

15 lutego 1928 r.

URZĄD PATENTOWY



F25j 3/04

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 8222.

Kl. 17 g 2.

Rudolf Ferdinand Mewes i Rudolf Karl Eduard Mewes
(Berlin, Niemcy).

**Sposób rozdzielania trudno skraplających się mieszanin gazowych
podwójnych lub wielokrotnych, zwłaszcza powietrza.**

Zgłoszono 1 września 1923 r.

Udzielono 29 grudnia 1927 r.

Wynalazek dotyczy odmiany dotychczasowego sposobu oddzielania trudno skraplających się mieszanin gazowych, zwłaszcza powietrza, w kilku stopniach przy stałym lub zmiennym sprężeniu na różnych stopniach. Według znanych dotąd sposobów spłókuje się w poszczególnych kolumnach rozdzielczych wznoszący się prąd gazu lub pary zapomocą płynnego azotu natomiast według sposobu w myśl wynalazku tylko w pierwszym stopniu lub w pierwszej kolumnie, z której wylatuje czysty azot gazowy (łatwo wrzący), stosuje się azot ciekły; w drugiej kolumnie, z której u dołu upływa czysty azot, stosuje się tlen ciekły lub mieszaninę ciekłą tlenu i azotu. Stosow-

nie do tego zmienia się też kierowanie gazów lub par z jednej kolumny do drugiej. Ten sposób zastosowany jest przy gazowych mieszaninach potrójnych i wielokrotnych przyczem osiąga się to, że w pierwszej kolumnie przy myciu azotem ciekłym podczas pracy ciąglej ustala się jako granicę czysty azot gazowy, tuż pod skraplaczem pierwszej kolumny, a w drugiej kolumnie przez płókanie tlenem ciekłym lub mieszaniną ciekłą tlenu z azotem, ustala się jako granicę czysty tlen gazowy wprost ponad wyparnicą drugiej kolumny, przyczem pary zawierające tlen można skierować samoczynnie zpowrotem do pierwszej kolumny.

Istota wynalazku będzie objaśniona na różnych kolumnach dwustopniowych o ciśnieniu stałym.

Fig. 1 objaśnia w zarysie sposób płokania tlenem ciekłym w drugiej kolumnie zamiast stosowanego dotąd azotu ciekłego.

Powietrze sprężone, oczyszczone i wstępnie oziębione w jakimś znanym lecz niewidocznym wymienniku ciepła wprowadzone jest przewodem 3, które odpowiada sprężeniu w kolumnie rozdzielczej 1, gdzie sączący się azot ciekły rozkłada się na czysty azot gazowy ulatujący przewodem 7 i mieszaniną gazową bogatą w azot, którą wprowadza się i skrapla w wyparnicy 8 ogrzewanej azotem o wysokim sprężeniu, doprowadzanym wężownicą 6.

Z wyparnicy 8 skierowana jest mieszanina wężownicą 6 do wyparnicy 9 drugiej kolumny, gdzie zbierającą się ciekłą mieszaninę gazową, bogatą w azot ogrzewa się. Wężownica 6 kończy się w przewodzie 10, w którym wznosi się ciekły wysoko-prężny azot i zapomocą stosownego zaworu 11 rozpręża się do skraplacza 12, umieszczonego nad drugą kolumną 2. Skraplacz 12 jest połączony zapomocą stosownej rury 13 ze skraplaczem 14 ponad kolumną 1 tak, że w obu skraplaczach 12 i 14 znajduje się azot ciekły. Gazowa mieszanina bogata w azot wylatuje z wyparnicy 8 przewodem 15 i za pośrednictwem chłodnicy 16 przeprowadza się ją przez azot ciekły skraplacza 12 drugiej kolumny 2 tak, że mieszanina skrapla się w chłodnicy wężowej 16; ciekła mieszanina bogata w azot wprowadzona jest do kolumny 2 w pobliżu jej środka. Azot gazowy wylatujący z górnej części kolumny 1 można w celu wydzielenia zawartego w nim jeszcze tlenu wprowadzić rurką 17 do wyparnicy 14 tak, że azot skrapla się w chłodnicy wężowej 18 i w stanie ciekłym wprowadzony jest znowu do kolumny 1.

Czysty prawie azot wydziela się z kolumny 1 przez rurę 7. Pary azotu wznoszące się w wyparnicach 13 i 14 mogą wylaty-

wać przewodami 4. Tlen gazowy powstający w dolnej wyparnicy 9 kolumny 2 skierowany jest przez rurkę 19 i chłodnicę 20 do wyparnicy 12, tak, że w stanie ciekłym wprowadzony jest znowu zgóry do kolumny 2 i użyty do zmywania wznoszących się par. Bogate jeszcze w tlen pary górnej części kolumny 1 prowadzone są przewodem 21 do wyparnicy 14, przyczem skraplają się w chłodnicy 22 i stosownie do zmieszania wprowadzone są w odpowiednim miejscu do kolumny 1; czysty tlen gazowy można odbierać z dolnej wyparnicy 9 kolumny 2.

Wykonanie innego sposobu, uwidocznione na fig. 2 różni się od poprzedniego (fig. 1) tylko tem, że rurka 19 prowadzi z najwyższej części kolumny 2 gazy bogate w tlen do chłodnicy 20 i zpowrotem do kolumny 2 w celu płokania, a pary ponad wyparnicą 8 nie są przepuszczone przez chłodnicę 8, lecz pomijają ją i dostają się bezpośrednio do dolnej lub środkowej części drugiej kolumny 2. Oprócz tego obie wyparnice 12 i 14 mają przewód wspólny 4 dla wylatującego azotu.

Zamiast użyć dwukrotnie raz w górze azot ciekły, drugi raz poniżej tlen ciekły lub mieszaninę ciekłą tlenu i azotu, można też sposób ten ulepszyć przez trzykrotne zużywanie, mianowicie raz w górze azot ciekły, potem niżej mieszaninę ciekłą tlenu i azotu, a potem jeszcze trzeci raz w kolumnie mającej to samo prawie sprężenie, przyczem obojętne jest, czy kolumna jest jedno- lub dwudzielna. Sposób ten objaśniono w zarysie na przykładzie wykonania z jedną kolumną (fig. 3). W górnej części kolumny *a* zwanej też kolumną wzmacniającą, do płokania służy jak zwykle azot ciekły. Dolna część *b*, zwana też kolumną odciągającą rozpada się na górną część *c* i dolną *c*₁, pod którą znajduje się wyparnica 8. Przez tą ostatnią przepuszczona jest wężownica 6, w której znajduje się azot wysokoprężny, ogrzewający ciecz, znajdującą

się w wyparnicy 8 i skraplający się. Wężownica 6 kończy się w rurce 10, w której azot skroplony wznosi się do umieszczonego nad kolumną skraplacza 12 i rozpręża się w nim przez zawór 11. Azot służący do płókania można wprowadzać do kolumny wzmacniającej α zapomocą przyłącza 23 odgałęziającego się od rurki 10. Przyłącze 23, zaopatrzone w zawór odpężający 24 oznaczone linjami kreskowanymi, jeżeli jednak nie ma przyłącza 23, to jako azot płózkowy może służyć azot tworzący się w kolumnie wzmacniającej i prowadzony w stanie gazowym rurką 17 do chłodnicy 18, w których się skrapla. Azot ciekły wpuszczony jest do kolumny wzmacniającej α mieszaninę gazową tlenu i azotu wprowadza się w stosownem miejscu między częściami c , c_1 kolumny odciągającej b rurką 25 do wyparnicy 12, umieszczonej w chłodnicy 26, gdzie mieszanina gazowa skrapla się, a skroplona skierowana jest rurką 27 do kolumny rozdzielczej i służy do zmywania wznoszących się par. Tlen gazowy wznoszący się wskutek ogrzewania w wyparnicy prowadzony jest rurką 28, zaopatrzoną w zawór odpężający 31 do skraplacza 12 przez wężownicę 29, skąd skroplony tlen rurką 30 może się dostać do kolumny odciągającej c_1 . Do rurki 28 może dochodzić przyłącze 32, zaopatrzone w zawór 33 do kolumny odciągającej c_1 , a to w razie, gdyby także część c_1 kolumny odciągającej miała być zasilana cieczą płózkową. Czysty azot gazowy można odbierać rurką 4 a czysty tlen gazowy z rurki 5 kolumny.

W przykładzie wykonania według fig. 4 z dwiema obok siebie ustawionymi kolumnami, azot wysokoprężny, dochodzący w kierunku strzałki i wprowadzany do wężownicy chłodnicy 6 ogrzewa ciecz, znajdującą się z zaopatrzonym w zawór dławiący 11 przewodzie 10, z którego azot ciekły rozpręża się do wyparnicy 12, umieszczonej nad kolumną 2. Azot gazowy wznoszący się

w górnej części kolumny 2, prowadzony jest rurką 19 do chłodnicy 20, a stąd skroplony do kolumny wzmacniającej α kolumny 2. Czysty tlen ciekły tworzący się w wyparnicy 9 kolumny 2 prowadzony jest rurką 35 z zaworem 36 do skraplacza 14 umieszczonego nad kolumną. Czysty azot gazowy, powstający w górnej części kolumny 1 dostaje się rurką 17 do chłodnicy 18, a stąd skroplony wraca do kolumny 1. Z najwyższej części kolumny 2 dostaje się gazowa mieszanina tlenu i azotu przewodem 34, do dolnej części kolumny 1, gdzie wprowadzone jest oczyszczone świeże powietrze pod niskim ciśnieniem przewodem 3. Powstające w wyparnicy 8 pary tlenowo-azotowe chwyta przewód 37 i odprowadza rurką 36 do części odciągającej kolumny 2. Kolumna 2 daje czysty tlen ciekły, który przez zawór 11 odpęża się do ciśnienia atmosferycznego. Natomiast kolumna 1 daje azot w postaci pary, ulatujący rurką 7. Wskutek tego przewodem 34 w kolumnie 1 i przewodem 30 w kolumnie 2 przepływają pary azotu zawierające tlen o wspólnem ciśnieniu. Pary azotu powstające wskutek ogrzewania chłodnicy 20 dostają się do miejsca odbioru 4; w przewody 7 są wstawione zawory 38a i 38b, w celu umożliwienia miarkowania wylatujących ilości par azotu. Pary tlenu, powstające w skraplaczu 14 mogą wylatywać rurką 5. Obydwie kolumny można też ustawić nad sobą zamiast obok. Powyższy przebieg pracy o ciśnieniu około 6—10 atm ma tę zaletę, że wylatujący przy ciśnieniu 6—10 atm mało prężny azot z wymiennika ciepła o temperaturze około —10 do —75°C, zezwala na odzyskiwanie pracy przez rozprężenie z podgrzewaniem lub bez i to mianowicie przy całkowitem prawie odzyskiwaniu tlenu, doprowadzonego z powietrza małoprężnego.

Według bilansu cieplnego, przy podgrzaniu do 350°C, należy przy zapotrzebowaniu mocy na 1 m³ 96% tlenu zmniejszyć do 0,6 KM na godzinę. Rozdzielanie boga-

tych w tlen par, które można odbierać ponad wyparnicą tlenu lub także z dolnej części kolumny odciągającej, można przeprowadzić zapomocą wstecznego biegu cieczy z ponownem wprowadzeniem ciekłego azotu względnie ubogiej w tlen mieszaniny azotu u głowicy urządzenia wstecznego biegu cieczy, do pierwszej części kolumny rozdzielczej i to do górnej części (kolumna wzmacniająca). W każdym razie powinno się uzyskać samoczynnie czysty tlen ciekły względnie gazowy przez bieg wsteczny cieczy bogatych w tlen i dostateczne jego ogrzewania zapomocą wysokoprężnego azotu do prowadzącej ten azot węzownicy, natomiast azot zawierający jeszcze małe ilości tlenu i znajdujący się w górnej części kolumny, można użyć do wyrobu azotu czystego. Uzyskana w ten sposób korzyść polega na tem, że w rozdzielonym urządzeniu z obiegiem azotu i tlenu można uzyskać równocześnie tlen i azot, dostatecznie czyste do celów technicznych. Ważne jest przytem i to, że miarkowanie odbywa się samoczynnie, bez zastosowania zaworów lub innych części sterujących, głównie przez działanie ogrzewania i oziębiania. Co powyżej dla dokładnego nastawiania można wbudować w stosownem miejscu przyrząd dławikowy, aby uczynić zadość wahaniom zapotrzebowania.

Taką odmianę przebiegu uwidacznia fig. 5. Powietrze atmosferyczne, podlegające rozkładowi wlatuje rurką 3 do kolumny 1. Wysokoprężny azot gazowy doprowadzony jest przez chłodnicę 6, w której się skrapla, przez wyparnicę 8 i 9 do drugiej, nieco krótszej kolumny 2 i zapomocą rurki 10, zaopatrzonej w zawór dławiaczy 11, rozpręża go się do skraplacza 14 znajdującego się w górnym końcu kolumny 1. W wyparnicy 8 zbiera się mieszanina ciekła, zawierająca koło 60—80% tlenu. Pary mieszaniny powstające, wskutek działania czynników ogrzewających azot wysokoprężny wznoszą się po większej części w kolumnie

1, a częściowo przedostają się rurką 23 do wyparnicy 9 krótszej kolumny 2, którą można określić jako wsteczny bieg cieczy. Bogate w tlen pary skraplają się częściowo i zbierają na dnie wyparnicy 9, przyczem przez rektyfikację ciecz uwalnia się od azotu całkowicie. Zebrany tlen ciekły rozpręża się do ciśnienia normalnego przez przewód 46 i zawór 47 wstecznego biegu cieczy 2 i dostaje się przewodem 48 przez wymiennik ciepła do miejsc użytku lub do sprężarki tlenu. Rurki 40 działają rektyfikująco, natomiast celem rurek 41 jest skraplanie ubogich w tlen gazów, które gromadzą się ostatecznie w zbiorniku 49 by opuścić je pod działaniem własnego ciężaru do górnej części kolumny 1 rurką 50, jakkolwiek ciśnienie w zbiornikach 40 i 47 jest takie samo jak w kolumnie 1. Zamiast obiegu tlenu względnie mieszaniny bogatej w tlen można rzecz uprościć w tym kierunku, żeby obieg pewnego składnika, mianowicie łatwo wrzącego (więc dla powietrza azot) całkowicie odpada a pracuje się tylko obiegiem mieszaniny bogatej w składnik trudno wrzący, więc dla powietrza mieszaniną bogatą w tlen względnie możliwie tlenem czystym.

