



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59460

(13) C2

(51) 7 B01F7/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) СПОСІБ СУБМІКРОННОГО ДИСПЕРГУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ**

1

(21) 2001042694

(22) 20 04 2001

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Долінський Анатолій Андрійович, Грабов Леонід Миколайович, Мерщій Валентин Іванович, Берел Вільям, US, Шафеева Єлена Мансуровна, US

(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU 1820862 A3, 07 06 93

SU 1824227 A1, 30 06 93

SU 1824228 A1, 30 06 93

UA 20698 A, 27 02 98

RU 2136356 C1, 10 09 99

US 5832596 A, 27 05 97

US 5622650 A, 22 04 97

WO 98/45031, 15 10 98

(57) 1 Спосіб субмікронного диспергування багатоконпонентних рідких середовищ, у якому потік середовища спочатку спрямовують у статорний простір, потім у перемішувачий простір між ротором і статором, де піддають його діянню зрушення і спрямовують у другий перемішувачий простір, що розташований навколо ротора, який відрізняється тим, що у статорному просторі потік середовища розподіляють на різноспрямовані струмені і піддають їх одночасно механічному, акустичному, кавтаційному діянню, після чого струмені перемішують між собою, із суміші струменів на периферії статорного простору формують кільцеподібний шар середовища, що обробляється, який під дією відцентрової сили перемішують на межу між статорним і першим перемішувачим простором, і при різкому перепаді тиску розподіляють цей шар середовища на нові струмені і піддають їх одночасно діянню зрушення і зрізу, із згаданих струменів у першому перемішувачому просторі формують кільцеподібний шар середовища заданої товщини, піддають його одночасно діянню зрушення і зрізу і спрямовують на межу між першим і другим перемішувачими просторами, розподіляють його на струмені і знов пе-

2

ремішують їх між собою, а потім перемішують між другим і наступними перемішувачими просторами, після чого суміш, що утворилася в останньому перемішувачому просторі, спрямовують у статорний простір, і описаний цикл диспергування при необхідності багаторазово повторюють до досягнення заданої дисперсності середовища

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згадані струмені формують із поперечним перерізом у формі багатокутника або фігури обертання

3 Пристрій для субмікронного диспергування багатоконпонентних рідких середовищ, який містить циліндричний корпус з входом і виходом і кришку корпусу, навколо входу розташована статорна поверхня, напроти якої встановлено ротор, закріплений на валу, а між статорною поверхнею і поверхнею ротора є перемішувачі простори, що утворені коаксіально встановленими циліндрами ротора і статора, що чергуються між собою, який відрізняється тим, що циліндри ротора закріплені на диску, розташованому у площині, що перпендикулярна до валу, з утворенням між диском ротора і статорною поверхнею статорного простору, на диску ротора закріплені лопатки, зігнуті у бік, протилежний обертанню ротора, периферійна частина котрих виконана переважно з шипами та пазами, висота яких зменшується від периферії лопатки до центру обертання ротора на відстані 0,3-0,5 довжини лопатки, при цьому шипи у поперечному перерізі мають форму трикутника, багатокутника або іншу форму, а бокові поверхні циліндрів ротора і статора мають еквідистантні прорізи

4 Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що площа поперечного перерізу прорізів на бокових поверхнях наступних циліндрів ротора й статора зменшується від центру до периферії

5 Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що пази на лопатках диска ротора виконані різної ширини і з різним кутом нахилу

6 Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що вихідна частина корпусу виконана у вигляді равлика

(13) C2

(11) 59460

(19) UA

Винахід відноситься до нанотехнологій, а саме до обробки багатокомпонентних рідких середовищ для одержання субмікронних дисперсій з рівномірно розподіленими в них мікро- і наночастинками. Винахід може бути використаний для одержання емульсій, суспензій, екстрактів, мазей, в тому числі й очних, гелів, паст, кремів у різних галузях промисловості, де необхідне супертонке диспергування й гомогенізація.

Відомо використання звукових, ультразвукових, кавітаційних та інших фізичних ефектів руйнування частинок у гетерогенних системах рідина-рідина та тверде тіло - рідина для змішування, диспергування, гомогенізації та інших процесів з метою одержання тонкодисперсних рідких середовищ [див., наприклад, патенти США №№ 3420506, 4136971, 4915509, 5267789, авторські свідоцтва СРСР №№895484, 1169721, 1684382, 1790890, патенти RU №№2035214, 2040962, 2050959, 2081691, 2136356, патенти UA №№1972, 15439, 20698, заявка DE №19608222, а також книгу Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности - М 1977].

