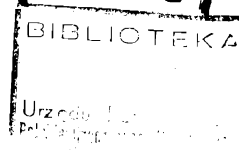


Warszawa, 13 czerwca 1939 r.

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 28283.

Kl. 17 g, 5/02.

Aktiengesellschaft für Industriegasverwertung
(Berlin - Britz, Niemcy).

Sposób uzyskiwania dowolnie wysokiej prężności gazów ciekłych o niskim punkcie wrzenia oraz urządzenie do wykonywania tego sposobu.

Patent dodatkowy do patentu Nr 27834.

Zgłoszono 24 stycznia 1936 r.

Udzielono 28 marca 1939 r.

Pierwszeństwo: 24 stycznia 1935 r. dla zastrz. 2, 6—10; 13 marca 1935 r.
dla zastrz. 1, 3—5 (Stany Zjednoczone Ameryki).

Najdłuższy czas trwania patentu do 31 grudnia 1953 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy sposobu uzyskiwania gazów o dowolnej prężności z gazów ciekłych, węglowodorów i podobnych materiałów oraz urządzeń do wykonywania tego sposobu i stanowi udoskonalenie sposobu i urządzenia opisanego w patencie Nr 27 834.

Głównym celem wynalazku według patentu Nr 27 834 jest zapobieganie stratom podczas przelewania, osiągnięcie skuteczniejszego wyzyskania i odzyskania użytej energii w urządzeniach do przelewania i

spowodowane dzięki temu powiększenie sprawności zastosowanej aparatury i oszczędniejsze zaopatrywanie w sprężone gazy.

Cel ten osiąga się w ten sposób, że gaz ciekły przelewa się kolejno przez dwa lub kilka zbiorników, włączonych między zbiornikiem zaopatrującym lub przewoźnym do gazu ciekłego i wyparnikiem, przy czym pozostałość gazu przepuszcza się w zbiorniku napełnianym przez dopływającą ciecz. Pozostałość gazu zostaje wskutek tego

częściowo skroplona z powrotem, przy czym przelewanie zawartości z jednego zbiornika do drugiego i z ostatniego zbiornika do wyparnika staje się skuteczniejsze pod działaniem dodatkowego ciśnienia, przed przelewaniem zaś zawartości ostatniego zbiornika do wyparnika następuje wyrównanie otrzymujących się w nich prężności. Dzięki powrotnemu skraplaniu wydychuje się na zewnątrz tylko małe ilości gazu, a gaz skroplony ciekły powiększa ilość przelewanej cieczy. W takim układzie zbiorników do przelewania, zwanym układem kaskadowym (patrz patent główny Nr 27 834), opróżnianie cieczy ze zbiorników, znajdujących się pod wysokim ciśnieniem, może się opóźniać, mianowicie gdy powstają ciśnienia zbliżone do ciśnienia krytycznego.

Wynalazek niniejszy ma na celu przyspieszenie przelewania gazu ciekłego o niskim punkcie wrzenia ze zbiornika układu kaskadowego, gdy ciśnienie, działające na tę ciecz, jest równe ciśnieniu krytycznemu lub to ciśnienie przekracza, w ten sposób, że przelewanie pewnej określonej ilości cieczy odbywa się w stosunkowo krótkim okresie czasu. Dalszym celem jest stosunkowo znaczne zmniejszenie całkowitej energii zawartości zbiornika pozostałej po przelewaniu przez regulowane doprowadzanie ciepła, przy czym przelany materiał zachowuje stosunkowo wielką zdolność chłodzenia.

W tym celu układ kaskadowy według wynalazku niniejszego jest zaopatrzony w urządzenie do pochłaniania ciepła, czyli grzejnik, wskutek czego energia cieplna może być regulowana tak, że powoduje przelewanie cieczy z pożądaną szybkością.

Dalej wynalazek ma na celu większe wykorzystanie działania chłodzącego lub skraplającego cieczy przepływającej przez zbiorniki do przelewania w celu zmniejszenia wewnętrznej energii przelewanej ma-

teriału, znajdującego się w fazie gazowej, która podlega usunięciu z układu.

Przez włączenie grzejnika zostaje część przelewanej cieczy ogrzana i doprowadzona do temperatury, wyższej niż temperatura krytyczna, dzięki czemu unika się stanu wrzenia cieczy, który utrudnia przelewanie.

Dalej włącza się między wyparnikami, pośrednim i końcowym, wymiennik ciepła w postaci regeneratora, połączony przełączalnie z węzownią wyparnika końcowego oraz ze zbiornikiem do przelewania i wyparnikiem pośrednim. Wymiennik ciepła może być również włączony między dwa wyporniki pośrednie i połączony przełączalnie z końcem wlotowym i wylotowym węzownicy wyparnika końcowego oraz z każdym z wyżej wymienionych wyparników pośrednich. Odmiana urządzenia według wynalazku polega na tym, że urządzenie składa się z dwóch równolegle połączonych wyparników pośrednich, łączącego się z nimi wyparnika końcowego i z wymiennika ciepła, posiadającego dwie komory, którego wylot jest połączony z węzownią wyparnika końcowego, wlot zaś — przełączalnie ze zbiornikami do przelewania i wyparnikami pośrednimi.

Rysunek przedstawia w przekroju kilka przykładów wykonania układów kaskadowych według wynalazku do wykonywania niniejszego sposobu. Fig. 1 przedstawia układ kaskadowy zbiorników, posiadający grzejnik; fig. 2 — podobne urządzenie, posiadające grzejnik, połączony ze zbiornikami końcowymi urządzenia i z przewodem odpływowym wyparnika; fig. 3 — odmianę wykonania według fig. 2; fig. 4 — drugą odmianę wykonania; fig. 5 — trzecią odmianę wykonania; fig. 6 — wykres; fig. 7 — urządzenie ze zbiornikami, połączonymi częściowo szeregowo a częściowo równolegle, a fig. 8 i 9 — odmiany wykonania urządzenia według fig. 7.

Przy przelewaniu gazu ciekłego przez szeregowo połączone zbiorniki pod ciśnie-

niem bliskim do ciśnienia krytycznego opóźnia się przepływ cieczy wskutek jej wrzenia ponieważ własny ciężar jej, powodujący przelewanie działa mniej skutecznie.

Tę wadę usuwa zastosowanie według wynalazku urządzenia grzejnego. Łączy się go z jednym ze zbiorników układu i umieszcza się tak, iż ciepło odpowiedniego czynnika grzejnego, np. wody lub powietrza, ogrzewa szybko część przelewanej cieczy do temperatury, wyższej niż temperatura krytyczna. Następuje przy tym wzrost ciśnienia, wobec czego usuwa się stan wrzenia cieczy i osiąga przelewanie materiału z pożądaną szybkością. Ponieważ gaz, pozostały po opróżnieniu, ma być z powrotem skroplony, należy wewnętrzną energię zmniejszyć stosunkowo znacznie i zachować działanie chłodzące większej części przelanej cieczy i, co jest jeszcze bardziej pożądane, wykorzystać wspomniane działanie chłodzące, np. gdy przelany materiał ma w napełnionym zbiorniku pozostać w fazie ciekłej lub gdy działanie chłodzące ma służyć do chłodzenia części gazu.

Osiąganie małej całkowitej energii wewnętrznej pozostałości gazowych jest w danym przypadku rzeczą ważną. Prężność pozostałości gazowej w zbiorniku po jego opróżnieniu praktycznie nie zmienia się bez względu na temperaturę pozostałości gazowych, wskutek czego, gdy temperatura ta jest niska, gęstość jest większa i na odwrót.

Najlepsze do tego celu jest urządzenie grzejne, posiadające ogniwo, pochłaniające ciepło, które jest połączone ze zbiornikiem, z którego materiał zostaje wylewany w miejscach nad i pod zwykłym poziomem cieczy, wskutek czego materiał dopływający do urządzenia grzejnego zostaje szybko ogrzany, następuje tworzenie się fazy gazowej o dość wysokiej prężności, wobec czego wywiera się ciśnienie na ciecz, którą wytłacza się.

Na fig. 1 cyfra 10 oznacza pośredni zbiornik przelewowy układu kaskadowego, posiadający przewód wlotowy 11, do dopływu gazu o niskim punkcie wrzenia w fazie ciekłej, np. ciekłego tlenu, ze zbiornika zaopatrującego, znajdującego się pod stosunkowo niskim ciśnieniem.

Zbiornik posiada przewód 12 do odprowadzania gazu, którego koniec znajduje się w górnej ścianie zbiornika, od dna zaś zbiornika jest odprowadzony przewód 13 do odpływu cieczy do drugiego zbiornika 14, do którego przewód ten jest wprowadzony z góry. Zbiornik ten przedstawia w danym przykładzie ostatni zbiornik pośredni do przelewania, z którego materiał zostaje przelewany do zbiorników o większym ciśnieniu. Zbiornik 14 jest połączony ze zbiornikiem 10 przewodem 15 do odprowadzania gazu ze zbiornika 14. Zbiornik 14 posiada przewód 16 z zaworem 16a do odprowadzania cieczy. Przewód ten jest połączony z odpowiednim zbiornikiem odbiorczym lub też z takim zbiornikiem i wyparnikiem. Wyparnik nadający się do wyższego ciśnienia jest oznaczony cyfrą 18. Z wyparnika przepływa materiał w fazie gazowej przewodem rurowym 19 do zbiornika na gaz lub do aparatu, zużywającego gaz. Dopływ cieczy wyparowywanej reguluje się za pomocą zaworu 17.

Zbiornik odbiorczy, który może być stosowany razem z opisanym urządzeniem do wysokiej prężności i który jest wykonany tak, że może być uruchomiony przy stosunkowo niskich lub pośrednich prężnościach, jest oznaczony cyfrą 18'. Dopływ materiału ciekłego reguluje się za pomocą zaworu 17', włączonego w przewód 16', odgałęziony od przewodu 16. Zbiornik 18' posiada przewód 19' do odpływu gazu i przewód 19'' do odpływu cieczy.

