

Warszawa, 25 października 1934 r.

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 20490.

Kl. 14 h, 3/05.

Fritz Marguerre
(Mannheim, Niemcy).

Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych, połączonych z silnikiem cieplnym, sprężarką i pompami.

Zgłoszono 29 marca 1933 r.

Udzielono 13 września 1934 r.

Pierwszeństwo: 15 kwietnia 1932 r. dla zastrz. 1—8, 19—22; 27 września 1932 r. dla zastrz. 17, 18;
21 listopada 1932 r. dla zastrz. 23; 4 stycznia 1933 r. dla zastrz. 9—11, 14—16; 4 lutego 1933 r.
dla zastrz. 12, 13 (Niemcy).

Podczas gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych zapomocą pomp i silników parowych, włączonych pomiędzy dwa zasobniki ciepła, należy ze względów ekonomicznych utrzymywać między temi zasobnikami jak największą różnicę temperatur, aby koszty urządzeń opłacały się. To powoduje, że różnica temperatur w czasie ładowania i wyładowywania zasobników podlega znacznym zmianom — wskutek zaś tych zmian, w celu utrzymania stałej sprawności układu, potrzebne są znowu bardzo zmienne ilości pary, co wpływa niekorzystnie na wymiary maszyn. W tych warunkach zmiany w objętościach pary,

które stanowią o wymiarach maszyn, są bardziej niekorzystne od ilości pary, ponieważ ze zmianą temperatury zasobnika ulega zmianie zarówno ciśnienie, jak i objętość pary.

Istota niniejszego wynalazku polega na tem, że przez odpowiedni dobór przebiegów temperatury, względnie przez dobór odpowiedniego sposobu napełniania i opróżniania zasobników łącznie z odpowiednią zmianą naturalnej charakterystyki pracy maszyn, usuwa się, względnie zmniejsza, wymienione niedogodności. Wynalazek dotyczy następnie ulepszeń zwiększających opłacalność i sprawność urządzeń.

Na rysunku przedstawiono kilka odmian wykonania urządzeń do przeprowadzenia sposobu według wynalazku, przy czym fig. 1 — 4 przedstawiają schematycznie odnośne układy tych urządzeń, a fig. 5a, 5b — wykresy stanu pary w zależności od ciśnienia i temperatury.

Na fig. 1 przedstawiono urządzenie do przeprowadzenia sposobu według wynalazku, umożliwiające pracę przy niezmiennym spadku ciepła i stałym stosunku objętości pary. Na tej figurze, jak również na pozostałych, oznaczono podwójną strzałką $\leftrightarrow$ — kierunek przepływu przy napełnianiu, pojedynczą zaś strzałką $\rightarrow$ — kierunek przepływu przy opróżnianiu. Zarówno górny zasobnik OS, jak i dolny zasobnik US napełnia się i opróżnia przez przetłaczanie ich zawartości przez parowniki V_3 , V_4 i V_1 , V_2 za pośrednictwem pomp P_o i P_u . Zasobniki pracują na zasadzie wyporu. Wskutek tego w ciągu całego okresu trwania napełniania i opróżniania zasobników, ciśnienia w poszczególnych parownikach pozostają niezmiennie, przy czym zarówno sprężarka C, napędzana przez elektryczny silnik MG, jak i turbina T, która napędza maszynę elektryczną MG, stanowiącą wówczas prądnicę, pracują w podany sposób. Urządzenie to, idealne z teoretycznego punktu widzenia, posiada jednak liczne wady, dotyczące zwłaszcza sprawności pracy pompy P_o , niezbędnej przy dużych różnicach ciśnień w górnym zbiorniku. W zależności od warunków pożądane są zatem odmienne rozwiązania tego zagadnienia.

Jeżeli górny zasobnik działa jako zasobnik opadowy, a jednocześnie dolny zasobnik pracuje przez opróżnianie z przetłaczaniem zawartości na zasadzie wyporu, to wówczas turbinowa sprężarka C zasyssa z parowników V_1 i V_2 stale jednakową ilość pary, przy czym stale pobiera więcej energii, ponieważ ciśnienie w górnym zasobniku stale wzrasta podczas napełniania. Można temu przeciwdziałać przez przetła-

czanie zawartości dolnego zasobnika podczas procesu napełniania nie jednokrotnie, lecz dwu- lub wielokrotnie. Wskutek tego ciśnienie ssawcze sprężarki stopniowo maleje. Ponieważ zaś ciśnienie to przetłacza stałą objętość, więc również maleje stopniowo ilość przetłaczanej pary. Zwiększaniu spadku przeciwdziała więc zmniejszenie przetłaczanej ilości. Prawidłowe stosunki objętościowe w dolnej części sprężarki utrzymuje się przymusowo, odpowiednio do wzrostu spadku, natomiast, aby utrzymać właściwą charakterystykę sprężarki w odniesieniu do ciśnienia i objętości, a więc aby nie przekroczyć górnej granicy sprawności sprężarki, względnie nie osiągnąć granicy wydatku, dodaje się górne stopnie, przez co następuje skompensowanie wahającego się ciśnienia w górnym zasobniku. Podczas opróżniania otrzymuje turbina kilka zasilień odpowiednio do wahań ciśnienia w górnym zasobniku, podczas gdy dla zawartości dolnego zasobnika wystarcza jedno tylko przetłoczenie. Przez wielokrotne przetłaczanie można odpowiednio zmniejszyć liczbę parowników do dwóch parowników V_1 i V_2 , włączonych w układ szeregowo, nie zwiększając straty spadku. Takie urządzenie przedstawione jest na fig. 2.

