

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235700**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425611**

(22) Data zgłoszenia: **17.05.2018**

(51) Int.Cl.

C02F 1/04 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

B01D 1/26 (2006.01)

B01D 9/00 (2006.01)

(54)

Układ odsalania wody i sposób zagęszczania solanki

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

18.11.2019 BUP 24/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

05.10.2020 WUP 15/20

(73) Uprawniony z patentu:

**NEW ENERGY TRANSFER
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Warszawa, PL
King Abdulaziz City for Science
and Technology, Riyadh, SA**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MARCIN MALICKI, Warszawa, PL
FILIP HERMAN, Częstochowa, PL
YOUSEF MUHAMMED AL YOUSEF,
Riyadh, SA**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Rafał Parczewski

PL 235700 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ odsalania wody i sposób zagęszczania solanki.

Wynalazek należy do dziedziny układów odsalania i uzdatniania wody.

Ze stanu techniki znane są rozwiązania, które z wykorzystaniem procesu membranowego, bądź procesu termalnego odsalają wodę i zagęszczają solankę.

Niedoskonałością konwencjonalnych układów odwróconej osmozy, a więc membranowego odsalania wody, jest konieczność stosowania obróbki chemicznej wody przed doprowadzeniem jej do układu oraz krótka żywotność membran filtracyjnych, które muszą być wymieniane przynajmniej raz na dwa lata generując bardzo znaczące koszty. Zaletą konwencjonalnego układu odwróconej osmozy jest niewątpliwie niski współczynnik zużycia energii na każdą wyprodukowaną jednostkę wody odsolonej. Ze stanu techniki znane są rozwiązania polegające na połączeniu układu odwróconej osmozy, w którym woda przygotowywana jest poprzez usunięcie zawiesiny stałej w procesie flotacji MNB, nanofiltrację przy zastosowaniu membran z węgla krzemu oraz jej nasycenia MNB (zgodnie ze zgłoszeniem patentowym P.424148 „Układ oczyszczania wody i sposób czyszczenia membran filtracyjnych”) pozwalające na wydłużenie żywotności membran dwukrotnie, eliminację chemicznego przygotowania wody wlotowej oraz znaczne podniesienie współczynnika odzysku wody z solanki wlotowej. Wadą komentowanego układu jest brak możliwości dalszej koncentracji solanki.

Znane są również układy wielostopniowej destylacja MED (Multi Effect Desalination), będące układami odsalania wyparnego. Charakteryzują się one bardzo niskimi kosztami operacyjnymi oraz długoletnią żywotnością instalacji. Do wad tej technologii należą jednak bardzo duże nakłady inwestycyjne oraz konieczność lokalizacji instalacji w pobliżu akwenów morskich ze względu na przymus wykorzystania wody morskiej do chłodzenia ostatniego stopnia układu.

Ze stanu techniki znane są również rozwiązania w pełni zbilansowane termicznie, co umożliwi ich eksploatację w lokalizacjach nieposiadających dostępu do wody chłodzącej. Przykładem takiego rozwiązania jest wynalazek zgłoszony pod nr P.423244 „Układ odsalania wody”.

Ze zgłoszenia nr P.423783 „Układ instalacji wyparnego odsalania wody, sposób zapobiegania osadzania kamienia w instalacjach wyparnego odsalania wody oraz zastosowanie wody nasyconej mikro-nano-pęcherzami” znane jest także rozwiązanie polegające na dozowaniu mikro-nano-pęcherzy do solanki przeznaczonej do procesu odsalania. Dzięki czemu uzyskuje się efekt poprawiający wydajność energetyczną układu.

Ze stanu techniki znany jest również układ odsalania wody w formie krystalizatora wyparnego (instalacja do uzyskiwania soli w postaci ciała stałego przy pomocy procesu odparowania wody przy obniżonym ciśnieniu w układzie, prowadzącym do obniżenia temperatury odparowania), który charakteryzuje się możliwością uzyskiwania bardzo wysokich współczynników odzysku wody destylowanej, będących stosunkiem uzyskanego destylatu do doprowadzonej solanki, przez co wykorzystywany jest on w technologii ZLD (Zero Liquid Discharge). Układy Zero Liquid Discharge są stosowane w celu skryształizowania soli zawartych w solance tak, aby nie istniała konieczności odprowadzenia mocno skoncentrowanego odcieku do morza, co w znacznym stopniu mogłoby zaburzyć istniejącą florę i faunę, a w zastępstwie czego skryształizowane sole mogą zostać wykorzystane ponownie lub wyprowadzone z obszaru instalacji w postaci stałej, bez szkody dla środowiska.