Zbiorniki 10 i 14, przez które przepływa ciecz, są wykonane tak, że zachowują zimno zawarte w cieczy i są w tym celu zaopatrzone w otuliny, zapobiegające sku-

tecnie przenoszeniu ciepła na ciecz podczas przelewania. Do tego celu mogą być stosowane różne urządzenia, np. płaszcz otulający, jak to uwidoczniło na fig. 1. Wewnątrz zbiorniki mogą być zaopatrzone we wkładki o cienkich ściankach, jak np. zbiornik 14. Oczywiście przewody są również otulone. Otulenie to nie jest uwidocznione na rysunku.

Aby do zbiornika odbiorczego materiał ciekły dopływał z pożądaną szybkością, jest w myśl wynalazku ze zbiornikiem 14 połączone urządzenie do ogrzewania do odpowiedniego stopnia części materiału znajdującego się w tym zbiorniku, w celu szybkiego podniesienia prężności. W ten sposób spowodowane ogrzanie doprowadza stosunkowo małą ilość ciepła do przelewającego materiału, ogrzewa jednak część tego materiału do takiej temperatury, że całkowita energia wewnętrzna pozostałości gazowej w zbiorniku 14 nadaje prężność tej pozostałości. Zastosowane urządzenie grzejne składa się z ogniwa 20 przejmującego ciepło, które znajduje się w kąpielii wodnej 21, najkorzystniej o dużej powierzchni grzejnej. Ogniwo 20 składa się z większej liczby rur, połączonych górną komorą 23 i dolną 22. Dolna komora 22 jest połączona przewodem 16, idącym ze zbiornika 14, w celu osiągnięcia możliwie łatwego połączenia z tym zbiornikiem. Górna komora 23 jest w podobny sposób połączona z górną częścią zbiornika 14 przewodem 24, zaopatrzonym w zawór 24a. Przepływ cieczy ze zbiornika 14 do ogniwa 20 jest regulowany za pomocą zaworów 16a i 24a. Ogniwo 20 jest względem zbiornika 14 umieszczone tak, że przepływ cieczy odbywa się na zasadzie termosyfonu.

Przewód gazowy 15 jest połączony z przewodem gazowym 25, połączonym z przewodem odpływowym 19. Przewód ten jest więc połączony z górną częścią zbiornika 14 i z urządzeniem odbiorczym o wysokiej prężności, a przepływ do niego jest

regulowany zaworem 25a. Przewód 25 służy do zmniejszania prężności w zbiorniku 14 oraz początkowego podwyższania prężności w tym zbiorniku w celu umożliwienia dopływu do wyparnika 18, gdy zawór 16a jest otwarty. Jeżeli np. w zbiorniku 14 powstanie niedopuszczalna prężność, wyższa niż prężność w przewodzie 16, otwiera się zawór 25a, w celu umożliwienia przepływu materiału w fazie gazowej, który może być użyty przy uruchamianiu urządzenia.

W zbiorniku 10 jest umieszczony rozdzielacz 26 do dowolnego doprowadzania ogrzanego gazu ze zbiornika 14. Doprowadzanie odbywa się przewodem 27, odgałęzionym od przewodu 25 i zaopatrzonym w zawór 27a do regulowania przepływu.

Urządzenie uwidocznione na fig. 1 działa w sposób następujący. Ciekły gaz ze zbiornika o niskiej prężności, np. z zaopatrującego zbiornika stałego lub ruchomego, doprowadza się w określonej ilości do zbiornika 10 przewodem 11, przy czym przewód 12 jest podczas napełniania otwarty. Doprowadzenie tylko określonej ilości jest zapewnione w ten sposób, że zbiornik 10 posiada odpowiedni miernik. W tym celu przewód 12 jest wprowadzony do zbiornika 10 tak, że zostaje zamknięty przez ciecz, gdy do zbiornika zostanie doprowadzona odpowiednia ilość cieczy.

W celu dokonywania przelewania cieczy ze zbiornika 10 do zbiornika 14 otwiera się zawór 27a bez względu na wysokość ciśnienia w zbiorniku 14, aby przez skroplenie gazu, powstałego w zbiorniku 14, w cieczy w zbiorniku 10 wyrównać ciśnienia, po czym otwiera się zawory 13a i 15a. Umożliwia to przelanie się cieczy ze zbiornika 10 przewodem 13 i wytłoczenie gazu ze zbiornika 14 do zbiornika 10 przewodem 15. Po ukończeniu przelewania zamyka się wyżej wymienione zawory.

W danym przypadku jest pożądanie, aby wewnętrzna energia gazu była znacznie

mniejsza, niż energia nowego ładunku cieczy, wprowadzonej do wymiennika ciepła. Osiąga się powyższe za pomocą urządzeń do usuwania materiału gazowego z końcowego zbiornika w ten sposób, że dzięki odpowiednio wysokiej temperaturze zostaje ogrzana tylko taka ilość materiału, która jest potrzebna do wytlóczenia pożądanej ilości pozostałości gazowej. Przez ogrzanie takiej ilości do wspomnianej temperatury całkowita energia wewnętrzna tejże może być dowolnie mała.

Przelewanie do odbiornika, np. do wyparnika 18, odbywa się w ten sposób, że najpierw przez otwarcie na chwilę zaworu 25a, wyrównuje się prężność w zbiorniku 14 i wężownicy wyparnika 18, po czym otwiera się zawory 24a i 16a, a następnie zawór 17, regulujący dopływ do odbiornika. Po otwarciu zaworu 25a prężność w zbiorniku 14 wzrośnie ponad prężność krytyczną, i będzie się równała prężności w wężownicy wyparnika 18, a po otwarciu zaworów 16a i 24a prężność w zbiorniku 14 wzrośnie jeszcze wyżej pod działaniem ogrzewania ogniwa 20.

Ciecz wylewa się przez zawór 17 do wyparnika wskutek wyżej wymienionej różnicy prężności. Zbiornik 14 i ogniwo 20 pozostają wskutek połączenia pod jednakowym ciśnieniem sprężonych gazów, a opróżnianie odbywa się tak długo, aż energia cieplna, doprowadzona do ogniwa 20 spowoduje rozszerzenie zawartego w niej materiału, wskutek czego zostaje wytworzone dostateczne ciśnienie w celu utrzymania w zbiorniku 14 ciśnienia większego niż w wężownicy wyparnika 18.

Ciśnienie początkowe może być, zależnie od ciśnienia odbierania, wyższe lub niższe niż ciśnienie krytyczne. Wzrost ciśnienia, spowodowany działaniem grzejnika, zależny jest od szybkości przepływu w przewodzie odpływowym zbiornika 14 do odbiornika. Grzejnik powoduje różnicę ciśnienia względem ciśnienia odbierania,

która nie powinna ulegać wielkim wahaniom.

Gdy ciśnienie w zbiorniku 14 pod działaniem ogrzewania ogniwa 20 osiągnie nadmierną wysokość przed otwarciem zaworu 17, nadmiar ciśnienia w zbiorniku może obniżyć się przez ponowne otwarcie zaworu 25a w przewodzie 19.

Gdy do zbiornika 18' przelewa się materiał, w którym on ma być nagromadzony w fazie ciekłej, w celu późniejszego zgazowania, utrzymuje się potencjał chłodzący, zawarty w wylewanej cieczy, w ten sposób, że praktycznie ogrzewa się tylko tyle gazu, ile jest konieczne do wytworzenia ciśnienia, które powinno być wyższe, niż ciśnienie w odbiorniku.

Na fig. 2 jest przedstawione urządzenie, w którym połączenie grzejnika z końcowym zbiornikiem każdego szeregu wykonane jest w taki sposób, że zupełnie jest niezależny od przewodów do opróżniania. W pierwszym szeregu jest zastosowany zbiornik 40 z przewodem dopływowym 41 do napełniania ze zbiornika zaopatrującego o niskiej prężności. Dalej uwidoczniono przewód 42, służący do odprowadzania gazu, i przewód wypływowy 43 do cieczy, która wskutek swego ciężaru przepływa do zbiornika 44. Oprócz tego zastosowany jest przewód 45, przeprowadzony od górnej części zbiornika 44 do górnej części zbiornika 40, służący do usuwania gazu ze zbiornika 44, gdy ciecz dopływa ze zbiornika 40. Od zbiornika 44 przeprowadzony jest przewód odpływowy 46, łączący się z przewodem 47, doprowadzonym do wyparnika 48, z którym łączy się przewód odbiorczy 49, doprowadzony do miejsca zużycia gazu względnie do odbiorczego zbiornika zapasowego.

W drugim szeregu równoległym do pierwszego znajduje się zbiornik 50, zaopatrzony w przewód dopływowy 51, przewód 52 do odprowadzania gazu oraz przewód odpływowy 53 połączony ze zbiornikiem 54, przy czym zbiornik 54 jest włączony rów-

nolegle do zbiornika 44. Przewód 55 łączy górną część zbiornika 54 z górną częścią zbiornika 50, a od dna zbiornika 54 jest odprowadzony przewód 56, łączący się z przewodem 47.

Układ szeregowo równoległy urządzenia posiada grzejnik, służący do przyspieszania opróżniania zbiorników 44 i 54 do wyparnika 48. W ten sposób koszty budowy urządzenia o układzie szeregowo równoległym stają się stosunkowo niskie. Grzejnik posiada przejmujące ciepło ogniwo 60, umieszczone w komorze grzejnej 61 i składające się z rur połączonych u góry i dołu dwoma komorami 62, 63. Czynnik grzejny dopływa przewodem 58, odpływa zaś przewodem 59. Dolna komora 62 ogniwa 60 jest połączona przewodem 66 z dolną częścią zbiornika 44, przy czym przewód 66 jest niezależny od przewodu 46, za pomocą zaś podobnego przewodu 66' komora ta jest połączona z dolną częścią zbiornika 54. Układ ten można uprościć stosując wspólny przewód 57, łączący dolną komorę 62 z przewodami 66, 66'. Górna komora 63 jest połączona przewodem 64 z przewodami 65, 65', które z kolei łączą się z przewodami 45, 55 do odprowadzania gazów.