Regulację, zwłaszcza sprawności sprężarki, można skutecznie w urządzeniu przedstawionem na fig. 2 również w ten sposób, że zawartość dolnego zasobnika przetłacza się podczas napełniania tylko raz, przy czym podczas procesu napełniania połączenia sprężarki z dolnym i górnym zasobnikiem przesuwa się na górnym i dolnym końcu ku górnemu końcowi sprężarki, przy czym ilość wylotów na górnym końcu zostaje zwiększana o ilość, spowodowaną zmianą ciśnienia w górnym zasobniku. Wskutek tego przesunięcia w sprężarce wraz ze wzrostem spadku ciepła maleje ilość zasysanej pary.

W układzie urządzenia według fig. 2

możliwa jest jeszcze inna kombinacja górnego opadowego zasobnika oraz dolnego obiegowego zasobnika, która polega na tem, że przy jednorazowym przetłoczeniu dolnego zasobnika i przy napełnieniu oraz opróżnieniu przez jeden lub kilka włączonych szeregowo parowników, następuje przesunięcie granicznej temperatury dolnego zasobnika tak, iż zawartość dolnego zasobnika na początku napełniania ochładza się w granicach temperatur od 80 do 55°C, a pod koniec napełniania w granicach temperatur od 75 do 50°C (przyczem liczby te dobrano, biorąc pod uwagę wahania w górnym zasobniku i pożądaną przebieg sprawności). Zasysana ilość pary maleje wraz ze wzrostem spadku. Podczas opróżniania następuje proces odwrotny. Turbina otrzymuje znów kilka zasilień; ilość pary, wzrastająca przy malejącem ciśnieniu w górnym zasobniku, pracuje w końcu wylotowym przy prawie niezmiennych warunkach objętościowych i szybkości. Pierwsze nastawienie tego przebiegu temperatury uskutecznia się przez regulację dopływu wody zasilającej do parownika. Ten przebieg temperatury pozostaje niezmienny przy termostatycznej regulacji różnicy temperatur podczas obiegu przetłaczania.

Powyżej opisany sposób regulacji umożliwia co prawda dokładne wyrównanie przypadającej na obieg sprawności sprężarki, jednakże nie można stale pracować w najlepszych warunkach w odniesieniu do sprawności poszczególnych wirników sprężarki. Jasne jest, że skoro np. sprężarka przy rozpoczęciu napełniania ochładza wodę w dolnym zasobniku w granicach temperatur od 85 do 45°C, a pod koniec w granicach temperatur od 75 do 35°C, to znaczy panuje stała różnica temperatur, więc wówczas stosunki objętościowe zostają przesunięte. Podczas gdy temperaturze 85°C odpowiada objętość właściwa pary wodnej nasyconej równa 2,83 m³, a temperaturze 45°C objętość właściwa równa 15,28 m³,

czyli 5,4-krotna objętość, to przy temperaturze 75°C wynosi ta objętość 4,14 m³, a przy 35°C — 25,25 m³, czyli dolna objętość jest 6,2-krotnie większa od górnej. Jeżeli sprężarka posiada stosunki objętościowe, odpowiadające pewnej temperaturze, co jednak nie odpowiada innym temperaturom, to wówczas wirniki sprężarki pracują przy niewłaściwych ilościach, a więc z gorszą sprawnością, co zostaje spotęgowane na przestrzeni pracy sprężarki.

Tę wadę usuwa się w ten sposób, że obiegu nie prowadzi się przy stałej różnicy temperatur i spadku średniego poziomu dolnego zasobnika, lecz w ten sposób, że wraz ze spadkiem poziomu zmienia się jednocześnie różnicę temperatur. Przez odpowiedni dobór spadku poziomu i zmiany różnicy temperatur (w poprzednim przykładzie przez obniżenie temperatury do 45°C) można znacznie wpływać na przebieg sprawności sprężarki, a pomimo to uzyskać praktycznie dla wszystkich wirników sprężarki najlepszą sprawność.

Opróżnianie dolnego zasobnika jest miarkowane nie przez regulację różnicy temperatur wody dopływającej i wypływającej z parownika, lecz w ten sposób, że reguluje się ręcznie lub samoczynnie określony przebieg temperatury wody dopływającej i wypływającej z parownika. Przebieg temperatury wody dopływającej uskutecznia się w ten sposób, że podczas opróżniania górnego zasobnika, to jest podczas pracy silnika, miarkuje się w ten sposób ilość znajdującej się w obiegu, a służącej do skraplania wody dolnego zasobnika, że następuje żądany przebieg temperatury, podczas zaś działania sprężarki w ten sposób miarkuje się ilość wody krążącej, że u wylotu parowników panuje żądana temperatura. W ten sposób można dogodnie ustalić każdy przebieg. Samoczynne nastawienie odbywa się w zależności od stanu napełnienia górnego zasobnika i dolnego zasobnika, to jest np. od stanu poziomu wody.

W kombinacji z powyższym sposobem, lub też oddzielnie, można wpływać na regulację sprawności sprężarki przy wzrastającym przeciwcisnieniu górnego zasobnika w ten sposób, że rozmaite stopnie ciśnienia sprężarki oblicza się dla rozmaitych ciężarów pary, a mianowicie w ten sposób, że górne wirniki oblicza się dla mniejszych ciężarów pary niż dolne. Wskutek tego podczas sprężania przy włączeniu górnych stopni zmniejsza się średni ciężar zasysanej pary. Jeżeli zostanie zachowany warunek, aby dolne wirniki, pracujące przy zmiennych warunkach napełniania, poruszały się w jednakowy sposób w odniesieniu do obu stron najwyższego punktu wykresu paraboli sprawności, to wówczas można dopuścić powstawanie znacznych wahań zasysanej objętości dolnych wirników bez wyraźnej straty sprawności. W ten sposób można dalej wpływać na pobieraną przez sprężarkę moc, a przez współdziałanie rozmaitych czynników uzyskuje się różne krzywe pobieranej mocy, jako funkcję stanu napełnienia górnego zasobnika, które to krzywe są dostosowane do zwykłego wykresu szczytowych obciążeń omawianej sieci.

