

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 241971 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **426038**

(22) Data zgłoszenia: **2018.06.22**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.01.02 BUP 01/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.01.02 WUP 01/2023**

(51) MKP:

C02F 1/14 (2006.01)

B01D 61/36 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**King Abdulaziz City for Science
and Technology, Riyadh, SA**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**TURKI BIN SAUD BIN MOHAMMED AL-SAUD,
Riyadh, SA**

YOUSEF AL MUHAMMED YOUSEF, Riyadh, SA

(74) Pełnomocnik:

Rafał Parczewski, Piaseczno, PL

(54) Tytuł:

Układ odsalania wody z kolektorem odsalającym

PL 241971 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ odsalania wody z kolektorem odsalającym.

Wynalazek należy do dziedziny urządzeń odsalających.

Energia i woda są ze sobą ściśle powiązane. Dostępność obu mediów ma bezpośredni wpływ na możliwość rozwoju gospodarczego, a brak któregośkolwiek przekreśla te szanse. Wiele krajów już dziś cierpi na brak dostępu do wody pitnej, która potrzebna jest na każdym etapie codziennego życia: od produkcji roślin paszowych przez przetwarzanie paliw po produkcja materiałów czy energii. Jest prognozowane, że globalne zapotrzebowanie na wodę wzrośnie o więcej niż 55% z 4500 miliardów metrów sześciennych rocznie (Mm^3 / rok) w 2010 roku do 6900 Mm^3 / rok w 2030 roku, przesuując połowę populacji świata poniżej poziomu niedoboru wody.

Podstawowe czynniki decydujące o tak istotnym wzroście zapotrzebowania na wodę pitną są związane z rozwojem gospodarczym, poprawą stylu życia i wzrostem populacji. Rolnictwo odpowiada za około 71% globalnego zużycia wody, przemysł za 16% a potrzeby domowe za 13%. Zgodnie z aktualnymi prognozami w 2030 roku będzie brakowało ok. 40% wody pitnej, a więc nawet do 540 mln m^3 rocznie. Na braki szczególnie narażone są odbiorcy poza dużymi skupiskami osób.

Konwencjonalne przemysłowe instalacje odsalające możemy podzielić na urządzenia wykorzystujące ciepło oraz urządzenia wykorzystujące energię elektryczną. Instalacje wykorzystujące ciepło to np. MSF (Multi Stage Flash) czy MED (Multi Effect Desalination), a wykorzystujące energię elektryczną to np. RO (Reverse Osmosis). Powyższe typy instalacji odpowiadają za produkcję ponad 90% wody odsolonej, gdzie pozostałe 10% pochodzi z instalacji małych oraz niekonwencjonalnych metod produkcji wody odsolonej takich jak MD (Membrane Distillation) SD (Solar Distillation) czy HD (Humidification Dehumidification).

Konwencjonalne przemysłowe procesy MED, MSF i RO są używane w skojarzeniu z systemami produkującymi energię elektryczną, umożliwiając dostawę obu mediów do odbiorców w sposób pewny, efektywny i tani. Pozostałe procesy zdają się być lepszym rozwiązaniem do efektywnej dostawy wody pitnej dla poszczególnych odbiorców z ograniczonym dostępem do wody.

Dwie obiecujące technologie do zastosowania dla poszczególnych odbiorców to wyparki słoneczne i nawilżanie / osuszanie. Najbardziej widoczną wadą wyparek jest ich niska wydajność (wskaźnik Gain Output Ratio, czyli GOR będący miarą efektywności procesu jest mniejszy niż 0.5) co wynika przede wszystkim z natychmiastowej utraty utajonego ciepła skraplania przez szklaną pokrywę obudowy wyparki. Zaletą wykorzystywanie w pełni odnawialnego źródła energii jakim jest słońce. Niektóre urządzenia odzyskują i ponownie wykorzystują ciepło skraplania, zwiększając swoją wydajność. To właśnie oddzielenie funkcji parowania i skraplania jest źródłem poprawy wydajności w destylatorach słonecznych i jest zasadniczą cechą charakterystyczną produkcji wody pitnej przy pomocy procesów nawilżania i osuszania. Na przykład w procesach nawilżania i osuszania skraplanie odbywa się w oddzielnym wymienniku ciepła (osuszaczu), w którym ciepło utajone może być wykorzystane do wstępnego podgrzania wody przeznaczonej do odsolenia. Procesy nawilżania i osuszania zapewniają większą wydajność dzięki rozdzieleniu podstawowych procesów i są idealne do zastosowania w systemach na małą skalę. Nie mają żadnych części, które wymagają dużych nakładów inwestycyjnych i konserwacji, takich jak membrany lub wysokotemperaturowe przewody parowe. Niestety znane urządzenia oparte na procesie nawilżania i osuszania mają również widoczne wady takie jak bardzo duże rozmiary w stosunku do ich możliwości produkcyjnych, wykorzystane w kanale nawilżającym materiały mają wpływ na jakość wody, posiadają ogólnie niewielki współczynnik wydajności ze względu na otwarcie układu i niewielką efektywność poszczególnych wymienników.

