



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92811** (13) **C2**  
(51) МПК (2009)  
B01F 7/18МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(54) ПЕРЕМІШУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ**

1

(21) а200900536

(22) 26.01.2009

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл.№ 23, 2010 р.

(72) ЛЕТЮК ОЛЕКСАНДР ІЛЛІЧ, СКОБЛІК ПЕТРО  
ІВАНОВИЧ, ЩЕРБАКОВ ПЕТРО МИХАЙЛОВИЧ,  
ТАРАСЕНКО ОЛЕКСІЙ ЛЕОНІДОВИЧ(73) ЛЕТЮК ОЛЕКСАНДР ІЛЛІЧ, СКОБЛІК ПЕТРО  
ІВАНОВИЧ

(56) SU 814429; 23.03.1981

SU 1830277 A1; 30.07.1993

SU 1535610 A1; 15.01.1990

SU 1212541 A; 23.02.1986

US 20080025143 A1; 31.01.2008

EP 0055872 A2; 14.07.1982

RU 2203128 C2; 27.04.2003

(57)

1. Перемішувальний пристрій, що містить корпус із кришкою, на якій розташовані патрубки для вводу змішуваних компонентів, а також підшипнико-сальниковий вузол, який є однією з опор обертового вала, на якому закріплений перемішувальний

2

орган, виконаний у вигляді мішалки, утвореної вертикальними лопатями й щонайменше двома ярусами горизонтальних лопатей, який **відрізняється** тим, що горизонтальні лопаті нижнього ярусу утворені кожна щонайменше двома пластинами, зміщеними по відношенню одна до одної в тангенціально-радіальному напрямку, який збігається з напрямком обертання перемішувального органа, і пластини з'єднані між собою з утворенням каналів для перетікання рідини, в яких розташовані ежектувальні пристрої, зона ежектувального вакууму котрих з'єднана по рідині з вертикальними лопатями, виконаними порожніми й обладнаними у верхній частині патрубками, спрямованими у бік обертання перемішувального органа.

2. Перемішувальний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що канали для перетікання рідини, розташовані між сусідніми пластинами нижнього ярусу лопатей перемішувального органа, мають змінний поперечний переріз і виконані у вигляді, наприклад, труб Вентурі.

Заявлений винахід відноситься до змішувачів для змішування рідин або рідких та твердих (зокрема, гідрофобних) речовин і може бути застосованим в хімічній, металургійній й іншій галузях промисловості.

Відомий механічний перемішувальний пристрій, що містить корпус з кришкою, на якій розташовані патрубки для вводу змішуваних компонентів, а також підшипнико-сальниковий вузол, який є однією з опор обертового вала і на якому закріплений механічний перемішувальний орган, що складається з двох або більш лопатей прямокутного перетину [див. «Основные процессы и аппараты химической технологии» А.Г. Касаткин, «Химия», М., 1971].

Недоліком цього перемішувального пристрою є низька ефективність, викликана тим, що перемішування речовин здійснюється в основному лише в зоні високої турбулентності перемішувального середовища, що утворюється в зоні розташування лопатей. В іншій же частині об'єму апарата має місце так зване квазитверде обертання рідини,

коли рідина обертається за законом твердого тіла практично без перемішування, що, відповідно, і зменшує ефективність перемішування.

Найбільш близьким до заявленого (прототипом) є механічний перемішувальний пристрій, що містить корпус із кришкою, на якій розташовані патрубки для вводу змішуваних компонентів, а також підшипнико-сальниковий вузол, який є однією з опор обертового вала, на якому закріплений механічний перемішувальний орган, виконаний у вигляді рамної або якірної мішалки [див. «Справочник инженера химика» Дж. Пери, «Химия», Л., 1969].

Цей перемішувальний пристрій, забезпечує більш інтенсивне протікання процесу перемішування, тому що в рамній мішалці розташування лопатей охоплює більшу частину об'єму апарата й, отже, зони високої турбулізації перемішувального середовища утворюються в більшій частині об'єму апарата, ніж в апаратах з одноярусними мішалками.

