



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **67944** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
**F04B 31/00**  
**C02F 1/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

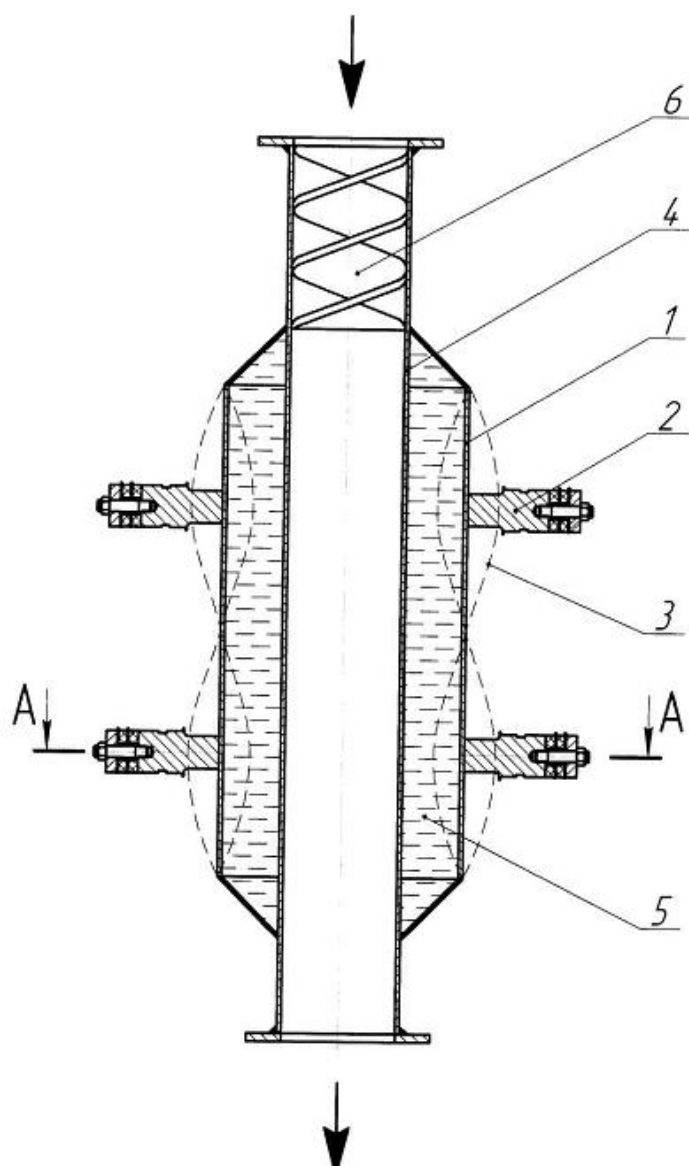
(21) Номер заявки: <b>u 2011 09811</b>	(72) Винахідник(и): <b>Гришко Ігор Анатолійович (UA),</b> <b>Луговський Олександр Федорович (UA),</b> <b>Мовчанюк Андрій Валерійович (UA),</b> <b>Фесіч Володимир Петрович (UA),</b> <b>Омелич Михайло Федорович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>08.08.2011</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.03.2012</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.03.2012, Бюл.№ 5</b>	(73) Власник(и): <b>Гришко Ігор Анатолійович,</b> пров. Ковальський, 22-а, кв. 306, м. Київ, 03056 (UA), <b>Луговський Олександр Федорович,</b> бул. Лепсе, 31, кв. 24, м. Київ, 03065 (UA), <b>Мовчанюк Андрій Валерійович,</b> вул. Київська, 17-а, кв. 44, м. Коростень, Житомирська обл., 11500 (UA), <b>Фесіч Володимир Петрович,</b> вул. Леніна, 55, с. Білогірська, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., 08210 (UA), <b>Омелич Михайло Федорович,</b> бул. Гната Юри, 4, кв. 51, м. Київ, 03146 (UA)

