



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115088** (13) **C2**  
(51) МПК**C02F 1/36** (2006.01)  
**A23L 3/015** (2006.01)  
**A23L 3/30** (2006.01)  
**B01F 3/04** (2006.01)  
**B01F 11/02** (2006.01)  
**B01J 19/10** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

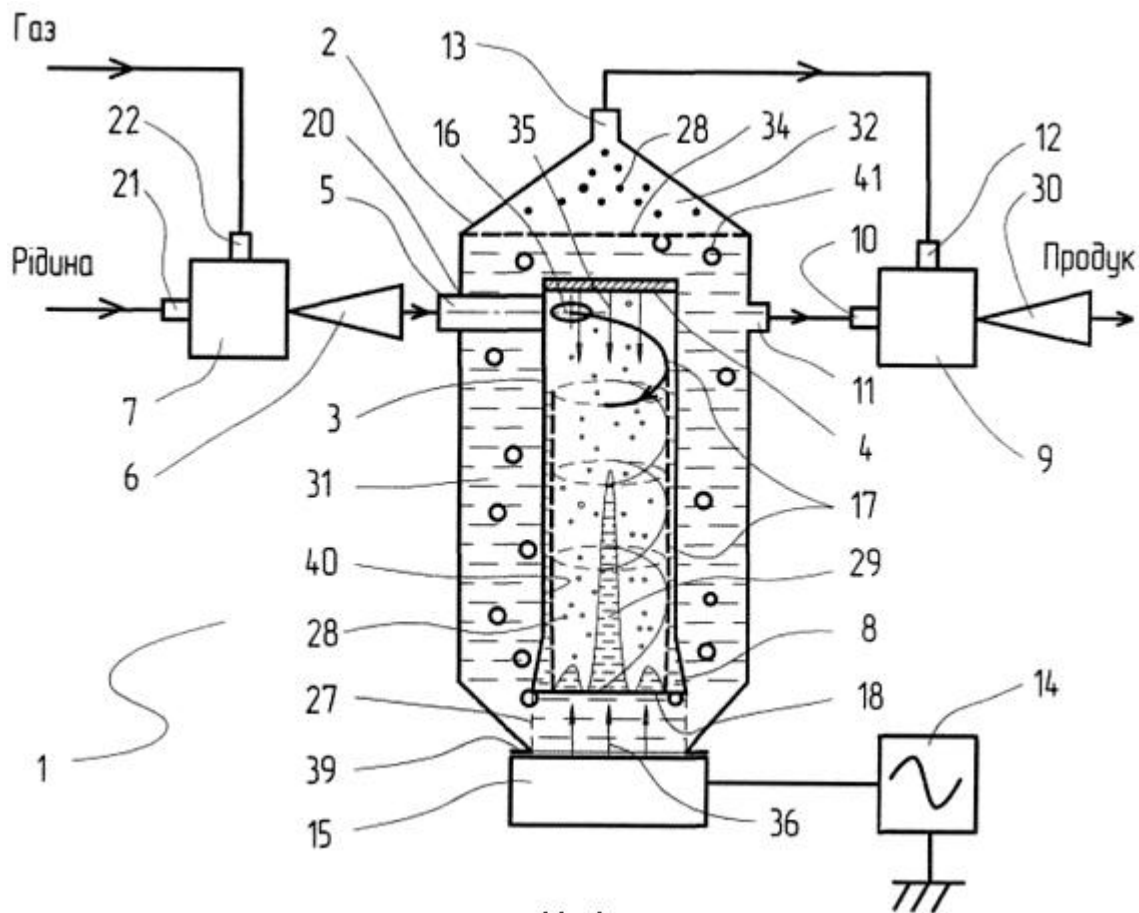
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2015 10474</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Дементій Сергій Васильович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>26.10.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Дементій Сергій Васильович,</b> просп. М. Бажана, 34, кв. 45, м. Київ, 02140 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>11.09.2017</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Ортинська Марія Юріївна, реєстр. №358</b>
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.05.2017, Бюл.№ 9</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 31743 U, 25.04.2008 RU 2241357 C2, 10.12.2004 DE 19830132 A1, 13.01.2000 US 8991796 B2, 31.03.2015 CN 104129833 A, 05.11.2014 UA 96525 C2, 10.11.2011
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.09.2017, Бюл.№ 17</b>	

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРОТОЧНОЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ СТЕРИЛІЗАЦІЇ ГАЗОРІДИННОЇ СУМІШІ****(57) Реферат:**

Заявлений винахід належить до систем ультразвукової обробки рідини та газу, більш конкретно, до систем ультразвукової стерилізації текучої рідини та газу, і ще конкретніше, до проточних систем змішування рідини та газу з безперервною ультразвуковою стерилізацією отриманої газорідинної суміші, де ультразвукова кавітація руйнує ліпідні мембрани клітин, деактивуючи мікроорганізми, які присутні у вихідних рідині та газі. Запропонований пристрій (1) для проточної стерилізації газорідинної суміші містить вертикально орієнтований резервуар (2), у внутрішній порожнині якого встановлена вертикально орієнтована проточна камера (3), у верхній частині якої встановлений акустичний відбивач (4), пристрій тангенціального вводу (5), з'єднаний з виходом (6) інжектора (7), в нижній частині якої встановлений дифузор (8); ежектор (9), з'єднаний входом рідини (10) з вихідним отвором виводу стерилізованої рідини (11) зазначеного резервуара (2), з'єднаний входом газу (12) з вихідним отвором виводу стерилізованого газу (13) зазначеного резервуара (2); електронний генератор ультразвукових частот (14), електрично зв'язаний з випромінювачем електричної енергії (15). Акустичний відбивач (4) встановлений у верхній частині проточної камери (3) над вхідним отвором (16), через який надходить потік газорідинної суміші (17), розташований співвісно вертикальній осі, що проходить через дифузор (8), звернений розширеною частиною до випромінювача ультразвукової енергії (15). Причому принаймні зазначений резервуар (2), пристрій тангенціального вводу (5), проточна камера (3) з акустичним відбивачем (4) і дифузorzом (8), випромінювач ультразвукової енергії (15), який електрично зв'язаний з електронним

UA 115088 C2

генератором ультразвукових частот (14), інтегровані в єдиний модуль. Винахід забезпечує ефективну стерилізацію газорідної суміші.



Заявлений винахід належить до систем ультразвукової обробки рідини та газу, більш конкретно, до систем ультразвукової стерилізації текучої рідини та газу, і ще конкретніше, до проточних систем змішування рідини та газу з безперервною ультразвуковою стерилізацією отриманої газорідинної суміші, де ультразвукова кавітація руйнує ліпідні мембрани клітин, деактивуючи мікроорганізми, які присутні в вихідних рідині та газі.

Безсумнівно існує потреба в ефективній стерилізації газорідинних сумішей. Використання енергії ультразвуку для стерилізації сумішей рідини та газу, у порівнянні із використанням дезінфікуючих засобів, використанням ультрафіолетового або інфрачервоного випромінювання, використанням методу радіаційної стерилізації часто має перевагу із-за ряду вимог, що пред'являються до отриманої в результаті обробки газорідинної суміші.

Обмеження на використання хімічних дезінфікуючих засобів виникають при необхідності подальшого використання обробленої газорідинної суміші як середовища для утримання живих організмів, для вживання в їжу, в профілактичних або лікувальних цілях.

