



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99505** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
F25C 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

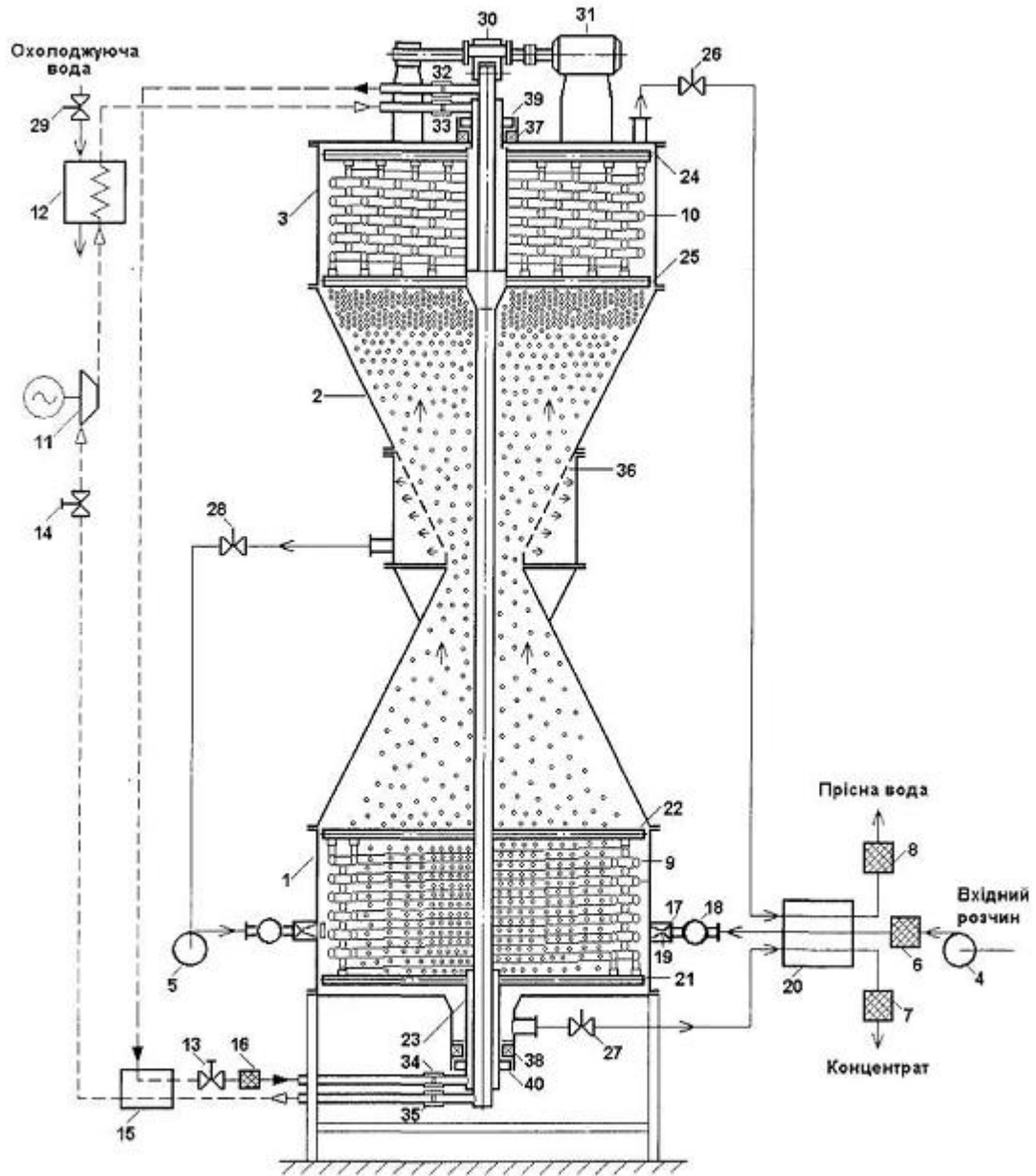
<p>(21) Номер заявки: а 2010 09617</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.08.2010</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 27.08.2012</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.02.2012, Бюл.№ 3</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2012, Бюл.№ 16</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лещук Олександр Андрійович (UA), Лагутін Анатолій Юхимович (UA), Денисов Юрій Павлович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ, вул. Дворянська, 1/3, м. Одеса, 65082 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 53239 C2; 11.06.2007 SU 1146525 A; 23.02.1985 SU 1103058 A; 15.07.1984 SU 1181676 A; 30.09.1985 SU 906499; 23.02.1982 RU 2344722 C2; 27.08.2008 SU 352659; 02.11.1972 UA 89881 C2; 10.03.2010 WO 2004046624 A1; 03.06.2004 JP 10300296 A; 13.11.1998</p>
---	--

