



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 99428

(13) U

(51) МПК

C02F 9/02 (2006.01)

C02F 11/14 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

| | | | |
|--|----------------------|---------------------|--|
| (21) Номер заявки: | u 2014 10871 | (72) Винахідник(и): | Беліменко Георгій Сергійович (UA), Гевод Віктор Сергійович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: | 06.10.2014 | (73) Власник(и): | Беліменко Георгій Сергійович, просп. ім. Газети "Правда", 70-б, кв. 24, м. Дніпропетровськ, 49051 (UA), Гевод Віктор Сергійович, наб. Перемоги, 126-а, кв. 28, м. Дніпропетровськ, 49100 (UA) |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: | 10.06.2015 | | |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: | 10.06.2015, Бюл.№ 11 | | |

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ (ДООЧИЩЕННЯ) ВОДИ, ПЕРЕВАЖНО ПИТНОЇ**(57) Реферат:**

Спосіб глибокого очищення/доочищення води, переважно питної, при якому ведуть обробку води в очисному модулі (агрегаті), включає флотаційну обробку води, що очищається, у флотаторі водно-повітряною сумішшю, бульбашково-плівкову екстракцію поверхнево-активних речовин за допомогою бульбашково-плівкового екстрактора, а також виведення очищеної води і видалення поверхнево-активних речовин. Виконують комплексне очищення/доочищення води щонайменше в одному очисному модулі, що включає щонайменше один кільцевий цикл очищення/доочищення води, при якому додатково виконують фільтрацію води через фільтр. Водно-повітряна суміш у флотаторі, за рахунок збільшення висоти над рівнем води у флотаторі, розгалужується на декілька потоків. Перший потік направляють у бульбашково-плівковий екстрактор, а інші потоки направляють на фільтруюче/поглинаюче тіло. Місце розгалуження потоків розташовано в межах зони концентратора продуктів флотації, а відфільтровану воду відводять в об'єм води. Потоки, що подають на фільтруюче/поглинаюче тіло, направлені в відцентровому та співвісному напрямках, а після фільтрації направляють на відсмоктувальний пристрій, насос, ежектор, УФ-опромінення, і відводиться на використання і/або в об'єм води, що обробляється.

UA 99428 U

Корисна модель належить до багатоступінчастої обробки води, зокрема до технології рециркуляційної обробки води флотацією в поєднанні з іншими способами (методами) обробки, і може бути використана для очищення питної води в побуті і харчовій промисловості, а також для доочищення технічних і стічних вод промислових підприємств.

З рівня техніки відомі різні способи очищення питної води, що, наприклад, включають фільтрацію, біологічне очищення мікроорганізмами, бактерицидну обробку УФ-опроміненням і їх комбінації, наприклад реалізовані в наступних технічних рішеннях:

"Способ очистки питьевой воды" RU 2174956 (C2) (Еремеева В.А. и другие) C02F 1/28, 2001 [1]; який включає фільтрацію води крізь тришаровий фільтр.

"Способ обеззараживания воды" SU 1679747 (A1) (Омский сельскохозяйственный институт им. С.М. Кирова) C02F 1/74, 1996 [2], який включає динамічне очищення води в прискорених потоках.

"Способ получения питьевой воды" RU 2182128 (A1) (ООО "Космо-Дизайн интернэшнл" C02F 1/50, 10.05.2002 [3]; який включає УФ-опромінення та хімічне знезараження.

"Способ получения питьевой воды" RU 2220115 (C1) (Федеральное государственное унитарное предприятие "Пермский завод им. С.М. Кирова" C02F 9/12, 27.12.2003 [4]); який включає УФ-опромінення та обробку коагулянтами та флокулянтами.

"Способ очистки воды и модульное устройство для его осуществления" RU 2151106 (C1) (Боголицын К.Г. и другие) C02F 9/14, 20.06.2000 [5], який включає обробку озоном, електрокоагуляцію та подальшу обробку мікроорганізмами.

"Способ очистки питьевой воды от соединений хлора в бытовых условиях RU 2012109949 A (Емельянов и другие) C02F 1/20, 2013 [6], який включає аерацію та відстоювання.

"Установка получения питьевой воды" RU 2209783 (C3) (Боголицын К.Г.) C02F 9/14, 10.08.2002 [7]. який включає комплексну очистку: озонування, коагуляцію, фільтрацію та накопичення.

Проте відомі способи [1-7] не забезпечують високий рівень очищення питної води від спектру їх забруднень, мають потребу обладнанні високої вартості, або великий час технологічного циклу очищення.