Rozwiązanie według wynalazku adresuje wszystkie powyższe kwestie przy pomocy integracji w jednym elemencie procesu parowania, filtracji i skraplania destylatu przy niespotykanej na skalę światową wydajności objętościowej instalacji. Rozwiązanie przedstawiono w dwóch wariantach zastosowania, zależnych od warunków atmosferycznych w miejscu eksploatacji.

Znane układy termicznej wielostopniowej destylacji – Multi Effect Desalination (MED) to wysoko sprawne instalacje służące do odsalania wód i produkcji destylatu nadającego się do konsumpcji. Rozwiązanie to jest szczególnie atrakcyjne ze względu na wysoką wydajność produkcji wody odsalanej, wykorzystując energię cieplną zasilającą układ w sposób bardzo efektywny. Zasada działania układu MED polega na skraplaniu par destylatu powstałych w efekcie „n” z jednoczesnym oddaniem ciepła skraplania w efekcie „n+1”. Ciepło to służy do odparowania kolejnej porcji destylatu z efektu „n+1”, a następnie jego skropleniu w następnym efekcie („n+2”). Kaskada jest powtarzana do momentu uzyskania

efektu o temperaturze zbliżonej do temperatury zewnętrznej. W konwencjonalnych układach temperatura minimalna kształtuje się na poziomie 45°C, co warunkuje temperatura wody wykorzystywanej do chłodzenia skraplacza – elementu skraplającego parę pochodzącą z ostatniego efektu układu MED. W związku z ograniczeniami podyktowanymi zużyciem instalacji temperatura pierwszego efektu wynosi ok. 70°C. W myśl tej zasady układy MED działają w zakresie temperatur 70°C–45°C, co skutkuje finalnym produktem (destylatem) o temperaturze około 45°C.

Znane układy elektrycznej Odwróconej Osmozy (RO) to wysoko sprawne instalacje służące do odsalania wód i produkcji destylatu nadającego się do konsumpcji. W takich układach, zanieczyszczenia stałe i koloidalne z cieczy usuwane są poprzez zastosowanie przegród filtracyjnych typu membran zazwyczaj z otworami mniejszymi od 1 mikrometra. Rozdzielana zawiesina z nadciśnieniem dopływa pionowo lub stycznie do powierzchni membrany. Ciecz przepływa przez powierzchnię membrany zaś na powierzchni i w porowatej strukturze membrany narasta osad powodujący wzrost oporu przepływu określonego jako ciśnienie trans–membranowe. Wzrost ciśnienia trans–membranowego oznacza spadek wartości strumienia cieczy oraz wzrost zużycia energii. Gdy ciśnienie trans–membranowe osiąga określoną wysoką wartość, a wydajność filtracji z jednostki powierzchni spada, przerywa się proces filtracji i membranę poddaje się płukaniu w celu odzyskania jej przepuszczalności. W zależności od rodzaju membrany jest ona poddawana płukaniu metodą przetłaczania części czystej cieczy lub płukaniu stycznym do powierzchni membrany strumieniem cieczy przy zamkniętym odpływie cieczy za membraną. Okresowo membrany są dodatkowo poddawane płukaniu chemicznemu w celu rozpuszczenia i usunięcia zgromadzonych w porowatej strukturze membrany zanieczyszczeń, blokujących proces filtracji. Jedną z powszechnie stosowanych metod przeciwdziałania osadzaniu się osadu na membranie jest barbotaż pęcherzyków gazu wzdłuż pionowej przegrody membranowej. Wykorzystywane są tutaj pęcherze powietrza dużej średnicy – paru mm. W wyniku towarzyszącemu barbotażowi mieszanemu następuje mechaniczne usuwanie części osadu z powierzchni membrany, podobnie jak w przypadku przepływu cieczy wzdłuż membrany podczas filtracji „cross flow”. Z powierzchni membrany są usuwane cząstki stałe i koloidalne i są one wynoszone na powierzchnię cieczy. Im większe są rozmiary cząstek tym łatwiej jest je usunąć. Najtrudniejsze do usunięcia cząstki o najmniejszych rozmiarach tworzą osady o bardzo małej porowatości i o największym oporze filtracji. Szybkość blokowania membrany jest zależna od stężenia zanieczyszczeń stałych i koloidalnych w zawieszynie. Membrana tym szybciej zarasta osadem im więcej jest osadu w cieczy doprowadzanej do powierzchni membrany i im mniejsze są cząstki osadu w zawieszynie. Jest rzeczą naturalną, że chcąc odfiltrować cząstki stałe o zadanym rozmiarze nie przeprowadza się filtracji jednostopniowo i nie filtruje się zawiesin przez membranę o rozmiarze otworów równym rozmiarowi ziarna podziałowego. Lepszym rozwiązaniem jest stopniowe odfiltrowywanie z zawiesziny coraz mniejszych ziaren fazy stałej na kolejnych przegrodach filtracyjnych o coraz mniejszych otworach. Innym skutecznym rozwiązaniem jest zastosowanie do usunięcia większych cząstek chemicznej koagulacji zawieszin, a następnie metod sedymentacji lub flotacji. Sedymentacja jako proces oparty na wykorzystaniu siły grawitacji jest procesem powolnym i jej skuteczność zależy od prawidłowości dobranych chemikaliów. Do sedymentacji są potrzebne duże zbiorniki tzw. osadniki. Flotacja jest procesem szybszym od sedymentacji i wymaga mniejszych zbiorników, ale jej przeprowadzenie wymaga ciągłego doprowadzania do flotatora dużej ilości gazu w postaci drobnych pęcherzyków, które przyczepiają się do cząstek stałych i wynoszą je na powierzchnię cieczy w postaci kożucha łatwego do usunięcia mechanicznego. Skuteczność usuwania zawieszin metodą flotacji zależy od wielkości pęcherzyków gazu wprowadzanych do komory flotatora. Powszechnie używane flotatory są wyposażone w generatory drobnych pęcherzyków o rozmiarach od 300 do 1000 mikrometrów. Takie pęcherzyki stosunkowo szybko unoszą się w cieczy, prawdopodobieństwo ich kontaktu z cząstkami stałymi jest często niższe od 50%, a sprawność rozdzielania rzadko osiąga 98%. Mniejsze pęcherzyki o rozmiarach 70–300 mikrometrów dają lepsze efekty, ale szybko łączą się w większe i unoszą do powierzchni cieczy, często bez kontaktu z cząstkami stałymi.

