



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 131657

(13) U

(51) МПК

B64G 1/60 (2006.01)

B01D 3/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 07948**

(22) Дата подання заявки: **17.07.2018**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.01.2019**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.01.2019, Бюл.№ 2**

(72) Винахідник(и):

**Барабаш Петро Олексійович (UA),  
Ріферт Володимир Густавович (UA),  
Усенко Володимир Васильович (UA),  
Соломаха Андрій Сергійович (UA),  
Петренко Валерій Георгійович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ  
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО",  
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)**

## (54) СИСТЕМА ДИСТИЛЯЦІЇ

(57) Реферат:

Система дистиляції, що має термоелектричний тепловий насос, циркуляційні контури випарюваного розчину та охолоджуючого конденсату, теплообмінник-охолоджувач, систему подачі свіжого розчину, системи відведення концентрату випарюваного розчину, дистиляту та газів, відцентровий дистилятор з герметичним корпусом, в якому розміщено пустотілий ротор, розділений на випарник перегрітого розчину, один (декілька) рекупераційних ступенів дистиляції, або без них, конденсатор пари останнього ступеня випаровування, циркуляційні черпакові насоси, черпаковий насос для відкачування конденсату з конденсатора пари останнього ступеня випаровування та черпакові насоси системи регулювання рівня випарюваного розчину. В конденсаторі пари останнього ступеня випаровування відцентрового дистилятора розміщено перегородку з низькою теплопровідністю та межуючий з нею конденсатозбірник, який оснащений черпаковим циркуляційним насосом, вихідний патрубок якого підключений до теплообмінника-охолоджувача, трубою для повернення в конденсатозбірник охолодженого конденсату та черпаковим насосом для відведення дистиляту.