(54) ВИМОРОЖУЮЧИЙ КОНЦЕНТРАТОР ВОДЯНИХ РОЗЧИНІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до пристроїв для концентрування водяних розчинів виморожуванням і може бути використаний для концентрування різних соків і інших рідких продуктів у харчовій та фармацевтичній промисловості, а також для опріснення морської і засоленої води. Виморожуючий концентратор водяних розчинів містить кристалізатор для утворення кристалів льоду з водяного розчину, сепараційно-промивну колону для сепарації і промивання кристалів льоду від концентрату, плавильник кристалів льоду для одержання прісної води, насоси для уведення вхідного розчину в кристалізатор і рециркуляції більшої частини концентрату в кристалізатор, фільтри вхідного розчину, продуктового концентрату і прісної води, а також холодильну установку, що включає випарник, конденсатор, компресор, фор-конденсатор, регенеративний теплообмінник, регулювальні вентиля і допоміжне устаткування. Корпус кристалізатора і корпус плавильника виконані у вигляді двох гідроциклонів, які сполучені вершинами конусів і розміщені на одній осі, причому кристалізатор має тангенціальні патрубки для введення водного розчину, обладнані гідродинамічними кавітаторами, а плавильник, розміщений у верхній циліндричній частині гідроциклону і сполучений із сепараційно-промивною колоною, яка виконана з конічної частині цього ж гідроциклону і має перфоровані стінки як фільтр для дренажу концентрату. Винахід забезпечує інтенсифікацію процесів утворення кристалів льоду, сепарації і промивання їх від концентрату з наступним плавленням і підвищує продуктивність концентрування водяних розчинів виморожуванням.

UA 99505 C2



Фіг. 1

Винахід належить до пристроїв для концентрування водяних розчинів виморожуванням і може бути використаний для концентрування різних соків, молока та інших рідких продуктів у харчовій і фармацевтичній промисловості, а також для опріснення морської і засоленої води.

5 Відомий виморожуючий опріснювач солоної води, що містить кристалізатор для утворення льоду, сепараційно-промивну колону для сепарації і промивання льоду, плавильник для плавлення льоду з одержанням прісної води, які з'єднані трубопроводами і оснащені запірно-регулюючою арматурою, а також холодильну установку для відводу тепла кристалізації льоду. [Патент України №43256, 302F1/04 від 10.06.2009, Бюл. №15, 2009 р.].

10 Недоліком відомого пристрою є низька продуктивність через низький коефіцієнт теплопередачі в кристалізаторі від холодоагенту до солоної води, що перебуває в стані протоки з низькою швидкістю. При цьому плавильник працює також з низьким коефіцієнтом теплопередачі від теплоносія до льоду, який просувається по похилій поверхні, що призводить до значних габаритів пристрою і високої вартості опріснення солоної води.

15 Відома установка для виморожування харчових рідин, що містить трубчастий кристалізатор для утворення кристалів льоду, сепараційно-промивну колону для сепарації і промивання кристалів льоду, плавильник кристалів льоду, насоси для подачі вихідного розчину в кристалізатор і рециркуляції частини концентрату, а також холодильну установку, що включає випарник, компресор, конденсатор, регулюючі вентиля і допоміжне устаткування. [Патент США №4704877, 302F1/22 від 10.11.1987 р.].

20 Недоліком відомої установки є висока вартість основного апарата установки - кристалізатора, що має велику довжину у зв'язку з низьким коефіцієнтом тепловіддачі при утворенні кристалів льоду в трубах кристалізатора. Крім цього, апарати установки виконані у вигляді окремих пристроїв, які з'єднані один з одним системою трубопроводів, оснащених запірно-регулюючою арматурою, що додатково підвищує вартість установки.