Відомо спосіб і пристрій для емульгування шляхом сумісної гідроакустичної обробки взаємно незмішуваних рідин. Спосіб передбачає сумісну подачу рідин, що підлягають обробці, у порожнину робочого колеса, що обертається, переривчастий випуск суміші рідин, що обробляються, із порожнини робочого колеса через ряд каналів, котрі виконані у його кільцевій периферійній стінці, безпосередньо у секціонувану резонансну порожнину статора, яка утворена окремими резонансними камерами по кількості каналів робочого колеса, і відвід емульсії з резонансних камер через випускний отвір статора, що сполучений з ними. Радіальна протяжність резонансних камер сумірна з радіальною протяжністю каналів робочого колеса і визначається по формулі [патент РФ №2136356, кл B01F 3/08, 1999].

Відомий винахід дозволяє одержувати тривалостійкі вискодисперсні емульсії широкого спектра застосування, однак він не придатний для обробки багатокомпонентних рідких середовищ із твердими компонентами, тому що в ньому недостатньо використовується кавітація, що звукує галузі його застосування.

Частково ці недоліки усуває відомий пристрій для створення субмікронної емульсії однієї рідини в іншій, що містить циліндричний статор з круговими рядами зубців, які концентрично розташовані на його поверхні. Висота зубців складає  $1/12-1/46$  діаметра статора. Зубці утворені відповідною кількістю концентрично розташованих лопаток і перетинаючих їх канавок. Канавки орієнтовані під кутом до радіальних ліній статора. Ротор також має циліндричну форму і концентричні круглі ряди зубців, висота яких складає  $1/12-1/46$  діаметра ротора. Зубці ротора утворені концентрично розташованими лопатками і перетинаючими їх канавками, які виконані під кутом до радіальних ліній ротора [патент США №5632596, 1998].

Цей винахід дозволяє одержати субмікронні емульсії, але в ньому недостатньо реалізуються ефекти кавітаційного і механічного руйнування

твердих частинок.

З відомих способів і пристроїв для диспергування найбільш близьким до винаходу, що заявляється, є спосіб і установка для емульгування однієї рідини в іншій [патент США №5622650, 1998]. Пристрій містить корпус із циліндричною порожниною, входом для рідин у порожнину на одному кінці і віддалим уздовж осі виходом для емульсії. Навколо входу розташована статорна поверхня, навпроти якої у циліндричній порожнині знаходиться ротор, закріплений на валі, що обертається. Між оберненими назустріч одна іншій статорної поверхні й поверхні ротора є робочий простір. На обох поверхнях виконані виступи, які обернені в середину робочої порожнини і розподілені вздовж концентричних кіл, при цьому розмір виступів збільшується по мірі віддалення від центру. Виступи на одній поверхні входять у концентричні інтервали між ними на другій поверхні. Статор і ротор мають принаймні по одному кільцевому ряду виступів, що обернені у перший перемішувачий простір. Виступи статора зміщено у радіальному напрямку відносно виступів ротора. Крім того, ротор наділено принаймні одним рядом виступів, що обернені у другий перемішувачий простір. Суміш рідин, що підлягає емульгуванню, проходячи радіально назовні через робочий простір, піддається зрушуючому діянню, яке утворюється виступами. Для емульгування гідрофобної і гідрофільної рідин їх спрямовують у перемішувачий простір між ротором, що обертається, і статором, з якого вони надходять у другий перемішувачий простір, розташований навколо ротора.

Це дозволяє піддавати середовищу, що обробляється, зрушуючому діянню, яке посилюється по мірі наближення середовища до зовнішнього краю порожнини корпусу. Однак цього недостатньо для одержання вискодисперсних суспензій, паст, емульсій, мазей тощо, із рівномірно розподіленими в них мікро- і наночастинками. Для цього необхідно створити додаткові ефекти зрізу, тертя, кавітації, гідродудару для одночасного діяння на середовище, що обробляється. Це обмежує функціональні можливості відомого винаходу й галузі його застосування.

Технічний результат, який досягається у винаході, що заявляється, полягає в удосконаленні відомого способу та пристрою для субмікронного диспергування багатокомпонентних рідких середовищ шляхом діяння на них одночасно звукових, ультразвукових, кавітаційних, гідродинамічних та інших фізичних ефектів для одержання високої якості субмікронних суспензій з рівномірно розподіленими в них мікро- і наночастинками, що дозволяє розширити його функціональні можливості й галузі застосування.