W publikacji F. Mansour, S.Y. Alnouri, M. Al-Hindi i inni pt. "Screening and cost assessment strategies for end-of-pipe Zero Liquid Discharge systems" Journal of Cleaner Production Vol. 179 str. 460–477 opisują technologię Zero Liquid Discharge, w której wstępnie skoncentrowana solanka w procesach membranowych lub w procesach termalnych kierowana jest do krystalizatora w którym destylat jest usuwany z roztworu w wyniku procesu „flashingu”, gdzie solanka jest wstępnie podgrzewana ciepłem skraplania pary wodnej uprzednio skompresowanej w urządzeniu MVC (Mechanical Vapor Compressor), aby następnie odparowywać w wyniku schładzania kondensatu, którego temperatura po podgrzaniu jest powyżej temperatury nasycenia panującej wewnątrz krystalizatora. Równolegle opisywana jest metoda, w której solanka zostaje skierowana do płytkiego zbiornika otwartego, który jest wyeksponowany na działanie promieni słonecznych, co prowadzi do odparowania wody do atmosfery i agregacji soli na dnie zbiornika. Układ wg wynalazku różni się od układu opisanego tym, że w pierwszym etapie mamy do czynienia z odsalaniem membranowym, w drugim etapie z niskotemperaturowym, wielostopniowym wyparnym, natomiast w ostatnim etapie został zastosowany krystalizator, w którym powstała para jest pobierana przez TVC (Thermal Vapor Compressor), a nie MVC.

Z kolei K. Nakoa, K. Rahaoui, A. Date i inni w publikacji pt. "Sustainable zero liquid discharge desalination (SZLDD) " Solar Energy 135 str. 337–347, opisują technologię membranową opartą na różnicy temperatur solanki, która polega na transferze pary z solanki uprzednio podgrzanej za pośrednictwem energii słonecznej (wysokotemperaturowej), w kierunku solanki, która zostaje schłodzona przy wykorzystaniu zbiornika wodnego i jego dolnych warstw (niskotemperaturowej). Para wodna zostaje odebrana przez membranę i skroplona, dzięki czemu dochodzi do zagęszczenia roztworu. Układ wg wynalazku wykorzystuje membrany działające na zasadzie różnicy ciśnienia osmotycznego generowanego układem pomp. Dodatkowo ciepło pochodzące z energii słonecznej jest wykorzystywane wyłącznie do podgrzewu kondensatu powrotnego do kotłowni parowej, podczas gdy w opisywanym przez K. Nakoa, K. Rahaoui, A. Date rozwiązaniu energia słoneczna jest wykorzystywana do podgrzewu solanki biorącej udział w procesie odsalania a więc jest traktowana jako energia zasilająca.

R. Schwantes, K. Chavan, D. Winter i inni w publikacji pt. "Techno-economic comparison of membrane distillation and MVC in a zero liquid discharge application" Desalination Vol. 428 str. 50–68 opisują porównanie pomiędzy technologią odsalania membranowego, a technologią krystalizacji przy zastosowaniu mechanicznego kompresora pary MVC (Mechanical Vapor Compressor). Układ wg wynalazku nie bazuje na technologii membranowej opisanego w cytowanym artykule (technologia membran termicznych), oraz na krystalizatorze współpracującym z MVC (zasilanym energią elektryczną) a łączy układ odwróconej osmozy wyposażony w membrany działające na zasadzie różnicy ciśnień wytworzonej przez pompy, wielostopniowego odsalania wyparnego oraz krystalizatora współpracującego z termokompresorem (zasilanym ciepłem).

W rozwiązaniu wg wynalazku WO 2010/018249 A1 została opisana technologia Zero Liquid Discharge, w której to wstępnie został zastosowany układ przygotowania chemicznego wody, system filtracji boronu, system wymiany jonowej oparty o żywicę, układ elektro – dializy, nano-filtrację oraz w ostatniej fazie krystalizator wykorzystujący metodę MVR (Mechanical Vapor Compressor). Układ wg wynalazku różni się od opisywanego rozwiązania tym, że w zastępstwie filtrów, systemu przygotowania wody wykorzystany został system micro-nano-pęcherzy całkowicie eliminujący konieczność dozowania chemii. Ponadto krystalizator zastosowany w rozwiązaniu wg wynalazku bazuje na procesie adiabatycznym polegającym na obniżaniu ciśnienia w układzie przy zastosowaniu termo-kompresora, a nie kompresora mechanicznego – tak jak ma to miejsce w przywołanym patencie.

