

**(19) A (11) 66218 (13) UA**

(98) вул. Ак. Вільямса, буд. 66, кв. 135, м. Одеса, 65089

(85) null

(74) Щербина Микола Андрійович, (UA)

(45) [2004-04-15]

(43) null

(24) 2004-04-15

(22) 2003-08-19

(12) null

(21) 2003087816

(46) 2004-04-15

(86)

(30)

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ПРИСНОЇ ВОДИ З ПОВІТРЯ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕСНОЙ ВОДЫ ИЗ ВОЗДУХА A PROCESS FOR PREPARATION OF SWEET WATER FROM AIR

(56)

(71)

(72) UA Неведніченко Петро Савович UA Неведніченко Петро Савович UA Неведніченко Петро Савович UA Герман Наталія Петрівна UA Герман Наталія Петрівна UA Герман Наталія Петрівна

(73) UA Неведніченко Петро Савович UA Неведніченко Петро Савович UA Неведніченко Петро Савович

Способ производства пресной воды из воздуха состоит в том, что в теплообменник помещают заданное количество воды, температура которой ниже температуры окружающего теплообменник воздуха, и выдерживают теплообменник с водой в этих условиях с одновременным отбором сконденсированной пресной воды.

Спосіб виробництва прісної води з повітря полягає в тому, що в теплообмінник вміщують задану кількість води, температура якої нижча температури повітря, що оточує теплообмінник, і витримують теплообмінник з водою в цих умовах з одночасним відбиранням сконденсованої прісної води.

A process for preparation of sweet water from air consists in that a given amount of water being incorporated into the heat-exchanger; temperature of water is lower than the temperature of air surrounding the heat-exchanger, and the heat-exchanger is kept with water in these conditions with a simultaneous selection of condensed sweet water.

Спосіб виробництва прісної води з повітря, який полягає в тому, що в теплообмінник вміщують задану кількість води, температура якої нижча температури повітря, що оточує теплообмінник, і витримують теплообмінник з водою в цих умовах з одночасним відбиранням з конденсованої прісної води.

Винахід відноситься до способу виробництва прісної води з повітря шляхом конденсації. Відомо багато способів виробництва води шляхом опріснювання морської води, зокрема: хімічний спосіб, електрохімічний, ультрафільтрацією, вимерзанням, тощо.

Відомий також дистильційний спосіб виробництва води (термічне випарювання). Морську воду нагрівають до кипіння, пару, яка утворилася збирають і конденсують. Випаровувати воду можна як при кип'ятінні, так і без кип'ятіння. В останньому випадку воду нагрівають при тиску більшому, ніж тиск у камері випаровування, куди подається вода. В наслідок того, що при цьому температура води перебільшує температуру насичення, відповідну тиску в камері випаровування, частина води, яка надійшла до камери перетворюється в пару, яка конденсується в дистилат (див. Богомольний А.Е. Судовые вспомогательные и рыбопромысловые механизмы. Ленинград, "Судостроение", 1980, с.290-292).

Але, як у даному способі, так і в інших наведених вище способах як робоче тіло використовується вода, з якої виробляють пару, а її (пару) піддають конденсації. Це призводить до надмірних енергетичних витрат на:

закачування заборотної морської води;

нагрівання води до кип'ятіння, або

нагрівання води нижче температури кип'ятіння з одночасним створенням розрідження.

У зв'язку з наведеним, заявлений спосіб виробництва прісної води співпадає з відомим способом тільки за принципом (шляхом) рішення поставленої задачі, а саме використання конденсації. Але у відомому способі шляхом конденсації виробляють дистильовану воду, тобто дистилат.

Виходячи з наведеного, спільним у заявляемому і відомого способу є тільки те, що в обох рішеннях використовується фізичне явище - конденсація.

Але фізичне явище не можна розглядати як ознаку (операцію, яку здійснюють при виконанні способу). Окрім того, відомий спосіб отримує дистилат з морської води, а заявлений спосіб відноситься до способу виробництва прісної водії з повітря.

У зв'язку з цим заявник вважає, що заявлений спосіб не має прототипу.

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб виробництва прісної води з повітря, в якому за рахунок запропонованої послідовності виконання операцій, забезпечується суттєве зменшення енергетичних витрат на отримання прісної води з повітря.

Поставлена задача вирішена у способі виробництва прісної води з повітря тим, що в теплообмінник вміщують задану кількість води, температура якої нижча температури повітря, що оточує теплообмінник і витримують теплообмінник з водою в цих умовах з одночасним відбиранням сконденсованої прісної води.

Новизна винаходу полягає в послідовності запропонованих операцій.