Ponadto w stosowanych tradycyjnie układach oczyszczania wody, membrany filtracyjne są wielowarstwowymi strukturami porowatymi, gdzie na powierzchni znajduje się najcieńsza warstwa o najmniejszych otworach, a kolejne następne warstwy są podkładem mechanicznym i drenażem do odprowadzania cieczy, która przepłynęła przez tę najcieńszą warstwę. Podczas filtracji z użyciem membran osadza się osad zarówno na ich powierzchni jak i w porowatej strukturze membrany. W czasie filtracji stopniowo rośnie grubość warstwy osadu na powierzchni membrany, rośnie ciśnienie między–membranowe i maleje wydajność filtracji z jednostki powierzchni. Po osiągnięciu zadanej granicznej wartości

ciśnienia między-membranowego jest konieczne oczyszczenie membrany w celu odtworzenia jej początkowej przepuszczalności.

W jednym z powszechnie znanych rozwiązaniach membrany czyszczone są poprzez zamknięcie przepływu cieczy przez powierzchnię membrany w celu zmycia osadu nagromadzonego na powierzchni membrany. Usuwanie osadu odbywa się w wyniku styčnego przepływu czynnika myjącego styčnie do powierzchni membrany. Czynnikiem myjącym jest zazwyczaj filtrowana zawiesina, której styčny przepływ odrywa mechanicznie osad od powierzchni membrany. W wielu rozwiązaniach dodatkowym czynnikiem czyszczącym są makro-pęcherzyki gazu, które odrywają osad od membrany w czasie szybkiego, pulsującego przepływu do powierzchni cieczy. Takie rozwiązanie techniczne jest stosowane również w przypadku membran z tworzyw sztucznych.

Innym, częściowo wspomnianym wyżej sposobem czyszczenia membran filtracyjnych jest generowanie przepływu filtratu w kierunku przeciwnym do kierunku filtracji – metoda mycia „pod włos”. Przy dostatecznej odporności mechanicznej membrany pompuje się ciecz myjącą pod ciśnieniem i następuje mechaniczne usunięcie osadu z powierzchni membrany oraz częściowo z wnętrza porów warstw drenażowych. Usunięty osad jest wynoszony do filtrowanej zawiesiny. Jeżeli membrana charakteryzuje się wysoką odpornością mechaniczną to stosuje się metodę tzw. „młota hydraulicznego” polegającą na szybkim uderzeniu hydraulicznym porcją filtratu w kierunku przeciwnym do kierunku filtracji. Do takiego czyszczenia membran stosuje się nawet ciśnienia rzędu 4–5 bar. Podstawową zaletą takiej metody czyszczenia jest bardzo krótki czas czyszczenia. Wadą tego rozwiązania jest niebezpieczeństwo gromadzenia i zgniatania osadu w wewnętrznej porowatej strukturze membrany, spadek porowatości objętościowej i stopniowy wzrost oporu hydraulicznego membrany. W praktyce taka metoda jest stosowana do czyszczenia membran z materiałów o bardzo wysokiej wytrzymałości mechanicznej np. węgiel krzemu SiC. Należy również zaznaczyć, że każde takie płukanie membrany powoduje obniżenie wydajności urządzenia oraz wytworzenie dodatkowych ścieków z płukania membran.