25 Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, і прийнятим як прототип є виморожуючий опріснювач-концентратор, що містить кристалізатор для утворення кристалів льоду з водяного розчину, сепараційно-промивну колону для сепарації і промивання кристалів льоду від концентрату, плавильник кристалів льоду для одержання прісної води, насоси для уведення вихідного розчину в кристалізатор і рециркуляції частини концентрату, фільтри вхідного і продуктового розчинів, а також холодильну установку, що включає випарник, компресор, конденсатор, фор-конденсатор, регулюючі вентиля і допоміжне устаткування. [Патент України №53239A, F25C1/12 від 15.01.2003, Бюл. №1, 2003 р.].

30 Недоліком відомого пристрою є низька ефективність теплообміну при кристалізації льоду в кристалізаторі, а також плавлення льоду в плавильнику у зв'язку з низькими швидкостями циркуляції водяного розчину в теплообміннику кристалізатора і циркуляції льодового пористого поршня щодо поверхні теплообміну в плавильнику, що надає великих габаритів і металоемності пристрою.

40 Виконання відомого пристрою з окремих апаратів, таких як кристалізатор, сепараційно-промивна колона і плавильник, з'єднаних трубопроводами і оснащених засобами для транспорту льодоводяної суспензії шнеками призводить до додаткового збільшення масо-габаритних характеристик і вартості пристрою.

45 В основу винаходу поставлено задачу підвищення продуктивності і відповідно зниження габаритів пристрою за рахунок інтенсифікації процесів утворення кристалів льоду, сепарації і промивання їх від концентрату з наступним плавленням за рахунок виконання кристалізатора і плавильника циклонними апаратами у вигляді двох гідроциклонів, які спряжені вершинами конусів і розміщені на одній осі, дозволить знизити вартість концентрування водяних розчинів виморожувановим.

50 Поставлена задача вирішується тим, що в виморожуючому концентраторі водяних розчинів, що містить кристалізатор для утворення кристалів льоду з водяного розчину, сепараційно-промивну колону для сепарації і промивання кристалів льоду від концентрату, плавильник кристалів льоду для одержання прісної води, насоси для уведення вхідного розчину в кристалізатор і рециркуляції частини концентрату в кристалізатор, фільтри вхідного розчину, продуктового концентрату і прісної води, а також холодильну установку, що включає випарник, конденсатор, компресор, фор-конденсатор, регенеративний теплообмінник, регулюючі вентиля і допоміжне устаткування, відповідно до винаходу, містить два гідроциклони, які сполучені вершинами конусів і розміщені на одній осі, причому кристалізатор розміщений у нижньому гідроциклоні і має тангенціальні патрубки для введення водного розчину, які обладнані гідродинамічними кавітаторами, а плавильник, розміщений у верхній циліндричній частині гідроциклону і сполучений із сепараційно-промивною колоною, яка є кінцевою частиною цього ж гідроциклону і має перфоровані стінки які фільтр для дренажу концентрату.

При цьому, випарник холодильної установки виконаний у вигляді спіральних теплообмінників, розміщений уздовж циліндричної частини корпусу кристалізатора і має колектори входу і виходу холодоагенту, а конденсатор холодильної установки, виконаний з аналогічних теплообмінників, розміщений по всьому обсязі циліндричної частини корпусу плавильника, а над конденсатором установлений патрубок для виводу прісної води. Крім цього, спіральні теплообмінники випарника і конденсатора холодильної установки виконані з поперечним перерізом труб у вигляді вертикального еліпса і підключені за допомогою центральної штанги до вібратора із частотою 60-180 Гц, за який використовується кривошипно-шатунний механізм із електроприводом, розміщеним зовні корпусу плавильника.

Застосування кристалізатора і плавильника циклонного типу з корпусом у вигляді гідроциклону, у порожнині якого уздовж циліндричної поверхні розміщені спіральні теплообмінники відповідно випарника і конденсатора холодильної установки, підключені до вібратора, запобігає утворенню льоду на теплообмінній поверхні, оснащеної гідрофобним покриттям, за рахунок турбулізації пристінного шару суспензії, що істотно інтенсифікує процеси кристалізації, сепарації і промивання кристалів льоду в обсязі суспензії.

