



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105300** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
C02F 1/22 (2006.01)
B01D 9/00
F25C 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2013 00398	(72) Винахідник(и): Василів Олег Богданович (UA), Коваленко Олена Олександрівна (UA), Тітлов Олександр Сергійович (UA), Іщенко Сергій Володимирович (UA), Фуркало Сергій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 11.01.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.04.2014	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.11.2013, Бюл.№ 22	(73) Власник(и): ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2014, Бюл.№ 8	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 935065 A1; 15.06.1982; SU 1716976 A3; 29.02.1992; UA 26171 U; 10.09.2007; FR 2858607 A1; 11.02.2005; UA 23162 U; 19.05.1998; SU 685271 A1; 15.09.1979; RU 2274607 C2; 20.04.2006; WO 2010087731 A1; 05.08.2010; GB 1008005 A; 22.10.1965.

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ОПРІСНЕНОЇ ВОДИ ШЛЯХОМ ВИМОРОЖУВАННЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до способу опріснення високомінералізованих природних і стічних вод та концентрування розчинів шляхом виморожування. Спосіб опріснення води передбачає взаємодію розчину із стрижневими робочими органами, відвід тепла від поверхні стрижневих робочих органів, наморожування на них блоків льоду, знімання з робочих органів блоків льоду і наступне їх плавлення, при цьому розчин охолоджують до початку утворення зони росту кристалів, після чого підвищують температуру до величини, яка забезпечує різницю температур між твердою фазою і температурою замерзання розчину, рівною 0,6...1 °С, і при цій різниці проводять процес виморожування. Запропонований спосіб забезпечує підвищення ступеня опріснення, зменшення втрат продукту і скорочення тривалості.

UA 105300 C2

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

Відомий спосіб отримання опрісненої води [див. опис до патенту FR № 2858607], який передбачає охолодження вихідної води, кристалізацію її в два етапи, наступне промивання від розсолу кристалів льоду прісною водою. Недоліком цього способу є велика енергоємність процесу через наявність циркуляційних контурів і додаткового обладнання для сепарування льоду. У пористій структурі шару льоду міститься значна кількість розчинених речовин. Спосіб не передбачає ефективного розділення твердої фази і розсолу, наслідком чого є великі втрати опрісненої води з розсолом.

Відомий також спосіб опріснення води шляхом виморожування, який передбачає занурення у ємність з рідиною стрижневих робочих органів, відведення тепла від поверхні стрижневих робочих органів, наморозування на них блоків льоду, вилучення робочих органів з ємності, витримування їх на повітрі при температурі вище 0°C , видалення розсолу у ємність, знімання з робочих органів блоків льоду та їх топлення. Під час виморожування рідину піддають механічному перемішуванню в діапазоні значень відцентрованого числа Рейнольдса $20 \leq Re_{\text{ц}} \leq 130$ (див. опис до патенту України № 26171 на корисну модель). Але, в даному способі внаслідок механічного перемішування посилюються дифузійні процеси і формується блок льоду з більш щільним упакуванням кристалів. Це призводить до збільшення тривалості сепарування блоків льоду.

Найближчим до способу, що заявляється, є спосіб отримання концентрованих рідких продуктів харчових виробництв (див. А.С. СРСР № 1716976). Спосіб передбачає занурення в ємність з попередньо охолодженим продуктом стрижневих робочих органів, відвід тепла від їх поверхні і наморозування на ній блоків льоду з подальшим вилученням робочих органів з ємності і знімання з них блоків льоду. Особливістю способу є те, що з метою зменшення втрат продукту і спрощення процесу концентрування, після вилучення блоків з ємності здійснюють їх витримку на повітрі при температурі повітря плюс $15 \dots 30^{\circ}\text{C}$.

Вирощування блока льоду на поверхні кристалізатора, на відміну від об'ємної кристалізації, виключає утворення суміші розсолу і кристалів льоду і необхідність використання складного обладнання (центрифуг, пресів, промивних колон) для сепарування льоду. Спосіб дозволяє підвищити ступінь опріснення води, зменшити втрати опрісненої води з розсолом та спростити процес опріснення.

Даний спосіб вибрано прототипом.

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

- відвід тепла від поверхні стрижневих робочих органів та наморозування на них блоків льоду;
- видалення концентрованого продукту, що стікає з блоків льоду у ємність (сепарування);
- знімання з робочих органів блоків льоду та їх плавлення.

Недоліком цього способу є те, що в процесі кристалізації наморозуються блоки льоду діаметром 80 мм і більше, що призводить до збільшення тривалості процесу кристалізації і вимагає організації ефективного тепловідводу від поверхні кристалізації. Тому досліди проводилися або в посудині Дьюара, або в ємностях з адіабатичними оболонками.

Крім того, на останніх стадіях виморожування ріст блока льоду здійснюється в стислих умовах, які ускладнюють процеси тепломасопереносу, що призводить до утворення блока льоду зі значним вмістом у міжкристалічних порожнинах концентрованого розсолу. Це призводить до значних втрат прісної води з розсолом та обмежує ступінь опріснення води.

В основу винаходу поставлено задачу розробити удосконалений спосіб одержання прісної води, в якому, шляхом підтримання заданої температури виморожування, забезпечити підвищення ступеня опріснення, зменшення втрат продукту і скорочення тривалості процесу.