Przy uruchomieniu obydwóch zasobników, jako zasobników opadowych, można zmniejszyć względnie wyrównać wahania sprawności podczas napełniania w ten sposób, że spadek temperatur obydwóch zasobników zostaje tak dostosowany względem siebie, aby zmiany zasysanych ilości i zmiany spadków były prawie wyrównane, przyczem w tym przypadku po stronie ciśnieniowej sprężarki należy dołączyć jeszcze kilka stopni ciśnienia.

W celu przesunięcia granicy temperatur dolnego zasobnika w okresie napełniania i opróżniania oraz w celu uzyskania jednakowych prawie sprawności sprężarki, można spowodować dowolny żądany przebieg sprawności sprężarki, dostosowany do wykresu obciążeń w ten sposób, że obieg prze-

prowadza się nie przy stałej różnicy temperatur w dolnym zasobniku, lecz zmienia się różnice temperatur przez zmianę ilości przetłaczanej wody, aby w ten sposób móc dowolnie zmienić ilość wody, zasysanej przez sprężarkę. Skoro zmniejsza się ilość krążącej wody, wówczas woda ulega dalszemu ochładzaniu i dolne stopnie parownika pobierają odpowiednio mniejsze ilości. Sposób według wynalazku prowadzi do wahań się w określonych granicach temperatur zawartości dolnego zasobnika, np. zawartość dolnego zasobnika ochładza się od temperatury 80°C do temperatur, wahań się w granicach temperatur od 50 do 60°C, przyczem woda o rozmaitych temperaturach ulega zmieszaniu, ponieważ następuje wzajemny przepływ cieplejszych i zimniejszych warstw wody. Zasada wyporu, według której ma pracować zasobnik, nie zostanie osiągnięta, jeżeli wahania dolnych temperatur zasobnika nie stają się zbyt duże w stosunku do całkowitej różnicy temperatur. Odnosny przebieg napełniania zachodzi przy takiej regulacji stanu krążenia wody dolnego zasobnika, że uzyskuje się przepisana temperaturę końcową, wynoszącą 80°C według danego przykładu.

Oprócz wyżej opisanego sposobu dostosowania przebiegu do szczególnych warunków pracy, można nie tylko obniżyć temperaturę wody wypływającej z parowników przez zmniejszenie ilości wody krążącej, lecz również obniżyć temperaturę wody krążącej, dopływającej do parowników, przyczem część ochłodzonej wody skierowuje się zpowrotem do parowników. W ten sposób można uzyskiwać dowolną temperaturę dopływającej i odpływającej wody, np. 75°C i 32°C, lub 72°C i 35°C przy temperaturze wody w dolnym zasobniku wynoszącej 80°C, która spada zwykle do 40°C. Wskutek obniżenia temperatur wody zasysanej zmniejsza się również zasysana ilość wody, a tem samem jej ciężar oraz sprawność sprężarki.

Jasne jest, że powyższy sposób zmniejszenia sprawności sprężarki można również odwrócić i zastosować do zwiększania sprawności sprężarki w ten sposób, że albo zmniejsza się różnice temperatur wody w dolnym zasobniku, lub też podwyższa temperaturę wody dopływającej do parowników przez zmieszanie jej z gorącą wodą, jeżeli w obrębie obiegu lub poza nim rozporządza się odpowiednim źródłem ciepła.

Wymienione urządzenia regulacyjne mogą być uzupełnione w dowolny sposób, np. przez dławienie na ssaniu w jednym lub w kilku sztukach ssawczych, jak również przez regulację dyfuzyjną.

Jeżeli górny zasobnik pracuje jako zasobnik opadowy, a dolny zasobnik pracuje jako zasobnik ciśnieniowy na zasadzie wyporu, to można przeprowadzić opisane powyżej odmiany regulacji, przy zachowaniu jednakże pewnej zależności, polegającej na tem, że proces ochładzania i ogrzewania dolnego zasobnika musi się odbywać w sposób podobny do odbijania obrazu w lustrze. Skoro zatem, w celu utrzymania stałej sprawności sprężarki, przyjmuje się wyższą temperaturę dolnego zasobnika na początku, a niższą pod koniec okresu sprężania, to wówczas podczas działania silnika uzyskuje się na początku wyższą próżnię, a pod koniec niższą. Zależność ta prowadzi wprawdzie do korzystnych stosunków objętościowych i sprawności w niskoprężnej części turbiny, wymaga jednak, aby rozporządzalny spadek ciepła był ograniczony z dwóch stron podczas opróżniania górnego zasobnika, to znaczy albo zmniejsza się sprawność turbiny, lub koniecznem się staje zwiększenie narządów wlotowych, co pociąga za sobą znaczne koszty.

Ta niedogodność, występująca w niektórych przypadkach, daje się usunąć w ten sposób, że dolny zasobnik, wprawdzie tak samo jak przedtem, napełnia się i opróżnia przez przetłaczanie jego zawartości, lecz już nie według prostej zasady wyporu, ale

w ten sposób, że zawartość zasobnika dzieli się na kilka przedziałów, które następnie włącza się niezależnie od siebie w dowolnej kolejności w obwód krążącej wody dolnego zasobnika.