Зазначений технічний результат досягається тим, що у способі субмікронного диспергування багатокомпонентних рідких середовищ, в якому потік середовища спрямовують у статорний простір, потім у перемішувачий простір між ротором і статором, піддають його діянню зрушення і спрямовують його у другий перемішувачий простір, який розташований навколо ротора, згідно з винаходом, у статорному просторі потік середовища роз-

поділяють на різноспрямовані струмені і піддають їх одночасному механічному, акустичному, кавітаційному діянню, після чого струмені перемішують між собою, із суміші на периферії статорного простору формують кільцеподібний шар середовища, що обробляється, який під дією відцентрової сили перемішують на межу між статорним і першим перемішувальним простором, і при різкому перепаді тиску розподіляють цей шар середовища на нові струмені і піддають їх одночасному діянню зрушення і зрізу, із згаданих струменів у першому перемішувальному просторі формують кільцеподібний шар середовища заданої товщини, піддають його одночасному діянню зрушення і зрізу і спрямовують на межу між першим і другим перемішувальними просторами, розподіляють його на струмені і перемішують їх між собою, а потім між другим і наступними перемішувальними просторами, після чого суміш, що утворилася в останньому перемішувальному просторі спрямовують у статорний простір, і описаний цикл диспергування при необхідності багаторазово повторюють до досягнення заданої дисперсності середовища.

Згадані струмені формують із поперечним перерізом у формі багатокутника або фігури обертання.

Зазначений результат досягається також тим, що у пристрої для субмікронного диспергування багатокомпонентних рідких середовищ, який містить циліндричний корпус із входом і виходом і кришку корпусу, навколо входу розташована статорна поверхня, напроти якої встановлено ротор, закріплений на валі, що обертається, а між статорною поверхнею і поверхнею ротора є перемішувальні простори, які утворені коаксіально встановленими циліндрами ротора й статора, які чергуються між собою, згідно з винаходом циліндри ротора закріплені на диску, розташованому у площині, що перпендикулярна до валу, з утворенням між диском ротора і статорною поверхнею статорного простору, на диску ротора закріплені лопатки, зігнуті у бік, протилежний обертанню ротора, периферійна частина котрих виконана переважно з шипами та пазами, висота яких зменшується від периферії лопатки до центру осі обертання ротора на відстані 0,3-0,5 довжини лопатки, при цьому шипи у поперечному перерізі мають форму трикутника, багатокутника або іншої форми, а бокові поверхні циліндрів ротора і статора мають еквідистантні прорізи.

Площа поперечного перерізу прорізів на бокових поверхнях наступних циліндрів ротора й статора зменшується від центру до периферії.

Пази на лопатках диска ротора виконані різної ширини і з різним кутом нахилу.

Вихідна частина корпусу виконана у вигляді завитки.

У винаході, що заявляється, у процесі диспергування багатокомпонентного рідкого середовища використовуються відомі механічні, акустичні, кавітаційні, гідродинамічні та інші фізичні ефекти, однак наділення периферійної частини лопаток диска ротора шипами та пазами дозволяє турбулізувати потік середовища й створити у перемішувальному просторі за лопатками інтенсивні частотні турбулентні пульсації у широкому діапа-

зоні й одночасно ударні хвилі, що сприяє утворенню активних кавітаційних ефектів. За рахунок різної висоти шипів та пазів, а також їх форми, лопатки здійснюють звукові та ультразвукові коливання під дією набігаючого потоку середовища, що обробляється. Усі процеси, які відбуваються у зоні активної обробки потоку середовища, сприяють одержанню субмікронних високоомогенних емульсій та суспензій з рівномірно розподіленими в них мікро- і наночастинками.

Зменшення висоти шипів та пазів від периферії лопаток до центру осі обертання на відстані 0,3-0,5 довжини лопатки дозволяє збільшити насосний ефект пристрою і створити кавітаційні зони у міжлопаткових просторах ротора, що призводить до зміни щільності середовища, що обробляється, виникненню гідродинамічних ударів, за рахунок чого тверді компоненти середовища руйнуються. В залежності від складу і фізико-хімічних властивостей компонентів середовища, що обробляється, застосовують різноманітну форму виконання шипів у поперечному перерізі для створення необхідного завихрення потоку. Наприклад, при диспергуванні середовищ із високов'язкими адгезійними властивостями, доцільно використовувати шипи, які у поперечному перерізі мають обтічну форму, а при диспергуванні суспензій з підвищеною міцністю компонентів доцільно виконувати шипи з поперечним перерізом у формі трикутника, багатокутника або іншої клиновидної форми, які виконують функції молоткової дробарки.

