



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **105299**

(13) **C2**

(51) МПК

C02F 1/22 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2013 00397**

(22) Дата подання заявки: **11.01.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **25.04.2014**

(41) Публікація відомостей
про заяву: **25.11.2013, Бюл.№ 22**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.04.2014, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):

**Василів Олег Богданович (UA),
Коваленко Олена Олександрівна (UA),
Тітлов Олександр Сергійович (UA),
Іщенко Сергій Володимирович (UA)**

(73) Власник(и):

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

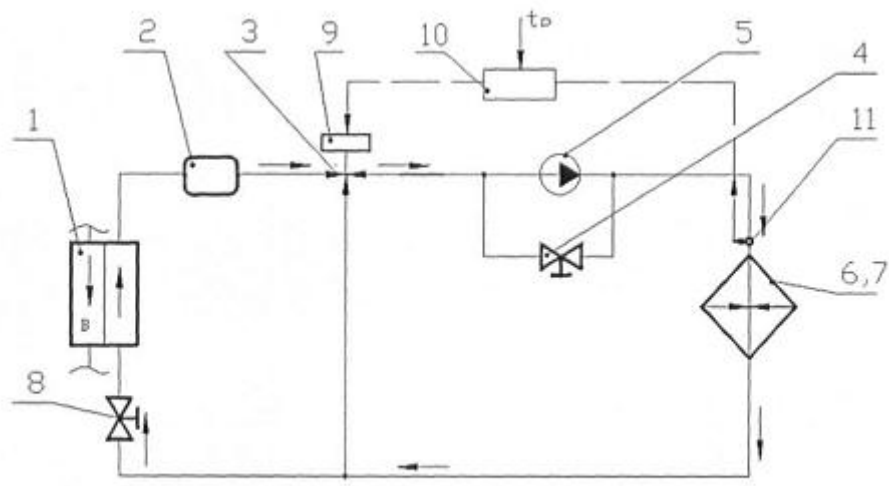
UA 23162 U; 19.05.1998;
RU 2274607 C2; 20.04.2006;
FR 2858607 A1; 11.02.2005;
WO 2010087731 A1; 05.08.2010;
UA 26171 U; 10.09.2007;
RU 2350565 C2; 27.03.2009;
GB 1008005 A; 22.10.1965;
EP 0283528 A1; 28.09.1988.

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ

(57) Реферат:

Винахід належить до пристроїв для опріснення високомінералізованих природних і стічних вод та концентрування розчинів шляхом виморожування. Установка для опріснення води, містить ємність зі стрижневими робочими органами, з'єднаними з холодильною системою, на яких наморозжуються блоки льоду, циркуляційний насос, теплообмінник, ресивер, виконавчий механізм, блок управління і датчик температури, установлений на вході ємності зі стрижневими робочими органами. Така установка дозволяє забезпечити проведення процесу опріснення при змінній регульованій температурі холодоносія з метою підвищення ступеня опріснення, зменшення втрат продукту і скорочення тривалості процесу. Температурний режим в стрижневих робочих органах встановлюється за допомогою блока управління, який забезпечує підтримання заданої температури проміжного холодоносія шляхом зміни положення триходового клапана за допомогою виконавчого механізму в залежності від концентрації розчину, що опріснюється.

UA 105299 C2



Фиг. 1

Винахід належить до пристроїв для опріснення високомінералізованих природних і стічних вод та концентрування розчинів шляхом виморожування.

Відома установка для отримання концентрованих соків, молочної сироватки, екстрактів і барвників методом блочного виморожування, яка містить ємність для розчину, що концентрується, стрижневі робочі органи, які з'єднані з холодильною системою, [див. Низкотемпературная технология переработки сельскохозяйственного сырья / Е.А. Коваленко, А.К. Бурдо, В.П. Мордынский, С.И. Милинчук / Пути повышения эффективности хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник научных статей. - О, ОЦЕНТИ; 1999. - с. 84-88].

Пристрій має наступні недоліки: процес утворення льоду здійснюється в умовах природної конвекції, які не є ефективними. Крім того, на останніх стадіях концентрування процеси масопереносу здійснюються в стислих умовах. Все це дає можливість для утворення льодяного блока пористої структури, в порожнинах якої затримується певна кількість концентрованого розчину. Це призводить до значних втрат продукту з блоком льоду та обмежує ступінь концентрування розчину.

Відомий пристрій для опріснення морської води [див. опис до патенту FR № 2858607], який включає пристрої охолодження, що складаються з охолоджуючих елементів розташованих по колу, для заморожування морської води, пристрої розігрівання для плавлення льоду, пристрої збору розплавленої води, циліндричний резервуар, що розділений на нижній та верхній відсіки.