Taki obieg można wprost stosować w znanych dotąd sposobach rozdzielania z dwiema kolumnami rozdzielczymi oraz do jednostopniowych kolumn z kolejnem skraplaniem i parowaniem.

Przebieg pracy objaśnia w zarysie wykonanie według fig. 6 i 7. Przyłączem 3 (fig. 6) wprowadza się do kolumny 1, między kolumną wzmacniającą *a* i kolumną spędzającą *b* oczyszczone powietrze o niewielkiem sprężeniu, t. j. ciśnieniu 4 atm i wyżej, po wstępnem jego oziębieniu zapomocą niewidocznego wymiennika przeciwprądowego do temperatury nasycenia. Przy puszczeniu w ruch zawór 51 jest celowo zamknięty, a całą ilość powietrza mało prężnego lub jego większa część, odebrana przewodami 52 lub 53 i przewodem

54 z rozdzielacza—po przepuszczeniu przez wymiennik przeciwpądowy i sprężone w sprężarce wysokiego ciśnienia—prowadzone jest przez wymiennik zapomocą przewodu wysokiego sprężenia 55 przez wyparnicę tlenu 8. To przewód sprężenia wysokiego 6 ma kształt spirali której powierzchnie należy tak obliczyć, żeby możliwe było wytworzenie par tlenu potrzebnych dla kolumny i do obiegu tlenu. Wytworzony tlen ciekły względnie mieszanina ciekła wytworzona przy rozpoczęciu rozpręża się przez zawór dławikowy 56 do ciśnienia rozdzielacza i wprowadza do kolumny odciągającej między b i c. Utworzona ciecz zbiera się w wyparnicy 8 i po rozprężeniu zapomocą zaworu 33 do ciśnienia atmosferycznego kieruje się ją do skraplacza 12 ponad kolumną wzmacniającą. W rurkach 57, 58 i 59 skraplają się częściowo zawarte tam gazy sprężone. Uzyskana ciecz dostaje się częściowo z rurki 57, częściowo z ukształtowanego zbiornika 60 i z rurek przelewowych 61 do głowicy kolumny wzmacniającej 2, przyczem opada i wymienia azot ciekły na tlen gazowy. Gdy wyparnica 8 i skraplacz 12 są wystarczająco napełnione cieczą i wskutek tego urządzenie rozdzielcze jest gotowe do pracy, to otwiera się zawór 51, a wolną od azotu parę względnie technicznie czysty azot pod ciśnieniem rozdzielacza prowadzi się przez rurki 59 ze zbiornika 60 przez wymiennik, poczem po wymianie ciepła użyty jest w poszczególnych przypadkach zawór dławikowy 62 tak, że w rozdzielaczu utrzymuje się ciśnienie a pary azotu ulatują poza zaworem 51 o ciśnieniu prawie atmosferycznym.

Przez rurki 52, 53 i 54 wysysa się jednak tylko taką ilość pary tlenu względnie pary bogatej w tlen, jaka jest konieczna do utrzymania ruchu ciągłego.

Sposób pracy według fig. 7 jest taki sam jak według fig. 1. Przewód wysokiego ciśnienia 35 jest tylko jeszcze skierowany z wyparnicy 8 do zbiornika parowania 60 po-

nad kolumną wzmacniającą, aby tu odparować część zbierającej się tam cieczy. Tlen ciekły odpręża się a potem ze spirali wpuszczonej w przewód 63 i przez zawór dławikowy 64 do przestrzeni między a i b lub poniżej do ciśnienia rozdzielacza i wprowadza się do kolumny 1. Techniczne zalety jakie są uzyskane przy tym sposobie z obiegiem tlenu polegają na tem, że z powodu niskiego punktu krytycznego tlenu (-1100°C do -118°C wobec azotu -146°C) nie potrzeba tak bardzo oziębiać przedwstępnie jak w pracy z obiegiem azotu wysokopięnego; można też więcej tlenu odparowywać z wyparnicy i można tu wprowadzać tlen w stanie ciekłym niż to jest konieczne przy uzyskaniu technicznie czystego tlenu t. j. nie potrzeba stosować z wyparnicy tlenu ciekłego przy uzyskaniu azotu wolnego. Przytem oddzielanie technicznie czystego azotu w kolumnie wzmacniającej nie napotyka na trudności wskutek nadmiernego doprowadzania wznoszących się par tlenu, bo ciekłą parę tlenu odbiera wysokopięna sprężarka tlenu, wreszcie wskutek większej różnicy temperatur między wysokopięnym tlenem a przybywającym tlenem z wyparnicy (36 względnie 28°) można uzyskać tę samą wymianę ciepła wobec obiegu azotu z odpowiednio mniejszą powierzchnią przenikania ciepła.

Aby otrzymać jednocześnie możliwie czysty azot i tlen, prowadzi się parę przepływającą przez skraplacz, a azot ciekły ogrzewany jest biegiem wstecznym, natomiast pozostała ciecz azoto-tlenową wprowadza się zgóry do kolumny rozdzielczej pod ciśnieniem. Okazało się celowem, żeby skropliny ze skraplacza zbierać przynajmniej z dwóch miejsc lub więcej i przeprowadzić je z drugiego stopnia do pierwszego, oraz z trzeciego do drugiego i t. d., częściowo lub całkowicie. Ogrzewanie odbywa się przytem nie w ostatnim miejscu zbiorczem, zawierającym prawie czysty

azot ciekły, lecz w miejscu zawierającym jeszcze więcej tlenu. Celem ogrzewania jest tutaj odparowanie większej części azotu już w pierwszym stopniu zbiorczym, aby móc ciecz bogatszą w tlen wprowadzać zpowrotem zgóry do kolumny rozdzielczej.

Przy równoczesnem otrzymywaniu możliwie czystego azotu i tlenu (przy rozdzielaniu powietrza) jest konieczne aby w skraplaczu skraplało się więcej azotu a w wyparnicy wydzielało więcej tlenu niż tego wymaga teoria. Warunek ten spowodował, że nawet w kolumnie o dwóch stopniach ciśnienia nie można uzyskać równocześnie czystego azotu i tlenu. Jeżeli otrzymywany jest azot czysty, to odpływający tlen zawiera tylko 85% do 95% tlenu.

Nadmiar ciekłych skroplin odprowadzany jest z ostatniego zbiornika, gdzie się gromadzi czysty azot ciekły (jeżeli przerabiane jest powietrze) i używa go się do napędu osobnego skraplacza tlenu, aby nadmiar par tlenu wytworzonych w wyparnicy w celu uzyskania czystego azotu ciekłego oczyścić powtórnie w osobnym przedziale kolumny i w ten sposób czysty tlen ciekły wprowadzić znowu do wyparnicy, przy użyciu osobnej kolumny z tlenem i żeby ładunek skraplacza wzbogacony w azot, w postaci gazu lub jako ciekłe skropliny, albo częściowo gazowe a częściowo ciekłe wprowadzić zpowrotem do kolumny azotowej w środkowej jej części poniżej głowicy.

W ten sposób pracują pomagając sobie wzajemnie obydwie zespoły cieplne zazwyczaj przeciwdziałające sobie, umożliwiając równoczesne otrzymywanie czystego składnika łatwo wrzącego (azotu).

Fig. 8 ma wyjaśnić przebieg pracy rozdzielania powietrza na tlen i azot. Powietrze wysokopiętne względnie jako jego namiastka wysokopiętny azot dostaje się po przejściu niewidocznego wymiennika ciepła dowolnego rodzaju, do kolumny 1 przez rurkę 65 do wyparnicy 8, w której przeprowadzona jest rurka ze skrętami.

Rurka 65 skierowana jest z górnego końca wyparnicy 8 poza kolumną 1 do górnej części kolumny, którą przebiega w wielu skrętach i zewnątrz kolumny prowadzi do środkowej części kolumny 1, gdzie skroplony gaz (powietrze względnie azot wysokopiętny) rozpręża się przez zawór 66. Tlen ciekły zbierający się na dnie wyparnicy 8 rozpręża się zapomocą zaworu 68 a przez rurkę 69 do skraplacza 12, umieszczonego w górnej części kolumny 1. Tlen ciekły wyparowuje a rurką 5 wylatuje czysty tlen gazowy. Azot wylatujący w górnej części kolumny 1 skrapla się w rurkach 70 i opada po większej części do zbiornika 71; część zbierającego się ciekłego azotu wraca rurką przelewową 72 do kolumny 1. Inna część ciekłego azotu powstała w skraplaczu opada do zbiornika 73, skąd część pod działaniem własnego ciężaru spływa przez rurkę 74. Pary azotu powstające w zbiorniku 73 z azotu ciekłego wznoszą się w rurkach 75 i rurką 4 wylatuje azot gazowy pod ciśnieniem, wskutek czego może być użyty do pracy. Azot ciekły wracający rurką 74 prowadzi się przez zawór 76 do kolumny tlenowej, otaczającej górną część kolumny 1 lub do skraplacza tlenu 78, który jest częściowo napełniony perełkami szklanymi. W tym drugim skraplaczu powstaje działanie rektyfikacyjne. Pary azotu skierowane są przelewami 79 do wnętrza kolumny 1, natomiast ciecz opada rurką 80 zpowrotem do wyparnicy 8. Rurką 7 odpływa azot bez ciśnienia do miejsc użytku. Powyższy sposób można też przeprowadzić w istniejących urządzeniach, które mogą być w tym celu przebudowane z łatwością i bez wielkich kosztów.

Na fig. 9 uwidoczniłono odmianę tego sposobu. Ciekły azot rozprężony pod ciśnieniem kolumny gromadzi się w górnej jej części zapomocą przegrody 81; część rozpręża się do ciśnienia atmosferycznego przez zawór 82 do środkowego skraplacza 83 i wylatuje rurką 84. Przez rurkę 85, od-

gałęzającą się od przewodu 69, można odbierać tlen ciekły. Ilość otrzymywanego tlenu miarkuje zawór 86. Przez rurkę 87 umieszczoną w dolnej części skraplacza wraca ciecz do kolumny 1.

Jeżeli tlen ciekły, służący do płókania wprowadza się do dolnej kolumny lub kolumny odciągającej, albo nieco niżej, podczas gdy azot parujący lub ciekły ma się dostać w górę do kolumny wzmacniającej, to wprowadzanie tlenu ciekłego w dotychczasowy sposób — gdzie pary tlenu przeznaczone do skroplenia odbiera się wysoko ponad wyparnicą tlenu — przedstawia techniczne trudności utrzymania równowagi między górną i dolną częścią kolumny, zwiększające się jeszcze wskutek zastosowanej w pośrodku wyparnicy pomocniczej.

Oprócz tego nie jest zachowany związek między obiegiem azotu a wydajnością odziebiania, która jest konieczna do pokrycia strat. W celu uniknięcia tych wad opuszczone jest odparowanie pośrednie, które uskutecznione jest zapomocą azotu wysokoprężnego tylko w dolnej wyparnicy, przyczem uzyskany azot ciekły odpręża się do ciśnienia rozdzielacza w najwyższej części kolumny wzmacniającej. Azot przeznaczony do skroplenia w skraplaczu przeprowadzony jest z przestrzeni ponad tlenem ciekłym wyparnicy dolnej do skraplacza, tu jest skraplany a potem skierowany nie ponad wyparnicę, lecz znowu do jego wylotu ponad poziomem cieczy w wyparnicy. Wskazane jest przytem podzielenie wyparnicy na dwie połączone z sobą części, które odbierają pary z ponad części bogatszej w tlen, a ciecz może odpływać do drugiej części, aby uwolniwszy się od małych ilości azotu mogła dopływać do drugiej części. To umożliwi ustalenie równowagi w kolumnie, zwłaszcza jednak w tem miejscu między obu częściami kolumny, gdzie do kolumny rozdzielczej wprowadzone jest świeże powietrze małoprężne z wymien-

nika, przyczem ustalenie to następuje, gdy tylko powierzchnie skraplacza dla tlenu płóczącego i azotu doprowadzone są do takiego stosunku jaki odpowiada warunkom równowagi w tem miejscu. Takie miarkowanie jest najłatwiejsze, gdy ilość azotu wysokoprężnego jest nieco za wielka, a cała ilość azotu płóczącego może być u góry dostarczona. W tym przypadku można pędzić skraplacz całą ilością tlenu ciekłego po odprężeniu i tę samą ilość tlenu ciekłego o ciśnieniu kolumny rozdzielczej zawracać do wylotu w ten sposób, żeby ilość tlenu, odpowiadająca całej ilości wysokoprężnego azotu odparować w wyparnicy osiągając przez to równowagę w kolumnie. Pozostałe ilości azotu wysokoprężnego należy miarkować od czasu do czasu przez dodatek azotu i tlenu płóczącego przez ustosunkowanie powierzchni skraplacza. Takie miarkowanie może być wykonane przez nastawianie wysokości poziomu cieczy w wyparnicy i przez wielkość jej powierzchni.

