



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96990 (13) C2

(51) МПК

C02F 1/36 (2006.01)

C02F 9/02 (2006.01)

C02F 1/48 (2006.01)

C02F 9/12 (2006.01)

C02F 1/30 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ РІДИНИ

1

(21) а200911932

(22) 23.11.2009

(24) 26.12.2011

(46) 26.12.2011, Бюл.№ 24, 2011 р.

(72) ЛУГОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ,  
СУРЖИН ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, ЛУГОВ-  
СЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ(73) ЛУГОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ,  
СУРЖИН ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, ЛУГОВ-  
СЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(56) JP 2008036555 A, 21.02.2008

JP 2006043622 A, 16.02.2006

WO 2006108600 A1, 19.10.2006

JP 59147689 A, 24.08.1984

JP 06079264 A, 22.03.1994

US 5087374 A, 11.02.1992

(57) 1. Пристрій для обробки рідини, що містить порожнинний корпус з донною і бічною поверхнями, всередині якого встановлений фільтрувальний елемент, який поділяє порожнину корпуса на очисну і відвідну камери, розташовані так, що очисна камера примкнута до донної поверхні корпуса, вхідний, сполучений з очисною камерою, і вихідний, сполучений з відвідною камерою, патрубки, шламосбірник, з'єднаний з прилеглою до донної поверхні частиною очисної камери, та ультразвуковий випромінювач з трансформатором швидкості, підключений до електричного генератора коливань, який закріплено на корпусі у вузловій точці стоячої хвилі деформації в трансформаторі швидкості так, що випромінюючий торець трансформатора швидкості спрямований до донної поверхні корпуса і розташований нижче вихідного патрубка корпуса, який **відрізняється** тим, що корпус виконано подовженим трубчатим, в області кріплення трансформатора швидкості над вихідним патрубком виконано герметичний щодо рідини елемент, фільтрувальний елемент містить частину поверхні, яка сприймає випромінювання безпосередньо від випромінюючого торця і, при цьому розташована

2

паралельно донній поверхні корпуса, випромінюючий торець трансформатора швидкості виконано з можливістю створення поздовжніх поршневих коливань, нормально спрямованих щодо зазначеної частини поверхні фільтрувального елемента і донної поверхні корпуса, і розташовано у відвідній камері над фільтрувальним елементом навпроти частини його поверхні, яка сприймає випромінювання, при цьому відстань між випромінюючим торцем трансформатора швидкості і донною поверхнею корпуса кратна непарній кількості чвертей довжини ультразвукових хвиль у рідині, а усі внутрішні відбиваючі торцеві поверхні, які разом з бічною поверхнею корпуса утворюють порожнину корпуса, та частина поверхні фільтрувального елемента, яка сприймає випромінювання, розміщені відносно донної поверхні на відстані, кратній парній кількості чвертей довжини ультразвукових хвиль у рідині.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що герметичний елемент виконаний у вигляді герметичної повітряної порожнини.

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що трансформатор швидкості виконано ступінчастим, причому ступінь малого діаметра виконаний подовженим і кратним непарній кількості чвертей довжини поздовжньої ультразвукової хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості, а в місцях розташування пучностей хвилі деформації на ступені малого діаметра виконані дискові елементи, товщина яких значно менша за чверть довжини хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості, а діаметр значно менший за половину довжини хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості.

4. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що вхідний патрубок розміщено тангенціально до корпуса біля донної поверхні, причому з утворенням руху рідини у порожнині корпуса за годинниковою стрілкою при погляді з боку донної поверхні.

(13) C2

(11) 96990

(19) UA

Винахід належить до технологічного використання ультразвукової енергії і може бути використаний в різних галузях промисловості, зокрема в процесах, що відбуваються в рідкому середовищі, наприклад, при обеззаражуванні рідин, тобто знищенні вірусів та мікроорганізмів, фільтруванні рідин, створенні високоякісних стійких емульсій, освітленні стічних вод, холодній стерилізації молока, активації рідин та палива і т.п.

Для інтенсифікації технологічних процесів, пов'язаних з рідиною, використовують різні фізичні фактори впливу, наприклад ультразвукові коливання, які діють на згадані процеси через, так звані, ефекти першого порядку (частоту, інтенсивність і т.п.) і ефекти другого порядку, до яких належить, перш за все, кавітація.