Недоліком цієї конструкції є необхідність повторення процесу близько чотирьох разів, що збільшує енергоємність процесу. У пористій структурі шару льоду міститься значна кількість розчинених речовин. Конструкція не передбачає ефективного розділення твердої фази і розсолу, наслідком чого є великі втрати опрісненої води з розсолом.

Відомий спосіб очищення води і установка для його здійснення [Патент РФ № 2274607, МПК C02F 1/22, опубл. 20.04.2006 р.], що містить ємність для неочищеної води, установлений в ємності теплообмінник для відводу тепла і наморозування льоду, засоби для нагріву і відтавання льоду, морозильний агрегат з системою охолодження, трубопровід з вентилем для зливу води з домішками, трубопровід з вентилем для зливу талої води. Установка оснащена фільтром тонкого очищення з водовідвідною трубкою з вентилем і насосом для циркуляції і перекачування талої води під тиском через фільтр тонкого очищення і блоком управління в ручному або автоматичному режимі.

Основними недоліками пристрою є недостатня якість очищення води внаслідок того, що в пристрої теплообмінник розміщений всередині робочої ємності, що не дозволяє рівномірно за об'ємом заморожувати воду або рівномірно відтавати лід. Використання теплообмінника, виконаного у вигляді зміювика, ускладнює процес видалення льоду з ємності.

Відомий спосіб очистки води і апарат для його здійснення [див. опис до міжнародної заявки WO 2010/087731 A1], який включає корпус з термостатованою робочою ємністю з кришкою і похилим дном з отвором для зливу води, термоелектричний модуль для заморожування води і танення льоду з блоком керування, ємність для прийому талої очищеної води. Апарат містить трубопроводи з засобом управління зливом води. Трубопроводи додатково з'єднані між собою трубопроводом з фільтром тонкого очищення води.

Недоліками цієї конструкції є: висока тривалість отримання очищеної води (тривалість протікання процесу 480 хвилин); використання термоелектричних елементів як пристрою для охолодження та кристалізації води, які мають низький к.к.д.; використання робочої ємності у вигляді прямокутної форми спричиняє нерівномірне наростання льоду всередині ємності, що призводить до погіршення очищення.

Найбільш близькою до винаходу, що заявляється, є установка, яка містить ємність зі стрижневими робочими органами, з'єднаними з холодильною системою, на яких наморозуються блоки льоду, випромінювач акустичних коливань з робочою частотою акустичних коливань 22 кГц, який розташований вертикально на стінці ємності посередині висоти рівня розчину [див. Деклараційний патент України на корисну модель № 23162. Пристрій для отримання шляхом виморожування концентрованих рідких продуктів. Опубл. 10.05.2007, Бюл. № 6].

Дану установку вибрано прототипом.

Прототип і винахід, що заявляється, мають такі спільні ознаки:

ємність для розчину, що концентрується;

робочі органи, розташовані в ємності і з'єднані з холодильною системою.

Але установка, яка запропонована у прототипі, має наступні недоліки: необхідність додаткового обладнання - п'єзовипромінювача для здійснення акустичних коливань, тим самим збільшуються економічні затрати на роботу пристрою.

В основу винаходу поставлено задачу розробити установку для опріснення води, в якій шляхом введення додаткових вузлів - циркуляційного насоса, теплообмінника, ресивера, триходового клапана, виконавчого механізму, блока управління і датчика температури

5 сполученого на вході ємності зі стрижневими робочими органами, а також зміни системи сполучення відомих і нових вузлів установки, забезпечити проведення процесу опріснення при змінній регульованій температурі холодоносія з метою підвищення ступеня опріснення, зменшення втрат продукту і скорочення тривалості процесу.

Поставлена задача вирішена в установці для опріснення води, що містить ємність зі стрижневими робочими органами, з'єднаними з холодильною системою, на яких

10 наморожуються блоки льоду, тим, що вона додатково містить циркуляційний насос, теплообмінник, ресивер, виконавчий механізм, блок управління і датчик температури, установлений на вході ємності зі стрижневими робочими органами, при цьому вихід теплообмінника сполучений з ресивером, який сполучений через триходовий клапан з циркуляційним насосом, вихід якого сполучений з входом ємності зі стрижневими робочими

15 органами, вихід ємності зі стрижневими робочими органами сполучений з триходовим клапаном і входом теплообмінника, вхід блока управління сполучений з датчиком температури, а вихід - з виконавчим механізмом, вихід якого сполучений з триходовим клапаном.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю заявлених ознак і технічним результатом, що досягається, можна пояснити наступним.