Крім цього, застосування гідродинамічних кавітаторів на вході рідини в циклонний кристалізатор дозволяє реалізувати початкову кристалізацію льоду в обсязі рідини, що додатково інтенсифікує процеси кристалізації і сепарації льоду в обсязі без утворення льоду на поверхні теплообміну.

На фіг. 1 представлена схема виморожуючого концентратора водяних розчинів, а на фіг. 2 представлена розрахункова схема кристалізатора циклонного типу, корпус якого виконаний у вигляді зворотного гідроциклону.

Виморожуючий концентратор водяних розчинів (далі концентратор) містить кристалізатор 1 для утворення кристалів льоду, сепараційно-промивну колону (СПК) 2 для сепарації і промивання кристалів льоду від концентрату, плавильник кристалів льоду 3 для одержання прісної води, насос 4 для подачі вихідного розчину в кристалізатор і насос 5 для рециркуляції більшої частини концентрату із СПК у кристалізатор, фільтр 6 для вхідного розчину, фільтр 7 для концентрату і фільтр 8 для прісної води.

Холодильна установка включає випарник 9, конденсатор 10, компресор 11, фор-конденсатор 12, терморегулювальний клапан 13 і регулюючий клапан 14 на вході в компресор 11, а також регенеративний теплообмінник 15 і фільтр 16.

При цьому корпус кристалізатора виконаний у вигляді гідроциклону, що має патрубки 17 з тангенціальним введенням розчину, розміщені рівномірно по контуру кристалізатора за допомогою колектора 18 і оснащені гідродинамічними кавітаторами 19, виконаними у вигляді соплового прискорювача потоку рідини.

Корпус циклонного плавильника виконаний у вигляді гідроциклону, установленого над корпусом циклонного кристалізатора на одній осі. Для попереднього охолодження вхідного розчину за рахунок вихідних із пристрою концентрату і прісної води використовується рекуперативний теплообмінник 20.

Випарник 9 холодильної установки виконаний з ряду спіральних теплообмінників, розміщених концентрично і уздовж внутрішньої поверхні циліндричної частини корпусу циклонного кристалізатора і підключених паралельно до колекторів 21 і 22 відповідно для входу рідкого і виходу пароподібного холодоагенту. При цьому зовнішня поверхня спіральних теплообмінників оснащена гідрофобним покриттям, а внутрішня порожнина центрального штока 23, виконана як труба в трубі, використовується відповідно для підведення рідкого і відводу пари холодоагенту.

Конденсатор 10 холодильної установки виконаний також з ряду спіральних теплообмінників, розміщених уздовж внутрішньої поверхні циліндричної частини корпусу циклонного плавильника і підключених паралельно до колекторів 24 і 25 входу пароподібного і виходу рідкого холодоагенту. При цьому спіральні теплообмінники конденсатора, на відміну від випарника, займають весь обсяг циліндричної частини корпусу, а внутрішня порожнина центрального штока 23, виконана як труба в трубі, використовується відповідно для підведення пари холодоагенту і відводу рідкого холодоагенту.

На лініях виводу із пристрою прісної води, продуктового концентрату і потоку рециркуляції концентрату встановлені регулюючі клапани відповідно 26, 27 і 28. Для регулювання витрати охолоджуючої води на фор-конденсатор використовується регулюючий клапан 29.

Спіральні теплообмінники випарника і конденсатора холодильної установки підключені за допомогою центральної штанги до вібратора із частотою 60-180 Гц, за який використовується кривошипно-шатунний механізм 30 з електроприводом 31, розміщені зовні корпусу плавильника.

3 метою зниження навантаження на кривошипно-шатунний механізм поперечний переріз труб спіральних теплообмінників випарника і конденсатора виконані у вигляді вертикального еліпса. Нижня частина корпусу циклонного плавильника, сполученого із сепараційно-промивною колоною, оснащена фільтром 36 для дренажу більшої частини концентрату на рециркуляцію в циклонний кристалізатор, що сприяє ущільненню льодового поршня при його підйомі для зниження витрати прісної води на промивання кристалів льоду від концентрату.

Герметизація внутрішньої порожнини циклонних кристалізатора і плавильника від навколишнього середовища забезпечується сальниками 37 і 38, а ковзання центрального штока у втулках, що містить сальники, забезпечується за допомогою направляючих 39 і 40, рознесених по сторонах рівностороннього трикутника.