Поставлена задача вирішена в способі одержання опрісненої води шляхом виморожування, що передбачає взаємодію розчину із стрижневими робочими органами, відвід тепла від поверхні стрижневих робочих органів, наморозування на них блоків льоду, знімання з робочих органів блоків льоду і наступне їх плавлення, тим, що рідину охолоджують до початку утворення зони росту кристалів, після чого підвищують температуру до величини, яка забезпечує різницю температур між твердою фазою і температурою замерзання розчину рівною $0,6 \dots 1^{\circ}\text{C}$, і при цій різниці проводять процес виморожування.

На відміну від прототипу та інших способів опріснення, в початковий момент зони росту кристалів на охолоджуваній поверхні інтенсивність охолодження розчину встановлюється високою і такою, що залежить від концентрації розчину, а далі для зменшення захоплення сухих речовин у пори льоду, процес здійснюють при безперервному пониженні температури, забезпечуючи постійне переохолодження розчину у двофазній зоні на рівні $0,6 \dots 1^{\circ}\text{C}$.

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

Таким чином, запропонований спосіб відрізняється від відомого способу отримання концентрованих рідких харчових продуктів (див. А.С. СРСР № 935065) тим, що в області переохолодження (період II) після утворення зони росту кристалів температуру підвищують і далі процес заморожування проводиться з врахуванням вище зазначеного переохолодження. Реалізація такого алгоритму зміни температури холодоносія дозволяє зменшити енерговитрати у зв'язку з проведенням процесу при вищій температурі холодоносія.

Приклади здійснення способу.

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 кристалізатори у вигляді трубок Фільда з діаметром 12 мм. Рівноважна температура замерзання модельного розчину становить мінус 0,13 °C. Через кристалізатори циркулює проміжний холодоносіє для відводу тепла. Процес здійснювали наступним чином.

Температуру проміжного холодоносія, який циркулює в стрижневих кристалізаторах, знижували 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 кристалізаторі) 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 кристалізаторі. 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 кристалізатор подають холодоносіє 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 склала 1,4 години, в результаті чого отримали 1053 гр опрісненої води з масовою часткою розчинних речовин 0,106 %.

Приклад 2

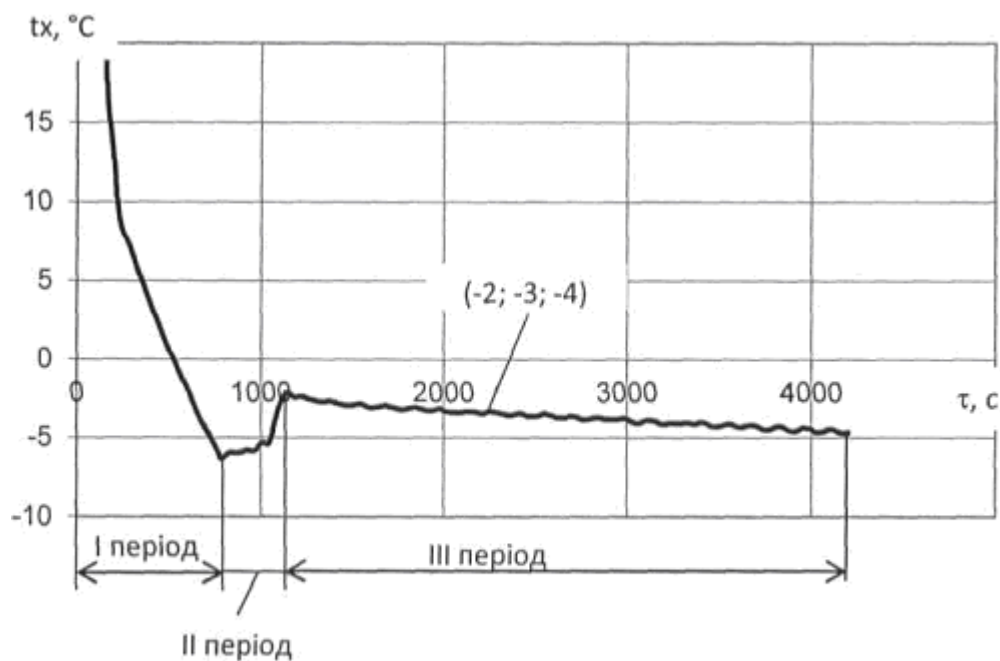
Процес одержання прісної води проводили, як наведено в прикладі 1, але температуру проміжного холодоносія безперервно змінювали в часі від мінус 2,4 до мінус 4,4 °C по кривій, яка відображає умови фазової рівноваги в розчині, при цьому величину переохолодження розчину складала біля 1 °C.

Тривалість процесу опріснення склала 1,17 години, в результаті чого отримали 1061 гр опрісненої води з масовою часткою розчинних речовин 0,117 %.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб одержання опрісненої води шляхом виморожування, що передбачає взаємодію розчину із стрижневими робочими органами, відвід тепла від поверхні стрижневих робочих органів, наморозування на них блоків льоду, знімання з робочих органів блоків льоду і наступне їх плавлення, який відрізняється тим, що розчин охолоджують до початку утворення зони росту кристалів, після чого підвищують температуру до величини, яка забезпечує різницю температур між твердою фазою і температурою замерзання розчину, рівною 0,6...1 °С, і при цій різниці проводять процес виморожування.

10



Графік зміни температури холодоносія в часі

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

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