



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26171 (13) U
(51) МПК (2006)
C02F 1/22
B63J 1/00
B01D 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ПРІСНОЇ ВОДИ ШЛЯХОМ ВИМОРОЖУВАННЯ

1

2

(21) u200703845

(22) 06.04.2007

(24) 10.09.2007

(46) 10.09.2007, Бюл. № 14, 2007 р.

(72) Бурдо Олег Григорович, Коваленко Олена
Олександрівна, Євдокимова Оксана Олександрів-
на

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАР-
ЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(57) Спосіб отримання прісної води шляхом вимо-
рожування, який передбачає занурення у ємність з
рідиною стрижневих робочих органів, відведення

тепла від поверхні стрижневих робочих органів,
наморожування на них блоків льоду, вилучення
робочих органів з ємності, витримувannya їх на по-
вітрі при температурі вище 0°C, видалення розсо-
лу у ємність, знімання з робочих органів блоків
льоду та їх топлення, який **відрізняється** тим, що
додатково під час виморожування рідину піддають
механічному перемішуванню в діапазоні значень
відцентрованого числа Рейнольдса
 $20 \leq Re_{\text{ц}} \leq 130$.

Корисна модель відноситься до харчової про-
мисловості і може бути використана для отриман-
ня технологічної води.

Відомий спосіб отримання опрісненої води
[дивись опис до патенту FR №2858607], який пе-
редбачає охолодження вихідної води, кристаліза-
цію її в два етапи, наступне промивання від розсо-
лу кристалів льоду прісною водою. Недоліком
цього способу є велика енергоємність процесу із-
за наявності циркуляційних контурів і додаткового
обладнання для сепарування льоду. У пористій
структурі шару льоду міститься значна кількість
розчинних речовин. Спосіб не передбачає ефек-
тивного розділення твердої фази і розсолу, нас-
лідком чого є великі втрати опрісненої води з роз-
солом.

Найбільш близьким до способу, що заявляється,
є спосіб концентрування харчових продуктів
[див. А.С. №1716976 кл В 01 D 9/04]. Спосіб пе-
редбачає заморожування води на поверхні, яка
попередньо охолоджена. Особливістю способу є
те, що на поверхні кристалізатора, який є робочим
органом, формується блок льоду з щільним упаку-
ванням кристалів. Вирощування блоку льоду на
поверхні кристалізатора, на відміну від об'ємної
кристалізації, виключає утворення суміші розсолу і
кристалів льоду і необхідність використання скла-
дного 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 обрано найближчим аналогом.

Найближчий аналог і корисна модель, що за-
являється, мають такі спільні ознаки:

- занурення у ємність з рідиною стрижневих
робочих органів;
- відвід тепла від поверхні стрижневих робочих
органів та наморожування на них блоків льоду;
- вилучення робочих органів з ємності та ви-
тримувannya їх на повітрі при температурі вище
0°C;
- видалення розсолу, що стікає з блоків льоду
у ємність;
- знімання з робочих органів блоків льоду та їх
топлення

Недоліком цього способу є те, що процес
утворення льоду здійснюється в умовах природної
конвекції, яка має невисокі характеристики тепло-
масопереносу. Крім того, на останніх стадіях ви-
морожування ріст блоку льоду здійснюється в сти-
слих умовах, які ускладнюють процеси
тепломасопереносу, що призводить до утворення
блоку льоду зі значним вмістом у міккришталевих
порожнинах концентрованого розсолу. Це призво-
дить до значних втрат прісної води з розсолом та
обмежує ступінь опріснення води.

(19) UA (11) 26171 (13) U

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб отримання прісної води, в якому за рахунок додаткової операції перемішування знижуються втрати опрісненої води з розсолем та підвищується ступінь очищення води.

Поставлена задача вирішена в способі отримання прісної води шляхом виморожування, який передбачає занурення у ємність з рідиною стрижневих робочих органів, відвід тепла від поверхні стрижневих робочих органів, наморожування на них блоків льоду, здійснення механічного перемішування води в діапазоні значень відцентрованого числа Рейнольдса, $20 \leq Re_c \leq 130$, вилучення робочих органів з намороженими блоками льоду з ємності, їх витримування на повітрі на протязі 40 хвилин, видалення розсолу в ємність, топлення блоків льоду, збирання розплаву блоків льоду в ємність для опрісненої води.