Концентратор працює таким чином.

Вхідний розчин насосом 4 направляється через фільтр 6 і рекуперативний теплообмінник 20 у колектор 18 і далі через гідродинамічний кавітатор 19 у кристалізатор 1. При цьому у критичному перетині сопів гідродинамічного кавітатора розчин прискорюється до швидкості, що відповідає такому зниженню статичного тиску потоку, при якому реалізується імпульсне скипання розчину з викидом пухирців пари в пристінний шар кристалізатора, де вони зникають. Таким чином, поверхня між фазами рідини і пари служить місцем утворення зародків кристалів льоду в обсязі кристалізатора, а не на поверхні гідрофобної поверхні випарника 9.

За рахунок росту кристалів льоду в обсязі кристалізатора найбільш великі з них під дією відцентрових сил витісняються в центральну область циклонного кристалізатора, звідки вони в складі льодоводяної суспензії транспортуються через верхній центральний патрубок у СПК. По ходу просування льодоводяної суспензії нагору відбувається ущільнення кристалів льоду у льодяний поршень за рахунок виводу більшої частини концентрату із суспензії через фільтр 36 і регулюючий вентиль 28 на рециркуляцію в кристалізатор насосом 5.

У верхній частині корпусу циклонного плавильника льодяний поршень насувається на спіральні теплообмінники 10, що приводить до плавлення кристалів льоду під дією тепла конденсації холодоагенту в трубах цих теплообмінників. Більша частина розплаву льоду як прісна вода виводиться через патрубок, оснащений регулюючим вентиляем 26 і через рекуперативний теплообмінник 20 і фільтр 8 споживачеві.

Одночасно, менша частина розплаву льоду як промивна вода рухається назустріч льодяному поршню, промиваючи кристали льоду від концентрату і далі виводиться через фільтр 36 і регулюючий вентиль 28 на рециркуляцію в кристалізатор.

Менша частина концентрату, що рухається в нижню частину циклонного кристалізатора, виводиться із пристрою через регулюючий вентиль 27, рекуперативний 20 і фільтр 7 як продукт.

У свою чергу холодильна установка працює таким чином, що пари холодоагенту відсмоктуються компресором 11 з випарника 9 через колектор 21, зовнішню порожнину штока 23 і далі через регенеративний теплообмінник 15, регулюючий вентиль 14 у фор-конденсатор 12, де знімається перегрів пари. Далі насичена пара надходить через колектор 24 і зовнішню порожнину штока в конденсатор 10, де конденсується в результаті плавлення кристалів льоду. Сконденсований холодоагент під дією перепаду тиску, що розвивається компресором 11, витісняється через нижній колектор, внутрішню порожнину штока і далі через сполучену муфту 32, регенеративний теплообмінник 15, ТРВ 13, фільтр 16, сполучену муфту 34 і зовнішню порожнину штока в нижній колектор 21 випарника 9.

У випарнику 9 холодоагент кипить із відводом теплоти кристалізації льоду, при цьому пари холодоагенту направляються у верхній колектор випарника і далі через внутрішню порожнину штока, сполучену муфту 35, регенеративний теплообмінник 16 і регулюючий вентиль 14 надходять на всмоктування компресором 11. Стисла пара холодоагенту з компресора 11 направляється у фор-конденсатор 12, де знімається перегрів пари (як відзначалося вище) і далі через сполучену муфту 33, зовнішню порожнину штока і верхній колектор 24 у конденсатор. Так замикається контур циркуляції холодоагенту.

Крім цього, під впливом вібратора, виконаного у вигляді кривошипно-шатунного механізму 30, центральний шток і разом з ним спіральні теплообмінники випарника і конденсатора вібрують у вертикальному напрямку, впливаючи гідродинамічно на льодоводяну суспензію в обсягах кристалізатора і плавильника.

Пропонований виморожуючий концентратор водяних розчинів дозволяє підвищити інтенсивність тепломасообміну при утворенні кристалів льоду в кристалізаторі і плавленні відокремлених і промитих від концентрату кристалів льоду в плавильнику за рахунок інтенсивного відновлення фронту кристалізації льоду в кристалізаторі і відповідно фронту плавлення льоду в плавильнику закручених високошвидкісних потоках льодоводяної суспензії під дією відцентрових сил.