Membrany filtracyjne są również czyszczone poprzez chemiczne i biochemiczne usuwanie zgromadzonych osadów – rozpuszczanie. Po wielokrotnym czyszczeniu mechanicznym zewnętrznej powierzchni membrany oraz wewnętrznej struktury membrany powstaje konieczność oczyszczenia chemicznego lub biochemicznego membran. Operacja czyszczenia polega na przepuszczaniu przez membranę kolejnych roztworów myjących (kwasy, ługi, substancje enzymatyczne), które rozpuszczają zanieczyszczenia nagromadzone w wewnętrznej strukturze membrany. Każdorazowo mycie chemiczne i biochemiczne powoduje wytworzenie ścieku z mycia, który musi być odprowadzony oddzielnie i podany utylizacji. Czas mycia jest równoznaczny z przestojem w pracy membrany. Koszty chemikaliów i ich zużycie znacząco wpływają na koszty operacyjne filtracji.

Jak widać, eksploatacja układów membranowych w warunkach domowych jest procesem uciążliwym oraz kosztowym. Rozwiązanie wg wynalazku adresuje powyższe problemy eksploatacyjne poprzez integrację w jednym procesie specjalnego pokrycia (tzw. Coatingu) membrany ograniczającego osadzanie się osadów mechanicznych oraz rozwój zanieczyszczeń biologicznych.

Ze stanu techniki znane są rozwiązania gdzie Amir Mahmoud, Hassan Fath, Mahmoud Ahmed w publikacji „Enhancing the performance of a solar driven hybrid solar still/ humidification–dehumidification desalination system integrated with solar concentrator and photovoltaic panels” *Desalination* 430 (2018) 165–179 zaproponowali układ integrujący wyparki solarne z układem nawilżającym / osuszającym gdzie wyparka pełni rolę układu nawilżającego. Rozwiązanie wg wynalazku jest układem wykorzystującym bezpośrednio odparowanie na powierzchni membrany hydrofobowej oraz filtrację pary wodnej w celu skroplenia jej w skraplaczu chłodzonym wodą przeznaczoną do odsolenia.

Z kolei Q. Chen, M. Kum Ja, Y. Li, K. J. Chua w publikacji „Evaluation of a solar–powered spray-assisted low–temperature desalination technology” *Applied Energy* 211 (2018) 997–1008 omawiają układ w którym kolektory słoneczne wykorzystywane są do podgrzania solanki znajdującej się w zbiorniku, z którego jest ona kierowana do zespołu dysz rozpraszających ją w chłodzonej objętości. W rozwiązaniu wg wynalazku energia słoneczna wykorzystywana jest do podgrzewania membrany hydrofobowej która pełni rolę parownika oraz separatora ciecz / woda.

Osamah Siddiqui, Ibrahim Dincer w publikacji „Examination of a new solar–based integrated system for desalination, electricity generation and hydrogen production” *Solar Energy* 163 (2018) 224–234 analizują system w 100% wykorzystujący energię solarną do produkcji energii elektrycznej, wodoru i destylatu. Destylat produkowany jest przy pomocy membran filtracyjnych procesu Odwróconej Osmozy,

zasilanego energią elektryczną wyprodukowaną przez system zasilany ciepłem solarnym. W rozwiązaniu wg wynalazku produkowany jest tylko destylat a energia słoneczna jest wykorzystywana do podgrzania solanki powyżej temperatury wrzenia.

S. E. Moore, S. D. Mirchandani oraz V. Karanikola, w publikacji „Process modeling for economic optimization of a solar driven sweeping gas membrane distillate system” *Desalination* 437 (2018) 108–120 przedstawili układ do odsalania wykorzystujący membrany typu „Hollow Fiber” (HFMD), w których to dochodzi do separacji wody destylowanej w fazie gazowej od solanki w fazie ciekłej. Na skutek różnic temperatur wody słonej oraz wody chłodzącej, skraplającej powstałe pary wody destylowanej, para przepływa w kierunku spadku temperatury. Hydrofobowe właściwości membrany (HFMD) powodują, że faza ciekła nie przenika przez membranę, dzięki czemu wyłącznie czysta faza gazowa przedostaje się przez nią. W odróżnieniu od rozwiązania według zgłaszanego w wynalazku solanka jest podgrzewana przy wykorzystaniu wody gorącej wyprodukowanej w panelach solarnych na zewnątrz układu odsalającego. Dodatkowo, rozwiązanie według wynalazku różni się od rozwiązania przedstawionego przez autorów tym, że membrany wykonane są z węgliku krzemu pokrytego powłoką hydrofobową, których żywotność przekracza 20 lat, eliminując koszty operacyjne o 67% w porównaniu z membranami HFMD. Ponadto, w rozwiązaniu według wynalazku, woda słona ulega bezpośredniemu podgrzaniu przez energię słoneczną, a zastosowane mikro nano pęcherze dozowane do solanki, chronią wewnętrzną powierzchnię rury solarnej przed osadzaniem się soli co mogłoby ograniczać absorpcję promieni słonecznych i efektywność procesu parowania solanki.