Знайшли розповсюдження також економічні способи очищення води флотацією, фільтрацією та їх комбінації, наприклад, реалізований в наступних технічних рішеннях:

"Способ очистки воды" UA 58291 (U) (Проль А.М. та інші), B01D 25/02, 11.04.2011 [8]; який включає фільтрацію в зернистому фільтрі причому фільтр розділений на занурену у воду частину і не занурену, причому товщина шарів зануреного і не зануреного шарів зернистого завантаження знаходяться в певному співвідношенні.

"Способ очистки воды від заліза та марганцю" UA 89706 (C2) (Гончарук В.В. та інші) C02F 1/62 /25, 2010 [9], який включає фільтрацію в зернистому фільтрі, причому завантаження фільтра виконане пошаровим з використанням різних мінералів та різного гранулометричного складу.

"Способ очистки воды від заліза" UA 95840 (C2) (Кулішенко О.Ю. та інші) C02F 1/62, 2011 [10], який включає фільтрацію в зернистому фільтрі, мінералів природного походження в певному співвідношенні компонентів.

"Установка для очистки воды від поверхнево активних речовин" UA 19391 (C2) (Гевод В.С. та інші), C02F 1/24, 22.06.1994 [11], який включає флотацію поверхнево-активних речовин.

"Установка для глубокого очищения воды" UA 23032 (C2) (Гевод В.), C02F 1/24, 31.07.1996 [12], який включає багатопотокову флотацію поверхнево-активних речовин.

"Пристрій для очищения воды" UA 25068 (C2) (Інститут колоїдної хімії ім. А.І. Думанського Національної академії наук України, UA) C02F 1/24, C02F 1/40, 25.12.1998 [13], який включає флотацію та рециркуляцію поверхнево активних речовин в контурі флотації.

"Способ глубокой очистки и обеззараживания природных вод, а также вод содержащих антропогенные и техногенные загрязнения" RU 2113104518, (Журба М.Г. та інші) C02F 3/02, 10.08.14 [14], який являє собою комплексне очищення води, включаючи фільтрацію на частково зануреному у воду фільтрі в псевдоскрапленому стані.

"Установка для очистки воды від поверхнево активних речовин" UA 58076 (A) (Гевод В.С. та інші), C02F 1/24, 15.07.2003 [15]; який включає флотацію поверхнево активних речовин із забезпеченням стабільних умов проведення процесу флотації за допомогою нагнітаючого обладнання та обмеження зони підготовки газоповітряної суміші.

Відомі способи та пристрої в [8-15] також не забезпечують високий ступінь очищення питної води від спектру її забруднень при заданих часових проміжках та обмеженні енергопостачання.

Найбільш близьким до корисної моделі за кількістю загальних ознак є спосіб глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, при якому ведуть обробку в очисному модулі

(агрегаті), що включає флотаційну обробку води, що очищається, у флотаторі водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора, бульбашково-плівкову екстракцію поверхнево-активних речовин (ПАР) за допомогою бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ), а також виведення очищеної води і видалення поверхнево-активних речовин (ПАР), при якому додатково виконують фільтрацію води через насипний піщаний фільтр, потім воду подають на подальшу бактерицидну та УФ-обробку ["Спосіб глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної" UA 98257 (C2) Гевод В.С. та інші) C02F 1/24, 25.04.2012 - найбільш близький - прототип 1] [16].

Недоліком відомого способу [16] є те, що цей спосіб є порівняно енерговмісним, а також потребує спеціального обладнання для забезпечення необхідного ступеня очищення (доочищення) води по всьому спектру забруднень. Викликано це тим, що даним способом здійснюється флотація і бульбашково-плівкова екстракція поверхнево-активних речовин, та багаторазова прокачка всього обсягу води через піщаний фільтр.

Також найбільш близьким до корисної моделі з іншого боку за кількістю загальних ознак є ["Ефективний спосіб фільтрації води у резервуарі розважального або декоративного призначення, який здійснюється з малим об'ємом води, а не з усією водою резервуара і всмоктувальний пристрій для переміщення по дну резервуара UA 101832 (C2) Фішманн Т. Ф. Б. та інші B01D 21/01, 13.05.2013; найбільш близький - прототип 2] [17].

Недоліком відомого способу [17] є те, що ним не забезпечується необхідний ступінь очищення (доочищення) води по всьому спектру забруднень, що підлягають видаленню, що знижує якість води. Викликано це тим, що даним способом здійснюється тільки фільтрація малого обсягу води в якій присутні забруднення, які флокулюють за допомогою флокулянтів та опромінення.

