 128, z którego para odpywa rurą 129 do generatora. W tym przykładzie wykonania można tak wykonać urządzenie piecowe przez zastosowanie klapy obrotowej 95' w przewodzie 95, że działa ono tylko jako generator gazowy, przy czym powstały gaz w celu osiągnięcia rozprężania, połączonego z doprowadzaniem ciepła, spala się w turbinie i częściowo nawet po wypływie z turbiny. W tym celu stosuje się przed turbiną przepływany przez sprężone powietrze generator, w którym spala się część paliwa, a reszta paliwa podlega zgazowaniu lub niezupełnemu spalaniu, a powstały gaz palny względnie paliwo spalany jest ostatecznie podczas przepływu turbiny, przy czym przy stosowaniu nadmiaru tego gazu względnie paliwa spala się on

całkowicie dopiero po przepływie turbiny, a w pewnych przypadkach aż przed dopływem do wymiennicy ciepła. Takie urządzenie ma na celu, aby z paliw, które nie mogą być bezpośrednio spalane w turbinie, wytworzyć przez zgazowanie, destylację itd. gazowe paliwa, celem osiągnięcia rozprężania, połączonego z doprowadzaniem ciepła w taki sposób, iż spalanie może odbywać się w dalszym ciągu także po wylocie czynnika z turbiny, to znaczy, iż za turbiną następuje dalsze spalanie.

W przykładzie wykonania według fig. 4a i 4b między turbiną 30 i napędzaną przez nią sprężarkę 31 względnie między wylotem 32 sprężarki i wlotem 33 turbiny jest włączona także w przeciwną stronę, jednakże okresowo działająca wymiennica ciepła (regenerator) 34. W przedstawionym przykładzie wykonania składa się ta wymiennica ciepła z trzech zasobników 35, 35', 35'', z których każdy jest na zimnej stronie zaopatrzony w rozrządzane zawory wlotowe 36, 36', 36'' i wylotowe 37, 37', 37''. Wymiennica ciepła posiada na ciepłej stronie również rozrządzane zawory wlotowe 39, 39', 39'' i wylotowe 38, 38', 38''. W przedstawionym przykładzie wykonania te zawory są rozrządzane za pomocą kciuków 40 na wałach 41. Wały 41 są uruchamiane za pomocą silnika elektrycznego 42 bezpośrednio lub za pomocą łańcucha 43.

Poszczególne zasobniki wymiennicy ciepła składają się najlepiej z równoległych do kierunku przepływu płytek metalowych, których wzajemny odstęp jest, w celu zwiększenia zdolności przenoszenia ciepła, możliwie mały (0,1—5 mm, najlepiej mniejszy niż 2 mm), a które są przedzielone prostopadłe do kierunku przepływu szczelinami powietrznymi na oddzielne wiązki płytek, aby od jednej strony wymiennicy (cieplej) do drugiej strony (zimnej) mogło powstawać coraz mniejsze przenoszenie ciepła. Można także jako zasob-

nik ciepła zastosować zamiast płytek metalowych sita metalowe (tkaninę drucianą) albo inne materiały z metalu lub z innego tworzywa, np. żwiru, wypełniające przestrzenie powietrzne, a posiadające duże powierzchnie. Do doprowadzania sprężonego powietrza do wymiennicy ciepła służy kanał 32', połączony z przestrzenią wstępną zaworów wlotowych 36, 36', 36''. Na ciepłej stronie wymiennicy ciepła gaz odpływa kanałem 44, połączonym z przestrzenią wstępną zaworów wylotowych 38, 38', 38''. Z wylotem 45 turbiny jest połączony kanał 46, którym rozprężony gorący gaz z turbiny dopływa do wstępnej przestrzeni zaworów wlotowych 39, 39', 39''. Ochłodzony gaz odpływa z wymiennicy ciepła po przepływie zasobników 35, 35', 35'' kanałem 47, połączonym z wstępną przestrzenią zaworów wylotowych 37, 37', 37''. W przedstawionym przykładzie wykonania przed i między stopniami ciśnienia turbiny są umieszczone komory spalania 131 i 132 z palnikami 73 i 73' w kilku miejscach.

Sposób działania urządzenia jest następujący: sprężarka zasysa powietrze przez wlot 52 i wtłacza je po sprężeniu kanałem 32' do tego zasobnika 35 okresowo działającej wymiennicy ciepła, którego zawór wlotowy 36 i wylotowy 38 jest właśnie otwarty. Wskutek tego następuje mały, przeważnie nieznaczny spadek ciśnienia, ponieważ odnośny odcinek zasobnika ciepła był poprzednio połączony z stroną niskiego ciśnienia turbiny, względnie sprężarka musi dostarczyć do zasilania odcinka także pewnej ilości powietrza, które po przełączeniu na niskie ciśnienie odpływa niewykorzystane. Powietrze przepływa przez zasobnik w kierunku strzałki I, ogrzewa się i dopływa wlotem 33 do turbiny. Gaz, wypływający z turbiny, dopływa do wymiennicy ciepła kanałem 46 i otwarte właśnie zawory wlotowe 39, a wypływa z niej przez jednocześnie

otwarte zawory wylotowe 37 i kanał 47. W tym przypadku gaz przepływa w kierunku strzałki II, ochładzając się na chłodniejszych blachach. Poszczególne zasobniki włącza się za pomocą rozrządzanych zaworów tak, iż kierunek przepływu jest w nich okresowo zmienny.