Chandrashekara M., Avadhesh Yadav w publikacji „Water desalination system using solar heat: A review” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67 (2017) 1308–1330 prezentują przegląd znanych metod odsalania wykorzystującego energię solarną oraz proponują układ w którym kolektory słoneczne bezpośrednio podgrzewają wodę. W rozwiązaniu wg wynalazku kolektor słoneczny wyposażony jest w membranę filtracyjną oraz skraplacz a energia słoneczna służy do podniesienia temperatury solanki na powierzchni membrany a nie do podniesienia temperatury solanki przed przetransportowaniem jej do skraplacza.

Liu Zhenhua, Li Shuangfei, Liu Jinming, Shao Zhixiong, Zhao Feng, Xia Ning i Cheng Dongsheng w zgłoszeniu patentowym CN107651720 (A) proponują integrację wymiennika ciepła typu „heat pipe” w celu efektywnego, wielostopniowego nawilżania powietrza. W rozwiązaniu wg wynalazku pary destylatu nie mają kontaktu z powietrzem stąd nie jest to rozwiązanie oparte o nawilżanie bądź osuszanie.

Zhong Duolin i Yuan Gongyi w zgłoszeniu patentowym o nr CN206915913 proponują układ w pełni zasilany energią solarną, składający się z membrany grafenowej oraz soczewki. Energia słoneczna wykorzystywana jest do filtracji pary na membranie filtracyjnej. W rozwiązaniu wg wynalazku membrana pełni rolę separatora cieczy i gazu (membrana hydrofobowa przepuszczająca tylko parę). Nie wykorzystywana jest także żadna soczewka.

Basargin Oleg Sergeevich i Zhirkov Pavel Aleksandrovich w zgłoszeniu RU2646004 prezentują układ wykorzystujący szereg kolektorów słonecznych do zgromadzenia ciepła wykorzystywanego później w procesie odsalania wyparnego. W rozwiązaniu wg wynalazku układ jest w pełni zintegrowany oraz wyposażony w membranę hydrofobową.

Celem wynalazku jest stworzenie kompaktowego urządzenia umożliwiającego produkcję wody pitnej poprzez odsalanie, z wykorzystaniem źródeł energii odnawialnej.

Istotą wynalazku jest układ odsalania wody, gdzie źródło solanki za pomocą rurociągu z pompą połączone jest ze skraplaczem kolektora odsalającego, którego wylot za pomocą rurociągu odprowadzania solanki połączony jest ze zbiornikiem przygotowania solanki, który wyposażony jest w rurociąg przelewowy solanki oraz rurociąg doprowadzania świeżej solanki z zaworem i pompą łączący go z komorą solanki kolektora odsalającego. Kolektor odsalający składa się z komory solanki, membrany hydrofobowej i komory destylatu, gdzie membrana hydrofobowa stanowi barierę pomiędzy komorą solanki a komorą destylatu. Membrana hydrofobowa ma przekrój kołowy, bądź eliptyczny, bądź prostokątny. Pomiędzy zbiornikiem przygotowania solanki a zaworem, znajduje się rurociąg doprowadzania świeżej solanki, który przebiega przez generator mikro nano pęcherzy połączony z kompresorem za pośrednictwem rurociągu gazowego. Komora destylatu kolektora odsalającego połączona jest ze zbiornikiem destylatu za pomocą rurociągu destylatu. Komora solanki kolektora odsalającego podłączona jest do przetwornika sterowania zaworem cewkowym, cewkowym zaworem wlotowym, zaworem obiegowym i pompą obiegową. Rurociąg przelewowy solanki za pośrednictwem rurociągu z cewkowym zaworem połączony jest z komorą solanki kolektora odsalającego. Rurociąg doprowadzania świeżej solanki połączony jest z rurociągiem poprzez rurociąg obiegowy z zaworem obiegowym.

Korzystnie, gdy ściany zewnętrzne kolektora odsalającego wykonane są ze szkła solarnego.

Korzystnie, gdy membrana wykonana jest z węgliku krzemu pokrytego powłoką hydrofobową.