Задачею, на вирішення якої спрямована корисна модель, є удосконалення відомих способів [16,17] шляхом об'єднання їх позитивних якостей і застосування в них додаткових методів (стадій) очищення води, що забезпечують багатоступінчасту її обробку за замкненим циклом, що багаторазово повторюється, в очисному модулі (агрегаті) з ефектом активізації індивідуальних водоочищувальних процесів на кожному ступені (стадії) рециркуляційної технології очищення води.

Технічний результат, який досягається при вирішенні поставленої задачі і використанні вдосконаленого способу, полягає в підвищенні ступеня очищення (доочищення) і якості води при суттєвому зменшенні питомих енерговитрат та збільшенні швидкості обробки води.

Поставлена задача вирішується, а технічний результат досягається тим, що в способі глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, при якому ведуть обробку води в одному очисному модулі (агрегаті), що включає флотаційну обробку води, що очищається, у флотаторі водоповітряною сумішшю, бульбашково-плівкову екстракцію поверхнево-активних речовин (ПАР) за допомогою бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ), а також видалення поверхнево-активних речовин (ПАР), реалізоване у способі, згідно з корисною моделлю, виконують комплексне очищення (доочищення) води, щонайменше в одному очисному модулі (агрегаті), що включає щонайменше один кільцевий багатоступінчастий цикл очищення (доочищення) води, при якому з метою зменшення питомих енерговитрат та збільшення швидкості та глибини очищення, водно-повітряна суміш у флотаторі, за рахунок збільшення висоти над рівнем води у флотаторі, розгалужується на декілька потоків (не менше двох), перший потік направляється у бульбашково-плівковий екстрактор, а інший/інші потік/потoki направляється/-ються на фільтруєче/поглинаєче тіло, причому висота місця розгалуження потоків розташована вище, на рівні, або нижче початкового рівня води, що очищується у флотаторі, в межах зони концентратора продуктів флотації, а відфільтровану воду подають в об'єм води, що обробляється.

У зв'язку з тим, що в способі, що заявляється, виконують комплексне очищення (доочищення) води, щонайменше в одному очисному модулі, що включає щонайменше один кільцевий багатоступінчастий цикл очищення (доочищення) води, то тим самим забезпечують рециркуляційний процес комбінованої обробки (очищення) води різними методами, які доповнюють один одного і з одного боку допускають можливість мінімізації габаритів очисного модуля (агрегату) і його функціональних вузлів, а з іншого боку ініціюють виникнення зворотних зв'язків між використовуваними складеними процесами рециркуляційної технології, які оптимізують процес ефективного очищення води.

Фільтрація розгалуженого потоку концентрату продуктів флотації (флотоконцентрату) в стартовому і подальших циклах через фільтруєче/поглинаєче тіло забезпечує розподіл твердої (дисперсної) і рідкої фаз шляхом осадження седиментуючих і колоїдних домішок води в поровому просторі фільтруєчого/поглинаєчого тіла під дією сили тяжіння і перепаду тиску.

Фільтрація/поглинання затримує переважно частинки в товщі фільтруючого/поглинаючого середовища. Цим забезпечується ефективне вилучення з води тих речовин, які обумовлюють показник "каламутність". Оскільки ефективність фільтрації обумовлена концентрацією забруднень у воді, що подається на фільтрацію, а в цьому випадку на фільтрацію подається флотоконцентрат, таким чином ефективність фільтрації обумовлена концентрацією домішок(забруднень), що флотуються. Таким чином, процес флотації забруднень напряду впливає на процес фільтрації - збільшуючи його ефективність.

У зв'язку з тим, що вода після флотаційної обробки додатково надходить на фільтрацію/поглинання в фільтруючому/поглинаючому тілі із завантаженням, що складається наприклад з суміші активованого вугілля з кварцовим піском з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, то тим самим забезпечується завершальний етап очищення одного циклу обробки води. Фільтруюче/поглинаюче тіло в цьому випадку являє собою аеробний фільтр/біореактор. Колонії аеробних гетеротрофів біокаталітично очищають потік води, що циркулює, від органічних і мінеральних поверхнево-неактивних речовин (ПНАР), що служать компонентами живлення для зростання і розмноження цього виду мікроорганізмів. Аеробні гетеротрофи в природі є основними чинниками самоочищення водних просторів і тому суттєво підвищують ступінь очищення води. Таким чином фільтрація/поглинання органічних і мінеральних поверхнево-неактивних речовин, затримання та переробка їх у фільтруючому/поглинаючому тілі напряду впливає на ефективність флотації, оскільки речовини, які сповільнюють або навіть пригнічують флотацію, затримуються фільтруючим/поглинаючим тілом і далі переробляються колоніями аеробних гетеротрофів. Оскільки час життя аеробних гетеротрофів - невеликий, після їх відмирання - їх залишки, які є органічними речовинами (ПАР) на наступному циклі очищення потрапляють у плівковий екстрактор і виносяться з обсягу води, що очищується.