Przewody 65 i 65' są rozmieszczone tak, że są połączone z przestrzenią gazową zbiorników 44 i 54. Ze względu na to w przewodach 45, 55 znajdują się zawory 45a, 55a umieszczone nad miejscami połączenia rur 65, 65' z przewodami 45, 55. W przewodach 43, 53 znajdują się zawory 43a, 53a. Tak samo w przewodach 46 i 56 znajdują się zawory 46a, 56a. Do regulowania dopływu materiału do grzejnika znajduje się w przewodzie 66 zawór 66a, w przewodzie 66' zaś — zawór 66b. Przewód 68 posiada odgałęzienia 65, 65' i jest połączony za pomocą zaworu zwrotnego 69 z przewodem 49.

W celu osiągnięcia na przemian wyrównywania prężności w równolegle rozmieszczonych zbiornikach, zastosowany jest

przewód 70 z zaworem 70a, który łączy przestrzeń do cieczy zbiorników 44, 54, oraz przewód 71 z zaworem 71a, łączący rozdzielacze 72, 72' w dolnych częściach zbiorników 40, 50.

Sposób działania w tym układzie zbiorników do przelewania 40, 44 i 50, 54, opróżnianych do wyparnika 48, jest podobny do działania urządzenia według fig. 1, z tą różnicą, że równoległy układ powoduje dodatkowe wyrównywanie prężności i umożliwia pracę w sposób ciągły, to znaczy, gdy zbiornik 44 opróżnia się do wyparnika 48, to zbiornik 54 napełnia się ze zbiornika 50. Gdy zbiornik 40 opróżnia się do zbiornika 44, zbiornik 50 napełnia się przewodem 51, a zbiornik 54 opróżnia się do wyparnika 48, po czym zostaje napełniony wysoko sprężonym gazem. Między tymi przebiegami napełniania i opróżniania powoduje się za pomocą zaworów 70a, 71a na przemian wyrównywanie prężności.

Celem opróżnienia zbiornika 44 otwiera się zawór 70a przewodu 70, wskutek czego następuje wyrównanie prężności ze zbiornikiem. Gaz przepływa ze zbiornika 54 przez ciecz w zbiorniku 44, po czym zamyka się zawór 70a i otwiera zawór 46a, w celu wyrównania prężności w zbiorniku 44 i w wyparniku 48. Następnie otwiera się zawory 66a, 65a przewodów, łączących grzejnik ze zbiornikiem 44, wobec czego prężność w zbiorniku tym wzrasta i znajdująca tam ciecz przelewa się do wyparnika 48. Po zupełnym opróżnieniu zbiornika 44 zamyka się zawory 66a, 65a razem z zaworem 46a, a wyrównanie prężności z wyparnikiem 48 i opróżnienie do tego wyparnika za pomocą grzejnika odbywa się wtedy w stosunku do zbiornika 54. Jak z tego wynika, grzejnik działa w sposób nieprzerwany, wytwarzając na przemian sprężony gaz w zbiornikach 44 i 45. W układach posiadających trzy lub większą liczbę równolegle połączonych zbiorników okres czasu między po sobie następującymi okresami opróżniania

zostaje jeszcze bardziej skrócony. W razie nadmiernego wzrostu prężności w zbiorniku 44 lub 54 podczas połączenia z grzejnikiem następuje otwarcie przewodu 68 za pomocą samoczynnego zaworu 69, przez który gaz uchodzi.

Z powyższego wynika, że przez odpowiednie dobranie czasu trwania otwierania i zamykania zaworów można praktycznie osiągnąć nieprzerwane działanie i że gazy ciekłe, jak np. tlen, azot i inne, dopływające ze zbiornika zaopatrującego o niskiej prężności, np. ze zbiornika przewozowego, mogą być przelewane w ilościach z góry określonych po kolei do jednego i drugiego zbiornika 40, 50, a z nich na przemian do końcowych zbiorników 44, 54, których opróżnianie odbywa się na przemian do wyparnika 48.

Na fig. 3 cyfra 10 oznacza otulony zbiornik układu kaskadowego, do którego doprowadza się gaz ciekły ze zbiornika zaopatrującego o niskiej prężności, np. zbiornika przewozowego, służącego do przewozu gazu ciekłego, np. ciekłego tlenu. Odmierzoną ilość cieczy doprowadza się przewodem 11, przy czym zbiornik jest połączony przewodem 12 z powietrzem otaczającym lub odbiornikiem o niskiej prężności. Od dna zbiornika 10 jest odprowadzony przewód 13, umożliwiający przelewanie zawartości do następnego zbiornika do przelewania 73 o prężności wyższej.

Zbiornik 73 stanowi wyparnik do wytwarzania gazów o wysokiej prężności, opisany w patencie niemieckim Nr 501 064. Jest on zaopatrzony w przewód 74 do odprowadzania gazu ciekłego, w zawór regulujący 75 i łączący się z zimnym końcem regeneratora 76, od którego ciepłego końca przeprowadzony jest przewód 77 do wyparnika, który w tym przypadku jest wykonany w postaci węzownicy 78, ogrzewanej za pomocą czynnika grzejnego, przepływającego przez komorę 79. Węzownica 78 jest połączona z przewodem wysokoprężnym

80, doprowadzonym do miejsca zużycia lub do odbiornika gazu.

Regenerator 76 może być dowolnego rodzaju, np. taki, w którym gaz i ciecz przepływa wspólnie, lub taki, przez który najpierw przepływa ciecz, a potem gaz w ten sposób, iż gaz odbiera zimno, jakie otrzymuje regenerator od przepływającej przezeń cieczy. W niniejszym przykładzie wykonania regenerator 76 posiada ciało, akumulujące ciepło, w postaci wkładki 81 z materiału porowatego, posiadającego stosunkowo dużą zdolność akumulowania ciepła, przy czym jest on wykonany tak, że posiada wielką powierzchnię do wymiany ciepła i umożliwia przepływ bez przeszkód.

Gaz, odbierający zimno, oddane przez ciecz, przepływającą przez regenerator 76, może być odprowadzany w dowolnym miejscu układu i być np. gazem pozostawionym w wyparniku 73, który przepływa w zetknięciu z cieczą znajdującą się w zbiorniku 10, aby przed dopływem cieczy ze zbiornika 10 do zbiornika wyparnika 73 wyrównać prężności w tych zbiornikach. W tym celu od przewodu 74 odgałęziony jest przewód 82 z zaworem 82' i połączony z ciepłym końcem regeneratora 76, aby gaz mógł przepływać przez wkładkę 81. Od zimnego końca regeneratora 76 idzie przewód z zaworem 83' do rozdzielacza 84, umieszczonego blisko dna zbiornika 10. Pozostałe połączenia rurowe są regulowane zaworami 11', 12'', 13'.

Przy przebiegu w układzie kaskadowym podczas przelewania gazu ciekłego, np. ciekłego tlenu, ze zbiornika zaopatrującego do odbiornika o wysokiej prężności lub do wyparnika przelewa się najpierw ciecz ze zbiornika zaopatrującego do zbiornika 10, w którym następuje wyrównanie prężności z wyparnikiem 73, po czym następuje przelewanie się cieczy do tego wyparnika 73, który jest wyparnikiem pośrednim. Wskutek dopływu ciepła z płasz-

cza grzejnego wyparnika 73 następuje dalszy wzrost ciśnienia i ciecz przez otwarcie zaworów 75 i 77', wypływając całkowicie, zostaje doprowadzona przez regenerator 76 do wyparnika końcowego 78. Podczas odprowadzania cieczy z wyparnika 73 wkładka 81 jest chłodzona odprowadzaną cieczą. Po opróżnieniu wyparnika 73 następuje, przed doprowadzeniem do niego dalszego ładunku cieczy ze zbiornika 10, wyrównanie prężności gazu w tych zbiornikach, połączone ze skropleniem gazu, pozostałego w wyparniku 73. Celem osiągnięcia tego, otwiera się zawory 82' i 83' po czym przeprowadza się gaz pod wysokim ciśnieniem przez wkładkę 81 do zbiornika 10 aż do wyrównania prężności. Odprowadzany w ten sposób gaz, posiadający początkowo stosunkowo wysoką prężność, zostaje chłodzony wkładką 81. Wskutek tego chłodzenia zostaje skroplona w zbiorniku 10 większa ilość gazu niż zwykle i prężność wyrównawcza gazu obniża się. Podczas tego ciepło gazu przenosi się na wkładkę 81 i zostaje pochłonięte cieczą, przepływającą przez regenerator 76 do wyparnika 78 podczas następnego przebiegu.

Ponieważ ostatnia część gazu, wytłaczanego przez rozszerzenie, wskutek doprowadzania ciepła jest stosunkowo gorąca, należy ją przeto odprowadzić z wyłączeniem regeneratora. Gdy temperatura gazu, przepływającego przez przewody 74, 83 i 77, osiągnie taką wysokość, że zaczyna przenosić za dużo ciepła na regenerator, otwiera się zawór 82 i zamyka zawór 75, wskutek czego reszta gazu usuwa się przewodami 74, 82, 77. Działanie chłodzące wypływającego materiału ciekłego zostaje zatem zachowane, w celu chłodzenia fazy gazowej, pozostającej w wyparniku pośrednim, gdy prężności w zbiornikach zostały wyrównane.

