



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37821 (13) A

(51) 7 B01F1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АПАРАТ ДЛЯ РОЗЧИНЕННЯ ЦУКРУ

(21) 2000042253

(22) 19.04.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Немчин Олександр Федорович, Щепкін Володимир Іванович, Щепкін Євген Валерійович

(73) Інститут технічної теплофізики національної академії наук України

(57) 1. Апарат для розчинення цукру, що містить корпус, кавітуючий насос, циркуляційний контур, розпилювач розчинника, патрубки для подачі складових і виходу розчинника, привідний вал, мішалку, відстійник, який відрізняється тим, що мішалка, обігрівач розчинника, відстійник і циркуляційний контур розміщені всередині корпусу, а кавітуючий насос виконано у вигляді циркуляційної труби, всередині якої встановлено суперкавітуючу

крильчатку в формі плоского диска з лопатнями суперкавітуючого профілю, причому діаметр диска дорівнює діаметру циркуляційної труби, а довжина лопаті становить $0,1 \pm 0,15$ діаметра диска.

2. Апарат по п. 1, який відрізняється тим, що мішалка встановлена на одному валу з суперкавітуючою крильчаткою.

3. Апарат по п. 1, який відрізняється тим, що розпилювачі розчинника розташовані у конічному днищі тангенціальне, на відстані $0,45 \pm 0,5$ діаметру вихідного сопла циркуляційної труби.

4. Апарат по п. 1, який відрізняється тим, що обігрівач розчинника виконаний у вигляді змійовика з вхідними і вихідними патрубками і розташований вздовж внутрішньої стінки корпусу.

5. Апарат по п. 1, який відрізняється тим, що відстійник виконаний у вигляді кільцевого короба з боковими отворами і вихідним патрубком.

Винахід відноситься до пристроїв розчинення цукру і може використовуватись у харчовій та хімічній промисловості.

Відомий апарат для розчинення, який має корпус з циркуляційним трубопроводом, пристрій для змішування у вигляді крильчатки та розпилювач, виконаний у вигляді сопла.

В циркуляційному трубопроводі розташовано пристрій для змішування у вигляді закріпленої на валу крильчатки з лопатнями суперкавітуючого профілю. Розпилювач виконаний у вигляді сопла, стіни якого у повздовжньому перерізі мають синусоїдальну форму, а вихідний отвір виконано у вигляді щілини і забезпечено пружною стрічкою з гострими ребрами (див. А. С. СРСР № 1273149, 1986 р.).

Суттєвими недоліками відомого пристрою є те, що: контакт твердої і рідинної фази для повного розчинення та отримання однорідного середовища займає багато часу; кавітуючий насос як і крильчатка такого типу не можуть забезпечити стійкі режими суперкавітації.

Відомий апарат для розчинення цукру, який вибрано як прототип, що містить корпус, кавітуючий насос, циркуляційний контур, розпилювач розчинника, патрубки для подачі складових і виходу розчинника, привідний вал, мішалку, відстійник (див. А.С. СРСР № 1357057, 1987 р.). Суттєвими

недоліками відомого пристрою є те, що: рециркуляційний контур має досить велику довжину при малому перерізі на великій ділянці; крильчатка такого типу як і кавітуючий насос не можуть забезпечити стійкі режими суперкавітації; для одержання необхідного ступеня розчинення та отримання однорідного середовища для даного технологічного процесу потрібно значно більше часу.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення "Апарата для розчинення цукру", в якому шляхом введення циркуляційного контуру всередину корпусу, виконання кавітуючого насосу у вигляді циркуляційної труби з встановленою в ній суперкавітуючою крильчаткою забезпечується інтенсифікація масообміну, збільшення поверхневого контакту твердої та рідинної фази, швидкості обтікання твердої та рідинної фази, швидкості обтікання твердих частинок рідиною і за рахунок цього зменшується час перебування цукру при високій температурі, що забезпечує високу ефективність технологічного процесу, велику питому продуктивність з мінімальними питомими енерговитратами без підвищення температури середовища.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в апараті для розчинення цукру, що містить корпус, кавітуючий насос, циркуляційний контур, розпилювач розчинника, патрубки для подачі складових і виходу розчинника, привідний вал, мішал-

ку, відстійник, згідно з винаходом, обігрівач розчинника, відстійник і циркуляційний контур розміщені всередині корпусу, а кавітуючий насос встановлено в вигляді циркуляційної труби, всередині якої встановлено суперкавітуючу крильчатку в формі плоского диска з лопаттями суперкавітуючого профілю, причому діаметр диска дорівнює діаметру циркуляційної труби, а довжина лопаті становить $0,1 \pm 0,15$ діаметра диска.