Przy odpowiednim wykonaniu wymiennicy ciepła można ogrzewać dopływające do turbiny sprężone powietrze ciepłem odpływającego z turbiny rozprężonego gazu prawie do temperatury tego gazu.

W komorze spalania 131 za pomocą palników 73 można doprowadzać do powietrza paliwo przed wlotem do turbiny, a przy odpowiednim regulowaniu ilości paliwa spalanie można uzyskać także podczas rozprężania. Po częściowym przepływie przez turbinę następuje doprowadzanie dalszych ilości paliwa w komorze spalania 132 za pomocą palników 73'. Ilość paliwa jest według wynalazku zawsze tak regulowana, że przy wylocie z turbiny spalanie nie jest jeszcze ukończone, lecz przebiega w dalszym ciągu w przestrzeni wstępnej zaworów wlotowych 39. Można oczywiście zastosowaną w tym ostatnim przykładzie wykonania okresowo działającą wymiennicę ciepła użyć także w urządzeniach według poprzednich przykładów wykonania.

W opisanych urządzeniach wymiennica ciepła, czy to działająca okresowo, czy też nieprzerwanie, winna pracować wydajnie przy małych stratach, gdyż tylko w tym przypadku można ilość ciepła, doprowadzoną do obiegu roboczego dopiero za turbiną, przenosić bez dostrzegalnego pogorszenia sprawności na sprężony świeży czynnik roboczy. Do tego nadaje się szczególnie w związku z poprzednimi przykładami wykonania opisana, nieprzerwanie działająca, przeciwpądowa wymiennica ciepła, gdy wzajemny odstęp dzielących przestrzenie robocze blach, oddających i odbierających ciepło, jest mały. Jeśli stosuje się

okresowo działającą wymiennicę ciepła, należy celem zmniejszenia tak zwanych strat napełniania przy przełączaniu zasobników na różne ciśnienia określić wzajemny odstęp blach mniejszy niż 2 mm, gdyż dzięki temu przestrzeń napełniana może być również mała. Celem zmniejszenia ilości ciepła, przenikającej z ciepłej strony wymiennicy do zimnej jej strony, należy zasobniki tego rodzaju zaopatrzyć prostopadle do kierunku przepływu w przynajmniej pięć szczelin powietrznych o szerokości około 3—6 mm.

Opisane urządzenia mogą być stosowane w dowolnym połączeniu i mogą być zmieniane w różnych szczegółach. Można np. generatory zasilać paliwem stałym w bryłach lub w stanie sproszkowanym, jak również ciekłym względnie gazowym i budować je odpowiednio do tych paliw. Można również otrzymywane z pierwotnego paliwa paliwo wtórne, spalane przed turbiną względnie w turbinie, wytwarzać w dowolny sposób. Dalej można, podobnie jak według fig. 2b, stosować na głównej drodze przepływu czynnika roboczego kilka równoległych lub szeregowo włączonych wymiennic ciepła, przez które nie muszą przepływać całe ilości gazu, względnie powietrza.

Takie dwie wymiennice ciepła, rozmieszczone równoległe, względnie szeregowo na drodze głównego przepływu, są przedstawione na fig. 5 i 6, stanowiących odmiany urządzenia według fig. 1, wobec czego jednakowe części konstrukcyjne są oznaczone tymi samymi znakami, jak na fig. 1. Według fig. 5 przeprowadza się odpływające ze sprężarki 1 sprężone powietrze, jak również wypływające z turbiny 4 rozprężone powietrze w ilościowo regulowany sposób przez wymiennicę ciepła 10 względnie 10', a mianowicie przez wymiennicę 10 przewodami opisanymi według fig. 1, zaś przez wymiennicę 10' za pomocą odgałęzionych od wylotu 8 sprężarki

względnie wlotu 9 turbiny przewodów 8' względnie 9'. Odpływające z wymiennicy 10 po oddaniu swego ciepła rozprężone powietrze wypływa kanałem 23 bezpośrednio na zewnątrz, zaś wymiennica 10' jest pod względem drogi przepływu powietrza rozprężonego połączona z generatorem 18 do wytwarzania gazu w sposób podobny, jak w układzie według fig. 1, czyli w kanale 23' jest umieszczony wietrznik 25, wytwarzający podciśnienie. W odróżnieniu od tego równoległego układu wymiennic ciepła są one według fig. 6 rozmieszczone szeregowo, wobec czego powietrze sprężone, przepływające przez wymiennicę ciepła 10 i częściowo przeprowadzane także przez wymiennicę 10'', jest po połączeniu się z ilością powietrza, przepływającą wyłącznie przez wymiennicę 10, doprowadzane do wlotu turbiny. Część powietrza rozprężonego, wypływającego z turbiny 4, przepływa bezpośrednio tylko przez wymiennicę 10, druga część, po częściowym przepływie przez generator 18, przepływa najpierw przez wymiennicę 10'', a następnie po połączeniu się z ilością powietrza rozprężonego, przepływającą tylko przez wymiennicę 10, przepływa jeszcze przez tę ostatnią wymiennicę. Wytwarzający potrzebne podciśnienie wietrznik 25 jest w tym przypadku także umieszczony w kanale wylotowym wymiennicy ciepła 10'', połączonej bezpośrednio z generatorem gazu 18.