(13) **C2**(11) **92811**(19) **UA**

Однак у тих випадках, коли, наприклад, необхідно здійснити змішування рідини з якою-небудь гідрофобною речовиною, наприклад, аеросилом (або коксовим пилом), що, у силу своїх специфічних фізичних властивостей, спливає й постійно перебуває на межі розділу середовищ, використання рамних мішалок стає неефективним, тому що їхні робочі елементи перебувають у перемішуваному середовищі, і їхній вплив на плаваючий на поверхні рідини гідрофобний порошок досить незначний.

В основу винаходу поставлена задача створення конструкції перемішувального пристрою з підвищеною ефективністю змішування й відмивання гідрофобних речовин.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в перемішувальному пристрої, що містить корпус із кришкою, на якій розташовані патрубки для вводу змішуваних компонентів, а також підшипнико-сальниковий вузол, який є однією з опор обертового вала, на якому закріплений механічний перемішувальний орган, виконаний у вигляді, наприклад, рамної мішалки, утвореної вертикальними лопатями й щонайменше двома ярусами горизонтальних лопатей, відповідно до винаходу, горизонтальні лопаті нижнього ярусу утворені, щонайменше, двома пластинами, зміщеними по відношенню друг до друга в тангенціально-радіальному напрямку, який збігається з напрямком обертання перемішувального органу, і з'єднаних поміж собою з утворенням каналів для перетікання рідини, в яких розташовані ежектувальні пристрої, зона ежектувального вакууму котрих з'єднана по рідині з вертикальними лопатями, виконаними порожніми й обладнаними у верхній частині патрубками, спрямованими у бік обертання перемішувального органу.

У кращому варіанті реалізації винаходу канали для перетікання рідини, розташовані між сусідніми пластинами нижнього ярусу лопатей перемішувального органу, мають змінний поперечний перетин і виконані у вигляді, наприклад, труб Вентурі.

Завдяки такому конструктивному виконанню лопатей змішування рідин і гідрофобних речовин, що плавають на поверхні рідини, відбувається значно інтенсивніше. Дійсно, для збільшення ефективності перемішування необхідно створити в апараті такі гідродинамічні умови, при яких би виникали відносні швидкості між змішуваними компонентами у трьох напрямках: осьовому, радіальному й тангенціальному.

У відомих перемішувальних пристроях має місце поява відносних швидкостей практично лише в тангенціальному напрямку. У пропонованому ж перемішувальному пристрої за рахунок різниці тисків у вхідному перетині верхніх патрубків і зоні ежектувального вакууму, що виникає при обертанні перемішувального органу, в ежектувальному пристрої, розміщеному між сусідніми пластинами горизонтальних лопатей нижнього ярусу, відбувається перетікання рідини разом з гідрофобною речовиною в осьовому напрямку з поверхні рідини, на якій плаває гідрофобна речовина, у нижні шари рідини в зоні розміщення нижнього ярусу горизонтальних лопатей. Крім того, за рахунок різниці тисків, що виникають при обертанні перемішувально-

го органу з різних сторін (передньої і задньої) горизонтальних пластин, здійснюється перетікання рідини й у радіальному напрямку. Таким чином, у пропонованій мішалці буде мати місце наявність відносних швидкостей між змішуваними частинками по всіх трьох напрямках: осьовому, тангенціальному і радіальному, що й забезпечить збільшення ефективності змішування.

Суть винаходу ілюструється пропонованими кресленнями, на яких зображені:

Фіг.1 - вертикальний розріз перемішувального пристрою;

Фіг.2 - горизонтальний розріз перемішувального пристрою по лінії А-А (Фіг.1);

Фіг.3 - горизонтальний розріз перемішувального пристрою по лінії Б-Б (Фіг.1);

Фіг.4 - вид А (Фіг.1): фрагмент горизонтальної лопаті нижнього ярусу перемішувального органу із зображенням місця розташування ежектувального пристрою (виконання 1);

Фіг.5 - вид А (Фіг.1): фрагмент горизонтальної лопаті нижнього ярусу перемішувального органу, що складається із трьох пластин (виконання 2);

Фіг.6 - вид А (Фіг.1): фрагмент горизонтальної лопаті нижнього ярусу перемішувального органу, у якій канали для перетікання рідини виконані у вигляді труби Вентурі із прямокутним перетином горловини (виконання 3).