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ РІДИНИ

### (57) Реферат:

Пристрій для кавітаційної обробки рідини містить трубу, заповнену рідиною, на утворюючій поверхні якої встановлені ультразвукові випромінювачі, п'єзоелектричні перетворювачі яких електрично з'єднані з виходом генератора електричних коливань в межах однієї секції, так, що в трубі збуджуються резонансні радіальноозгинні коливання, випромінювачі зв'язані з ультразвуковими перетворювачами нарізним з'єднанням і виконані у вигляді ножеподібного концентратора коливань, закріплені на трубі жорстким приєднанням торців ножеподібних концентраторів до лисок, виконаних на бічній поверхні труби по твірних, при цьому інтервал між ультразвуковими перетворювачами сусідніх секцій дорівнює половині довжини хвилі резонансних поздовжньоозгинних коливань в трубі - при протифазному зв'язку з генератором і довжині хвилі резонансних поздовжньоозгинних коливань в трубі - при синфазному зв'язку з генератором. Всередині труби з випромінювачами вздовж осі встановлена додаткова труба з входом і виходом для потоку рідини, діаметр якої дорівнює половині хвилі деформації в рідині, причому порожнина між трубами виконана герметичною і заповнена попередньо дегазованою рідиною.

U  
67944  
UA



Фиг. 1

Корисна модель належить до технічного використання ультразвукової енергії і може бути використаний в різних галузях промисловості, зокрема в процесах, що відбуваються в рідкому середовищі, наприклад при очистці рідин від мікроорганізмів, завислих механічних частинок, нафтопродуктів, органічних хімреагентів 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 фізичного впливу на різноманітні технологічні процеси використовують різні види ультразвукових пристроїв. Конструкції цих пристроїв залежать від технічних вимог, що ставляться при конкретній розробці процесу. Виконання цих вимог часто потребує рішення складних, супротивних конструкторсько-технологічних задач. Від вибору конструкції пристрою для впливу на рідкі середовища залежить ефективність самого впливу на технологічний процес.

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 за 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) призводить до того, що неможливо оптимально зібрати (стиснути зі своїм оптимальним зусиллям) кожен п'єзоперетворювач, що знизить їх електроакустичний к.к.д і строк їх служби, які також ще зменшуються із-за демпфування коливань кожного п'єзоперетворювача хомутами. В підсумку це також знизить ступінь обробки рідини. Ремонт перетворювачів відбувається з розбиранням всього обруча.

Відомий Пристрій для ультразвукової кавітаційної обробки рідини (патент України № 55279А, МПК С021/36, С02F1/48, А61L2/02, 2003), що містить трубу для рідини, яка затиснута із боків через прокладки із дугоподібними впадинами ультразвуковими випромінювачами, електрично зв'язаними із виходом генератора, які в свою чергу контактують через сухарі із болтами, що впираються в систему притиску, відрізняється тим, що ультразвукові випромінювачі виконані у вигляді складених п'єзоелектричних, випромінююча накладка яких служить як дугоподібна, а кожен сухар виконаний у вигляді стакана, 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 хомута, 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.

У відомому пристрої із-за механічного навантаження (притиску) ультразвукових перетворювачів падає їх добротність, зростають втрати на нагрів. Виконання випромінювачів з достатньо великими дугоподібними контактними із трубою поверхнями демпфує резонансні згинні коливання, що знижує ступінь обробки рідини. Під час тривалої експлуатації із-за спрацювання контактних пар, втоми конструктивних елементів системи притиску зменшується сила притиску, неконтрольовано падає ультразвукова енергія, що передається в рідину. Відсутність норми на відстань між випромінювачами по довжині труби може демпфувати поздовжньозгинні коливання, що виникають при збудженні радіальнозгинних коливань окремими групами (об'єднаними хомутом) випромінювачів, що також знизить ступінь обробки рідини. Складна система притиску, необхідність розбирання усіх деталей хомута при заміні одного випромінювача ускладнює ремонт.

Найбільш близький до запропонованого є Пристрій для кавітаційної обробки рідини (патент України № 81605 С2, МПК С02F1/36, С02F1/48, А61L2/02, 2006), що містить трубу, заповнену рідиною, яка контактує по боках з випромінювачами складених ультразвукових перетворювачів, закріплених на трубі і електрично зв'язаних із виходом генератора електричних коливань в межах однієї секції так, що в трубі збуджуються резонансні радіальнозгинні коливання, відрізняється тим, що випромінювачі зв'язані з ультразвуковими перетворювачами нарізним з'єднанням і виконані у вигляді ножеподібного концентратора коливань, закріплені на трубі жорстким приєднанням торців ножеподібних концентраторів до лисок, виконаних на бічній

поверхні труби по твірних, при цьому інтервал між ультразвуковими перетворювачами сусідніх секцій дорівнює половині довжини хвилі резонансних поздовжньозгинних коливань в трубі - при протифазному зв'язку з генератором і довжині хвилі резонансних поздовжньозгинних коливань в трубі - при синфазному зв'язку з генератором. Додатково ножеподібний концентратор може розширюватися в бік труби.