W rozwiązaniu według wynalazku CN102515204 została przedstawiona metoda odsalania w której pierwszym etapem jest mikser statyczny, drugim retencja roztworu w osadniku i w ostatniej fazie krystalizator typu Forced Circulation Crystallizer. Woda morska po wstępnym procesie agregacji soli w mikserze statycznym i dalszej agregacji w osadniku trafia do krystalizatora, w którym uzyskiwane jest ostateczne stężenie poprzez odparowanie wody destylowanej z roztworu skoncentrowanej solanki. Układ wg wynalazku różni się od układu opisanego w patencie CN102515204 tym, że nie posiada on osadnika i miksera statycznego, a posiada system bazujący na procesie odwróconej osmozy, połączony z systemem wielostopniowego odparowania z ostatnim z systemów bazującym na krystalizatorze adiabatycznym, w którym podciśnienie uzyskiwane jest za pośrednictwem termokompresora zasilanego parą napędową.

Celem niniejszego wynalazku jest rozwiązanie umożliwiające produkcję wody pitnej poprzez odsalanie wody morskiej w sposób maksymalnie efektywny energetycznie przy jednoczesnej minimalizacji kosztów. Zastosowanie rozwiązania według wynalazku umożliwia również uzyskanie wysoko zagęszczonej solanki, dzięki czemu może ona zostać przetworzona m.in. w celu odzyskania z niej minerałów. Ponadto układ według wynalazku jest w pełni niezależny od sieciowych źródeł energii elektrycznej i ciepła.

Istotą wynalazku jest układ odsalania wody zawierający źródło solanki połączone rurociągiem zawierającym pompę z układem membranowego odsalania wody typu odwróconej osmozy, układ wyparnego odsalania wody typu MED, krystalizator adiabatyczny, termokompresory, skraplacz mieszalnikowy, źródło ciepła i prądu. Układ membranowego odsalania wody za pośrednictwem rurociągu solanki jest połączony z układem wyparnego odsalania wody który połączony jest z krystalizatorem adiabatycznym za pomocą rurociągu wyposażonego w pompę. Dodatkowo krystalizator adiabatyczny jest wyposażony w rurociąg odprowadzania solanki. Układ membranowego odsalania wody za pomocą rurociągu odprowadzania destylatu jest połączony ze skraplaczem mieszalnikowym, który połączony jest z rurociągiem odprowadzania gazów niekondensujących wyposażonym w olejową pompę próżniową. Układ wyparnego odsalania wody połączony jest ze skraplaczem mieszalnikowym za pomocą rurociągu odprowadzania destylatu wyposażonego w pompę, który łączy się z rurociągiem odprowadzania destylatu.

Układ wyparnego odsalania wody za pośrednictwem rurociągu parowego połączony jest z termokompresorem, który połączony jest ze skraplaczem mieszalnikowym za pomocą rurociągu parowego. Kryształizator adiabatyczny połączony jest za pomocą rurociągu parowego z termokompresorem, który za pośrednictwem rurociągu parowego połączony jest ze skraplaczem adiabatycznym. Źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego zasilania termokompresora połączony jest z termokompresorem. Źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego zasilania termokompresora wychodzącego z rurociągu parowego zasilania termokompresora połączony jest z termokompresorem. Ponadto źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego połączony jest z układem wyparnego odsalania. Skraplacz mieszalnikowy za pośrednictwem rurociągu destylatu z pompą oraz wymiennikiem podgrzewu kondensatu połączony jest ze źródłem pary. Skraplacz mieszalnikowy wyposażony w jest rurociąg odprowadzania destylatu z pompą. Źródło ciepła i prądu za pośrednictwem rurociągu cieczowego składającego się z rurociągu zasilającego oraz rurociągu powrotnego, gdzie jeden z tych rurociągów wyposażony jest w pompę wody, połączony jest z wymiennikiem podgrzewu kondensatu.

Korzystnie, gdy źródłem pary jest rozdzielony układ wytwarzania pary bądź źródło ciepła i prądu.

Korzystnie, gdy źródło ciepła i prądu jest układem skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

Korzystnie, gdy źródło ciepła i prądu jest polem kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.

Korzystnie, gdy źródło ciepła i prądu jest układem skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła oraz pole kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.

Korzystnie, gdy układ wyparnego odsalania wody za pośrednictwem rurociągu wody składającego się z rurociągu zasilającego i rurociągu powrotnego z których przynajmniej jeden wyposażony jest w pompę wody połączony jest z kryształizatorem adiabatycznym.

Korzystnie, gdy układ zawiera zbiornik destylatu zasilany rurociągiem destylatu wyposażonym w pompę.

Korzystnie, gdy układ zawiera zbiornik solanki zasilany rurociągiem odprowadzenia solanki.