Перемішувальний пристрій (Фіг.1) складається з корпусу 1 із кришкою 2, на якій установлені патрубки 3 для вводу змішуваних компонентів, а також підшипнико-сальниковий вузол 4, який є однією з опор обертового вала перемішувального органу 5. До вала 5 кріпиться перемішувальний орган, виконаний у вигляді рамки, що складається з двох ярусів горизонтальних лопатей, нижній з яких містить дві (Фіг.4) або більше пластин 6 (Фіг.5 - три пластини), і вертикальних лопатей 7. Лопаті 7 виконані порожніми й обладнані у верхній частині патрубками 8 (Фіг.2), спрямованими у бік обертання перемішувального органу 5. Пластини горизонтальних лопатей з'єднані між собою за допомогою перегородок 9 з утворенням каналу для перетікання рідини з області підвищеного тиску, що знаходиться перед пластиною (пластинами) 6, у зону зниженого тиску, що знаходиться позаду пластини (пластин) 6. Усередині каналу (Фіг.3) розміщений козирок 10, за яким при обертанні перемішувального органу 5 в каналі утворюється зона ежектувального вакууму 11, що з'єднана з порожниною вертикальних лопатей 7. З метою інтенсифікації процесу змішування краще, щоб канал для перетікання рідини мав форму труби Вентурі з конфузоров 12, дифузоров 13 і горловиною 14 (Фіг.6). Корпус перемішувального пристрою обладнаний також зливним патрубком 15 і переливним патрубком 16.

Перемішувальний пристрій працює в такий спосіб.

Компоненти на змішування подаються в корпус 1 по патрубках 3. При цьому гідрофобна речовина, наприклад, аеросил (або коксовий пил), що представляє собою тонкодисперсний порошок, спливає й опиняється на поверхні рідини, рівень якої знаходиться в зоні розміщення переливного патрубка 16. На цій же висоті знаходиться верхній

патрубок 8. При обертанні перемішувального органу 5 рідина, що знаходиться перед вхідним перетином патрубка 8, відповідно до закону Бернуллі зазнає тиску, який дорівнює сумі статичного тиску.

$$P_{в.ст.} = \rho g h_1 \quad (1)$$

де  $\rho$  - щільність рідини;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$h_1$  - висота стовпа рідини над вхідним перетином

верхнього патрубка, обумовленого вагою стовпа рідини над вхідним перетином верхнього патрубка і динамічним тиском

$$P_{в.дин} = \frac{\rho V_1^2}{2} \quad (2)$$

де  $\rho$  - щільність рідини;

$V_1$  - швидкість переміщення рідини щодо вхідного перетину верхнього патрубка, обумовленого обертанням перемішувального органу 5 й, відповідно, переміщенням вхідного перетину верхнього патрубка назустріч рідині.

У той же час частки рідини, що перебувають за лопатями нижнього ярусу, будуть зазнавати тиску, який дорівнює різниці статичного тиску ( $P_{в.ст.} = \rho g h_2$ , де  $h_2$  - висота стовпа рідини над вхідним перетином каналу для перетікання змішуваних компонентів) і динамічного тиску

$$P_{в.дин} = \frac{\rho V_2^2}{2}, \text{ де } V_2 - \text{швидкість переміщення рі-$$

дини щодо лопатей нижнього ярусу), тому що із задньої сторони лопатей нижнього ярусу в зоні вихідного перетину каналу для перетікання змішуваних компонентів буде створюватися зона ежектуючого вакууму й, отже, тиск буде мати негативне значення.

У зв'язку із цим між вихідним перетином верхнього патрубка 8 і вихідним перетином каналу для перетікання змішуваних компонентів виникне різниця тисків

$$\Delta P = P_{повн}^в - P_{повн}^{н1} = \left( \rho g h_1 + \frac{\rho V_1^2}{2} \right) - \left( \rho g h_2 + \frac{\rho V_2^2}{2} \right) \quad (3)$$

яка може мати або позитивне, або негативне значення.