Przez taki układ wymiennic ciepła można osiągnąć, że tylko jedna z nich, to znaczy bezpośrednio połączona z generatorem 18, jest narażona na zanieczyszczające działanie produktów spalania, wobec czego konstrukcja tej wymiennicy (10' względnie 10'') musi umożliwiać jej oczyszczanie (wymiennica 10 według fig. 5 nie podlega w ogóle działaniu spalin). W układzie według fig. 5 i 6 wymiennica 10 posiada niższą, a wymiennica 10' wzgl. 10'' — wyższą temperaturę; przez wymiennicę

10'' przepływa mniejsza ilość gazu niż przez wymiennicę 10, zaś względna wielkość ilości gazów, przepływających przez poszczególne wymiennice 10, 10', jest zależna od nastawienia wolnych prześwitów klap obrotowych w przewodach gazowych.

Można zastosować więcej niż dwie wymiennice ciepła i na ogół w dowolnych odpowiednich połączeniach.

Oczywiście można stosować również wymiennice dowolnej innej budowy. Tak samo można stosować sprężarki względnie turbiny, różniące się od przedstawionych, więc np. może być użyta promieniowo przepływana turbina względnie tego rodzaju sprężarka. Ze względu na doskonałą sprawność należy stosować znaną sprężarkę, w której na kierujących powierzchniach ścianek kadłuba wirnika działanie tarcia zostaje zmniejszone przez odprowadzanie w strefy niższego ciśnienia przylegającej do powierzchni ścianek warstwy granicznej. Taka sprężarka jest uwidoczniiona na fig. 1, w której warstwa graniczna jest odprowadzana kanałami 133 w kadłubie i 134 w wirniku 2 przed stopień o mniejszym ciśnieniu, gdzie ta doprowadzona ilość gazu po dopływie do przestrzeni roboczej sprężarki otrzymuje wskutek spadku ciśnienia znowu odpowiednią szybkość przepływu.

Można w korzystny sposób zastosować także regulowanie powietrza w sprężarce przy regulowaniu wydajności przez dławienie lub w inny sposób, np. przez nastawianie łopatek.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób pracy turbiny gazowej w zespolu, składającym się ze sprężarki, turbiny i jednej lub kilku wymiennic ciepła, włączonych między sprężarkę i turbinę, znamienny tym, że doprowadzanie ciepła do czynnika roboczego odbywa się wyłącznie lub przynajmniej częściowo przez spa-

łanie paliwa w odpływającym z turbiny rozprężonym czynnikiem roboczym i przeniesienie powstałej w ten sposób ilości ciepła na świeży czynnik roboczy, sprężony w sprężarce, odbywa się w wymiennicy ciepła.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że oprócz spalania w rozprężonym czynnikiem roboczym odbywa się spalanie także w turbinie podczas rozprężania, ewentualnie dopiero po przepływie przez niektóre stopnie turbiny, przy czym spalanie w rozprężonym czynnikiem roboczym jest przeprowadzane ewentualnie jako dalszy ciąg spalania, rozpoczętego jeszcze przed wylotem turbiny, to znaczy jako spalanie dalsze.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienny tym, że oprócz spalania w rozprężonym czynnikiem roboczym następuje spalanie także w czynnikiem roboczym przed rozprężaniem przed wlotem tegoż do turbiny.

4. Sposób według zastrz. 2 i 3, znamienny tym, że podczas spalania paliwa część tegoż zostaje przez gazowanie, destylację, krakowanie lub w inny sposób przemieniona w paliwo wtórne i jako takie doprowadzone celem spalania do czynnika roboczego, przepływającego przez turbinę podczas albo też przed rozprężaniem.

5. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1—3, znamienne tym, że między otworem wlotowym turbiny i wlotem rozprężonego czynnika roboczego wymiennicy ciepła znajduje się urządzenie paleniskowe, przepływane przynajmniej przez regulowaną część czynnika roboczego, przy czym to urządzenie paleniskowe jest wykonane tak, że doprowadzone do niego paliwo spala się co najmniej częściowo.

6. Urządzenie według zastrz. 5 do wykonywania sposobu według zastrz. 3, znamienne tym, że posiada na drodze przepływu czynnika roboczego znajdującą się

przed wlotem turbiny dodatkową przestrzeń spalania z własnym zasilaniem paliwem, przystosowaną odpowiednio do odbierania co najmniej części czynnika roboczego, przepływającego do turbiny.