Особливістю рециркуляційної системи комбінованої обробки води є те, що з одного боку така система допускає можливість мінімізації габаритів її функціональних вузлів, а з іншого боку в ній забезпечується виникнення зворотних зв'язків процесів флотації та фільтрації, що призводить до оптимізації процесу очищення в цілому.

Так, якщо фільтр певної висоти, при заданій швидкості фільтрації забезпечує пониження каламутності розчину, що фільтрується, то таке ж зниження каламутності розчину в рециркуляційному процесі фільтрації флото-концентрату забезпечує фільтр тієї ж висоти в кілька разів швидше оскільки, ефективність фільтрації збільшується і відповідає експоненціальному закону за рахунок збільшення концентрації домішок у флотоконцентраті, який фільтрується.

При роботі рециркуляційної фільтраційно-флотаційної системи залишкова концентрація домішок в оброблюваному полікомпонентному водному розчині може бути знижена до меншого рівня, так як кінетика вилучення речовин підкоряється закону зворотної експоненти і за визначений час очищення глибина вилучення домішок буде більшою, ніж у відомому способі очищення.

При рециркуляційній фільтрації флотоконцентрату базові механізми видалення речовин з рідини, що фільтрується, при очищенні води в фільтруючому/поглинаючому тілі, залишаються такими ж, як і в будь-якому іншому фільтрі. Зокрема, великодисперсні домішки осідають на поверхні тіла з утворенням "місткових" структур та пухкого осаду, частково блокуючого переріз усіх вхідних пор фільтра. Колоїдні частинки утворюють коагулюм всередині фільтра за механізмами інерційної і безінерційної гетерокоагуляції. Але відмінною рисою роботи фільтруючого/поглинаючого тіла в рециркуляційному режимі разом з флотатором і бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ), є та обставина, що в поровий простір фільтруючого/поглинаючого тіла, що складається з, наприклад, активованого вугілля та кварцового піску, безперервно надходить розчин, збагачений атмосферним киснем (за рахунок обмінної абсорбції при флотації у флотаторі). Одночасно цей розчин виявляється збагачений поверхнево-неактивними інгібіторами флотації, які є їжею для колоній аеробних гетеротрофів.

Насичення флотоконцентрату, що фільтрується, атмосферним киснем і збагачення його поверхнево-неактивними речовинами, також стимулює активність біообростання при фільтрації через фільтруюче/поглинаюче тіло, що перетворює його на біофільтр/біореактор. Результатом роботи фільтруючого/поглинаючого тіла - є зменшення концентрації поверхнево-неактивних речовин, за рахунок їх поглинання, та збільшенні концентрації поверхнево-активних речовин, які є результатом роботи аеробного біореактора в фільтруючому/поглинаючому тілі. Внесок цих складових в "продуктивність" рециркуляційної фільтрації флотоконцентрату залежить від віку і видового складу біообростання у фільтруючому/поглинаючому тілі, а також від наявності у флотоконцентраті, що фільтрується, речовин, що є субстратами для бактеріального живлення.

Біообростання поглинають з потоку флотоконцентрату ті органічні речовини, які легко засвоюються ферментними системами бактерійних клітин. По мірі утилізації цих речовин бактерії приступають до "перетравлення" більш складних органічних сполук. При цьому потік води на виході з фільтруючого/поглинаючого тіла виявляється додатково очищеним від розчинених органічних сполук. Одночасно у вихідний потік з фільтруючого/поглинаючого тіла надходять продукти життєдіяльності біообростання. Це вуглекислий газ, вода, ендogenous сурфактанти, а також важкорозк-ладані фрагменти відмираючих бактерійних колоній. З рециркулюючого об'єму водної фази їх евакуує бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ).

Таким чином, реалізуються позитивні зворотні зв'язки між процесами комплексу "флотація - фільтрація".

Спосіб, що заявляється, забезпечує видалення з об'єму рециркулюючої води сукупність речовин, які належать до різних класів за ступенем дисперсності і природою походження. До них належать органічні і неорганічні речовини, седиментуючі і неседиментуючі, колоїдні і істинно розчинені поверхнево-активні і неактивні, а також летючі органічні сполуки і гази, при чому швидкість очищення, згідно зі способом, що заявляється, буде більшою, оскільки швидкість кожного окремого етапу очищення збільшується за рахунок позитивних синергетичних ефектів в парі процесів "флотація-фільтрація" - флотація відбувається при вилученні па вході плівкового екстрактора поверхнево-неактивних речовин - що призводить до збільшення швидкості флотації, а фільтрація відбувається при підвищених концентраціях забруднень, що само по собі збільшує швидкість вилучення забруднень з води, яка очищується.