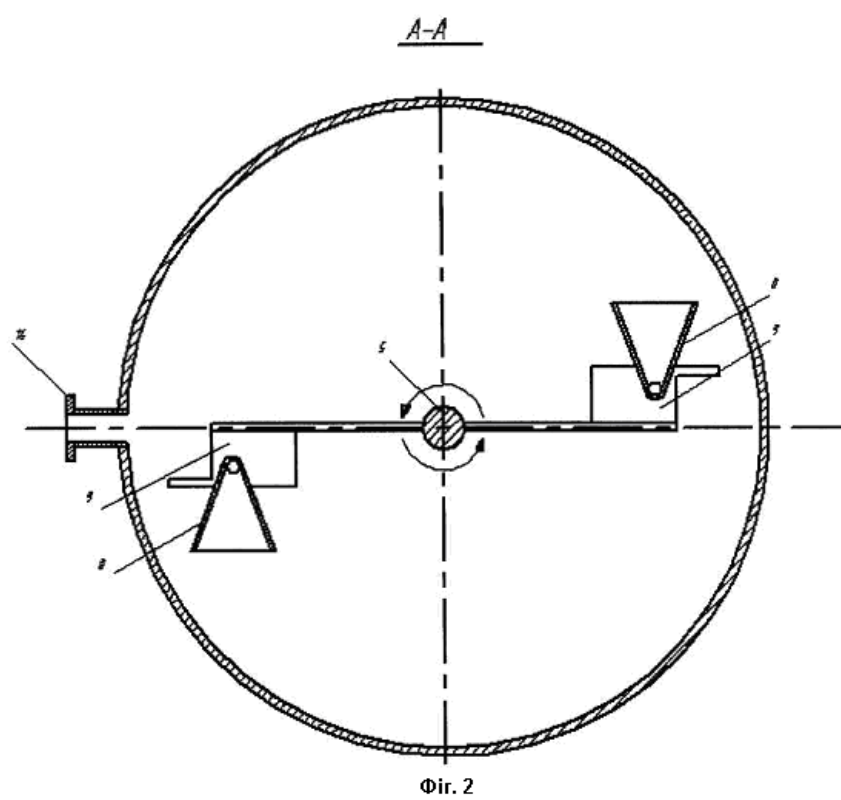
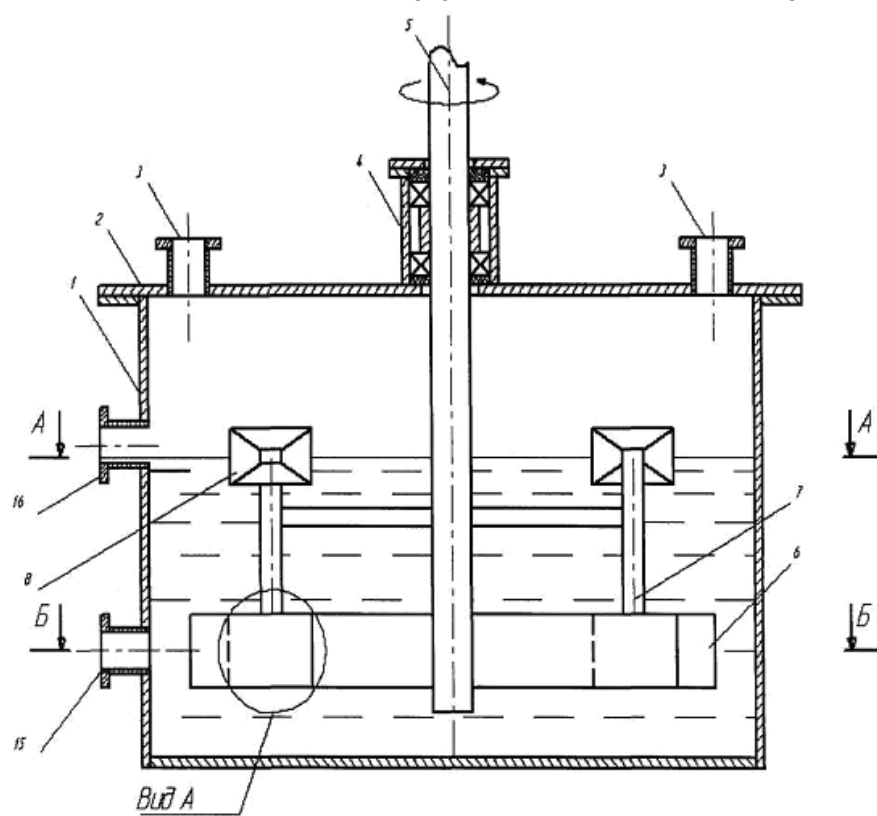
У тих випадках, коли, як це впливає з (3),  $\rho V^2 > \rho g(h_2 - h_1)$ , звідки  $v > \sqrt{g(h_2 - h_1)}$ , буде мати місце перетікання рідини із зони розташування верхнього патрубка в зону розташування нижнього ярусу лопаті 6. Якщо прийняти різницю  $h_2 - h_1 = 1\text{м}$ , то для організації перетікання рідини із зони розміщення верхніх патрубків 8 у зону розміщення нижнього ярусу лопатей 6 досить (як показують розрахунки), щоб швидкість у зоні верхнього патрубка становила не менш 0,33м/сек, що має місце при звичайних робочих режимах застосовуваних у промисловості перемішувальних пристроїв.