W rozwiązaniu według wynalazku solanka doprowadzana jest do instalacji ze źródła solanki rurociągiem wyposażonym w pompę obiegową, do kolektora odsalającego w celu odbioru ciepła skraplania par wygenerowanych w procesie odsalania. Solanka wstępnie podgrzana, w powyższy sposób, zostaje doprowadzona rurociągiem do zbiornika przygotowania solanki. Podgrzana solanka doprowadzona ponad dopuszczalny poziom wypełnienia zbiornika przygotowania solanki jest wyprowadzana ze zbiornika rurociągiem przelewowym do zrzutu solanki. Solanka świeża doprowadzana jest ze zbiornika przygotowania solanki do kolektora odsalającego wyposażonego membranę za pośrednictwem rurociągu i pompy obiegowej typu odśrodkowego, poprzez cewkowy wlotowy zawór membranowy uprzednio nasycając ją mikro nano pęcherzami powietrza przy wykorzystaniu membranowego generatora mikro nano pęcherzy, do którego doprowadzane jest sprężone powietrze z kompresora rurociągiem gazowym. Solanka po doprowadzeniu jej do przestrzeni pomiędzy szklaną rurą a cylindryczną membranę z węgliku krzemu ulega odparowaniu w wyniku pochłaniania energii dostarczonej z promieniowania słonecznego, w wyniku czego doprowadzana jest do wrzenia, a powstała para przenika przez warstwę membrany cylindrycznej, pokrytej warstwą hydrofobową, zabezpieczającą przed dostaniem się wody do komory parowej. Para następnie ulega skropleniu na powierzchni skraplacza znajdującego się wewnątrz kolektora odsalającego. Powstały kondensat odprowadzany jest grawitacyjnie rurociągiem destylatu do zbiornika destylatu. Z uwagi na fakt, że solanka nie jest doprowadzana do kolektora odsalającego w sposób ciągły a cyklicznie, system wyposażony jest w przetwornik mierzący wartość przewodności solanki, czyli stężenia soli, który steruje pracą zaworu cewkowego zrzutowego, cewkowego membranowego zaworu wlotowego, zaworu obiegowego i pompy obiegowej, w taki sposób, aby po przekroczeniu zadanego poziomu zasolenia na litr roztworu, zrzucić solankę rurociągiem do zrzutu solanki oraz jednocześnie uzupełnić solankę w kolektorze odsalającym do momentu osiągnięcia zadanego poziomu oraz stężenia. Z uwagi na fakt, iż system zaprojektowano w pełni modułowo, istnieje możliwość dostawienia kolejnych kolektorów odsalających, z których każdy umożliwia zawieszenie produkcji destylatu o 0,2 l/g na godzinę.

Wynalazek został przedstawiony na rysunkach, gdzie Fig. 1 przedstawia układ do odsalania wody według wynalazku, Fig. 2 przedstawia rzut kolektora odsalającego z membraną o przekroju koła, Fig. 3 przedstawia rzut kolektora odsalającego z membraną o przekroju prostokąta.

Układ odsalania wody według wynalazku w korzystnym przykładzie wykonania zawiera źródło solanki (2), rurociąg (6) wykonany z tworzywa PCV z pompą (12) typu odśrodkowego połączony ze skraplaczem (24) kolektora odsalającego (1) o średnicy 60 mm i długości 2050 mm wyposażonego w cylindryczną membranę z węgliku krzemu o wysokości 2050 mm i grubości 2 mm, którego wylot za pomocą rurociągu odprowadzania solanki (7) wykonanego z tworzywa PCV połączony jest ze zbiornikiem przygotowania solanki (3) wykonanym z włókna szklanego o pojemności 4 litrów, który wyposażony jest w rurociąg przelewowy solanki (11) wykonany z tworzywa PVC oraz rurociąg doprowadzania świeżej solanki (8) wykonany z tworzywa PVC z cewkowym zaworem membranowym (14) i pompą obiegową typu odśrodkowego (13) łączącą go z komorą solanki (21) kolektora odsalającego (1). Kolektor odsalający (1) składa się ze szklanego cylindra wykonanego z hartowanego szkła solarnego pokrytego warstwą 0,1 mm powłoki absorpcyjnej składającej się z warstwy miedzi, powłoki wiążącej, powłoki absorpcyjnej z domieszką miedzi i warstwą bezbarwną – ochronną, oraz ma średnicę 60 mm, grubość ścianki około 1 mm, wysokość 2050 mm. Wewnątrz szklanego cylindra znajduje się rurka wykonana z węgliku krzemu (22) o średnicy zewnętrznej 40 mm, wysokości 2050 mm i grubości ścianki równej 5 mm, pokryta warstwą hydrofobową na bazie siloksanów o grubości 10 mikronów. Wewnątrz niej zostaje umieszczona rurka miedziana o średnicy 10 mm i grubości ścianki 0.5 mm, wyposażona w aluminiowy radiator o średnicy równej 25 mm. Rurka ta podobnie ma wysokość 2050 mm. Od dolnej i górnej strony mieści się dennica wykonana ze stali duplex 2304, która szczelnie przylega do rurki szklanej i z węgliku krzemu w celu zapewnienia szczelności układu, w dennicy przygotowane są otwory pod wyprowadzenie miedzianej rurki skraplacza oraz otwór na odprowadzanie nagromadzonego kondensatu, otwór na odprowadzenie zagęszczonej solanki jak i otwór w górnej dennicy doprowadzający solankę świeżą. Pomiędzy zbiornikiem przygotowania solanki (3) wykonanym z włókna szklanego a zaworem (14) rurociąg doprowadzania świeżej solanki (8) przebiega przez generator mikro nano pęcherzy (19) połączony z kompresorem powietrza (18) za pośrednictwem rurociągu gazowego (17) wykonanego z PVC. Komora destylatu (23) kolektora odsalającego (1) połączona jest ze zbiornikiem destylatu (4) za