W układzie według fig. 4 znajdują się dwa wyparniki pośrednie 85, 86, połączone

równolegle aby je można na przemian napełniać i opróżniać. Można zastosować oczywiście dwa, trzy lub większą liczbę równolegle połączonych wyparników. Wyparniki są zaopatrzone w otwory do napełniania, zamknięte zwykle korkami 87, 87', oraz w rury 88, 88', łączące je z powietrzem otaczającym, których końce znajdują się na odpowiedniej wysokości napełniania wyparników i są zaopatrzone w zawory 89, 89', i w przyrządy do zmiany prężności i manometry 90. Od dna wkładki wyparnika są odprowadzone przewody odpływowe 91, 91', połączone z przewodem 92. Odpływ przez przewody te reguluje się zaworami 93, 93'. Przewód 84 odprowadza gaz z obydwóch wyparników przez oddzielny kanał 95 regeneratora, a stąd do wyparnika 97, posiadającego przewód wylotowy 98. Regenerator 96 dowolnego rodzaju posiada w tym przypadku kilka kanałów. Kanały 99, 99' są przeznaczone do dwóch strumieni z powrotem przepływającego gazu przy czym są oddzielone od środkowego kanału 95 przegrodami metalowymi 100, o pożądanej pojemności ciepła. Pojemność tę osiąga się przez stosunkowo dużą grubość przegród 100. Gaz uchodzący w dół przepływa przez środkowy kanał 95, podczas gdy pozostały gaz chłodzący przepływa w górę kanałami 99, 99'. Pozostałość gazowa przepływa ze zbiorników 85, 86 do dowolnego końca kanałów 99, 99' przewodami 101, 101', których przepływ regulują zawory 102, 102' i które są połączone z przewodami 91, 91'. Górne końce kanałów 99, 99' są połączone z przewodem 92 za pomocą przewodu 103, zaopatrzonego w zawór 103'. Celem umożliwienia odprowadzania pozostałości ze zbiorników 85, 86 do odbiorników gazu, znajdujących się pod odpowiednim ciśnieniem, lecz których temperatura jest za wysoka, aby umożliwić odbiór ciepła z regeneratora, zastosowany jest przewód okrężny 104 z zaworem 104',

prowadzący od przewodu 92 do odpowiedniego miejsca w przewodzie odbiorczym.

Przy uruchomieniu tego urządzenia zaopatruje się wyparnik w ładunek cieczy po uprzednim usunięciu korka, zakłada szczelnie rurę dopływową i łączy się wyparnik z powietrzem otaczającym, otwierając zawór 89. Gdy zbiornik 85 jest napełniony, przeprowadza się gaz, pozostały w wyparniku 86, otwierając zawory 102', 103' i 93, do wyparnika 85. Gaz, przepływający przewodami 91', 101', 99, 103, 92 i 91, zostaje ochłodzony przez oddawanie ciepła przegrodom 100, zanim zostanie częściowo skroplony w cieczy, znajdującej się w wyparniku 85. Po wyrównaniu prężności i zamknięciu zaworów 102', 103' następuje otwarcie zaworu 94' i opróżnienie gazu z wyparnika pośredniego 85 przez środkowy kanał 95 do wyparnika końcowego 97.

Gdy do gazu, znajdującego się w wyparnika 85, dopływa ciepło z czynnika grzejjego wskutek stykania się gazu z zewnętrzną ścianą, wówczas ciśnienie wzrasta tak, iż przekracza ciśnienie w wyparniku 97, a poprzednio wytłoczona ciecz jest stosunkowo chłodna, lecz jej temperatura wzrasta stopniowo w takim stopniu, w jakim postępuje opróżnianie. Gaz, przepływający przez środkowy kanał 95, odbiera ciepło ze ścianek 100 i odprowadza je z układu na zewnątrz. Gdy uchodzący gaz jest zbyt gorący, można go wówczas przepuszczać przez przewód okrężny 104. W takim przewodzie są umieszczone zawory kontrolne, w celu zapewnienia przepływu w jednym i tym samym kierunku w przypadku wadliwego działania jednego z zaworów regulujących.

W układzie, posiadającym częściowo szeregowo a częściowo równolegle połączone pośrednie zbiorniki do przelewania według fig. 5, odbywa się odbieranie materiału gazowego na przemian z obydwóch zbiorników końcowych 105, 105', stanowiących

wyparniki pośrednie i umieszczonych szeregowo, w celu odbierania ładunków cieczy z pośrednich zbiorników do przelewania 106, 106'. Zbiorniki 106, 106' są połączone równolegle i zaopatrzone w cienkościenne wkładki 107, 107', podparte za pomocą złych przewodników ciepła na zewnętrznych ściankach zbiorników. Osiąga się to różnymi sposobami, np. przez włączenie cienkich podpórek metalowych, źle przewodzących ciepło. Zbiorniki 106, 106' są wraz z ich wkładkami umieszczone tak względem siebie, że mogą być napełnione cieczą poprzez przewody 108, 108', i są połączone z otaczającym powietrzem przewodami 109, 109'. Przewód 108 jest zaopatrzony w zawór 108a, przewód 108' zaś — w zawór 108b. W przewodach 109, 109' znajdują się zawory 109a, 109b.

Zbiorniki 106, 106' są rozmieszczone tak, iż mogą być opróżniane do wyparników 105, 105'. Każdy wyparnik składa się ze zbiornika 110, 110', cienkościennej wkładki 111 i zewnętrznego zbiornika 112 do kąpieli wodnej. Przewody 113, 113' są przeprowadzone od górnych części zbiorników 106, 106' do górnych części wyparników 105, 105', przy czym przewody te są zaopatrzone w zawory 113a i 113b. Przewody 114, 114' łączą dna wkładek 111, 111' wyparników poprzez zawory 114a, 114b. Wspólny przewód zbiorczy 115 jest połączony z przewodami 114, 114' poniżej zaworów 114a, 114b, przy czym posiada wspólny przewód odpływowy 116, połączony z węzownicą 117 wyparnika końcowego, ogrzewaną np. w kąpieli wodnej 118. Przepływ przez części przewodu zbiorczego 115, stanowiące połączenie między przewodami 114, 114' i 116, jest regulowany zaworami 115a, 115b. Zawory te są umieszczone tak, że umożliwiają przepływ z jednego wyparnika do przewodu 116, zapobiegając przepływowi w kierunku odwrotnym, gdy prężność w wyparnikach przekracza prężność w przewodzie 116.

Z przewodem 116 jest połączony kanał 119 regeneratora 120. Regenerator ten posiada drugi kanał 121, oddzielony od pierwszego za pomocą zasobnika ciepła lub ścianki 122. Przewód jest zaopatrzony w zawór 116a, regulujący przepływ przez przewód 116 między przewodem zbiorczym 115 i kanałem 119. W celu wywołania przepływu i w kierunku odwrotnym materiału gazowego w kanale 121 posiada przewód 115 odgałęzienie 123, wskutek czego gaz przepływa z przewodu 115 do ciepłego końca kanału 121. Od zimnego końca tego kanału jest odprowadzony przewód 124 do przewodu poprzecznego 125, łączącego przewód 124 z przewodami 114, 114'. Przewód 125 jest zaopatrzony w zawory 125a, 125b.

Zmienne wyrównywanie prężności gazu w zbiornikach 106, 106' osiąga się za pomocą przewodu 126 poprzez zawór 126a, współdziałający z rozdzielaczami 127, 127'. Przewidziany jest również przewód okrężny 128, umożliwiający odpływ odciażający przez przewód 123. Przewód ten może być połączony z przewodem odprowadzającym w odpowiednim miejscu, w tym przypadku z częścią 116' przewodu 116, doprowadzonego do wlotu węzownicy wyparnika 117, w celu odprowadzania gazu z regeneratora, gdy gaz, odbierany z wyparników, jest zbyt gorący.

Sposób działania opisanych zbiorników jest następujący. Zawory 109a, 108a są na początku otwarte. W ten sposób zbiornik 106 zostaje dla pierwszego obiegu roboczego przygotowany i ciecz dopływa ze zbiornika zaopatrującego, podczas gdy gaz znajdujący się w zbiorniku 106, wytłacza się przewodem wylotowym 108. Po dostatecznym napełnieniu zbiornika 106 zamyka się zawory 108a, 109a. Prężność gazu w zbiornikach 106, 106' wyrównuje się przez otwarcie zaworu 126a w przewodzie 126. Większa część gazu, zawartego w zbiorniku 106' posiadająca wyższą prężność niż pręż-

ność w zbiorniku 106, przepływa przewodem 126 do zbiornika 106 wznosząc się poprzez ciecz w górę. Ponieważ ciecz została doprowadzona do zbiornika 106 przy niższej prężności niż prężność w zbiorniku 106', temperatura skraplania gazu jest wyższa niż temperatura cieczy, wskutek czego następuje wymiana ciepła z częściowym skraplaniem gazu. Po zamknięciu zaworu 126a otwiera się zawór 114a. Znajdujący się w wyparniku 105 gaz o większej prężności przepływa w górę przewodem 114 do zbiornika 106 poprzez zawartą w nim ciecz aż do wyrównania ciśnień, po czym ze zbiornika 106 przepływa tym samym przewodem do wyparnika 105. Szybkie przelanie cieczy ze zbiornika 106 do wyparnika 105 następuje przez otwarcie zaworu 113a, przy czym gaz, pozostający w wyparniku, zostaje wytłoczony w górę przewodem 113. Podczas opróżniania zbiornika 106 odbywa się napełnianie zbiornika 106', tak iż zbiornik ten po ukończeniu opróżniania zbiornika 106 jest przygotowany do przelewania cieczy do wyparnika 105'.

Po ukończeniu wymiany gazu i cieczy między zbiornikiem 106 i wyparnikiem 105 następuje wyrównanie między wyparnikami 105, 105', zanim zawartość wyparnika 105 zostanie przelana do węzownicy 117. Gaz o wyższej prężności, niż prężności w wyparniku 105, przepływa z wyparnika 105' przewodem 114, 115, 123 do kanału 121 regeneratora oraz przewodami 124, 125, 114 do wyparnika 105, wskutek czego powstaje wzrost temperatury i punktu wrzenia cieczy w wyparnikach i częściowe skroplenie gazu. Z gazu zostaje przeniesione ciepło na zasobnik 122 w regeneratorze, który przy poprzednim opróżnianiu został ochłodzony. Takie odprowadzanie ciepła umożliwia osiągnięcie niższej prężności wyrównującej; skoro osiągnięte są pożądane wyrównanie, zamyka się zawór 125a. Podgrzewanie wyparnika 105 osiąga się za pomocą ciepła przenoszonego do niego z

kąpieli 112, powodując ogrzanie cieczy, znajdującej się wewnątrz wkładki 111, co powoduje rozszerzenie tejże i przelewanie się cieczy przez otwory 111a, rozmieszczone dookoła górnej części wkładki 111, w celu utworzenia połączenia z przestrzenią między wkładką i zbiornikiem, wytrzymałym na wysokie ciśnienie.