Ефективність зазначеного використання ультразвукових коливань значною мірою залежить від режимів випромінювання ультразвукової енергії та особливостей побудови технологічного обладнання, що реалізує вказані технології.

Відомий сонофотолітичний стерилізатор води (А. с. ЧСФР № 261765, МПК А61L 2/02, 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 коаксіально вставлена 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 низький ступінь 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 здійснюється через дугоподібну накладку, призводить до суттєвого зниження ефективності передачі ультразвукової енергії через трубу в рідину, оскільки контакт такої накладки з трубою буде завжди здійснюватися не по площині накладки, а по лінії контакту труби з накладкою. Надмірне притискання дугоподібних накладок з п'єзоелементами за допомогою болтів до труби з метою збільшення площі акустичних мікроконтактів призводить до того, що п'єзоелементи, зусилля стиснення яких повинно бути оптимальним, починають перегріватися і знижують свій електроакустичний к. к. д..

Якість обробки рідини при застосуванні бактерицидної лампи залежить від ступеня прозорості води. Крім того, з часом при малому рівні кавітації, який забезпечує подібна конструкція, на поверхні лампи починають розростися колонії мікроорганізмів та водоростей, що знижує ефективність обробки рідини. Інтенсивність ультразвукової енергії, яка може бути введена в рідину, в конструкції, що розглядається, незначна. Це не дозволяє знищувати багато різновидів мікроорганізмів, що знаходяться у рідині.

Крім того, конструкція не забезпечує фільтрування рідини.

Відомий пристрій для ультразвукової обробки рідини в протоці (патент України № 55279А, МПК С02 1/36, С02 F 1/48, А61L 2/02, 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, ультразвукові випромінювачі виконані у вигляді складених п'єзоелектричних, випромінююча накладка яких служить як дугоподібна, а кожен сухар виконаний у вигляді стаканчика, 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 цьому 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 спрацьовування контактних пар, втоми конструктивних елементів системи притиску зменшується сила притиску, неконтрольовано падає ультразвукова енергія, що передається в рідину. Застосована система введення ультразвукової енергії в рідину через стінку труби призводить до збудження в трубі радіальних та радіально-згинних резонансних коливань, які впливають на резонанси випромінювачів і при невдалому розміщенні останніх на трубі можуть повністю нейтралізувати їх коливання. Складна система притиску, необхідність розбирання усіх деталей хомута при заміні одного випромінювача ускладнює ремонт. Приєднання фланців до кінців труби для її монтування в трубопровід також демпфує згинні коливання в трубі.

Як і в попередньому випадку, внаслідок великої внутрішньої поверхні труби, через яку вводиться ультразвукова енергія в рідину, інтенсивність цієї енергії незначна і рівень кавітації, що досягається, теж незначний. Тому і ця конструкція не дозволяє охопити широке коло різновидів мікроорганізмів, які вдається знищити в технологічному процесі обеззаражування рідини.

Крім того, конструкція не забезпечує фільтрування рідини.

Найбільш близький до запропонованого є спосіб обробки і очистки рідини та пристрій для його використання (патент України № 55323А, МПК С02 1/36, 2003), що містить подовжений порожнинний корпус з донною і бічною поверхнями, всередині якого встановлений фільтрувальний елемент, який поділяє порожнину корпуса на очисну і відвідну камери, розташовані так, що очисна камера при-

мкнута до донної поверхні корпусу, вхідний, сполучений з очисною камерою, і вихідний, сполучений з відвідною камерою, патрубки, шламосбірник, з'єднаний із прилеглою до донної поверхні частиною очисної камери, та ультразвуковий випромінювач із трансформатором швидкості, підключений до електричного генератора коливаль, який закріплено на корпусі у вузловій точці стоячої хвилі деформації в трансформаторі швидкості так, що випромінюючий торець трансформатора швидкості спрямований до донної поверхні корпусу і розташований нижче вихідного патрубка корпусу.