Крім цього, вплив спіральних теплообмінників вібрацією на льодоводяну суспензію (за допомогою вібратора, виконаного у вигляді шатунно-кривошипного механізму) запобігає утворенню льоду на теплообмінній поверхні за рахунок турбулізації пристінного шару суспензії, що додатково підвищує швидкість утворення кристалів льоду і їх плавлення в обсязі суспензії.

5 Особливістю пропонованого виморожуючого концентратора є застосування циклонного кристалізатора у вигляді зворотного гідроциклону, що стосовно стандартного гідроциклону є переверненим, оскільки кристали льоду мають щільність, меншу щільності води і спливають, а також концентруються уздовж осі кристалізатора під впливом відцентрових сил у закрученому потоці.

10 У зв'язку з тим, що фізична природа розподілу суспензії в закручених потоках - однакова і ґрунтується на використанні різниці щільності зважених часток і води, то розрахункові співвідношення для визначення розміру циклонного кристалізатора і патрубків входу і виходу потоків, відомі для стандартних гідроциклонів, можливо використовувати для циклонних кристалізаторів виморожуючих концентраторів.

15 Тому що уздовж циліндричної поверхні кристалізатора розміщені теплообмінні труби випарника, приймаємо за розрахунковий діаметр порожнини циклонного кристалізатора $D_{кр}$, відлічуваний від внутрішнього ряду труб (фіг. 2).

Зливальний штуцер з діаметром d_c для виводу води без льоду перебуває внизу, а розвантажувальний штуцер з діаметром d_p для виводу льоду в складі суспензії - у верху.

20 Живильний штуцер з еквівалентним діаметром d_n перебуває на циліндричній поверхні циклонного кристалізатора, при цьому 90 % від обсягу вхідної льодоводяної суспензії виводиться через зливальний штуцер і має більшу частину дрібних кристалів льоду, а 10 % від обсягу вхідної льодоводяної суспензії виводиться через розвантажувальний штуцер і має більшу частину великих кристалів.

25 Граничний розмір кристалів льоду d_a (м), відносно якого кристали льоду з діаметром $d < d_a$ виходять із кристалізатора через зливальний штуцер, а кристали льоду з діаметром $d > d_a$ виходять через розвантажувальний штуцер, визначаються згідно з [1, 2] як

$$d_a = \frac{d_c}{d_p} \cdot \frac{\sqrt{D_{кр} \cdot S \cdot \mu}}{\sqrt[4]{10H} \cdot \sqrt{(\rho_B - \rho_L) \cdot 10^3}}, \quad (1)$$

30 де $D_{кр}$ - діаметр порожнини циклонного кристалізатора, м;

S - концентрація зважених часток у суспензії середня, %;

μ - динамічна в'язкість суспензії, Па·с;

H - перепад тиску в циклонному кристалізаторі, м;

ρ_B, ρ_L - щільності водяного розчину і льоду, кг/м³.

35 Витрата фугату V_c (м³/с) через зливальний штуцер згідно з[3] дорівнює:

$$V_c = 0,24 \cdot \frac{d_c}{d_n} \cdot \alpha \cdot \omega_n \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (2)$$

де $\alpha = 0,9$ - ураховує частку суспензії, що виходить через зливальний штуцер;

ω_n - площа поперечного перерізу живильного отвору, м².

40 Для прикладу виконаємо розрахунок циклонного кристалізатора для ВОК-1 із продуктивністю по льоду $G_L = 1,05 \cdot G_{пр} = 1,05 \cdot 1 = 1,05$ т/сутки з урахуванням витрат прісної води на промивання льоду приблизно 5 % або $0,05 G_{пр}$.