Włączając dowolnie poszczególne przedziały o nieco odmiennej temperaturze, można uzyskać w okresie większego zapotrzebowania mocy najwyższą próżnię dla turbiny, a w czasie mniejszego zapotrzebowania — mniejszą próżnię. Stosując jednakową kolejność włączania poszczególnych przedziałów podczas pracy sprężarki i podczas pracy turbiny, uzyskuje się pod koniec okresu pracy tej ostatniej najwyższą próżnię, co wpływa korzystnie na wymiary turbiny.

Sprawność sprężarki można zmieniać według tejże zasady dowolnego włączania i wyłączania poszczególnych przedziałów dolnego zasobnika, przyczem korzystnie jest, gdy poszczególne przedziały dolnego zasobnika działają według zasady wyporu z zastosowaniem lub bez zastosowania przegród.

Szczególnie korzystnie przedstawia się urządzenie dolnego zasobnika z poszczególnymi przedziałami o bardzo płaskiej postaci, zaopatrzonej w poszczególne przegrody. Ten rodzaj dolnego zasobnika można umieścić pod maszynami i górnym zasobnikiem, przez co zaoszczędza się znacznie na powierzchni maszynowni oraz na pracy przetłaczania zawartości dolnego zasobnika, ponieważ zarówno w chłodnicy, jak i w parownikach panuje próżnia. Ponieważ dolny zasobnik znajduje się w najniższym miejscu urządzenia, więc skutek panującej w tym zasobniku próżni ten ostatni, za pomocą lub bez pomocy pompy, zasysa mniejszą ilość wody, która może być przynajmniej częściowo usunięta przez barometryczną rurę opadową. W ten sposób unika się strat mocy, powstających przy wyższym położeniu dolnego zasobnika oraz użyciu chłodnic i parowników natryskowych.

Fakt, że przy omawianym sposobie gromadzenia ciepła straty pozostają wewnątrz obiegu, prowadzi do tego, że należy usuwać nazewnątrz pewną ilość ciepła. Odbywa się to w ten sposób, że część pary rozpręża się poniżej poziomu temperatury dolnego zbiornika, a mianowicie do temperatury otoczenia, oraz usuwa się ciepło uzyskane w chłodnicy. To urządzenie służy również do regulacji mocy, przypadającej na opróżnianie, a tem samem stanów pary przez to, że odpowiednią część turbiny włącza się tylko w okresie mniejszego spadku ciepła, dzięki czemu odciąża się turbinę przez zmniejszenie ilości pary. To dołączenie może również służyć do powiększenia szczytowych mocy, przez co można odpowiednio zmniejszyć stosowaną turbinę. Wyłączenie uskutecznia się w prosty sposób przez zamknięcie dopływu wody chłodzącej, dopływającej do specjalnej chłodnicy przeznaczanej do ciepła odpadkowego.

Urządzenie do przeprowadzania powyższego sposobu przedstawiono na fig. 3a. Usuwanie ciepła może być uskutecznione w dowolnem innem miejscu obiegu kołowego dolnego zasobnika, jak to przedstawiono w urządzeniach według fig. 3b i 3c, w których to urządzeniach zastosowano wymiennik ciepła WA , do którego odprowadza się ciepło odpadkowe podczas napełniania lub opróżniania. Działanie tego urządzenia pod względem wykorzystania strat polega w obydwóch przypadkach na tem, że spadek temperatury pomiędzy górnym i dolnym zasobnikiem jest większy podczas opróżniania, niż podczas napełniania.

Sprawność gromadzenia energii oraz wielkość zbiornika można polepszyć przez gromadzenie czynnika przegrzanego, przyczem do przegrzewania stosuje się ciepło albo z pobocznego źródła, albo z obiegu sprężania. Polepszenie sprawności jest uwarunkowane przez okoliczność, że przy odzyskiwaniu ciepła sprężania rozporządza się większym zasięgiem temperatury bez

potrzeby zwiększenia w odpowiedniej mierze poprzedniej pracy sprężania oraz że termodynamiczna sprawność silników cieplnych jest większa przy stosowaniu pary przegrzanej.

Ciepło przegrzania gromadzi się w ten sposób, że w cieczy wrzącej przy wysokiej temperaturze zawiesza się węzownice, przez które przepływa para, która przy napełnianiu i opróżnianiu płynie w odwrotnych kierunkach oraz, że tę ciecz przepompowuje się przy napełnianiu i opróżnianiu w przeciwnym kierunku przez odpowiedni układ wymiennicy cieplnej.

Na fig. 4 przedstawiono ostatnią odmianę urządzenia, w której zawartość zasobnika $U'S$ czynnika przegrzanego przepompowuje się za pośrednictwem pompy Pu^1 do przegrzewacza U^1 z zewnątrz węzownicy tego przegrzewacza. Sposób regulacji polega na tem, że w okresie napełniania sprężarkę napędza się przy zmiennem chłodzeniu (przez wtryskiwanie lub chłodzenie powierzchniowe), tak iż zyskuje się określony przebieg przegrzania najodpowiedniejszy w okresie opróżniania. Przebieg taki jest korzystny np. wówczas, gdy w części okresu opróżniania stosuje się większy spadek, podwyższając o tyle temperaturę, jak na to pozwala sprężarka, podczas gdy w końcowym okresie opróżniania stosuje się tylko takie przegrzanie, aby nie nastąpiło nadmierne przegrzanie pary przed jej dopływem do dolnego zasobnika US . Ten rodzaj regulacji można stosować we wszystkich wyżej wymienionych odmianach urządzenia z głównymi zasobnikami, a nie tylko w odmianie urządzenia przedstawionej na fig. 4.