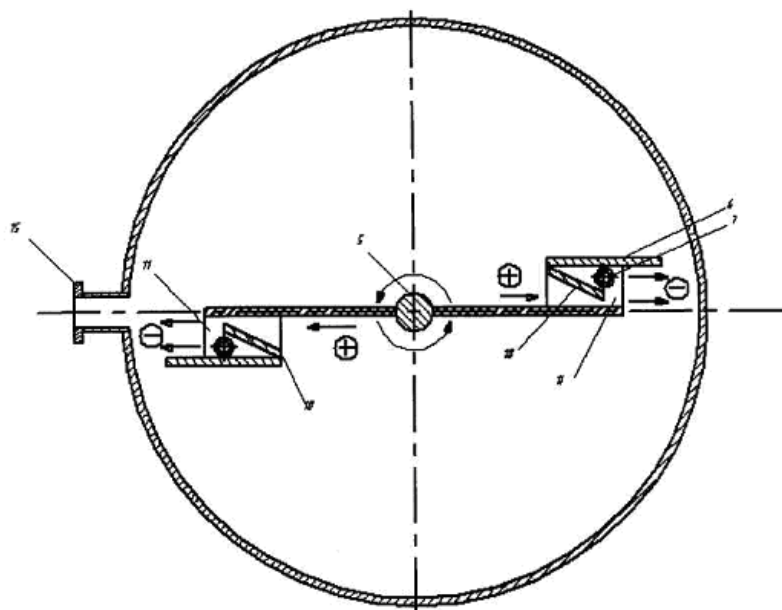
Таким чином, гідрофобна речовина, що постійно плаває у відомих перемішувальних пристроях на поверхні рідини, у пропонованому перемішувальному пристрої почне переміщатися вглиб змішуваної з нею рідини, що, відповідно, буде сприяти постійному відновленню поверхні контактування змішуваних компонентів в осьовому напрямку й, отже, збільшенню ефективності змішування.

Для забезпечення умов виникнення відносних швидкостей у радіальному напрямку лопаті нижнього ярусу краще виконати із двох (Фіг.4) або більше пластин, зміщених у тангенційно-радіальному напрямку у бік обертання перемішувального органу й з'єднаних між собою з утворенням каналу для перетікання змішуваних компонентів. У конструкціях перемішувального пристрою, представлених на прикладених кресленнях, перетікання змішуваних компонентів, здійснюється за рахунок виникаючої при обертанні перемішувального органу 5 різниці тисків на передній і задній сторонах лопатей 6.