Zasadniczą rzeczą jest to, że tlen ciekły wraca do wylotu w celu uniknięcia zaburzenia równowagi, niezależnie od tego, czy tlen jest odbierany z wyparnicy lub w dowolnem miejscu, w stanie czystym lub w mieszaninie gazowej i prowadzi z powrotem jako ciecz. Najkorzystniej jest przy otrzymywaniu tlenu ciekłego prowadzić pary tlenu wprost z wyparnicy do skraplacza, a stąd tlen ciekły przeprowadzać znowu zpowrotem do wyparnicy, aby umożliwić w dolnej części kolumny rozdzielczej obieg tlenu odpowiadający górnemu obiegowi azotu, przyczem jednak skraplacz zasilany jest azotem ciekłym.

Przebieg pracy objaśniają wykonania uwidocznione w zarysie na fig. 10, 11 i 12.

Według fig. 10 obieg azotu otrzymany jest zapomocą powierzchniowego skraplania w osobnym skraplaczu azotowym zapomocą rozprężenia azotu wysokoprężnego. Do obiegu tlenu służy zwykły skraplacz 12, napędzany zapomocą rozprężonego tlenu

ciekłego. W rurce 88 można odbierać czysty tlen gazowy. Wysokoprężny azot skierowany jest rurką 194 przez wyparnicę 8, a zapomocą zaworu 195 rozpręża się go w skraplaczu 196 umieszczonym w górnej części kolumny 1. Tlen ciekły zbierający się na dnie wyparnicy 8 rozpręża się przez rurkę 197 i zawór 198 do skraplacza tlenu 199.

Według fig. 11 obieg azotu przeprowadzony jest bez osobnego skraplacza zapomocą skraplania natryskowego, natomiast skraplacz tlenu jest nieznacznie zmieniony, mianowicie tylko przy prowadzeniu skraplanych par tlenu.

Części lotne tlenu wznoszące się nad skraplaczem 199 doprowadzone są zpowrotem do wyparnicy 8 przez rurki 200.

Według fig. 12 część azotu ciekłego, odpowiadającą ilości tlenu, odgałęzioną jest z rozdzielacza, a po rozprężeniu zużytkowana jest do uruchomienia skraplacza tlenu. W urządzeniu na fig. 12 skutecznie tę zmianę w ten sposób, że gazy wznoszące się w wyparnicy 8 dostają się rurką 201 do zbiornika 206 powyżej kolumny 1, w której pomieszczono skraplacz 202. Część par skrapla się, natomiast pary unoszące azot wprowadzone są rurką 203, na której znajduje się zawór 207 miarkujący ilość przepływającego gazu, do górnej części kolumny 1. Rurką 204 wylatuje rozprężony azot gazowy do miejsc użytku. Tlen ciekły odprowadzony jest rurką 205 ze zbiornika 206 zpowrotem do wyparnicy 8. Na dnie wyparnicy 8 zbierający się tlen ciekły dostaje się rurką 197 i przez zawór 198 do wymiennika.

Obieg tlenu można też spowodować przez krążenie tlenu ciekłego stosując pompę rurową Dubiona.

Na fig. 13 uwidocznił sposób płókania tlenem lub ciekłą mieszaniną tlenu i azotu w drugiej kolumnie i to przy różnych sprężeniach w obu kolumnach, postawionych obok siebie. Każda kolumna rozdziel-

cza, składająca się z kolumny wzmacniającej i odciągającej, otrzymuje w każdym stopniu pod skraplaczem 12 i 14 po jednej wyparnicy, a na dole tuż u dna kolumny odciągającej (kolumna tlenowa) jeszcze po jednej wyparnicy. Urządzenie to służy do tego celu, aby odparowywać nadmiar azotu i żeby w wyparnicy tlenu mógł się zbierać czysty tlen ciekły względnie dość ubogi w azot.

Powietrze małoprężne oziębione przed wlotem w niewidocznym wymienniku, prowadzone jest rurką 89, przekształconą w węzownicę, która mieści się w wyparnicy 90 pod skraplaczem natryskowym kolumny azotowej 2. Powietrze małoprężne skraplane jest częściowo w węzownicy grzejnikowej i dostaje się rurką 89 do środkowej części kolumny 1. Na dnie tej kolumny zbiera się w wyparnicy 8 ciecz, która ogrzewana jest powietrzem wysokoprężnym prowadzonem węzownicą grzejnikową 91. Potem ciecz rozprężona skierowana jest przez zawór 92 i rurkę 93 do skraplacza 14, a wytworzona tu para wypada przewodem 94 do dolnej części kolumny azotowej 2. Ponad wlotem rurki 94 do kolumny 2 znajduje się kolumna wzmacniająca 95 pędzona azotem ciekłym, a w niej wznoszący się tlen gazowy spotyka się ze spływającym azotem.

Pod kolumną odciągającą rozdzielacza 2 znajduje się wyparnica 9, która ogrzewana jest węzownicą grzejnikową 6 zapomocą przepływającej przez nią małoprężnej pary azotu z kolumny wzmacniającej 6 rozdzielacza 1 tak, że tlen ciekły zbierający się w wyparnicy 9 wyparowuje. Przyłączem 96 wylatują pary tlenu i po przejściu wymiennika dostają się do miejsc użytku. Azot skroplony w wyparnicy 9 skierowany jest rurką 97 do zaworu dławikowego 98, a po rozprężeniu do wyparnicy 12, gdzie ciekły azot częściowo paruje a częściowo dostaje się do kolumny wzmacniającej 95 i służy do oziębiania, podczas gdy parę azo-

tową odprowadza się przewodem 4 do wymiennika i do miejsca użytku.

Pod skraplaczem kolumny niedopiętej 6 znajduje się wyparnica 98, w której jest rurka 99, prowadząca wysokopiętne powietrze lub azot i jest przekształcona w wyparnicę na węzownicę, skierowaną do dolnej wyparnicy 8 ułożoną w niej w zwojach węzowych, a zewnątrz kolumny 1, dostaje się do środkowej jej części powietrze wysokopiętne, zbierające się w stanie ciekłym w węzownicach grzejnikowych, dostaje się po rozpięciu zapomocą zaworu 100 do kolumny odcinającej rozdzielacza 1; przy użyciu azotu wysokopiętnego rozpięta go się w górnej części kolumny wzmacniającej 6, oznaczonej liniami kropkowanymi. Pary azotowe ponad kolumną wzmacniającą wznoszą się w węzownicy skraplacza 101, tu się skraplają i jako ciecz azotowa zlewają się zpowrotem do kolumny wzmacniającej. Ponieważ w dwustopniowym sposobie rozdzielania, gdzie w jednym stopniu pracuje się z większym pięciem niż w drugim, oddzielone składniki — jak z powietrza tlen i azot prowadzi się bez nadpiętności do miejsca użytku, więc ich pierwotna energia piętności nie może być zużytkowana do odzyskania pracy mechanicznej.

Oprócz tego praca przy ciśnieniu atmosferycznym w drugim stopniu ma jeszcze tę wadę, że przeprowadzenie należytego skraplania i parowania w obu stopniach przedstawia techniczne trudności.

Poprawę można osiągnąć w ten sposób, że w obu stopniach rozdzielczych pracuje się z nadwyżką piętności, natomiast piętność w drugim stopniu otrzymuje się poniżej piętności pierwszego stopnia. Ze względu na małą ilość tlenu wobec azotu przy rozdzielaniu powietrza, upraszcza się bieg pracy przez wypuszczanie uzyskanego tlenu pod ciśnieniem, i odprowadza się go jak dotąd przy ciśnieniu atmosferycz-

nym tak, że ciepło parowania czystego tlenu odbieranego w stanie ciekłym z kolumny tłoczącej można spożytkować przy skraplaniu gazu sprężonego.

Osiąga się przez to tę korzyść, że ciecz zbierająca się w zbyt wielkiej ilości w rozdzielaczu prowadzona jest z przestrzeni tłocznej do osobnego skraplacza i można ją użyć należyte podczas biegu pracy, co dotąd było niemożliwe z powodu niskiej temperatury azotu, odpływającego przy ciśnieniu atmosferycznym.

Na fig. 14 uwidoczniono zarys najprostszego kolumny rozdzielczej, służącej do przeprowadzenia tego sposobu. Do dolnej kolumny 1 doprowadzone jest rurką 103 świeże powietrze, które się skrapla i przez zawór 104 rozpięta się w środkowej części kolumny 1. Zbierająca się w wyparnicy 8 ciekle mieszanina tlenu i azotu rozpięta się w rurce 105 zapomocą zaworu 106 w części odcinającej kolumny 2. Azot gazowy wydostający się z górnej części kolumny 1 prowadzony jest rurką 107 przez wyparnicę 9 kolumny 2, azot skroplony dostaje się zpowrotem do górnej części kolumny 1, gdzie się zbiera w zbiorniku 108. Część azotu ciekłego prowadzona jest rurką 109 do górnej części kolumny 2 i rozpięta zapomocą zaworu 110, wbudowanego w tę rurkę. Część azotu ciekłego, przelewająca się ze zbiornika 108 spływa zpowrotem do kolumny 1. Tlen gazowy można odbierać sprężony przez rurkę 111 i zawór 112, natomiast rurkę 113 i przez zawór 114 odcinają się czysty azot gazowy. Przez to otrzymuje się tę korzyść, że przy ruchu ciągłym zmniejszają się zmiany procentowej zawartości wylatującego tlenu i azotu, co daje większą pewność stałości ruchu.

Fig. 15 uwidocznia odmianę urządzenia rozdzielczego fig. 14. Tok pracy jest w ten sposób zmieniony, że skraplacz azotu 115 nie jest napędzany tlenem ciekłym, lecz azotem ciekłym, wprowadzonym do drugiego

stopnia. Przez to winno się uzyskać, że sprężenie w pierwszym stopniu może być niższe i nie potrzebuje być o wiele wyższe niż w dotychczasowych kolumnach dwustopniowych. Parowanie tlenu ciekłego w dolnej części drugiego stopnia sprężenia uskutecznione jest z tego samego powodu przy pomocy mieszaniny sprężonych gazów tlenu i azotu, które odbierane są z pierwszego stopnia sprężenia w odpowiednim miejscu między dnem a głowicą i to mianowicie w miejscu wlotu świeżego powietrza lub poniżej tego miejsca, natomiast otrzymaną ciecz wprowadza się znowu zpowrotem do kolumny pierwszej. Tę ciecz można przez rurkę 117 i przez zawór 118 rozprężyć całkowicie lub częściowo w drugiej kolumnie i tam ją rektyfikować dalej. W tym razie nie trzeba rozpuszczać tlen sprężony i w stanie gazowym do kolumny 2, lecz można rozprężyć w skraplaczu do ciśnienia atmosferycznego i spożytkować pomocniczo do skraplania azotu sprężonego dla pierwszego stopnia sprężenia.

Najkorzystniej odbywa się ten sposób rozdzielania przy zastosowaniu osobnego obiegu azotu. Fig. 16 uwidacznia w zarysie kolumnę rozdzielającą, służącą do przeprowadzenia takiego sposobu. Azot obu stopni sprężenia wyprowadza się według tego z rozdzielacza oddzielnie, a po wyjściu z wymiennika prowadzi do miejsc użycia lub do rozprężarki, przyczem azot małoprężny rozpręża się celowo nie w osobnym urządzeniu, lecz wspólnie w drugim stopniu rozprężarki dla azotu o wyższym sprężeniu. Oczyszczone i oziębione wstępnie powietrze o średnim sprężeniu rozpręża się zapomocą zaworu 120 w dolnej części kolumny 2. W wyparnicy 9 tej kolumny 2 powstająca mieszanina ciekła tlenu i azotu rozpręża się w górnej części kolumny 1 przez rurkę 121 zapomocą zaworu 122. Do tej części wprowadza się też rurką 123 powietrze mniej sprężone. Tlen ciekły zbierający się w wyparnicy 8 kolumny 1 rozpręża się przez

rurkę 124 zapomocą zaworu 125 do skraplacza 126, umieszczonego nad kolumną 2, podczas gdy tworząca się część gazowa tlenu ciekłego skierowana jest rurką 127 do miejsc użytku. Wysokoprężny azot przeprowadza się rurką 128 przez obie wyparnice 8 i 9 kolumny 1 do opalania, azot ciekły rozpręża się zapomocą zaworu 129 do zbiornika 130, który jest odpowiednio ukształtowany w górnej części kolumny 2. Pary azotowe wznoszące się z tego zbiornika 130 i z kolumny 2 dostają się do skraplacza 131, w którym się częściowo skraplają. Część ciekła opada do kolumny 2 i zpowrotem do zbiornika 130, z którego część azotu ciekłego rozpręża się rurką 132 zapomocą zaworu 133 do najwyższej części kolumny 1. Części azotu, powstałe w stanie gazowym w skraplaczu 131 wylatują rurką 134 zaopatrzoną w zawór 135 do miejsc użytku, do którego odprowadza się też czyste pary azotowe kolumny 1 rurką 136 z zaworem 137. Jeszcze większe uproszczenie otrzymać można zastosowując w powyższym przebiegu pracy zasadę wstecznego obiegu cieczy tak jak uwidoczniono na fig. 17.