Виконання прорізів на бокових поверхнях наступних циліндрів ротора й статора із зменшенням площі поперечного перерізу від центру до периферії створюють додаткові руйнівні дії на тверді частинки та їх розтирання.

Доцільність виконання вихідної частини корпусу у вигляді завитки забезпечує додаткове перемішування обробленого середовища на виході з пристрою.

Винахід пояснюється кресленнями, де на фіг 1 схематично показано пристрій для субмікронного диспергування, поздовжній переріз, на фіг 2 зображено диск ротора з лопатками, шипами та пазами в аксонометрії.

Пристрій містить циліндричний корпус 1 із входом 2 і виходом 3 і кришку 4 корпусу 1. Навколо входу 2 розташована статорна поверхня 5, напроти якої встановлено диск 6 ротора 7, закріплений на валі 8, що обертається, з утворенням між диском 6 ротора 7 і статорною поверхнею 5 статорного простору 9. Між статорною поверхнею 10 і поверхнею ротора 7 виконані перемішувальні простори 11,12,13, які утворені коаксіально встановленими циліндрами 14,15 ротора 7 і циліндрами 16,17 статора, які чергуються між собою. Бокові поверхні циліндрів 14,15 ротора 7 виконані із еквідистантними прорізами 18, а циліндрів 16,17 статора - із еквідистантними прорізами 19. На диску 6 ротора 7 закріплені лопатки 20, зігнуті у бік, протилежний обертанню ротора 7, периферійна частина котрих виконана із шипами 21 та пазами 22, висота яких зменшується від периферії лопатки 20 до центру осі обертання ротора 7 на відстані 0,3-0,5 довжини лопатки. Шипи 21 у поперечному перерізі мають форму трикутника, багатокутника або іншої форми.

Спосіб субмікронного диспергування багатокомпонентних рідких середовищ здійснюється у згаданому пристрої наступним чином

Потік середовища, що підлягає диспергуванню, через вхід 2 спрямовують у статорний простір 9, де його під дією відцентрової сили, яка створюється лопатками 20, закручують і шипами 21 розділяють його на різноспрямовані струмені, які піддають одночасному механічному, акустичному, кавтаційному діям і змішують їх між собою. Проходячи через пази 22 лопаток 20, які виконано різної ширини і з різним кутом нахилу, із суміші середовища формують різноспрямовані струмені, які турбулізуються, змінюють свій напрямок і змішуються між собою. Одночасно з цим струмені додатково піддають гідроакустичній обробці у широкому діапазоні звукових частот за рахунок того, що різна довжина й форма шипів 21 лопаток 20 створює різну частоту їх власних коливань. При обтіканні потоком середовища шипів 21 за ними виникають стійкі вихори і додаткові кавтаційні ефекти з утворенням локальних кавтаційних зон у міжлопатковому просторі ротора 7, особливо на периферійних ділянках лопаток 20 і у просторі між статорною поверхнею 5 і ротором 7. Завдяки цьому тверді компоненти середовища руйнуються, диспергуються і змішуються між собою. З одержаної суміші струменів на периферії статорного простору 9 утворюють кільцеподібний шар середовища, що обробляється. Цей шар середовища при суміщенні прорізів 18 циліндрів ротора 7 і прорізів 19 циліндрів статорної поверхні 5 розподіляють на нові струмені, які у просторі 11 між статорною поверхнею 5 і ротором 7 піддаються здрібненню, перемішуванню, диспергуванню і гомогенізації за рахунок миттєві зміни тиску, а також одночасної дії кавтації, тертя, зрушення й зрізу. Після цього струмені, що утворилися у прорізах 18 циліндрів ротора 7 і прорізах 19 статорної поверхні 5 спрямовують через прорізи 16, 15 циліндрів статорної поверхні й циліндрів ротора і знов утворюють кільцеподібний шар у перемішувачому просторі 12, розподіляють його на нові струмені при проходженні через прорізи 18 циліндрів статорної поверхні. Аналогічні деформації середовища, що об-

робляється, відбуваються і в наступному перемішувачому просторі 13. Одержану в останньому перемішувачому просторі 13 суміш виводять через вихід 3 і знов спрямовують її на вхід 2, далі у першій статорний простір 9. Цикл диспергування й змішування багаторазово повторюють до досягнення заданої дисперсності середовища.

Завдяки такому здійсненню процесу диспергування, змішування й гомогенізації багатокомпонентних рідких середовищ досягається можливість одержувати суспензії, емульсії, мази, креми, гелі, тощо з рівномірно розподіленими в них мікро- і наночастинками твердих компонентів, що дозволяє розширити функціональні можливості пристрою.