Мішалка встановлена на одному валу з суперкавітуючою крильчаткою.

Розпилювачі розчинника розташовані у кінці дну днища тангенціальне, на відстані $0,45 \pm 0,5$ діаметра вихідного сопла циркуляційної труби.

Обігрівач розчинника виконаний у вигляді змійовика з вхідними і вихідними патрубками і розташований вздовж внутрішньої стінки корпусу.

Відстійник виконаний у вигляді кільцевого короба з боковими отворами і вихідним патрубком.

Конструкція апарата для розчинення цукру забезпечує з одного боку, отримання високої швидкості потоку 20 м/хв., тобто великої швидкості обтікання твердих часток рідиною, збільшення поверхневого контакту твердої та рідинної фази, а з іншого боку збільшення перерізу циркуляційного контуру і зменшення довжини. Введення в циркуляційний контур кавітуючого насоса у вигляді циркуляційної труби з соплом і суперкавітуючою крильчаткою, встановленої всередині труби, забезпечує високу швидкість потоку рідини. Конструкція кавітуючого насоса забезпечує отримання суперкаверни великих розмірів, тобто на виході суперкаверни утворюються мікробульбашки, відбувається розпад мікроструминок на мікротурбулентні вихори, які мають високу кумулятивність і високу ступінь проникнення в тверду фазу. Відбувається руйнування твердих часток та подрібнення їх навіть до молекулярного рівня, (див. Федоткін І.Н., Немчін О.Ф. "Використання кавітації в технологічних процесах". – Київ, Вид. КПІ, В. Ш., 1984. - С. 30-41).

Таким чином, пристрій, у порівнянні з відомими забезпечує підвищення ефективності технологічного процесу з одного боку, за рахунок інтенсифікації масообміну шляхом збільшення поверхневого контакту і швидкості потоку рідини - за рахунок скорочення довжини і збільшення перерізу циркуляційного контуру, а також збільшення швидкості потоку рідини в цьому контурі, з іншого боку механічне подрібнення твердих часток до розмірів 50 мкм за рахунок використання кавітуючого насоса, який, створюючи високий швидкісний напір у рідині, забезпечує на виході з суперкаверни також подрібнення твердих часток.

На фіг. показано загальний вигляд апарата.

Апарат містить: корпус 1 у вигляді вертикальної циліндричної ємності з кінцевим днищем і плоскою поверхневою кришкою 2, яка має завантажувальну камеру 3, з'єднану з іншою частиною апарата через вікна, вертикальний привідний вал 4 з електроприводом, встановленим у центрі корпусу, кавітуючий насос 5 у вигляді циркуляційної труби 6, всередині якої розташована суперкавітуюча крильчатка 7, яка кріпиться на валу і має суперкавітуючий профіль, мішалку 8 у вигляді плоского диска з лопаттями суперкавітуючого профілю, мішалка кріпиться на валу вище циркуляційної труби, відстійник 9, який розташований в верхній частині кор-

пусу і виконаний у вигляді кільцевого короба з боковими отворами та вихідним патрубком, обігрівач розчинника 10, який розташований всередині корпусу вздовж його бокової стінки і складається з обичайки, всередині якої розташовано трубчастий змійовик з вхідним та вихідним патрубками, патрубки подачі розчинника 11 з розпилювачем 12 на кінцях, які встановлені тангенціальне у кінці дну днища корпусу, циркуляційний контур 13.

Пристрій працює наступним чином.

Перед завантаженням цукру-сирцю через патрубки подачі розчинника 11 з розпилювачем 12 за допомогою форсунок, розташованих у кінці дну днища, подається підігрітий сік П сатурації з температурою $t = +90 \pm 92^\circ\text{C}$. Ємність заповнюється до встановленої відмітки. Подається пара в обігрівач 10 для підтримання потрібної температури $t = +70^\circ\text{C}$ у ємності. Вмикаємо електропривід 4, перевіряємо температуру і тиск в системі, а також режим суперкавітації.