При концентрації льоду у верхньому потоці циклонного кристалізатора $x_n = 5\%$ витрата суспензії через верхній розвантажувальний штуцер складе

45 $G_p = G_L / x_n = 1,05 / 0,05 = 20,1$ т / добу

або $G_p = 20,1 \cdot 10^3 / (24 \cdot 3600) = 0,24$ кг/с або $V_p = G_p / \rho_p = 0,24 / 10^3 = 0,24 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

Приймаючи, що 90 % живильного потоку йде через нижній зливальний штуцер, а 10 % через верхній розвантажувальний штуцер, знайдемо витрату живильного потоку як

$$V_n = V_p / 0,1 = 0,24 \cdot 10^{-3} / 0,1 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Витрата фугату через нижній зливальний штуцер складе

$$V_c = V_n - V_p = 2,4 \cdot 10^{-3} - 0,24 \cdot 10^{-3} = 2,16 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Еквівалентний діаметр живильного отвору при швидкості $v_n = 10 \text{ м/с}$ м/с складе

$$5 \quad d_n^3 = (4 \cdot V_n / 3,14 v_n)^{0,5} = (4 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 10))^{0,5} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Приймемо розмір поперечного перерізу живильного отвору рівним $a \cdot b = (10 \times 45) \text{ мм}$, що дорівнює приблизно $d_n^3 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, а також приймемо $D_{кр} = 0,25 \text{ м}$.

Діаметр нижнього зливального штуцера при швидкості $v_c = 2 \text{ м/с}$ дорівнює

$$d_c = (4 \cdot V_n \cdot 0,9 / (3,14 v_c))^{0,5} = (4 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 / (3,14 \cdot 2))^{0,5} = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

10 Діаметр верхнього розвантажувального штуцера при швидкості $v_p = 0,2 \text{ м/с}$ дорівнює

$$d_p = (4 \cdot V_n \cdot 0,1 / (3,14 v_p))^{0,5} = (4 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 / (3,14 \cdot 0,2))^{0,5} = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Витрата фугату через нижній зливальний штуцер визначимо по формулі (1):

$$V_c = 0,24 \cdot \frac{d_c}{d_n} \cdot \alpha \cdot \omega_n \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,24 \cdot \frac{3,7}{2,5} \cdot 0,9 \cdot 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10} = 2,110 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с},$$

де $H = \sum \zeta \cdot v_n^2 / 2g = 2 \cdot 10^2 / (2 \cdot 9,81) = 10 \text{ м}$ (тут $\sum \zeta$ - сума коефіцієнтів місцевих втрат для 15 питомого потоку); $\omega_n (10 \times 45) \text{ мм}^2 = 0,01 \cdot 0,045 = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

Це відповідає раніше розрахованому значенню V_c .

Діаметр порожнини циклонного кристалізатора $D_{кр}$, який більшу частину кристалів льоду з діаметром $d_a = 100 \text{ мкм} = 10 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ виводить через d_p , дорівнює

$$D_{кр} = \left(\frac{d_a \cdot d_p}{d_c} \right)^2 \frac{\sqrt{10 \cdot H} (\rho_p - \rho_n) \cdot 10^3}{S \cdot \mu} = \left(\frac{10 \cdot 10^{-5} \cdot 3,9}{3,7} \right)^2 \frac{\sqrt{10 \cdot 10} (1000 - 900) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}} = 0,285 \text{ м},$$

20 що відповідає значенню $D_{кр}$, прийнятому раніше.

Діаметр корпусу D кристалізатора, що включає теплообмінні труби, складе

$$D = D_{кр} + 2(n \cdot t) = 0,285 + 2(3 \cdot 0,03) = 0,465 \text{ м},$$

де n - кількість рядів труб випарника; t - крок між трубами випарника, м.

Джерела інформації:

25 1. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М: Химия, 1981.-812 с.

2. Руденко Г.Г., Гороновский И.Т. Удаление примесей из природных вод на водопроводных станциях. - К.: Техніка, 1976.-208 с.

3. Очистка промышленных сточных вод/ Когановский А.М. и др. - К.: Техніка, 1974.-257 с.