Gdy prężność w wyparniku 105 przekroczy prężność w odbiorniku, przyłączonym do końca wylotowego węzownicy wyparnika końcowego 117, otwiera się zawór 116a, po czym następuje przepływ cieczy z wkładki wyparnika 105, przez przewody 114, 115, 116, kanał 119 regeneratora i węzownicę wyparnika 117. Wypływający początkowo materiał zawiera pewną ilość użytecznego potencjału chłodzącego, oddawanego zasobnikowi. Po ukończeniu opróżniania wyparnika z cieczy następuje normalnie napełnienie go cieczą ze zbiornika 106'. Skoro więc ustanie przepływ z wyparnika 105, zamyka się zawory 116a, 114b i 113b, a otwiera zawór 125b. Gdy natomiast ciecz, dopływająca z wyparnika jest zbyt gorąca, a w dalszym ciągu zimno ma być oddawane regeneratorowi, zamyka się zawór 116a i otwiera zawór 128, a odprowadzanie kończy się omijając regenerator. Gdy większa liczba wyparników zostaje w ten sposób na przemian równolegle uruchomiana i opróżniana przez jeden jedyny regenerator, to wynika z tego, że odbywający się przezeń przepływ jest nieprzerwany.

Na fig. 7 uwidoczniiony jest układ składający się z czterech pośrednich zbiorników przelewowych, umieszczonych w dwóch równoległych grupach, z których każda składa się z dwóch szeregowo połączonych zbiorników, wskutek czego opróżnianie kolejnych ładunków materiału lotnego odbywa się na przemian z końcowego zbiornika każdego szeregu. Każda grupa składa się z pierwszego zbiornika 129, 129', z których każdy posiada przewód dopływo-

wy 130, 130', przewód odlotowy 131, 131' oraz przewód odpływowy 132, 132'. Przewody 132, 132' przeprowadzają ciecz do zbiorników 133, 133', znajdujących się jeden obok drugiego. Przewody 134, 134' służą do przyspieszania przelewania ze zbiornika górnego do dolnego. Zbiorniki dolne są zaopatrzone we wkładki, zabezpieczające ciecz od zewnętrznego ciepła. Dna zbiorników dolnych są połączone z przewodami 135, 135', łączącymi się z przewodem 136, połączonym z jedną komorą regeneratora 137, która jest połączona z wyparnikiem 138, zaopatrzonym w przewód odbiorczy 139.

Regenerator 137 jest podzielony na komory 140, 141, rozdzielone pochłaniającą ciepło ścianą 142. Wlot komory 140 jest połączony z przewodem 136, wylot zaś z przewodem prowadzącym do wyparnika. Z drugą komorą 141 jest połączony przewód 143, łączący się z przewodem 144, połączonym z przestrzenią gazową zbiornika 133. Z przewodem 143 połączony jest przewód 144', który łączy się z przestrzenią gazową zbiornika 133'. W przewodach 144, 144' znajdują się zawory 144a, 144b. Wylot komory jest połączony z przewodami 145, 145', połączonymi z rozdzielaczami 146, 146' w zbiornikach 143, 143'. W przewodach 145, 145' znajdują się zawory zwrotne 147, 147', zapobiegające przepływowi cieczy przez przewody 145, 145' do komory 141 pod działaniem ciśnienia w zbiornikach 133, 133'.

Podczas gdy schematycznie uwidoczniiony regenerator 137 składa się z dwóch komór, przedzielonych grubą ścianą z materiału akumulującego ciepło, może być w praktyce stosowany regenerator dla gazów dowolnego rodzaju. Najlepszym regeneratorem do przelewania ciekłego tlenu jest regenerator, posiadający wiązkę rur miedzianych o grubych ściankach i małej średnicy, połączonych na końcach z komorami do gazu ciekłego, przy czym wiązką rur

jest otoczona płaszczem w celu utworzenia komory do chłodzonego gazu. Przy budowie urządzenia uwzględniono także temperaturę i działanie ciśnienia, jak również umożliwiono skuteczną wymianę ciepła i dostateczne gromadzenie ciepła między określonymi z góry wielkościami temperatur przez wykonanie grubych ścian rur.

Zastosowane jest również urządzenie wyrównujące prężności między zbiornikami 129, 129'. W tym celu przewód 148 jest połączony z rozdzielaczami 149, 149' i zaopatrzony w zawór 150. Układ posiada również urządzenie do przeprowadzenia wyrównania prężności między zbiornikami 133, 129 i zbiornikami 133', 129'. Do tego celu służą przewody 151, 151', łączące rozdzielacze 149, 149' z górnymi przestrzeniami mi zbiorników 133, 133'.

Grzejnik 152 służy do przyspieszania opróżniania zbiorników 133, 133'. Grzejnik ten jest włączony tak, że podgrzewa część cieczy, nie ogrzewając głównej części wylwanej cieczy. Składa się on z górnej i dolnej komory, połączonych większą liczbą przewodów przewodzących ciepło, i podgrzewanych np. parą.

W urządzeniu tym komora dolna jest połączona z dolnymi przestrzeniami zbiorników 133, 133' przewodami 153, 153', a górna komora z górnymi przestrzeniami tych zbiorników przewodami 154, 154'.

Każdy z tych przewodów jest regulowany za pomocą zaworu, a mianowicie przewody 130, 131, 132, 134, 135, 144, 151, 153 i 154 są regulowane zaworami 130a, 131a, 132a, 134a, 135a, 144a, 151a, 153a i 154a, przewody zaś 130', 131', 132', 134', 135', 144', 151', 153' i 154' zaworami 130b, 131b, 132b, 134b, 135b, 144b, 151b, 153b i 154b.

Gdy ten czterozbiornikowy układ jest w ruchu, przepływ cieczy i gazu przez komorę 140, 141 jest mniej więcej ciągły wskutek zmiennego opróżniania zbiorników, a więc powierzchnie przenoszące ciepło

mogą być w odpowiednim stopniu wyżyłskane. Przyjmując, że zbiornik 133 został napełniony cieczą, a zbiornik 133' jest wypełniony gazem (który wskutek swej stosunkowo wysokiej temperatury w porównaniu z cieczą należy nazwać gazem gorącym mimo iż w przypadku ciekłego tlenu temperatura gazu jest mniej więcej równa temperaturze otoczenia), następuje przelewanie cieczy do odbiorników przez przewód 135 po uprzednim wyrównaniu prężności w zbiornikach 133, 133'. W celu wyrównania prężności otwiera się zawory 144b, 147 i przepuszcza gaz przez komorę 141, w której jego ciepło przenosi się na ścianę 142 i w niej się gromadzi. Gdy wyrównanie jest praktycznie ukończone, zamyka się zawory 144b, 147 i następuje odprowadzanie cieczy ze zbiornika 133 przewodem 135, podczas gdy wymiennik 152 jest otwarty. W tym celu otwiera się zawory 153a, 154a, i gaz przepływa przez wymiennik, w którym zostaje podgrzany do stosunkowo wysokiej temperatury, wskutek tego powiększa się jego prężność tak, że gdy zawór 135a zostanie otwarty, stosunkowo chłodny gaz ciekły przepływa ze zbiornika 133 przez komorę 140 regeneratora 137 i przez grzejnik 139 do odbiorników, połączonych z króćcem przewodu odpływowego 139. Jak widać, opróżniany materiał posiada praktycznie niską temperaturę, ponieważ główna część ciepła, doprowadzanego przez wymiennik, została pochłonięta przez gaz, który po opróżnieniu zbiornika 133 w nim pozostaje.

Wymieniony pozostały gaz chłodzi się najpierw w regeneratorze 137 podczas wyrównywania prężności ze zbiornikiem 133', który zostaje w swoim czasie napełniony cieczą. Odpowiednio do układu kaskadowego następuje zatem wyrównanie prężności ze zbiornikiem 129, napełnionym cieczą po otwarciu zaworu 151a. Trzecie wyrównanie prężności następuje w zbiornikach 129, 129' przez otwarcie zaworu 150.

po przelaniu cieczy ze zbiornika 129 do zbiornika 133 i ponownym napełnieniu zbiornika 129, przy czym przy przelewaniu następuje przeprowadzenie pozostałości gazowej ze zbiornika 133 do zbiornika 129 oraz cieczy ze zbiornika 129 do zbiornika 133.

Na fig. 8 uwidoczniony jest inny układ czterozbiornikowy, w którym gaz, który w następnym napełnianiu zostaje wprowadzany, w celu sprężenia, do zbiornika szeregu posiadającego końcowy zbiornik i jest w przeciwnym kierunku chłodzony za pomocą materiału doprowadzającego z innego zbiornika końcowego.

Pośrednie zbiorniki przelewowe są w tym przypadku podobnej konstrukcji i podobnie połączone jak uwidocznione na fig. 7. Połączenia wyrównujące są w celu większej przejrzystości na rysunku pominięte. Ciecz, wypływająca przewodem 155 ze zbiornika 133, przepływa przez komorę regeneratora 156' w przeciwnym kierunku, przy czym jego ciepła strona jest połączona przewodem, doprowadzonym do wyparnika 157. Z przestrzeni gazowej zbiornika 133 przeprowadza się przewodem 158 ochładzany gaz do ciepłego końca komory zwrotnej podobnego regeneratora 156, z którego na chłodnym końcu gaz jest odprowadzany przewodem 159 do rozdzielacza 149 w zbiorniku 129. Do opróżniania zbiornika 133' są wykonane podobne przewody, przy czym przewód 155' doprowadza gaz w stanie ciekłym do regeneratora 156, przewód zaś 158' doprowadza gaz w stanie gazowym do regeneratora 156'. Zawory 155a, 155b, 158a, 158b służą do kontroli przepływu w odpowiednich przewodach.

Zamiast dwóch regeneratorów można zastosować jeden regenerator przeciwnieprądowy. Można to osiągnąć łatwo przez odpowiednie rozmieszczenie połączeń i zaworów regulujących.