Istotą wynalazku jest sposób zagęszczania solanki, wykorzystujący układ według wynalazku gdzie solanka ze źródła solanki, przy pomocy rurociągu wyposażonego w pompę jest przepompowywana do układu membranowego odsalania wody typu odwróconej osmozy, gdzie zostaje wstępnie zagęszczana, skąd wykorzystując nadciśnienie wyprowadza się ją przy pomocy rurociągu do układu wyparnego odsalania wody typu MED, gdzie zostaje stężona, skąd rurociągiem wyposażonym w pompę przepompowuje się ją do kryształizatora adiabatycznego, gdzie zostaje ostatecznie zagęszczona i ostatecznie odprowadzona rurociągiem.

Korzystnie, gdy za pomocą rurociągu solankę odprowadza się do zbiornika solanki.

W rozwiązaniu według wynalazku solanka ze źródła solanki zostaje doprowadzona do układu odsalania membranowego za pośrednictwem rurociągu, przy pomocy odśrodkowej pompy obiegowej. Solanka po wstępnym zagęszczeniu w układzie membranowym zostaje odprowadzona rurociągiem bez zastosowania pompy obiegowej, co jest możliwe dzięki temu, że proces membranowy prowadzony jest pod wysokim ciśnieniem, które jest wystarczające, aby przepompować wstępnie zagęszczoną solankę do układu wyparnego odsalania wody. Woda odsolona powstała w procesie odsalania w sekcji membranowego układu odsalania wody zostaje wyprowadzona z układu za pośrednictwem rurociągu. Solanka wstępnie zagęszczona, ulega kolejnej koncentracji z jednoczesną produkcją destylatu w układzie wyparnego odsalania wody, którego źródłem zasilania jest ciepło, pochodzące ze źródła pary, doprowadzone rurociągiem. Po kolejnym etapie zagęszczenia solanka z układu wyparnego odsalania wody zostaje wyprowadzona za pośrednictwem pompy za pośrednictwem rurociągu bezpośrednio do kryształizatora adiabatycznego, w którym dochodzi do ostatecznego zagęszczenia solanki do stężenia docelowego. Dodatkową korzyścią układu wyparnego odsalania wody jest połączenie go kanałem parowym wykonanym ze stali węglowej, z termokompresorem napędzanym parą nasyconą, pochodzącą ze źródła pary, doprowadzoną do termokompresora kanałem parowym wykonanym ze stali węglowej. Termokompresor utrzymuje warunki próżniowe w systemie wyparnego odsalania wody poprzez pobranie części pary wraz z gazami doprowadzonymi z solanką, a następnie po zmieszaniu z parą napędową, zostaje wyprowadzony z termokompresora kanałem parowym wykonanym ze stali węglowej, bezpośrednio do skraplacza mieszalnikowego. Dzięki wzbogaceniu układu o dwa termokompresory wzrasta niezawodność systemu poprzez zwiększenie efektywności usuwania gazów niekondensujących oraz uzyskiwane jest stałe, niskie ciśnienie na poziomie 2 kPa (A) gwarantujące wysoką efektywność energetyczną procesu zagęszczania solanki z jednoczesną produkcją wody destylowanej. Destylat powstały

w układzie wyparnego odsalania wody zostaje wyprowadzony z układu za pomocą pompy za pośrednictwem rurociągu, który jest połączony z rurociągiem, gdzie dochodzi do zmieszania destylatu z wodą odsoloną powstałą w procesie membranowego odsalania wody. Strumień destylatu zmieszanego z wodą odsoloną trafia następnie za pośrednictwem rurociągu do skraplacza mieszalnikowego i służy jako medium skraplające bezprzeponowo parę doprowadzoną z dolnej sekcji skraplacza, pochodzącą z termokompresora oraz termokompresora. Krystalizator Adiabatyczny dodatkowo może być jedną opcją źródła chłodu dla chłodziarki absorpcyjnej wchodzącej w skład systemu wyparnego odsalania wody, poprzez odbiór ciepła z wody chłodzącej z obiegu wykonanego ze stali węglowej, w którym woda po odbiorze ciepła doprowadzana jest rurociągiem do krystalizatora za pośrednictwem pompy obiegowej odśrodkowej, a następnie po oddaniu ciepła w krystalizatorze w wyniku panującej tam próżni, wraca do układu wyparnego odsalania wody rurociągiem. W wyniku konieczności prowadzenia procesu w warunkach próżni, krystalizator połączony jest kanałem parowym wykonanym ze stali węglowej, z termokompresorem, który w wyniku doprowadzenia pary napędowej ze źródła pary, kanałem parowym wykonanym ze stali węglowej, zasysa parę powstającą w wyniku procesu wyparnego i następnie miesza ją z parą napędową, wyprowadzając kanałem parowym do skraplacza mieszalnikowego, w którym para zostaje skroplona. W celu poprawy efektywności, część kondensatu powstałego w skraplaczu mieszalnikowym zostaje wyprowadzona rurociągiem, za pośrednictwem pompy odśrodkowej z wewnętrznym uszczelnieniem jako kondensat powrotny do źródła pary. W celu ograniczenia zużycia paliwa przez źródło pary, kondensat jest wstępnie podgrzewany w wymienniku, zasilanym wodą gorącą powstałą z odbioru ciepła z układu wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej bądź też ciepłem pochodzącym z kolektorów i ogniw, dystrybuowaną rurociągiem, doprowadzaną do wymiennika rurociągiem i wyprowadzaną rurociągiem za pośrednictwem obiegowej pompy odśrodkowej. Solanka po procesie koncentracji w krystalizatorze zostaje wyprowadzona rurociągiem w wyniku spływu grawitacyjnego, bezpośrednio do zbiornika solanki. Destylat powstały po skropleniu destylatu z krystalizatora i zmieszaniu go z wodą odsoloną pochodzącą z układu membranowego odsalania wody i układu wyparnego odsalania wody zostaje wyprowadzony przy pomocy rurociągu, wyposażonego w pompę obiegową z odwróconym uszczelnieniem do zbiornika destylatu.