Використання ультрафіолетових променів для стерилізації газорідинних сумішей може привести, наприклад, до зміни хімічних реакцій препаратів, які включені в газорідинну суміш, що обробляється, оскільки багато хімічних речовин руйнуються або зазнають неконтрольованих змін під впливом ультрафіолетового випромінювання.

Застосування інфрачервоного випромінювання для стерилізації не здійснює специфічної дії на мікроорганізми, а ефект стерилізації досягається за рахунок температурної дії, що найчастіше призводить до змін в хімічному складі газорідинної суміші, яка стерилізується, та її нагрівання.

Використання радіаційного методу стерилізації газорідинної суміші створює наведену радіацію, що викликає реакцію ланцюгового розпаду деяких речовин при їх радіолізі.

Використання енергії ультразвуку застосовується для стерилізації, коли в середовищі газорідинної суміші створюються механічні зусилля, достатні для руйнування клітинних мембран мікроорганізмів, завислих у вихідній газорідинній суміші в силу виникнення колапсу газових пухирців, поява яких обумовлена феноменом ультразвукової кавітації. В той же час, ультразвукова обробка газорідинної суміші за наявності феномену кавітації викликає дегазацію оброблюваної газорідинної суміші. Для відновлення рівня насиченості газом газорідинної суміші потрібна подальша аерація обробленої ультразвуком рідини, при якій разом з газом в оброблену рідину можуть потрапити мікроорганізми, тим самим знижуючи ефективність стерилізації газорідинної суміші.

У зв'язку з цим, виникає потреба в пристрої, що виконує функцію ультразвукової проточної стерилізації потоків рідини та газу, продуктом якого можуть бути стерилізована рідина і газ або, що не менш переважно, готова стерилізована газорідинна суміш.

Рівень техніки включає використання енергії ультразвуку для досягнення необхідного рівня дезінфекції безперервного потоку рідини та газу, що проходять через трубу або канал. Швидкість потоку рідини регулюється залежно від джерела енергії ультразвуку так, щоб отримати ефективну дезінфекцію рідини, як це розкрито в патенті US4086057 (МПК A61L 2/025, C02F 1/36, дата публ. 25. 04. 1978).

Рівень техніки також включає використання ультразвукового генератора аерозолів, як це розкрито в заявці US20060249144 (МПК A61M 11/00, дата публ. 09.11.2006), для створення аерозольних часток з рідини.

Рівень техніки також включає комбінований зволожувач повітря, здатний до стерилізації бактерій що містяться в рідині, яку випаровують ультразвуковим випарником у вигляді холодного туману, як це розкрито в патенті US6793205 (МПК F24F 6/12, F24F6/00, дата публ. 31.09.2004).

В патенті US7632413 (МПК A61K 1/00, A61L 2/10, A61L 2/12, A61L 2/025, A61L 2/20, дата публ. 15.12.2009) описано спосіб нейтралізації, попередження та/або запобігання зростанню гіперпроліферативних недиференційованих або інфікованих вірусом клітин в рідкому середовищі з використанням високочастотної енергії низького ультразвуку.

Також в патенті EP0604742 (МПК A61N 35/00, A61N 33/00, A61L 2/025, A61L 2/02, A61N 23/02, дата публ. 06.07.1994) розкрито обробку ультразвуком робочої рідини, яку застосовують в гігієні та терапії для лікування тварин, включаючи людину, з метою зниження бактерицидної і грибової активності в епітеліальних тканинах.

Відомий ультразвуковий фільтр для очищення питної води (Патент України № 31743, МПК C02F 1/36, опубл. 25.04.2008, бюл. № 8), що складається із корпусу з вхідним і вихідним патрубками, розташованої усередині корпусу очисної камери з фільтроелементом, вхід якої з'єднаний з вхідним патрубком, а також ультразвукового випромінювача. Пристрій містить також камеру ультразвукової обробки очищеної води, вхід якої з'єднаний з виходом очисної камери, а

вихід - з вихідним патрубком, причому ультразвуковий випромінювач встановлений усередині камери ультразвукової обробки назустріч потоку очищеної води. На протилежній від робочої поверхні ультразвукового випромінювача стінці камери ультразвукової обробки розташований звуковідбиваючий екран. Недоліком відомого фільтра є низька його ефективність, звужені

5 можливості його використання (а саме, його використання не дозволяє знищувати багато різновидів мікроорганізмів, що знаходяться у рідині), можливість обробки тільки очищеної рідини.

Відома установка для стерилізації рідких середовищ (Патент України № 63313, МПК C02F 1/36, C02F 1/48, A61L 2/02, опубл. 10.10.2011, Бюл. № 19, 2011 р.), яка містить трубопровід рідини, що опромінюється, опромінювач, який розташований в рідині. Опромінювач, який виконаний у вигляді циліндричної посудини з плоскими днищами, розташований концентрично трубопроводу рідини, що опромінюється, і входить в замкнуте циркуляційне кільце допоміжної рідини, наприклад води, яке містить трубопровід, насос і обертовий кран, режим обертання якого забезпечує періодичне різке перекриття потоку допоміжної рідини, що викликає

10 гідравлічний удар. Недоліком даної установки є неможливість її використання для стерилізації газів (повітря).

Відома камера ультразвукової обробки рідини (Патент на винахід РФ №2446869, МПК B01F11/02, опубл. 10.04.2012 р.), що має подовжений корпус, через який рідина проходить

20 подовжньо від вхідного отвору до вихідного отвору. Подовжений ультразвуковий хвилепровідний вузол розташований в корпусі і працює при заданій частоті ультразвуку для ультразвукової активації рідини всередині корпусу. Подовжений ультразвуковий хвилевід хвилепровідного вузла розташований, щонайменше частково, між вхідним і вихідним отворами і має безліч окремих змішувальних елементів, що знаходяться в контакт з хвилеводом, і які продовжуються поперечно назовні від хвилеводу між вхідним і вихідним отворами в подовжньо

25 рознесеному співвідношенні один з одним. В даному технічному рішенні у зазначеній камері відбувається дегазація оброблюваних "рідин", а тому отриманий продукт буде більш збіднений газом в порівнянні з вихідним продуктом, що не відповідає по параметру аерації вхідній рідині.

Відомий ультразвуковий стерилізатор рідких продуктів (Патент РФ № 2241357, МПК A23L3/30, опубл. 10.12.2004 р.), що включає баки для рідини, що стерилізується, та

30 стерилізованої рідини і камеру з джерелом ультразвуку. Стерилізатор забезпечений нагнітаючим насосом з ежектором повітря, який сполученим з керованим повітряним клапаном з повітряним фільтром і повітрязбірником, а камера виконана вертикальною, з розташованим в її нижній частині джерелом ультразвуку і розміщеним у верхній частині камери датчиком рівня рідини. Даний пристрій не призначений для стерилізації газу (повітря) як складової отриманого

35 продукту. Крім того, використання в стерилізаторі приймального бака відкритого типу погіршує результат стерилізації за рахунок прямого контакту поверхні рідини з середовищем після стерилізації. Ще одним недоліком відомого рішення є те, що на виході даного стерилізатора отримують рідину, яка не відповідає по параметру аерації вхідній рідині.

