

Warszawa, 25 lipca 1935 r.

URZĄD PATENTOWY

F02 c 3/14



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 21668.

Kl. 46 f, t.

46 f, 3/14

Hans Holzwarth
(Düsseldorf, Niemcy).

Sposób bezpośredniego sprężania gazowego lub parowego czynnika zapomocą już uprzednio sprężonego czynnika gazowego lub parowego i urządzenie do wykonywania tego sposobu.

Zgłoszono 1 marca 1933 r.

Udzielono 14 czerwca 1935 r.

Pierwszeństwo: 1 marca 1932 r. dla zastrz. 1—17, 22—26; 16 lutego 1933 r. dla zastrz. 18—21, 27—32 (Niemcy).

Znane są sposoby pośredniego sprężania gazowego lub parowego czynnika zapomocą już uprzednio sprężonego czynnika gazowego lub parowego. Według tych sposobów sprężony czynnik parowy lub gazowy wprowadzono w postaci sprężonego powietrza, sprężonej pary lub sprężonego gazu do odpowiednich silników, np. do parowych maszyn tłokowych, turbin parowych, silników na powietrze sprężone i t. d., i sprzęgano z temi silnikami maszyny robocze do sprężania gazowego lub parowego czynnika, np. powietrza, azotu i t. d. Naprzykład w silnikach spalinowych wytwarzało się w komorze spalania sprężony gaz lub sprężony czynnik parowy, a energję sprężonego czynnika prze-

noszono zapomocą odpowiedniej pędni na sprężarkę. We wszystkich przytoczonych powyżej sposobach występuje ta wspólna wada, że powstają podwójne straty mechaniczne i pneumatyczne zarówno w siłowni, jak i w maszynie roboczej. Te straty są szczególnie wielkie, gdy chodzi o otrzymanie stosunkowo małych ilości sprężanego czynnika pod wysokiem ciśnieniem, do jakiego czynnik zostaje sprężany, a w tym przypadku wirnikowe sprężarki są częstokroć nieekonomiczne. Tłokowe zaś sprężarki wymagają silników z odpowiednio niską liczbą obrotów lub też włączenia dodatkowej przekładni między silnik, biegnący z wielką liczbą obrotów, a powoli biegnącą sprężarkę tłokową. Jednak-

że i tym sposobem nie osiąga się także rozwiązania zadania, polegającego na ekonomicznym sprężaniu małych ilości czynnika pod wysokim ciśnieniem. Oprócz tego budowa znanych urządzeń tego rodzaju jest stosunkowo droga.

Powyższe trudności łatwo jest usunąć, przechodząc do bezpośredniego sprężania gazowego lub parowego czynnika zapomocą już uprzednio sprężonego gazowego lub parowego czynnika. Znana jest np. pompa Humphrey'a, w której bezpośrednio nad powierzchnią pewnej ilości zamkniętej w niej wody następuje wzbuch palnej mieszanki, stanowiącej siłę pędną. Ten sposób, w porównaniu ze sposobem według niniejszego wynalazku, odznacza się zasadniczo tem, że nie następuje zmieszanie słupa wody, stanowiącego jakby tłok, z czynnikiem tłocznym, a mianowicie ze sprężonymi spalinami. Takie zmieszanie musi jednak nastąpić wówczas, gdy chodzi o sprężanie gazowego lub parowego czynnika zapomocą drugiego już uprzednio sprężonego czynnika gazowego lub parowego.

Sposób według niniejszego wynalazku opiera się w tym przypadku na pewnej analogji z pracą wybuchowych turbin spaliniowych, według którego gazowy lub parowy czynnik można wytłoczyć ze zbiornika zapomocą wyżej sprężonego rozprężającego się czynnika gazowego lub parowego, przyczem zmieszanie tych dwóch czynników nie osiąga niedopuszczalnych granic. Okazało się, że do osiągnięcia takiego działania należy zastosować komory o określonych kształtach i przestrzenie przejściowe między komorami i przewodami, doprowadzającemi sprężony czynnik. Tak np. udało się, w przypadku wykonania komór w postaci podłużnych cylindrów i stożkowem ukształtowaniu przejść między podłużnymi ściankami i przewodami doprowadzającemi, osiągnąć równomierny rozdział wyżej sprężonego czynnika na całkowity przekrój poprzeczny komory, wskutek czego sprężony czynnik posuwa się na

podobieństwo tłoka i nie ma skłonności do mieszania się lub tworzenia wirów z czynnikiem wytłaczanym. Aby ruch niezbędnych zaworów nie powodował przeszkód w osiągniętem działaniu, przewód między temi zaworami i stożkowemi przejściami wykonano w postaci dyszy Venturi'ego. Wskutek tego przed komorą zaworu powstaje przekrój wlotowy, otoczony stałemi nieruchomemi ściankami, od którego rozpoczyna się stałe rozszerzenie stożkowego przejścia, które zapewnia równomierny rozdział wyżej sprężonego czynnika na cały poprzeczny przekrój zbiornika, powstawanie płaskiej warstwy podziałowej między obydwoma czynnikami i równomierny posuw czynników, znajdujących się w zbiorniku. Jednakże powyższy sposób sprężania nie jest jeszcze ekonomiczny. Obserwując przebiegi, jakie występują przy bezpośrednim sprężaniu czynnika gazowego lub parowego zapomocą wyżej sprężonego czynnika, można stwierdzić, że istnieją dwa źródła strat, które mają duży wpływ na ekonomiczność tego sposobu. Gdy bowiem do zamkniętej ze wszystkich stron komory, która jest już napełniona gazowym lub parowym czynnikiem, mającym być sprężonym, dopływa wyżej sprężony czynnik parowy lub gazowy, przyczem wskutek tego dopływu znajdujący się w zbiorniku czynnik zostaje stopniowo sprężany, a po osiągnięciu ostatecznego sprężenia wytłoczony przez otwarty narząd wylotowy, to jest nieuniknione, że wysoko sprężony czynnik przy wlocie do zbiornika musi się odprężyć z wysokiego na niższe ciśnienie. Jego ciśnienie przy wlocie musi być w każdym razie wyższe, niż końcowe ciśnienie sprężania czynnika sprężanego, który jest wstępnie sprężony podczas wlotu wyżej sprężonego czynnika do przestrzeni sprężania. Przy wlocie więc wyżej sprężonego czynnika do przestrzeni sprężania zawarta w tej różnicy ciśnienia energia zostaje przemieniona na wielką szybkość. Te szybkości nie mogą być już jednak zpowrotem przemienione w użyteczną energję ci-

śnienia, ponieważ ciśnienie w przestrzeni sprężania jest zgóry określone.

Drugie źródło strat pochodzi stąd, że przestrzeń sprężania po ukończonem sprężeniu i wytłoczeniu sprężonego czynnika musi być oczyszczona z pierwszego czynnika, pozostalego w przestrzeni sprężania. Reszta sprężonego czynnika znajduje się bowiem w przestrzeni sprężania jeszcze co najmniej pod takim ciśnieniem, które odpowiada końcowemu ciśnieniu sprężania czynnika sprężanego. Ta reszta czynnika posiada więc jeszcze dość znaczną energję. Ta energja zostaje uwolniona, gdy reszta sprężonego czynnika zostanie odpreżona do ciśnienia, pod którym jest wytłaczana przez nowy czynnik przeznaczony do sprężania. Ponieważ to ciśnienie jest większe od ciśnienia atmosferycznego, następuje dalsza strata, gdy sprężony czynnik po dokonaniu sprężania odpreży się z ciśnienia, jakie posiada podczas wytłaczania, do ciśnienia atmosferycznego.

Z uwagi na powyższe wyróżnia się sposób bezpośredniego sprężania gazowego lub parowego czynnika zapomocą już uprzednio sprężonego czynnika gazowego lub parowego tem, że przez utworzenie i zachowanie płaskiej warstwy podziałowej między dwoma czynnikami jeden czynnik jest sprężony bezpośrednio przez odpreżenie drugiego czynnika. W dalszym ciągu, przy bezpośredniem sprężeniu jednego czynnika przez odpreżenie drugiego czynnika do ciśnienia sprężania, zostaje także zużyta energja, uwolniona podczas wytłaczania sprężonego czynnika z przestrzeni sprężania. Energję tę zużytkowuje się w przestrzeniach poza przestrzenią sprężania jeszcze przed dopływem odpreżonego czynnika do przestrzeni sprężania. Najlepiej jest, gdy tak uwolnioną energję przemieniać na mechaniczną pracę, zwłaszcza zapomocą wirników turbinowych. Jak wiadomo, akcyjne stopnie ciśnienia turbiny umożliwiają ekonomiczne wyzyskanie energji przepływu także przy znacznie wahających się ciśnieniach. W myśl wynalazku ta

więc ilość energji, która przewyższa wartość potrzebną do wytworzenia pewnej określonej szybkości dopływu do przestrzeni sprężania, ulega przemianie na energję mechaniczną przynajmniej w jednym włączonym stopniu turbiny. Tak samo jest zużytkowana ta energja, którą posiada reszta sprężonego czynnika, uchodząca z przestrzeni sprężania po ukończonem sprężaniu, przyczem ta energja zostaje także zużyta przynajmniej w jednym stopniu turbiny. Oczywiście można według wynalazku stosować ten sam stopień turbiny do zużytkowywania powyższej energji w ten sposób, że zapomocą odpowiednich narządów przełączających włącza się ten stopień turbiny raz na drodze dopływającego sprężonego czynnika podczas sprężania, a drugi raz na drodze wypływającego sprężonego czynnika po sprężeniu. Część wytworzonej energji mechanicznej może służyć np. do napędu sprężarki wirnikowej, która sprężanemu czynnikowi nadaje pewną prężność początkową, która wystarczy do wytłoczenia reszty sprężonego czynnika z przestrzeni sprężania.