Zastosowanie wynalazku umożliwia podniesienie współczynnika odzysku wody poprzez jej dodatkowy odzysk ze skoncentrowanego wcześniej odcieku metodą o wysokim współczynniku efektywności energetycznej, dochodzącym do wartości równej 13 (co oznacza, że z 1 kg doprowadzonej pary napędowej, układ wyprodukuje 13 kg wody destylowanej).

Ponadto zastosowanie zgłaszanego wynalazku umożliwia efektywną produkcję wody odsolonej w zakresie niskich temperatur tj. poniżej temperatury, w której konwencjonalny proces odsalania wyparnego ulega ostatecznej kondensacji w związku z koniecznością skraplania pary z ostatniego efektu instalacji przy zastosowaniu wody morskiej, której temperatura np. w rejonie Morza Czerwonego oraz Zatoki Perskiej w okresie letnim może dochodzić do 35°C, co warunkuje temperaturę ostatniego efektu na poziomie 45–46°C przy jednoczesnym osiągnięciu bardzo wysokiego stężenia solanki zrzutowej dochodzące nawet do 200000 ppm.

Kolejną zaletą rozwiązania wg wynalazku jest jego niska energochłonność rozumiana jako ilość ciepła potrzebnego do realizacji procesu w związku z faktem, że w większości efektów (parowników) temperatura solanki wlotowej jest zlokalizowana powyżej temperatury odparowania w efekcie dzięki czemu w wyniku schładzania solanki powstają dodatkowe ilości pary oraz nie występuje konieczność podgrzewu solanki przed jej doprowadzeniem do efektu.

Kolejnym skutkiem wynalazku, związanym z tym, że krystalizator zagęszcza tylko końcowy zrzut solanki z instalacji wyparnej, jego zdolność odsalania będzie znacznie mniejsza od zdolności układu membranowego oraz wyparnego, co po uśrednieniu nie będzie znacząco wpływało na ostateczny koszt produkcji wody destylowanej, a jednocześnie w tym układzie pozwoli na osiągnięcie współczynnika odzysku równego 86% – czyli z 1 kg doprowadzonej wody morskiej, układ wyprodukuje 0,86 kg wody odsolonej (mieszanki wody odsolonej z układu membranowego oraz destylatu z układu wyparnego i Krystalizatora Adiabatycznego). Dodatkowym elementem łączącym wszystkie rozwiązania i zapewniającym niespotykany poziom integracji jest wzbogacenie układu wg wynalazku o termokompresor TVC (Thermal Vapor Compressor) powodujący, że w przypadku awarii pompy próżniowej, która doprowadziłaby do zatrzymania procesu w przypadku podwyższenia ciśnienia spowodowanego retencją gazów niekondensujących w instalacji odparowania wielostopniowego, system TVC w sposób błyskawiczny

jest w stanie zastąpić pompę próżniową w celu usuwania wszelkich gazów mogących podnieść ciśnienie w układzie i zahamować proces. Układ termokompresora zasilany jest dodatkowo ciepłem a nie energią elektryczną zmniejszając negatywny wpływ środowiskowy instalacji.

Wynalazek w korzystnym przykładzie wykonania został przedstawiony na Fig. 1 prezentującym układ blokowy według wynalazku.