7. Urządzenie według zastrz. 6 do wykonywania sposobu według zastrz. 4, znamienne tym, że posiada na drodze przepływu czynnika roboczego między wylotem turbiny i wlotem rozprężonego czynnika roboczego wymiennicy ciepła taki generator, w którym paliwo zostaje częściowo spalane, a częściowo zgazowane lub destylowane itd., przy czym powstający palny gaz względnie paliwo wtórne jest doprowadzane celem spalania do wlotu turbiny i ewentualnie także między stopnie turbiny.

8. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 2 i 4, znamienne tym, że między wlotem turbiny i wylotem sprężonego czynnika roboczego wymiennicy ciepła posiada generator, w którym paliwo jest częściowo spalane, a częściowo zgazowywane lub destylowane itd., przy czym powstały palny gaz względnie paliwo wtórne jest celem spalania doprowadzane do wlotu turbiny i ewentualnie także między stopnie turbiny.

9. Urządzenie według zastrz. 5 z nieprzerwanie działającą przeciwprądową wymiennicą ciepła, znamienne tym, że wzajemny odstęp przegród, oddających i odbierających ciepło, jest mniejszy niż 5 mm.

10. Urządzenie według zastrz. 5, znamienne tym, że posiada okresowo działającą, składającą się z kilku zasobników wymiennicę ciepła, której zasobniki mogą być włączane na pewien okres czasu w drogę przepływu już rozprężonego czynnika roboczego (spalin), a potem przez przełączenie przyrządu rozrządczego w kierunku przeciwnym w drogę przepływu rozprężanego czynnika roboczego (sprężonego powietrza), przy czym odstęp pły-

tek, wymieniających ciepło, jest mniejszy niż 2 mm.

11. Urządzenie według zastrz. 10, znamiennie tym, że wykonane najlepiej z płytek zasobniki ciepła są podzielone w kierunku przepływu na stopnie przez włącze-

nie kilku, przynajmniej pięciu, warstw powietrza, izolujących ciepło:

T a l á l m á n y k i f e j l e s z t ö
é s É r t é k e s i t ö K. f. t.