Sprężanie odbywa się więc według niniejszego sposobu bez straty mechanicznej; powstają tylko jeszcze straty na przepływie i wymianie ciepła w takim stopniu, który nie ma żadnego wpływu na ekonomiczność sposobu sprężania. Sposób według wynalazku ma szczególne znaczenie wówczas, gdy chodzi o sprężanie stosunkowo małych ilości na wysokie ciśnienia, ponieważ w takich przypadkach straty w sprężarkach, uruchomianych silnikami, są szczególnie duże. Sposób zaś według wynalazku umożliwia, zwłaszcza w połączeniu z istniejącymi stopniami turbin, bardzo łatwe wykonanie urządzeń do przeprowadzania sprężania, ponieważ zbiorniki o stałej pojemności i cylindrycznym kształcie, w których znajduje się przestrzeń sprężania, mogą być łatwo wykonane, przyczem należy również uwzględnić, że cała pędnia staje się zbędna.

Szczególnie odpowiedniami, w zastosowa-

ni do niniejszego sposobu sprężania, są urządzenia, składające się z wybuchowych turbin spalinowych, ponieważ sprężone czynniki wytwarza się w takich urządzeniach przez rytmiczne spalanie palnej mieszanki, które może być więc zastosowane do sprężania innego gazowego lub parowego czynnika. Według wynalazku należy więc sprężony czynnik, przeznaczony do sprężania, wytwarzać przez rytmiczne spalanie palnej mieszanki. Bardzo korzystny przebieg sposobu osiąga się wówczas, gdy spaliny, wytworzone przez spalanie palnej mieszanki, sprężają i wytłaczają sprężany czynnik, przyczem najlepiej jest, gdy tym czynnikiem jest powietrze, wprowadzone do przestrzeni sprężania. Wyzwolona w tym przypadku energia spalin, odpowiadająca stosowanemu spadkowi ciśnienia, zostaje przemieniona na mechaniczną pracę w stopniach turbiny, włączonych między komorę wzbuchową i przestrzeń sprężania, poczem spaliny zostają wypuszczone z przestrzeni sprężania, a w danym razie wytłoczone z niej przez napełnianie tej przestrzeni nowym gazem, przeznaczonym do sprężania, energia zaś wytłoczonych spalin zostaje przemieniona na pracę mechaniczną w stopniach turbiny, włączonych na drodze spalin za przestrzenią sprężania. Najlepiej jest, gdy podczas wytłaczania spalin z przestrzeni sprężania zapomocą czynnika sprężanego komora wzbuchowa jest zamknięta względem tej przestrzeni, wskutek czego podczas wytłaczania spalin z przestrzeni sprężania osiąga się możliwość wytłaczania jednocześnie reszty spalin z komory wzbuchowej, najlepiej także poprzez stopień turbiny. Gdy sprężany czynnik ma być wstępnie sprężony przed doprowadzaniem go do przestrzeni sprężania, to można to wstępne sprężanie, wskutek stosunkowo małego stopnia sprężania i wskutek wielkich ilości sprężanego czynnika, przeprowadzać w ekonomicznie pracujących sprężarkach wirnikowych. Ponieważ najlepiej jest, gdy sprężanym czynnikiem jest powietrze, można

wstępnie sprężone powietrze doprowadzić do komory wzbuchowej jednocześnie jako czynnik przedmuchowy. Natomiast powietrze, wysokosprężone zapomocą spalin w przestrzeni sprężania doprowadza się do komory wzbuchowej jako powietrze ładowania.

Sposób według niniejszego wynalazku można zastosować skutecznie do kilkustopniowych wybuchowych turbin spalinowych, w których do wyrównania ciśnienia spalin między poszczególnymi stopniami ciśnienia stosuje się wyrównywacze ciśnienia. Te wyrównywacze ciśnienia mogą być wykonane w postaci przestrzeni do sprężania, wskutek czego sprężanie gazowego lub parowego czynnika może się odbywać w znanych przestrzeniach, znajdujących się między stopniami ciśnienia turbiny, zapomocą spalin, wyrównywanych pod względem ciśnienia.

Według wynalazku można także energię, wyzwalaną podczas sprężania czynnika sprężanego, zużyć w inny sposób, niż do wytwarzania energii mechanicznej. Są np. przypadki, kiedy sprężany czynnik ma być użyty przy wysokich temperaturach. W dalszym więc wykonaniu wynalazku ta ilość energii, która przekracza ilość potrzebną do wytworzenia pewnej określonej szybkości dopływu, ulega po utworzeniu wirów przemianie w ciepło i zostaje przekazana w większej części sprężanemu czynnikowi przez promieniowanie i bezpośrednie zetknięcie. W celu zrozumienia tego przebiegu należy rozpatrzyć bliżej przebieg opróżniania komory spalania. Gdy sprężone spaliny z komory spalania wprowadza się do drugiej przestrzeni o mniejszym ciśnieniu, to gazy, pozostające w komorze spalania, odprężają się adyabatycznie, przy założeniu, że pomija się oddawanie ciepła na ścianki komory. Temperatura gazów, pozostających w komorze spalania, maleje więc podczas przebiegu opróżniania. Energia, odpowiadająca tej niższej temperatury, udziela się uchodzącym gazom w postaci energii przepływowej do-

datkowo do zawartej w nich samej energii ciśnienia. Gdy całkowita energia przepływuwa gazów, uchodzących z komory spalania, ulegnie zpowrotem przemianie w ciepło wskutek wirowania, to oczywiście temperatura tych gazów musi być wyższa, niż ich pierwotna temperatura przy zupełnie napełnionej komorze spalania, a mianowicie o tyle, ile ciepła zostało odebrane gazom, pozostającym w komorze spalania, w porównaniu ze stanem przy napełnionej komorze spalania. Opisany przebieg opróżniania komory spalania do komory o mniejszym ciśnieniu stanowi więc jednocześnie rodzaj pompy, w której część ciepła, która przy napełnionej komorze spalania była zawarta w gazach, pozostających w komorze, zostaje przeniesiona na przestrzeń o mniejszym ciśnieniu, do której została opróżniona część gazów. Tworzy się zatem w przestrzeni, do której spaliny zostają opróżniane, stosunkowo wysoka temperatura, nawet gdy zostanie uwzględnione przeniesienie ciepła na ściankę komory. Ta wysoka temperatura nadaje się dobrze do powodowania spotęgowanego przenoszenia ciepła przez promieniowanie i bezpośrednie zetknięcie na najmniejszej powierzchni przenoszenia ciepła. Według wynalazku zatem wyzwolona część energii ulega przemianie na ciepło i zostaje przeniesiona w większej części na sprężany czynnik. To przeniesienie odbywa się bardzo skutecznie przez promieniowanie i bezpośrednie zetknięcie przy zmienianiu przedmuchiwaniu powierzchni, wymieniających ciepło, np. tych powierzchni, które są na ściankach zbiornika. Bardzo korzystnie jest podgrzewać sprężany czynnik przed sprężaniem zapomocą rozprężającego się czynnika podczas okresu sprężania. Można także zużyć tę energię, którą posiada reszta sprężonego czynnika, uchodząca z przestrzeni sprężania po ukończeniu sprężania, do powiększenia wymiany ciepła w ten sposób, że np. tworzy się wiry strumieniowe zapomocą wielkich szybkości przepływowych, które znacznie powiększają wymianę ciepła.

Jak wspomniano wyżej, można wytwarzać sprężony czynnik, służący do sprężania, przez rytmiczne wzbuchy palnej mieszanki. Bardzo dobry sposób otrzymuje się wówczas, gdy spaliny, wytworzone przez wzbuch palnej mieszanki, sprężają i wytłaczają czynnik, najlepiej powietrze, doprowadzony do przestrzeni sprężania. Wyzwolona wówczas energia spalin, odpowiadająca danemu spadkowi ciśnienia, ulega przemianie w przestrzeni wirowej na ciepło, która to przestrzeń znajduje się między komorą wzbuchową i przestrzenią sprężania. Następnie spaliny zostają wypuszczone z przestrzeni sprężania, w danym razie przez napełnianie tej przestrzeni nowym sprężanym czynnikiem, i zostają z tej przestrzeni wytłoczone, przy czem energia spalin zostaje zużyta do spotęgowania wymiany ciepła w wymiennicach ciepła, znajdujących się na drodze spalin za przestrzenią sprężania. Przytem najlepiej jest, gdy podczas usuwania spalin komora spalania pozostaje zamknięta względem przestrzeni sprężania zapomocą sprężanego czynnika, przy czem najlepiej jest, gdy podczas usuwania spalin z przestrzeni sprężania reszta spalin z komory wzbuchowej zostaje usunięta poprzez stopień turbiny lub wymiennicz ciepła, a sprężany czynnik oraz czynnik przedmuchowy zostają doprowadzane do przestrzeni sprężania w stanie wstępnie sprężonym. Stosując taki sposób, można np. ciepło ścianek tych przestrzeni, które odprowadzają sprężany czynnik lub też ścianek przestrzeni, w których spręża się czynnik, odbierać i zużywać do napędu sprężarki wirnikowej, która nadaje sprężanemu czynnikowi początkowe sprężenie, wystarczające do usuwania reszty sprężonego czynnika z przestrzeni sprężania.

