



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115818** (13) **U**

(51) МПК (2017.01)

B01D 9/00

C02F 1/22 (2006.01)

C02F 103/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 12065	(72) Винахідник(и): Клименко Василь Васильович (UA), Переверзєв Ігор Олексійович (UA), Ковальчук Наталія Володимирівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.11.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2017	(73) Власник(и): КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2017, Бюл.№ 8	

(54) СПОСІБ КОНЦЕНТРУВАННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ВИМОРОЖУВАННЯМ

(57) Реферат:

Спосіб концентрування водних розчинів виморожуванням включає процеси охолодження і подачу холодоагенту в газоподібному стані, контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду та концентрованої рідини, сепарацію, промивку та плавлення льоду з отриманням прісної води. Процеси охолодження, подачу холодоагенту в газоподібному стані та контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду і концентрованої рідини здійснюють при тиску 0,3÷0,5 МПа.

UA 115818 U

Корисна модель належить до галузі хімічної технології і може бути використана для очистки водних розчинів, стічних вод і цілого ряду органічних забруднень, що знаходяться в молекулярно-розчинному стані.

Для концентрування рідин виморожуванням з метою виділення розчинених речовин при евтектичних параметрах відомо спосіб, що включає охолодження і подачу холодоагенту в газоподібному стані, контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду та концентрованої рідини (концентрату), сепарацію, промивку та плавлення льоду [1]. Недоліком такого способу, що здійснюється при атмосферному тиску, є підвищені витрати енергії (50...100 кВт·год./т води), визначені перш за все суттєвими енергозатратами на переміщення газоподібного холодоагенту, що контактує з розчином.

Задача корисної моделі - підвищити енергоефективність концентрування водних розчинів виморожуванням при застосуванні газоподібного холодоагенту.

Поставлена задача вирішується завдяки тому що, згідно зі способом концентрування рідин виморожуванням включає процеси охолодження і подачу холодоагенту в газоподібному стані, контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду та концентрованої рідини, сепарацію, промивку та плавлення льоду з отриманням прісної води, згідно з корисною моделлю, з метою зменшення енерговитрат процеси охолодження, подачу холодоагенту в газоподібному стані та контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду і концентрованої рідини здійснюють при тиску 0,3-0,5 МПа.

На фіг. 1 показана блок-схема установки для концентрування водних розчинів виморожуванням; фіг. 2 показані залежності енерговитрат L і $L_v + L_n$ від тиску газоподібного холодоагенту при концентруванні водних розчинів виморожуванням.

Блок-схема установки для концентрування водних розчинів виморожуванням складається з теплообмінника 1, кристалізатора - виморожувача (Кр-Вм) 2, вентилятора 3, холодильної машини 4, компресора 5.

Установка працює наступним чином: початкова рідина попередньо охолоджується в теплообміннику 1 холодними потоками концентрату та прісної води, що виходять з установки, змішується з рідиною, що рециркулює, а суміш надходить в Кр-Вм 2.

В Кр-Вм 2, де підтримується тиск вище атмосферного, подається також охолоджений в холодильній машині 4 газоподібний холодоагент, циркуляція якого здійснюється за допомогою вентилятора 3. При контакті холодоагенту із сумішшю вхідної рідини та рідини, що рециркулює, відбувається її охолодження з утворенням кристалів льоду та відповідним підвищенням концентрації рідини.

Потім кристали льоду сепаруються від концентрату, промиваються та плавляться з утворенням прісної води (на схемі не показано), а концентрат ділиться на дві частини - більша частина повертається на рециркуляцію (на схемі не показано), а менша через теплообмінник 1 виводиться з установки. Так як з Кр-Вм 2 буде постійно виноситись частина газоподібного холодоагенту потоками концентрату та прісної води, що виходять, то для підтримання необхідного тиску буде потрібно поповнювати газоподібний холодоагент в еквівалентній кількості за допомогою пристрою 5 (компресор).

Загальні енерговитрати в такій установці можна визначити як:

$$L = L_x + L_v + L_n + L_n,$$

де L_x - енерговитрати в холодильній машині;

L_v - енерговитрати на переміщення (циркуляцію) ГПХ (повітря);

L_n - енерговитрати на поповнення ГПХ внаслідок його втрат з потоками прісної води та концентрату, що виводяться з установки;

L_n - енерговитрати на привід насосів.

Можна вважати, що для певного ступеня концентрування L_x та L_n не залежать від величини тиску ГПХ.

Разом з тим енергетичні затрати на переміщення газоподібного холодоагенту, наприклад повітря, в припущенні, що конструкція та розміри апаратів установки незмінні, а масова витрата повітря при різних тисках постійна, з підвищенням тиску будуть зменшуватися.