pomocą rurociągu destylatu (10) wykonanego z tworzywa PVC. Komora solanki (21) kolektora odsalającego (1) podłączona jest do przetwornika (20) sterowania zaworem cewkowym (15), cewkowym zaworem wlotowym (14), cewkowym zaworem obiegowym (16) i pompą obiegową (13). Przetwornik (20) przewodności elektrycznej solanki na sygnał prądowy 4–20 mA jest podłączony przewodem trójżyłowym z zaworem cewkowym (15), cewkowym zaworem wlotowym (14), cewkowym zaworem obiegowym (16) i pompą obiegową (13) w taki sposób, że w wypadku przekroczenia elektrycznej przewodności granicznej solanki zawór cewkowy (15) oraz cewkowy zawór wlotowy (14) są otwarte a cewkowy zawór obiegowy (16) jest zamknięty. W wypadku nieprzekroczenia elektrycznej przewodności granicznej solanki, zawór cewkowy (15) oraz cewkowy zawór wlotowy (14) są zamknięte a cewkowy zawór obiegowy (16) jest otwarty. Rurociąg przelewowy solanki (11) za pośrednictwem rurociągu (9) z cewkowym zaworem (15) połączony jest z komorą solanki (21) kolektora odsalającego (1). Rurociąg doprowadzania świeżej solanki (8) połączony jest z rurociągiem (9) za pomocą rurociągu obiegowego (9a) wykonanym z PVC wyposażonego w zawór obiegowy typu cewkowego (16). Zrzut solanki (5), który jest zbiornikiem wykonanym z włókna szklanego o pojemności 2 m³ połączony jest z rurociągiem wykonanym z tworzywa PVC (9) oraz rurociągiem przelewowym (11) wykonanym z tworzywa PVC.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ odsalania wody zawierający źródło solanki, zbiornik destylatu, generator mikro nano pęcherzy, zbiornik przygotowania solanki, **znamienny tym**, że źródło solanki (2) za pomocą rurociągu (6) z pompą (12) połączone jest ze skraplaczem (24) kolektora odsalającego (1) którego wylot za pomocą rurociągu odprowadzania solanki (7) połączony jest ze zbiornikiem przygotowania solanki (3) który wyposażony jest w rurociąg przelewowy solanki (11) oraz rurociąg doprowadzania świeżej solanki (8) z zaworem (14) i pompą (13) łączący go z komorą solanki (21) kolektora odsalającego (1), kolektor odsalający (1) składa się z komory solanki (21) membrany hydrofobowej (22) i komory destylatu (23), gdzie membrana hydrofobowa (22) stanowi barierę pomiędzy komorą solanki (21) a komorą destylatu (23), membrana hydrofobowa (22) ma przekrój kołowy, bądź eliptyczny, bądź prostokątny; pomiędzy zbiornikiem przygotowania solanki (3) a zaworem (14) rurociąg doprowadzania świeżej solanki (8) przebiega przez generator mikro nano pęcherzy (19) połączony z kompresorem (18) za pośrednictwem rurociągu gazowego (17); komora destylatu (23) kolektora odsalającego (1) połączona jest ze zbiornikiem destylatu (4) za pomocą rurociągu destylatu (10); komora solanki (21) kolektora odsalającego (1) podłączona jest do przetwornika (20) sterowania zaworem cewkowym (15), cewkowym zaworem wlotowym (14), zaworem obiegowym (16) i pompą obiegową (13); rurociąg przelewowy solanki (11) za pośrednictwem rurociągu (9) z cewkowym zaworem (15) połączony jest z komorą solanki (21) kolektora odsalającego (1); rurociąg doprowadzania świeżej solanki (8) połączony jest z rurociągiem (9), rurociągiem obiegowym (9a), z zaworem obiegowym (16).
2. Układ odsalania wody według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ściany zewnętrzne kolektora odsalającego (1) wykonane są ze szkła solarnego.
3. Układ odsalania wody według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że membrana wykonana jest z węgla krzemu pokrytego powłoką hydrofobową.