В даному випадку ультразвукова енергія вводиться безпосередньо в рідину за допомогою зануреної випромінюючої поверхні ультразвукового перетворювача, що дозволяє зробити це з максимальною ефективністю. Але максимальну інтенсивність ультразвукова хвиля має тільки поблизу поверхні випромінювання. Подалі від випромінювача інтенсивність різко знижується. Відбувається це внаслідок значного збільшення площі, через яку проходить ультразвукова хвиля деформації. Якщо використовується випромінювач з поршневиими коливаннями, то діаграма направленості його випромінювання поступово розширюється. При цьому відповідно зменшується інтенсивність ультразвукової енергії. Якщо використовується мембранний згинний випромінювач, то ультразвукова енергія розповсюджується в усі боки і її інтенсивність швидко спадає. Ультразвукова хвиля, що випромінюється відбивається від стінок корпусу, внаслідок чого в порожнині корпусу встановлюється стояча хвиля деформації. Якщо стінки корпусу нахилені відносно поверхні випромінювання або використовується згинний випромінювач, то в об'ємі корпусу встановлюється, так зване, дифузне ультразвукове поле, в якому перемішуються вузли та пучності коливаль. Це дозволяє усереднити рівень кавітації в об'ємі рідини, що знаходиться в корпусі. Але цей рівень буде суттєво менший у порівнянні з рівнем кавітації в вузлах та пучностях стоячої хвилі деформації у випадку, коли випромінююча та відбиваюча поверхні паралельні. Дифузне ультразвукове поле дозволяє підвищити рівномірність кавітаційної обробки деталей в очисних ультразвукових кавітаційних ваннах. Але, якщо мова йде про досягнення високої інтенсивності ультразвукової енергії та високого рівня кавітації для забезпечення високої ефективності обеззаражування рідини (кількість знищених мікроорганізмів пропорційна інтенсивності ультразвукової енергії, що вводиться в рідину) з дифузним полем необхідно боротися.

При встановленні в корпусі стоячої хвилі деформації з кавітаційними прошарками в вузлах та пучностях фільтрувальний елемент не може бути встановлений будь-яким чином, бо його встановлення в ультразвуковому полі може призвести до руйнування цього поля за рахунок відбиття хвилі деформації від поверхні фільтрувального елемента.

Таким чином, конструкція, що розглядається, не дозволяє досягти достатньо високої інтенсивності ультразвукового поля і високого рівня кавітації в об'ємі рідини, що обробляється. Тому вказані

пристрої не дозволяють ефективно обробляти рідини з метою їх фільтрування, обеззаражування, активації та отримання стійких емульсій.

Крім того, жоден з наведених пристроїв не використовує додаткові можливості, які може надати спільне застосування ультразвукового поля з іншими фізичними полями, наприклад, при наданні питній воді лікувальних властивостей.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення ефективності обробки рідини шляхом вдосконалення пристрою для обробки рідини, що містить подовжений порожнинний корпус з донною і бічною поверхнями, всередині якого встановлений фільтрувальний елемент, який поділяє порожнину корпусу на очисну і відвідну камери, розташовані так, що очисна камера примкнута до донної поверхні корпусу, вхідний, сполучений з очисною камерою, і вихідний, сполучений з відвідною камерою, патрубки, шламосбірник, з'єднаний із прилеглою до донної поверхні частиною очисної камери, та ультразвуковий випромінювач із трансформатором швидкості, підключений до електричного генератора коливаль, який закріплено на корпусі у вузловій точці стоячої хвилі деформації в трансформаторі швидкості так, що випромінюючий торець трансформатора швидкості спрямований до донної поверхні корпусу і розташований нижче вихідного патрубка корпусу.

Для вирішення поставленої задачі в пристрої для обробки рідини, що містить подовжений порожнинний корпус з донною і бічною поверхнями, всередині якого встановлений фільтрувальний елемент, який поділяє порожнину корпусу на очисну і відвідну камери, розташовані так, що очисна камера примкнута до донної поверхні корпусу, вхідний, сполучений з очисною камерою, і вихідний, сполучений з відвідною камерою, патрубки, шламосбірник, з'єднаний із прилеглою до донної поверхні частиною очисної камери, та ультразвуковий випромінювач із трансформатором швидкості, підключений до електричного генератора коливаль, який закріплено на корпусі у вузловій точці стоячої хвилі деформації в трансформаторі швидкості так, що випромінюючий торець трансформатора швидкості спрямований до донної поверхні корпусу і розташований нижче вихідного патрубка корпусу, відповідно винаходу, в області кріплення трансформатора швидкості над вихідним патрубком виконано герметичний щодо рідини елемент, фільтрувальний елемент містить частину поверхні, яка сприймає випромінювання безпосередньо від випромінюючого торця і при цьому розташована паралельно донній поверхні корпусу, випромінюючий торець трансформатора швидкості виконано з можливістю створення подовжніх поршневих коливаль, нормально спрямованих щодо зазначеної частини поверхні фільтрувального елемента і донної поверхні корпусу, і розташовано у відвідній камері над фільтрувальним елементом навпроти частини його поверхні, яка сприймає випромінювання, при цьому відстань між випромінюючим торцем трансформатора швидкості і донною поверхнею корпусу кратна непарній кількості чвертей довжини ультразвукових хвиль у рідині, а усі внутрішні відбиваючі торцеві поверхні, які разом з біч-

