

23 listopada 1931 r.

F25j 3/00

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 14630.

Kl. 17 g 2.

Mathias Fränkl
(Augsburg, Niemcy).

Sposób rozkładania mieszanin gazowych.

Zgłoszono 15 kwietnia 1930 r.

Udzielono 28 września 1931 r.

Pierwszeństwo: 19 kwietnia 1929 r. (Niemcy).

Rozkładanie niskowrzących mieszanin gazowych np. powietrza na jego główne składniki było dotychczas znacznie utrudnione przede wszystkim dlatego, że zawarta w powietrzu para wodna i pary dwutlenku węgla zamarzają w rurowych przeciwprądowych wymiennicach zimna, powodując zatykanie tychże, tak iż urządzenie do rozkładania według dotychczas znanych sposobów należało po krótszym lub dłuższym przeciągu czasu regularnie odwilżać, nawet jeśli na mieszaninę gazową oddziaływano uprzednio chemicznie albo termicznie.

Dalej obecne sposoby są nieekonomiczne skutkiem tego, że do pokrycia strat zimna co najmniej część rozkładanego powietrza trzeba sprężać do wysokiej prężności, jak tego wymaga rozdzielanie.

Po trzecie następuje strata skutkiem tego, że powietrze, skraplane przy prężności 3 do 4 atm, ulatnia się zpowrotem w znacznej części aż do 20%, gdy ciecz rozpręża się do niskiej prężności w górnym rektyfikatorze przy rozdzielaniu wtórnym.

Po czwarte wszystkie znane sposoby z wyjątkiem sposobu Lachman'a (patent niemiecki 167931) polegają na całkowitem skraplaniu mieszaniny gazowej, przeznaczonej do rozdzielania, co, jak wiadomo, wymaga znacznie większego zużycia energii niż skraplanie częściowe. Jednakże sposób Lachman'a posiada tę wadę, że usuwanie wilgoci z rozdzielanej mieszaniny gazowej i wydzielanie dwutlenku węgla jest bardzo utrudnione, ponieważ większa część tej mieszaniny winna być rozłożona bez nadprężności.

Zbieraniu się szronu w wymiennicach zimna należy zapobiegać tylko w przełączanych wymiennicach zimna, gdzie szron zostaje zpowrotem wchłonięty przez sublimację wyprowadzanych składników rozłożonych. Stosowanie tego układu wymiennic zimna z sublimacją jest korzystne jednakże tylko wtedy, gdy mieszaniny gazowej nie trzeba sprężać powyżej 4 atm, w przeciwnym razie otrzymuje się straty na energii sprężania, ponieważ przy każdym przełączaniu, co winno odbywać się co 3 min, traci się prężność w zasobnikach zimna i zpowrotem trzeba ją tam wytwarzać.

Przedmiotem wynalazku jest sposób rozkładania mieszaniny gazowej przy zmniejszonej prężności, a polegający na częściowym skraplaniu i całkowitem sprężaniu, lecz bez nadmiaru prężności (ponad prężność, potrzebną przy rozdzielaniu w skraplaczu), zapomocą przełączania zasobników zimna w celu przenoszenia wilgoci i dwutlenku węgla, zawartych w mieszaninie gazowej, do rozdzielonych składników oraz stosowania rozprężarki, działającej zapomocą nadmiaru gazu mniej sprężonego, przyczem unika się strat cieczy płóczonej, przez jej wyparowanie podczas rozprężania w skraplaczu do prężności górnego rektyfikatora rozkładu wtórnego.

Częściowe skroplenie przeczy tutaj pozornie całkowitemu sprężaniu, ponieważ to skroplenie pociągałoby również tylko częściowe sprężanie. Należy jednak stwierdzić, że usuwanie szronu, wytworzonego z pary wodnej i dwutlenku węgla w mieszaninie gazowej, drogą sublimacji wymaga bezwarunkowo całkowitego sprężania.

Zgodnie z tem wydzielanie szronu powinno być okupione zwiększonym nakładem energii całkowitego sprężania aż do prężności skraplacza.