W odmianie urządzenia według fig. 4 przedstawiono w dolnej części dodatkowe urządzenie do regulacji przez wykorzystanie ciepła odpadkowego. Zawieszona część a turbiny stanowi wraz ze skraplaczem K i wieżą chłodniczą KT wyłączalną część turbiny.

Regulacja z zastosowaniem przebiegu przegrzewania może być uzupełniona w ten sposób, że zasobnik-przegrzewacz, oprócz napełniania wskutek przegrzania pod wpływem sprężania, napełnia się bezpośrednio zapomocą elektrycznych oporników ogrzewczych, przyczem te oporniki grzewcze służą do regulacji całkowicie pobranej mocy.

Inny znany sposób regulacji sprawności sprężarki polega na zmniejszaniu zasysania, które można stosować łącznie ze wszystkimi wyżej wymienionymi sposobami regulacji. Stosowanie zmniejszania zasysania naraża jednak przy sprężarkach wielostopniowych pewne trudności, ponieważ charakterystyka ciśnienia i objętości sprężarek wielostopniowych przebiega bardzo stromo, wskutek czego zmniejszenie zasysania wpływa stosunkowo nieznacznie na pobieranie siły. Skutek, spowodowany zmniejszeniem zasysania, można zwiększyć przez to, że stosuje się wielostopniową sprężarkę o mniej stromej charakterystyce, włączając pomiędzy poszczególne cylindry zbiornik wody, w którym skrapla się, względnie wywiązuje para, przez co zmniejsza się ścisła zależność ilości czynnika w szeregowo połączonych cylindrach, a charakterystyka tych sprężarek wielostopniowych zbliża się do charakterystyki sprężarek o mniejszej liczbie stopni.

W razie gromadzenia energii, gdy sprężarka zasysa parę wodną, pewną rolę odgrywa również objętość zasysanej pary, przyczem wpływa ona nie tylko na przebieg regulacji, ale również na wymiary sprężarki. Skoro nie bierze się pod uwagę tej okoliczności, to wówczas ze względów czysto gospodarczych jest się zmuszonym do możliwie znacznego obniżenia średniej temperatury dolnego zasobnika, to jest do możliwie znacznego obniżenia zarówno dolnej temperatury, jak i różnicy temperatur w dolnym zasobniku; ta różnica temperatur posiada również znaczenie, ponieważ wpły-

wa ona na straty spadku różnicy temperatur pomiędzy napełnianiem i opróżnianiem.

Jeżeli np. woda z dolnego zasobnika ma być ochłodzona w parownikach w granicach temperatur od 60° do 40°C , to wtedy sprężarka o dwóch ssawczych wlotach zasysa parę o temperaturze 50° i 40°C , sprężając ją do ciśnienia, panującego w górnym zasobniku. Ponieważ w okresie opróżniania dolnego zasobnika ma nastąpić również dwustopniowe ogrzanie do temperatury 60°C , więc do tego celu niezbędna jest para o temperaturach 50° i 60°C , jeżeli ma się uniknąć skoku temperatury pomiędzy parą i najcieplejszą wodą w skraplaczu. Nawet w maszynach pracujących bez strat odzyskiwana praca przy rozprężaniu czynnika, znajdującego się pod ciśnieniem panującym w głównym zasobniku, do średniej temperatury 55°C jest mniejsza od pracy napełniania, niezbędnej do sprężania takiej samej ilości pary od średniej temperatury 45°C do ciśnienia, panującego w górnym zasobniku. Ta różnica między pracą opróżniania i napełniania jest tem większa, im większą przyjmuje się różnicę temperatur w dolnym zasobniku, a z drugiej strony jest tem mniejsza, im więcej przedziałów o jednakowej różnicy temperatur łączy się kolejno w szereg.

Korzystnem jest zatem, w celu zwiększenia sprawności obiegu, aby temperatury dolnego zasobnika nie różniły się znacznie od siebie oraz aby dane ciśnienie było rozłożone stopniowo na możliwie dużą liczbę przedziałów.

Podczas gdy ostatnia czynność daje się uskuteczyć tylko do pewnych granic, to pierwsza daje się zastosować w jaknajszerszych granicach, nawet uwzględniając koszty budowy. Coprawda ze spadkiem różnicy temperatur dolnego zasobnika objętość tego ostatniego musi być większa, aby oddawał tę samą ilość ciepła, lecz z drugiej strony przez polepszenie spraw-

ności obiegu odpowiednio zmniejszają się koszty budowy górnego zasobnika, tak iż ogólny koszt, przy ciśnieniu w granicach 10 — 12 at, panującym w górnym zasobniku, i różnicy temperatur około 15°C w dolnym zasobniku, jest prawie ten sam, co przy różnicach temperatur w tym zasobniku, wynoszącym 20°, 30°, 40° lub nawet 50°C.

Wychodząc z tego założenia powyższe urządzenie należy projektować w ten sposób, aby różnica temperatur w dolnym zasobniku była niewielka i wynosiła mniej niż 20°C, gdyż zwiększa to sprawność, a nie wymaga większych kosztów. Zmniejszenie różnicy w granicach temperatur od 20° do 10°C przy czterostopniowym zasysaniu daje jeszcze 2,5% zwiększenia sprawności przy możliwych w praktyce ciśnieniach w górnym zasobniku, a przy dwustopniowym zasysaniu nawet 5%. Przy odpowiednim urządzeniu barometrycznym skraplaczy zysk ten nie zostaje zużyty przez zwiększoną pracę przy przetłaczaniu wody dolnego zasobnika.

