



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55279 (13) A

(51) 7 C02F1/36, C02F1/48, A61L2/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ РІДИНИ В ПРОТОЦІ

1

2

(21) 2002107879

(22) 03 10 2002

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Луговський Олександр Федорович, Чорний Валерій Іванович, Мовчанюк Андрій Валерійович

(73) Луговський Олександр Федорович, Чорний Валерій Іванович, Мовчанюк Андрій Валерійович

(57) Пристрій для ультразвукової обробки рідини в протоці, що містить трубу для рідини, яка затиснута з боків через прокладку із дугоподібними запдинами ультразвуковими випромінювачами, електрично зв'язаними із виходом генератора, які, в свою чергу, контактують через сухарі із болтами, що впираються в систему притиску, який

відрізняється тим, що ультразвукові випромінювачі виконані складеними п'єзоелектричними, випромінююча накладка яких є дугоподібною, а кожен сухар виконаний як стакан, що охоплює ультразвуковий випромінювач і своїм дном контактує через кульку із болтом, а крайками через віброізоляційну шайбу контактує із буртиком, останній виконаний у випромінюючій накладці в місці мінімальних амплітуд коливань складеного ультразвукового випромінювача, при цьому система притиску виконана як замкнутий хомут, що охоплює трубу, а ультразвукові випромінювачі зв'язані з генератором при їх непарному числі або рівному двом - синфазно, а при їх парному числі - сусідні випромінювачі підключені протифазно

Винахід відноситься до технічного використання ультразвукової енергії і може бути використаний в різних галузях промисловості, зокрема в процесах, що відбуваються в рідкому середовищі, наприклад при очищенні рідин від мікроорганізмів, завислих механічних частинок, нафтопродуктів, органічних хімікатів і мінеральних солей, для обробки стічних вод, біологічних рідких середовищ, молока і т.д.

Зростає роль фізичних факторів впливу для обробки рідин. Особливо широке розповсюдження в різних галузях промисловості отримали ультразвукові методи інтенсифікації технологічних процесів, які сильно змінюють фізико-хімічні властивості рідин і розчинів, що дозволяє ефективно впливати на цілий ряд технологічних процесів. Для реалізації методів ультразвукового впливу на різноманітні технологічні процеси використовують різні види ультразвукових пристроїв і апаратів. Конструкції цих пристроїв залежать від технічних вимог, що ставляться при конкретній розробці процесу. Виконання цих вимог часто потребує рішення складних, суперечливих конструкторсько-технологічних задач. Від вибору конструкції ультразвукового пристрою для впливу на рідкі середовища залежить ефективність самого впливу на технологічний процес і є актуальним.

Відомий сонофотолітичний стерилізатор води

(А с ЧСФР №261765, МПК А61L2/02, 1988), що складається із труби, яка має на одному кінці вхід для необробленої води, а на другому кінці - вихід для обробленої води, а в ній коаксіальне вставлені бактерицидна лампа, труба з двох зовнішніх боків або з одного затиснута двома дугоподібними накладками, у кожній з яких є свій болт, що через прокладку впирається в п'єзоелементи, які електрично зв'язані з виходом електричного генератора, причому болти впираються в скобу. Відомий пристрій має низьку ефективність ультразвукової обробки із-за малої кількості ультразвукових перетворювачів, що контактують з трубою по периметру, біля однієї скоби - всього два. Використання конструкції пристрою, при якій притиск п'єзоелемента до труби через дугоподібну накладку і стягування дугоподібної накладки п'єзоелемента, накладки в один п'єзоперетворювач відбувається одночасно болтами приводить до того, що для підвищення ефективності передачі ультразвукової енергії через трубу в рідину дугоподібну накладку потрібно притискувати до неї з максимально можливим зусиллям (збільшується площа акустичних мікроконтактів). З другого боку складений (пакетний) ультразвуковий перетворювач із дугоподібної накладки, п'єзоелемента і прокладки має оптимальне зусилля стиску, при якому він має максимальний електроакустичний к.к.д. і надійність в робо-

(13) A

(11) 55279

(19) UA

ти. При більших зусиллях в ньому зростають втрати, він починає грітися, що відбивається на стабільності його роботи. Також знижується електроакустичний ккд кожної пари п'єзоелементів із-за демпфування їх коливань масивними скобами через болти досить значного перетину.

Відомий ультразвуковий циліндричний випромінювач (Гершгал Д.А. "Ультразвуковая технологическая аппаратура" - М. "Энергия", 1976, с.202, рис 8 - 16), що має стакан з плоскими виступами на зовнішній поверхні, п'єзопластини, що попарно притиснуті до останніх накладками з допомогою хомути, які з'єднані між собою болтами, при цьому кожна пара п'єзопластин утворює складений (пакетний) п'єзоперетворювач.