Wynalazek zrealizowany w korzystnym przykładzie wykonania, gdzie:

P r z y k ł a d 1

układ odsalania wody zawiera:

- źródło solanki (1) będące zbiornikiem wypełnionym solanką o zawartości soli na poziomie 42000 ppm połączone rurociągiem (10) wykonanym z tworzywa PVC zawierającym pompę (30) będącą odśrodkową pompą obiegową,
- układ membranowego odsalania wody (2) typu odwróconej osmozy, który składa się z komory flotatora połączonej za pośrednictwem rurociągu z generatorem mikro-nano-pęcherzy, do którego podłączony jest rurociąg którego wylot skierowany jest na zespół membran filtracyjnych znajdujących się poza komorą flotatora w komorze membran filtracyjnych, z której filtrat kierowany jest do komory filtratu połączonej przy pomocy generatora mikro-nano-pęcherzy ze stacją odsalania odwróconej osmozy.
- Układ wyparnego odsalania wody (3) typu MED składa się ze zbiornika przygotowania solanki połączonego rurociągiem z układem pompowym z wyparnym układem odsalania typu Multi Effect Desalination (MED) zawierającym układ odprowadzenia destylatu oraz układ odprowadzenia solanki oraz zawierający źródło gazu połączone rurociągiem ze stacją przygotowania gazu połączoną rurociągiem z generatorem mikro-nano-pęcherzy połączonym rurociągiem ze stacją przygotowania solanki, w którym układ Multi Effect Desalination jest blokiem efektów odsalających wyposażonych w absorpcyjną pompę ciepła i chłodziarkę absorpcyjną oraz, że układ zawiera przynajmniej jeden wymiennik ciepła, a chłodziarka absorpcyjna i absorpcyjna pompa ciepła połączone są ze źródłem ciepła oraz że absorpcyjna pompa ciepła jest połączona za pośrednictwem rurociągu wodnego, składającego się z rurociągu zasilającego oraz powrotnego z chłodziarką absorpcyjną. Dodatkowo absorpcyjna pompa ciepła jest połączona za pośrednictwem rurociągu wody grzewczej, składającego się z rurociągu zasilającego oraz powrotnego, z pierwszym efektem bloku efektów produkcji destylatu, a chłodziarka absorpcyjna za pośrednictwem rurociągu wody lodowej, składającego się z rurociągu zasilającego oraz powrotnego, jest połączona z ostatnim efektem bloku efektów produkcji destylatu oraz absorpcyjną pompą ciepła za pośrednictwem rurociągu, składającego się z rurociągu zasilającego oraz powrotnego; do pierwszego efektu bloku efektów produkcji destylatu jest podłączony rurociąg doprowadzania solanki; do ostatniego efektu bloku efektów produkcji destylatu podłączony jest rurociąg wyprowadzania wody odsolonej; do przedostatniego efektu bloku efektów produkcji destylatu podłączony jest rurociąg odprowadzania solanki zrzutowej, którego źródłem zasilania jest para nasycona o ciśnieniu 8 bar (G) , pochodząca ze źródła pary (5) będącej kotłownią parową zasilaną olejem lekkim produkującą 264 t pary nasyconej 15 bar (G) na dobę, doprowadzanej rurociągiem parowym (13) wykonanym ze stali węglowej.
 - Krystalizator adiabatyczny (6),
 - termokompresory (8, 9) wykonane ze stali węglowej,
 - skraplacz mieszalnikowy (7) wykonany ze stali 316L,
 - źródło ciepła i prądu (4) będące silnikiem diesla oraz polem paneli solarnych i fotowoltaicznych, którego moc cieplna wynosi 400 kW dla każdego ze źródeł a łączna moc elektryczna 500 kW.

Układ membranowego odsalania wody (2) za pośrednictwem rurociągu solanki (11) wykonanego z PVC jest połączony z układem wyparnego odsalania wody (3), który połączony jest z krystalizatorem adiabatycznym (6) za pomocą rurociągu (14) wykonanego z tworzywa PVC, oraz wyposażonego w pompę (32). Dodatkowo krystalizator adiabatyczny (6) jest wyposażony w rurociąg (23) odprowadzania solanki z tworzywa PVC. Układ membranowego odsalania wody (2) za pomocą rurociągu (12) odprowadzania destylatu wykonany w tworzywa PVC jest połączony ze skraplaczem mieszalnikowym (7) który połączony jest z rurociągiem odprowadzenia (26) gazów niekondensujących wykonanym ze stali 316L z zabudowaną olejową pompą (37) próżniową. Układ wyparnego odsalania wody (3) połączony jest ze skraplaczem mieszalnikowym (7) za pomocą rurociągu (15) odprowadzania destylatu z tworzywa