UA 131657 U

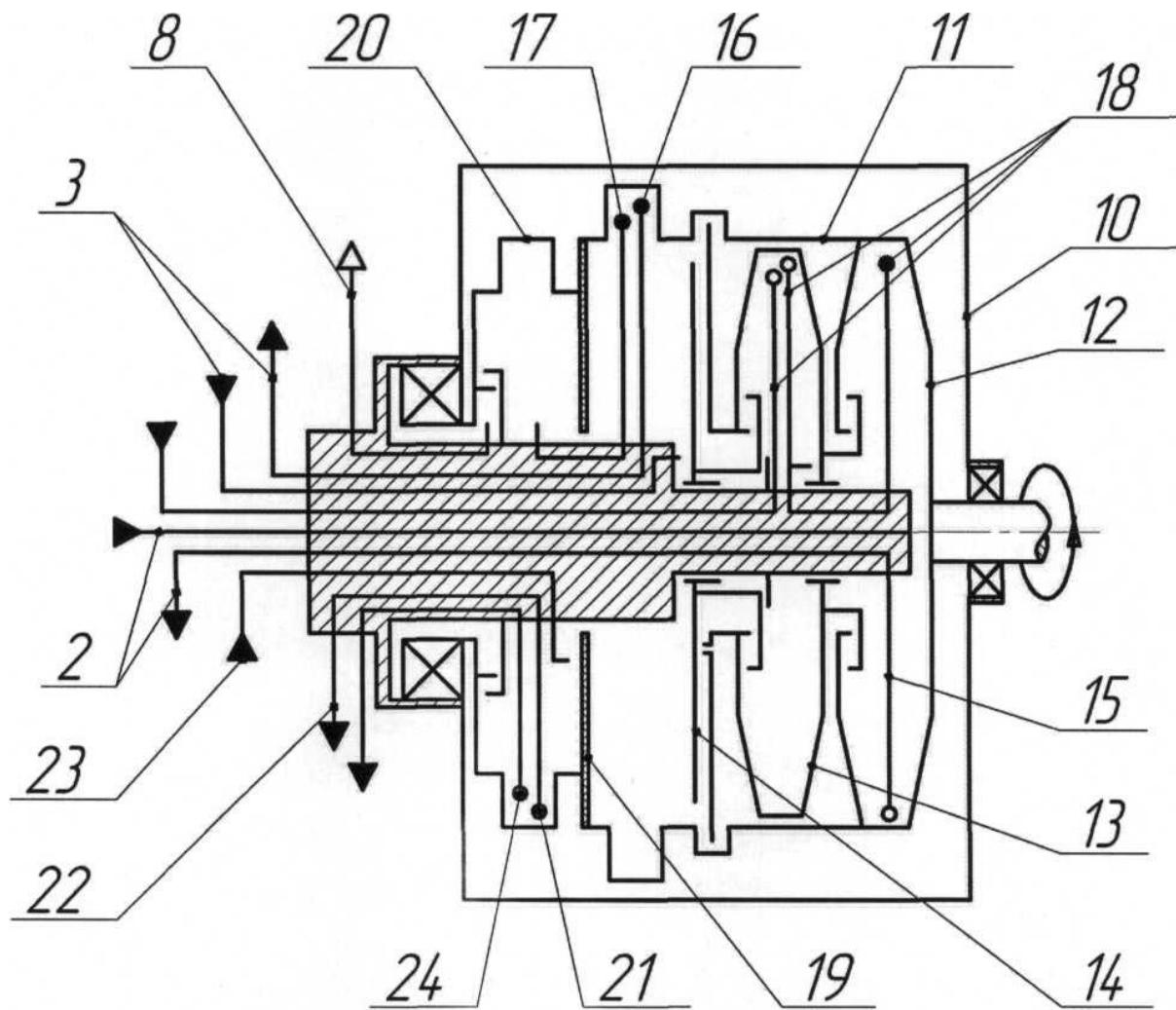


Fig. 2

Корисна модель належить до систем очищення води і може бути використана в системах життєзабезпечення пілотованих космічних апаратів для регенерації води із рідких продуктів життєдіяльності екіпажу (урина, санітарно-гігієнічна вода, конденсат атмосферної вологи).

Відома система регенерації води на борту космічного апарату, з блоком видобутку води із рідких відходів, що містить випарний апарат з циркуляційним контуром випарюваного розчину і джерелом для його нагрівання, збірник концентрату, конденсатор з системою охолодження, збірник конденсату та систему відведення газів [1].

Випарний апарат має випарну перегородку із полімерної напівпроникної мембрани, яка ділить випарний апарат на зону розчину та зону пароповітряної суміші, яка циркулює в самостійному замкненому контурі. Випаровування розчину відбувається під атмосферним тиском в космічному об'єкті.

Циркуляційний контур випарюваного розчину оснащено насосом та електричним нагрівачем розчину.

Циркуляційний пароповітряний контур оснащено конденсатором, сепаратором із пористих елементів, газодувкою та вловлювачем вологи.

Недоліками відомої системи для регенерації води із рідких продуктів життєдіяльності людини є: низька інтенсивність процесів випаровування і конденсації в пароповітряному середовищі, що збільшує масогабаритні показники обладнання; малий ресурс напівпроникних мембран (потребує запасних блоків); крім того, в системі відсутня рекуперація тепла конденсації, що обумовлює великі питомі витрати енергії.

Найбільш близькою за технічною суттю до запропонованої корисної моделі є система регенерації води, що містить термоелектричний тепловий насос, циркуляційні контури випарюваного розчину та охолоджуючого конденсату, теплообмінник-охолоджувач, систем: подачі свіжого розчину, відведення, концентрату випарюваного розчину дистилату та газів. Відцентровий дистиллятор, має один або більше ступенів випаровування. В першому з них випарювання розчину відбувається за рахунок його перегріву, отриманого в термоелектричному тепловому насосі відносно температури насичення у цьому ступені. Низькотемпературним джерелом енергії термоелектричного теплового насоса є тепло конденсації пари, отриманої в останньому ступені випаровування, яке переноситься по циркуляційному контуру охолоджуючого конденсату до термоелектричного теплового насосу. Відцентровий дистиллятора містить вбудовані насоси, які забезпечують необхідні переміщення теплоносіїв у системі регенерації води [2].

Недоліком найближчого аналога є нестабільна температура у циркуляційному контурі охолоджуючого конденсату, що негативно впливає на ефективність системи дистиляції. Якщо температура у циркуляційному контурі охолоджуючого конденсату на вході до термоелектричного теплового насоса нижча за температуру конденсації пари останнього ступеня випаровування відцентрового дистиллятора, то зростає різниця середніх температур між гарячою та холодною сторонами термоелектричного теплового насоса. Це викликає зменшення коефіцієнта ефективності термоелектричного теплового насоса, та відповідне зростання питомих витрат енергії. Якщо температура у циркуляційному контурі охолоджуючого конденсату на вході до термоелектричного теплового насоса близька до температури конденсації пари останнього ступеня випаровування відцентрового дистиллятора, то зростає парціальний тиск водяної пари у газах, що не конденсуються та відповідно зростають втрати води при їх відкачуванні із дистиллятора, що, крім того, потребує додаткових пристроїв для очищення відкачаних із апарата газів, від вологи та відповідне ускладнення цієї системи.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення системи дистиляції, за рахунок підключення теплообмінника-охолоджувача до додаткового охолоджуючого контуру, температурний режим якого не впливає на ефективність термоелектричного теплового насоса, що забезпечить максимальну ефективність термоелектричного теплового насоса, та зменшить втрати води з відкачаними газами.