Форсунки, які подають підігрітий сік, встановлені таким чином, що створюють обертання потоку рідини, протилежне обертанню мішалки 8.

Проводиться дозоване завантаження цукру-сирцю в ємність через завантажувальну камеру 3. Тверді частки цукру-сирцю, проникають у рідину, за рахунок відцентрованої сили, утворюваної мішалкою 8, відкидаються до стінок корпусу апарата 1 і створюють турбулентність. Крім того, мішалка 8 у вигляді диска виключає попадання твердих часток безпосередньо в циркуляційну трубу 6 кавітуючого насоса 5.

Під дією струму сік П сатурації, який виходить з сопел, тверді частки цукру-сирцю змішуються, утворюються турбулентні вихори. Відбувається частковий масообмін і розчинення твердих часток цукру.

Під дією кавітаційного насоса 5, який працює в режимі суперкавітації, потік рідини разом з твердими частками цукру-сирцю у циркуляційному контурі 13 піднімається по внутрішньому об'єму корпусу зовні кавітаційного насоса 5 і прямує через вхідні отвори всередину циркуляційної труби 6 зі швидкістю $V = 20$ м/с. Суперкавітуюча крильчатка 7, яка встановлена на відстані $\alpha = 3D$, (де D - діаметр циркуляційної труби), від входу труби, створює великий напір рідини.

Вибір лопаті крильчатки 7 суперкавітаційного профілю, а також відстань від крильчатки до сопла

циркуляційної труби $\alpha \geq 2 \frac{\bar{l}_K}{\bar{l}_K}$ (де \bar{l}_K - довжина суперкаверни) - забезпечує отримання режиму суперкавітації.

Таким чином, в кавітуючому насосі 5 відбувається механічне руйнування твердих часток за рахунок суперкавітації. Подача розчину - соку П сатурації в нижню частину корпусу апарата 1 підвищує турбулентність процесу, а також виключає мертві зони апарата. Застосування мішалки 8 також забезпечує масообмін на початку технологічного процесу. Відстійник 9 забезпечує однорідність при виході і фільтрацію від сторонніх домішок, (див. Вихров М.І. та ін. у книзі "Труди 8-го Міжнародного симпозиума МАТИ, секція гідромашин". - Л., Машиностроение, 1976. - С. 278-296).

(див. Лойцевский Л.Г. "Механика жидкости и газа". - М., Наука, 1970. - С. 461).

Приклад

Проведені розрахунки і експериментальні дослідження показали, що для питомої продуктивності 20 т/г, при масовій частці сухих речовин (СР) в клірі 60-72%, при часі контакту фаз не більше 120 сек., і розмірі часток цукру на виході апарата $d=50$ мкм буде забезпечена доброякісність цукрового розчину $D_6=99$, при температурі цукрового розчину $t=73^\circ\text{C}$.

В цьому випадку параметри апарата мають бути наступного порядку:

Діаметр апарата	= 1 метр
Діаметр циркуляційної труби	= 0,2
Щільність цукрового розчину	= 1300 кг/м^3
Площа перерізу корпусу апарата	= $0,3 \text{ м}^2$
Переріз відстійника	= 0,85 м
Корисний об'єм апарата	= $1,67 \text{ м}^3$
Висота циркуляційної частини апарата	= 0,81 м

Визначаємо витрати кліру:

$$\theta = \frac{\theta_s + \theta_c}{36000 \rho}$$

$\theta_s = 1200 \text{ кг/год.}$ - витрати розчинника; $\theta_c = 20000 \text{ кг/год.}$ - витрати цукру; $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$ - щільність розчину; $\theta = \frac{1200 + 20000}{3600 \cdot 1300} = 0,007 \text{ м}^3 / \text{год.}$

Вибір крильчатки:

Кількість лопатей	- 3
Крокове відношення	- 0,5
Крок лопаті з нагнітального боку	- 140 мм
Крок лопаті з засмоктувального боку	- 125 мм
Діаметр крильчатки	- 250 мм