PVC wyposażonego w pompę (31) który łączy się z rurociągiem (12) odprowadzania destylatu z tworzywa PVC. Układ wyparnego odsalania wody (3) za pośrednictwem rurociągu parowego (17) wykonanego ze stali węglowej, połączony jest z termokompresorem (8) wykonanym ze stali węglowej, który połączony jest ze skraplaczem mieszalnikowym (7) za pomocą rurociągu parowego (18) wykonanego ze stali węglowej. Krystalizator adiabatyczny (6) połączony jest za pomocą rurociągu parowego (20) wykonanego ze stali węglowej z termokompresorem (9) wykonanym ze stali węglowej, który za pośrednictwem rurociągu parowego (21) wykonanego ze stali węglowej połączony jest ze skraplaczem adiabatycznym (7). Źródło pary (5) jest kotłownią parową zasilaną olejem lekkim produkującą 264 t pary nasyconej 15 bar (G) na dobę i za pośrednictwem rurociągu parowego (16) (wykonanego ze stali węglowej) zasilania termokompresora połączony jest z termokompresorem (8) wykonanym ze stali węglowej. Źródłem pary jest rozdzielny układ wytwarzania pary (5) będący kotłownią parową zasilaną olejem lekkim. Źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego (19) wykonanego ze stali węglowej, zasilania termokompresora wychodzącego z rurociągu parowego (16) wykonanego ze stali węglowej zasilania termokompresora połączony jest z termokompresorem (9). Źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego (13) wykonanego ze stali węglowej połączony jest z układem wyparnego odsalania (3). Skraplacz mieszalnikowy (7) za pośrednictwem rurociągu destylatu (24) wykonanego ze stali węglowej zawierający z pompą (35) (pompa odśrodkowa z wewnętrznym uszczelnieniem) połączony jest ze źródłem pary. Skraplacz mieszalnikowy (7) wyposażony jest w rurociąg (25) odprowadzania destylatu wykonany z tworzywa PVC z pompą (34) (pompa obiegowa z odwróconym uszczelnieniem).

Źródło ciepła i prądu (4) za pośrednictwem rurociągu (27) cieczowego wykonanego ze stali węglowej, składającego się z rurociągu zasilającego (27a) oraz rurociągu powrotnego (27b), gdzie rurociąg powrotny (27b) wyposażony jest w pompę wody (36), połączony jest z wymiennikiem podgrzewu kondensatu (29) typu płytowego zabudowanym na rurociągu (24) destylatu.

Układ wyparnego odsalania wody (3) za pośrednictwem rurociągu wody (22) ze stali węglowej, składającego się z rurociągu zasilającego (22a) wyposażonego w pompę wody (33) i rurociągu powrotnego (22b) połączony jest z krystalizatorem adiabatycznym (6).

Układ według przykładu realizacji wynalazku zawiera wykonany z włókna szklanego zbiornik solanki (38) zasilany rurociągiem odprowadzenia solanki (23).

P r z y k ł a d II

Przykład realizacji sposobu zagęszczania solanki według wynalazku został zrealizowany w układzie opisanym w przykładzie I. Solanka ze źródła solanki (1) o stężeniu soli na poziomie 42000 ppm, przy pomocy rurociągu (10) wyposażonego w pompę (30) w ilości 6000 t/d została przepompowana do układu membranowego odsalania wody (2) typu odwróconej osmozy, gdzie została wstępnie zagęszczana do poziomu zawartości soli 140500 ppm, skąd została odprowadzona dzięki nadciśnieniu w ilości 1650 t/d przy pomocy rurociągu (5) do układu wyparnego odsalania wody (3) typu MED, gdzie została stężona do zawartości soli na poziomie 241000 ppm skąd rurociągiem (14) wyposażonym w pompę (32) w ilości 900 t/d została przepompowana do krystalizatora adiabatycznego (6). Tam została ostatecznie zagęszczona do stężenia soli na poziomie 300000 ppm i odprowadzona w ilości 540 t/d rurociągiem (23) odprowadzenia solanki do zbiornika solanki (38).