У відомому пристрої завдяки циліндричності поверхні труби спостерігається концентрація ультразвукової енергії вздовж осі труби. Внаслідок цього в центральній частині труби вздовж її осі буде досягатися максимальна ефективність обробки рідини. Але, якщо внутрішній діаметр труби дорівнює або кратний довжині ультразвукової хвилі в рідині, то у поперечному перерізі труби в рідині будуть мати місце зони низького рівня інтенсивності ультразвукової обробки (поблизу внутрішньої поверхні труби, де не спостерігається концентрація енергії), а також зони, де взагалі кавітаційні явища не спостерігаються (поблизу вузлових точок хвилі деформації). Тому в даному Пристрої ефективно буде оброблятися лише об'єм рідини, який пройшов через центральну частину труби вздовж її осі. Крім того, кавітаційний прошарок, що виникає на внутрішній поверхні труби поглинає та розсіює ультразвукову енергію, зменшуючи її кількість, що потрапляє до центральної частини, тобто частини, де має місце максимальна ефективність обробки. Позбутися кавітаційного прошарку в звичайних умовах не можливо, оскільки в проточній рідині завжди присутні зародки кавітації у вигляді, наприклад, нерозчиненого повітря. При відсутності зародків кавітація взагалі не спостерігається і вказаний пристрій стає непрацездатним, т. як. метою Пристрою є збільшення рівня кавітації.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення пристрою для обробки рідини, що дозволить підвищити ступінь ультразвукової кавітаційної обробки рідини в пристрої, який містить трубу для рідини, яка контактує із боків з ультразвуковими перетворювачами, останні повинні бути механічно з'єднані з трубою так, щоб забезпечити ефективне і надійне збудження радіальнозгинних коливань в трубі, а відстань між групами ультразвукових перетворювачів, об'єднаних в межах одного діаметра, порядок їх електричного приєднання до генератора і механічний контакт кінців труби із трубопроводом не повинні демпфувати ці коливання.

Для вирішення поставленої задачі в пристрої для обробки рідини, що містить трубу, заповнену рідиною, на утворюючій поверхні якої встановлені ультразвукові випромінювачі, п'єзоелектричні перетворювачі яких електрично з'єднані з виходом генератора електричних коливань в межах однієї секції, так, що в трубі збуджуються резонансні радіальнозгинні коливання, випромінювачі зв'язані з ультразвуковими перетворювачами нарізним з'єднанням і виконані у вигляді ножеподібного концентратора коливань, закріплені на трубі жорстким приєднанням торців ножеподібних концентраторів до лисок, виконаних на бічній поверхні труби по твірних, при цьому інтервал між ультразвуковими перетворювачами сусідніх секцій дорівнює половині довжини хвилі резонансних поздовжньозгинних коливань в трубі - при протифазному зв'язку з генератором і довжині хвилі резонансних поздовжньозгинних коливань в трубі - при синфазному зв'язку з генератором, відповідно до винаходу всередині труби з випромінювачами вздовж осі встановлена додаткова труба з входом і виходом для потоку рідини, діаметр якої дорівнює половині хвилі деформації в рідині, причому порожнина між трубами виконана герметичною і заповнена попередньо дегазованою рідиною.

Встановлення додаткової труби вздовж осі труби з ультразвуковими випромінювачами дозволяє пропустити увесь потік рідини крізь зону максимальної інтенсивності ультразвукової кавітації. Ультразвукова енергія до цієї зони дістанеться тепер з мінімальними втратами, оскільки дегазована рідина, в якій відсутні зародки кавітації і яка заповнює герметичний об'єм між трубами, не дозволить утворитися кавітаційному прошарку на внутрішній поверхні труби з випромінювачами. Застосування внутрішньої труби з діаметром, що дорівнює половині довжини ультразвукової хвилі деформації в рідині, дозволить встановити внутрішню трубу по лінії вузлів хвилі деформації і, таким чином, уникнути відбиття рідини від поверхні цієї труби і, відповідно, уникнути руйнування ультразвукового поля з концентрацією ультразвукової енергії в центральній частині.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на фіг. 1 показано поздовжній переріз пристрою, а на фіг. 2 представлено поперечний переріз А-А конструкції.