Jednakże tej pozornej straty unika się przez to, że z nadmiernie sprężonej mieszaniny gazowej przy zmniejszonej prężności po rozkładzie wstępnym i częściowym

skropleniu składnik łatwo wrzący (z powietrza azot) o tyle usuwa się nieskroplony z rozdzielacza przy zwiększonej prężności i rozpręża w rozprężarce, wytwarzając pracę (aby tem samem pokryć straty zimna), o ile ta ilość gazu nie zostaje zużyta do wytworzenia potrzebnej cieczy płóczonej.

Zbyt sprężona ilość mieszaniny gazowej służy więc tu jako powietrze rozprężarki, w której mieszanina rozpręża się po uprzednim rozłożeniu wstępnym jako lekko wrzący składnik, oddający pracę i zimno, aby potem jako odlociny służyć do późniejszego chłodzenia cieczy płóczonej przed jej rozprężeniem i wylaniem do górnego rektyfikatora celem rozkładu późniejszego.

Zbyt sprężoną mieszaninę gazową bez rozdzielania wstępnego rozpręża się w rozprężarce i dopiero jako odlociny rozdziela się w górnym rektyfikatorze, to znaczy, stosując rozkład późniejszy, następnie również w postaci łatwo wrzącego składnika rozkładu prowadzi ją przez chłodnicę wtórną do powietrza płóczonego.

Cztery zjawiska są ściśle ze sobą połączone: całkowite sprężenie przy zmniejszonej prężności, aby przez sublimację uniknąć zbierania się szronu z przełączaniem wymiennic zimna, częściowe skraplanie w celu zmniejszenia nakładu energii, rozprężanie zbyt sprężonej mieszaniny gazowej w rozprężarce i późniejsze chłodzenie cieczy płóczonej odlocinami z rozprężarki, aby uniknąć powrotnego parowania nadmiaru cieczy (podczas rozprężania do prężności, panującej w górnym rektyfikatorze), w celu pokrycia strat zimna tym nadmiarem, ponieważ tylko przez całkowite sprężenie i przełączanie wymiennic zimna można bez wszelkiego innego oddziaływania wstępnego zapobiec zbieraniu się szronu, z drugiej zaś strony obniżyć nakład energii tylko przez częściowe skroplenie, a jest to możliwe i bez strat, poniesionych na

sprężanie całkowicie, tylko przez możliwe dokładne chłodzenie wtórne cieczy płóczonej, ponieważ część tej cieczy, przeznaczona do odparowania zpowrotem podczas rozprężania do prężności górnego rektyfikatora, wymaga bezużytecznie dodatkowego nakładu energii sprężania. Jednocześnie jednak działanie wszelkich urządzeń przy rozdzielaniu mieszanin gazowych wymaga dodawania zimna w postaci ciekłego gazu. Tutaj jednak do tego celu stosuje się przy całkowitem sprężaniu nadmiar pracy sprężania ponad jej zapotrzebowanie do skroplenia częściowego, aby w rozprężance otrzymać zimno dodatkowe, które stosuje się do wtórnego chłodzenia cieczy płóczonej przed jej rozprężeniem, tak iż w ten sposób wytwarza się nadmiar cieczy do pokrycia strat zimna oraz unikania strat przy sprężaniu dzięki przeznaczonej stale do wyparowania cieczy płóczonej podczas rozprężania. Posługiwanie się naprzemian zasobnikami zimna połączone jest jednak ze sprężaniem mieszaniny gazowej do niskiej prężności oraz chłodzeniem wtórnem cieczy płóczonej. Bez chłodzenia nie można uniknąć strat zimna w zasobnikach, ponieważ przeznaczony do odprowadzenia niskowrzący składnik posiada zawsze temperaturę o 10 — 20°C niższą niż mieszanina gazowa, wprowadzana przez zasobnik ciepła. W urządzeniach ze skraplaniem częściowym z rurowymi wymiennicami zimna, działającymi stale i posiadającymi dowolną budowę, chłodzenie wtórne cieczy płóczonej niskowrzącym składnikiem już było proponowane, lecz tu jest ono zupełnie bezcelowe, gdyż po całkowitem skropleniu istnieje nadmiar cieczy płóczonej, a niższa temperatura odcieranego składnika łatwo wrzącego nie sprawia żadnej niedogodności, ponieważ ten nadmiar zimna powoduje w tych wymiennicach częściowo skroplenie wprowadzonej mieszaniny gazowej. Następuje to również i w wymiennicach zimna, tutaj jednakże ciecz nie spływa, ponieważ