Місце розгалуження потоків може бути розташоване вище, на рівні, або нижче початкового рівня води, що очищується у флотаторі, в залежності від початкового рівня забруднень води, що очищується поверхнево-неактивними речовинами. Так при високому рівні забруднень місце розгалуження потоків розташоване нижче початкового рівня води, що очищується у флотаторі, таким чином процес подачі флотоконцентрату на фільтрацію/поглинання буде відбуватися раніше. При невеликій концентрації забруднень поверхнево-неактивними речовинами місце розгалуження потоків розташоване на рівні, або вище початкового рівня води, що очищується у флотаторі.

Місце розгалуження потоків розташоване в межах зони концентратора продуктів флотації, оскільки згідно зі способом, який заявляється, на фільтрацію подається флотоконцентрат, в він знаходиться тільки в межах зони їх концентрації.

При горизонтальній компоновці пристроїв для очищення/доочищення води магістраль концентрат флотопродукту/-ів, що подається/-ються на фільтруюче/поглинаюче тіло, направляється/-ються відцентрово, відповідно осі флотатора.

При вертикальній компоновці пристроїв для очищення/доочищення води магістраль концентрат флотопродукту/-ів, що подається/-ються на фільтруюче/поглинаюче тіло направляється/-ються співвісно, відповідно осі флотатора.

При роботі пристроїв для очищення/доочищення води за рахунок підвищення/зниження тиску, в магістралях циркуляції, поток/-ки, фільтрату, після фільтрації/поглинання, послідовно направляється на відсмоктувальний пристрій, насос, ежектор, уф-опромінення і відводиться на використання, і/або в об'єм води, що обробляється.

Фільтруюче/поглинаюче тіло може бути виконане складеним, а потоки, після розгалуження, що подаються на фільтруюче/поглинаюче тіло направляють окремо в кожен його частину. Складові частини фільтруючого/поглинаючого тіла розміщені суцільно і/або окремо на одному, або на різних рівнях відповідно початкового, рівня води, що очищується у флотаторі. Потоки, після розгалуження, що подається/-ються на фільтруюче/поглинаюче тіло направляється співвісно та/або відцентрово, відповідно осі флотатора. Завантаження кожної частини фільтруючого/поглинаючого тіла виконано різним. Рівень розгалуження та напрям потоку, що подається на частину фільтруючого/поглинаючого тіла виконані в різних напрямках і на різній висоті. Тиск в об'ємі частини фільтруючого/поглинаючого тіла та розташування частини фільтруючого/поглинаючого тіла задані однаковими та різними для кожної частини фільтруючого/поглинаючого тіла. Напрямок потоків, вид завантаження, рівень розгалуження потоків, тиск в магістралі та розміщення частини фільтруючого/поглинаючого тіла встановлені в залежності від процесу, що привалює і який відбувається в частині фільтруючого/поглинаючого тіла.

Надалі корисна модель на "Спосіб очищення (доочищення) води, переважно питної" пояснюється кресленнями та описом прикладів його здійснення.

На Фіг. 1 зображено схему етапів процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно зі способом, який заявляється, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при атмосферному тиску, на всіх етапах (стадіях) очищення.

На Фіг. 2 зображено схему етапів процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску, на деяких етапах (стадіях) очищення.

На Фіг. 3 зображено схему пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при атмосферному тиску, на всіх етапах очищення.

На Фіг. 4 зображено схему пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску, на деяких етапах очищення.

На Фіг. 5 зображено схему пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при атмосферному тиску, на всіх етапах очищення, а фільтруюче/поглинаюче тіло виконане складеним.

На Фіг. 6 зображено схему пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску, на деяких етапах очищення, а фільтруюче/поглинаюче тіло виконане складеним.

Перелік позначень (Фіг. 3-6):

1. очисний модуль (агрегат);
2. флотатор;
3. бульбашковий генератор-барботер;
4. флотоконцентратор бульбашково-плівкового екстрактора;
5. фільтруюче/поглинаюче тіло;
6. бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ);
7. ємність для збору забруднень;
8. магістраль відведення флотоконцентрату на фільтрацію;
9. дренажно-всмоктувальний пристрій; 10.насос;
11. ежектор;
12. уф-опромінювач;
13. патрубок з краном для вхідної води;
14. патрубок з краном для вихідної води;
15. патрубок для зливу забруднень.