Проте відомий циліндричний випромінювач має складну технологію виготовлення (необхідність формування плоскопаралельних прокладок на виступах зовнішньої циліндричної поверхні, складання відразу усіх п'єзоелементів, що притискуються хомутами). Крім того, одночасний стиск усіх п'єзоелементів (одним великим обручем) приводить до того, що неможливо оптимально зібрати (стиснути зі своїм оптимальним зусиллям) кожен п'єзоперетворювач, що знижить їх електроакустичний ккд і строк їх служби, які також ще зменшуються із-за демпфування коливань кожного п'єзоперетворювача хомутами. В підсумку це також знижить ефективність обробки рідини.

Найбільш близький до запропонованого пристрою є сонофотоплічний стерилізатор води (А с ЧСФР №262859, МПК А61L2/02, 1988), що складається із труби із входом на одному кінці для необробленої води і виходом на другому кінці для обробленої води, в неї коаксіально вставлена бактерицидна лампа, причому труба має із зовнішніх боків або з одного дугоподібні накладки, до кожної з яких притиснуті п'єзоелектричні елементи, а система притиску виконана з допомогою болтів між двома жорсткими однаковими планками.

Відомий пристрій має низьку ефективність ультразвукової обробки із-за малої кількості п'єзоперетворювачів, що притиснуті до труби в межах одного її перетину (всього два). Використання системи притиску із двох жорстких, масивних планок, що служать одночасно і накладками в складеному (пакетному) п'єзоперетворювачі дугоподібна накладка - п'єзоелемент - фрагмент жорсткої планки, приводить до ненормованого і неоптимального стиску п'єзоелементів, як в межах пари п'єзоелементів, так і впливу затяжки болтів на цій парі на сусідні п'єзоелементи через жорсткі і масивні планки. Це приведе до перегріву п'єзоелементів, зниження електроакустичного ккд пристрою, утруднення технології його складання і настрювання. Зміна температури рідини, що проходить по трубі вплине на величину стиску п'єзоелементів із-за теплових деформацій елементів стиску (планок, довгомірних болтів), що знижить електроакустичний ккд. Система притиску із двох болтів приведе до перекосу планок і механічного напруження в матеріалі п'єзоелементів, що знижить строк їх служби.

В основу винаходу поставлено задачу розробки пристрою для ультразвукової обробки рідини в протоці, що містить трубу для рідини, яка затисну-

та із боків через прокладки із дугоподібними впадинами ультразвуковими випромінювачами, які в свою чергу контактують через сухарі з болтами, що впираються в систему притиску, остання не повинна впливати на електроакустичні характеристики випромінювачів, що складаються і наструюються окремо, і повинна забезпечити незалежний притиск необхідної кількості випромінювачів в межах одного перетину труби від випромінювачів, що знаходяться в області інших перетинів труби, а порядок електричного приєднання випромінювачів до генератора повинен забезпечити ефективне збудження ультразвукових коливань в трубі, це забезпечить підвищення концентрації ультразвукового поля в межах кожного перетину труби і, як наслідок, зросте ефективність обробки, підвищиться електроакустичний ккд пристрою, його надійність і строк служби.

Для вирішення поставленої задачі в пристрої для ультразвукової обробки рідини в протоці, що містить трубу для рідини, яка затиснута із боків через прокладки із дугоподібними впадинами ультразвуковими випромінювачами, електричне зв'язаними із виходом генератора, які в свою чергу контактують через сухарі із болтами, що впираються в систему притиску, відповідно винаходу ультразвукові випромінювачі виконані у вигляді складених п'єзоелектричних, випромінююча накладка яких служить в якості дугоподібної, а кожен сухар виконаний у вигляді стакану, що охоплює ультразвуковий випромінювач і своїм дном контактує через кульку із болтом, а кромками через віброізоляційну шайбу контактує із буртиком, останній виконаний у випромінюючій накладці в місці мінімальних амплітуд коливань складеного ультразвукового випромінювача, при цьому система притиску виконана у вигляді замкнутого хомуту, що охоплює трубу, а ультразвукові випромінювачі зв'язані з генератором наступним чином при їх непарному числі або двох - синфазно, при їх парному числі - сусідні підключаються протифазно.