osiada jako rosa tylko na powierzchni dolnego króćca zasobnika, podczas wpuszczania sprężonej mieszaniny gazowej do zasobnika uprzednio ochłodzonego o 10 — 20°C zapomocą zimniejszego lekkowrzącego składnika. Jednak ta rosa ulatnia się natychmiast, gdy po następującem przełączeniu odpowiedniego zasobnika tenże będzie znowu bez ciśnienia, a część zimna zostaje wtedy znowu wyniesiona ku górze.

Rozdzielanie powietrza odbywa się w następujący sposób.

Powietrze sprężone do 4 atm skraplane jest w temperaturze —178°C, odciganym zaś azot posiada temperaturę —196°C, jest więc o 18°C zimniejszy, dzięki czemu dany zasobnik zimna, przez który w tym czasie płynie azot, zostaje znacznie ochłodzony. Gdy następnie do tego zasobnika wpuszcza się powietrze sprężone do 4 atm, to skrapla się niewielka jego część na oziębionych powierzchniach dolnego króćca zasobnika i pozostaje na nim w postaci rosy. Gdy zasobnik ten przełączyć teraz na przepływ azotu, to rosa ulatnia się całkowicie, ponieważ, nie będąc pod ciśnieniem, może ona pozostawać dopiero w temperaturze —193°C, skutkiem czego traci się zupełnie tę znaczną część zimna, przyczem zimna strefa króćców zasobnika przenosi się coraz wyżej, a tem samem i nadmiar zimna lekkowrzącego składnika zostaje po pewnym czasie zupełnie wyniesiony. Aby tego uniknąć, lekkowrzący składnik ogrzewa się najprzód w wymiennicy zimna cieplejszymi cieczami płóczołymi prawie do temperatury skraplania sprężonej mieszaniny gazowej.

W sposób powyższy można rozkładać powietrze na jego składniki zapomocą sprężania do 3 — 4 atm bez uprzedniego oddziaływania wstępnego, a całe urządzenie, potrzebne do tego celu, składa się ze sprężarki niskoprężnej (w większych urządzeniach w postaci turbinowej sprężarki), z rozprężarki tłokowej lub turbiny i dwóch

par zasobników zimna, a także rozdzielacza do rozkładania wstępnego oraz rektyfikacji wtórnej.

Przy otrzymywaniu czystego tlenu handlowego potrzebna jest tylko jedna para zasobników zimna, a zamiast drugiej pary — rurowa przeciwpądowa wymiennica.

Dotychczas w celu uruchomienia takich urządzeń było zawsze potrzebne co najmniej 15 atm nadprężności, aby obok rozkładu pokryć również nieuniknione straty zimna, albo też część przeznaczoną do rozłożenia mieszaniny gazowej należałoby sprężać do 50 — 60 atm. Takie prężności są jednak nieekonomiczne przy kolejnym przełączaniu zasobników zimna.

Dalej, aby uniknąć zbierania się szronu, było konieczne przygotowywanie zraszania ługami, chemikaljami lub oziębianie powietrza, przeznaczonego do rozkładu, oraz stosowanie drogich wielostopniowych sprężarek.

Turbiny nie dały się również dotychczas stosować z powodu wysokiej prężności, jeśli nie rozporządzano oddzielnym urządzeniem do wytwarzania ciekłego powietrza dodatkowego, a także wyłączono było przełączanie zasobników w celu wymiany zimna, jeśli stosowano prężność powyżej 4 atm, ponieważ wtedy za duża byłaby strata sprężonego powietrza podczas przełączania.

Jednakże pomimo stosowanego niewygodnego oddziaływania wstępnego na powietrze, przeznaczone do rozkładu, zapomocą chemikaljów, zraszania ługiem i oziębiania, nie można było używać takich urządzeń bez przerwy z powodu zamarzania, a tem samem urządzenia te były znacznie kosztowniejsze wskutek konieczności stosowania drogich sprężarek, tak iż powszechne wprowadzenie wydzielania azotu z powietrza w hutnictwie i przemyśle chemicznym rozbijało się dotychczas o znaczne koszty urządzeń, pominąwszy już duży nakład energii, złożoną budowę, zużycie

chemikaljów i przerwy w działaniu, spowodowane zamarzaniem.