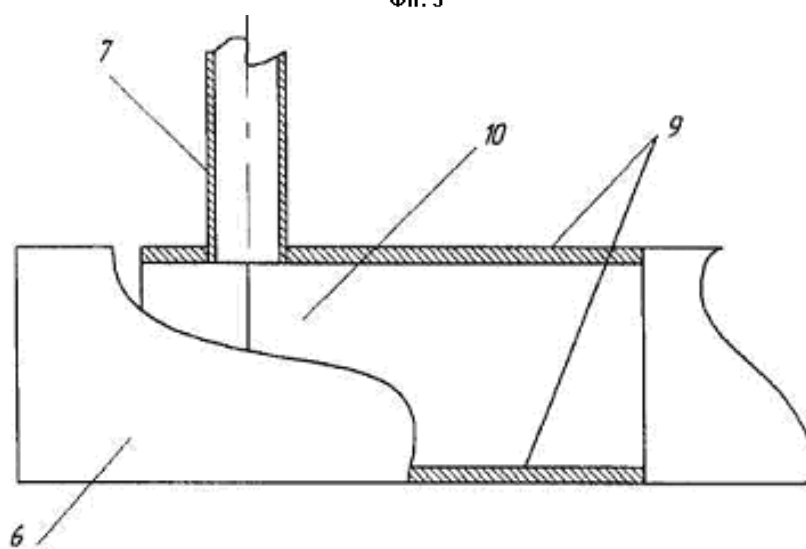
Крім того, радіальному переміщенню рідини по каналу будуть також сприяти відцентрові сили ( $F = (m^2)/R$ , де  $m$  - маса обертючих часток,  $V$  - швидкість переміщення часток,  $R$  - відстань від осі обертання до місця знаходження часток), що виникають при обертанні перемішувального органу 5 й спрямовані від осі обертання. При цьому, як це видно із зазначеної вище формули, величина відцентрових сил буде прямо пропорційна квадрату лінійної швидкості руху часток, тобто зі збільшенням швидкості обертання перемішувального органу буде зростати лінійна швидкість й, відповідно, об'єм рідини, що перетікає в радіальному напрямку. Для інтенсифікації процесу перемішування рідини каналу для перетікання рідини в радіальному напрямку варто надати форму труби Вентурі (Фіг.6), горловина якої з'єднується із внутрішньою порожниною вертикальної лопаті 7. При цьому за рахунок різниці прискорень, які будуть здобувати у відповідності із другим законом Ньютона частки змішуваних компонентів різної щільності, у конфузійній і дифузійній частинах каналу буде відбуватися додаткове змішування компонентів безпосередньо в самих каналах, що, в остаточному підсумку, буде сприяти збільшенню загальної ефективності перемішування в усьому об'ємі корпусу перемішувального пристрою.

Таким чином, у пропонованому перемішувальному пристрої забезпечується відносно переміщення змішуваних компонентів по всіх трьох напрямках: в тангенціальному - за рахунок обертання лопатей перемішувального пристрою, в осьовому - за рахунок перетікання змішуваних компонентів у вертикальних лопатях, розташованих паралельно обертючому валу, і в радіальному - за рахунок перетікання змішуваних компонентів по розташованим у горизонтальних лопатях каналам. За рахунок цього забезпечується значно більш повне змішування гідрофобних речовин з рідкими середовищами, ніж у відомих перемішувальних пристроях.

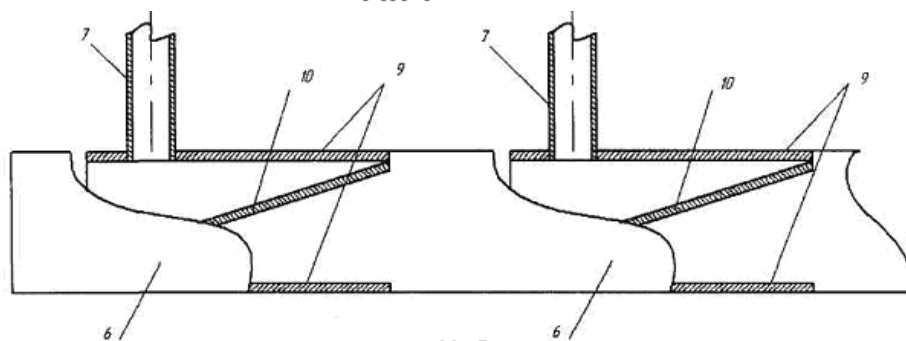


Б-Б

Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