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ odsalania wody zawierający źródło solanki (1) połączone rurociągiem (10) zawierającym pompę (30) z układem membranowego odsalania wody (2) typu odwróconej osmozy, układ wyparnego odsalania wody (3) typu MED, krystalizator adiabatyczny (6), termokompresory (8, 9), skraplacz mieszalnikowy (7), źródło ciepła i prądu (4) **znamienny tym**, że układ membranowego odsalania wody (2) za pośrednictwem rurociągu solanki (11) jest połączony z układem wyparnego odsalania wody (3) który połączony jest z krystalizatorem adiabatycznym (6) za pomocą rurociągu (14) wyposażonego w pompę (32), dodatkowo krystalizator adiabatyczny (6) jest wyposażony w rurociąg (23) odprowadzania solanki; ponadto układ membranowego odsalania wody (2) za pomocą rurociągu (12) odprowadzania destylatu jest połączony ze skraplaczem mieszalnikowym (7) który połączony jest z rurociągiem odprowadzenia (26) gazów niekondensujących wyposażonym w olejową (37) pompę próżniową; układ wyparnego odsalania wody (3) połączony jest ze skraplaczem mieszalnikowym (7) za pomocą rurociągu odprowadzania destylatu wyposażonego w pompę (31) który łączy się z rurociągiem

(12) odprowadzania destylatu; oraz układ wyparnego odsalania wody (3) za pośrednictwem rurociągu parowego (17) połączony jest z termokompresorem (8), który połączony jest ze skraplaczem mieszalnikowym (7) za pomocą rurociągu parowego (18); krystalizator adiabatyczny (6) połączony jest za pomocą rurociągu parowego (20) z termokompresorem (9) który za pośrednictwem rurociągu parowego (21) połączony jest ze skraplaczem adiabatycznym (7); źródło pary (5) za pośrednictwem rurociągu parowego (16) zasilania termokompresora połączone jest z termokompresorem (8); źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego (19) zasilania termokompresora wychodzącego z rurociągu parowego (16) zasilania termokompresora połączone jest z termokompresorem (9); ponadto źródło pary za pośrednictwem rurociągu parowego (13) połączone jest z układem wyparnego odsalania (3). Skraplacz mieszalnikowy (7) za pośrednictwem rurociągu destylatu (24) z pompą (35) oraz wymiennikiem podgrzewu kondensatu (29) połączony jest ze źródłem pary; skraplacz mieszalnikowy (7) wyposażony jest w rurociąg (25) odprowadzania destylatu z pompą (34); źródło ciepła i prądu (4) za pośrednictwem rurociągu (27) cieczowego składającego się z rurociągu zasilającego (27a) oraz rurociągu powrotnego (27b), gdzie jeden z tych rurociągów wyposażony jest w pompę wody (36), połączony jest z wymiennikiem podgrzewu kondensatu (29).

2. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że źródłem pary jest rozdzielony układ wytwarzania pary (5) bądź źródło ciepła i prądu (4).
3. Układ według któregośkolwiek z powyższych zastrzeżeń **znamienny tym**, że źródło ciepła i prądu (4) jest układem skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.
4. Układ według zastrz. 1 lub 2 **znamienny tym**, że źródło ciepła i prądu (4) jest polem kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.
5. Układ według zastrz. 1 lub 2 **znamienny tym**, że źródło ciepła i prądu (4) jest układem skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła oraz pole kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.
6. Układ według któregośkolwiek z poprzedzających zastrzeżeń **znamienny tym**, że układ wyparnego odsalania wody (3) za pośrednictwem rurociągu wody (22) składającego się z rurociągu zasilającego (22a) i rurociągu powrotnego (22b) z których przynajmniej jeden wyposażony jest w pompę wody (33) połączony jest z krystalizatorem adiabatycznym (6).
7. Układ według któregośkolwiek z poprzedzających zastrzeżeń **znamienny tym**, że zawiera zbiornik destylatu (28) zasilany rurociągiem destylatu (25) wyposażonym w pompę (34).
8. Układ według zastrz. 1 lub 2 **znamienny tym**, że zawiera zbiornik solanki (38) zasilany rurociągiem odprowadzenia solanki (23).
9. Sposób zagęszczania solanki, wykorzystujący układ według zastrz. 1, albo 2, albo 3, albo 4, albo 5, albo 6, albo 7, albo 8, **znamienny tym**, że solanka ze źródła solanki (1), przy pomocy rurociągu (10) wyposażonego w pompę (30) jest przepompowywana do układu membranowego odsalania wody (2) typu odwróconej osmozy, gdzie zostaje wstępnie zagęszczana, skąd wykorzystując nadciśnienie wyprowadza się ją przy pomocy rurociągu (11) do układu wyparnego odsalania wody (3) typu MED, gdzie zostaje stężona, skąd rurociągiem (14) wyposażonym w pompę (32) przepompowuje się ją do krystalizatora adiabatycznego (6), gdzie zostaje ostatecznie zagęszczona i ostatecznie odprowadzona rurociągiem (23).
10. Sposób zagęszczania solanki według zastrz. 10 **znamienny tym**, że za pomocą rurociągu (23) solankę odprowadza się do zbiornika solanki (38).

Rysunek