Кількість води, яку вміщують в теплообмінник залежить від внутрішнього об'єму теплообмінника, який використовується в кожному конкретному випадку.

Різниця між температурою води, яку вміщують в теплообмінник і температурою повітря, що оточує теплообмінник з водою пов'язана з умовами, в яких виробляється прісна вода і вона впливає на кількість прісної водії, яку отримують в одиницю часу. Зокрема, чим нижча температура води, яку вміщують в теплообмінник (ідеально  $\sim 4^{\circ}\text{C}$ ) і чим вища температура повітря, що оточує теплообмінник з водою (в умовах Півдня України влітку  $28-32^{\circ}\text{C}$ ) та відносна вологість повітря, тим більше буде вироблено прісної води за певний відрізок часу. І навпаки. Тому заявляти градієнт перепаду температур води в теплообміннику і повітря, що оточує теплообмінник з водою, недоцільно.

Приклад 1.

В теплообмінник, виконаний у формі труби діаметром 1м і довжиною теж 1м вмістили воду з артезіанської свердловини, яка мала температуру  $6^{\circ}\text{C}$ . Температура повітря навколо теплообмінника з водою була  $32^{\circ}\text{C}$ , швидкість вітру - 1м/с, відносна вологість повітря - 80%.

На протязі 4-х годин на стінках теплообмінника з'являлася прісна вода у виді конденсату, яку постійно відбирали в скляний балон. За 4 години було зібрано 13л конденсату. Температура води у теплообміннику за цей час піднялася до  $22^{\circ}\text{C}$ , тобто вода нагрілася на  $16^{\circ}\text{C}$ .

Для підтвердження економічної та енергетичної доцільності даного способу були проведені теплофізичні розрахунки. Усі теплофізичні розрахунки проведені за формулами, наведеними у книжці "Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров", Уонг, Х, М., "Атомиздат", 1979р.

При розрахунках залишили ті самі параметри навколишнього середовища і ту саму температуру холодної води, ті самі розміри і геометричну форму теплообмінника.

Згідно і-d діаграми вологого повітря, яка графічно відображає залежність між основними фізичними параметрами повітря, вологоутримання повітря за даних умов склало  $d_1 = 2407 \cdot 10^{-5} \text{кг/кг}$  сухого повітря.

Кількість переданого тепла при конвективному теплообміні знаходили за формулою

$$Q = \frac{(\alpha_{\text{ст}} - \alpha_{\text{н}}) \cdot F}{X} \cdot \Delta t$$

де  $NU = C \cdot Re^m$  - число Нуссельта (безрозмірна величина);

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності,  $\text{м}^2 \cdot \text{C}$  ;

$F$  - площа поверхні теплообмінника,  $\text{м}^2$ ;

$t_{\text{н}} - t_{\text{ст}} = \Delta t$  - різниця між температурою повітря і стінкою теплообмінника;

Так як  $\Delta t$  постійно змінюється, то для визначення  $Q$  використовували визначений інтеграл з границями інтегрування  $\Delta t_1 = 26^{\circ}\text{C}$  і  $\Delta t_2 = 10^{\circ}\text{C}$ . Тобто, межею інтегрування є різниця температур на початку і в кінці експерименту.

$X$  - характерний розмір, який для цієї геометричної форми теплообмінника дорівнює  $D = 1\text{м}$ ;

$C, m$  - константи, для даного типу потоку і геометрії теплообмінника;

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot X}{\mu} \quad \mu - \text{число Рейнольдса (безрозмірна величина);}$$

$\rho$  - густина повітря,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;

$V$  - швидкість повітря,  $\frac{\text{м} \cdot \text{с}}{\text{с}}$ ;

$\mu$  - динамічна в'язкість повітря,  $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$ .

За допомогою інтерполяції табл. 5 маємо:

$$\rho = 1,1595 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \mu = 1,9922 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}, \lambda = 0,02662 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}.$$

$$Re = \frac{1,1595 \cdot 1 \cdot 1}{1,9922 \cdot 10^{-5}} = 58201,99$$

Тоді

З табл. 5 маємо:  $Gr = 0,02662 \cdot 0,0208 \cdot 10^8 = 54,814$ .

Тоді  $Nu = 0,0208 \cdot 58201,99^{0,814} = 157,29783$ .

$$= 13,1547 \cdot \frac{t^2}{2} \int_{10}^{26} = 3,788 \text{ кВт}$$

Об'єм води, який міститься у теплообміннику складає:

$$V_b = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot l = \frac{1}{4} \cdot 3,1416 \cdot 1^2 \cdot 1 = 785,4 \text{ л.}$$

Приймаючи  $\rho_b = 1000 \text{ кг/м}^3$ , маємо масу води  $M_b = 785,4 \text{ кг}$ .