Azot wylatujący ze sprężarki wysokiego sprężenia przeprowadza się rurką 138 przez wyparnicę 8 i przez zawór 139 rozpręża w zbiorniku 140. Azot służący do ogrzewania wstecznego biegu cieczy pierwszego stopnia skierowany jest ze zbiornika 140 zapomocą rurki 141 i zaworu 142 do odgałęzienia 143 z zaworem 144 i do skraplacza 145, z którego azot lotny z górnej części kolumny 1 skierowany jest rurkami 147 i 143 do skraplacza 145. Mieszanina ciekła tlenu i azotu, zbierająca się w wyparnicy 8 rozpręża się zapomocą rurki 148 i zaworu 149 do ośrodkowej części kolumny 1. Tlen ciekły powstający u dołu skraplacza 150 dostaje się rozprężony rurką 152 z zaworem 151 w skraplaczu 163, z którego tlen lotny wylatuje przyłączem 154. W tym razie, gdy ma być uzyskany równocześnie czysty tlen i azot sprężony tak przy jednostopniowym

jako też w podzielonym toku pracy przy jednakowym lub przy różnych sprężeniach w poszczególnych oddziałach urządzenia rozdzielczego, okazało się, że przez zastosowanie obiegu azotu lub przez bogate zasilanie azotem ciekłym, można uzyskać w każdym razie azot czysty — podczas rozdzielania powietrza — lecz otrzymany obok niego tlen nie może być zupełnie czysty, ponieważ wykazuje zawsze domieszkę azotu od 10% do 15%.

Aby uniknąć tej wady tak w jednostopniowym toku pracy z obiegiem azotu, jak też w znanych przebiegach o dwu stopniach sprężenia należy w wyparnicy, w której zbiera się tlen ciekły lub ciekła mieszanina bogata w tlen, prowadzić ciecz około jednej lub kilku węzownic wyparnicy tak, że ciecz spływająca z kolumny rozdzielczej i bogata w azot przepływa poszczególne skrzyżowania grzejnikowej lub węzownic od zewnątrz do wewnątrz lub też odwrotnie od wewnątrz do zewnątrz, przyczem w pierwszym przypadku ciecz spływająca z kolumny zbiera się na obwodzie wyparnicy, a w drugim przypadku w środku, lecz bezpośrednio nie może przedostać się nigdzie indziej, podczas gdy pary wywiązujące się w różnych miejscach wyparnicy mają połączenie z przestrzenią par pod kolumną rozdzielczą. Celem tego prowadzenia jest to, żeby w ostatnim miejscu cieczy płynącej można zbierać tlen czysty i przeprowadzać go w stanie ciekłym do jakiegoś zwykłego skraplacza z azotem płoczącym lub tlenem a tam oddzielnie od zawartości kolumny odparowywać go tak, że pary bogatsze w azot i pochodzące z samej kolumny nie mogą się z nim mieszać przez dyfuzję.

Sposób wywołania powyższego przepływu cieczy z wyparnicy jest obojętny dla toku pracy. Można to np. osiągnąć przez kilkakrotne odwracanie i kierowanie prądu cieczy tak, jak to zaznaczono w zarysie na fig. 18 dla kilku węzownic w wyparnicy przy pracy o jednym stopniu sprężenia z

obiegiem azotu. Ciecz zawierająca jeszcze nieco azotu i zbierająca się nad wyparnicą płynie tu od zewnątrz do wewnątrz, poczem wylewa się w środku jako czysty tlen ciekły.

Na fig. 18 uwidoczniłoby się przykłady tego pomysłu. Powietrze o średniej prężności płynące w kierunku strzałki rurką 156, która zwojami otacza zbiornik 157 i w stanie ciekłym znowu wylewa się, poczem przez zawór dławiący 158 prowadzi się je do środkowej części kolumny. Gazowy azot wysokoprężny dostaje się w kierunku strzałki przez rurkę 159 do zewnętrznego zbiornika 161 pokrywy 162, która jest otoczona węzowem rurką 159. W tym czasie azot wysokoprężny skrapla się w rurce 159 i zapomocą zaworu 160 rozpręża się w najwyższej części kolumny. Powietrze wdmuchane jest w kierunku strzałki rurką 163 do wyparnicy 8, w której ta rurka przebiega węzowem. Powietrze wdmuchane skrapla się w rurce 163 i zapomocą zaworu 164 rozpręża się w środkowej części kolumny rozdzielczej. Bardzo czysty tlen ciekły powstający w zbiorniku 165 odprowadza się rurką 166 i przez zawór 167 do miejsc użytku.

Stosowanie obiegu azotu staje się zbędne tak w jedno—lub wielodzielnych kolumnach o stałym lub zmiennym sprężeniu, jeżeli potrzebne ciepło dostarczane jest albo zapomocą osobnego ogrzewania pewną ilością czynnika napędowego względnie jakiegoś jego składnika lub przy użyciu samej rozdzielanej mieszaniny, stosując małe ciśnienie wstępne, stosownie do zapotrzebowania ciepła. Nadmiar zimna będący wskutek tego do rozporządzenia nie może być poza wymiennikiem stracony dla toku pracy; należy go zastosować o ile możliwości do oziębiania mieszaniny świeżej. Jeżeli nawet w ten sposób dzielność termiczna nieco się zmniejszy, to jednak wskutek uniknięcia osobnej sprężarki azotu urządzenie tak się technicznie upraszcza, a ruch staje się tak przejrzysty, że całkowitą

dzielność gospodarczą należy uważać za wyższą niż w dotychczasowych sposobach pracy. Jest tu pożądane i celowe, aby przy uzyskaniu możliwie czystego składnika trudnowrzącego, więc przy rozdzielaniu powietrza—tlenu, włączać tu kolejne jego odparowywanie w wyparnicy u dołu, jak to zaznaczono w zarysach przykładów wykonania. Wymiennik i urządzenie wymiany, opuszczone jako ogólnie znane.

Tok pracy objaśniają fig. 19 — 22.

W wykonaniu uwidocznionem w zarysie na fig. 19 powietrze wysokopiętne o temperaturze około 30 — 50°C z oziębiacza dostaje się do wymiennika, gdzie się nieco oziębia, a potem stosunkowo jeszcze ciepłe wlatuje do wyparnicy tlenu, aby tlen ciekły można było kolejno odparowywać częściowo a częściowo skraplać. Potem powietrze wysokopiętne zapomocą rurki 168 i zaworu 169 rozpręża się w dolnej wyparnicy powietrza ciekłego 170 i to przy sprężeniu wyższem niż w wyparnicy 8. Sprężenie w tej ostatniej powinno wykazywać najmniej 4 atm nadciśnienia, więc winno wynosić 5 atm, aby w skraplaczu 171 rozprężony tlen ciekły mógł skraplać się w górze kolumny z azotem sprężonym. Uzyskany tu czysty, gazowy azot sprężony prowadzony jest w znany sposób przez wymiennik nazewnątrz, używając go potem do pracy w rozprężarce.

Pary powstające w wyparnicy 170 płyną przez przyrząd biegu wstecznego 171, w którym mieszanina ciekła bogata w tlen płynie do wyparnicy 170, podczas gdy w zbiorniku 172 zbiera się prawie czysty azot. Ten ostatni rozprężany jest zapomocą rurki 173 i zaworu 174 do górnej części kolumny rozdzielczej, a ciecz zbierająca się w wyparnicy 170 rozpręża się w środkowej lub dolnej części kolumny rozdzielczej zapomocą rurki 175 i zaworu 176. Czysty tlen ciekły, zbierający się w wyparnicy 8 rozpręża się przez rurkę 177 i zawór 178 do górnej wyparnicy, a zawarte tu pary tlenu

wylatują przez wymiennik nazewnątrz do miejsc użytku.

Na fig. 20 uwidoczniono pojedynczą kolumnę o sprężeniu stałym, której azot sprężony przed wlotem do wymiennika rozpręża się w skraplaczu 179, a potem dopiero jako gaz wylatuje z wymiennika, podczas gdy tlen ciekły otrzymany u dołu w wyparnicy tlenu 8 rozpręża się w skraplaczu 179 i wylatuje nazewnątrz przez wymiennik.

Powietrze wysokopiętne dostaje się z oziębiacza do przestrzeni 180 względnie 181, w której znajduje się węzownica wysokopiętna 182 dla azotu lub także węzownica 183 dla powietrza, skierowanego przez wyparnicę 8; tam azot względnie powietrze skrapla się, a wskutek większej ciężkości właściwej otrzymanej cieczy spływa ona węzownicą 184 znowu do przestrzeni 180 względnie 181, gdzie pod działaniem ciepłego jeszcze stosunkowo powietrza wysokopiętnego zamienia się w tych przestrzeniach znowu w parę. Powierzchnię i prędkość przepływu można tak obrać, że dodatek pary potrzebnej w wyparnicy 8 może być ustalony. Powietrze wysokopiętne z przestrzeni 180 względnie 181, odciągnięte rurką 185 oziębia się odpowiednio w wymienniku i skrapla w wyparnicy 8, a potem rozpręża przez zawór 186 do środkowej lub dolnej części kolumny rozdzielczej. Azot wylatujący ze skraplacza 179 przez wymiennik o ciśnieniu prawie atmosferycznem, wydostaje się z wymiennika z nadmiarem zimna i jest użyty do oziębiania świeżego powietrza wysokopiętnego.

Powyższe urządzenie nadaje się szczególnie do małych zakładów, w których nie kładzie się nacisku na odzyskanie energii roboczej azotu tłocznego do kolumny, albo też do układów dużej wydajności, które mają nadmiar siły taniej.

Ważną zaletą techniczną tego sposobu pracy jest to, że wbrew wszystkim dawniejszym sposobom praca jest prawie stała

przez zastosowanie samoczynnego regulatora sprężenia, nawet gdy zmienia się ilość świeżej mieszaniny gazowej.

W wyższym stopniu dotyczy to pracy kolumny rozdzielczej pokazanej na fig. 21, 22, które uwidoczniają dwudzielne kolumny o różnym sprężeniu. Ogrzewanie dodatkowe odbywa się w urządzeniu fig. 21 w wyparnicy 9 kolumny niskiego sprężenia zapomocą azotu mało i średnioprężnego, skierowanego z kolumny do węzownic grzejnikowych 187 i 188, spływającego do kolumny częściowo w wyparnicy 8 pod działaniem powietrza wysoko i średnioprężnego z mieszaniną ciekłą z wyparnicy 8 do kolumny niskiego sprężenia zapomocą rurki 189 oraz zaworu 190 i tam całkowicie odparowywanej.

Wreszcie urządzenie według fig. 22 pracuje tak samo a różni się od poprzedniego (fig. 21) tylko tem, że środkowa i dodatkowa węzownica grzejnikowa 191 jest zastąpiona przez wyparnicę rurową 192 a w dolnej wyparnicy 8 znajdują się dwie węzownice wyparnicy, mianowicie jedna węzownica grzejnikowa na powietrze wysokoprężne 193, druga na powietrze średnioprężne 194. Do należytego przeprowadzenia powyższego sposobu należy, aby kolejne parowania w wyparnicy 9 kolumny niskiego sprężenia mogło mieć wydajne zastosowanie. Powierzchnia poszczególnych węzownic grzejnikowych jest obliczona według normalnej ilości powietrza wysokoprężnego względnie według ilości wprowadzanego powietrza mało i wysokoprężnego, w celu umożliwienia stałej pracy w bardzo szerokich granicach. Nadmiar zimna spożytkowany jest tak jak w urządzeniach według fig. 19 i 20 do zamrażania świeżego powietrza, w celu uniknięcia znaczniejszych strat zimna.

Przy tym sposobie pracy uwzględnione jest także to, że przy rozprężaniu cieczy część jej musi odparować w celu oziębienia cieczy do temperatury wrzenia.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób rozdzielania trudno skraplających się mieszanin gazowych podwójnych lub wielokrotnych, zwłaszcza powietrza, znamienny tem, że zamiast ciekłego składnika łatwowrzącego użyty jest do płokania ciekły składnik trudnowrzący lub ciekła mieszanina składnika łatwo—i trudnowrzącego.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że do płokania użyte są więcej niż dwie ciecz, z których jedną jest ciekły składnik łatwowrzący, drugą—mieszanina składnika trudno—i łatwowrzącego, trzecią—ta sama mieszanina oraz czysty składnik trudnowrzący.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że pary bogate w składnik trudnowrzący, wytwarzające się podczas rozdzielania przy dowolnej prężności nad wyparnicą lub w dolnej części kolumny spędzającej, rozdzielają się na czysty, ciekły składnik trudnowrzący przy pomocy ogrzewania jego w wyparnicy i na pary składnika łatwowrzącego, ubogie w składnik trudnowrzący, a te ostatnie wskutek skroplenia i własnego ciężaru spływają samoczynnie u góry zpowrotem do kolumny wzmacniającej rozdzielacza, podczas gdy sprężony ciekły składnik trudnowrzący rozpręża się do normalnego ciśnienia w skraplaczu lub w przestrzeni oziębiającej i w postaci pary wydostają się przez wymiennik.

4. Sposób według zastrz. 1 i 3, znamienny tem, że do wytwarzania zimna dodatkowego użyte są nie części składnika łatwowrzącego (z powietrza azotu), lecz zabiera się tylko trudnowrzący składnik mieszaniny (z powietrza tlenu) lub część jego z kolumny rozdzielczej w postaci gazowej, poczem spręża się go wysoko, skrapla a potem rozpręża do środkowej lub dolnej części rozdzielacza w tym celu, aby móc w wyparnicy odparować więcej składnika

trudnowrzącego (z powietrza więcej tlenu), niż to jest konieczne do uzyskania wyparnicy technicznie czystego, ciekłego składnika trudnowrzącego bez przeszkody dla oddzielanego technicznie czystego składnika łatwowrzącego w kolumnie wzmacniającej.

5. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że przy rozdzielaniu w jednej kolumnie tak w kolumnie wzmacniającej jak i w kolumnie spędzającej daje się po jednym skraplaczu u góry i po jednej wyparnicy u dołu, w tym celu, aby nadmiar cieczy ponad kolumną wzmacniającą odprowadzić w niżej leżącej, osobnej wyparnicy a zapomocą skraplacza u góry kolumny spędzającej skroplić nadmiar składnika trudnowrzącego i zapobiec w ten sposób, aby zawiele ciekłego składnika łatwowrzącego nie spływało do kolumny wzmacniającej.

6. Sposób według zastrz. 1 i 5, znamienny tem, że pod skraplaczem w kilku miejscach zbiorczych gromadzą się skropliny i częściowo lub też całkowicie odprowadzane są z jednego miejsca zbiorczego do najbliższego poprzedniego, przyczem ogrzewanie odbywa się tylko w pierwszym miejscu zbiorczem, a czysty ciekły nadmiar składnika łatwowrzącego odprowadza się z ostatniego miejsca zbiorczego — i to po odprężeniu — do napędu osobnego skraplacza składnika łatwowrzącego, aby jego nadmiar odprowadzony z wyparnicy wprowadzić tam w większej części zpowrotem jako czysty, ciekły składnik trudnowrzący, a resztę doprowadzić do środkowej części kolumny wzmacniającej do dalszej przeróbki.

7. Sposób według zastrz. 5 i 6, znamienny tem, że w skraplaczu składnika trudnowrzącego wznoszące się pary jego poddaje rektyfikacji zapomocą spływającej cieczy i to pod prężnością kolumny wzmacniającej.

8. Sposób według zastrz. 1 — 7, znamienny tem, że tę ilość składnika łatwowrzącego, która służy do napędu skraplacza

składnika trudnowrzącego odprowadza się przez wymiennice ciepła nazewnątrż pod postacią gazu, aby móc wyzyskać jego zimno.

9. Sposób według zastrz. 5 — 8, znamienny tem, że ciecz składnika łatwowrzącego, wytwarzającą się przez rozprężenie poza zaworem spożytkowuje się również do napędu skraplacza dla składnika trudnowrzącego.

10. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że płókanie składnikiem łatwowrzącym i trudnowrzącym odbywa się w obiegu kołowym celem osiągnięcia równowagi w kolumnie rozdzielczej, a odbiór gazowego składnika łatwowrzącego i powrotne prowadzenie ciekłego składnika łatwowrzącego odbywa się możliwie w najwyższym miejscu kolumny wzmacniającej, natomiast odbiór gazowego składnika trudnowrzącego i powrotne prowadzenie ciekłego składnika trudnowrzącego odbywa się w najniższym miejscu kolumny spędzającej tak, że odbiór i odprowadzanie skutecznia się stale w tem samym miejscu pochodzenia.

11. Sposób według zastrz. 1 i 10, znamienny tem, że celem najprostszego osiągnięcia równowagi w kolumnie rozdzielczej wyrównywa się możliwie stosunek ilości gazowej mieszaniny do ilości kołowego obiegu wysokoprężnego składnika łatwowrzącego z daną zawartością składnika trudnowrzącego w gazowej mieszaninie i z zawartością składnika trudnowrzącego w ciekłej mieszaninie, będącej z poprzednią w równowadze.

12. Sposób według zastrz. 10 i 11, znamienny tem, że skraplacz dla składnika trudnowrzącego wystarcza o ile możliwości dla całej ilości trudnowrzącego składnika mieszaniny gazowej o małym sprężeniu.

13. Sposób według zastrz. 10 — 12, znamienny tem, że składnik trudnowrzący odbywa obieg kołowy z miejsca najbogatszego w ten składnik w dolnej wyparnicy jako pary do umieszczonego wyżej skrapla-

cza, a stąd jako ciecz wraca do wyparnicy, aby w ten sposób móc spowodować stale postępujące oczyszczanie cieczy i par składnika trudnowrzącego.

14. Sposób według zastrz. 10 — 13, znamienny tem, że ciecz składnika trudnowrzącego bierze udział w obiegu z wyparnicy do skraplacza i stąd zpowrotem do wyparnicy składnika trudnowrzącego.

15. Sposób według zastrz. 1 i 5, znamienny tem, że w kolumnach rozdzielczych, podzielonych na dwa stopnie sprężania, pracuje się w jednym z obu stopni lub w obydwóch dla kolumny spędzającej i wzmacniającej jednego lub obu stopni sprężenia nie tylko ze zwykłym górnym skraplaniem i dolnym odparowaniem, lecz także z odparowaniem u góry pod każdym skraplaniem.

16. Sposób według zastrz. 1, w zastosowaniu do wielokrotnych stopni rozdziału, znamienny tem, że w pierwszym stopniu oraz w drugim pracuje się z większym sprężeniem, natomiast w drugim stopniu sprężenie jest niższe niż w pierwszym, w tym celu, aby składnik łatwowrzący, odchodzący z większym sprężeniem, można w całości lub częściowo rozprężyć w rozprężarce bez podgrzania, uzyskując w ten sposób pracę i dostateczny spadek temperatury do wstępnego oziębienia i zamrażania świeżo sprężonej mieszaniny gazowej, lub do uzyskania większej pracy użytkowej.

17. Sposób według zastrz. 1 i 16, znamienny tem, że więcej sprężony składnik łatwowrzący pierwszego, wyższego stopnia sprężenia skrapla się zapomocą ciekłego składnika łatwowrzącego drugiego stopnia mniej sprężonego i używa go w tym przebiegu do rektyfikacji.

18. Sposób według zastrz. 16 i 17, znamienny tem, że niezbędne uzupełnienie zimna daje nie wysokoprężna mieszanina gazowa, lecz wysokoprężny składnik łatwowrzący.

19. Sposób według zastrz. 16 — 18, znamienny tem, że sprężony pierwszy skład-

nik łatwowrzący skrapla się w dwóch skraplaczach, z których jeden oziębiony jest ciekłym składnikiem trudnowrzącym rozprężonym do ciśnienia atmosferycznego, a drugi ciekłym rozprężonym składnikiem łatwowrzącym aby zmniejszyć ciśnienie pierwszego stopnia i móc je zbliżyć do ciśnienia drugiego stopnia.

20. Sposób według zastrz. 1 — 19, znamienny tem, że ciecz spływająca do wyparnicy z kolumny rozdzielczej i uboga w składnik łatwowrzący skierowana przez węzownicę wyparnicy z jednego końca na drugi, przyczem wywiązujące się pary wylatują do kolumny rozdzielczej, poczem zbiera się i wyparowuje czysty, ciekły składnik łatwowrzący.

21. Sposób według zastrz. 20, znamienny tem, że przy większej ilości wyparnicy ciecz parująca odprowadzana jest przymusowo z ostatniej z nich, lecz bardziej celowo z wszystkich wyparnic.

22. Sposób według zastrz. 1 — 21, znamienny tem, że do wytwarzania większej ilości par podczas rozdzielania mieszanin stosowane jest ogrzewanie dodatkowe zapomocą wysokoprężnej mieszaniny gazowej i takiejże mieszaniny o średniej prężności, wprowadzając świeżą mieszaninę gazową, przeznaczoną do rozdzielania, do wymiennika nieznacznie tylko ochłodzoną albo też wprowadza się od zewnątrz dodatkowe ciepło do jednej lub więcej wyparnic.

23. Sposób według zastrz. 22, znamienny tem, że dodatkowe i zwykłe ogrzewanie odbywa się w wyparnicy składnika trudnowrzącego przez kolejne wyparowywanie.

24. Sposób według zastrz. 22 i 23, znamienny tem, że dla zwiększenia stałości przebiegu prężność w kolumnie i w węzownicach grzejnikowych jest nastawiana zapomocą samoczynnych regulatorów.

Rudolf Ferdinand Mewes,
Rudolf Karl Eduard Mewes.
Zastępca: Dr. inż. M. Kryzan,
rzecznik patentowy.

Fig. 1.

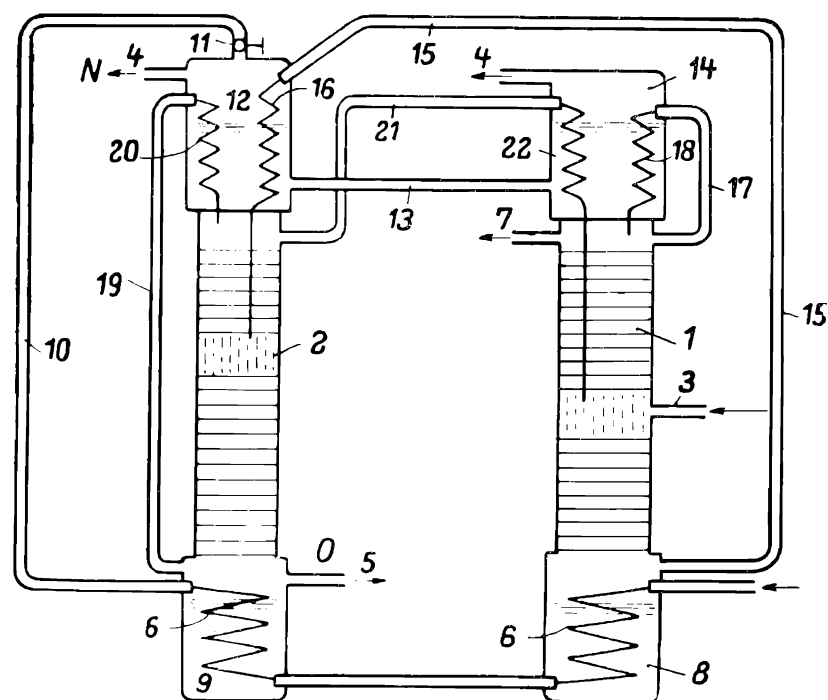


Fig. 2.

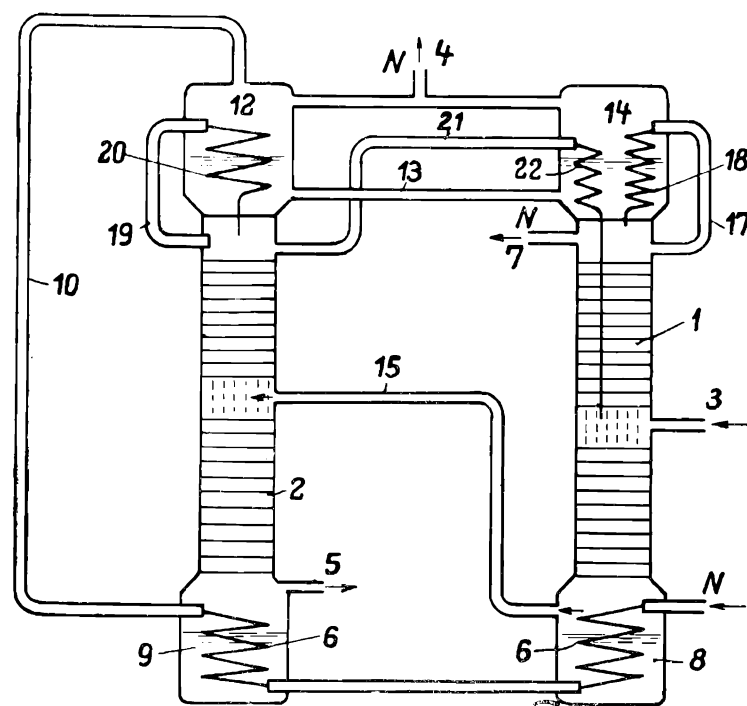


Fig. 3.

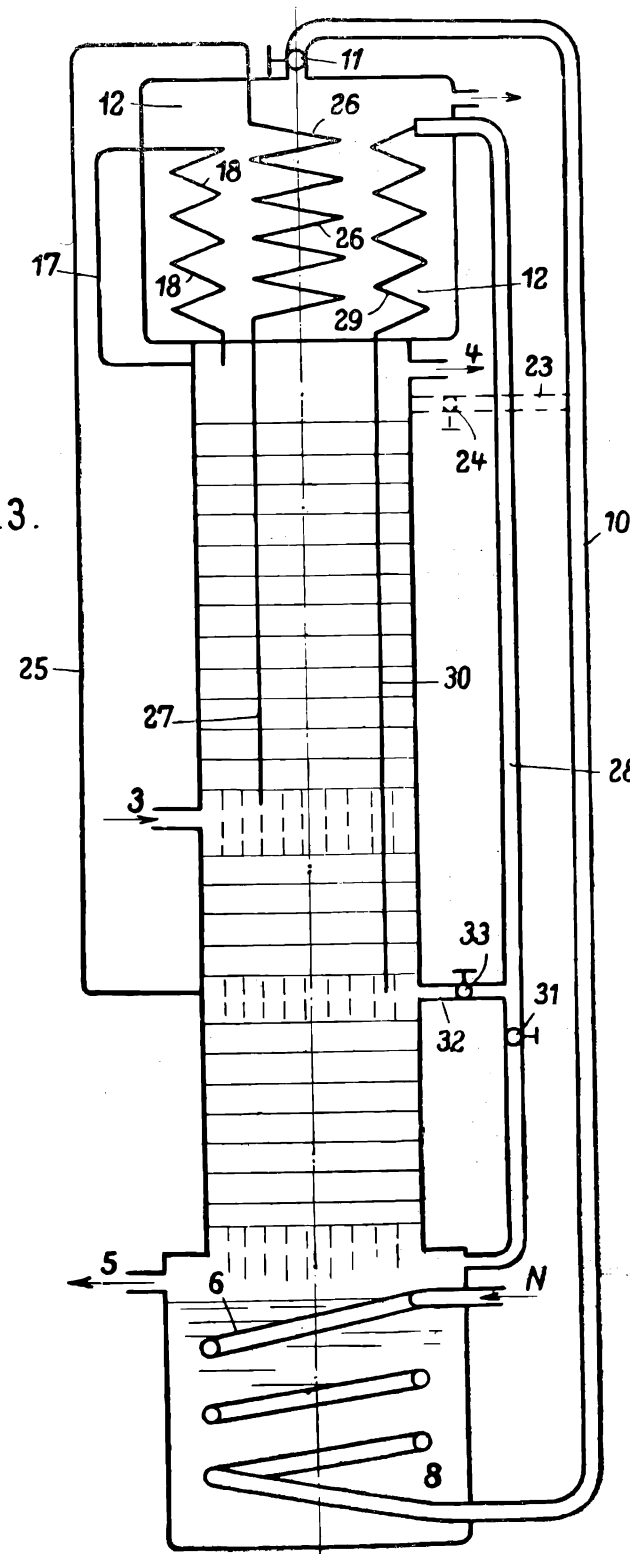


Fig. 4.