Технічною задачею запропонованого винаходу є створення пристрою проточної стерилізації газорідинної суміші, результатом роботи якого є стерилізована газорідинна суміш з новою властивістю, яке полягає в тому, що газові пухирці, включені в рідину, заповнюються

40 дрібнодисперсним аерозолем, отриманим в результаті ультразвукового диспергування вихідної рідини. Крім того, запропонований пристрій дозволяє отримати як стерилізовану газорідинну суміш, так і стерилізовані газ і рідину роздільно.

Додатково даний винахід вирішує задачу одержання стерилізованої газорідинної суміші, яка може бути використана як середовище утримання живих організмів, для вживання в їжу, для кондиціонування рідини, для зволоження газу, у профілактичних або лікувальних цілях.

Поставлена технічна задача вирішується тим, що запропонований пристрій для проточної стерилізації газорідинної суміші, що містить: вертикально орієнтований резервуар, у внутрішній

50 порожнині якого встановлена вертикально орієнтована проточна камера, в верхній частині якої встановлений акустичний відбивач, пристроєм тангенціального вводу, з'єднаного з виходом інжектора, в нижній частині якої встановлений дифузор; ежектор, з'єднаний входом рідини з вихідним отвором виводу стерилізованої рідини зазначеного резервуара, з'єднаний входом газу з вихідним отвором виводу стерилізованого газу зазначеного резервуара; електронний генератор

55 ультразвукових частот, електрично зв'язаний з випромінювачем електричної енергії, в якому, згідно з винаходом, акустичний відбивач встановлений у верхній частині проточної камери над вхідним отвором, через який надходить потік газорідинної суміші, розташований співвісно вертикальній осі, що проходить через дифузор, звернений розширеною частиною до випромінювача ультразвукової енергії, причому відстань від нижньої кромки дифузора до відбиваючої поверхні акустичного відбивача кратна половині довжини хвилі резонансної

60

частоти випромінювача ультразвукової енергії, а відстань між нижньою кромкою дифузора і випромінюючою поверхнею випромінювача ультразвукової енергії принаймні кратна цілому числу довжин півхвиль власної резонансної частоти ультразвукових коливань випромінювача ультразвукової енергії і принаймні менша або дорівнює довжині ближнього поля дії зазначеного

5 випромінювача ультразвукової енергії, при цьому зазор між верхньою кромкою зазначеного випромінювача ультразвукової енергії і нижньою кромкою зазначеного дифузора встановлений достатнім для проходження потоку газорідної суміші з проточної камери у внутрішній простір резервуара, причому принаймні зазначений резервуар, пристрій тангенціального введення, проточна камера з акустичним відбивачем і дифузорею, випромінювач ультразвукової енергії,

10 який електрично зв'язаний з електронним генератором ультразвукових частот, інтегровані в єдиний модуль.

Крім того, вертикально орієнтований резервуар включає внутрішній простір для прийому рідини та газу, містить отвір виконаний в його основі, призначений для встановлення випромінювача ультразвукової енергії, містить отвір з герметично встановленим у ньому

15 пристроєм тангенціального введення сполученим з проточною камерою, яка встановлена у внутрішньому просторі зазначеного резервуара, вихідний отвір стерилізованого газу, нижче якого на достатній відстані розташований вихідний отвір стерилізованої рідини, через які оброблені ультразвуковою енергією стерилізовані рідина і газ виходять із зазначеного резервуара.

Крім того, пристрій оснащений інжектором з двома входами і одним виходом, причому один вхід призначений для прийому іззовні нестерилізованої рідини, другий вхід призначений для прийому іззовні нестерилізованого газу, а вихід призначений для подачі нестерилізованої газорідної суміші, отриманої в результаті роботи зазначеного інжектора, в пристрій тангенціального вводу.

Крім того, випромінювач ультразвукової енергії оснащений п'єзокерамічним випромінювачем з випромінюючою поверхнею зверненою всередину резервуара, встановленим в кріпильному корпусі через демпфуючу манжету і оснащеним зрізаним параболічним рефлектором, фокальна

25 площа якого співпадає з площиною випромінюючої поверхні зазначеного п'єзокерамічного випромінювача, який працює принаймні на резонансній частоті ультразвукових коливань в діапазоні від близько 1,0 МГц до близько 5,0 МГц і при цьому створює ультразвукову хвилю з потужністю випромінювання в діапазоні від близько 3,0 Вт/см<sup>2</sup> до близько 7,0 Вт/см<sup>2</sup>, щонайменше необхідну для виникнення кавітації в зоні обробки і принаймні достатню для отримання аерозолі з ультразвукового фонтана ультразвуковим диспергуванням рідини у

30 внутрішній простір проточної камери.

Крім того, пристрій оснащений ежектором з двома входами і одним виходом, причому один вхід ежектора призначений для прийому стерилізованої рідини, що надходить з резервуара, а другий вхід ежектора, який приєднаний до виходу газу резервуара, призначений для прийому стерилізованого газу, насиченого аерозолем, що надходять з резервуару, при цьому вихід ежектора призначений для виводу стерилізованої газорідної суміші, отриманої в результаті

35 роботи вказаного пристрою.

Крім того, в ділянці між вихідним отвором газу резервуару і входом газу ежектора додатково введено пристрій, що регулює напрямок виводу газу з резервуара.

Винахід пояснюється ілюстративним матеріалом, де на кресленнях наведено:

Фіг. 1 схематичне зображення пристрою для проточної стерилізації газорідної суміші;

45 Фіг. 2 розріз проточної камери винайденного пристрою;

Фіг. 3 поперечний розріз проточної камери запропонованого пристрою по А-А Фіг. 2;

Фіг. 4 поперечний розріз випромінювача ультразвукової енергії;

Фіг. 5 пристрій для проточної стерилізації газорідної суміші по одному з варіантів;

Фіг. 6 пристрій по одному з варіантів промислового застосування, а саме для ультразвукової

50 проточної стерилізації води і повітря в акваріумі.

Запропонований пристрій 1 складається, як це показано на Фіг. 1 - Фіг. 6, з вертикально орієнтованого резервуара 2, у внутрішній порожнині якого встановлена вертикально орієнтована проточна камера 3. У верхній частині проточної камери 3 встановлений акустичний відбивач 4, пристрій тангенціального вводу 5, який зв'язаний з виходом 6 інжектора 7, а в нижній частині проточної камери 3 встановлений дифузор 8. Також пристрій 1 містить: ежектор 9,

55 з'єднаний входом рідини 10 з вихідним отвором виводу стерилізованої рідини 11 резервуара 2 та з'єднаний входом газу 12 з вихідним отвором виводу стерилізованого газу 13 резервуара 2; електронний генератор ультразвукових частот 14, електрично пов'язаний з випромінювачем електричної енергії 15. Електронний генератор ультразвукових частот 14 автоматично

налаштовується, принаймні, на власну резонансну частоту ультразвукових коливань випромінювача ультразвукової енергії 15.

Вертикально орієнтований резервуар 2 має отвір, виконаний в його основі, призначений для встановлення випромінювача ультразвукової енергії 15, і отвір 20 з герметично встановленим у ньому пристроєм тангенціального вводу 5, який сполучений з проточною камерою 3 встановленою у внутрішньому просторі зазначеного резервуара 2, та вихідний отвір стерилізованого газу 13, нижче якого на достатній відстані розташований вихідний отвір стерилізованої рідини 11. Через вказані отвори оброблені ультразвукової енергією стерилізовані рідина та газ виходять із зазначеного резервуара 2.