Zastępca: inż. F. Winnicki
rzecznik patentowy

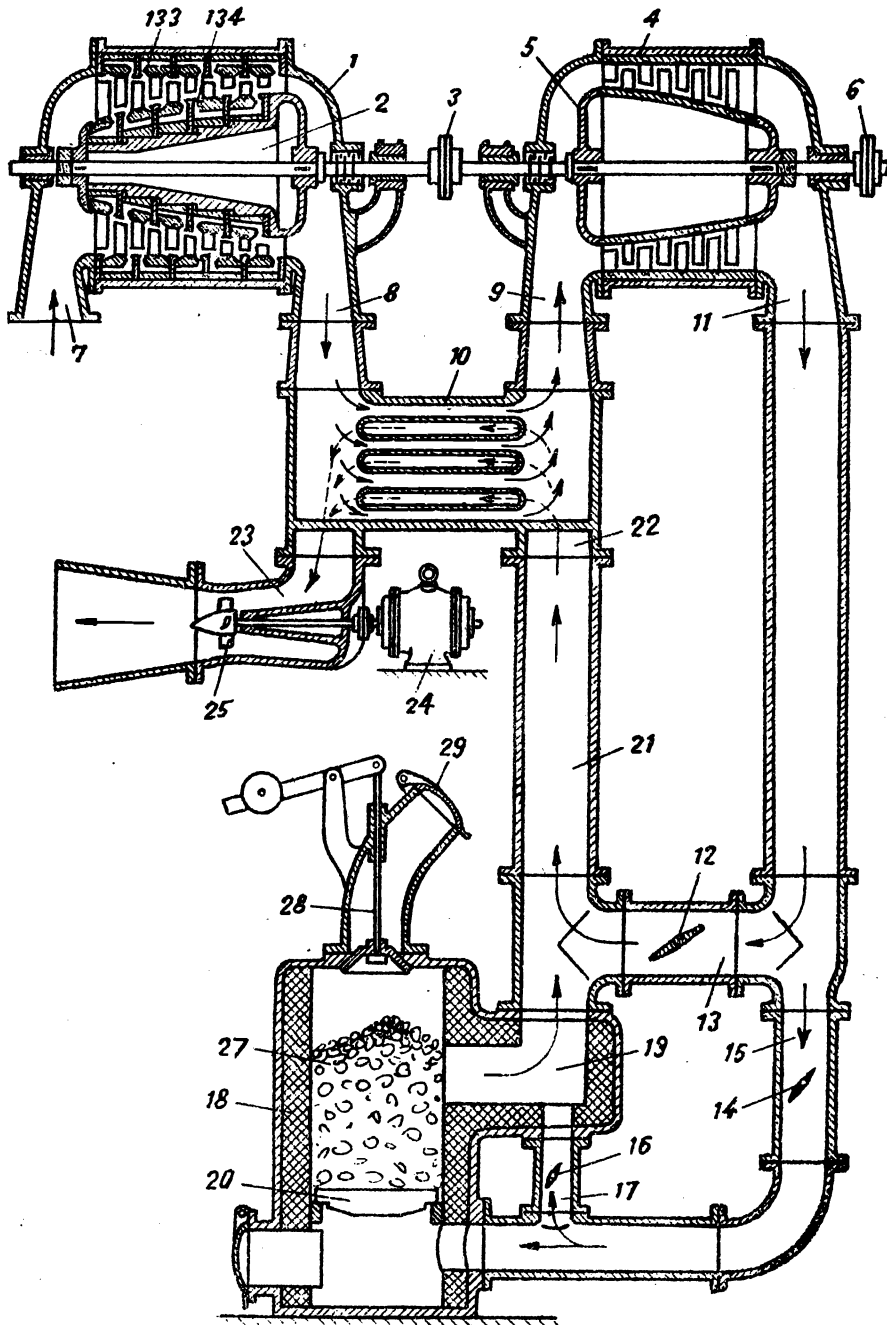
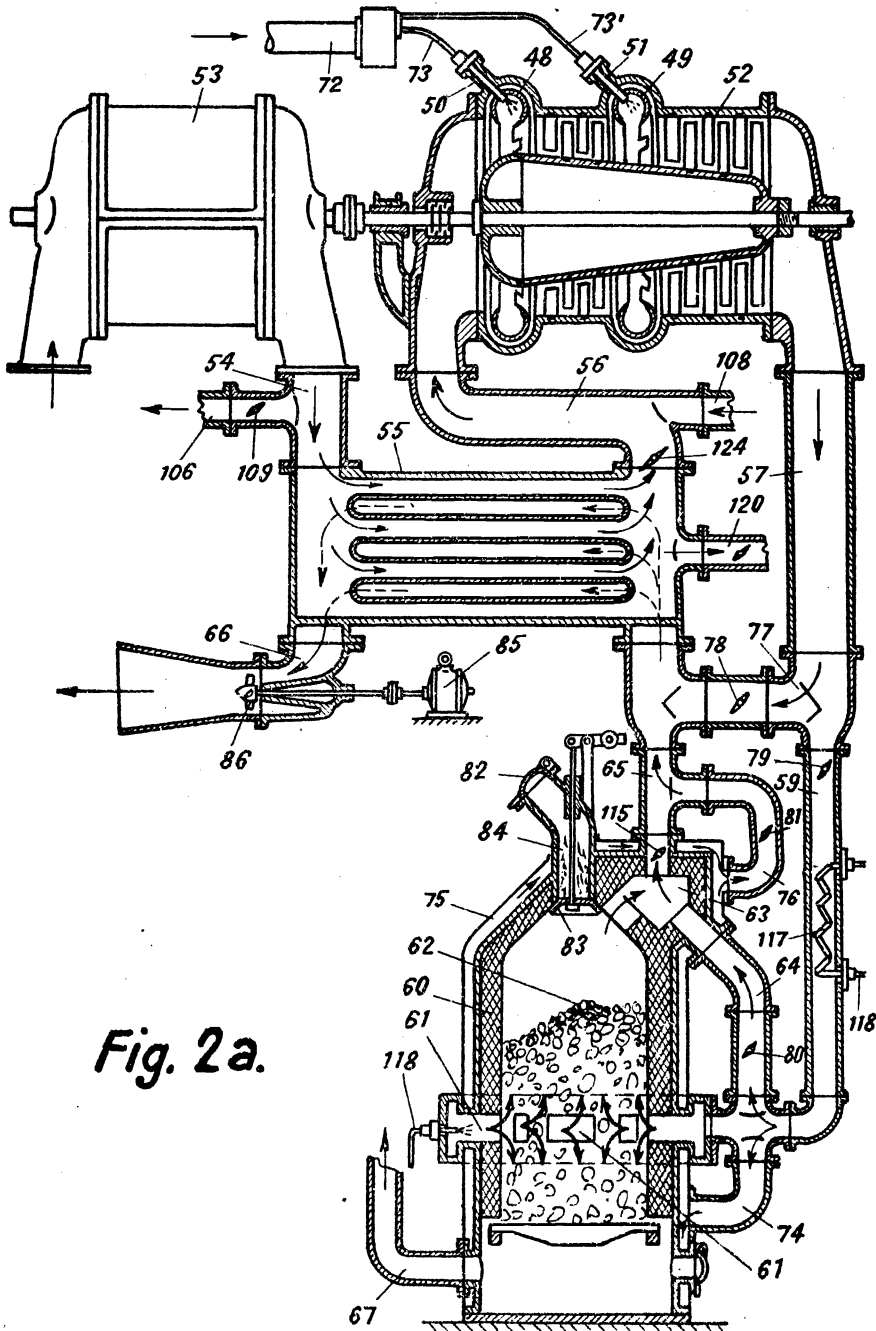


Fig. 1.