ною поверхнею корпусу утворюють порожнину корпусу, та частина поверхні фільтрувального елемента, яка сприймає випромінювання, розміщені відносно донної поверхні на відстані, кратній парній кількості чвертей довжини ультразвукових хвиль у рідині.

Виконання корпусу подовженим трубчатим дозволяє в разі випромінювання ультразвукових хвиль вздовж корпусу досягти фокусування ультразвукової енергії в області осі корпусу для забезпечення високої інтенсивності ультразвукової енергії. Можливість випромінювання ультразвукових хвиль вздовж корпусу забезпечується розташуванням ультразвукового перетворювача у верхній частині корпусу, де в області кріплення трансформатора швидкості над вихідним патрубком виконано герметичний щодо рідини елемент. Цей елемент не дозволяє змочувати вузлову точку кріплення трансформатора швидкості. В разі змочування цієї точки ультразвукова енергія може стікати в рідину і не доходити в повному обсязі до вихідного торця трансформатора швидкості, зменшуючи ефективність його коливань. Якщо рідина в корпусі знаходиться під тиском, то цей елемент, як варіант, може бути виконано герметичним за рахунок утворення повітряної замкнутої порожнини біля вузлової точки кріплення трансформатора швидкості в корпусі. Якщо корпус відкритий і рідина тече самоплином, то герметичний щодо рідини елемент може бути виконано за рахунок занурення в рідину тільки випромінюючого торця трансформатора швидкості. В обох випадках вузлова точка кріплення трансформатора швидкості залишається незмоченою, що підвищує ефективність введення в рідину ультразвукової енергії. Виконання частини поверхні фільтрувального елемента та донної поверхні корпусу паралельними щодо випромінюючого торця трансформатора швидкості, а також розташування вказаних поверхонь та інших відбиваючих внутрішніх поверхонь корпусу на відповідних відстанях, дозволяє в корпусі встановитися стоячий хвилі деформації. При цьому фільтрувальний елемент не буде руйнувати ультразвукове поле.

Як варіант, трансформатор швидкості може бути виконано ступінчастим, причому ступінь малого діаметра виконаний подовженим і кратній непарній кількості чвертей довжини поздовжньої ультразвукової хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості, а в місцях розташування пучностей хвилі деформації на ступені малого діаметра виконані дискові елементи, товщина яких значно менша за чверть довжини хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості, а діаметр значно менший за половину довжини хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості.

Таке виконання трансформатора швидкості дозволяє значно збільшити площу поверхні випромінювання ультразвукової енергії, що, в свою чергу, дозволяє при збереженні заданої інтенсивності ультразвукової енергії значно підвищити потужність пристрою. Дискові елементи, які розташовані в пучностях поздовжньої хвилі пружної деформації, будуть здійснювати ефективні порш-

неві, а не згинальні коливання, оскільки їх діаметр значно менший за половину довжини хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості. Оскільки дискові елементи мають товщину значно меншу за чверть довжини хвилі деформації в матеріалі трансформатора швидкості і, при цьому розташовуються вони в пучностях хвилі деформації, що встановилася, їх плоска поверхня буде здійснювати ефективні коливання великої амплітуди.