Виконання ультразвукових випромінювачів у вигляді п'єзоелектричних складених дає можливість провести якісне складання і контроль характеристик випромінювачів до їх установки в пристрій ультразвукової обробки. Виконання буртика для притиску випромінювача до труби в місці мінімальних амплітуд і віброізоляційна шайба мінімізують вплив системи притиску на електроакустичні характеристики ультразвукових випромінювачів. Сухарі у вигляді стаканів ефективно притискують випромінюючі накладку ультразвукових випромінювачів одночасно захищаючи самі випромінювачі від зовнішніх факторів впливу. Контакт затяжних болтів із дном стаканів через кульки дає можливість просто вибирати зазори в системі притиску (знімається крутильна складова) і прикладати зусилля притиску в одній точці, що приводить до рівномірного ефективного контакту дугоподібних впадин випромінюючих накладок з поверхнею труби (кожна з них самоустановлюється). Системи притиску (упор для болтів) у вигляді жорсткого профільованого хомута, що симетрично охоплює всю трубу, дає можливість притиснути до неї в одному перетині будь-яку кількість (парну і непарну) конструктивно доцільну ультразвукових випро-

мінювачів, порядок приєднання яких до генератора впливає на ефективність збудження ультразвукових коливань в трубі

Таким чином, викладені конструктивні рішення приводять до створення пристрою, що має ефективну систему притиску ультразвукових випромінювачів (з великим зусиллям контакт по всій поверхні дугоподібної впадини), що не впливає на електроакустичні характеристики самих випромінювачів (на їх добротність, резонансну частоту), а також приводить до ефективного збудження коливань в трубі будь-якою кількістю випромінювачів. Це дає можливість ефективно обробляти потік рідини (збільшити ультразвуковий вплив) як області одного перетину труби, так і по її довжині установкою необхідного числа систем притиску із ультразвуковими випромінювачами на технологічно необхідній довжині труби, що приведе до зростання ефективності ультразвукової обробки, підвищить електроакустичний ККД пристрою і строк його служби.

Сутність винаходу пояснюється рисунками, де на фіг 1 показана конструкція пристрою вид збоку, фіг 2 представляє конструкцію пристрою вид по осі труби, а фіг 3 і фіг 4 - види радіально-згинних коливань труби в залежності від типу зв'язку випромінювачів із генератором відповідно протифазно і синфазно.

Пристрій складається із труби 1 для рідини, до якої з достатнім для акустичного контакту зусиллям притиснуті чотири ультразвукові випромінювачі 2. Кожен випромінювач містить випромінюючу накладку 3, що має дугоподібну впадину 4, радіус якої співпадає із зовнішнім радіусом труби 1, і приєднаний з допомогою частотопонижачої накладки 5 і стяжної шпильки 6, п'єзоперетворювач, що складається із двох п'єзошайб 7. Випромінююча накладка 3 має по периметру буртик 8, виконаний в місці мінімальних амплітуд коливань випромінювача 2, куди впирається своїми кромками 9 через віброізоляційну прокладку 10 металевий стакан 11, що закриває п'єзоперетворювач. Дном 12 стакан 11 контактує через кульку 13 із кінцями регулювальних болтів 14, які закручені у втулки 15. Система притиску складається із суцільнозварного профільованого хомута 16, що охоплює трубу 1, в який впираються через втулки 15 болти 14. Для фіксації регулювальних болтів 14 передбачені гайки 17. Аналогічний хомут 18 із ультразвуковими випромінювачами 2 встановлений на суміжній ділянці труби 1. Сигнальні електроди п'єзошайб 7 через отвори 19 в стаканах 11 електричне з'єднані з виходом генератора 20 ультразвукових коливань. Інші електроди п'єзошайб 7 через випромінюючі накладки 3 електричне з'єднані із трубою 1 ("корпус").

Якщо ультразвукових випромінювачів парне число починаючи із чотирьох, як у нашому випадку, то сусідні п'єзоперетворювачі (№1 і №2 наприклад) складаються із п'єзошайб так, що при подачі на них напруги однієї полярності вони деформуються протифазно. На рисунках фіг 3, фіг 4 стрілками показані напрями деформації п'єзоперетворювачів під дією напруги однієї полярності від генератора 20.

Якщо випромінювачів притиснуто два або не-

парне число (три штуки, як показано на фіг 4), то всі п'єзоперетворювачі однаково деформуються під дією напруги однієї полярності від генератора 20.

Після приєднання пристрою до технологічної магістралі внутрішню порожнину труби заповнить рідина.