Ostatnio opisany sposób sprężania nadaje się zwłaszcza do przeprowadzania procesów chemicznych, np. przy wytwarzaniu ciągu powietrznego do wielkich pieców lub do pieców Thomasa względnie Bessemera. Do wytwarzania ciągu powietrznego do wielkich

pieców stosuje się dotychczas skomplikowany sposób, wymagający wielkich urządzeń. Zapomocą wielkopieczowego gazu uruchamia się silnik, napędzający sprężarkę. Sprężone w ten sposób powietrze zostaje w procesie przerywanym, w tak zwanych cowperach, w ten sposób ogrzane, że w nich spala się przez pewien czas gaz wielkopieczowy, poczem, podczas dalszego okresu czasu jest wytwarzany zapomocą sprężarki ciąg powietrzny w celu pobierania ciepła. Całość urządzenia jest jednak bardzo duża i droga.

Urządzenia do wykonywania tego sposobu według wynalazku mogą być zbudowane w różny sposób. Urządzenia te wyróżniają się zwłaszcza tem, że z komorami wzbuchowymi są połączone podłużne przestrzenie sprężania, zaopatrzone w stożkowo zwężające się końce, w celu utworzenia między sprężonym a sprężanym czynnikiem warstwy podziałowej w postaci tłoka. Najlepiej jest, gdy końce stożkowych przestrzeni są utworzone w postaci dysz Venturi'ego, przyczem komory sprężania muszą być wyposażone w przyrządy do napełniania ich czynnikiem sprężanym, najlepiej wstępnie sprężonym, następnie w przyrządy do doprowadzania i skupiania sprężonych spalin oraz w przyrządy do usuwania sprężonego czynnika i spalin. Te urządzenia mogą być zwłaszcza zastosowane między odnośnymi stopniami ciśnienia kilkustopniowych turbin spalinowych. W tym przypadku komora sprężania jest połączona z komorą wzbuchową, przyczem najlepiej jest, gdy komora sprężania łączy się z komorą wzbuchową poprzez stopień turbiny, połączonej ze sprężarką do doprowadzania wstępnie sprężonego czynnika. Poza tem komora sprężania jest połączona ze zbiornikiem do sprężonego czynnika poprzez narządy wlotowe względnie wylotowe, rozrządzone zapomocą oleju. W kilkustopniowych turbinach spalinowych należy wykonać odpowiedni zbiornik do wyrównywania ciśnienia, znajdujący się między stopniami ciśnienia turbiny.

Gdy energia przepływowa sprężonego czynnika ma być użyta do przenoszenia ciepła na czynnik sprężany, to stosuje się według wynalazku między komorami wzbuchowymi i komorami sprężania przestrzenie wirowe, w których ta energia sprężonego czynnika przed wejściem do komór sprężania zostaje przemieniona na ciepło. Z tej komory wirowej wypływa sprężony czynnik możliwie spokojnym strumieniem do komory sprężania przez najmniejszy jej przekrój, wskutek czego utrzymuje się w komorze sprężania podobna do tłoka warstwa podziałowa. Aby wymiana ciepła między czynnikiem sprężonym i sprężanym była możliwie intensywna, ścianki komory sprężania, które podczas rytmicznego przesuwu tam i zpowrotem warstwy podziałowej są naprzemiennie omywane przez obydwa czynniki, są w bardzo tylko nieznacznym stopniu chłodzone, przyczem ścianki te są wyłożone ogniotrwałym materiałem. Ścianki przyjmują wówczas pewną pośrednią wysoką temperaturę i przenoszą na sprężany czynnik wielką ilość ciepła. Tę wymianę ciepła powiększa się skutecznie zapomocą wymiennicy ciepła, do których są doprowadzane czynnik sprężający i czynnik sprężany, jeszcze przed sprężeniem tego ostatniego, w celu wzajemnej wymiany ciepła.

Sposób według wynalazku nie ogranicza się do jednolitego stanu czynnika sprężonego i sprężanego. Oczywiście można powyższy sposób stosować także do mieszaniny gazów, mieszaniny par i mieszaniny gazów i par jako czynnik sprężony, jak również jako czynnik sprężający.

Na rysunku przedstawiono przykład wykonania urządzenia do wykonywania sposobu według wynalazku. Fig. 1 przedstawia schematycznie całość urządzenia z podłużnymi przekrojami przez komory wzbuchowe i komory sprężania do wykonywania sposobu według wynalazku; fig. 2 — dwa wykresy, uzmysławiające przebiegi wahań ciśnienia w zależności od czasu w komorze wzbuchowej i komorze sprężania, fig. 3 — schematycznie

całość urządzenia z podłużnymi przekrojami przez komorę wzbuchową i komorę sprężania oraz przez oddzielny wymiennicz ciepła do wykonywania sposobu według wynalazku przy spotęgowanem przenoszeniu ciepła, fig. 4 — odmianę wykonania urządzenia według fig. 3 z dodatkowym wymienniczem ciepła, umieszczonym za komorą sprężania, fig. 5 — schematycznie całość urządzenia, w którym do dalszego podgrzewania czynnika sprężonego są zastosowane podgrzewacze Cowpera, przyczem czynnik sprężający, uchodzący z komory wzbuchowej względnie komory sprężania, oddaje resztę swej pracy turbinie gazowej, wreszcie fig. 6 — podłużny pionowy przekrój, a fig. 7 — przekrój poprzeczny wzdłuż linii VII — VII na fig. 6 przykładu wykonania komory sprężania, służącej do spotęgowania wymiany ciepła.

W urządzeniu według fig. 1 cyfra 1 oznacza osłonę wybuchowej turbiny spalinowej z komorą wzbuchową 2 i wirnikami turbinowymi 13 i 18. Komora sprężania jest oznaczona liczbą 3, zbiornik sprężonego powietrza — cyfrą 4, sprężarka powietrzna — cyfrą 5, a turbina parowa do napędu sprężarki powietrznej — cyfrą 6. Obydwa wirniki turbinowe 13 i 18 są sprzęgnięte ze sobą i z elektrycznym generatorem 26 do pobierania wytworzonej mocy. Sposób działania urządzenia jest następujący. Komora wzbuchowa 2 zostaje najpierw napełniona powietrzem, dopływającym poprzez zawory 7 ze zbiornika 4 przewodem 27, a następnie odbywa się doprowadzanie do tej komory paliwa zapomocą dysz wtryskowych 8. Po ukończonem napełnianiu w komorze wzbuchowej znajduje się palna mieszanka, która zapomocą świec 9 może być zapalona. Po ukończonem wzbuchu otwiera się wylotowy zawór 10 komory spalania, przez który wypływają wysoko sprężone i silnie ogrzane spaliny w kierunku dyszy 11. Po przepływie przez dyszę 11 spaliny te zasilają łopatki 12 wirnika turbinowego 13 pierwszego stopnia ciśnienia turbiny. Odprężone tylko częściowo między łopatkami

12 spaliny wprowadza się do podłużnej komory sprężania 3, w której rozprężają się stopniowo podczas przepływu przez stożkowe przejście ku podłużnej ścianie tej komory na całym przekroju komory, wskutek czego stłaczają, podobnie jak tłok, znajdujące się w tej komorze nieco wstępnie sprężone powietrze. W chwili, gdy spowodowane w ten sposób dalsze sprężanie powietrza w komorze 3 osiągnie określony końcowy stopień sprężenia, otwiera się zawór 14, wskutek czego sprężone powietrze zostaje pod działaniem postępujących spalin wtłoczone do zbiornika powietrznego 4. Podczas tego przebiegu zawór 15 jest zamknięty. Skoro powietrze zapomocą spalin zostanie całkowicie wytłoczone z komory 3 do zbiornika 4, poprzez otwarty zawór 14, wówczas zamyka się zawór 14, a otwiera się zawór 15. Sprężone spaliny, wypełniające komorę sprężania pod ciśnieniem, które jest równe co najmniej końcowemu ciśnieniu sprężania powietrza w zbiorniku 4, przepływają następnie w kierunku dyszy 16 i zasilają łopatki 17 wirnika turbinowego 18. Jednocześnie rozprężają się również spaliny, które wypływają z komory 2 przez otwarty w dalszym ciągu jeszcze zawór wylotowy 10 i dyszę 11 na łopatki 12 wirnika turbinowego 13. Spaliny te mieszają się wtedy ze spalinami, rozprężonemi w komorze 3, i przepływają wraz z niemi poprzez dyszę 16 na łopatki 17 wirnika turbinowego 18, poczem opuszczają turbinę spalinową przewodem wylotowym 19. Skoro ciśnienie spalin, zawartych jeszcze w komorze sprężania 3, zmaleje do ciśnienia powietrza przedmuchowego, doprowadzanego ze sprężarki 5, przewodem 20, zamyka się zawór wylotowy 10 komory spalania 2, otwiera się natomiast jednocześnie zawór 21. Spaliny z komory wzbuchowej przepływają wtedy przewodem 22 do dyszy 23, a stąd na łopatki 17 wirnika turbinowego 18. Wskutek tego maleje także w komorze 2 ciśnienie spalin do ciśnienia powietrza przedmuchowego, dopływającego ze sprężarki 5 przewodem 20, po-

czem otwiera się zawór 24 komory spalania 2 i zawór 25 komory sprężania 3. Powietrze przedmuchowe, dopływające do komór 2 i 3 pod ciśnieniem, panującym w przewodzie 20, wytłacza przed sobą resztę spalin z tych komór i doprowadza je dyszami 23 i 16 na łopatki 17 wirnika turbinowego 18. Po przedmuchaniu, czyli wytłoczeniu wszystkich spalin z komór 2, 3, zamykają się zawory 21 i 15 oraz zawory 24 i 25. Tak komora spalania 2, jak i komora sprężania 3 są wówczas wypełnione czystym wstępnie sprężonym powietrzem, wskutek czego w komorze wzbuchowej przez doprowadzanie powietrza spalania i paliwa zostaje wytworzona palna mieszanka, potrzebna do następnego wzbuchu, poczem przebieg działania urządzenia się powtarza.