Поставлена задача вирішується тим, що в системі дистиляції, що містить, термоелектричний тепловий насос, циркуляційні контури випарюваного розчину та охолоджуючого конденсату, теплообмінник-охолоджувач, систему подачі свіжого розчину, системи відведення, концентрату випарюваного розчину, дистилату та газів, а також відцентровий дистиллятор з герметичним корпусом, в якому розміщено пустотілий ротор, розділений на випарник перегрітого розчину, одну або декілька рекупераційних ступенів дистиляції, або без них, конденсатор пари останнього ступеня випаровування, циркуляційні черпакові насоси, а також черпаковий насос для відкачування конденсату з конденсатора пари останнього ступеня випаровування та черпакові насоси системи регулювання рівня випарюваного розчину. Новим є те, що в конденсаторі пари останнього ступеня випаровування

відцентрового дистилятора розміщено перегородку з низькою теплопровідністю та межуючий з нею конденсатозбірник, який оснащений черпаковим циркуляційним насосом, вихідний патрубок якого підключений до теплообмінника-охолоджувача, трубою для повернення в конденсатозбірник охолодженого конденсату та черпаковим насосом для відведення дистиляту.

5 Вихідний патрубок черпакового насоса для відкачування конденсату з конденсатора пари, останнього ступеня випаровування, підключено до конденсатозбірника.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями:

на фіг. 1 зображена схема системи дистиляції;

на фіг. 2 зображено схему відцентрового дистилятора.

10 Система дистиляції (фіг. 1) містить термоелектричний тепловий насос 1, циркуляційні контури 2 і 3 випарюваного розчину та охолоджуючого конденсату, теплообмінник-охолоджувач 4, систему 5 подачі свіжого розчину, систему 6 відведення концентрату випарюваного розчину, систему 7 відведення дистиляту, систему 8 відведення газів, що не конденсуються, а також відцентровий дистилятор 9 з герметичним корпусом 10 (фіг. 2), в якому розміщено пустотілий

15 ротор 11, розділений на випарник 12 перегрітого розчину, одну (декілька) рекупераційних ступенів дистиляції 13, або без них, конденсатор 14 пари останнього ступеня випаровування, циркуляційні черпакові насоси 15, 16, черпаковий насос 17 для відкачування конденсату з конденсатора пари останнього ступеня випаровування та черпакові насоси 18 системи регулювання рівня випарюваного розчину. В конденсаторі 14 пари останнього ступеня

20 випаровування відцентрового дистилятора 9 з перегородкою 19 з низькою теплопровідністю та межуючим з нею конденсатозбірником 20, який оснащений черпаковим циркуляційним насосом 21, вихідний патрубок 22 якого підключений до теплообмінника-охолоджувача 4 (фіг. 1), трубою 23 для повернення до конденсатозбірника 20 охолодженого конденсату та черпаковим насосом 24 для відведення дистиляту. Вихідний патрубок черпакового насоса 17 для

25 відкачування конденсату з конденсатора 14 пари, останнього рекупераційного ступеня дистиляції 13, підключено до конденсатозбірника 20.

Система дистиляції працює наступним чином:

При обертанні ротора 11 відцентрового дистилятора 9 двигуном (на фіг. 1, 2 не показаний), випарюваний розчин із системи 5 (фіг. 1) подачі свіжого розчину черпаковими насосами 18 (фіг. 2) заповнює до необхідного рівня випарник 12 перегрітого розчину та рекупераційну ступінь дистиляції 13. Циркуляційний черпаковий насос 15, заповнює циркуляційний контур 2 випарюваного розчину (фіг. 1, 2) та забезпечує циркуляцію по ньому випарюваного розчину. Подача до термоелектричного теплового насосу 1 (фіг. 1) електричного живлення забезпечує розігрів та перегрівання випарюваного розчину. Перегрітий розчин подається в випарник 12