Схема етапів процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно способу, який заявляється, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при атмосферному тиску, на всіх етапах (стадіях) очищення (Фіг. 1) складається з наступних етапів:

1. подача водоповітряної суміші на флотатор (речовина, з якою відбувається перетворення - флотопродукт (далі аналогічно);
2. концентрація забруднень, що флотуються у флотаторі (флотоконцентрат);
3. розгалуження флотоконцентрату у флотаторі (флотоконцентрат);
4. подача флотоконцентрату на плівковий екстрактор (флотоконцентрат-збагачений ПАР);
5. викидання бруду назовні (флотоконцентрат - збагачений ПАР);
6. подача флотоконцентрату на фільтруюче тіло (флотоконцентрат- збагачений поверхнево-неактивними речовинами (ПНАР));
7. фільтрація/поглинання флотоконцентрату та ПНАР (фільтрат/біофільтрат);
8. відведення фільтрату у воду, що очищується, (фільтрат -збагачений ПАР);

Процес очищення води є рециркуляційним - фільтрат подається в воду, що очищується далі на підготовку водно-повітряної суміші, далі процес повторюється.

Схема етапів процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску, на деяких етапах (стадіях) очищення (Фіг. 2) складається з наступних етапів:

1. подача водоповітряної суміші на флотатор (речовина, з якою відбувається перетворення - флотопродукт (далі аналогічно));
2. концентрація забруднень, що флотуються у флотаторі (флотоконцентрат);
3. розгалуження флотоконцентрату у флотаторі (флотоконцентрат);
4. подача флотоконцентрату на плівковий екстрактор (флотоконцентрат-збагачений ПАР);
5. викидання бруду назовні (флотоконцентрат - збагачений ПАР);
6. подача флотоконцентрату на фільтруюче тіло (флотоконцентрат - збагачений поверхнево-неактивними речовинами (ПНАР));
7. фільтрація/поглинання флотоконцентрату та ПНАР (фільтрат/біофільтрат);

8. відсмоктування фільтрату (фільтрат - збіднений ПНАР);
9. УФ-опромінення;
10. відведення води на використання;
11. ежекція повітря, підготовка водно-повітряної суміші (флотопродукт).

Процес (Фіг. 2) відрізняється від вище згаданого тим, що на етапах фільтрації, підготовки водно-повітряної суміші, бактерицидної обробки води, що очищується та відведення води на використання - застосовані процеси, які реалізовані за рахунок підвищення/зниження тиску в магістралях циркуляції води, що очищується.

Пропонований спосіб реалізується в пристроях для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, схеми яких наведено на (Фіг. 3-6).

Пристрій для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при атмосферному тиску, на всіх етапах очищення (Схема - Фіг. 3), містить очисний модуль (агрегат) 1, всередині якого розташований флотатор 2, у випадку, коли вода, яка очищується, знаходиться при атмосферному тиску, на всіх етапах очищення флотатор 2 і резервуар для води, що очищується, можуть конструкційно співпадати), всередину якого подається водоповітряна суміш, що утворюється, наприклад генератором водно-повітряної суміші - барботером 3, концентратор флотопродуктів 4 бульбашково-плівкового екстрактора, що розташований над флотатором. Усередині очисного модуля 1 розташоване фільтруюче/поглинаюче тіло 5. Бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 6 служить для екстракції і видалення поверхнево-активних речовин (ПАР) у резервуар для накопичення забруднень 7. Концентратор флотопродуктів 4, з'єднаний з фільтруючим/поглинаючим тілом 5, за допомогою магістралі 8, причому вхід магістралі флотоконцентрата розташований вище, на рівні, або нижче початкового рівня води, що очищується у флотаторі, в межах зони концентратора флотопродуктів. а вихід магістралі відведення флотопродуктів розташований над верхнім шаром фільтруючого/поглинаючого тіла.

Спосіб глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, при якому ведуть обробку води в одному очисному модулі (агрегаті) 1 за структурною схемою (Фіг. 1) та в пристрої (Фіг. 3), в загальному випадку включає флотаційну обробку води, що очищається, у флотаторі 2 водно-повітряною сумішшю, що надходить з генератора водно-повітряної суміші барботера 3, концентрацію поверхнево-активних речовин, концентратором 4 бульбашково-плівкового екстрактора, екстракцію поверхнево-активних речовин (ПАР) за допомогою бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ) 6, а також виведення очищеної води і видалення поверхнево-активних речовин (ПАР) у резервуар для накопичення забруднень 7, включає фільтрацію розгалуженого потоку флотоконцентрату, який розгалужується за рахунок збільшення висоти над рівнем води у флотаторі 2, на декілька потоків (не менше двох), перший потік направляється у бульбашково-плівковий екстрактор 6, а інший/інші потік/потoki направляється/ються на фільтруюче/поглинаюче тіло 5, причому місце розгалуження потоків розташовано вище, на рівні, або нижче початкового рівня води, що очищується у флотаторі 2, в межах зони концентратора флотопродуктів 4, а відфільтровану воду (фільтрат) відводять в об'єм води, що обробляється.