У пристрої 1 акустичний відбивач 4 встановлений у верхній частині проточної камери 3 над вхідним отвором 16, через який надходить потік газорідинної суміші 17, і розташований співвісно вертикальній осі, що проходить через дифузор 8, звернений розширеною частиною до випромінювача ультразвукової енергії 15, причому відстань від нижньої кромки 18 дифузора 8 до відбиваючої поверхні акустичного відбивача 4 кратна половині довжини хвилі резонансної частоти випромінювача ультразвукової енергії 15.

Відстань між нижньою кромкою 18 дифузора 8 і випромінюючою поверхнею випромінювача ультразвукової енергії 15 принаймні кратна цілому числу довжин півхвиль власної резонансної частоти ультразвукових коливань випромінювача ультразвукової енергії 15 і, принаймні, менша або дорівнює довжині ближнього поля дії випромінювача ультразвукової енергії 15, при цьому зазор між верхньою кромкою 19 випромінювача ультразвукової енергії 15 і нижньою кромкою 18 дифузора 8 встановлений достатнім для проходження потоку газорідинної суміші 17 з проточної камери 3 у внутрішній простір резервуара 2.

У представленому варіанті виконання по Фіг. 1 і Фіг. 5 резервуар 2, пристрій тангенціального вводу 5, проточна камера 3 з акустичним відбивачем 4 і дифузоров 8, випромінювач ультразвукової енергії 15, який пов'язаний з електронним генератором ультразвукових частот 14, інтегровані в єдиний модуль. В інших варіантах втілення запропонованого винаходу пристрій може містити кілька зазначених модулів.

У процесі роботи пристрою внутрішній простір резервуара 2 заповнюється стерилізовуваною рідиною 31 до динамічного рівня 34, який знаходиться між вихідним отвором для стерилізованої рідини 11 і вихідним отвором для стерилізованого газу 13, причому простір над вказаним динамічним рівнем 34 заповнюється газом насиченим аерозолем 28.

Інжектор 7 пристрою 1 оснащений входами для прийому стерилізованої рідини 21 і нестерилізованого газу 22 і оснащений виходом нестерилізованої газорідинної суміші 6, який приєднаний тангенціальним вводом 5 до проточної камери 3.

Ежектор 9 пристрою 1 оснащений: входом 10 для прийому стерилізованої рідини 31, що надходить з вихідного отвору 11 резервуара 2; входом 12 для прийому стерилізованого газу насиченого аерозолем 28, що надходить з вихідного отвору 13 резервуара 2; виходом 30 для виводу стерилізованої газорідинної суміші, отриманої в результаті роботи вказаного пристрою 1.

На Фіг. 3 показана конструкція пристрою тангенціального вводу 5, а саме поперечний переріз проточної камери 3 через А-А з Фіг. 2, який показує розташування вхідного отвору 16, виконаного в бічній стінці зазначеної проточної камери 3 та розташованого в безпосередній близькості від акустичного відбивача 4 проточної камери 3. Проточна камера 3 пристрою 1 приєднана до виходу 6 ежектора 7 за допомогою пристрою тангенціального вводу 5, який герметично встановлений в отворі 20 резервуара 2.

Акустичний відбивач 4 проточної камери 3 призначений для відбиття потоку ультразвукової енергії 35 в сторону випромінювача ультразвукової енергії 15, при цьому відбитий потік ультразвукової енергії 35 накладається на падаючий потік ультразвукової енергії 36 створюючи у внутрішньому просторі проточної камери 3 стоячу хвилю, створену ефектом синфазної інтерференції ультразвукових хвиль.

Випромінювач ультразвукової енергії 15 пристрою 1, як це краще видно з Фіг. 4, складається з п'єзокерамічного пристрою 23, який встановлений через демпфуючу манжету 25 в корпус 24, оснащений зрізаним параболическим рефлектором 26 та закритий кришкою 37 з ущільнювачем 38. Фокальна площина параболического рефлектора 26 співпадає з площиною випромінюючої поверхні п'єзокерамічного випромінювача 23, який працює принаймні на резонансній частоті ультразвукових коливань, що знаходяться в діапазоні від близько 1,0 МГц до близько 5,0 МГц, і при цьому створює ультразвукову хвилю з потужністю випромінювання в діапазоні від близько 3,0 Вт/см<sup>2</sup> до близько 7,0 Вт/см<sup>2</sup>, щонайменше необхідну для виникнення кавітації в зоні обробки 27 і принаймні достатню для отримання аерозолю 28 з ультразвукового фонтану 29 ультразвуковим диспергуванням рідини у внутрішньому просторі проточної камери 3.

В одному з варіантів реалізації даного винаходу для кріплення випромінювача ультразвукової енергії 15 використовують фланець 39, який встановлений в основу резервуара 2. Випромінювач ультразвукової енергії 15 фіксують на зазначеному фланці 39 відповідними кріпильними елементами.

5 На Фіг. 5 показано пристрій 1, в якому в ділянку між вихідним отвором газу 13 резервуара 2 і входом газу 12 ежектора 9 додатково введено пристрій 33, який регулює напрямок виводу газу з резервуара 2.

Детальний опис функціонування пристрою 1 стає зрозумілішим з Фіг. 1 та Фіг. 5.

10 Нестерилізовані рідина і газ, які підлягають стерилізації ультразвуковою енергією, подаються по трубопроводах з відповідної системи подачі в пристрій 1, а більш конкретно в інжектор 7, і ще більш конкретно нестерилізована рідина подається через вхід рідини 21 інжектора 7 одночасно з подачею нестерилізованого газу через вхід газу 22, після чого з виходу 6 інжектора 7 виходить потік нестерилізованої газорідинної суміші.

15 З виходу 6 інжектора 7 потік нестерилізованої газорідинної суміші подається в проточну камеру 3 за допомогою пристрою тангенціального вводу 5, який закручує вказаний потік газорідинної суміші, що далі проходить через вхідний отвір 16 у внутрішній простір проточної камери 3 і створює закручений потік 17, який тече по внутрішній боковій поверхні 40 проточної камери 3 по низхідній спіралевидній траєкторії, в напрямку від акустичного відбивача 4 до дифузора 8 проточної камери 3.

20 Потік рідини, який надходить з проточної камери 3 в зону обробки 27, яка розташована між випромінювачем ультразвукової енергії 15 і нижньою кромкою 18 дифузора 8, знаходиться під постійною дією потоку ультразвукової енергії 36, який принаймні є достатнім для створення феномена кавітації всередині області обробки 27 і принаймні достатнім для виникнення ультразвукового фонтана 29, у верхній частині якого відбувається ультразвукове диспергування рідини з утворенням дрібнодисперсного аерозолі 28, який заповнює весь вільний внутрішній простір проточної камери 3.

25 Внутрішній простір проточної камери 3 знаходиться під постійною дією падаючого потоку ультразвукової енергії 36, яка надходить від випромінювача ультразвукової енергії 15 крізь область обробки 27 до акустичного відбивача 4, який відбиває вказаний потік ультразвукової енергії 35, і накладає його на зазначений падаючий потік ультразвукової енергії 36, що в переважному варіанті створює у внутрішній порожнині проточної камери 3 синфазну інтерференційну стоячу хвилю, яка взаємодіє з частинками аерозолі 28.