Skoro jednak bierze się przy tem pod uwagę wymiary sprężarki, wówczas dochodzi się do następujących wyników: należy mianowicie zauważyć, że przy danej objętości, jaką zasysa każdy wirnik sprężarki, co ma decydujący wpływ na cenę i rozmiary sprężarki, zwiększa się zasysane ilości, zwiększając różnicę temperatur dolnego zasobnika. Na fig. 5a i 5b przedstawiono w prostokątnym układzie współrzędnych ilości, jakie może zasysać sprężarka przy rozmaitych średnich temperaturach zasysanej pary, w zależności od różnicy temperatur (oś odciętych) w dolnym zasobniku, przyczem na fig. 5a przedstawiono przypadek zasysania dwustopniowego, a na fig. 5b czterostopniowego. Przy rozpatrywaniu krzywych na tych wykresach należy wziąć pod uwagę, co następuje:

1) najwyższa przesyłana objętość jed-

nego wirnika wynosi 1 m³ na jednostkę czasu;

2) całkowita różnica temperatur w dolnym zasobniku jest podzielona równomiernie na poszczególne stopnie odparowania.

Jeżeli różnica temperatur nie jest równomiernie podzielona na stopnie odparowania, to wówczas można uzyskać jeszcze około 15% zwiększenia zasysanej ogólnej ilości pary, co można dowieść rachunkowo. Przy takim podziale sprężarka posiada większą sprawność napełniania, niż przy równomiernym podziale różnicy temperatur w dolnym zasobniku.

Ponieważ koszt sprężarki stanowi znaczną część ogólnego kosztu instalacji zasobnika, więc, biorąc pod uwagę koszty budowy, korzystniej jest z punktu widzenia gospodarczego utrzymywać różnicę temperatur w dolnym zasobniku powyżej 20°C.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych, połączonych z silnikiem cieplnym, sprężarką i pompami, znamienny tem, że podczas obiegu ładowania i wyładowywania głównych zasobników oraz ewentualnie włączonych w układ zasobników pomocniczych regulację energii pobranej i oddanej przez układ osiąga się przez wpływanie na ilość oraz temperaturę wody w dolnym zasobniku, ewentualnie przy jednoczesnym wpływaniu na przebieg charakterystyki włączonych w układ maszyn, jak również wywołuje się przegrzanie pary przez całkowite lub częściowe zmniejszenie chłodzenia, potrzebnego do sprężenia pary zasilającej, przyczem tak powstałe ciepło przegrzania gromadzi się oddzielnie.

2. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których górny i dolny zasobnik, jako zasobniki o jednakowym ciśnie-

niu, napełnia się i opróżnia przez przetłaczanie czynnika według zasady wyporu, znamieny tem, że zawartość tych zasobników podczas trwania jednego obiegu roboczego przetłacza się tylko jeden raz całkowicie, przyczem czynnik ten musi przepłynąć przez jeden lub kilka szeregowo połączonych parowników względnie skraplaczy.

3. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których górny zasobnik pracuje jako zasobnik opadowy, a dolny jako zasobnik o jednakowym ciśnieniu, napełniany i opróżniany przez przetłaczanie na zasadzie wyporu, znamieny tem, że z jednej strony podczas napełniania zawartość dolnego zasobnika przetłacza się kilkakrotnie, a z drugiej strony stosuje się przy opróżnianiu jedno lub wielokrotne przetłaczanie, przyczem podczas przebiegu napełniania, odpowiednio do wzrostu ciśnienia w górnym zasobniku, włącza się stopnie sprężarki, a podczas procesu opróżniania, odpowiednio do zmniejszenia się ciśnienia w górnym zasobniku, wyłącza się odpowiednią liczbę stopni turbiny.

4. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których górny zasobnik, jako zasobnik opadowy, a dolny jako zasobnik o jednakowym ciśnieniu, napełnia się i opróżnia przez przetłaczanie według zasady wyporu, znamieny tem, że zawartość dolnego zasobnika przetłacza się tylko jeden raz podczas obiegu napełniania, a regulację pobieranej przez sprężarkę mocy osiąga się przez przesunięcie w tym samym kierunku połączeń sprężarki na jej końcach ssawczym i ciśnieniowym.

5. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których górny zasobnik, jako zasobnik opadowy, a dolny, jako zasobnik o jednakowym ciśnieniu, napełnia się i opróżnia przez przetłaczanie według zasa-

dy wyporu, znamieny tem, że podczas obiegu napełniania obniża się stopniowo średnią temperaturę w dolnym zasobniku, przyczem jednak różnicę temperatur u wlotu i u wlotu dolnego zasobnika utrzymuje się prawie jednakową, a na ciśnieniowym końcu sprężarki włącza się dodatkowe stopnie ciśnienia, aby uzupełnić wzrastający spadek ciśnienia.

6. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 5, znamieny tem, że średnia temperatura dolnego zasobnika podczas opróżniania zostaje zmieniana w odwrotnym kierunku niż podczas napełniania, przyczem uwzględnia się zmienny spadek ciepła wskutek przesunięcia wlotu pary w turbinie.

7. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których obydwa zasobniki pracują jako zasobniki opadowe, znamieny tem, że w obydwóch zasobnikach dobiera się wzajemnie takie różnice temperatur, aby pobieranie pary zasysanej przez sprężarkę wyrównywało powiększenie spadku ciśnienia pomiędzy obydwoima zasobnikami w taki sposób, aby pobierana przez sprężarkę moc pozostała bez zmiany albo zmieniała się z pewną prawidłowością, podczas gdy po stronie ciśnieniowej sprężarki włącza się stopnie ciśnienia odpowiednio do wzrostu ciśnienia w górnym zasobniku.

8. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, znamieny tem, że ilość wody, krążącej w dolnym zasobniku, pracującym według zasady wyporu, zmienia się celem oddziaływania na przewód sprężarki, przez co reguluje się również stan pary zasysanej przez sprężarkę.

9. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, znamieny tem, że pobierana przez pompę moc jest tak uzależniona od

temperatury wlotowej względnie wylotowej wody z dolnego zasobnika, przepływającej do parownika, stanowiącego jeden zespół ze sprężarką, aby przy żądanym odbiorze mocy przez sprężarkę poszczególne jej wirniki pracowały przy najwyższym współczynniku sprawności.

10. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1 — 9, znamienny tem, że właściwy przebieg temperatury przy wlocie wody z dolnego zasobnika do parownika zostaje uzyskany przez odpowiednią regulację ilości krążącej wody w dolnym zasobniku w okresie pracy silnika.

11. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których uzyskuje się samoczynnie pożądany przebieg temperatur zarówno przy wlocie, jak i wylocie wody z dolnego zasobnika, znamienny tem, że stosuje się działające w znany sposób urządzenie do wywoływania zmian temperatury, którego początkowe działanie ustala poziom wody w dolnym zasobniku i które tak miarkuje ilość wody w dolnym zasobniku, że osiąga się każdorazowo obieg temperatur, ustalony dla danej wielkości sprężarki.

12. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, 5, 6, 8, 9 i 10, znamienny tem, że zawartość poszczególnych przedziałów dolnego zasobnika, na które ten ostatni jest podzielony, jest doprowadzana w dowolnej kolejności do skraplacza.

13. Sposób gromadzenia energii według zastrz. 12, znamienny tem, że poszczególne przedziały dolnego zasobnika, przy włączonej do układu sprężarki i silniku, chłodzi się według pewnej zgóry określonej kolejności, według której te przedziały są również ogrzewane podczas obiegu zwrotnego.

14. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według

zastrz. 1, znamienny tem, że w celu wpływania na przebieg sprawności sprężarki, wirniki wysokoprężnej części sprężarki, które włącza się dopiero w późniejszym okresie napełniania, aby uzyskać zmniejszenie zasysanej ilości przy ciągłym napełnianiu, pobierają mniejszą ilość, a tem samem i mniejszy ciężar pary, niż wirniki niskoprężnej części sprężarki, przyczem wirniki tej niskoprężnej części pracują na początku napełniania, w odniesieniu do wykresu sprawności sprężarki, na prawo od wierzchołka krzywej sprawności sprężarki, a zatem, po włączeniu dodatkowych wirników przesuwają się poprzez wierzchołek na drugą stronę tej krzywej.

15. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, znamienny tem, że wypływającą z parowników zimną wodę miesza się częściowo z ciepłą wodą, dopływającą z parowników, przez co obniża się średnie ciśnienie zasysania sprężarki i zmniejsza pobieraną przez nią moc, przyczem przebieg temperatury wody odpływowej zostaje dostosowany do pracy sprężarki.

16. Sposób gromadzenia energii według zastrz. 1, znamienny tem, że do wody, dopływającej do parowników, doprowadza się gorącą wodę, pobieraną z urządzeń samego układu lub źródła pobocznego.

17. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których wskutek pracy sprężarki i silnika cieplnego powstają pewne nieuniknione straty ciepła, znamienny tem, że odprowadzanie straconego ciepła odpadkowego odbywa się w dowolnem miejscu obiegu kołowego dolnego zasobnika podczas jego napełniania lub opróżniania, przyczem to tracone ciepło odpadkowe odprowadza się w powierzchniowym wymienniku ciepła lub drogą bezpośredniej wymiany ciepła.

18. Sposób gromadzenia energii według zastrz. 1, znamienny tem, że daną ilość

pary rozpręża się poniżej poziomu temperatury w dolnym zasobniku, a ciepło pozostałe na końcu tej drogi usuwa się po rozprężeniu pary.

19. Sposób gromadzenia energii według zastrz. 17, znamienny tem, że dodatkowe rozprężanie czynnika uskutecznia się w dodatkowych stopniach turbiny, połączonej z oddzielnym skraplaczem, przyczem w miarę potrzeby zostają uruchomione lub też zupełnie wyłączone te dodatkowe stopnie (np. przez ograniczenie przepływu wody przez skraplacz), aby przy danej ilości pary u wlotu turbiny moc dowolnie zmieniać rozwijaną przez tę ostatnią moc.

20. Sposób gromadzenia energii według zastrz. 1, znamienny tem, że ciepło przegrzania gromadzi się w oddzielnym zasobniku, zawierającym wysokowrzącą ciecz i urządzenie do wymiany ciepła pomiędzy parą i cieczą, przyczem ten zasobnik ciepła przegrzania pracuje albo jako zasobnik opadowy i wtedy parą przepływa, w czasie napełniania i opróżniania w kierunku przeciwnym przez ciecz, albo jako zasobnik pracujący na zasadzie wyporu, przyczem ciecz przeprowadza się, w czasie napełniania i opróżniania, w kierunku przeciwnym przez wymiennik ciepła.