Особливістю способу є те, що виконують комплексне очищення (доочищення) води щонайменше в одному очисному модулі 1 (Фіг. 3), що включає щонайменше один кільцевий цикл очищення (доочищення) води, при якому додатково виконують фільтрацію флотоконцентрату подаючи його на фільтруюче/поглинаюче тіло 5. У фільтруючому/поглинаючому тілі 5 з завантаженням, що складається, наприклад, з суміші активованого вугілля та кварцового піску з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, додатково виконують біологічне очищення води. Після цього виконують повторну подачу води на наступний кільцевий цикл очищення води - рециркуляцію, при цьому виведення очищеної води виконують після багатократної рециркуляції.

Приклад пристрою для реалізації способу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску, на деяких етапах очищення (Схема - Фіг. 4). Пристрій містить очисний модуль (агрегат) 1, всередині якого розташований флотатор 2, всередину якого подається водно-повітряна суміш, що надходить з ежектора 11 далі у концентратор 4 бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ) 6, що розташований над флотатором 2 і служить для екстракції і видалення поверхнево-активних речовин (ПАР) у резервуар для накопичення забруднень 7. Усередині очисного модуля 1 розташоване фільтруюче/поглинаюче тіло 5, зв'язане за допомогою дренажно-відсмоктуючого засобу 9 з ультрафіолетовим опромінювачем (УФ-опромінювачем) 12, який сполучений з ежектором 11.

уф-опромінювач 12 може бути встановлений зовні або усередині очисного модуля 1. Дренажно-відсмоктуючий засіб 9 виконаний в дні фільтруючого/поглинаючого тіла 5, Відсмоктування води, що очищується, забезпечує насос 10, який може бути встановлений усередині або зовні очисного модуля 1. Очисний модуль (агрегат) 1 має вхідний патрубок з краном 13 для подачі початкової води на очищення, вихідний патрубок з краном 14 для виведення очищеної води і зв'язаний з виходом уф-опромінювача 12, зливний патрубок 15 для видалення поверхнево-активних речовин (ПАР), зв'язаний з резервуаром для накопичення забруднень 7.

Спосіб глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної для випадку, коли вода, яка очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску, на деяких етапах очищення (Фіг. 4), при якому ведуть обробку води в одному очисному модулі (агрегаті) 1, в загальному випадку включає флотаційну обробку води, що очищається, у флотаторі 2 водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора 3, концентрацію флотопродукту в концентраторі 4 бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ) 6, екстракцію поверхнево-активних речовин (ПАР), а також виведення очищеної води і видалення поверхнево-активних речовин (ПАР). Особливістю способу є те, що виконують комплексне очищення (доочищення) води щонайменше в одному очисному модулі 1 (Фіг. 4), що включає щонайменше один кільцевий цикл очищення (доочищення) води, при якому додатково виконують фільтрацію флотоконцентрату через фільтруюче/поглинаюче тіло 5 (Фіг. 4), після якого фільтрат виводять за допомогою дренажно-відсмоктуючого засобу 9 і подають на ультрафіолетовий опромінювач (уф-опромінювач) 12, після цього виконують флотаційну обробку фільтрату у флотаторі 2 водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора 11, концентрацію продуктів флотації, розгалуження потоків, один з яких подається на екстракцію поверхнево-активних речовин (ПАР) за допомогою бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ) 6, а другий/-і подається/-ються на фільтруюче/поглинаюче тіло 5, в якому додатково виконують біологічне очищення води на завантаженні, що складається наприклад з активованого вугілля та кварцового піску з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому. Після цього виконують повторну подачу води на наступний кільцевий цикл очищення - рециркуляцію, при цьому виведення очищеної води виконують після багатократної рециркуляції.

Коли технологія водоочищення реалізується в запропонованому рециркуляційному варіанті, то в рециркуляційному технологічному ланцюжку фільтруюче/поглинаюче тіло 5, флотатор 2, концентратор флотопродуктів 4 і бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 6, що сполучені послідовно і працюють в рециркуляційному режимі, підсилюють функції один одного. Тобто насичення водного потоку киснем повітря у флотаторі 2 стимулює біофільтраційну активність мікрофлори в поровому просторі фільтруючого/поглинаючого тіла 5. При цьому концентрація поверхнево-активних речовин (ПАР) - продуктів мікробіального метаболізму на вході в бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 6 підвищується, за рахунок роботи аеробного біореактора в просторі фільтруючого/поглинаючого тіла 5. Ці речовини є природними флокулянтами. Вони забезпечують агрегація колоїдних частинок в очисному модулі 1, полегшуючи їх евакуацію через бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 6, і тим самим дозволяють скоротити або зовсім відмовитися від застосування синтетичних флокулянтів.