35 Газ, що отримується в результаті дегазації, обумовленої спіралевидним рухом газорідинної суміші 17, яка тече по внутрішній боковій поверхні 40 проточної камери 3 і внутрішній поверхні дифузора 8, заповнює внутрішній простір проточної камери 3, насичується аерозолем 28 і обробляється ультразвуковим полем, витісняючи попередньо отриманий газ, який насичений аерозолем 28, за межі зазначеної проточної камери 3 через нижню кромку 18 дифузора 8.

40 Безперервний потік рідини, який надходить з проточної камери 3 в зону обробки 27, оброблюється потоком ультразвукової енергії 36, який надходить в зону обробки 27 від випромінювача ультразвукової енергії 15, після чого потрапляє у внутрішній простір резервуара 2, з якого виходить через вихідний отвір виводу стерилізованої рідини 11 резервуара 2 і надходить на вхід рідини 10 ежектора 9.

45 Пухирці газу 41, які включають диспергований з рідини аерозоль 28, надходять з проточної камери 3 в область обробки 27, з якої витісняються у заповнений стерилізованою рідиною внутрішній простір резервуара 2, проходячи який заповнюють газову порожнину 32, що розташована над динамічним рівнем 34 розділу рідкого і газового середовищ, який знаходиться принаймні між вихідним отвором для рідини 11 і вихідним отвором для газу 13 резервуара 2.

50 Динамічний рівень 34 розділення середовищ встановлюється в заданому інтервалі, який принаймні знаходиться між вихідним отвором для рідини 11 і вихідним отвором для газу 13 резервуара 2, при цьому зазначений динамічний рівень 34 може підтримуватися в заданому інтервалі налаштуванням інтенсивності подачі потоку рідини чи газу на вході інжектора 7, що не виключає інші способи управління вказаним динамічним рівнем 34.

55 Динамічний рівень розділення середовищ 34 резервуара 2 може підтримуватися в зазначеному заданому інтервалі електронним контролером, який управляє об'ємною витратою газу або об'ємною витратою рідини, або ж об'ємною витратою газу і рідини, які необхідні для отримання достатнього рівня стерилізації, що визначається часом експозиції ультразвукового поля в потік газу і рідини, який протікає через проточну камеру 3 і зону обробки 27.

60 Вихідний отвір рідини 11 резервуара 2 приєднано до входу рідини 10 ежектора 9, при цьому вихідний отвір газу 13 резервуара 2 приєднано до входу газу 12 ежектора 9, в результаті роботи якого на виході 30 зазначеного ежектора 9 отримують стерилізовану газорідинну суміш.

В іншому варіанті винаходу, як це показано на Фіг. 5, при необхідності отримання роздільних потоків стерилізованих рідини і газу, в ділянку між вихідним отвором газу 13 резервуара 2 і входом газу 12 ежектора 9 додатково вводиться пристрій 33, наприклад триходовий кран, який регулює напрямок виводу газу з резервуара 2. Таке рішення не виходить за рамки даного винаходу, при цьому з вихідного отвору 30 ежектора 9 отримують стерилізовану рідину, а через відповідний вихід крана отримують стерилізований газ.

Запропонований пристрій 1 здатний взаємодіяти з циркуляційною системою підготовки води, яка призначена для використання як середовище проживання живих організмів. Даний пристрій 1 на відміну від відомого рівня техніки виконує одночасну стерилізацію не тільки води та повітря, а і насичує повітря аерозолем.

Частотний діапазон роботи пристрою вибраний, виходячи з умови сумірності розмірів мікропухирців, які виникають при кавітації, розміру клітин, що при достатній потужності ультразвукового впливу від близько 3 Вт/см<sup>2</sup> до близько 7 Вт/см<sup>2</sup> здійснюють деструкцію кавітаційним впливом, причому кавітаційні пухирці на цій частоті приймають розміри порядку від 1 мкм до 7 мкм, що порівняно з розміром мікроорганізмів або менше їх розмірів, при цьому схлопування зазначених пухирців носить лавиноподібний характер, руйнуючи стінки ліпідних мембран клітин мікроорганізмів, менших за розміри кавітаційних пухирців, дією на них мікросхлопуванням зовні, а для мікроорганізмів розміри яких більше розмірів кавітаційних пухирців, дією зсередини, чим досягається ефект стерилізації вихідної газорідної суміші.

Для ілюстрації сказаного, даний винахід буде описаний з посиланням на реалізацію в акваріумі, в той же час винахід може бути застосовний і в інших системах, таких як тераріум, штучний фонтан, басейн, системах подачі води та зволоженого аерозолем повітря в медичні інструменти, наприклад сопло головки стоматологічного наконечника, пристрою підготовки стерилізованого аерозолю, що застосовується для зволоження газу, який вдихується живими організмами, у пристрої підготовки стерилізованої аерованої води, яка призначена для вживання в їжу і т. д.

Далі наводиться опис одного з варіантів промислового застосування запропонованого пристрою.

Доданий графічний матеріал наведений на Фіг. 6, показує, що пристрій 1, призначений для ультразвукової проточної стерилізації рідини і газу, здатний взаємодіяти з циркуляційною системою очищення води в акваріумі призначеному для утримання живих організмів, доповнюючи цю систему функцією проточної стерилізації води та повітря, утворюючи стерилізовану водоповітряну суміш, яка придатна для утримання живих організмів, наприклад таких як риби, креветки, жаби, черепашки та ін., при цьому деактивувати мікрободорості, грибки, бактерії, віруси, та інші небажані мікроорганізми, які живуть у воді і повітрі, що подаються в акваріум.

Як це краще зрозуміло з Фіг. 5, в одному з переважних варіантів промислової реалізації запропонований пристрій 1 підключений до виходу системи циркуляційного очищення води акваріума як ультразвукового проточного стерилізатора з додатковою функцією аерації води стерилізованим повітрям.

Заповнений водою 41 акваріум 42 підключений зливним отвором 44 до вхідного трубопроводу 55, підключеного до механічного фільтра 46, який підключений до водяної помпи 47, яка в свою чергу підключена до біологічного фільтра 48, який підключений до входу нестерилізованих рідини 21 інжектора 7.

Повітряний фільтр 49 підключений через зворотний клапан 50 до повітряного компресора 51, який підключений через регульований повітряний клапан 52, що керує інтенсивністю подачі повітря до вводу нестерилізованого газу 22 інжектора 7, який з'єднаний виходом 11 з тангенціальним вводом 5 проточної камери 3. Повітряний клапан 52 може бути ручним або в більш переважному варіанті автоматичним.

Вихідний отвір 11 резервуара 2 з'єднаний зі входом 10 ежектора 9, в той же час як вихідний отвір 13 зазначеного резервуара 2 з'єднаний зі входом 12 зазначеного ежектора 9, вихід 30 якого підключений трубопроводом 56 до розпилювача 45, який встановлений на підходящу глибину в акваріумі 42 або над поверхнею води, що не виключає інші способи подачі стерилізованої водоповітряної суміші у зазначений акваріум 42.

Випромінювач ультразвукової енергії 15 представляє собою ультразвукову коливальну систему, яка при безпосередньому контакті з оброблюваним середовищем, виконує передачу в неї енергії ультразвуку.