21. Sposób gromadzenia energii według zastrz. 1, znamienny tem, że do zasobnika ciepła przegrzania oprócz ciepła przegrzania ze sprężarki doprowadza się ciepło bezpośrednio przez ogrzewanie elektryczne, przyczem za pośrednictwem tego ostatniego reguluje się całkowitą pobieraną przez układ cieplny moc.

22. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których w celu uzupełnienia regulacji pobieranej przez sprężarkę mocy stosuje się dławienie zasysania, znamienny tem, że zasobniki z gorącą wodą zostają włączone pomiędzy poszczególne stopnie sprężarki, dzięki czemu uzyskuje się spłaszczenie charakterystyki ciśnienia i zmniejszenie objętości sprężarki.

23. Sposób gromadzenia energii w zasobnikach układów cieplnych według zastrz. 1, w których jako dolny zasobnik stosuje się zasobnik o jednakowym ciśnieniu, znamienny tem, że różnica temperatur wody w dolnym zasobniku jest większa od 20°C.

Fritz Marguerre.

Zastępca: Inż. S. Pawlikowski,
rzecznik patentowy.

Fig. 1.

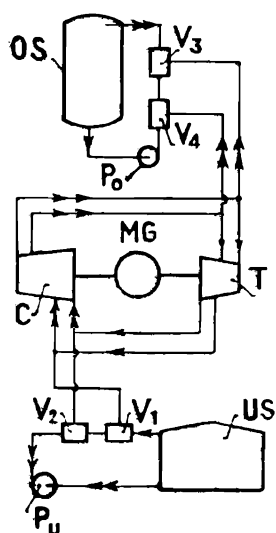


Fig. 2.

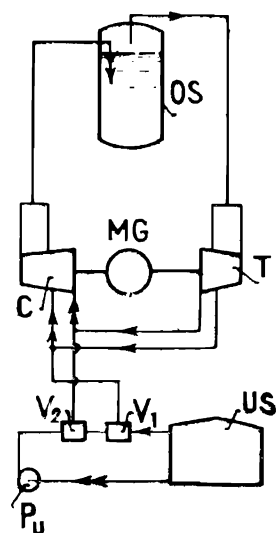


Fig. 3a.

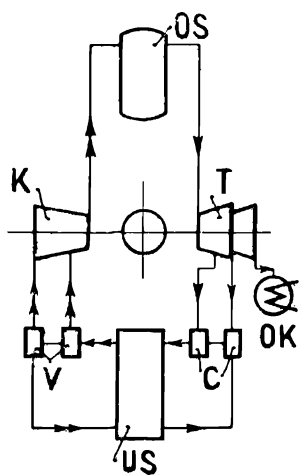


Fig. 3b.

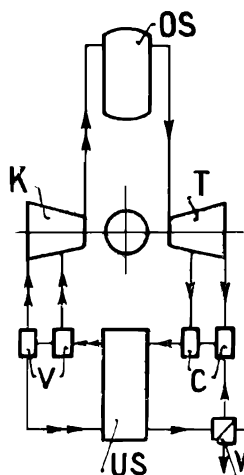


Fig. 3c.

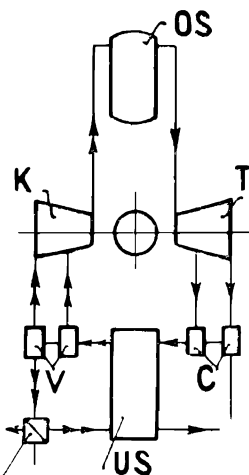


Fig. 4.

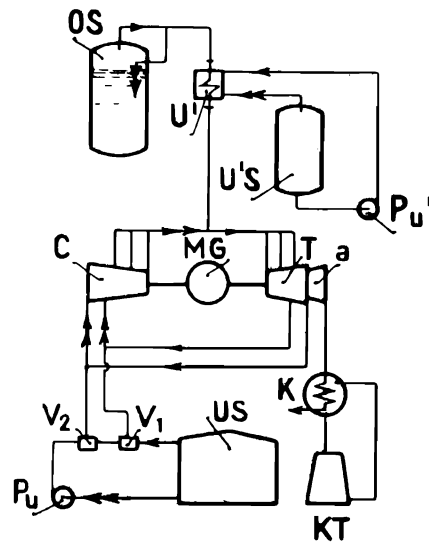


Fig. 5a.

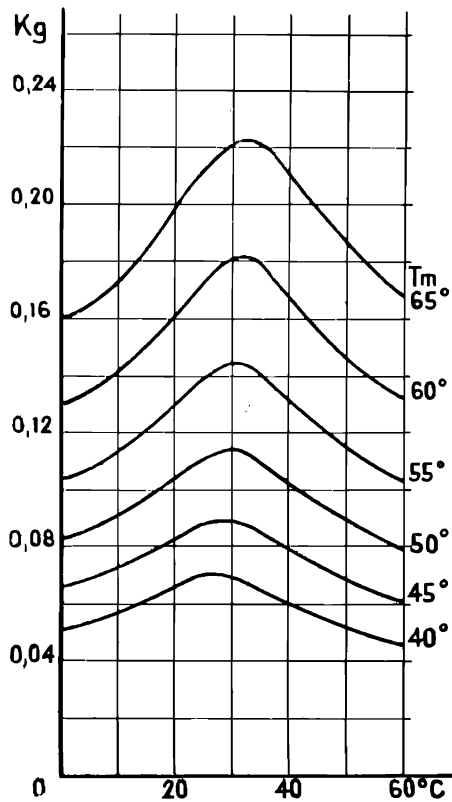


Fig. 5b.