Na fig. 2 uwidoczniono wykres przebiegu wahań ciśnienia w komorze wzbuchowej i komorze sprężania w zależności od czasu. Rzędne na wykresach oznaczają ciśnienia, a odcięta, wspólna dla obu wykresów, oznacza czas. W punkcie I górnego wykresu wzbuch w komorze 2 jest ukończony, przyczem osiągnięto najwyższe ciśnienie. W tej chwili otwiera się zawór wylotowy 10 komory wzbuchowej. Najpierw następuje pewien spadek ciśnienia o wartości Δp , spowodowany przez napełnienie przestrzeni między zaworem 10 i dyszą 11. W punkcie II wykresu rozpoczyna się wlot spalin do komory sprężania 3, wskutek czego ciśnienie w niej wzrasta od punktu II' dolnego wykresu, przyczem jednocześnie ciśnienie w komorze 2 maleje zgodnie z górnym wykresem na fig. 2. W punkcie III' dolnego wykresu jest osiągnięte w komorze sprężania 3 żądane końcowe sprężenie, wskutek czego otwiera się zawór 14, umożliwiając przepływ sprężonego powietrza do zbiornika powietrznego 4. Przetłaczaniu sprężonego powietrza do zbiornika 4 odpowiada linia III' — IV' dolnego wykresu. W punkcie IV' zamyka się zawór powietrzny 14, a otwiera się zawór wylotowy 15 komory sprężania 3. Wskutek otwarcia zaworu 15 powstaje w ko-

morze 3 najpierw nagły spadek ciśnienia o wartości $\Delta p'$ od punktu IV' do punktu V', ponieważ przestrzeń między zaworem 15 i dyszą 16 musi być również wypełniona sprężonym powietrzem. Od punktu V' rozpoczyna się rozprężanie powietrza w komorze 3, które odbywa się jednocześnie z odbywającym się w dalszym ciągu rozprężaniem spalin w komorze według krzywej górnego wykresu, poczynając od punktu IV tego wykresu. W momencie, odpowiadającym punktowi VI' dolnego wykresu, ciśnienie w komorze 3 zmalało do ciśnienia powietrza przedmuchowego, dostarczanego przez sprężarkę 5 przewodem 20. Następnie otwiera się zawór 25 do powietrza przedmuchowego komory 3 i zawór wylotowy 21 komory wzbuchowej 2, natomiast zamyka się jednocześnie zawór wylotowy 10 tej komory. Wskutek otwarcia zaworu 21, co odpowiada punktowi VI górnego wykresu, następuje ponowny spadek ciśnienia o wartości $\Delta p'$ w komorze spalania 2, ponieważ musi być wypełniona przestrzeń między zaworem 21 i dyszą 23. Po ukończonym spadku ciśnienia otwiera się zawór 24 do powietrza przedmuchowego komory 2, co odpowiada punktowi VII górnego wykresu. Potem następuje przedmuchanie komory sprężania 3 zapomocą powietrza, dopływającego przez zawór 25, a wypływającego z tej komory przez zawór 15 i dyszę 16, jednocześnie następuje przedmuchanie komory wzbuchowej 2 zapomocą powietrza, dopływającego przez zawór 24, a wypływającego z tej komory przez zawór 21 i dyszę 23. Przedmuchiwanie komory wzbuchowej 2 jest ukończone w punkcie VIII górnego wykresu, a przedmuchiwanie komory sprężania 3 — w punkcie VIII' dolnego wykresu. W punktach VIII względnie VIII' obu wykresów zamykają się więc zawory 21, 24 komory 2 oraz zawory 15, 25 komory 3. Jednocześnie otwierają się zawory 7 komory wzbuchowej 2, przez które dopływa sprężone powietrze przy jednoczesnym wtryskiwaniu paliwa przez dysze wtryskowe 8. Wskutek tego

wzrasta ciśnienie w komorze wzbuchowej 2, co odpowiada punktowi IX górnego wykresu. W punkcie IX więc tego wykresu znajduje się w komorze 2 palna mieszanka, wskutek czego może nastąpić jej zapłon zapomocą świec zapłonowych 9. Po zapłonie mieszanki palnej w komorze 2 następuje wzbuch, wskutek czego w punkcie I górnego wykresu osiągnięte jest najwyższe ciśnienie spalin w komorze 2 i przebieg pracy tych komór powtarza się.

W urządzeniu według fig. 3 komora wzbuchowa jest oznaczona liczbą 28, komora sprężania — liczbą 29, sprężarka powietrzna do powietrza spalania — liczbą 30, sprężarka powietrzna do powietrza przedmuchowego — liczbą 31, a turbina parowa do napędu powyższych sprężarek — liczbą 32. Chłodzenie poszczególnych części urządzenia, ogrzanych przez spaliny, odbywa się zapomocą znajdującej się pod ciśnieniem wody, utrzymywanej w obiegu kołowym zapomocą pompy wodnej 33. Pompa 33 zasysa wodę z kotła parowego 34 i tłoczy ją poprzez przewód 35, wstępnie ogrzaną wężownicę 36, przewód 37, kadłub zaworowy 38, przestrzeń chłodzącą 39 komory sprężania 29, przestrzeń zaworową 40 między komorą 28 i komorą 29, przestrzeń chłodzącą 41 komory wzbuchowej 28 i wreszcie poprzez przewód 42 i zawór dławiący 33 zpowrotem do kotła 34. W tym obiegu kołowym ogrzewa się pompowana woda, która znajduje się pod ciśnieniem, a po spadku ciśnienia w urządzie dławiącym 43 woda wpływa zpowrotem do kotła 34, oddając część swej masy w postaci pary. Para, oddzielona w kotle 34, dopływa przewodem 47 poprzez wężownice przegrzewające 48 do przewodu 49 i zasila turbinę parową 32, która uruchamia sprężarkę powietrzne 30, 31. Po wykonaniu pracy w turbinie 32 para skrapla się w skraplaczu 50, a skropliny spływają do zbiornika 45, skąd zapomocą pompy 44 i przewodu 46 są przetłaczane do przewodu 36. Działanie opisanego urządzenia jest następujące.

Komorę wzbuchową 28 napełnia się najpierw poprzez zawory 51 powietrzem ze sprężarki 30, przyczem doprowadza się paliwo zapomocą dysz paliwowych 52. Po ukończonem ładowaniu komora wzbuchowa jest wypełniana palną mieszanką, którą zapala się zapomocą świec zapłonowych 53. Po dokonany wzbuchu otwiera się wylotowy zawór 54 komory wzbuchowej, a wysokosprężone i silnie ogrzane spaliny dopływają wówczas do komory wirowej 55. Częściowo odprężone w komorze 55 spaliny, które przy przemianie zawartej w nich energii przyptywowej na energję cieplną przyjęły znacznie wyższą temperaturę, przepływają następnie przez koniec wlotowy 56, wykonany na podobieństwo dyszy Venturi'ego, do podłużnej komory sprężania 29 i rozprzestrzeniają się, wskutek stożkowego przejścia na drodze do podłużnej ścianki tej komory, na cały przekrój tej komory, wskutek czego stłaczają, podobnie jak tłok, znajdujące się w komorze nieco wstępnie sprężone i podgrzane powietrze. W chwili, gdy spowodowane w ten sposób dalsze sprężanie powietrza w komorze 29 osiągnie określone końcowe sprężenie, otwiera się zawór 57, wskutek czego sprężone powietrze pod działaniem w dalszym ciągu dopływających spalin zostaje przetłoczone do miejsca zużycia (nieuwidocznionego na rysunku). Podczas tego przebiegu sprężania i wytłaczania sprężonego powietrza ścianki komory 29, zaopatrzone w ogniotrwałą wykładzinę 58, są omywane gorącymi spalinami i ogrzewane niemi, wskutek czego podczas następnego okresu roboczego doprowadzone ponownie do tej komory sprężane powietrze jest ogrzewane skutecznie wskutek promieniowania wykładziny 58 ścianek komory 29 i bezpośredniego zetknięcia się z niemi. Jednocześnie powstałe wskutek wirowania znaczne podwyższenie temperatury spalin powoduje skuteczne przenoszenie ciepła ze spalin na sprężane powietrze przez promieniowanie i bezpośrednie zetknięcie

się w obrębie warstwy podziałowej między obydwoma czynnikami. W ten sposób sprężane powietrze może być ogrzane do temperatury, jaką osiąga się zwykle np. w znanych cowper'ach do wielkich pieców.