Ta ostatnia przyczyna powoduje również konieczność stosowania urządzenia zapasowego, co znowu znacznie zwiększa ogólne koszty.

Na rysunku jest uwidoczniiony w zarysie przykład urządzenia według wynalazku.

Urządzenie składa się z zasobników zimna A' , A'' i B' , B'' , działających zapomocą sprężonego powietrza, z wyparnika (skraplacza) b , z dolnego rektyfikatora (o zwiększonej prężności) c' , z górnego rektyfikatora wtórnego c'' , z chłodnicy wtórnej d z cieczą płoczącą i z rozprężarki h .

75 — 80% powietrza o prężności 3 — 4 atm, przeznaczonego do rozkładu, wprowadza się przez przełączany zawór k' do zasobnika zimna A' , gdzie ochładza się ono do -175°C , a następnie w dolnym rektyfikatorze c' zostaje rozłożone na gazowy azot i 40% ciekłego tlenu, poczem azot w wyparniku tlenu b zostaje skroplony do połowy lub $\frac{3}{4}$, a wytworzony ciekły azot przewodem 1 wylewa się do głowicy, skroplony zaś tlen przewodem 2 wylewa się do środka górnego rektyfikatora, aby służyć jako ciecz, płocząca pary tlenu z wyparnika b .

$\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ gazowego azotu o temperaturze -175°C przewodem 4 wprowadza się do rozprężarki h , gdzie rozpręża się do 0,1 atm oraz oziębia do -196°C , ulegając nieco skropleniu, tak iż powstaje para przesycona w postaci mgły, zawierająca około 5% cieczy, którą następnie przewodem 3 prowadzi się przez chłodnicę wtórną d . Teoretyczna wydajność zimna wynosi 8 kaloryj, praktyczna zaś tylko 5 kaloryj na kg powietrza.

Azot wydzielony prowadzi się razem z oddzielnym azotem przez chłodnicę wtórną d cieczy płoczącej, tam oddaje on swe wyczuwalne zimno od -196 do -180° i tem samem oziębia ciecz płoczącą, wytworzoną przy prężności 3 atm i temperaturze 178 —

190°C poniżej zera, aby zmniejszyć częściowe ulatnianie cieczy przy rozprężaniu, dzięki czemu otrzymuje się zysk na cieczy, służący do pokrycia strat zimna.

Z chłodnicy wtórnej azot wypuszcza się następnie przewodem m'' z zasobnika zimna A'' , skoro azot oddał swoje zimno zasobnikowi. Przepływ gazów przełącza się co kilka minut, a sprężone powietrze wypuszcza się przewodem m' z zasobnika A' . Przytem sprężone powietrze pobiera stale zimno z zasobnika, przez który przedtem przepływał zimny azot, który oddał swe zimno metalowej masie zasobnika.

Natomiast tlen wypuszcza się przewodami n' , n'' naprzemian z obu zasobników zimna B' , B'' , do których przewodami t' i t'' wpuszcza się naprzemian $\frac{1}{5}$ do $\frac{1}{4}$ ilości powietrza, przeznaczonego do rozkładu, aby pobrać wyczuwalne zimno tlenu.

Aby otrzymać np. 250 m³ tlenu o czystości 75%, należy do 3 atm sprężyć 1000 m³ powietrza, wprowadzić je przez zasobniki zimna i w dolnym rektyfikatorze c' rozłożyć najprzód na 40% tlen i czysty azot. Z rektyfikatora c' doprowadza się potem 300 m³ do rozprężarki, rozpręża się w niej do 0,2 atm i razem z wydzielonym azotem przepuszcza się z górnego (wtórnego) rektyfikatora c'' jako odlociny przez chłodnicę wtórną d . Wydajność zimna z tych 300 m³ czyli 360 kg powietrza, otrzymywana praktycznie w rozprężarce, wynosi $360 \cdot 5 = 1800$ kaloryj.