Пристрій складається із труби 1, на зовнішній поверхні якої встановлені складені ультразвукові випромінювачі 2. Ультразвукові випромінювачі встановлені секціями, кожна з котрих розміщена в пучності поздовжньозгинної хвилі 3 деформації, що встановлюється по довжині труби (фіг. 1). По діаметру труби 1 ультразвукові випромінювачі, як і в прототипі, встановлені в пучностях резонансної радіальнозгинної хвилі деформації, що встановлюється в трубі. Ультразвукові випромінювачі, як і в прототипі, відповідним чином приєднані до генератора електричних коливань (на схемі умовно не показаний). Випромінювачі 2 жорстко приєднані до

поверхні труби 1. По осі труби 1 встановлено трубу 4 з фланцями. Між трубами 1 та 4 утворено герметичну порожнину 5, яка заповнена дегазованою рідиною. Діаметр внутрішньої труби вибрано таким чином, що він дорівнює діаметру вузлової лінії хвиль деформації, що встановлюються в поперечному перерізі конструкції (фіг. 2).

5 Додатково пристрій оснащено шнекоподібною нерухомою вставкою 6, яка розміщена у трубі 4 для протоку рідини на вході, який виконано на ззовні герметичної міжтрубної порожнини 5.

Пристрій працює наступним чином. При подачі високочастотної напруги від генератора електричних коливань до ультразвукових випромінювачів 2, останні починають вібрувати, збуджуючи поздовжні механічні коливання. Внаслідок чого по довжині випромінювачів встановлюється резонансна хвиля деформації. Завдяки наявності в складі випромінювачів 10 ультразвукового трансформатора швидкості, конструкція якого дозволяє з мінімальними втратами встановити випромінювач на поверхні труби, вихідний торець випромінювача, який контактує з поверхнею труби 1, коливається з достатньо великою амплітудою, передаючи коливання в трубу 1. При цьому розміри труби вибрані таким чином, в трубі збуджуються 15 резонансні радіальнозгинні та поздовжньозгинні коливання. Коливання труби 1 призводять до випромінювання ультразвукової енергії в рідину, що заповнює трубу. В рідині утворюється стояча хвиля деформації. В центральній частині труби і вздовж її осі відбувається концентрація ультразвукової енергії. Внутрішня труба 4 проходить через вузлову лінію стоячої хвилі деформації і тому не руйнує ультразвукове поле в рідині, а лише відокремлює зону підвищеної 20 інтенсивності ультразвукової енергії в рідині. Тому рідина, що прокачується через внутрішню трубу 4, буде знаходитися під впливом ультразвукової енергії великої інтенсивності. Внаслідок цього в рідині, що прокачується через трубу 4, буде розвинена кавітація, яка дозволить ефективно обробити рідину, наприклад, знезаразити її, активувати або зруйнувати кристалічну решітку солей. При цьому в рідині, яка заповнює герметичну порожнину 5 між трубами, 25 внаслідок її дегазації і, відповідно, ліквідації зародків кавітації, буде мати місце мінімальний рівень кавітації. Внаслідок відсутності кавітації в камері 5, ультразвукова енергія буде діставатися до труби 4 з мінімальними втратами, тобто з максимальною ефективністю, оскільки втрати обумовлені поглинанням та розсіюванням ультразвукової енергії в кавітаційному двофазному середовищі. При цьому рідина, що прокачується по трубі 4, насичена зародками 30 кавітації і під впливом, підведеної до неї, потужної ультразвукової енергії буде ефективно кавітаційно оброблятися.