Процес опріснення розчину можна розділити на три періоди, які мають свої особливості (див. графік). На першому відрізку (період I) відбувається охолодження розчину до температури кристалізації води в розчині, яка нижче рівноважної температури замерзання розчину на величину 2...5 °C в залежності від концентрації. В момент утворення на охолоджуваній

20 поверхні кристалічної структури температуру холодоносія піднімають до величини, яка забезпечує переохолодження розчину у двофазній зоні на рівні 0,6...1 °C (період II). У зв'язку з тим, що в результаті опріснення утворюється тверда фаза з меншим вмістом сухих речовин, ніж у розчині, концентрація якого в процесі підвищується, це призводить до пониження температури замерзання. Ще одним фактором, який впливає на необхідність більшого зниження температури холодоносія для підтримання необхідного переохолодження є ріст блока льоду, а

25 разом з цим і термічного опору на ділянці "холодоносії - двофазна зона". Тому, подальше виморожування проводять постійно знижуючи температуру холодоносія (період III).

Установка для опріснення води зображена на кресленні, де: фіг. 1 - схема установки; фіг. 2 - вигляд ємності з робочими органами.

Установка містить теплообмінник 1, ресивер 2, триходовий клапан 3, вентиль 4, установлений на байпасній магістралі (окремою позицією не показана), циркуляційний насос 5, стрижневі робочі органи 6, ємність 7, вентиль ручний 8, датчик температури 11, установлений

35 на вході в стрижневі робочі органи 6; виконавчий механізм 9 сполучений з триходовим клапаном 3; блок управління 10.

Перелічені вузли й елементи сполучені між собою за такою схемою. Вихід пластинчатого теплообмінника 1 сполучений з входом ресивера 2, вихід якого через триходовий клапан 3 сполучений з циркуляційним насосом 5. Вихід циркуляційного насоса 5 сполучений з входом стрижневих робочих органів 6. Вихід стрижневих робочих органів 6 сполучений з триходовим клапаном 3 і входом в теплообмінник 1. На ділянці трубопроводу, який з'єднує вихід стрижневих робочих органів 6 з пластинчатим теплообмінником 1 установлений вентиль (ручний) 8. На

40 ділянці трубопроводу, що з'єднує циркуляційний насос 5 зі стрижневими робочими органами 6 установлений датчик температури 11, безпосередньо на вході в стрижневі робочі органи 6. Вихід блока управління 10 сполучений з виконавчим механізмом 9 з'єднаним з триходовим клапаном 3, а вхід - з датчиком температури 11, установленим на вході в стрижневі робочі органи 6.

Робота установки здійснюється в наступному порядку.

В ємність 7 в якій знаходяться стрижневі робочі органи подається розчин для опріснення. Проміжний теплоносіть охолоджується у теплообміннику 1 й надходить в ресивер 2. При цьому відвід теплоти від проміжного теплоносія може здійснюватися холодильним агентом, який кипить у випарнику низькотемпературної холодильної машини (на схемі не показана). Далі

55 через триходовий клапан 3 (в залежності від його положення) теплоносіть надходить до стрижневих робочих органів 6, а потім повертається в теплообмінник 1, або минаючи стрижневі робочі органи 6 відразу рухається в теплообмінник 1. Циркуляція проміжного теплоносія здійснюється за допомогою циркуляційного насоса 5 з байпасною магістраллю на якій установлений вентиль 4, що дозволяє здійснювати додаткове регулювання розходу теплоносія.

Необхідна температура проміжного холодоносія забезпечується низькотемпературною холодильною машиною, яка працює в позиційному режимі або іншого зовнішнього джерела холоду. Як проміжний теплоносії можуть використовуватися пропіленгліколь, водо-спиртові розчини та ін. з температурою замерзання, нижчою температури кипіння холодильного агента на 10...15 °C.

Температурний режим в стрижневих робочих органах 6 встановлюється за допомогою блока управління 10, який забезпечує підтримання заданої температури проміжного холодоносія шляхом зміни положення триходового клапана 3 за допомогою виконавчого механізму 9 в залежності від концентрації розчину, що опріснюється.

Розчин охолоджується до температури кристалізації води в розчині, яка нижче рівноважної температури замерзання розчину на величину 2...5 °C в залежності від концентрації. В момент утворення на охолоджуваній поверхні кристалічної структури температуру холодоносія піднімають до величини яка забезпечує переохолодження розчину у двофазній зоні на рівні 0,6...1 °C.