30 перегрітого розчину, де частково випаровується. Необхідний температурний рівень технологічного процесу (визначається абсолютним тиском у відцентровому дистиляторі) забезпечується системою 8 (фіг. 1) відведення газів, що не конденсуються. Невипарений залишок черпаковим насосом 15 повертається у циркуляційний контур 2 де повторно перегрівається. Отримана в випарнику 12 пара надходить до зовнішньої сторони рекупераційного ступеня дистиляції 13 (фіг. 2), на якій конденсується. Теплота конденсації при цьому забезпечує випаровування розчину, яким зрошується внутрішня поверхня рекупераційного ступеня дистиляції 13. Отримана в цьому ступені дистиляції пара надходить до конденсатора 14 та конденсатозбірника 20, прогріває їх та конденсується. Отриманий конденсат циркуляційним черпаковим насосом 16 відкачується до циркуляційного контуру 3

45 охолоджуючого конденсату (фіг. 1, 2), де охолоджується у термоелектричному тепловому насосі 1 (фіг. 1) та повертається до конденсатора 14 пари останнього рекупераційного ступеня дистиляції 13.

Надлишок конденсату із конденсатора 14 черпаковим насосом 17 відкачується до конденсатозбірника 20, з якого черпаковим циркуляційним насосом 21 по патрубку 22 (фіг. 1, 2) подається до теплообмінника-охолоджувача 4 (фіг. 1) та після охолодження через трубку 23 (фіг. 1, 2) повертається до конденсатозбірника 20. Надлишок конденсату (дистилят) черпаковим насосом 24 відкачується до системи відведення дистиляту 7 (фіг. 1).

50

Після досягнення в циркуляційному контурі випарюваного розчину 2 заданої концентрації розчинених речовин, система 6 відведення концентрату випарюваного розчину, витісняє із циркуляційного контуру випарюваного розчину 2 отриманий концентрат свіжим розчином, що підлягає дистиляції.

55

Технічний результат полягає в наступному: розміщення в конденсаторі пари останнього ступеня випаровування відцентрового дистилятора перегородки з низькою теплопровідністю та конденсатозбірника, який оснащений черпаковим циркуляційним насосом, вихідний патрубок якого підключений до теплообмінника-охолоджувача, трубою для повернення в

60

конденсатозбірник охолодженого конденсату та черпаковим насосом для відведення дистилляту забезпечує реалізацію двох незалежних конденсатних циркуляційних контурів з різними температурними режимами.

5 Перший, з вищим температурним режимом (температура конденсату на виході відцентрового дистиллятора близька до температури конденсації пари останнього ступеня випаровування), підключено до холодної сторони термоелектричного теплового насосу. Це забезпечує мінімальну різницю температур між гарячою та холодною сторонами термоелектричного теплового насосу, ефективність якого при цьому буде максимальною.

10 Другий конденсатний контур (з нижчим температурним режимом) приєднує конденсатозбірник до теплообмінника-охолоджувача, в якому конденсат переохолоджується таким чином, щоб забезпечити конденсацію залишку пари, що надходить з конденсатора пари останнього ступеня випаровування, та зберегти переохолодження дистилляту у конденсатозбірнику на (5...10) °C, по відношенню до температури насичення у конденсаторі пари останнього ступеня випаровування. Це зменшує втрати води з відкачаними із

15 конденсатозбірника газами, що не конденсуються.

Низька теплопровідність перегородки, яка відділяє конденсатозбірник від основного конденсатора, перешкоджає переохолодженню конденсату на вході у термоелектричний тепловий насос.

20 Запропонована система дистиляції забезпечить максимальну ефективність термоелектричного теплового насосу, що зменшить питомі витрати енергії на очищення води, втрати води з газами, що не конденсуються, та підвищить її надійність.