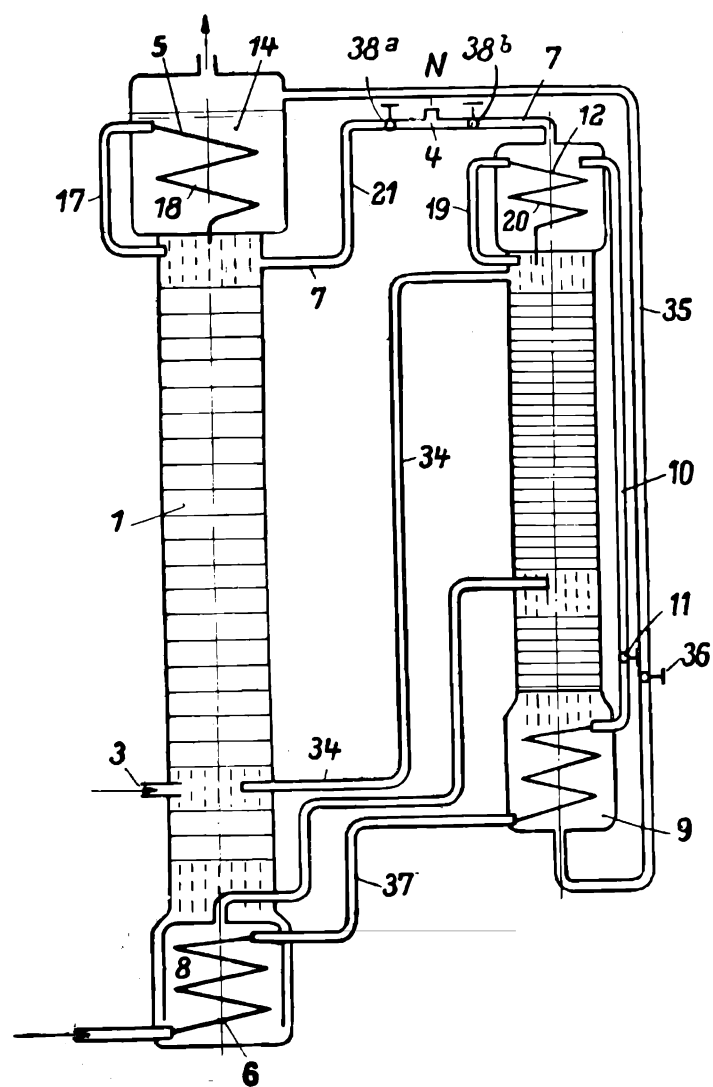


Fig. 5.

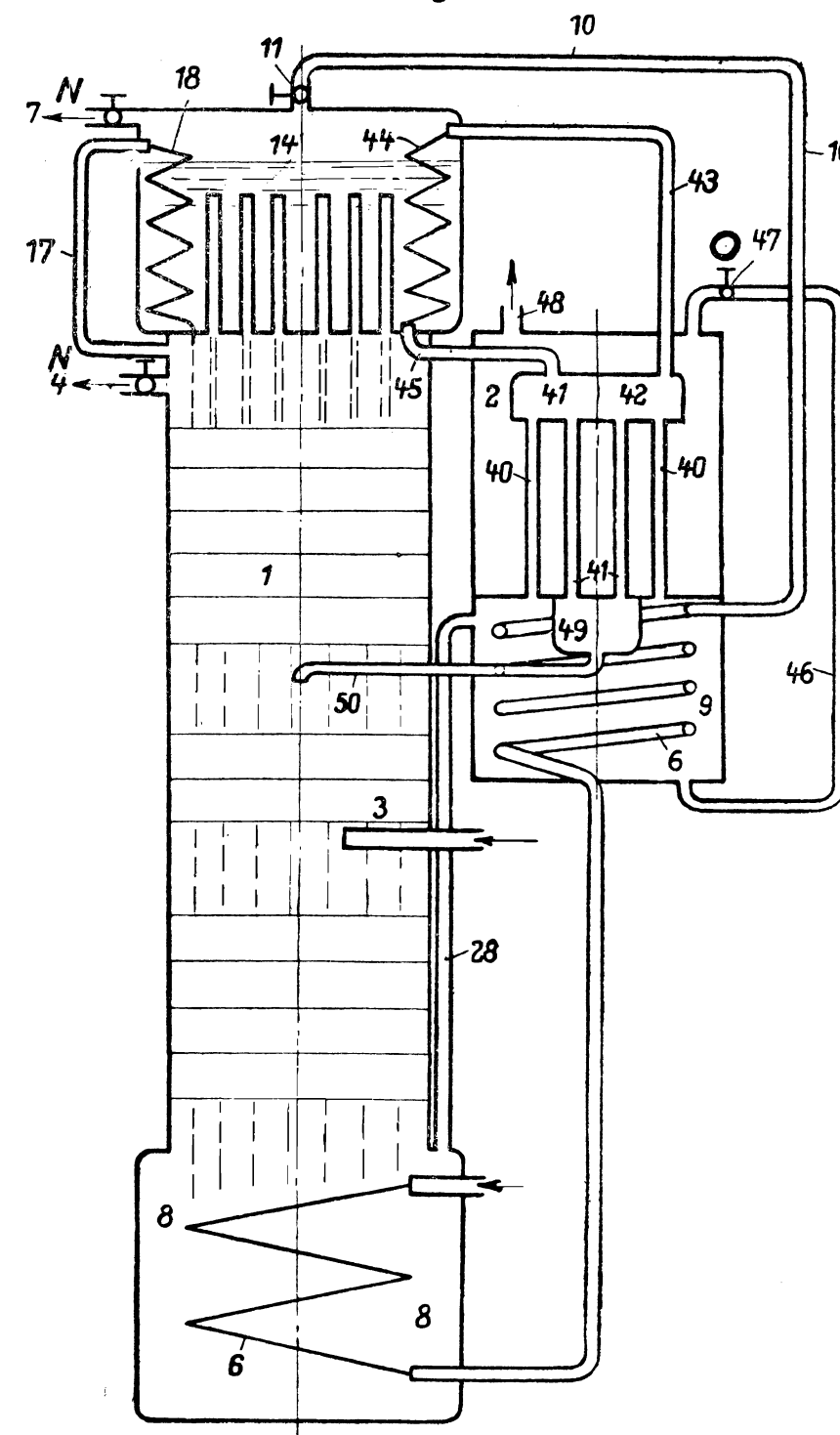


Fig. 6.

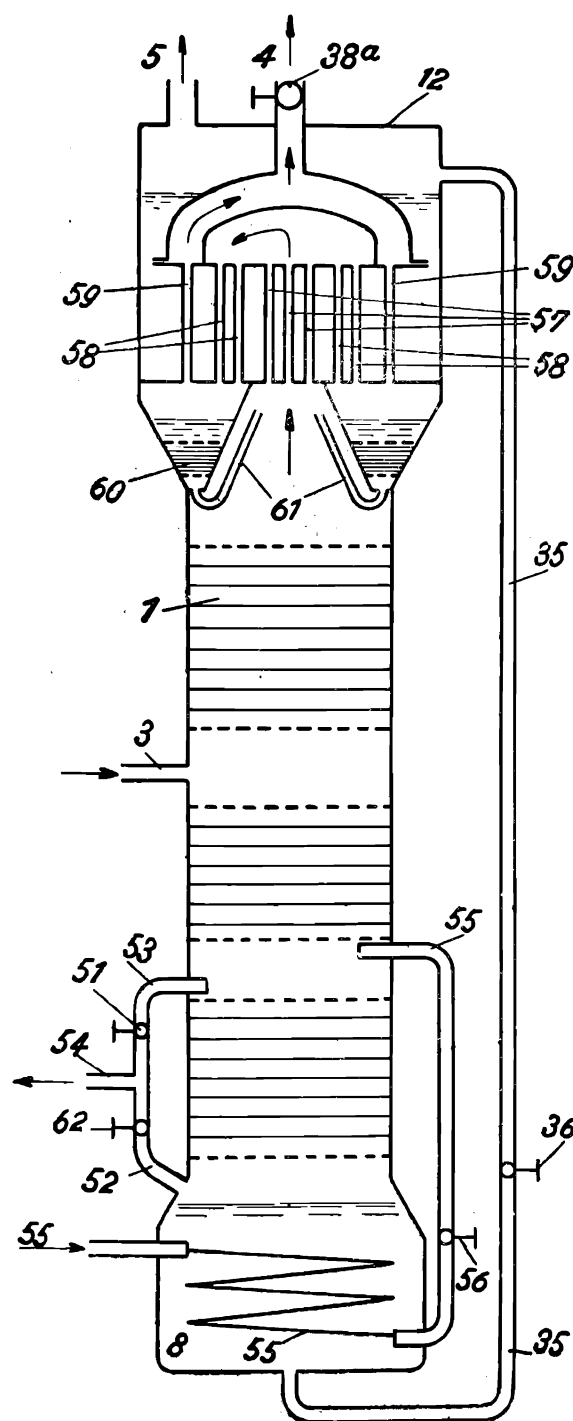


Fig. 7.

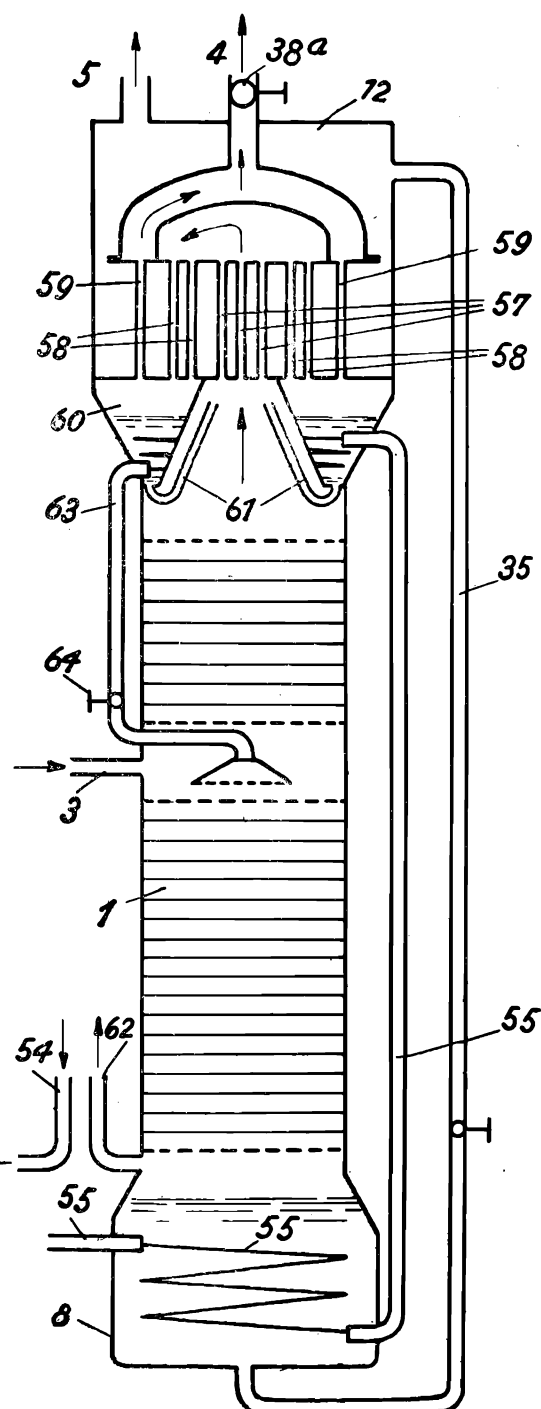
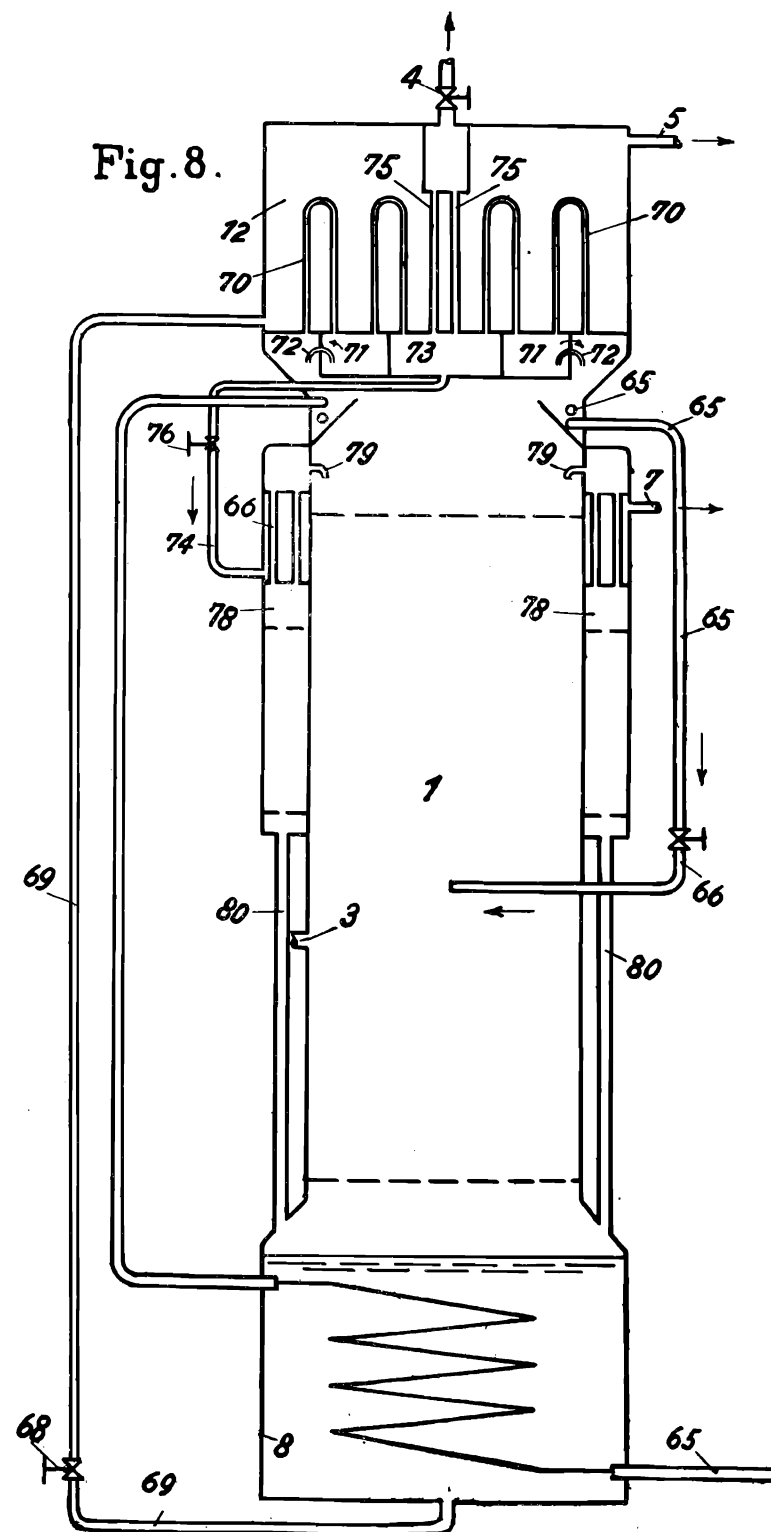