Пристрій ультразвукової обробки рідини в процесі працює наступним чином. При подачі ультразвукової високочастотної напруги від генератора 20 на п'єзошайби 7 п'єзоперетворювачів останні починають вібрувати, збуджуючи поздовжні механічні коливання в ультразвукових випромінювачах 2 з напрямками деформації згідно фіг 3, які через площини дугоподібних впадин 4 випромінюючих накладки 3 передають енергію ультразвукових коливань трубі 1. В останній збуджуються резонансні радіально-згинні коливання по виду показаному на фіг 3, які стимулюють виникнення в об'ємі рідини, що протікає по внутрішній порожнині даної ділянки, явища кавітації, акустичних течій і т.п. В залежності від вимог технологічного процесу можлива зміна кількості ультразвукових випромінювачів 2, що притискуються одним хомутом або установка наступного набору ультразвукових випромінювачів (наприклад, з допомогою хомута 16). На фіг 4 показано вид радіально-згинних коливань при притиску трьох ультразвукових випромінювачів.

Така конструкція пристрою дає можливість гнучко підбирати необхідну конструктивну схему для кожного технологічного процесу. При необхідності контролю або ремонту кожен ультразвуковий випромінювач 2 може бути демонтований або замінений на інший без зупинки технологічного процесу ультразвукової обробки. У випадку ослаблення притиску якого-небудь ультразвукового випромінювача з часом, наприклад, із-за зношування опорних поверхонь він може бути знову індивідуально підтягнутий з допомогою свого болта 14 і зафіксований гайкою 17, що підвищує надійність роботи пристрою і строк його служби. Кожна система притиску (наприклад, хомут 16, 17) автономна і не впливає на сусідні ультразвукові випромінювачі.

Система притиску ультразвукових випромінювачів в запропонованому пристрої дозволяє ефективно (з достатньою силою і по всій площині контакту) індивідуально притискувати випромінювачі без механічного впливу на п'єзошайби, що зменшує втрати енергії в п'єзоперетворювачах, підвищує їх електроакустичний ККД, строк служби. Можливість значної зміни величини ультразвукового впливу як по перетину труби, так і по її довжині і збудження резонансних радіально-згинних коливань підвищує ефективність ультразвукової обробки рідини в конкретному технологічному процесі.

Наприклад, при використанні запропонованого пристрою для обробки водяного проточного розчину з метою зменшення відкладень осаду на стінках трубопроводу були використані 10 хомутів, які притискували набір із 4-х ультразвукових випромінювачів на довжині 1,5м. Кожен набір збуджувався від свого генератора потужністю 200Вт і частоті 22кГц. Таким чином, на ділянці ультразвукової

обробки 1,5м закачувалася у випромінювачі потужність до 2000Вт, останні і генератори при цьому не виділяли видимих кількостей тепла, що говорить про високий електроакустичний ккд пристрою. В результаті була отримана розвинена кавітація у всьому об'ємі рідини, що проходив по ділянці обробки, це привело до коагуляції домішок, які були у воді, і їх вільному вимиванню із системи трубопроводу.

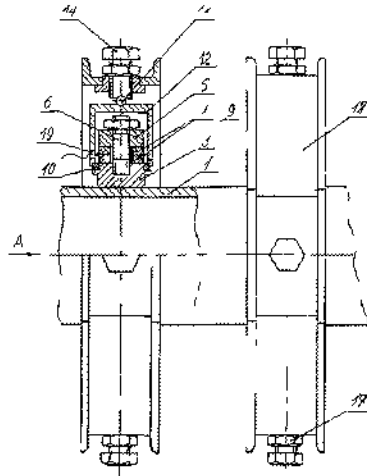
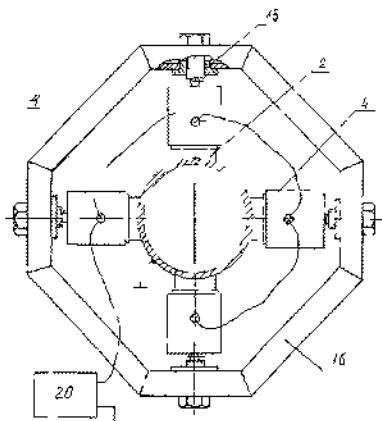


Fig.1



Після зменшення концентрації домішок у воді з'явилася можливість зменшення інтенсивності ультразвукової обробки потоку. Без зупинки безперервного технологічного процесу половина системи притиску (хомутів) із ультразвуковими випромінювачами була демонтована разом із своїми генераторами ультразвукових коливань і змонтована в пристрої для іншого технологічного процесу.

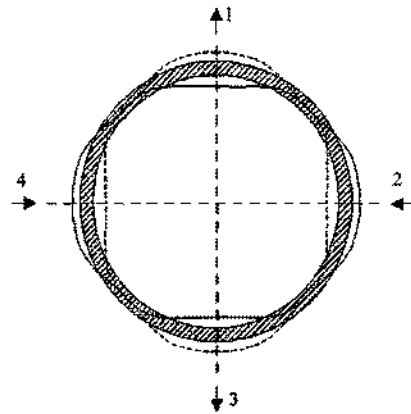


Fig.3