Jednakże rozprężarka daje tę wydajność zimna nie w postaci ciekłego powietrza, lecz jako wyczuwalne zimno odlocin.

Zagadnienie polega na tem, aby wyczuwalne zimno odlocin użyć na skroplenie powietrza tak, aby ciekłe powietrze płóczące łącznie z azotem, wydzielonym z rozkładu wtórnego, chłodzić wtórnie zimnem, zawartem w odlocinach, podczas gdy powietrze rozprężarki rozkłada się przy wysokiej prężności na składniki.

Jednakże takie rozkładanie powietrza

rozprężarek można również skutecznie później jako rozkładanie odlocin. W tym przypadku powietrze z rozprężarki pobiera się nie od góry w postaci azotu z rozkładu wstępnego przy zwiększonej prężności, lecz od dołu, jako powietrze, a odlociny prowadzi się najprzód przez górny rektyfikator wtórny, tam rozkłada się i dopiero wtedy razem z całym azotem wydzielonym prowadzi się przez chłodnicę wtórną w celu ochłodzenia cieczy płóczącej.

Tę odmianę sposobu z wtórnem rozkładaniem odlocin wyjaśniono na fig. 2. Pobieranie powietrza do rozprężarki odbywa się tu przewodem x , a odlociny prowadzi się przewodem 5 do górnego rektyfikatora celem rozkładu wtórnego.

W porównaniu z rozkładem wstępnym przy wysokiej prężności sposób ten posiada tę wadę, że przemiana w górnym (wtórnym) rektyfikatorze zwiększa się o ilość odlocin, a skutkiem wydmuchiwania skokami rektyfikacja jest nieca zakłócona. Również wskutek oporu w rektyfikatorze powstaje większa przeciwpężność odlocin. Prócz tego azot z rozkładu wstępnego nadaje się jako gaz do rozprężarki, ponieważ daje się oziębiać do -196°C , natomiast powietrze — tylko do -191°C .

Działa to szczególnie szkodliwie, ponieważ ciecz płócząca, przeznaczona do chłodzenia wtórnego, posiada już temperaturę -180°C , tak iż różnica temperatur wynosi tylko 11° , natomiast azotu 16° . Ponieważ zawsze liczyć się trzeba z różnicą przewodzenia, wynoszącą 5° , to pozostaje tylko jako skutek użyteczny przy użyciu powietrza $11 - 5 = 6^{\circ}$, a więc nieco wyżej połowy różnicy temperatur przy użyciu azotu $16 - 5 = 11^{\circ}\text{C}$.

Ponieważ tych niedogodności nie zrównoważą żadne korzyści, więc wogóle rozkład wstępny należy uważać za korzystniejszy, niż napędzanie rozprężarek powietrzem, ponieważ przy pracy z nierozłożonym powietrzem w strefie nasycania nastę-

puje częściowo skroplenie tlenu, co znacznie obniża wydajność zimna w rozprężarce.

Zapobieganie wytwarzaniu się szronu drogą sublimacji jest możliwe tylko przy stosowaniu naprzemian przełączania zasobników zimna, natomiast niemożliwe jest zupełnie przy ciągłej wymianie zimna, ponieważ w tym przypadku rozłożone składniki wyprowadza się przez tę samą przestrzeń, przez którą się je wprowadza. Przy ciągłej wymianie zimna nie ma to miejsca, ponieważ przestrzenie wlotowe i wylotowe oddzielone są od siebie ścianką powierzchni, przewodzącej ciepło.

Drugi warunek polega na tem, że wprowadzone powietrze spręża się do kilku atmosfer, natomiast rozłożone składniki usuwa się bez sprężania, aby objętość odpływająca była znacznie większa niż wpływająca, ponieważ pochłanianie wilgoci jest zależne od objętości, a nie od ciężaru gazu.