Fig. 8.



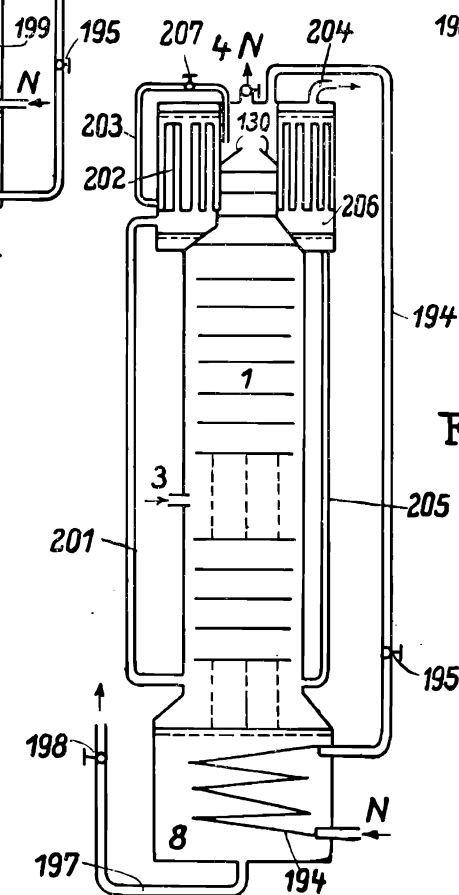
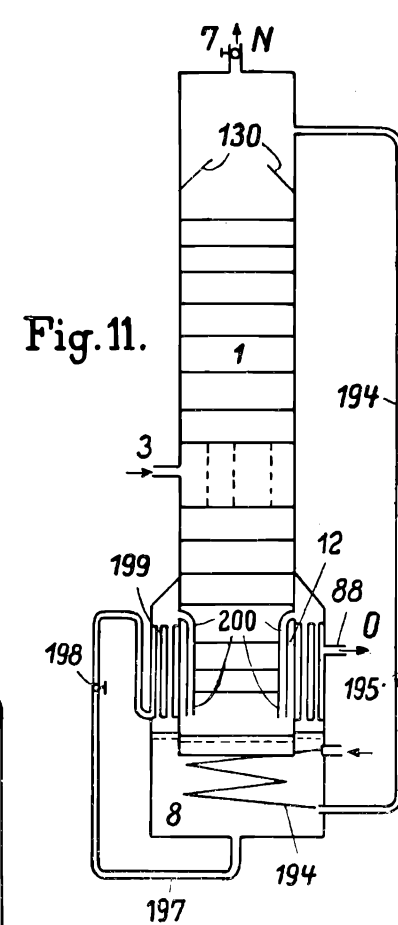
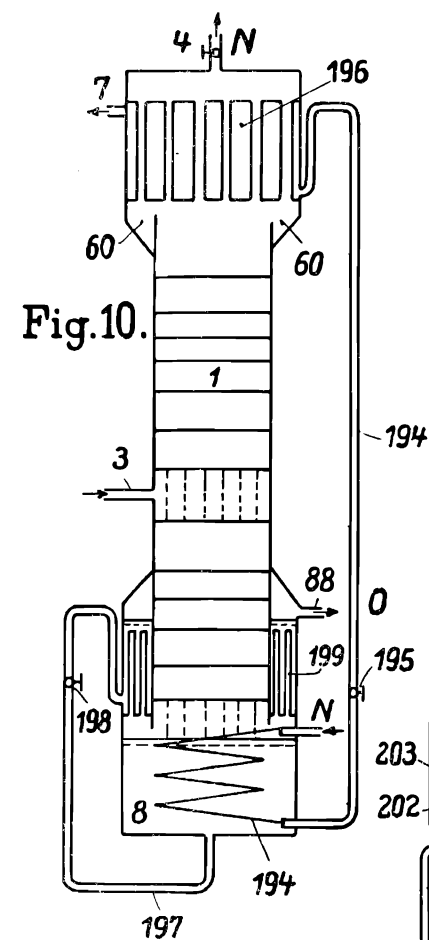
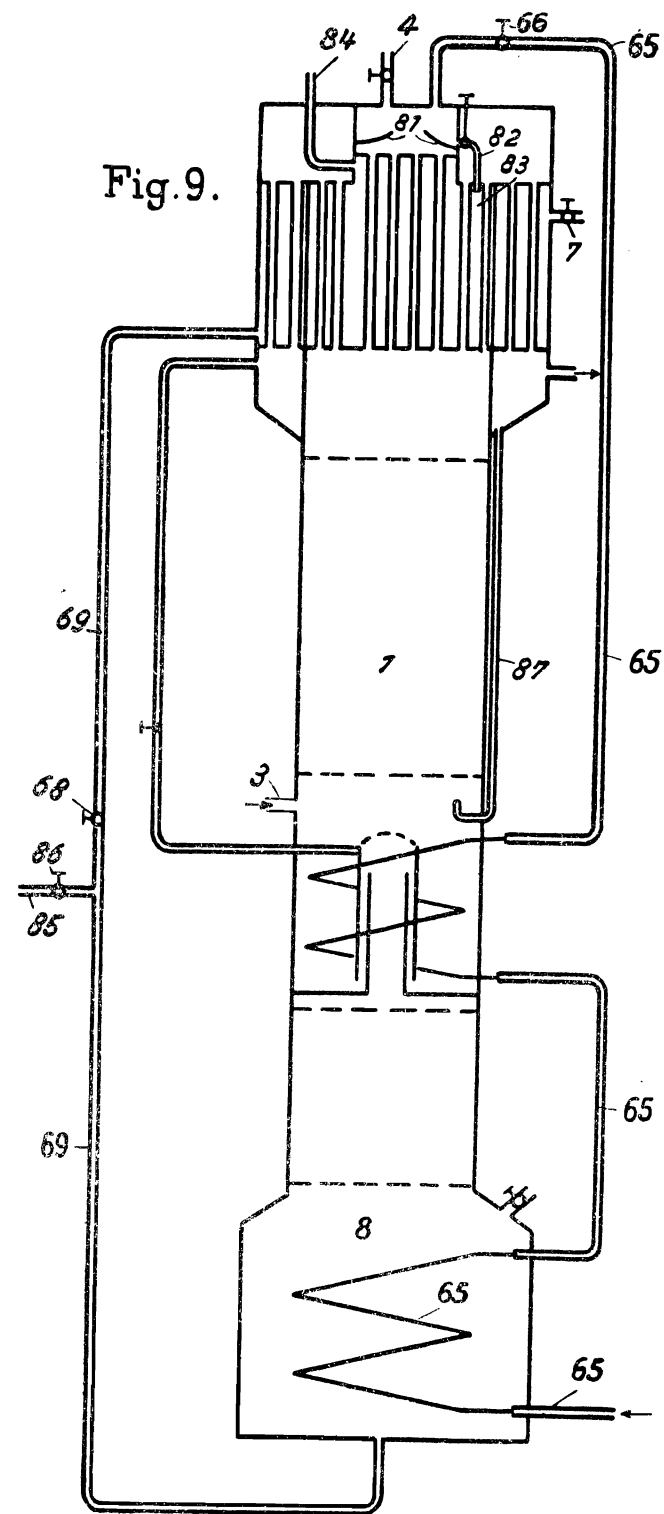


Fig.13.