Додатково вхідний патрубок може бути розміщено тангенціально до корпусу біля донної поверхні, причому з утворенням руху рідини у порожнині корпусу за часовою стрілкою при погляді з боку донної поверхні. Таке розміщення патрубка дозволить закрутити потік рідини в корпусі і, відповідно, збільшити термін перебування рідини в кавітаційному середовищі. Це підвищить ефективність обробки рідини, наприклад, у випадку обеззаражування, оскільки ефективність обеззаражування залежить як від інтенсивності ультразвукової енергії, так і від часу обробки рідини. Вказаний напрям закручування рідини забезпечує максимально ефективний вплив на обробку рідини енергоінформаційного поля, яке утворюється системою поляризації спинового стану рідини, тобто системою структурування рідини, наприклад, типу „Витон” (ТУУ-32.1-1732803476-001-2007), якою може бути додатково оснащений пристрій. Ця система виконана у вигляді джерела електромагнітних хвиль, яке підключено до послідовно з'єднаних енергоінформаційного датчика-формулятора правоюгвинтового торсійного поля і джерела електричного живлення, причому енергоінформаційний датчик-формулятор правоюгвинтового торсійного поля вмонтовано в області вхідного патрубка. Система структурування рідини надає рідині, що обробляється, додаткових лікувальних можливостей.

Як варіанти, джерело електромагнітних хвиль може бути виконано у вигляді світловипромінюючих елементів, у вигляді електрично ізолюваної від рідини радіоантени, підключеної до генератора електромагнітних хвиль змінної частоти, або джерелом електромагнітних хвиль може виступати сам ультразвуковий випромінювач пристрою. В останньому випадку енергоінформаційний датчик-формулятор підключається послідовно з джерелом електричного живлення ультразвукового електричного генератора коливань, що живить ультразвуковий випромінювач.

Енергоінформаційний датчик-формулятор правоюгвинтового торсійного поля може бути виконано у вигляді металевого провідника у формі диска, на поверхні якого розміщено джерело спиноворієнтованого поля (фотонного, магнітного, електромагнітного, торсійного або інш.) з можливістю випромінювання в бік диска. Наприклад, як джерело спиноворієнтованого поля, що формує потік правоюгвинтового торсійного поля може бути використаний пристрій „Витон-І” або „Витон-З” (ТУУ-32.1-1732803476-001-2007).

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 показана схема пристрою для обробки рідини, на фіг. 2 - переріз пристрою по лінії А-А, а на фіг. 3 - варіант схеми пристрою з подовженим

трансформатором швидкості ультразвукового випромінювача.

Пристрій складається із порожнинного корпусу для рідини, утвореного трубою 1 з внутрішньою бічною поверхнею 2, верхньою кришкою 3 та нижньою кришкою 4, яка містить донну поверхню 5. В порожнинному корпусі встановлений фільтрувальний елемент 6, який поділяє порожнину корпусу на очисну 7 і відвідну 8 камери. Очисна камера 7 примкнута до донної поверхні 5. З очисною камерою 7 сполучений вхідний патрубок 9, а з відвідною камерою 8 сполучений вихідний патрубок 10. З донною поверхнею 5 з'єднаний шламосбірник 11. На верхній кришці 3 корпусу встановлений ультразвуковий випромінювач 12, який містить трансформатор швидкості 13 і закріплений на кришці в вузловій точці стоячої хвилі деформації в трансформаторі швидкості. Випромінюючий торець 14 трансформатора швидкості 13 спрямований до донної поверхні корпусу і розташований нижче вихідного патрубка 10. Ультразвуковий випромінювач 12 з трансформатором швидкості 13 встановлений з утворенням герметичного щодо рідини елемента, розміщеного вище вихідного патрубка 10 і виконаного у вигляді герметичної порожнини 15 в разі течії рідини в корпусі під тиском. Якщо корпус відкритий негерметичний і рідина тече самотплином, то герметичний щодо рідини елемент може бути виконано за рахунок занурення в рідину тільки випромінюючого торця 14 трансформатора швидкості 13. В обох випадках вузлова точка кріплення трансформатора швидкості залишається незмоченою. Фільтрувальний елемент 6 містить частину поверхні 16, яка розташована паралельно донній поверхні 5 та випромінюючому торцю 14 трансформатора швидкості. Трансформатор швидкості 13 виконано з можливістю створення поздовжніх поршневих коливань випромінюючого торця 14, нормально спрямованих щодо частини поверхні 16 фільтрувального елемента 6 та донної поверхні 5 корпусу. Відстань між випромінюючим торцем 14 трансформатора швидкості 13 і донною поверхнею 5 корпусу кратна непарній кількості чвертей довжини ультразвукових хвиль 17 у рідині, а усі внутрішні відбиваючі торцеві поверхні, які разом з бічною поверхнею корпусу утворюють порожнину корпусу, та поверхня 16 фільтрувального елемента розміщені відносно донної поверхні на відстані, кратній парній кількості чвертей довжини ультразвукових хвиль 17 у рідині. Ультразвуковий випромінювач 12 підключений до електричного генератора ультразвукових коливань, який на схемі умовно не показаний.