Rysunki

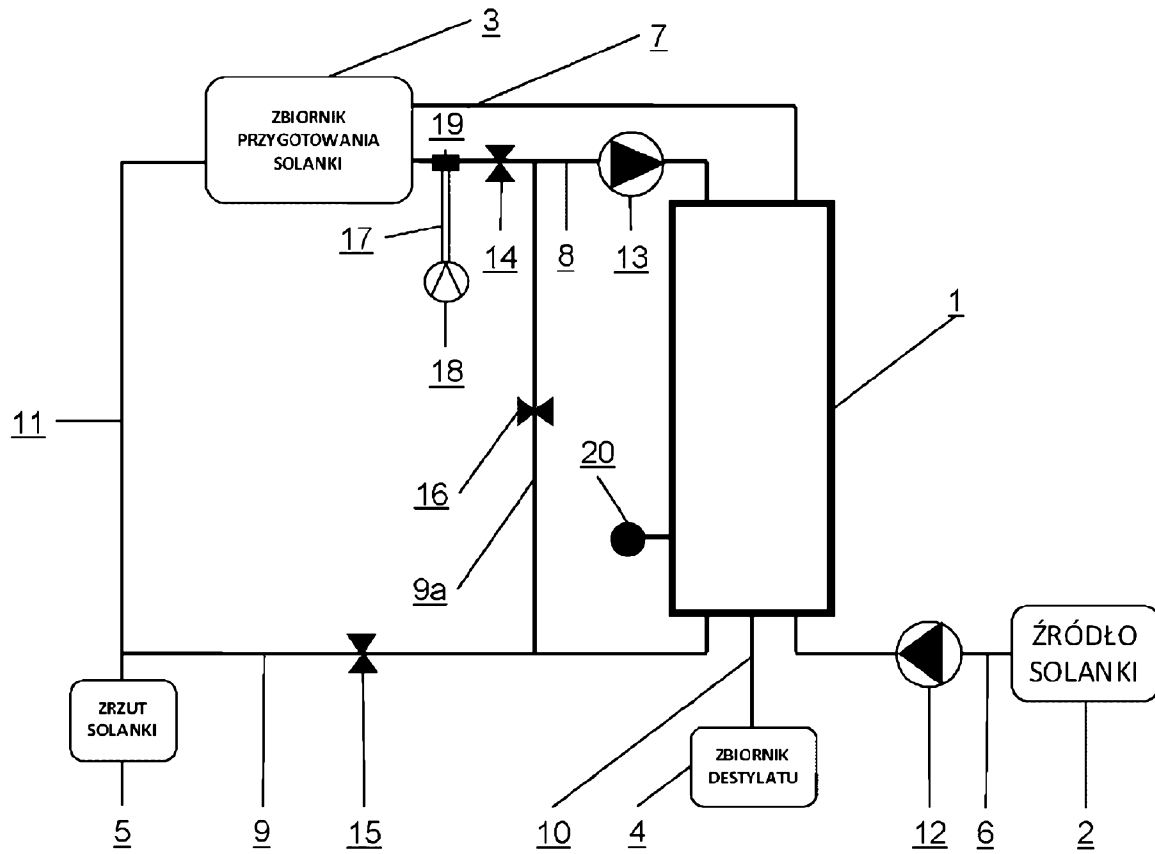


Fig. 1

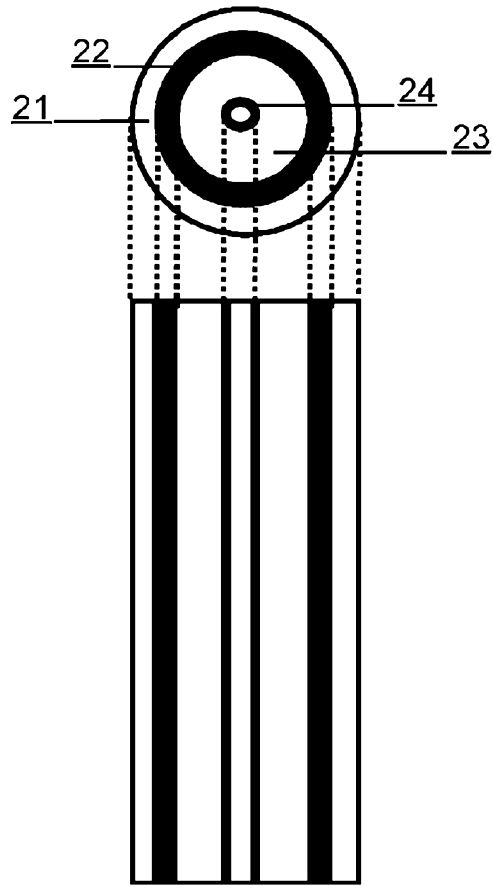


Fig. 2

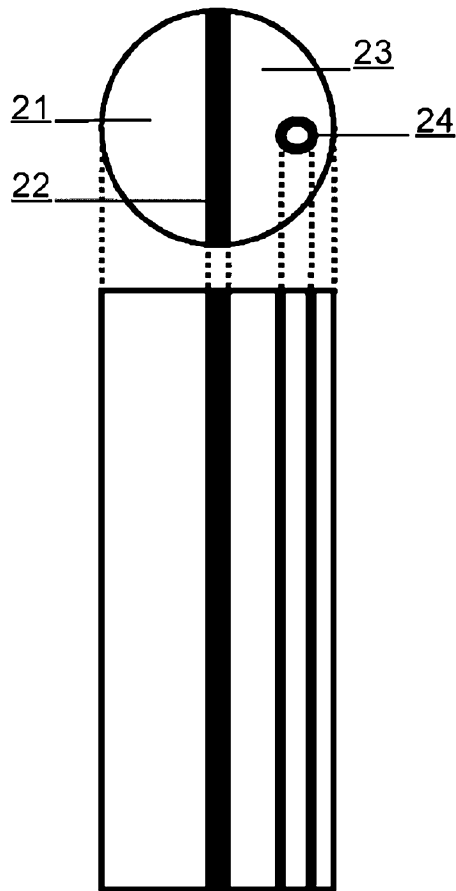


Fig. 3