Зазначений випромінювач ультразвукової енергії 15, як це краще видно з Фіг. 4, представляє собою конструкцію, яка включає п'єзокерамічний пристрій, який перетворює електричний сигнал, що надходить від електричного генератора ультразвукових частот 14

через електричне з'єднання в механічні коливання, а більш конкретно для даного застосування представляє собою плоску циліндричну п'єзокерамічну пластину 23, виготовлену з відповідного типу сегнетокераміки відомого фахівцям в даній області, з переважним діаметром близько 25 мм, і встановлену в зазначену вище конструкцію ультразвукового випромінювача 15. Частота коливань такого виду випромінювача ультразвукової енергії залежить від його геометричних параметрів, які можуть бути підібрані таким чином, щоб він резонував на переважній резонансній частоті.

Переважною резонансною частотою випромінювача ультразвукової енергії 15 пристрою 1 для досягнення ефекту стерилізації можна вважати частоту, яка знаходиться в діапазоні від близько 1,0 МГц до близько 5,0 МГц, більш переважною резонансною частотою можна вважати резонансну частоту, яка знаходиться в діапазоні від близько 1,5 МГц до близько 2,7 МГц і навіть більш переважною резонансною частотою в одному з варіантів виконання можна вважати частоту - близько 2,64 МГц.

В одному переважному варіанті виконання електронний генератор ультразвукових частот 14 може приводити в дію випромінювач ультразвукової енергії 15 електричним сигналом у діапазоні частот від близько 1,5 МГц до близько 2,7 МГц з можливістю автоматичної налаштування робочої частоти генератора на переважну резонансну частоту конкретного випромінювача ультразвукової енергії. При цьому такий варіант електронного генератора ультразвукових частот 14 повинен забезпечити необхідний рівень потужності сигналу, який підводиться до випромінювача ультразвукової енергії 15 принаймні достатній для стерилізації ділянки потоку газорідної суміші, яка проходить через зону обробки 27.

В одному переважному варіанті виконання потужність випромінювання, яка розвивається випромінювачем ультразвукової енергії 15, знаходиться в інтервалі від приблизно 3,0 Вт/см<sup>2</sup> до приблизно 7,0 Вт/см<sup>2</sup>. У кращому варіанті потужність, яка розвивається випромінювачем ультразвукової енергії 15, принаймні повинна бути достатньою як для отримання ефекту кавітації в області обробки 27, так і для отримання аерозолі 28 у внутрішньому просторі проточної камери 3, як це показано на Фіг. 1 і становить близько 3,5 Вт/см<sup>2</sup>.

Електронні генератори ультразвукових частот, які задовольняють умовам викладеним вище, відомі фахівцям у даній галузі, і немає необхідності описувати їх більш докладно.

Як це показано на Фіг. 4 в одному з переважних варіантів виконання ультразвукового випромінювача 15 п'єзокерамічна пластина 23 встановлена в демпфуючу манжету 25, що служить як для герметизації середовищ розділених зазначеною п'єзокерамічною пластиною 23, так і для ізоляції передачі ультразвукових коливань від зазначеної п'єзокерамічної пластини 23 до корпусу 24 ультразвукового випромінювача 15, при цьому для п'єзокерамічної пластини діаметром близько 25 мм діаметр наскрізного отвору в демпфіруючій манжеті 25 приблизно дорівнює діаметру D1 рефлектора 26, що в одному з переважних варіантів становить близько 20 мм.

У показаному на Фіг. 2 в одному з переважних варіантів виконання проточної камери 3, діаметр D1 дифузора 8 приблизно дорівнює діаметру D4 зазначеного рефлектора 26 і приблизно дорівнює діаметру D2 відбивача 4, а діаметр D3 зазначеного дифузора 8 приблизно дорівнює діаметру D5 зазначеного рефлектора 26 і становить близько 30 мм, при цьому висота H1 зазначеного дифузора 8 приблизно дорівнює висоті H2 зазначеного рефлектора 26 і становить близько 17 мм.

Як це краще видно з Фіг. 6, пристрій 1 взаємодіє з циркуляційною системою очищення води в акваріумі наступним чином.

Вода 41 через зливний отвір 44, який оснащений фільтруючою сіткою 43, яка пропускає забруднення з мікроорганізмами і не пропускає живі організми, що містяться в акваріумі 42, надходить по трубопроводу 55 через механічний фільтр 46 у водяну помпу 47, з якої далі подається в біофільтр 48, з якого надходить на вхід рідини 21 інжектора 7.

Атмосферне повітря через механічний повітряний фільтр 49 і зворотний клапан 50 всмоктується повітряним компресором 51, яким далі подається через клапан 52 на вхід газу 22 інжектора 7.

Контролер 53 отримує дані, які надходять від датчика рівня 54, на підставі яких керує витратою повітря клапаном 52, чим підтримує динамічний рівень розділу середовищ 34 в заданому інтервалі.

3 інжектора 7 нестерильна газорідна суміш надходить через пристрій тангенціального вводу 5 в резервуар 2, де виконується ультразвукова проточна обробка водоповітряної суміші потоком ультразвукової енергії, яка створюється випромінювачем ультразвукової енергії 15.

Після ультразвукової обробки стерилізована вода надходить з резервуара 2 на вхід рідини 10 ежектора 9, при цьому стерилізоване повітря надходить на вхід газу 12 ежектора 9, після

чого з виходу 30 зазначеного ежектора 9 стерилізована водоповітряна суміш по трубопроводу 56 подається в розпилювач 45, з якого надходить в акваріум 42, де змішується з водою 41, заміщуючи об'єм води, що надійшла в систему циркуляційного очищення води із зазначеного акваріума 42, стерилізованою водоповітряною сумішшю, яка готова до використання живими

5 організмами як середовища проживання.

Таким чином запропонований пристрій 1 для проточної стерилізації газорідинної суміші, підключений на виході проточної системи очищення акваріумної води, одержує з акваріума фільтровану нестерилізовану воду, при цьому з приміщення, в якому розташований акваріум отримує очищене від механічних домішок нестерилізоване атмосферне повітря, після чого

10 зазначений пристрій 1 змішує нестерилізовану воду і нестерилізовані повітря, створюючи водоповітряну суміш, яка після ультразвукової стерилізації подається в акваріум, при цьому характерним є те, що робота вказаного пристрою 1 не вносить в воду та повітря, які стерилізуються, додаткових домішок, як при хімічній стерилізації, зберігає хімічний склад води і повітря без змін на відміну від стерилізації озонуванням або ультрафіолетовою стерилізацією, а

15 також стерилізацією іншими способами, яким притаманні властивості змінювати хімічний склад стерилізованої водоповітряної суміші. Перевагами запропонованого пристрою є те, що:

1. Пристрій виконує ультразвукову стерилізацію газу і рідини одночасно.

2. Пристрій дозволяє отримати як стерилізовану газорідинну суміш, так і стерилізовані газ і рідину роздільно.

20 3. У пристрої застосований багатокомпонентний механізм стерилізації газорідинної суміші, який включає:

- феномен ультразвукової кавітації, який руйнує ліпідні мембрани клітин мікроорганізмів, які знаходяться в рідині;

25 - диспергування рідин в ультразвуковому фонтані в дрібнодисперсний аерозоль, який утворює безперервну дисперсну систему з вихідних рідини і газу, яка локалізована в замкнутому просторі проточною камери;

- акустичну ультразвукову конденсацію частинок дрібнодисперсного аерозолу на мікроорганізми, які включені у вихідний газ;

30 - застосування в проточній камері падної та відбитої ультразвукових хвиль, які використовуються для отримання ефекту акустичної коагуляції дрібнодисперсного аерозолу.