Wymienione regeneratory nie muszą być dla celów wynalazku niniejszego wy-

posażone w znaczną ilość materiału akumulującego ciepło, ponieważ przepływ obydwojch gazów, między którymi następuje wymiana ciepła, odbywa się praktycznie jednocześnie. Gdy więc zbiornik 133 zostaje opróżniany a materiał w fazie ciekłej przepływa przez przewód 155 i komorę regeneratora 156', gaz zostaje jednocześnie odprowadzany ze zbiornika 133' przewodem 158', a dalej przez drugą komorę regeneratora 156' i przewód 159' do zbiornika 129'. Przez nastawienie zaworu 158b można przepływ gazu regulować tak, że przepływ odbywa się podczas całego czasu trwania opróżniania zbiornika 133. Pozostałość gazowa w zbiorniku 133' po przelaniu cieczy zostaje przeprowadzona do zbiornika 129' i podczas przepływu gaz zostaje chłodzony przez wymianę ciepła przy przepływie w kierunku przeciwnym do cieczy, którą odprowadza się jednocześnie ze zbiornika 133. Gdy prężności są wyrównane, zostaje powiększona ilość cieczy w zbiorniku 129' i po otwarciu zaworów 132b, 160b przelana w odpowiednim okresie czasu do zbiornika 133', po czym ze zbiornika 129' zostaje wypuszczona na zewnątrz pozostałość gazem w celu umożliwienia ponownego napełnienia. Wyrównywania między zbiornikami 129 i 129' oraz 133 i 133' stają się zbędne, mogą być jednak przeprowadzane.

W urządzeniu według fig. 9 jest wyży-skana do akumulowania ciepła masa metalowa końcowych zbiorników. Końcowe zbiorniki 160, 160' mają podobną budowę, jak zbiorniki 133, 133' i posiadają wytrzymałe na ciśnienie ściany zaopatrzone we wkładki. W rozpatrywanym przypadku są one połączone z oddzielnymi regeneratorami 161, 161'; mogą one jednak być również połączone ze wspólnym regeneratorem, a mianowicie w podobny sposób, jak w urządzeniach według fig. 7 i 8. W przypadku stosowania oddzielnego regeneratora zawór regulujący w przewodach 162, 162', łączą-

cych regeneratory z przestrzenią gazową w zbiornikach 160, 160', staje się zbędny. Wymiennik jest połączony za pomocą przewodów 163 z cieczą w zbiornikach 160, 160', gdy odpowiednie zawory 163a i 163b są otwarte.

Za pomocą śrubowo ukształtowanych końców przewodów odpływowych 164, 164', idących dookoła zbiorników i przylegających do zewnętrznych powierzchni ścian zbiorników 160, 161, osiąga się chłodzenie tychże. Przewody 164, 164' są odgałęzione od przewodów 163, 163' i połączone ze wspólną węzownicą grzejną 165, której koniec wylotowy 166 jest połączony z odbornikiem.

Połączenia wyrównujące są wykonane w sposób następujący. W miejscach 167, 167' znajduje się króciec krzyżowy rozdzielczy. Jeden przelot króćca krzyżowego 167 jest połączony przewodem 168 z rozdzielaczem w zbiorniku 160. W podobny sposób jest połączony przelot krzyżaka 167' przewodem 168' z rozdzielaczem w zbiorniku 160. Inne przeloty króćca krzyżowego są połączone przewodami 169, 169' z rozdzielaczami 149, 149' w zbiornikach 129, 129'. W częściach przewodów 164, 164' między króćcem krzyżakowym 167, 167' i przewodem, łączącym z węzownicą grzejną 165, znajdują się zawory 164a, 164b. W przewodach 168, 168', 169, 169' znajdują się zawory 168a, 168b, 169a i 169b.

W tym przykładzie wykonania odbywa się opróżnianie cieczy z końcowych zbiorników i wypływ gazu przy wyrównywaniu prężności w zbiornikach tymi samymi przewodami 164, 164'. Może być jednak pożądanе zastosowanie oddzielnych, również stykających się ze ściankami zbiorników, śrubowo zwiniętych przewodów do przeprowadzania chłodzonego gazu przy wyrównywaniu prężności.

Działanie tego urządzenia odbywa się w odpowiedniej kolejności. W celu opisan

podczas tego obiegu, należy przyjąć, że zbiorniki 160, 129 są napełnione cieczą. Wymiennik 161 zostaje uruchomiony przez otwarcie zaworu 163a, powodując w zbiorniku 160 szybki wzrost prężności wskutek przepływu do niego przewodem 162 gazu wyparowanego w wymienniku. Ciśnienie, wywierane tym gazem, którego prężność szybko przekracza prężność w odborniku, przetłacza przy otwartym zaworze 164a przewodem 164 główną część materiału ciekłego do węzownicy grzejnnej 165 i urządzeń odbierających. Materiał ten, wypływając przewodem śrubowym 164, ochładza ścianę metalową zbiornika 160.

Gdy zbiornik 160 jest opróżniony, a zbiornik 160' napełniony, wówczas wszystkie zawory są zamknięte. Pierwszy stopień skraplania kaskadowego zostaje spowodowany przez otwarcie zaworu 168a. Pozostałość gazowa w zbiorniku 160, posiadająca stosunkowo wysoką temperaturę oraz prężność, przepływa przewodami 164, 168 do rozdzielacza 170', znajdującego się w cieczy w zbiorniku 160'. Gaz ten podczas swego przepływu przez przewód 164 przenosi ciepło na ścianę metalową zbiornika 160, oddając znaczną ilość energii wewnętrznej, zanim zetknie się z zawartością znajdującą się w zbiorniku 160'. Zawartość zbiornika 160' skrapla większą część gazu i zostaje w mniejszym stopniu nagrzana, niż gdyby gaz ten nie był ochłodzony. Z tego powodu ładunek cieczy po skutecznym wyrównaniu jest dostatecznym środkiem do chłodzenia pozostałości gazowej, gromadzącej ciepło.

Po tym wyrównaniu następuje drugie wyrównanie, wyzyskujące pozostałą część ciepłego gazu w zbiorniku 160, przez zamknięcie zaworu 168a i otwarcie zaworu 169a. Wskutek tego gaz po wymianie ciepła przepływa przewodem 169 do rozdzielacza 149, a większa część gazu zostaje sprężona w cieczy, znajdującej się w zbiorniku 129.

Przy zastosowaniu sposobu i urządzeń

według wynalazku niniejszego zostaje przelewany materiał w skuteczny sposób samoczynnie sprężany. Osiąga się to przez różne postępowania w celu utrzymania w stanie zimnym gazów ciekłych i wyzyskanie ich działania chłodzącego w celu zmniejszenia strat powodowanych wydumchiwaniem.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób uzyskiwania dowolnej prężności gazów ciekłych o niskim punkcie wrzenia, przy przelewaniu w zbiornikach układu kaskadowego według patentu nr 27 834, znamienne tym, że przelewanie odbywa się przy regulowanym doprowadzaniu ciepła do odnośnego zbiornika, przy czym działanie chłodzące przelewane go materiału zostaje utrzymane, a ciepło odprowadzane, w celu doprowadzenia wewnętrznej energii materiału przelewane go w stanie gazowym do możliwie małej wartości.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienne tym, że w razie, gdy ciśnienie końcowe w zbiorniku jest przybliżone do ciśnienia krytycznego lub je przekracza, do zbiornika doprowadza się regulowaną ilość ciepła w celu doprowadzenia pozostałej zawartości do temperatury, przekraczającej temperaturę krytyczną, wskutek czego przecięcia się stan wrzenia cieczy i przelewanie odbywa się bez przeszkód.

3. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1, przedstawiające układ kaskadowy, składający się z szeregowo połączonych równoległych par pośrednich zbiorników przelewowych i wyparnika, połączonego z przewodem odprowadzającym, znamienne tym, że posiada grzejnik, którego dolna komora jest połączona z przestrzeniami do cieczy końcowych zbiorników, a górna komora — z przestrzeniami gazowymi tych zbiorników oraz przestrzeniami do cieczy początko-

wych zbiorników, przy czym urządzenie jest zaopatrzone w dwukomorowy regenerator, którego jedna komora jest połączona z przestrzeniami do cieczy końcowych zbiorników i przestrzeniami gazowymi końcowych i początkowych zbiorników, druga zaś komora z przestrzeniami do cieczy końcowych zbiorników i węzłownicą grzejącą wyparnika za pomocą przewodów z zaworami do regulowania.

4. Urządzenie według zastrz. 4, znamienne tym, że dla każdego w szereg połączonego układu zbiorników jest zastosowany tylko regenerator.

5. Urządzenie według zastrz. 4, znamienne tym, że dla każdego w szereg połączonego układu do przelewania jest zastosowany tylko grzejnik.

6. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 2, składające się z układu kaskadowego, znamienne tym, że między końcowym zbiornikiem układu i wyparnikiem jest włączony grzejnik, przy czym dolna komora zespołu rurowego wymiennika jest połączona z wyparnikiem oraz z dnem końcowego zbiornika i zbiornikiem zapasowym, górna zaś komora wymiennika — z przestrzenią gazową zbiornika końcowego.

7. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 2, składające się z szeregowo i równolegle połączonego układu kaskadowego, znamienne tym, że między w szereg połączonymi zbiornikami jest włączony grzejnik, przy czym dolna komora układu rurowego tego grzejnika jest połączona z dolną częścią końcowego zbiornika, górna zaś komora grzejnika — z wyparnikiem oraz z przestrzeniami gazowymi końcowych zbiorników.

8. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1, za pomocą układu kaskadowego, składającego się ze zbiornika do przelewania, wyparnika pośredniego i końcowego, znamienne tym, że między wyparnik i zbiornik jest włączony regenera-

tor, połączony z końcem wlotowym węzownicy oraz ze zbiornikiem przelewowym za pomocą przewodów regulowanych zaworami.

9. Urządzenie, składające się z dwóch równoległe połączonych wyparników pośredniego i wyparnika końcowego, do wykonywania sposobu według zastrz. 1, znamiennie tym, że między wyparnikami jest umieszczony regenerator, połączony z końcem wlotowym i wylotowym wyparnika końcowego oraz wyparnikami pośrednimi za pomocą przewodów regulowanych zaworami.

10. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1, składające się z ze-

społu po dwa równoległe połączonych zbiorników przelewowych, dwóch równoległe połączonych wyparników pośrednich i łączącego się z nimi wyparnika końcowego, znamiennie tym, że posiada regenerator, składający się z dwóch komór, którego koniec wylotowy jest połączony z przewodem doprowadzającym do węzownicy wyparnika końcowego, koniec zaś wylotowy — ze zbiornikami przelewowymi i wyparnikami pośrednimi za pomocą przewodów z zaworami.

Aktiengesellschaft
für Industriegasverwertung.

Zastępca: Inż. F. Winnicki,
rzecznik patentowy.

Fig. 1.

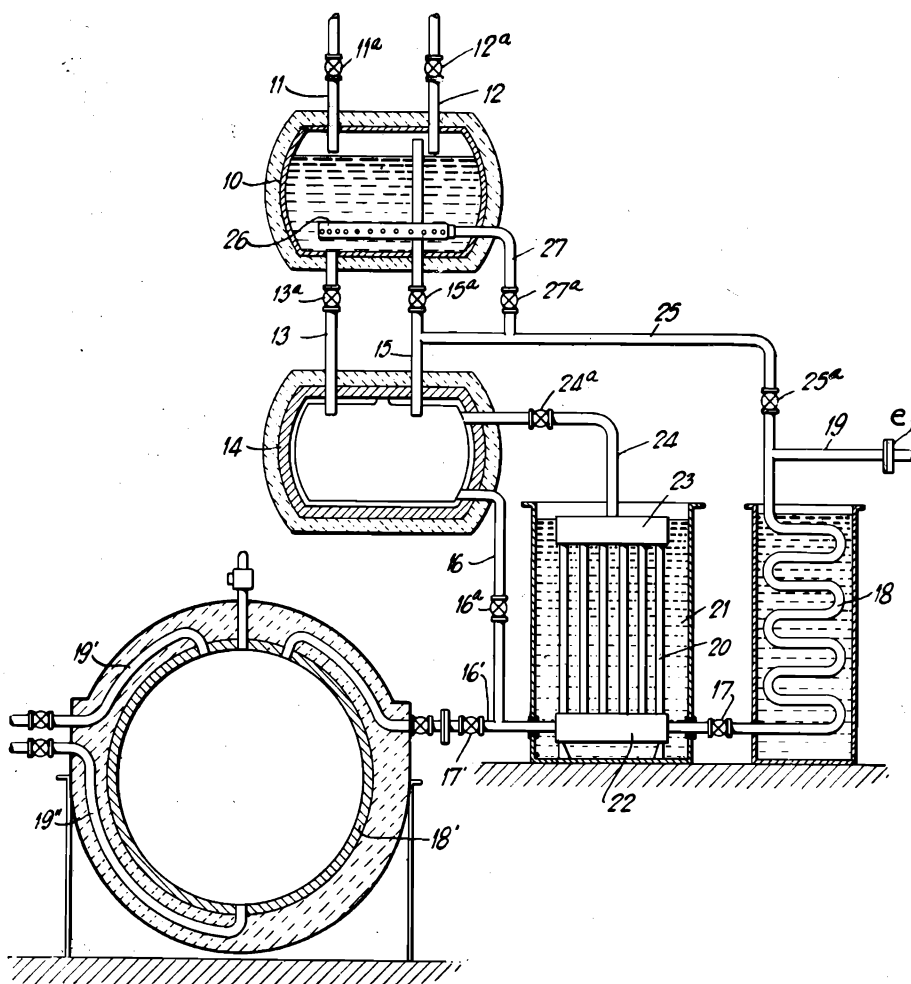
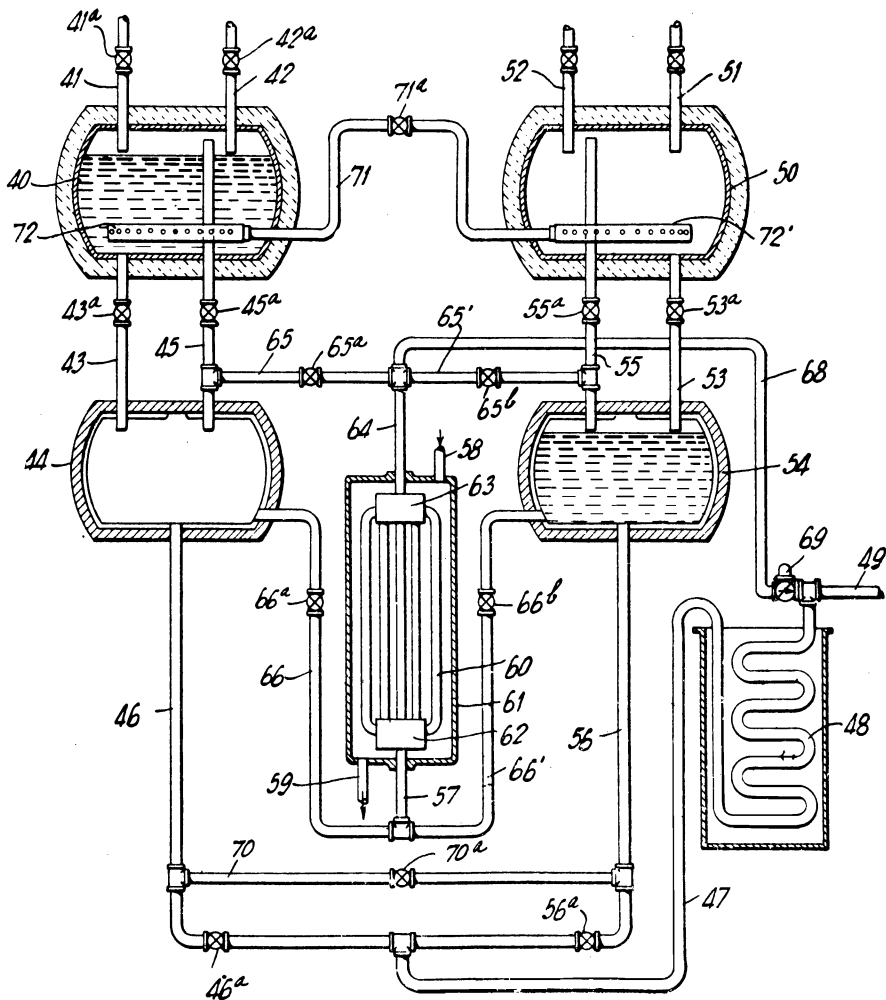


Fig. 2.