A zatem rozłożone składniki, wyprowadzane bez sprężania przy stosowaniu przełączania zasobników zimna, mogą podczas krótkiego okresu przełączania, wynoszącego kilka minut, łatwo pochłaniać wilgoć, zbierającą się na powierzchniach w postaci szronu przy wpuszczaniu sprężonego powietrza.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób rozkładania mieszanin gazowych, znamieny tem, że mieszanina gazowa po całkowitem sprężeniu do prężności, panującej w skraplaczu, osadza swą wilgoć i dwutlenek węgla w zasobnikach zimna podczas oziębiania, następnie zaś zostaje tylko częściowo skroplona, natomiast druga jej część rozpręża się w rozprężarce, poczem rozłożone składniki podczas wypuszczania w stanie rozprężonym pochłaniają zpowrotem wilgoć i dwutlenek węgla, osadzone poprzednio ze sprężonej mieszaniny gazowej w zasobnikach zimna.

2. Sposób według zastrz. 1, znamieny

tem, że podczas rozprężania cieczy płóczone chłodzone są odlocinami z rozprężarki, przez co unika się powrotnego wyparowania nadmiaru cieczy.

3. Sposób według zastrz. 1, znamieny tem, że w celu uniknięcia strat zimna niskowrzący składnik przed wyprowadzeniem go przez zasobnik zimna ogrzewa się nieco drogą wymiany ciepła z cieplejszą cieczą płójącą.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamieny tem, że zamiast mieszaniny gazowej po skończonem rozdzieleniu wstępem rozpręża się w rozprężarce łatwowrzący składnik, a następnie kieruje go przez chłodnicę wtórną cieczy płóczonej razem z łatworzącym składnikiem z rozkładu wtórnego w celu zachowania nadmiaru cieczy i pokrycia strat zimna.

5. Sposób według zastrz. 1 — 4, znamieny tem, że chłodzenie wtórne cieczy płóczonej odbywa się częściowo zapomocą odlocin ze sprężarki, a częściowo zapomocą łatworzącego składnika rozdzielonego.

6. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1—5, znamienne tem, że składa się z kilku regeneracyjnych zasobników zimna (A' , B' , A'' , B''), działających w zmiennej kolejności, oraz z chłodnicy wtórnej (d) na ciecz płójącą, w której to chłodnicy odlociny z rozprężarki (h) i łatworząca część składników rozłożonych oddają część swego zimna, zanim wyprowadzone zostaną przez regeneracyjne zasobniki zimna.

7. Urządzenie według zastrz. 1—5, znamienne tem, że posiada połączenie chłodnicy wtórnej (d) z rozprężarką (h), w której rozprężany jest wydzielony wskutek nadmiaru prężności w postaci gazowej łatworzący składnik mieszaniny gazowej.

Mathias Fränkl.

Zastępca: Inż. dypl. M. Zoch,
rzecznik patentowy.

Fig. 1.

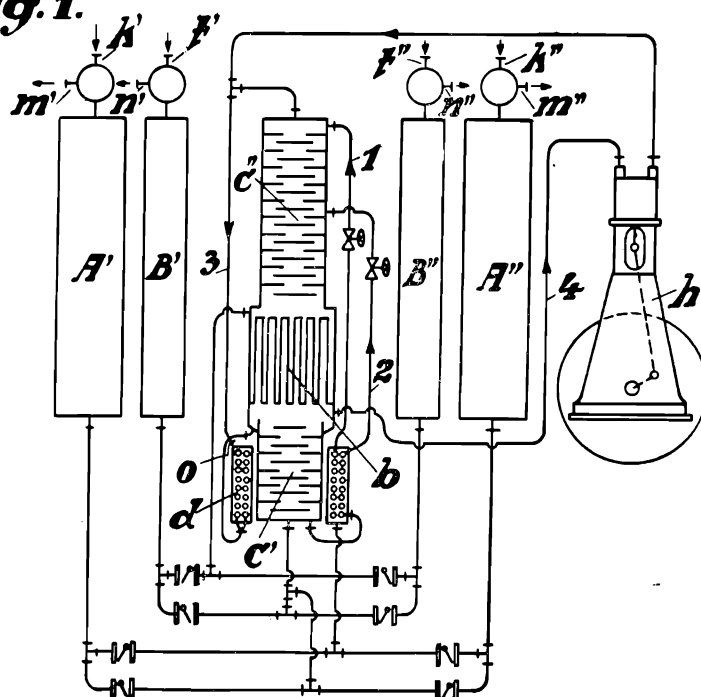


Fig. 2.