4. Результатом роботи вказаного пристрою є стерилізована газорідинна суміш, особлива властивість якої полягає в тому, що газові пухирці, включені в рідину, заповнюються дрібнодисперсним аерозолем, отриманим в результаті ультразвукового диспергування вихідної рідини.

35

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій (1) для проточної стерилізації газорідинної суміші, що містить: вертикально орієнтований резервуар (2), у внутрішній порожнині якого встановлена вертикально орієнтована проточна камера (3), в верхній частині якої встановлений акустичний відбивач (4), пристрій тангенціального вводу (5), з'єднаний з виходом (6) інжектора (7), в нижній частині якої встановлений дифузور (8); ежектор (9), з'єднаний входом рідини (10) з вихідним отвором виводу стерилізованої рідини (11) зазначеного резервуара (2), з'єднаний входом газу (12) з вихідним отвором виводу стерилізованого газу (13) зазначеного резервуара (2); електронний генератор

45 ультразвукових частот (14), електрично зв'язаний з випромінювачем електричної енергії (15), який **відрізняється** тим, що акустичний відбивач (4) встановлений у верхній частині проточної камери (3) над вхідним отвором (16), через який надходить потік газорідинної суміші (17), розташований співвісно вертикальній осі, що проходить через дифузор (8), звернений розширеною частиною до випромінювача ультразвукової енергії (15), причому відстань від

50 нижньої кромки (18) дифузора (8) до відбиваючої поверхні акустичного відбивача (4) кратна половині довжини хвилі резонансної частоти випромінювача ультразвукової енергії (15), а відстань між нижньою кромкою (18) дифузора (8) і випромінюючою поверхнею випромінювача ультразвукової енергії (15) принаймні кратна цілому числу довжин півхвиль власної резонансної частоти ультразвукових коливань випромінювача ультразвукової енергії (15) і принаймні менша

55 або дорівнює довжині ближнього поля дії зазначеного випромінювача ультразвукової енергії (15), при цьому зазор між верхньою кромкою (19) зазначеного випромінювача ультразвукової енергії (15) і нижньою кромкою (18) зазначеного дифузора (8) встановлений достатнім для проходження потоку газорідинної суміші (17) з проточної камери (3) у внутрішній простір резервуара (2), причому принаймні зазначений резервуар (2), пристрій тангенціального вводу

60 (5), проточна камера (3) з акустичним відбивачем (4) і дифузором (8), випромінювач

ультразвукової енергії (15), який електрично зв'язаний з електронним генератором ультразвукових частот (14), інтегрований в єдиний модуль.

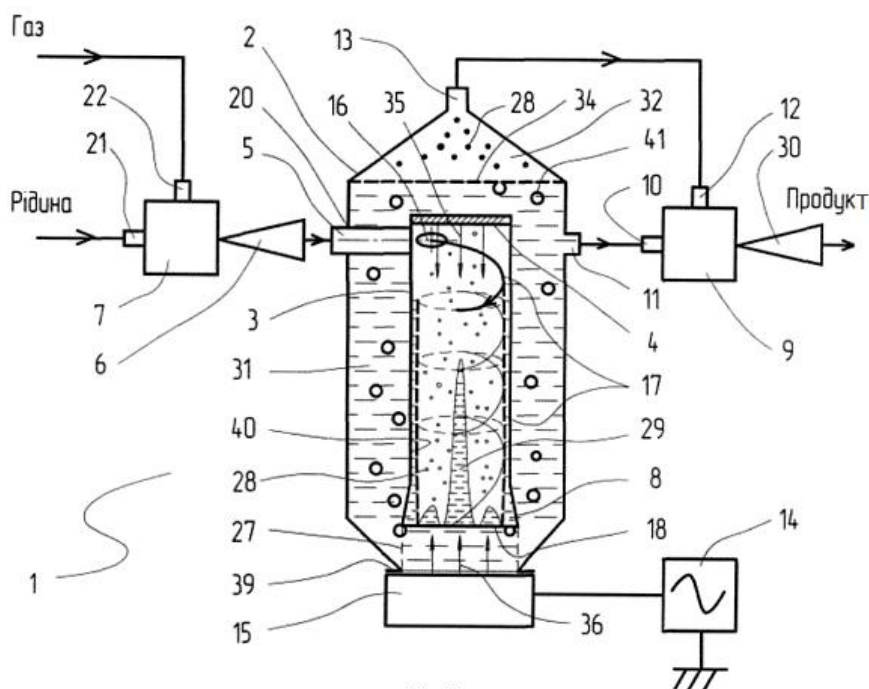
2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що вертикально орієнтований резервуар (2) включає внутрішній простір для прийому рідини та газу, містить отвір, виконаний в його основі, призначений для встановлення випромінювача ультразвукової енергії (15), отвір (20) з герметично встановленим у ньому пристроєм тангенціального вводу (5), сполученим з проточною камерою (3), яка встановлена у внутрішньому просторі зазначеного резервуара (2), вихідний отвір стерилізованого газу (13), нижче якого на достатній відстані розташований вихідний отвір стерилізованої рідини (11), через які оброблені ультразвуковою енергією стерилізовані рідина і газ виходять із зазначеного резервуара (2).

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що оснащений інжектором (7) з двома входами (21) та (22) і одним виходом (6), причому вхід (21) призначений для прийому іззовні нестерилізованої рідини, вхід (22) призначений для прийому іззовні нестерилізованого газу, а вихід (6) призначений для подачі нестерилізованої газорідинної суміші, отриманої в результаті роботи зазначеного інжектора (7), в пристрій тангенціального вводу (5).

4. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що випромінювач ультразвукової енергії (15) оснащений п'єзокерамічним випромінювачем (23) з випромінюючою поверхнею, зверненою всередину резервуара (2), встановлений в кріпильному корпусі (24) через демпфуючу манжету (25) і оснащений зрізаним параболическим рефлектором (26), фокальна площина якого співпадає з площиною випромінюючої поверхні зазначеного п'єзокерамічного випромінювача (23), який працює принаймні на резонансній частоті ультразвукових коливань в діапазоні від близько 1,0 МГц до близько 5,0 МГц і при цьому створює ультразвукову хвилю з потужністю випромінювання в діапазоні від близько 3,0 Вт/см<sup>2</sup> до близько 7,0 Вт/см<sup>2</sup>, щонайменше необхідну для виникнення кавітації в зоні обробки (27) і принаймні достатню для отримання аерозолі (28) з ультразвукового фонтана (29) ультразвуковим диспергуванням рідини у внутрішній простір проточної камери (3).

5. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що оснащений ежектором (9) з двома входами (10) та (12) і одним виходом (30), причому вхід (10) призначений для прийому стерилізованої рідини (31), що надходить з резервуара (2), а вхід (12) ежектора (9), який приєднаний до виходу газу (13) резервуара (2), призначений для прийому стерилізованого газу (32), насиченого аерозолем (28), який надходить з резервуара (2), при цьому вихід (30) ежектора (9) призначений для виводу стерилізованої газорідинної суміші, отриманої в результаті роботи вказаного пристрою (1).

6. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що в ділянку між вихідним отвором газу (13) резервуара (2) і входом газу (12) ежектора (9) додатково введено пристрій (33), що регулює напрямок виводу газу з резервуара (2).