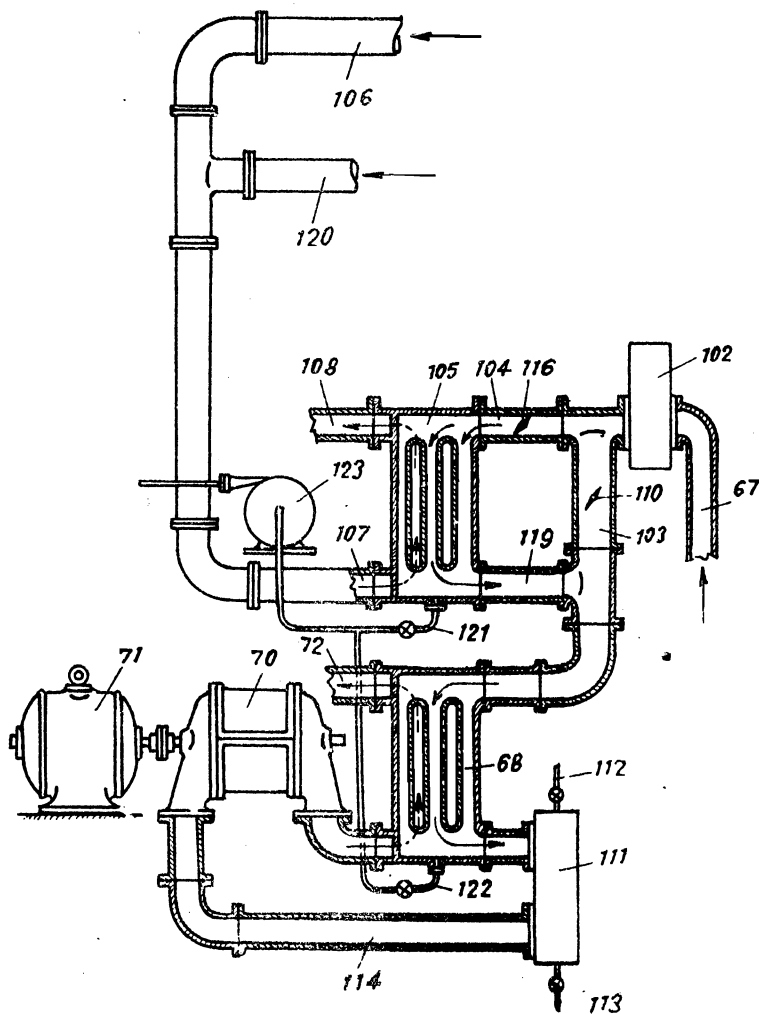


Fig. 2b.