Podczas wyżej opisanego przebiegu zawór 59 był zamknięty. Skoro sprężane powietrze zostaje przez spaliny wytłoczone z komory 29 i całkowicie przeprowadzone przez otwarty zawór 57 do miejsca zużycia, zamyka się zawór 57, a otwiera zawór 59. Spaliny, wypełniające komorę sprężania i znajdujące się przynajmniej pod końcowym ciśnieniem sprężania powietrza, doprowadzanego do miejsca zużycia, przepływają potem przewodem 60 do wymiennika ciepła 61, z którego uchodzą rurą wylotową 62. Skoro ciśnienie spalin, zawartych jeszcze w komorze 29, zmaleje do ciśnienia powietrza przedmuchowego, dostarczanego przez sprężarkę 31 zapomocą przewodu 63, zamyka się zawór 54 komory wzbuchowej 28, a jednocześnie otwiera się zawór 64. Spaliny z komory wzbuchowej przepływają wtedy przewodem 65 również do wymiennika ciepła 61, z którego także uchodzą rurą wylotową 62. Wskutek tego maleje także w komorze wzbuchowej 28 ciśnienie spalin do ciśnienia sprężonego powietrza przedmuchowego, dostarczanego przez sprężarkę 31. Następnie otwierają się zawory 67 i 68. Wówczas powietrze przedmuchowe dopływa przewodem 66 do komory wzbuchowej 28, a do komory sprężania 29 — przez przewód 63, wymiennik ciepła 61 i przewód 69 i, tłocząc resztę spalin w tych komorach przed sobą, doprowadza je poprzez zawory 64 i 59 przewodami 65 i 60 do wymiennika ciepła 61. Po ukończeniu przedmuchania, czyli po wytłoczeniu wszystkich spalin z tych komór, zamykają się zawory 64 i 59 oraz zawory 67 i 68 do powietrza przedmuchowego. Komora wzbuchowa 28 i komora sprężania 29 są wypełnione wówczas czystym, wstępnie sprężonym powietrzem, wobec czego może być utworzona w

komorze wzbuchowej świeża palna mieszanka, potrzebna do następnego wzbuchu, przez doprowadzenie wyżej sprężonego powietrza spalania ze sprężarki 30 i paliwa zapomocą dysz 52. Okresowe doprowadzanie paliwa do paliwowych dysz wtryskowych 52 odbywa się przewodami 70 zapomocą pompy paliwowej 71, która jest uruchamiana jednocześnie z rozdzielaczem oleju, uruchamiającym z kolei rozrząd zaworów, napędzany zapomocą silnika 73. Rozrząd zaworów odbywa się w znany sposób zapomocą oleju pod ciśnieniem, tłoczonego zapomocą pompy olejowej 74 i doprowadzanego przewodem 75 do rozdzielacza 72, a z niego do różnych przewodów olejowych 76 — 82, które z kolei doprowadzają olej do odpowiednich tłoków 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, uruchamiających odnośne zawory 51, 54, 64, 59, 68, 57 i 67. Nacisk oleju uruchamia te tłoki w znany sposób po przewyciężeniu nacisku sprężyn zaworowych.

Dalsza odmiana przykładu wykonania urządzenia według fig. 4 odpowiada z pewnemi różnicami układowi według fig. 3. Obieg czynnika chłodzącego różni się od obiegu tegoż czynnika w urządzeniu według fig. 3 tem, że czynnik chłodzący, podgrzany w węzownicy 36, nie przepływa bezpośrednio do przestrzeni chłodzących 38, 39 komory sprężania 29, lecz najpierw do przestrzeni chłodzącej 41 komory wzbuchowej 28. Czynnik chłodzący, podgrzany najpierw w przestrzeniach 41 komory wzbuchowej 28, płynie następnie do przestrzeni chłodzących 38, 39 i 40 komory sprężania 29 i tam podgrzany odpływa przewodem 42, który w dalszym ciągu dopływa w zwykły sposób do zaworu redukcyjnego 43.

Komora wzbuchowa 28 nie jest zasilana paliwem płynnym, lecz paliwem gazowym. Gaz palny jest uprzednio sprężany w sprężarce 71a, która zastępuje pompę paliwową 71, zastosowaną w urządzeniu według fig. 3, poczem sprężony gaz jest doprowadzany do komory wzbuchowej 28 poprzez nasady

70 i kanały 52a wlotowych zaworów powietrznych 51, które w tym przypadku zastępują dysze wtryskowe 52 w urządzeniu według fig. 3.

Główna różnica polega jednak na zastosowaniu dodatkowego wymiennika ciepła 61. W urządzeniu bowiem według fig. 3 sprężone powietrze jest odprowadzane przez otwarty zawór 57 bez dalszego podgrzewania, natomiast w niniejszym urządzeniu sprężone powietrze po otwarciu zaworu 57 jest doprowadzane przewodem 90 do wymiennika ciepła 61, z którego odpływa po podgrzaniu przewodem 91. Wskutek tego, iż w urządzeniu według fig. 3 sprężane powietrze jest podgrzewane przed sprężeniem, przyjmuje ono, odmiennie od tego, jak to ma miejsce w urządzeniu według fig. 4 przy sprężaniu w komorze 29 pod wpływem bezpośredniego zetknięcia z czynnikiem sprężającym i ogrzaniem ściankami komory sprężania, tak wysoką temperaturę, że nie może być doprowadzone do wykonanego w zwykły sposób wymiennika ciepła 61 bez obawy przedwczesnego uszkodzenia go. Wobec tego urządzenie według fig. 4 nadaje się ze względu na swą uproszczoną budowę lepiej do niższych temperatur powietrza, podczas gdy urządzenie według fig. 3 jest w tych przypadkach lepsze, gdy powietrze ma być ogrzane do wyższych temperatur.

W tych przypadkach natomiast, kiedy obydwie te właściwości mają występować łącznie, nadaje się urządzenie według fig. 5. Urządzenie to nie posiada wcale dodatkowego wymiennika ciepła 61, wskutek czego gazy wylotowe komory wzbuchowej 28 i komory sprężania 29 są doprowadzane przewodami 65 i 60, a w dalszym ciągu przewodem 92 do turbiny gazowej 93, w której oddają resztę swej energii cieplnej. Turbina gazowa 93 wraz z turbiną parową 32 wytwarzają więc moc, potrzebną do napędu sprężarek 71a, 30 i 31. Sprężone powietrze jest doprowadzone następnie po-

przez otwarty zawór 57 i przewód 90 do wymiennika ciepła 94, wykonanego podobnie, jak znany podgrzewacz Cowpera. W takich podgrzewaczach, jak wiadomo, jest spalane okresowo paliwo i powietrze, doprowadzane przez nasady 96, 97, wskutek czego ogniotrwała wykładzina, która w tych piecach jest zastosowana, silnie się ogrzewa. Produkty spalania uchodzą z tego wymiennika ciepła przez nasadę 98. Gdy przewodem 90 i nasadą 95 zostanie doprowadzone sprężone powietrze, wówczas to ostatnie ogrzewa się mocno w ogniotrwałych kanałach wymiennika ciepła 94 i może być w tym wysokoogrzanym stanie odprowadzane przez nasadę 91 do miejsca zużycia.

We wszystkich uwidoczniionych na rysunku urządzeniach należy podnieść do możliwie najwyższych granic intensywność wymiany cieplnej między sprężaniem powietrzem i gazami spalinowymi wewnątrz komory sprężania. Na fig. 6 i 7 uwidoczniiono odnośną komorę sprężania, zapomocą której umożliwione jest osiągnięcie powyższego warunku. Cylindryczna środkowa część 96 komory sprężania 29 jest zaopatrzona w dwa stożkowe końce, wlotowy i wylotowy, przyczem ta środkowa część jest skrócona na rysunku, w celu umożliwienia zastosowania większej podziałki. Komora sprężania jest wyłożona ogniotrwałą wykładziną 58; wytrzymała na wysokie temperatury i izolującą wnętrze komory pod względem cieplnym, przyczem na obwodzie komora ta jest wyposażona w przestrzenie chłodzące. Najlepiej jest, gdy w cylindrycznej części 96 komory sprężania są umieszczone współśrodkowo pierścienie 97 z wytrzymałych na ciepło materiałów, np. ze specjalnych stali lub stopów, które z jednej strony znacznie zwiększają powierzchnie do wymiany ciepła, z drugiej zaś strony nie utrudniają przepływu gazów, zwłaszcza podziałkowej warstwy gazów w postaci tłoka, podczas posuwania się czynnika sprężanego pod działaniem czynnika, służącego do spręża-

nia. Zamiast pierścieniowych, współśrodkowo osadzonych wkładek 97 można użyć i inaczej ukształtowane narządy, które nie przeszkadzają przepływowi gazów i par. Żebra 98, 99 utrzymują poszczególne wkładki w odpowiednich wzajemnych odległościach.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób bezpośredniego sprężania gazowego lub parowego czynnika zapomocą już uprzednio sprężonego czynnika gazowego lub parowego, znamienny tem, że czynnik gazowy lub parowy, sprężany w oddzielnej komorze sprężania, zostaje poddany bezpośredniemu oddziaływaniu wyżej sprężonego czynnika gazowego lub parowego przy jednoczesnem utworzeniu i zachowaniu płaskiej warstwy podziałowej między temi obydwoima czynnikami.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że energia, wyzwolona przy bezpośredniem sprężaniu jednego czynnika przez odprężanie do ciśnienia sprężania drugiego czynnika, jest zużywana w oddzielnych przestrzeniach, znajdujących się nazewnątrz przestrzeni sprężania, jeszcze przed wylotem tego odprężonego czynnika do komory sprężania.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienny tem, że wyzwolona energia sprężającego czynnika jest przemieniana na ciepło, poczem zostaje przenoszona na sprężany czynnik.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamienny tem, że ciepło czynnika sprężonego jest przenoszone na czynnik sprężany przez promieniowanie lub bezpośrednie zetknięcie podczas przepływu wzdłuż omywanych przez niego powierzchni, wymieniających ciepło.

5. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że sprężany czynnik przed sprężaniem jest podgrzewany zapomocą czynnika rozprężonego uprzednio w czasie trwania okresu sprężania.

6. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienny tem, że energia, wyzwolona podczas wytłaczania sprężonego czynnika gazowego w przestrzeni sprężania, jest zużywana w celu otrzymania dodatkowej mocy przy jednoczesnej przemianie jej na energję mechaniczną, przyczem najlepiej jest, gdy wyzwolona energia zostaje przemieniona na mechaniczną moc w wirnikach turbinowych.

7. Sposób według zastrz. 5 i 6, znamienny tem, że wyzwolona energia zostaje zużytkowywana do wytwarzania wirów strumieniowych przez odpowiednie wyzyskanie wielkich szybkości przepływowych czynnika, a to w celu spotęgowania przenoszenia ciepła z jednego czynnika na drugi.

8. Sposób według zastrz. 1 — 7, znamienny tem, że wysokosprężony czynnik gazowy, przeznaczony do sprężania drugiego czynnika gazowego, jest wytwarzany zapomocą rytmicznych wzbuchów palnej mieszanki.

9. Sposób według zastrz. 8, znamienny tem, że doprowadzany do przestrzeni sprężania czynnik, np. powietrze, jest sprężany zapomocą spalin, wytworzonych przez rytmiczne wzbuchy palnej mieszanki, a następnie wytłaczany z tej przestrzeni, przyczem wyzwolona energia spalin, odpowiadająca zastosowanemu spadkowi ciśnienia, ulega z kolei przemianie na mechaniczną moc w stopniu ciśnienia turbiny, umieszczonym między komorą wzbuchową i przestrzenią sprężania, pozostałe zaś w tej przestrzeni sprężania spaliny podczas napełniania jej nową dawką sprężanego czynnika gazowego są wytłaczane zapomocą tego czynnika, przyczem energia spalin, usuwanych z przestrzeni sprężania, ulega przemianie na moc mechaniczną w dalszych stopniach ciśnienia turbiny, włączonych na drodze spalin za przestrzenią sprężania.

10. Sposób według zastrz. 8, znamienny tem, że wyzwolona energia spalin, odpowiadająca zastosowanemu spadkowi ci-

śnienia, ulega przemianie na ciepło w przestrzeni wirowej między komorą wzbuchową i przestrzenią sprężania, poczem usuwane z przestrzeni sprężania spaliny są z niej wytłaczane zapomocą nowej dawki sprężanego czynnika, przyczem energia spalin w przestrzeni sprężania jest zużytkowywana do spotęgowania wymiany cieplnej w wymiennicach ciepła, włączonych na drodze spalin.

11. Sposób według zastrz. 9 i 10, znamieny tem, że podczas wytłaczania spalin z przestrzeni sprężania komora spalania jest oddzielona od tej przestrzeni sprężania zapomocą czynnika sprężanego.

12. Sposób według zastrz. 9 — 11, znamieny tem, że podczas wytłaczania spalin z przestrzeni sprężania reszta spalin, pozostałych w komorze spalania, jest wytłaczana przez odnośny stopień ciśnienia turbiny lub przez wymiennicz ciepła.

13. Sposób według zastrz. 1 — 12, znamieny tem, że sprężany czynnik gazowy lub parowy jest doprowadzany do przestrzeni sprężania w stanie wstępnie sprężonym.

14. Sposób według zastrz. 1 — 13, znamieny tem, że wstępnie sprężone powietrze jest doprowadzane do komory spalania i do komory sprężania jako czynnik przedmuchiowy.

15. Sposób według zastrz. 1 — 14, znamieny tem, że powietrze, sprężone uprzednio zapomocą spalin, jest doprowadzane do komory spalania jako świeże powietrze spalania.

16. Sposób według zastrz. 1 — 15, znamieny tem, że wstępne sprężanie gazowego lub parowego czynnika uzyskuje się zapomocą energii ciepła ścianek przestrzeni sprężania.

17. Sposób według zastrz. 1 — 16 bezpośredniego sprężania gazowego lub parowego czynnika zapomocą drugiego czynnika gazowego lub parowego, już uprzednio sprężonego w kilkostopniowych wybucho-

wych turbinach spalinowych, znamieny tem, że sprężanie czynnika odbywa się w znanych jako takich przestrzeniach wyrównawczych, znajdujących się między odnośnymi stopniami ciśnienia turbiny wzbuchowej.

18. Sposób według zastrz. 1 w odniesieniu do sprężania i podgrzewania powietrza spalania do procesów chemicznych, zwłaszcza do wielkich pieców, pieców Thomasa i Bessemera, znamieny tem, że powietrze jest sprężane i podgrzewane przez bezpośrednie stykanie się ze spalinami, wytworzonymi w komorach wzbuchowych.

19. Sposób według zastrz. 1 — 8, znamieny tem, że sprężanemu czynnikowi jest dodatkowo przekazywane ciepło po ukończeniu okresu sprężania.

20. Sposób według zastrz. 19, znamieny tem, że po ukończonym okresie sprężania jest przekazywane sprężanemu czynnikowi ciepło odpadkowe, pobierane od wysokosprężonych spalin lub od resztek spalin, wytloczonych z komór wzbuchowych.

21. Sposób według zastrz. 19, znamieny tem, że sprężany czynnik gazowy po ukończonym okresie sprężania jest wprowadzany do podgrzewaczy Cowpera, w których zostaje wysoko ogrzany.

22. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1 — 17, znamienne tem, że z komorami wzbuchowymi (2) są połączone podłużne przestrzenie sprężania (3), zaopatrzone w stożkowo zwężające się końce, w celu otrzymania między sprężonym a sprężanym czynnikiem warstwy podziałowej w postaci tłoka.

23. Urządzenie według zastrz. 22, znamienne tem, że końcowe odcinki stożkowych części przestrzeni sprężania (3) są wykonane w postaci dysz Venturi'ego.

24. Urządzenie według zastrz. 22 i 23, znamienne tem, że za komorami wzbuchowymi (2) są umieszczone komory sprężania (3), wyposażone w narządy (5, 25, 31, 68) do zasilania tych komór sprężanym, naj-

piej wstępnie sprężonym czynnikiem gazowym oraz w narządy (14, 57 względnie 15, 59) do doprowadzania wysokosprężonych spalin, jak również do odprowadzania sprężonego już czynnika i spalin.

25. Urządzenie według zastrz. 22 — 24, znamienne tem, że jest wyposażone w kilkostopniową wybuchową turbinę spalinową (1), w której między stopniami ciśnienia są włączone komory sprężania (3) z narządami (5, 25, 31, 68) do zasilania ich czynnikiem sprężonym, najlepiej wstępnie sprężonych spalin, oraz narządy (10, 54) do prowadzenia już sprężonych spalin, jak również narządy (14, 57 względnie 15, 59) do odprowadzania sprężonego czynnika względnie spalin.

26. Urządzenie według zastrz. 22 — 25, znamienne tem, że za komorą sprężania (3) jest włączony drugi stopień ciśnienia spalinowej turbiny wybuchowej (1), przy czem powyższa komora jest połączona poprzez rozrządzane olejem zawory wlotowe i wylotowe ze sprężarką, dostarczającą wstępnie sprężony czynnik, poddawany dalszemu sprężaniu, oraz ze zbiornikiem powietrznym (4) do gromadzenia sprężonego czynnika gazowego.

27. Odmiana urządzenia według zastrz. 22 — 26, znamienne tem, że między komorami wzbuchowemi (2) i komorami sprężania (3) są umieszczone przestrzenie wirowe w których energia przepływowa czynnika sprężonego, przed jego wlotem do komór sprężania (3), ulega przemianie na ciepło.

28. Odmiana urządzenia według zastrz.

22 — 27, znamienne tem, że powierzchnie ścianek komory sprężania (31) są wyłożone wykładziną z materiału, wytrzymałego na wysokie temperatury.

29. Odmiana urządzenia według zastrz. 22 — 28, znamienne tem, że posiada wymiennicze ciepła (61), w których na sprężany czynnik, jeszcze przed sprężeniem go, jest przekazywane ciepło spalin.