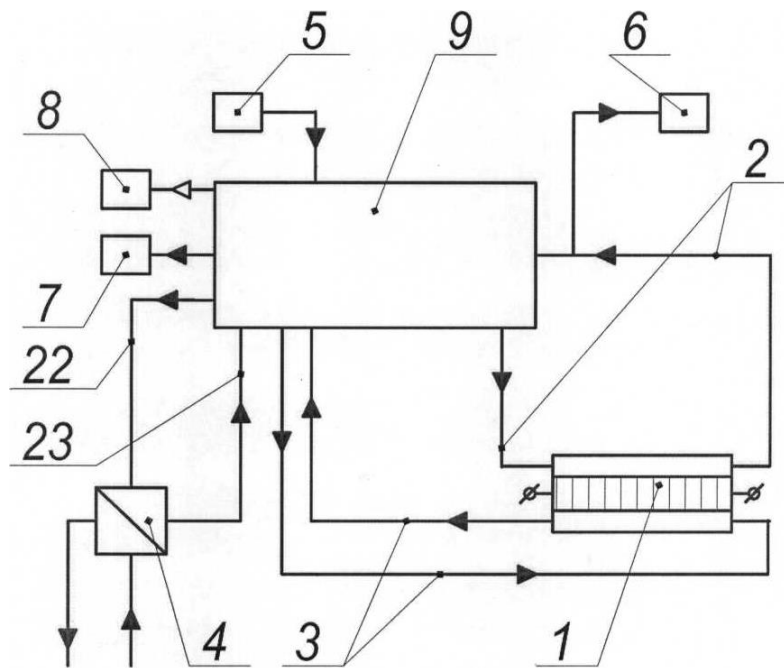
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 1. Система дистиляції, що має термоелектричний тепловий насос, циркуляційні контури випарюваного розчину та охолоджуючого конденсату, теплообмінник-охолоджувач, систему подачі свіжого розчину, системи відведення концентрату випарюваного розчину, дистилляту та газів, відцентровий дистиллятор з герметичним корпусом, в якому розміщено пустотілий ротор, розділений на випарник перегрітого розчину, один (декілька) рекупераційних ступенів

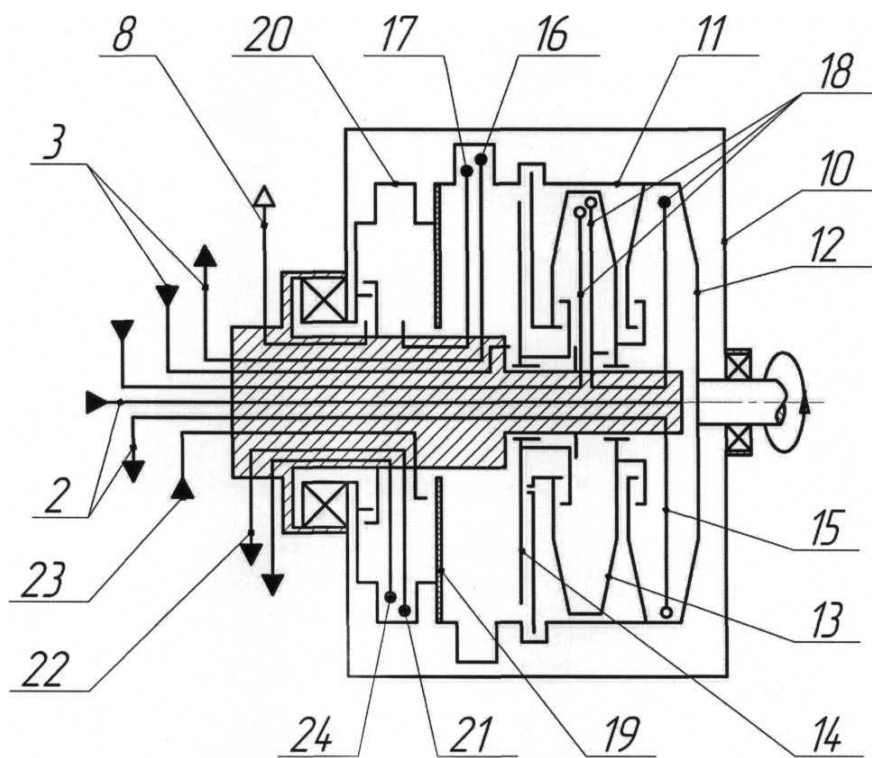
30 дистиляції, або без них, конденсатор пари останнього ступеня випаровування, циркуляційні черпакові насоси, черпаковий насос для відкачування конденсату з конденсатора пари останнього ступеня випаровування та черпакові насоси системи регулювання рівня випарюваного розчину, яка **відрізняється** тим, що в конденсаторі пари останнього ступеня випаровування відцентрового дистиллятора розміщено перегородку з низькою теплопровідністю та межуючий з нею конденсатозбірник, який оснащений черпаковим циркуляційним насосом,

35 вихідний патрубок якого підключений до теплообмінника-охолоджувача, трубою для повернення в конденсатозбірник охолодженого конденсату та черпаковим насосом для відведення дистилляту.

40 2. Система дистиляції за п. 1, яка **відрізняється** тим, що вихідний патрубок черпакового насоса для відкачування конденсату з конденсатора пари, останнього ступеню випаровування, підключено до конденсатозбірника.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601