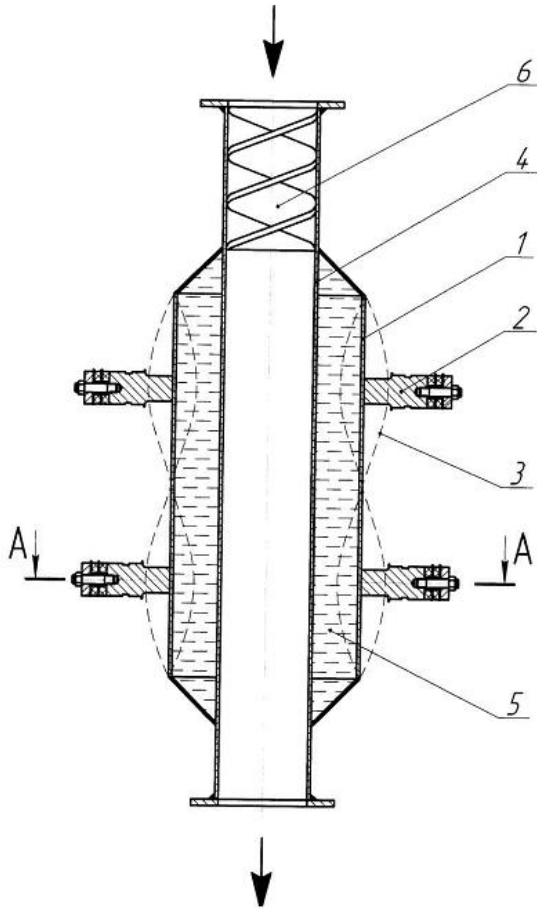
Застосування шнекоподібної вставки в трубі, по якій рухається рідина, дозволяє закрутити потік рідини в трубі і, таким чином, збільшити час знаходження рідини в межах впливу 35 ультразвукової енергії, що потрапляє в проточну трубу із герметичної порожнини. Закручування потоку рідини турбулізує потік, перемішує його і, таким чином, сприяє збільшенню вірогідності повної кавітаційної обробки рідини в ультразвуковому полі. Розміщення шнекоподібної вставки ззовні герметичної камери дозволяє уникнути відбиття ультразвукових хвиль від похилих поверхонь вставки, що може призвести до руйнації ультразвукових хвиль, що встановилися у пристрої.

40 Запропонована конструкція корисної моделі забезпечить максимально ефективну кавітаційну обробку рідини, що прокачується через внутрішню трубу.

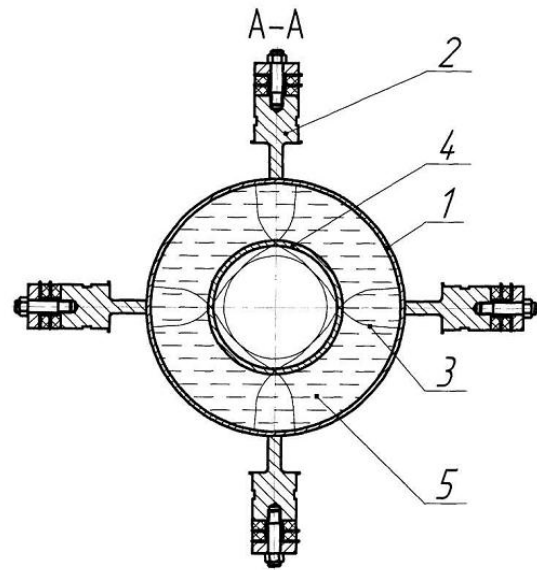
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 1. Пристрій для кавітаційної обробки рідини, що містить трубу, заповнену рідиною, на утворюючій поверхні якої встановлені ультразвукові випромінювачі, п'єзоелектричні перетворювачі яких електрично з'єднані з виходом генератора електричних коливань в межах однієї секції, так, що в трубі збуджуються резонансні радіально-згинні коливання, випромінювачі зв'язані з ультразвуковими перетворювачами нарізним з'єднанням і виконані у вигляді 50 ножеподібного концентратора коливань, закріплені на трубі жорстким приєднанням торців ножеподібних концентраторів до лисок, виконаних на бічній поверхні труби по твірних, при цьому інтервал між ультразвуковими перетворювачами сусідніх секцій дорівнює половині довжини хвилі резонансних поздовжньозгинних коливань в трубі - при प्रतिфазному зв'язку з генератором і довжині хвилі резонансних поздовжньозгинних коливань в трубі - при синфазному 55 зв'язку з генератором, який **відрізняється** тим, що всередині труби з випромінювачами вздовж осі встановлена додаткова труба з входом і виходом для протоку рідини, діаметр якої дорівнює половині хвилі деформації в рідині, причому порожнина між трубами виконана герметичною і заповнена попередньо дегазованою рідиною.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що він додатково оснащений шнекоподібною нерухомою вставкою, яка розміщена у трубі для потоку рідини на вході, який виконано ззовні герметичної міжтрубної порожнини.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

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