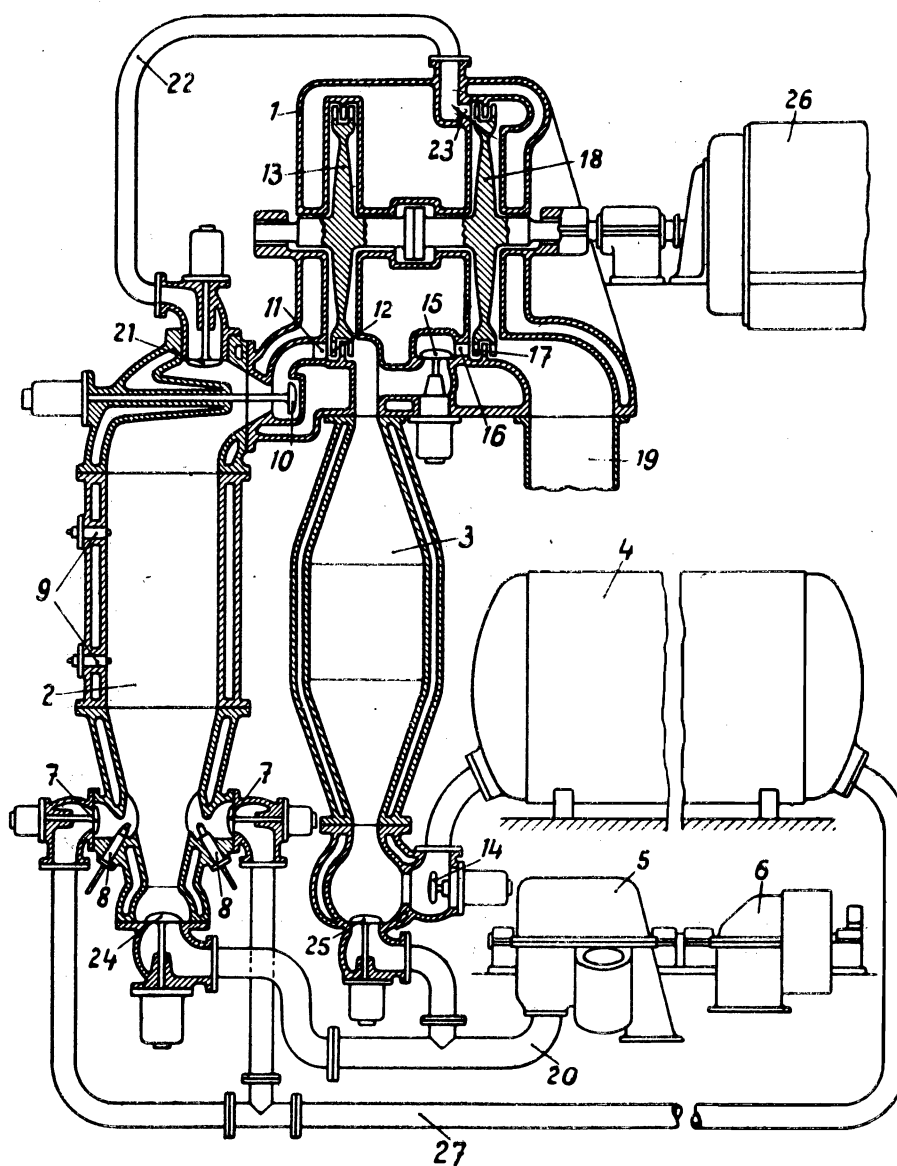
30. Odmiana urządzenia według zastrz. 22 — 29, wyposażona w kilkostopniową turbinę spalinową, znamienne tem, że między dwoma stopniami ciśnienia turbiny jest zastosowany zbiornik do wyrównywania ciśnień.

31. Odmiana urządzenia według zastrz. 22, znamienne tem, że komory sprężania (29) posiadają wkładki (97), w celu powiększenia powierzchni, przeznaczonej do wymiany ciepła, umożliwiające swobodny przepływ czynników sprężanego i sprężającego.

32. Odmiana urządzenia według zastrz. 31, znamienne tem, że wkładki (97) składają się ze współśrodkowo osadzonych cylindrycznych tulejek, wykonanych z materiałów, wytrzymałych na wysokie temperatury, przy czem najlepiej jest, gdy wkładki te są wykonane ze specjalnych stopów metali i są oddzielone zapomocą wąskich żeber (98, 99) lub podobnych narządów.

Hans Holzwarth.
Zastępca: Inż. F. Winnicki,
rzecznik patentowy.