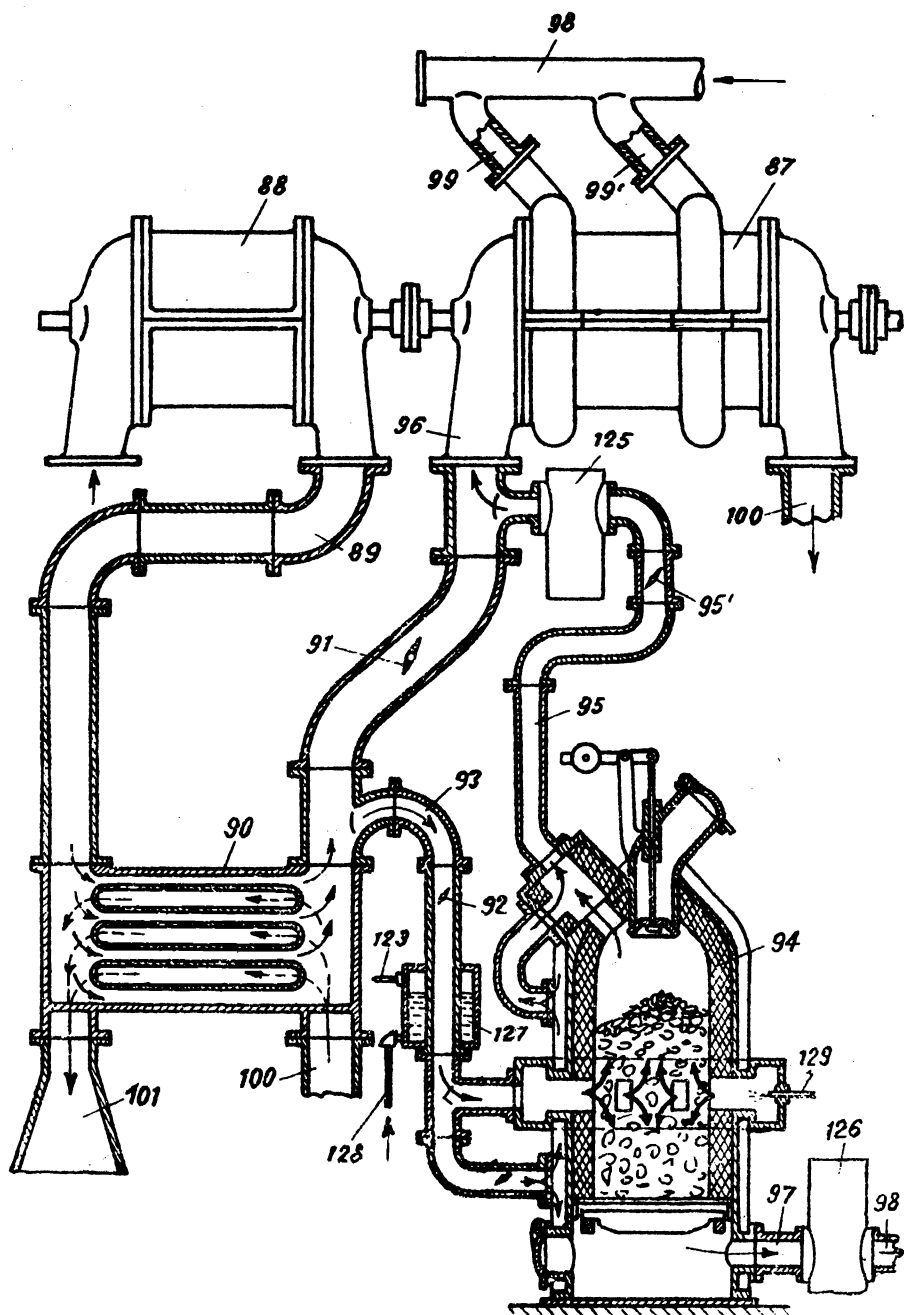


Fig. 3.

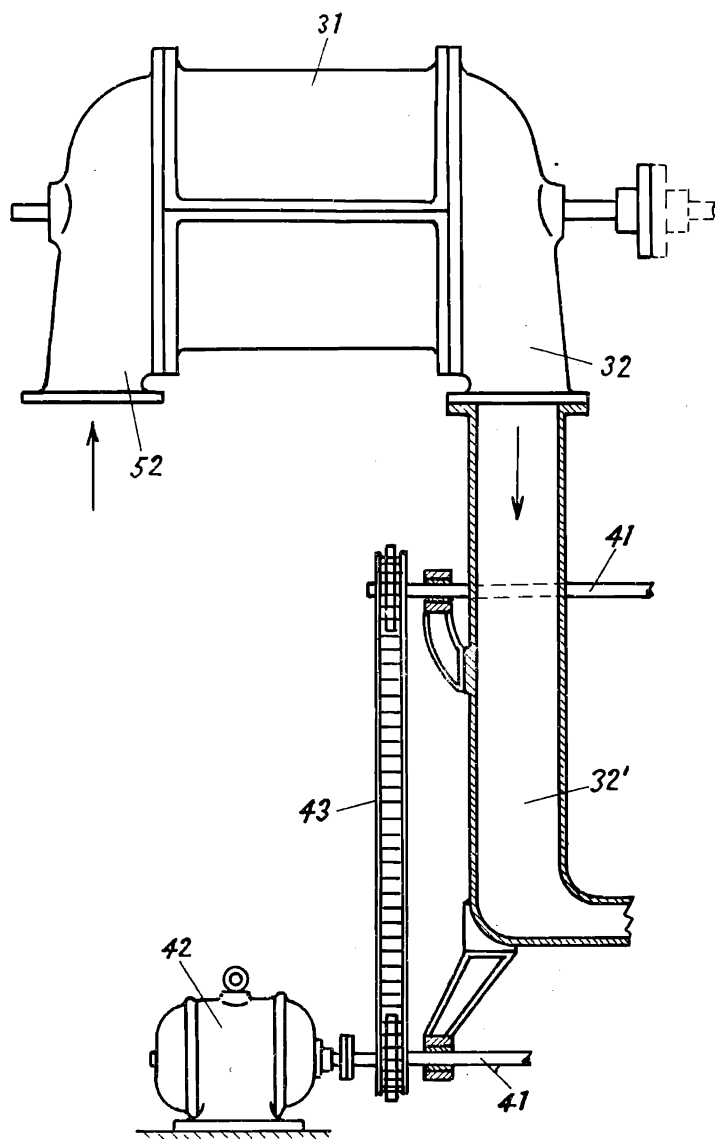


Fig. 4a.