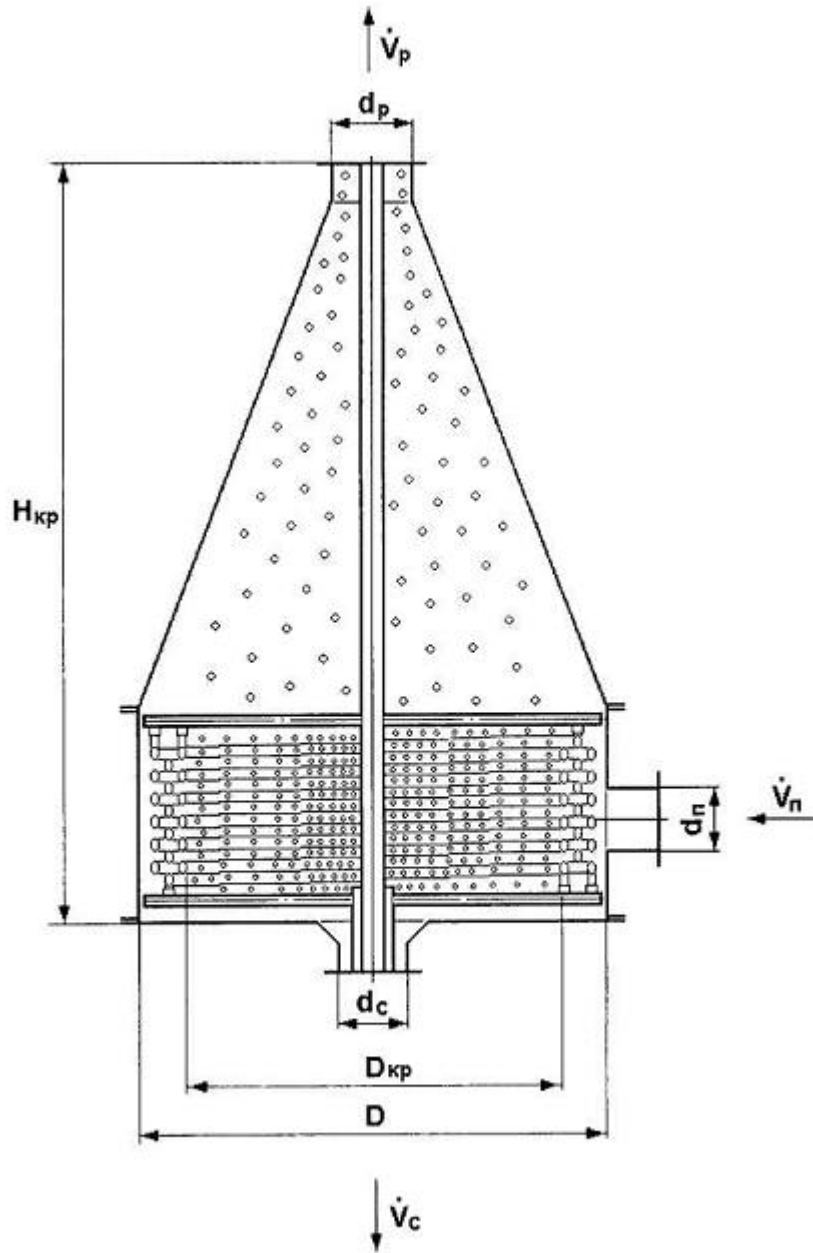
30

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Виморожуючий концентратор водяних розчинів, що містить кристалізатор для утворення кристалів льоду з водяного розчину, сепараційно-промивну колону для сепарації і промивання кристалів льоду від концентрату, плавильник кристалів льоду для одержання прісної води, насоси для уведення вхідного розчину в кристалізатор і рециркуляції більшої частини концентрату в кристалізатор, фільтри вхідного розчину, продуктового концентрату і прісної води, а також холодильну установку, що включає випарник, конденсатор, компресор, фор-конденсатор, регенеративний теплообмінник, регулювальні вентиля і допоміжне устаткування, який **відрізняється** тим, що містить два гідроциклони, які сполучені вершинами конусів і розміщені на одній осі, причому кристалізатор розміщений у нижньому гідроциклоні і має тангенціальні патрубки для введення водного розчину, які обладнані гідродинамічними кавітаторами, а плавильник, розміщений у верхній циліндричній частині гідроциклону і сполучений із сепараційно-промивною колоною, яка є кінчною частиною цього ж гідроциклону і має перфоровані стінки як фільтр для дренажу концентрату.

45

2. Виморожуючий концентратор водяних розчинів за п. 1, який **відрізняється** тим, що випарник холодильної установки виконаний у вигляді спіральних теплообмінників, розміщений уздовж циліндричної частини корпусу кристалізатора і має колектори входу і виходу холодоагенту.



Фіг. 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