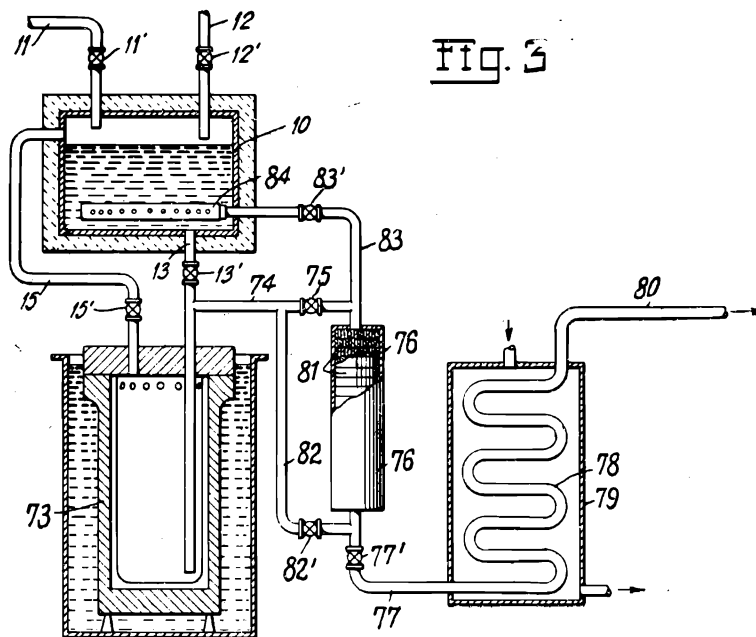


Fig. 3

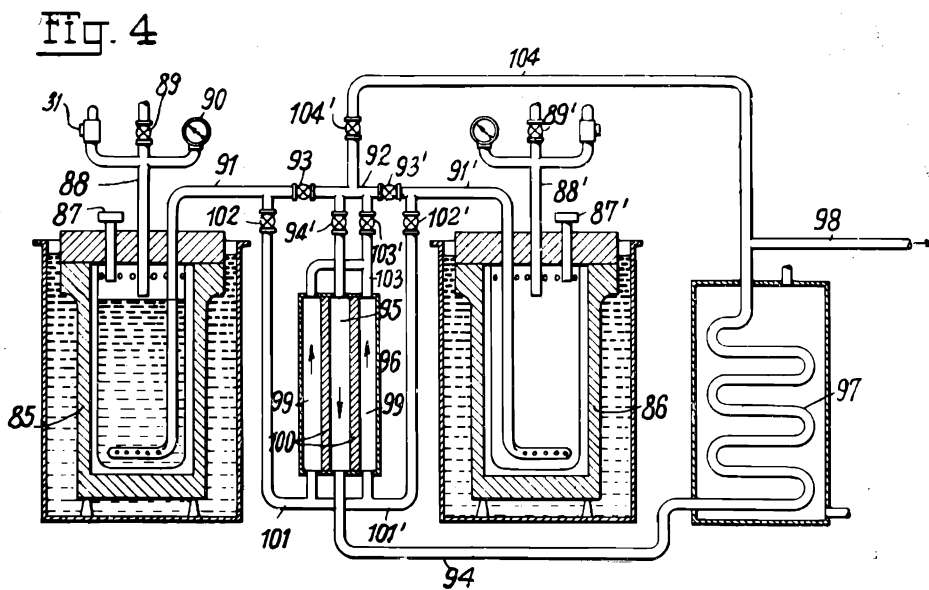


Fig. 4

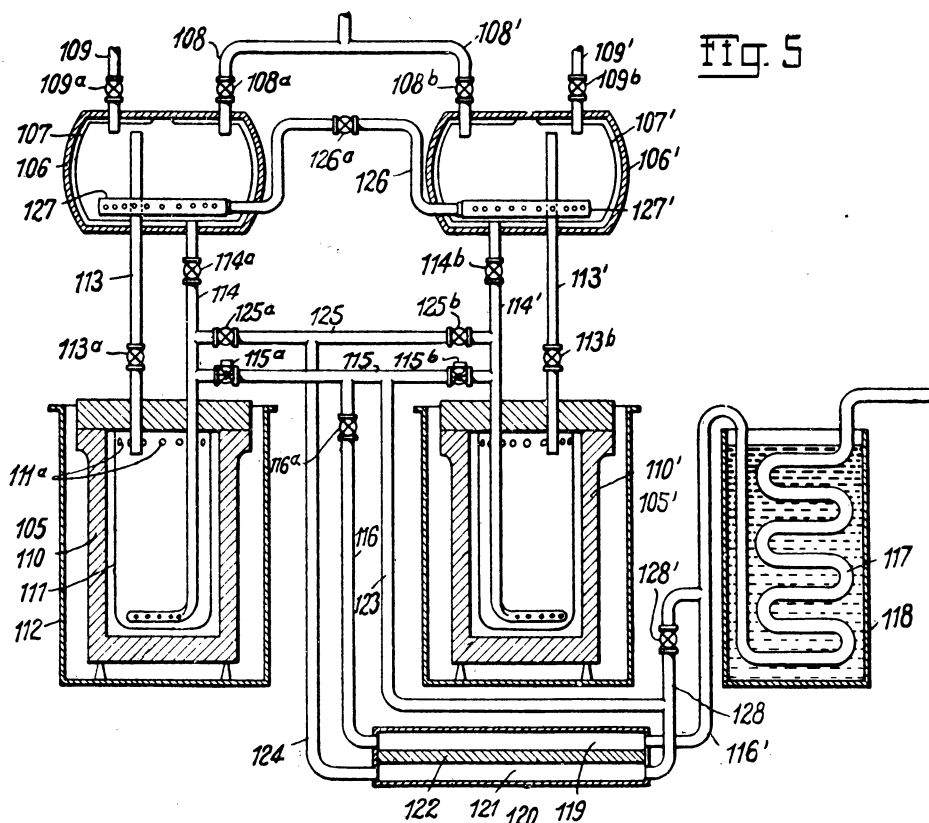


Fig. 6

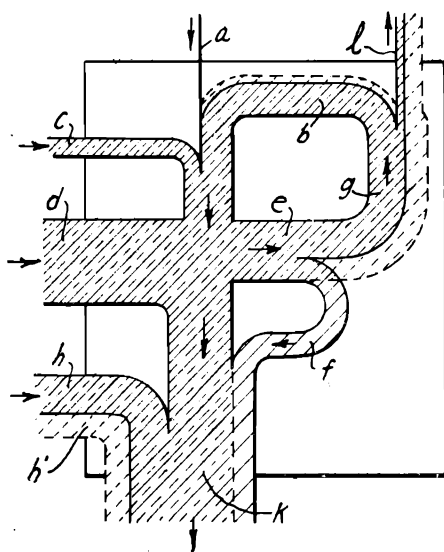


Fig. 7

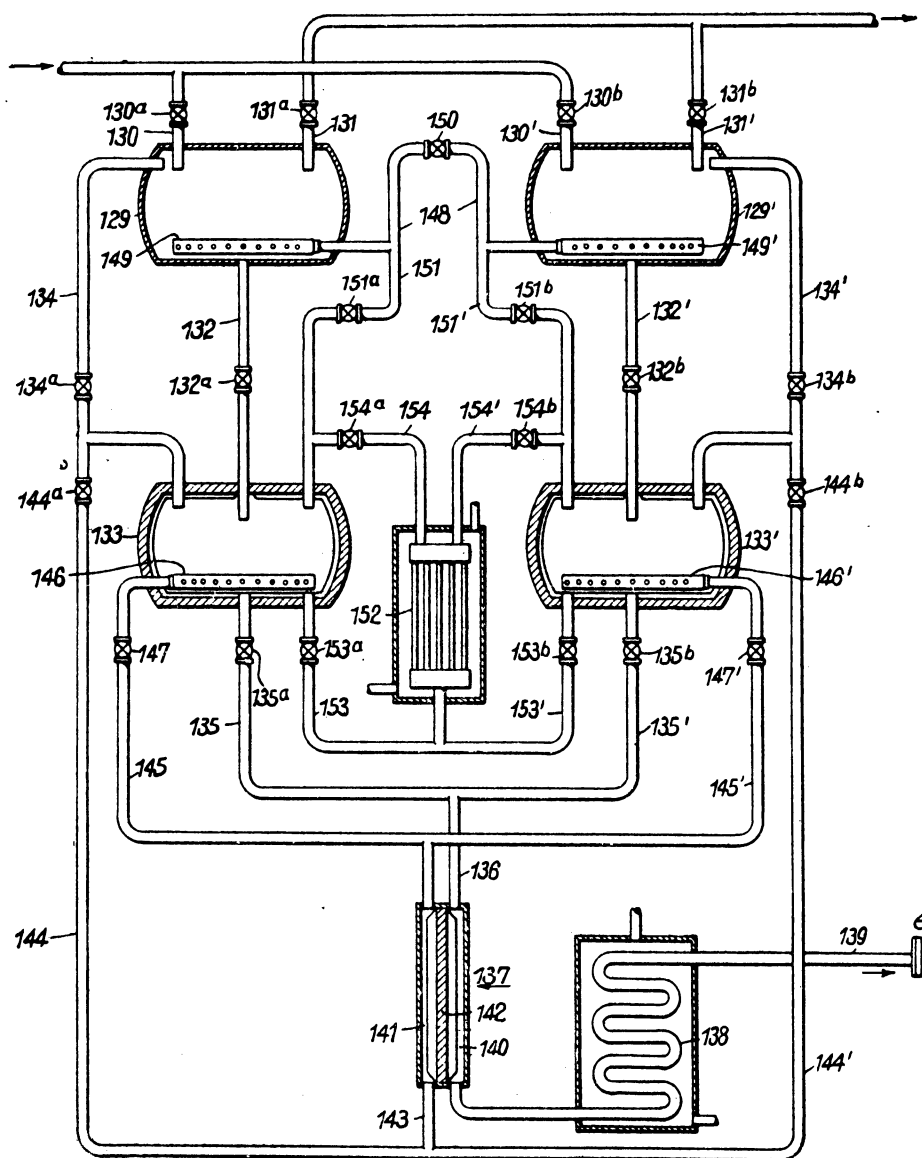


Fig. 8

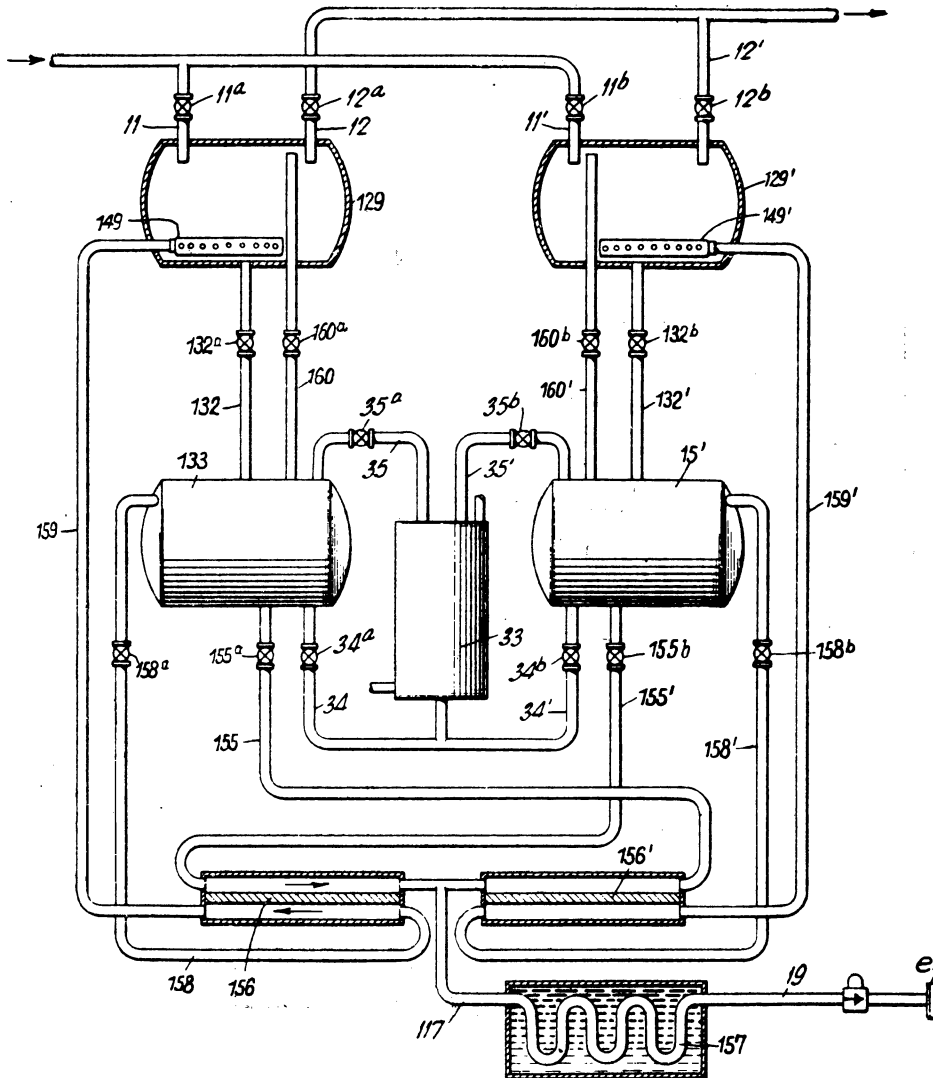


Fig. 9