Вплив механічного перемішування дозволяє зменшити дифузійний опір приграничного шару на межі «блок льоду - розчин» та інтенсифікувати процес тепломасообміну шляхом механічного коливання розчину. Внаслідок цього посилюються дифузійні процеси і формується блок льоду з більш щільним упакуванням кристалів. Це важливо для ефективного розділення розчину і дозволяє підвищити ступінь опріснення води та зменшити втрати опрісненої води з розсолем. Порівняння ефективності запропонованого способу опріснення води з відомим способом, наведено в таблиці.

Спосіб реалізується наступним чином:

В ємність з рідиною занурювали стрижневі робочі органи і відводили тепло від їх поверхні за допомогою холодоносія. При відводі тепла на поверхні робочих органів відбувалось наморожування на них блоків льоду. Водночас рідину піддавали механічному перемішуванню в діапазоні значень відцентрованого числа Рейнольдса, $20 \leq Re_c \leq 130$. Потім робочі органи видаляли з ємності і блоки льоду топилися при температурі вище 0°C .

Приклад 1.

250мл модельного розчину NaCl з масовою часткою розчинних речовин 0,1% і температурою $21,2^\circ\text{C}$ розміщували в ємності з мішалкою. У розчин занурювали стрижень у вигляді трубки Фільда з діаметром 18мм. Через стрижень проходить холодоносіє для відводу тепла. Процес виморожування здійснювали при температурі -5°C протягом 120 хвилин. Під час виморожування розчин піддавали механічному перемішуванню при значенні відцентрованого числа Рейнольдса, $Re_c \approx 20$. Потім стрижень з блоком льоду видаляли з ємності і він топився.

Приклад 2.

250мл модельного розчину NaCl з масовою часткою розчинних речовин 0,1% і температурою $21,2^\circ\text{C}$ розміщували в ємності з мішалкою. У розчин занурювали стрижень у вигляді трубки Фільда з діаметром 18мм. Процес виморожування здійснювали при температурі -5°C протягом 120 хвилин. Під час виморожування розчин піддавали механічному перемішуванню при значенні відцентрованого числа Рейнольдса, $Re_c \approx 108$. Потім стрижень з блоком льоду видаляли з ємності і він топився.

Приклад 3.

250мл модельного розчину NaCl з масовою часткою розчинних речовин 0,1% і температурою $21,2^\circ\text{C}$ розміщували в ємності з мішалкою. У розчин занурювали стрижень у вигляді трубки Фільда з діаметром 18мм. Процес виморожування здійснювали при температурі -5°C протягом 120 хвилин. Під час виморожування розчин піддавали механічному перемішуванню при значенні відцентрованого числа Рейнольдса, $Re_c \approx 137$. Потім стрижень з блоком льоду видаляли з ємності і він топився.

Таблиця 1

Залежність кінцевих параметрів процесу запропонованого способу від значення відцентрованого числа Рейнольдса в порівнянні з найближчим аналогом

Приклад	Значення відцентрованого числа Re_c	Кінцеві параметри процесу		
		Ступінь концентрування розчину, %	Масова частка сухих речовин у розплаві блоку льоду, %	Маса розплаву блоку льоду, кг
Найближчий аналог	—	1,46	0,03	0,1
Приклад 1	20	1,87	0,023	0,133
Приклад 2	108	2,62	0,015	0,164
Приклад 3	137	2,55	0,016	0,162

З представлених в таблиці прикладів можна зробити наступні висновки. При значенні відцентрованого числа Рейнольдса, $Re_c \leq 20$ не спостерігається суттєвого покращення кінцевих параметрів процесу, але при зростанні значення відцентрованого числа Рейнольдса, $Re_c \leq 130$, кінцеві параметри процесу найкращі. Збільшення значення відцентрованого числа Рейнольдса, $Re_c > 130$,

призводить до погіршення процесів тепломасообміну внаслідок того, що ефект зменшення товщини приграничного шару нівелюється зростанням кількості енергії, що вводиться в розчин внаслідок роботи мішалки. Подальше зростання відцентрованого числа Рейнольдса супроводжується відповідним зменшенням ефекту процесу виморожування. Таким чином, найкращий результат процесу виморожування буде досягнутий при

значенні відцентрованого числа Рейнольда в діапазоні $20 \leq Re_{\text{ц}} \leq 130$.

Промислове застосування:

- дистиляція водопровідної води;
- опріснення сольових розчинів і морської води;

- зневоднення забруднених (стічних) вод промислових підприємств;

- виробництво талої біологічно-активної води;
- концентрування шляхом виморожування соків, екстрактів, молочних продуктів, виноматеріалів, пива і т.п.;

- отримання рідких натуральних харчових барвників і ароматизаторів.