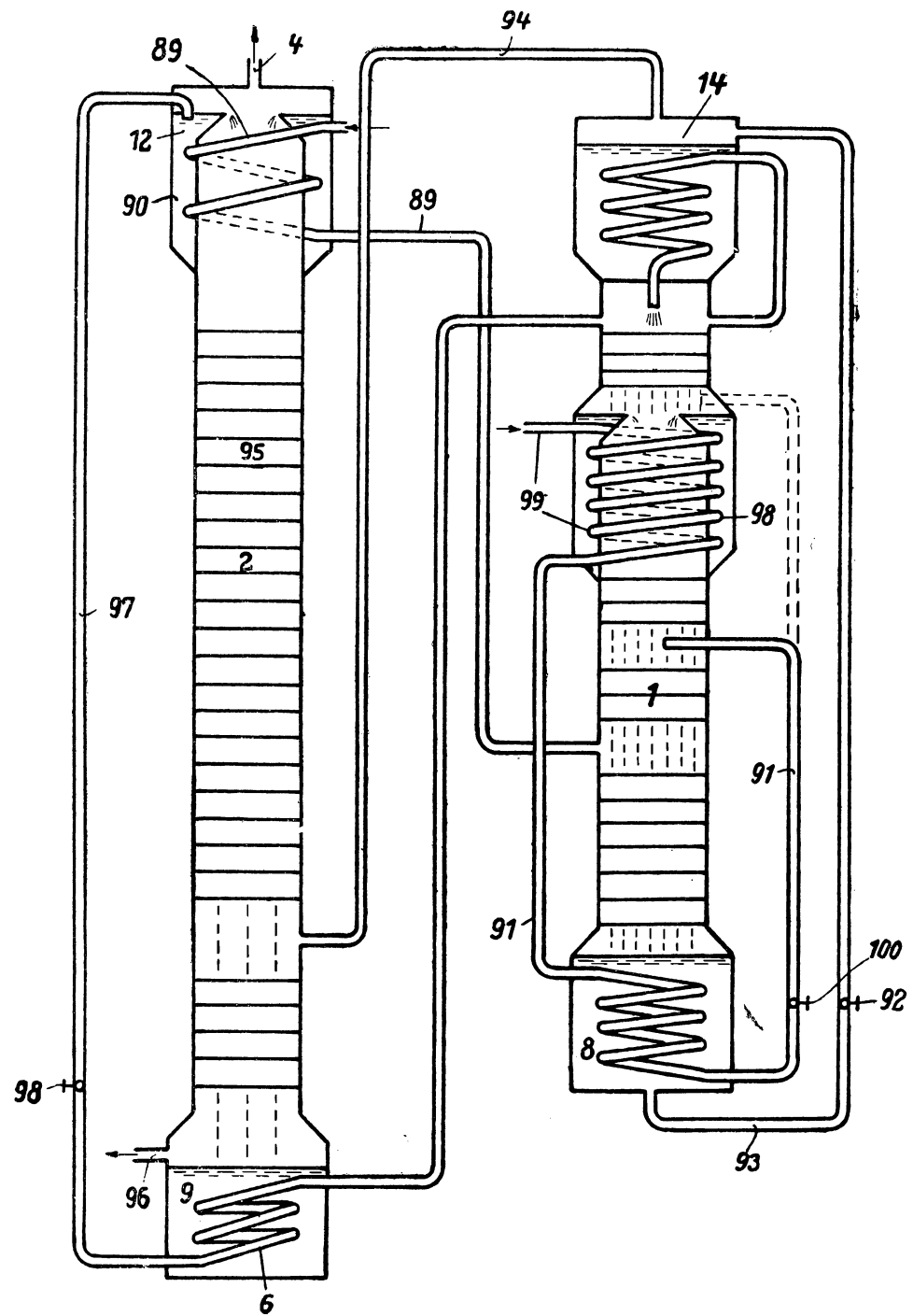
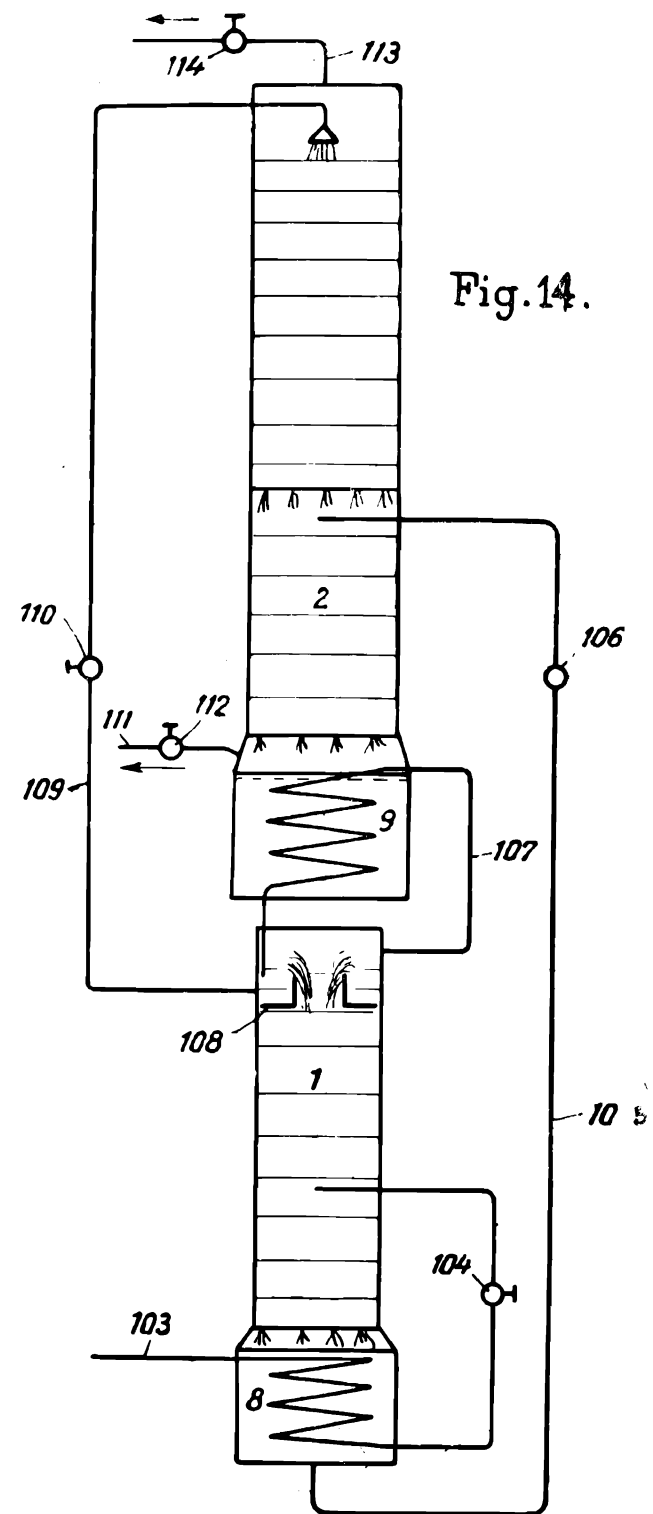


Fig.14.



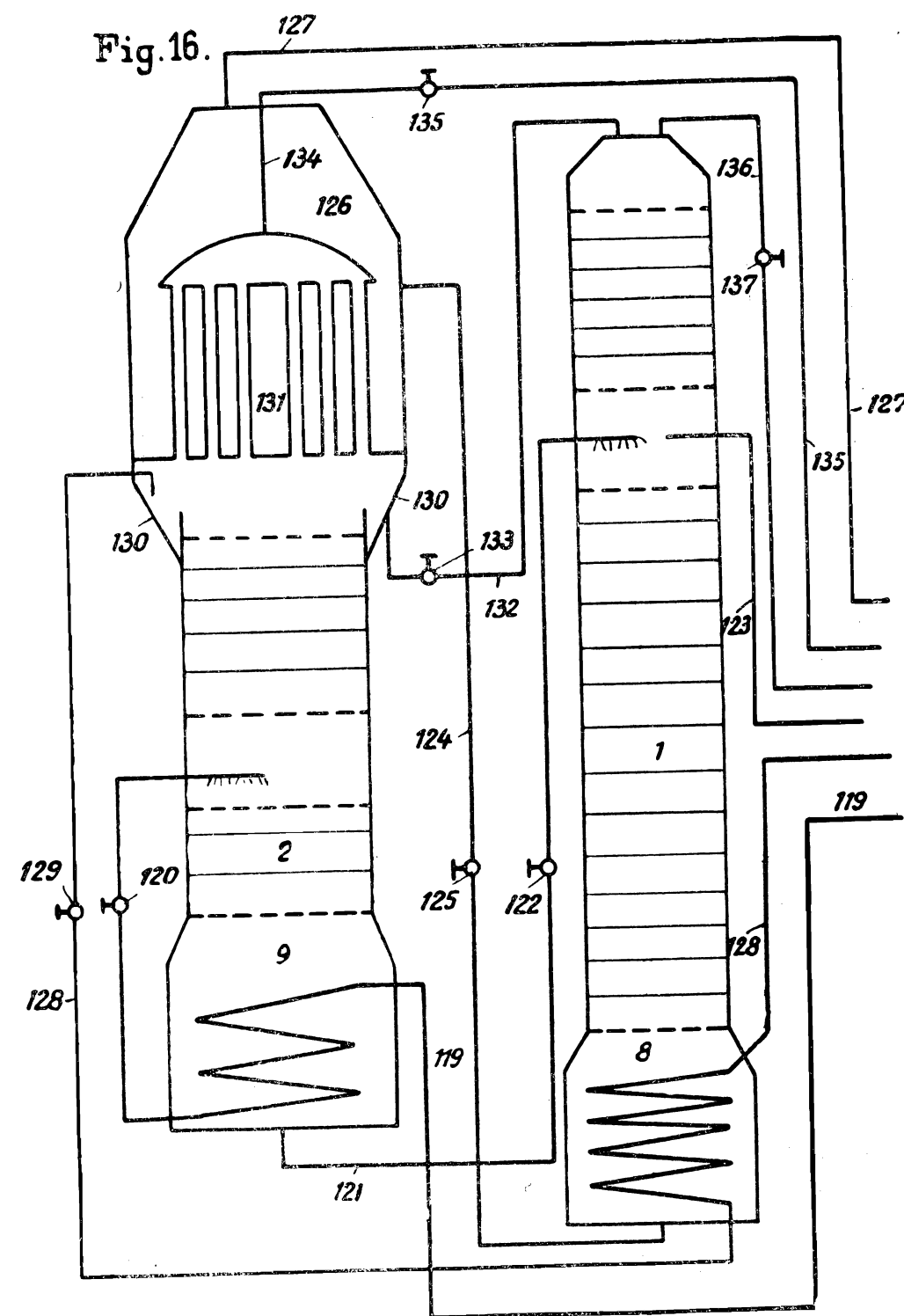
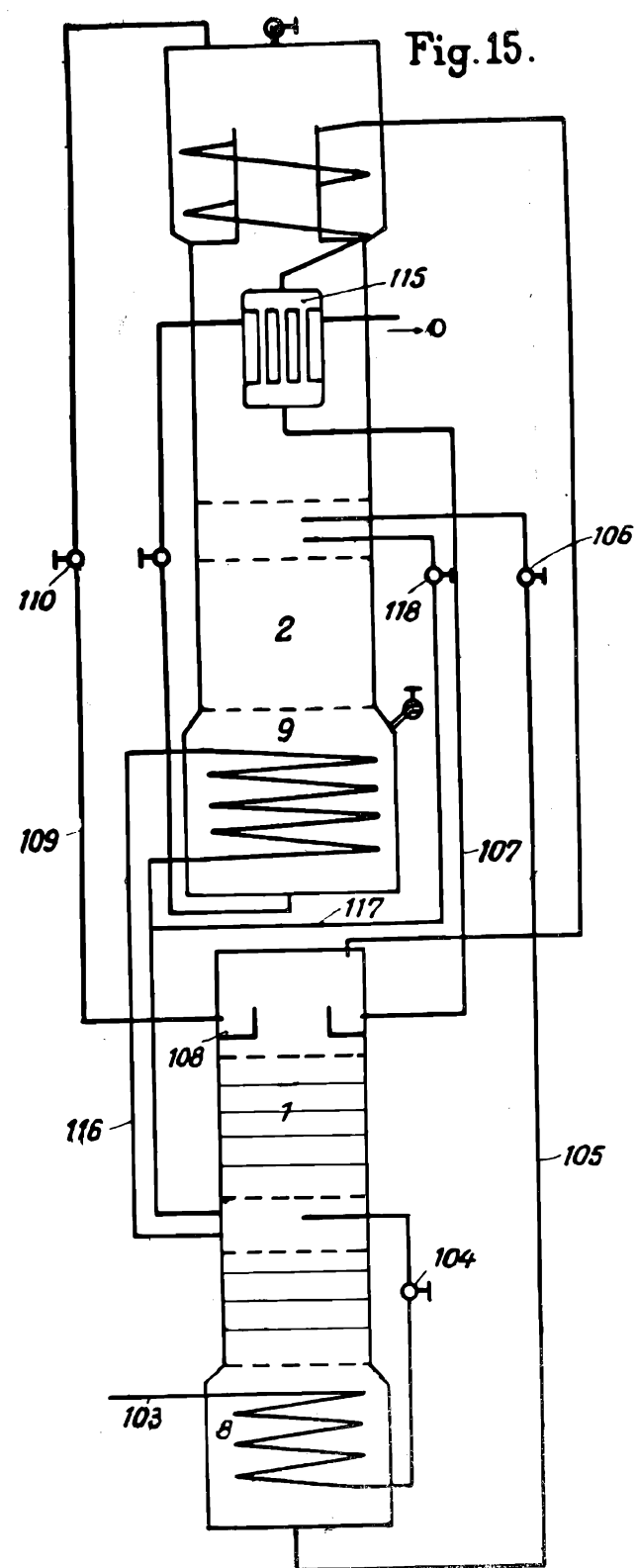


Fig.17.

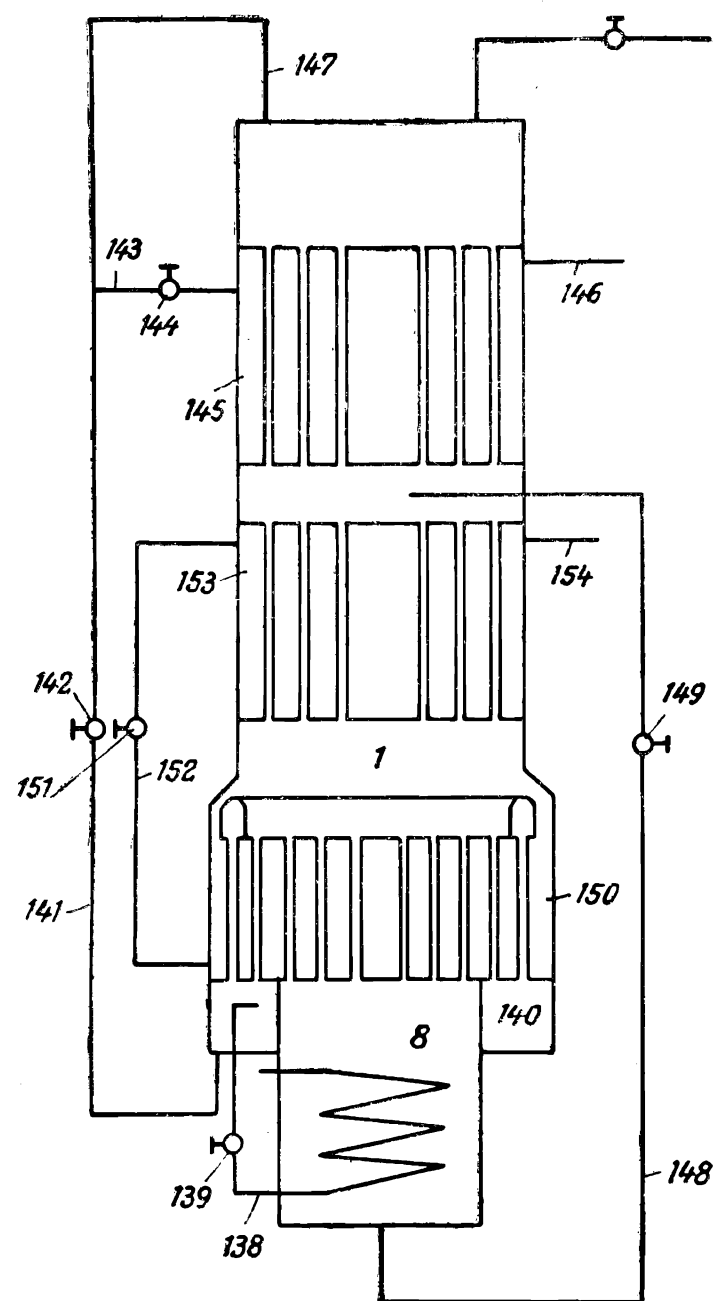


Fig.18.