Визначаючи загальні енерговитрати на концентрування рідин при підвищеному тиску ГПХ, необхідно враховувати залежність його розчинності в рідині від тиску та температури. Оскільки розчинність газів, наприклад, повітря з підвищенням тиску та зниженням температури збільшується, то буде збільшуватися частина повітря, яка виноситиметься потоками прісної води та концентрату, що виводяться з установки концентрування при $P_p > P_{01}$. Ці втрати повітря необхідно поповнювати, що викличе додаткові енерговитрати.

Така залежність енерговитрат від тиску газоподібного холодоагенту обумовлює існування області оптимальних значень тисків газоподібного холодоагенту, для яких сумарні енерговитрати на його переміщення та поповнення виносів будуть мінімальними.

Для запропонованого способу були виконані розрахунки енерговитрат на переміщення і поповнення повітря $L_v + L_n$ та загальних енерговитрат L в залежності від тиску P газоподібного холодоагенту (повітря) при концентруванні водних розчинів виморожуванням. Результати розрахунків, виконаних для концентрування взятих як приклад водних розчинів NaCl від початкової концентрації 2 % до кінцевої 14 %, з урахуванням вищенаведених припущень, наведені у таблиці.

Таблиця

Енерговитрати	Тиск інертного газу (повітря), МПа				
	0,1	0,2	0,4	0,5	1
$L_v + L_n$, кВт·год./т	36,6	14,4	9,7	10,2	23,1
L , кВт·год./т	59,3	37,1	32,4	32,9	45,8

Як видно з фіг. 2, існує область оптимальних тисків ГПХ: $P = 0,3-0,5$ МПа, для яких $L_v + L_n$ і L мають мінімальне значення.

Слід зауважити, що відношення тисків P/P_{01} 3-5, яке визначає область мінімальних енергозатрат, хоч і отримане для конкретного прикладу концентрування водного розчину, буде справедливим і для інших мінералізованих розчинів та ступенів їх концентрування.

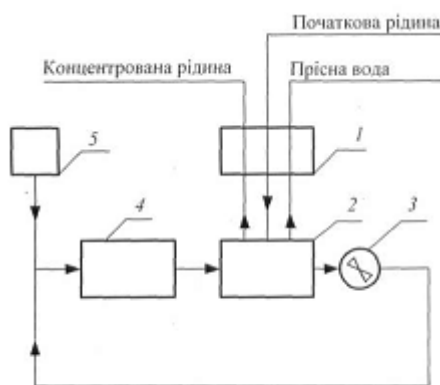
Таким чином, при здійсненні запропонованого способу визначено, що при підвищених тисках газоподібного холодоагенту (повітря) в області значень $3 < P/P_{01} < 5$ енерговитрати на концентрування водного розчину виморожуванням мінімальні та менші, ніж при атмосферному тиску в 1,6-1,8 разу.

Джерела інформації:

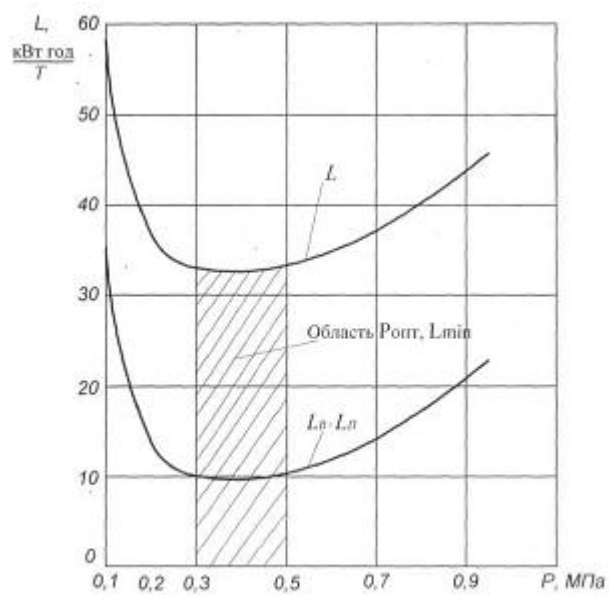
1. А. с. 1084037 СССР, 1980 г.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб концентрування водних розчинів виморожуванням, що включає процеси охолодження і подачу холодоагенту в газоподібному стані, контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду та концентрованої рідини, сепарацію, промивку та плавлення льоду з отриманням прісної води, який **відрізняється** тим, що з метою зменшення енерговитрат процеси охолодження, подачу холодоагенту в газоподібному стані та контакт його з рідиною з утворенням кристалів льоду і концентрованої рідини здійснюють при тиску $0,3-0,5$ МПа.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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

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