Для нагрівання цієї маси води на  $16^\circ\text{C}$  необхідно витратити  $Q = 785,4 \cdot 4,187 \cdot 16 = 52615,5168 \text{ Кдж}$ . Визначити масу повітря, яке задіяне у теплообміні:

$$M_n = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta t} = \frac{52615,5168}{0,2662 \cdot 16} = 1227,97 \text{ кг, де } Gr = \frac{G^2 \cdot L}{41 \cdot Re \cdot Pr} \quad - \text{число Гретця (безрозмірна величина); } Pr - \text{число Прандтля}$$

(безрозмірна величина).

Із табл. 5 маємо:  $C_p = 1006,3 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$  - теплоємність повітря;  $Pr = 0,707$ ,

$$Gr = \frac{3,1416 \cdot 1}{58201,99 \cdot 0,707} = 32318,27296$$

Тоді маємо:

$$M_n = \frac{32318,27296 \cdot 0,02662}{1006,3} = 0,855 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Внаслідок теплообміну ентальпія повітря зменшується на  $\Delta I = 3,788 \cdot 0,855 = 4,43 \text{ Кдж/кг}$ .

Із i-d діаграми знайшли  $I_1 = 93,814 \text{ Кдж/кг}$ . Тоді  $I_2 = 93,814 - 4,43 = 89,384 \text{ Кдж/кг}$ , при цьому вологоутримання повітря складало  $d_2 = 2297 \cdot 10^{-5} \text{ кг/кг сух. пов.}$ . Таким чином внаслідок теплообміну конденсація становила  $\Delta d = 2407 \cdot 10^{-5} - 2297 \cdot 10^{-5} \text{ кг/кг сух. пов.}$ . Далі провели розрахунки енергії на подачу води. Для чого користувалися серійно випускаємим насосом ОМПВ 250-10,5 для якого подача:  $V_n = 250 \text{ м}^3/\text{г}$ ,  $H = 10,5 \text{ м}$  - напір,  $P = 11 \text{ кВт} \cdot \text{г}$  потужність електроприводу. Відносно  $1 \text{ кВт} \cdot \text{г}$  потужності  $V = 22,727 \text{ м}^3/\text{г}$ . Цей об'єм води заповнює теплообмінник довжиною  $L = 22,727 \cdot 0,7854 = 28,937 \text{ м}$ . Тоді загальна кількість повітря, яка задіяна у теплообміні становить:  $M_n = 0,855 \cdot 28,937 = 24,741 \text{ кг/с}$ .

Визначили час, необхідний для нагрівання  $785,4 \text{ кг}$  води на  $16^\circ\text{C}$ .  $T = 52615,517 / 3,788 = 13890 \text{ с}$ .

Загальна маса конденсату при затратах енергії в розмірі  $1 \text{ кВт/г}$  становить:  $M_{в.к.} = 24,741 \cdot 13890 \cdot 110 \cdot 10^{-5} = 378,017 \text{ кг}$ .

Суть запропонованого способу полягає у тому, що як охолоджувач для теплообмінників використовується вода морів, океанів, річок, озер, водосховищ, підземні та ґрунтові води.

Світова практика надає дуже багато прикладів технічного вирішення проблеми прісної води. Пошуки в цьому напрямку тривають постійно і набули особливої інтенсивності в останні десятиліття.

Корпорація PEGE (Planetary Engineering Group Earth) пропонує різної модифікації водоопріснювачів з виробництвом  $41 \text{ л}$  води на  $1 \text{ кВт/г}$ .

Розроблений дуже цікавий метод отримання прісної води: Reverse osmosis HD installations, що в перекладі має таке значення: апарати реверсного осмосу зволоження-дезволоження (PD).

Загальна витрата енергії:

теплова енергія  $5000 \text{ ккал/м}^3$  води;

електрична енергія  $5 \div 7 \text{ кВт/м}^3$  для розсолу.

Причому на цьому принципі працює біля 50% апаратів у світі (за їх даними).

Таким чином, наведені розрахунки дозволяють зробити такі висновки:

заявлений спосіб по економічності має суттєві переваги у порівнянні з будь-яким існуючим способом виробництва прісної води;

спосіб є набагато простішим по апаратурному оформленню;

він не потребує дорогого обладнання;

отримана таким чином прісна вода придатна до вживання без будь-якої санітарної обробки, тому що конденсація небезпечних для людини бактерій (холера, Боткіна та ін.) у повітрі незрівнянно нижча ніж у будь-якій воді, яка використовується для опріснення.