Фиг. 1

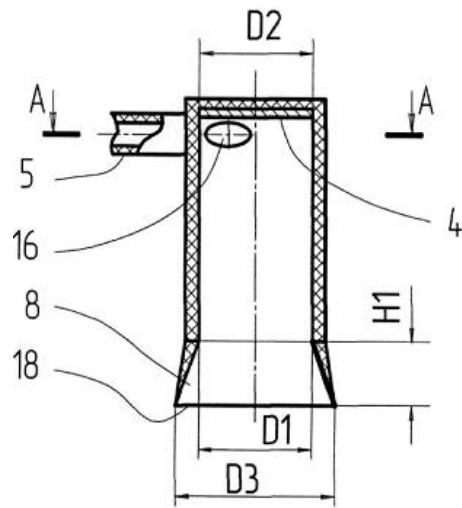


Fig. 2  
A - A

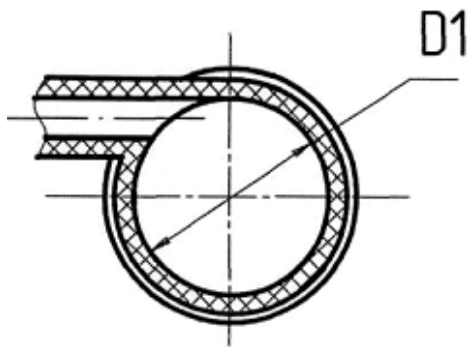


Fig. 3

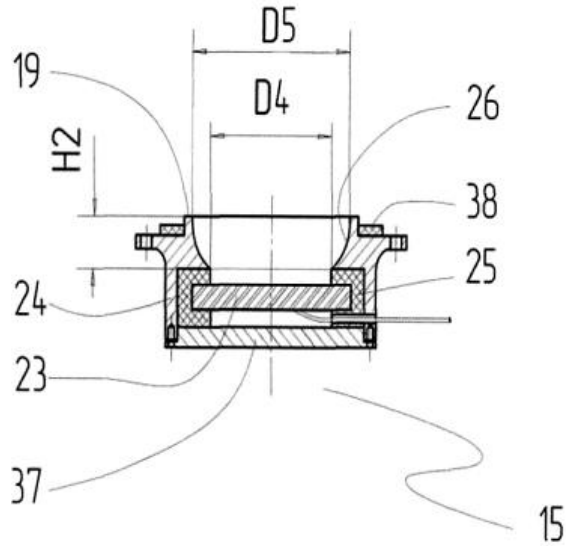
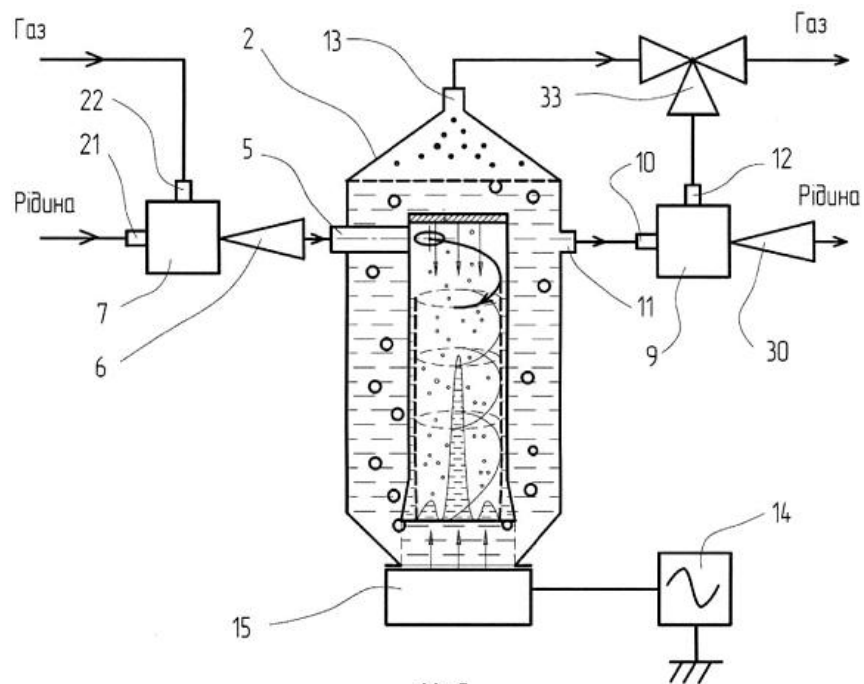
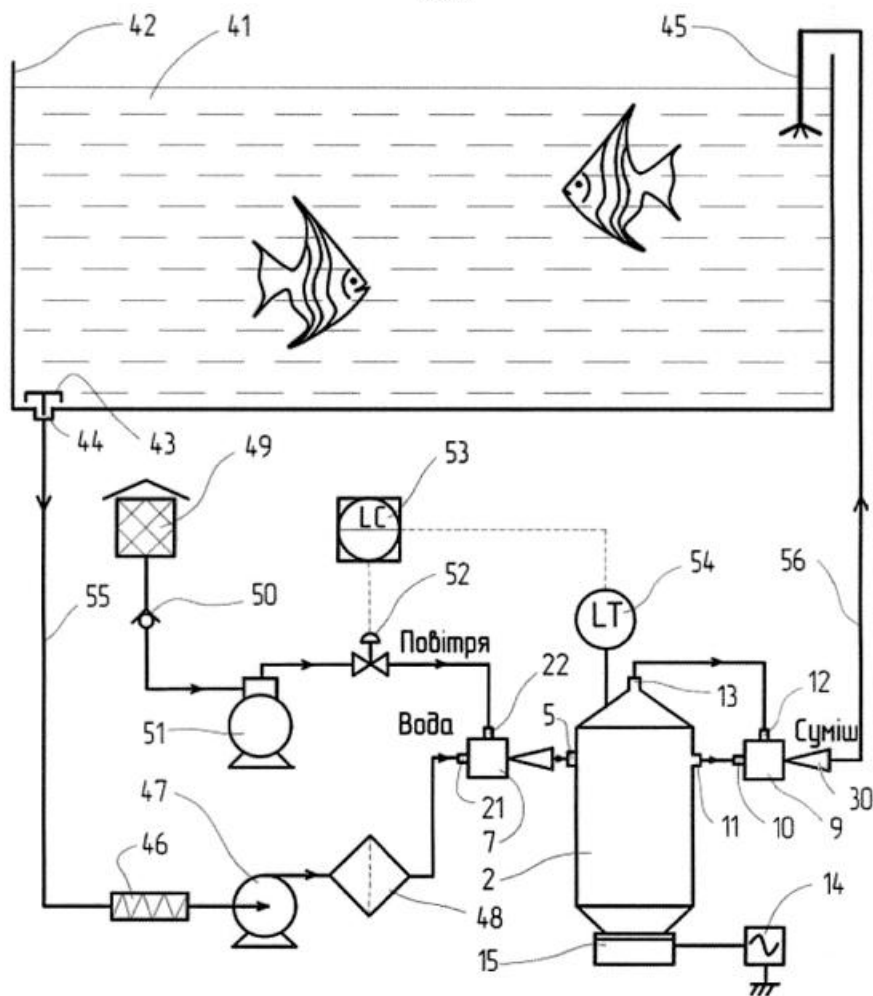


Fig. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601