Fig. 1



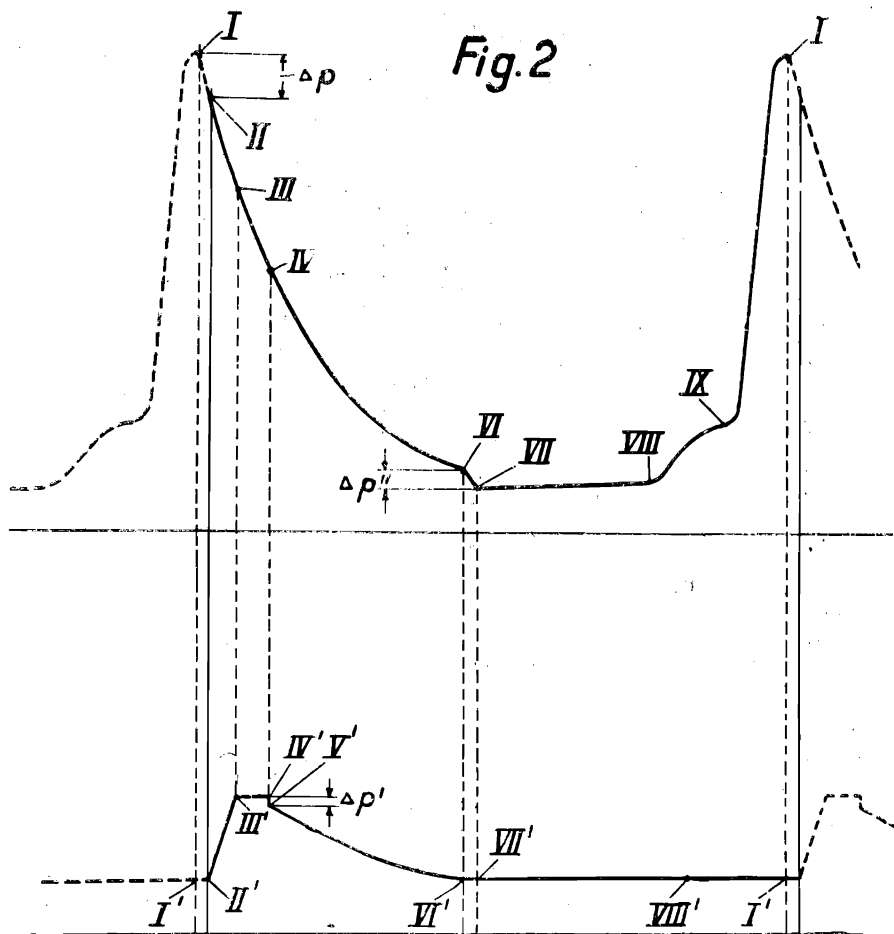


Fig. 3

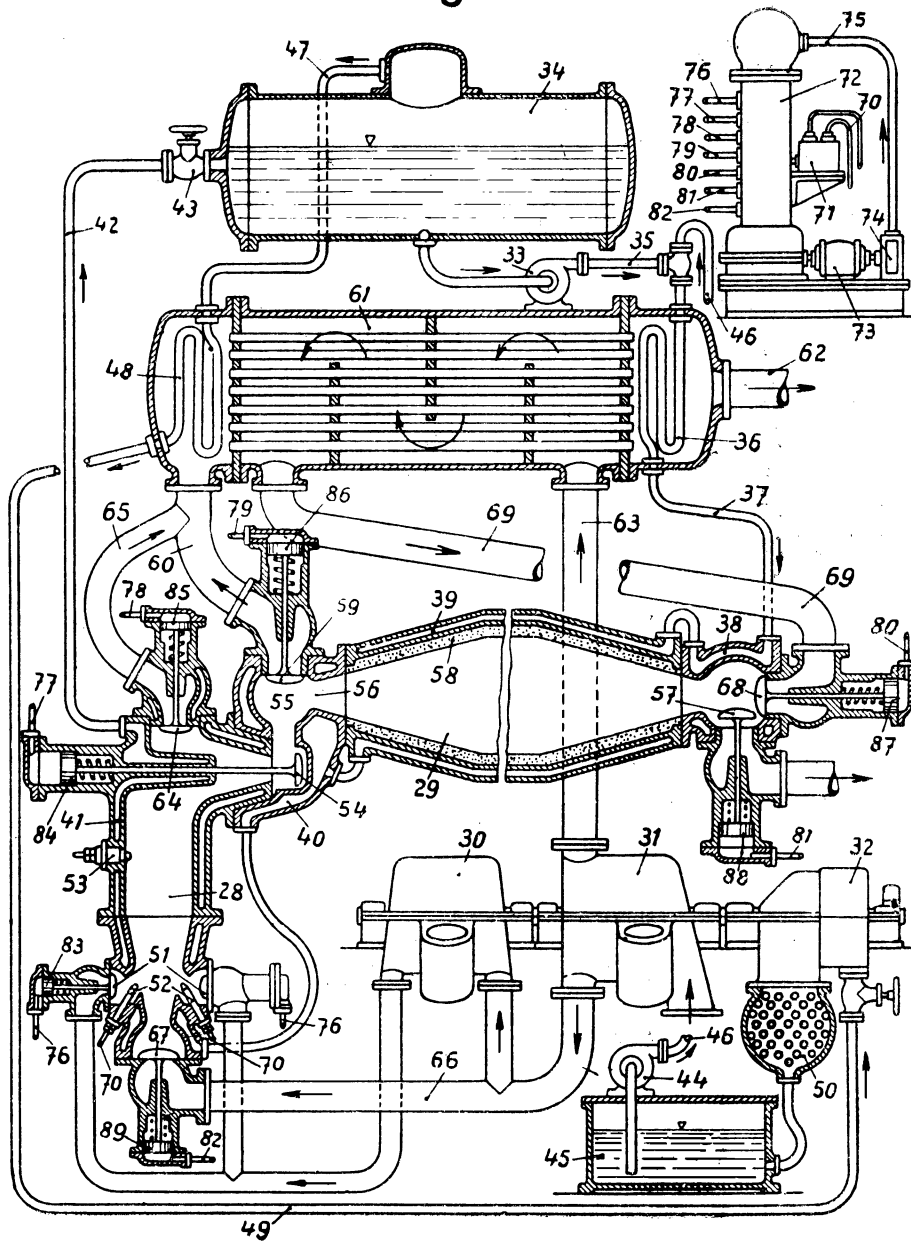


Fig. 4

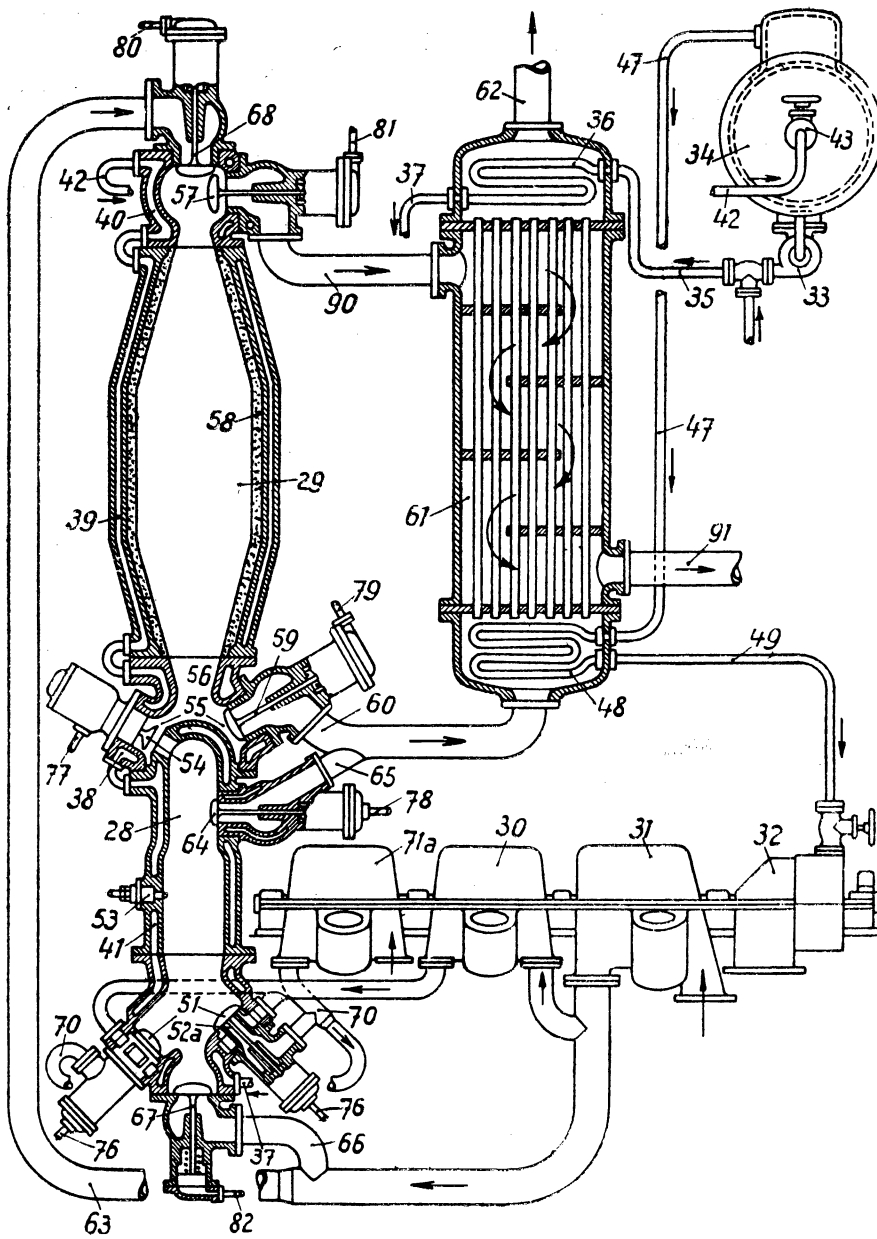


Fig. 5

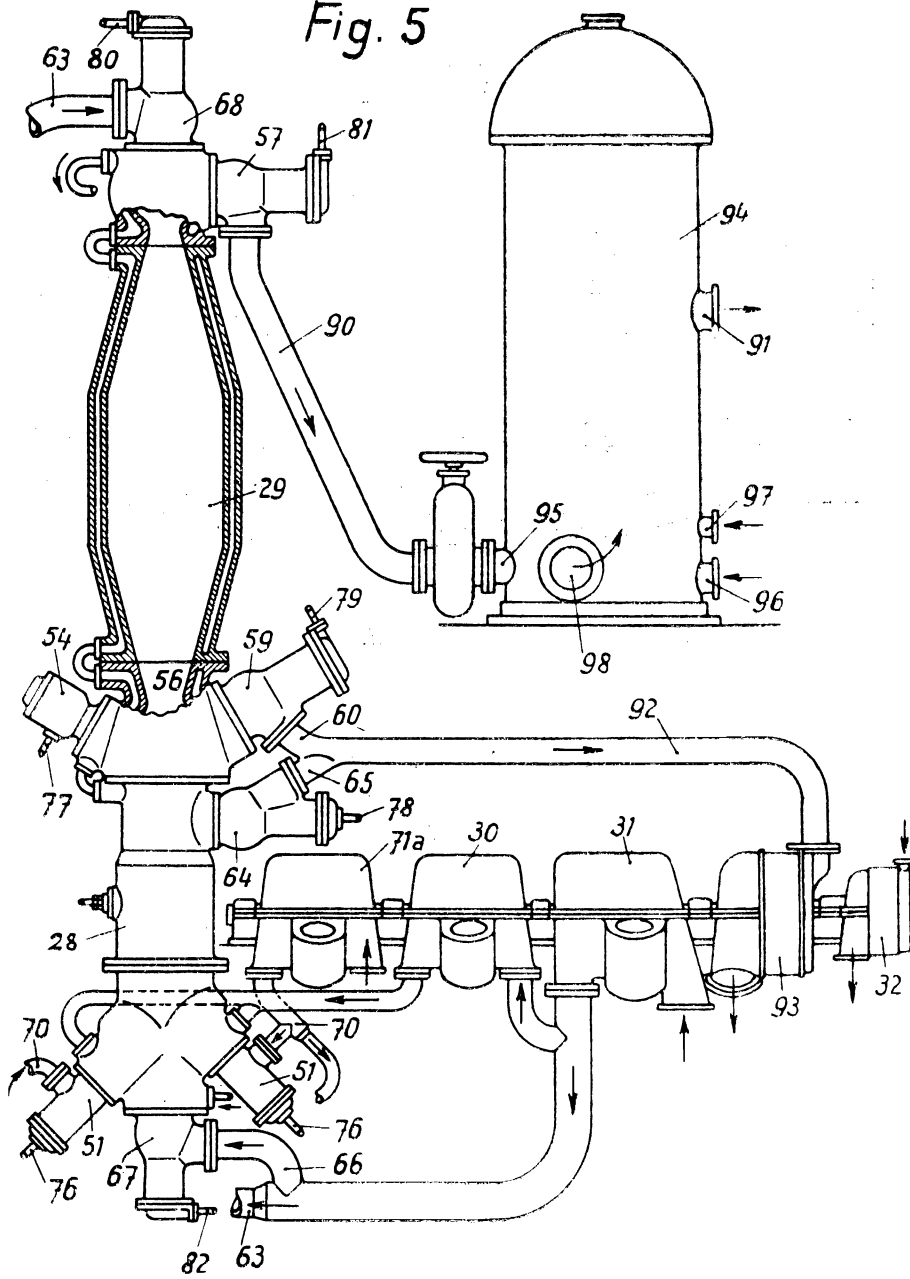


Fig. 6

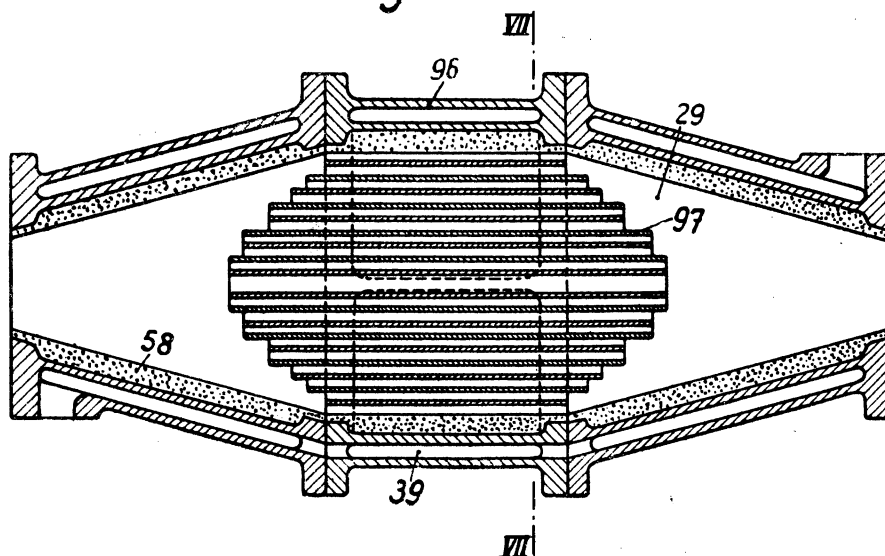


Fig. 7