Додатково вхідний патрубок 9 може бути розміщено тангенціально до корпусу (фіг. 2) біля донної поверхні 5, причому з утворенням руху рідини у порожнині корпусу за годинниковою стрілкою при погляді з боку донної поверхні.

Як варіант (фіг. 3), трансформатор швидкості 13 може бути виконаним ступінчастим та мати подовжений ступінь малого діаметра, довжина якої кратна непарній кількості чвертей довжини поздовжньої ультразвукової хвилі деформації 18 в матеріалі трансформатора швидкості. В пучностях хвилі деформації 18 виконані дискові елементи 19,

товщина яких значно менша за чверть довжини хвилі деформації 18 в матеріалі трансформатора швидкості, а діаметр значно менший за половину довжини хвилі деформації 18 в матеріалі трансформатора швидкості.

Крім того, додатково пристрій може бути оснащений системою поляризації спинового стану рідини, тобто системою структурування рідини, яка виконана у вигляді джерела електромагнітних хвиль, яке підключено до послідовно з'єднаних енергоінформаційного датчика-формувача 20 правогвинтового торсійного поля, який контролює та формує спиновий стан рідини (фіг. 2) і джерела електричного живлення (джерело на схемі умовно не показано), причому енергоінформаційний датчик-формувач 20 правогвинтового торсійного поля вмонтовано в області вхідного патрубка 9. Джерело електромагнітних хвиль може бути виконано у вигляді світловипромінюючих елементів 21 або у вигляді електрично ізольованої від рідини радіоантени 22, підключеної до генератора електромагнітних хвиль змінної частоти (вказаний генератор на схемі також умовно не показаний). Як джерело електромагнітних хвиль може бути використаний і ультразвуковий випромінювач 12, підключений до електричного генератора коливань (на схемі умовно не показаний).

Енергоінформаційний датчик-формувач 20 правогвинтового торсійного поля може бути виконано у вигляді металевого провідника у формі диска, на поверхні якого розміщено джерело спіново-орієнтованого поля (фотонного, магнітного, електромагнітного, торсійного або інш.). з можливістю випромінювання в бік диска. Наприклад, як джерело спіново-орієнтованого поля, що формує потік правогвинтового торсійного поля, може бути використаний пристрій „Витон-І” або „Витон-Е” (ТУУ-32.1-1732803476-001-2007).

Пристрій працює наступним чином. Через пристрій за допомогою вхідного 9 та вихідного 10 патрубків прокачується під тиском або тече самотплином рідина, яка потребує обробки. При подачі високочастотної напруги від електричного генератора коливань на ультразвуковий випромінювач 12 в останньому збуджуються поздовжні резонансні пружні механічні коливання. Ультразвуковий трансформатор швидкості 13, наприклад, ступінчастого типу за рахунок зменшення поверхні випромінювання дозволяє підвищити амплітуду коливань. Занурений в рідину торець 14 трансформатора швидкості випромінює ультразвукові хвилі в рідину. Трансформатор швидкості 13 закріплений в верхній кришці в вузловій точці. В цій точці має місце нульова амплітуда коливань, що дозволяє здійснити кріплення без впливу на резонансні коливання випромінювача 12. Кріплення трансформатора швидкості здійснюється з утворенням герметичної щодо рідини порожнини 15. Рідина в корпусі пристрою може піднятися лише до вихідного патрубка 10. В порожнині 15 залишається стиснуте повітря. Це дозволяє ультразвуковій енергії потрапляти в рідину тільки через випромінюючий торець 14 трансформатора швидкості. Таке конструктивне рішення дозволяє з мінімальними втратами ввести ультразвукову енергію в