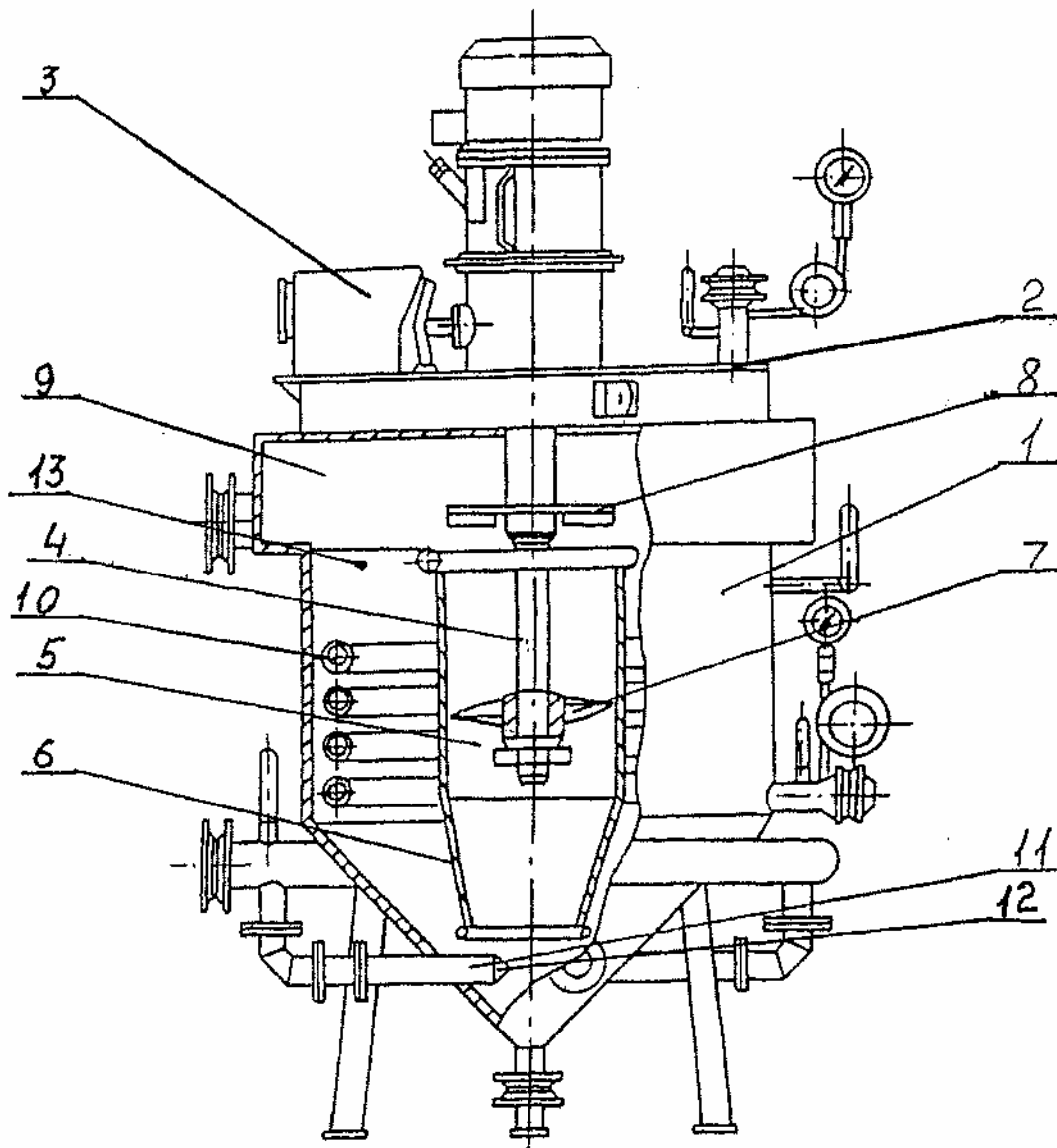
Розрахунок відбувається за умови, що крок лопаті на кожному радіусі залишається постійним.

Вибір мішалки:

Частота обертання мішалки	$n = 1500 \text{ об/хв.}$
Вміст сухих речовин в цукровому розчині	= 66 %
Діаметр мішалки	= 0,25 м
Щільність цукрового розчину	= 1300 кг/м^3
Потужність, необхідна для змішування	= 5 кВт.

Як показали проведенні дослідження основна маса цукру розчиняється у перші 60 сек., протягом 180 сек. спостерігається повільне розчинення до розрахункової величини, фіксується наявність СР у розчині.

Таким чином, використання даного апарата забезпечує підвищення технологічної культури в цукровому виробництві, і як наслідок забезпечує можливість створення автоматизованих високоефективних систем.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22