Кристалізація води із розчину відбувається одночасно на зовнішній поверхні вертикальних трубчастих стрижневих робочих органах 6, герметично закріплених в дні циліндричної ємності для розчину. Конструктивно кожен стрижневий робочий орган виконаний у вигляді трубки Фільда. Відвід теплоти здійснюється проміжним холодоносієм, який з регульованою швидкістю рухається в середині стрижневого робочого органа.

Швидкість руху проміжного теплоносія підібрана такою, щоб вона забезпечувала ізотермічність поверхні стрижневого робочого органа (тобто температура на зовнішній поверхні стрижневого робочого органа по всій його висоті була однаковою). Подача і відвід проміжного холодоносія до стрижневого робочого органа здійснюється знизу. Злив відпрацьованого розчину з ємності здійснюється через кран в днищі ємності.

Після закінчення процесу виморожування концентрат зливають в накопичувальну ємність, а в стрижневий робочий органа подають холодоносії з температурою, що на 1...2 °C вище температури замерзання розплаву льоду і проводять процес сепарування льоду до досягнення заданої концентрації сухих речовин, яка визначається технологічними вимогами до якості опрісненої води.

Отриманий блочно-трубчатий лід, видаляють з установки і здійснюють процес його плавлення для отримання води.

Приклад 1.

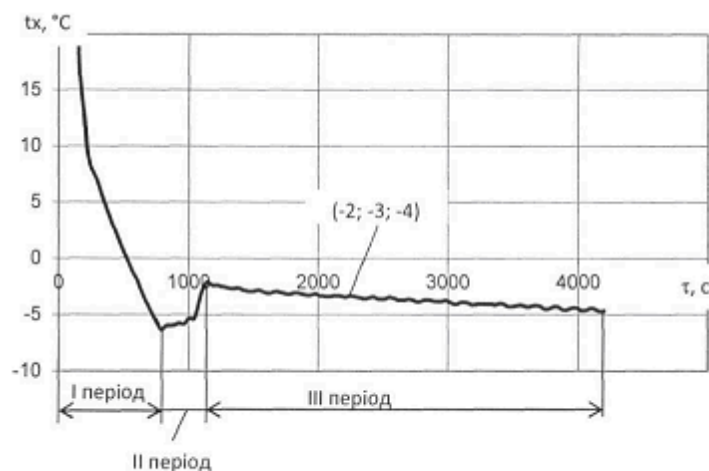
2,325 кг модельного розчину хлориду натрію з масовою часткою розчинених речовин 0,209 % і температурою 18 °C заливали в ємність, в якій розміщені стрижневі робочі органи у вигляді трубок Фільда з діаметром 12 мм. Рівноважна температура замерзання модельного розчину становить мінус 0,13 °C. Через стрижневі робочі органи циркулює проміжний холодоносії для відводу тепла. Процес здійснювали наступним чином.

Температуру проміжного холодоносія, який циркулює в стрижневих робочих органах, понижували до рівня, при якому починається утворення в початковий момент зони росту кристалів на охолоджуваній поверхні. Для розчину хлориду натрію масовою часткою розчинених речовин 0,209 % ця температура дорівнює мінус 5 °C. В цей момент утворюється шар льоду товщиною 1...3 мм, який слугує центрами кристалізації. Внаслідок того, що структура вимороженої твердої фази аналогічна структурі переохолодженого розчину, а здійснення процесу направленої кристалізації води із розчину на охолоджуваній поверхні призводить до зменшення енергії поверхні розділу фаз, то з врахуванням цього подальший ріст твердої фази доцільно проводити при незначному переохолодженні. Тому в наступний момент процесу виморожування швидкість охолодження розчину різко зменшують (за рахунок підвищення температури холодоносія в стрижневих робочих органах) і далі підтримується температурний режим на такому рівні, щоб різниця температур між температурою на фронті кристалізації і температурою замерзання розчину (відповідно лінії ліквідусу для розчину) дорівнювала 0,6...1 °C. Це досягається шляхом автоматичного регулювання температури холодоносія в стрижневих робочих органах. Температуру проміжного холодоносія безперервно змінюють в часі від мінус 2 до мінус 4 °C по кривій, яка відображає умови фазової рівноваги в розчині.

Після закінчення процесу виморожування концентрат зливають в накопичувальну ємність, а в стрижневі робочі органи подають холодоносії з температурою, що на 1...2 °C вище температури замерзання розплаву льоду і проводять процес сепарування льоду до досягнення заданої концентрації сухих речовин, яка визначається технологічними вимогами до якості опрісненої води.

Отриманий блочно-трубчатий лід, видаляють з установки і здійснюють процес його плавлення для отримання води.