рідину. Ультразвукова хвиля, що випромінюється у рідину, відбивається від донної поверхні 5, змінює фазу, накладається на пряму хвилю і встановлюється. При цьому поверхня 16 фільтруючого елемента, яка безпосередньо сприймає нормально спрямовані на неї ультразвукові хвилі, будучи розміщена у вузловій точці хвилі, не відбиває хвилю і не перешкоджає встановленню стоячої хвилі деформації. Усі внутрішні торцеві поверхні корпусу розміщені таким чином, що вони теж сприяють утворенню стоячої хвилі деформації з мінімальними втратами. В вузлах та пучностях стоячої ультразвукової хвилі утворюються кавітаційні прошарки. Проходячи через ці кавітаційні прошарки рідина потрапляє у вихідний патрубок. Максимальна інтенсивність ультразвукової енергії, а, відповідно, і максимальний рівень кавітації спостерігаються поблизу поверхні 14 випромінювання. Виконання корпусу подовженим трубчатим дозволяє в разі випромінювання ультразвукових хвиль вздовж корпусу за рахунок поршневих коливань торця 14 досягти високої інтенсивності ультразвукової енергії на відстані від випромінюючого торця 14. Це відбувається незважаючи на наявність діаграми направленості випромінювання, яка розширюється, тому, що хвилі відбиваються від внутрішньої поверхні трубчатого корпусу і фокусуються в області осі корпусу. Можливість випромінювання ультразвукових хвиль вздовж корпусу забезпечується розташуванням ультразвукового перетворювача у верхній частині корпусу. Фільтрувальний елемент 6 має дуже розвинену поверхню, що забезпечує велику продуктивність пристрою при високій якості фільтрування. Фільтрувальний елемент 6, знаходячись в кавітаційному середовищі, постійно очищується і тому залишається постійно чистим. Забруднювач поступово осаджується в очисній камері 7 на донну поверхню 5 і потрапляє в шламосбірник 11, звідки періодично за допомогою вентиля видаляється в автоматичному або ручному режимах. Рідина, проходячи через кавітаційні прошарки та біля поверхні торця 14 обеззаражується. Обеззаражування відбувається за рахунок схлопування кавітаційних бульбашок поблизу мікроорганізмів. При схлопуванні кавітаційних

бульбашок утворюються руйнівні ударні хвилі, кумулятивні струмені, високий тиск (до  $10^3$  МПа) та температура (до 1000 °C) в мікрооб'ємах рідини, що забезпечує загибель мікроорганізмів. Концентрація ультразвукової енергії, що забезпечується конструкцією пристрою, дозволяє ефективно знешкоджувати значну кількість шкідливих мікроорганізмів в рідині. Для збільшення часу перебування рідини в кавітаційному середовищі здійснюється закручування рідини в корпусі.

На випромінюючому торці трансформатора швидкості утворюється кавітаційний прошарок з максимально розвиненим рівнем кавітації. Цей кавітаційний прошарок розсіює і поглинає значну частину ультразвукової енергії випромінювача. Тому, при звичайній конструкції трансформатора швидкості застосування ультразвукового випромінювача великої потужності є недоречним. Застосування трансформатора швидкості із розвинутою за допомогою дискових елементів поверхнею випромінювання дозволяє зменшити втрати ультразвукової енергії при проходженні кавітаційного прошарку і зробити пристрій значно більшої потужності. Наявність декількох вібруючих дискових елементів по довжині корпусу дозволяє досягти більшої ефективності кавітаційної обробки рідини в об'ємі корпусу.

Для підвищення ефективності обробки рідини додатково застосовується система поляризації спиногового стану рідини, тобто система структурування рідини. Датчик-формував правогавинтового торсійного поля дає інформацію про спиновий стан рідини на вході в пристрій та за допомогою пристрою типу „Витон” формує потік правогавинтового торсійного поля. Наступна обробка рідини спиново-орієнтованим полем може виконуватися за допомогою джерела електромагнітних хвиль або ультразвукового випромінювача пристрою разом із електричним генератором коливань. Правогавинтове торсійне поле призводить до загибелі більшості мікроорганізмів, які є джерелами лівогавинтового торсійного поля. Структурована таким чином рідина набуває лікувальних властивостей, оскільки запам'ятовує свій спиново-орієнтований стан.