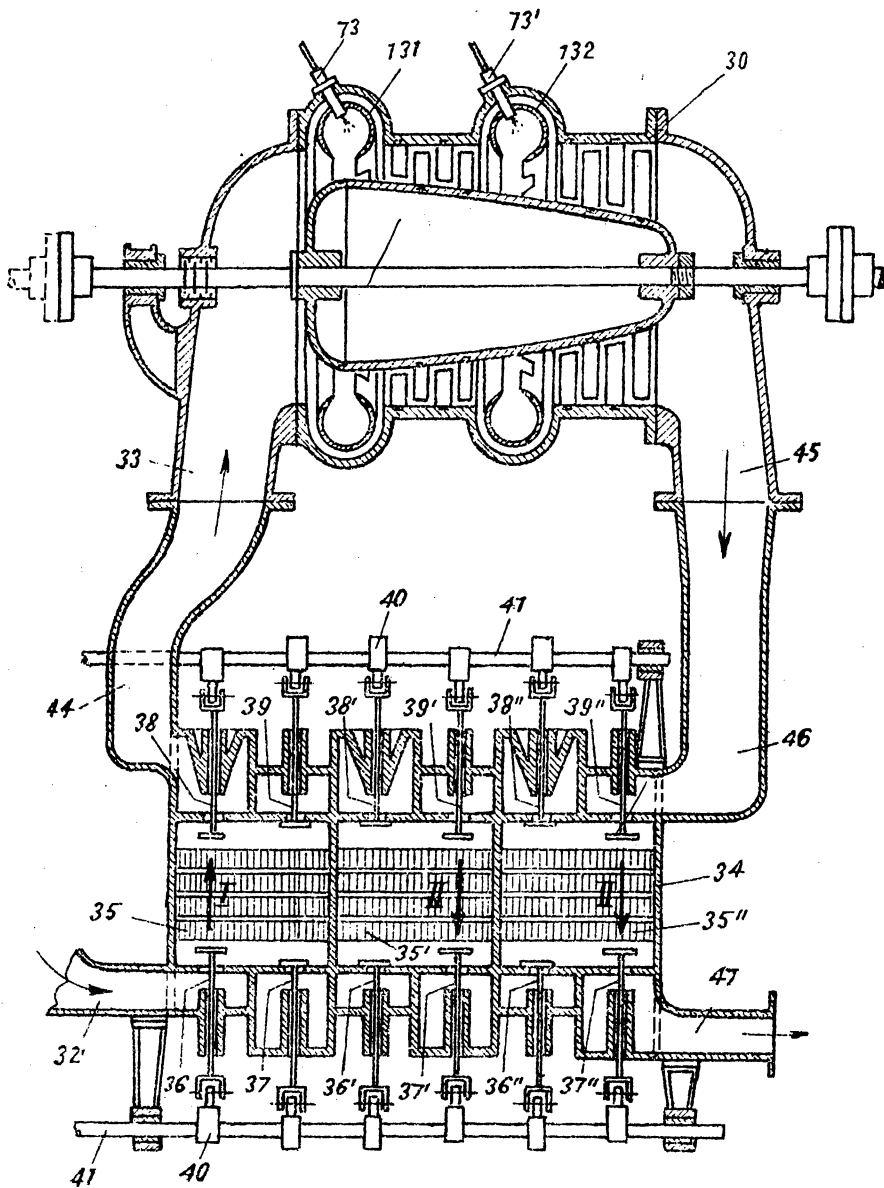


Fig. 4b.

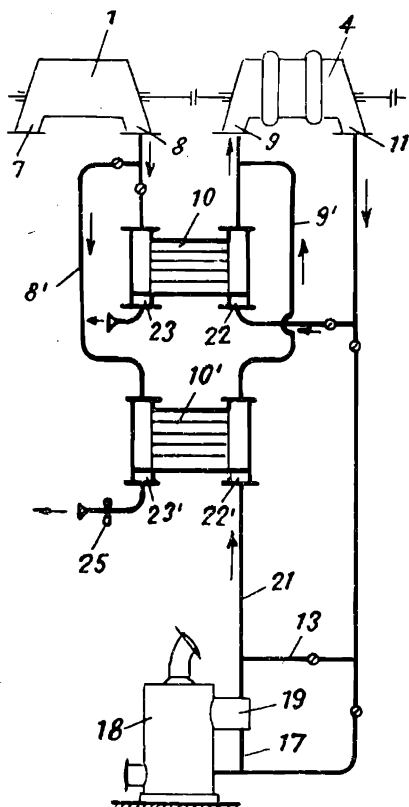


Fig. 5.

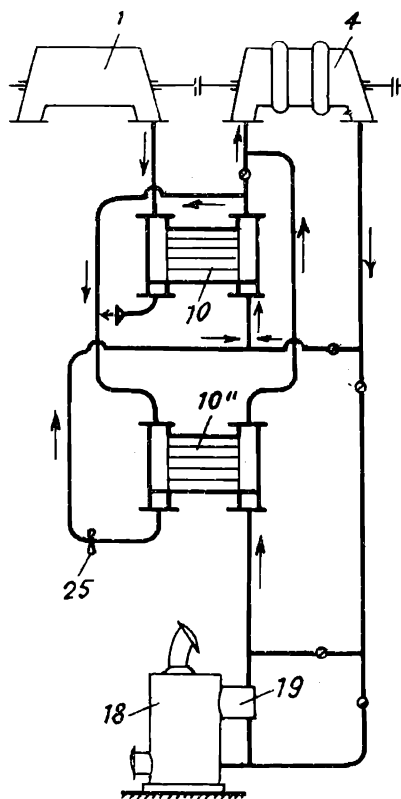


Fig. 6.