Тривалість процесу опріснення складала 1,4 години в результаті чого отримали 1053 гр опрісненої води з масовою часткою розчинних речовин 0,106 %, при цьому питомі витрати енергії зменшуються на (10...13) % в порівнянні з базовим способом (при постійному температурному режимі мінус 5 °С).



Графік зміни температури холодоносія в часі

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Установка для опріснення води, що містить ємність зі стрижневими робочими органами, з'єднаними з холодильною системою, на яких намерзаються блоки льоду, яка відрізняється тим, що вона додатково містить циркуляційний насос, теплообмінник, ресивер, виконавчий механізм, блок управління і датчик температури, установлений на вході ємності зі стрижневими робочими органами, при цьому вихід теплообмінника сполучений з ресивером, який сполучений через триходовий клапан з циркуляційним насосом, вихід якого сполучений з входом ємності зі стрижневими робочими органами, вихід ємності зі стрижневими робочими органами сполучений з триходовим клапаном і входом теплообмінника, вхід блока управління сполучений з датчиком температури, а вихід з виконавчим механізмом, вихід якого сполучений з триходовим клапаном.

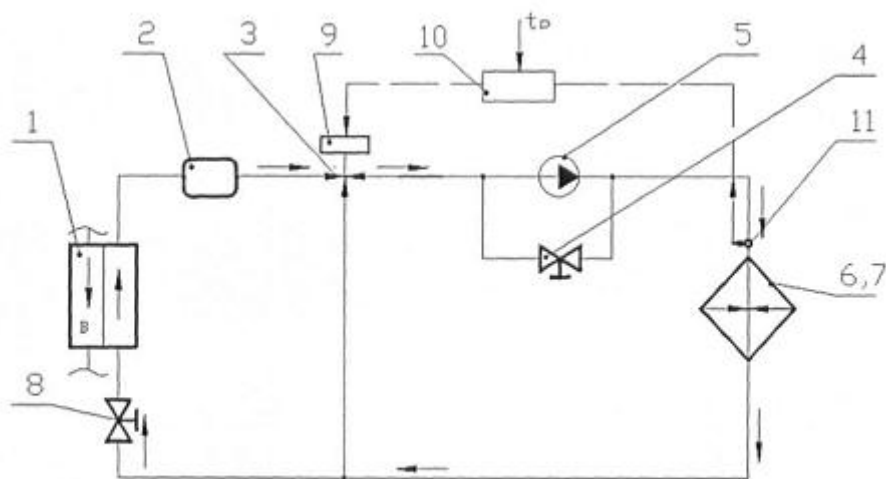


Fig. 1

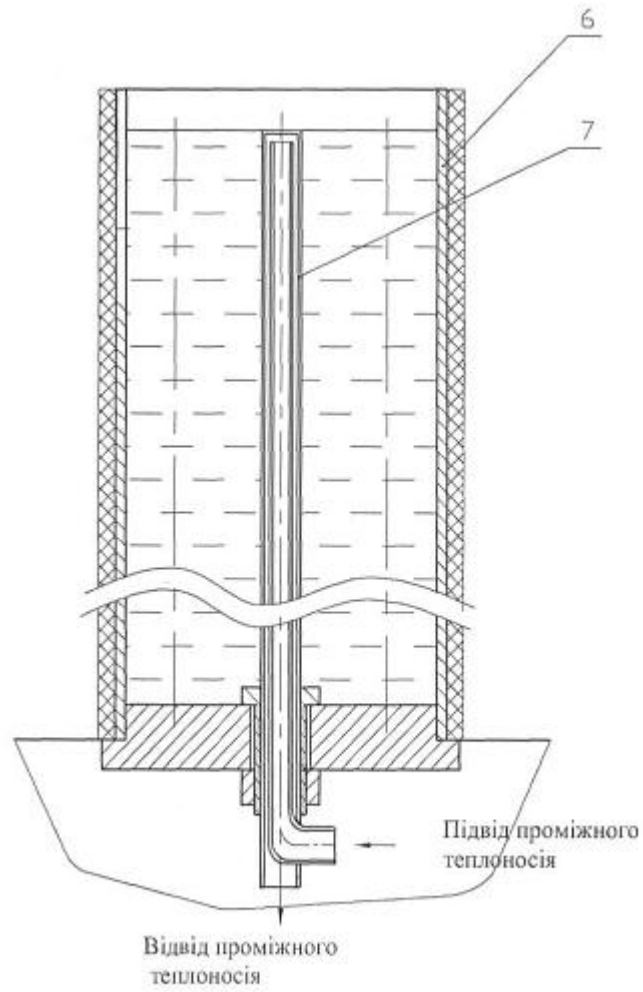


Fig. 2

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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