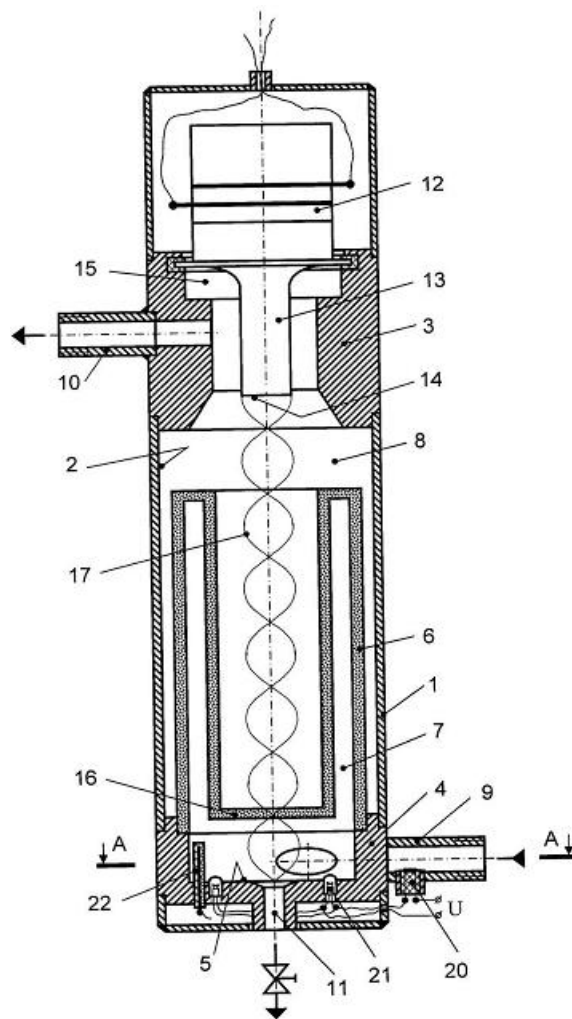


Fig. 1

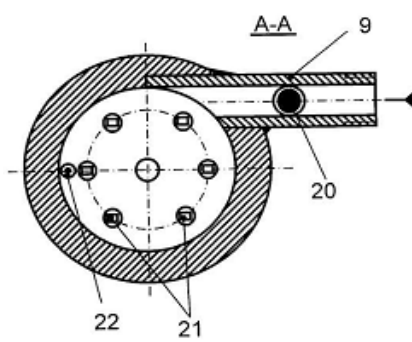
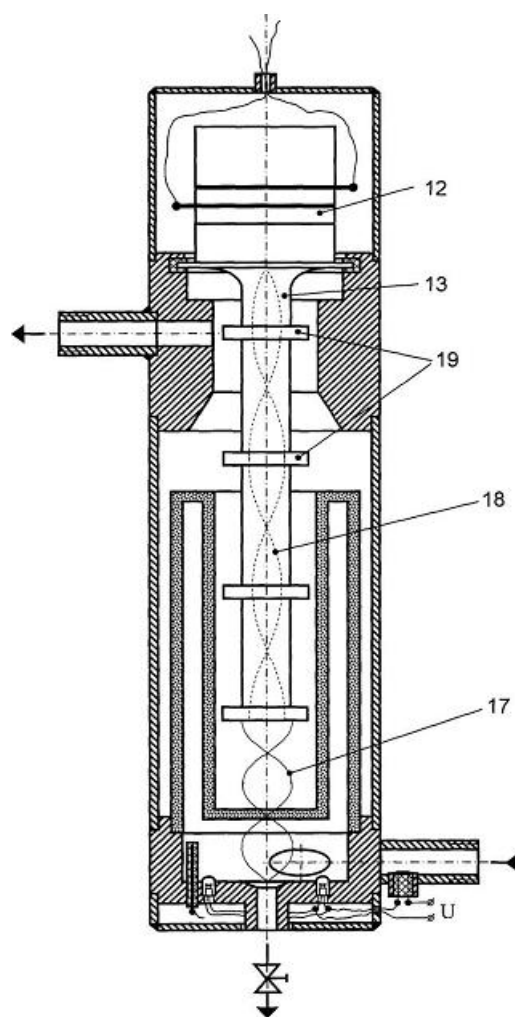


Fig. 2



Фиг. 3