Випробування винаходу проводилися на експериментальній установці з використанням описаного пристрою для диспергування, в якому лопатки диска ротора були виконані у формі шипів та пазів. Шипи у поперечному перерізі мали форму трикутника. Установка працювала по описаному способу.

Для порівняння було використано реакторний гомогенізатор для диспергування по патенту України №20698.

Зразки пристроїв для диспергування мали діаметр циліндрів ротора 120 мм при обертанні 3000 об/хв, частота пульсацій тиску 3-45 кГц. Продуктивність експериментальної установки дорівнювала 1000 кг/год.

Для експериментів використовували стрептоцид і вазелін для одержання 10% мази стрептоцидової. Максимальний розмір кристалів стрептоциду до 300 мкм. Середнє руйнівне механічне напруження становило 2,70 МПа, а максимальне - 5,32 МПа.

У процесі експерименту визначали

- розмір твердих частинок стрептоциду після диспергування,
- однорідність мази.

Результати дослідження процесу диспергування кристалів стрептоциду і їх розподілення у вазелиновій основі в залежності від часу роботи установки наведено у таблиці.

Таблиця

Найменування показників												
Вихідний максимальний розмір кристалів стрептоциду, мкм	Відношення довжини шипів і пазів до довжини лопатки	Середній розмір частинок після обробки, мкм								Однорідність мази, %		
		Час обробки, хв								Час обробки, хв		
		15	30	45	60	75	90	120	150	10	20	30
Пристрій по винаходу, що заявляється												
300	0,3	180	130	90	70	60	50	40	30	30	100	
300	0,5	185	150	115	100	90	75	60	50	20	80	100
300	0,8	250	215	200	185	160	160	150	150	10	60	80
300	1,0	280	250	230	215	200	200	200	200	5	45	70
Пристрій по патенту України №20698												
300	-	200	170	140	125	120	110	90	70	10	70	80

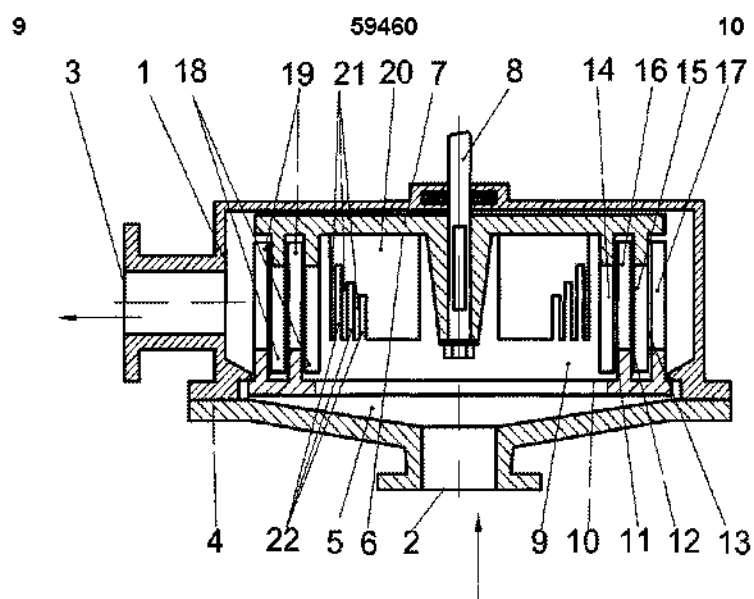


Fig. 1.

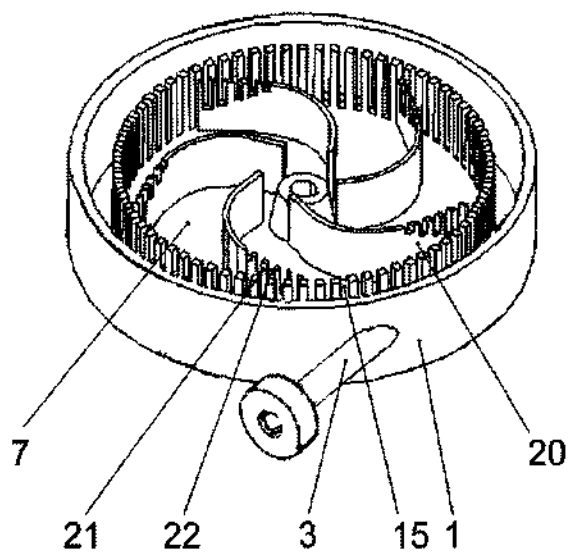


Fig. 2.