При флотації продукти мікробіального метаболізму разом з іншими домішками безперервно виводяться з потоку рециркулюючої рідини через бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 6. Як наслідок, в фільтраційно-флотаційній системі реалізується ще один позитивний зворотний зв'язок. Його суть полягає в тому, що мікробіальні метаболіти при їх накопиченні в середовищі існування бактерій пригніблюють активність клітин по законах хімічної кінетики. І по цих же законах бактерійна активність зростає, коли продукти бактерійного метаболізму вилучаються з інкубаційного середовища. Тому фільтруюче/поглинаюче тіло 5 з аеробним біореактором із завантаженням, що складається наприклад з суміші активованого вугілля та кварцового піску з колоніями аеробних гетеротрофів, інкубованих в ньому, флотатор 2 і бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 6, що функціонують в рециркуляційному варіанті, забезпечують один одного додатковими можливостями сепарацій за рахунок синергетичного ефекту. Іншими словами, біообростання в фільтруючому/поглинаючому тілі 5, тобто в його завантаженні, збагачують фільтрат речовинами, які є природними флокулянтами, і тим самим забезпечують ефективність флотації у флотаторі 2 і бульбашково-плівкової екстракції поверхнево - активних речовин (ПАР) в бульбашково-плівковому екстракторі (БПЕ) 6. А бульбашково-плівкова екстракція, принцип дії якої пов'язаний з насиченням водного потоку киснем повітря і видаленням з нього продуктів життєдіяльності бактерій, підсилює роботу фільтруючого/поглинаючого тіла 5. Це продовжується до тих пір, поки в об'ємі рециркулюючої рідини не вичерпаються компоненти живлення для біообростань. Оскільки фільтрується тільки частина води, що очищується - флотоконцентрат функцію громіздкого фільтруючого ланцюжка тут забезпечує

фільтруюче/поглинаюче тіло малих габаритів. При оптимальній площі розділових поверхонь в поровому просторі цього фільтра, поглинання речовин в його робочому об'ємі відбувається одночасно по механізмах блокування прохідних перерізів пор, гравітаційного осадження, інерційної і безінерційної гетероко-агуляції, біопреципітації і біокаталізу.

- 5 Показники якості очищеної заявленим способом води, за структурною схемою (Фіг. 1) наведені в таблиці.

Таблиця

| № п/п | Найменування показника | Початкова вода | Очищена прототип | Очищена Заявл. сп. | Норма |
|-------|---|----------------|------------------|--------------------|---------|
| 1 | Кольоровість, град. (°) | 20-50 | <5 | <5 | 20 |
| 2 | Запах, бали | 2-3 | 1 | 1 | 2 |
| 3 | Каламутність, мг/дм ³ | 4-14. | <0,5 | <0,5 | 1,5 |
| 4 | Водневий показник рН | 7,25±0,3 | 7,32-8,5 | 7,32-8,5 | 6,0-9,0 |
| 5 | Смак і присмак, бали | 2-3 | 1 | 1 | 2 |
| 6 | Залишковий хлор (Cl), мг/дм ³ | 1,2 | <0,3 | <0,3 | 0,8-1,2 |
| 7 | Хлороформ (CHCl ₃), мг/дм ³ | 0,1 | - | - | 0,06 |
| 8 | Чотирихлористий вуглець, (CCl ₄) мг/дм ³ | 0,004- | - | - | 0,005 |
| 9 | Нітрати, мг/дм ³ | 4,0±0,5 | <2 | <2 | 45,0 |
| 10 | Нітроти, мг/дм ³ | 0,0031 | <0,002 | <0,002 | 3,0 |
| 11 | Алюміній (Al), мг/дм ³ | 0,24±0,02 | <0,05 | <0,05 | 0,5 |
| 12 | Залізо (Fe), мг/дм ³ | 3,0-14,0 | <0,01 | <0,01 | 0,3 |
| 13 | Кадмій (Cd), мг/дм ³ | 0,0005 | - | - | 1,001 |
| 14 | Марганець (Mn), мг/дм ³ | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,1 |
| 15 | Мідь (Cu), мг/дм ³ | 0,06±0,001 | 0,04±0,001 | 0,04±0,001 | 1,0 |
| 16 | Стронцій, мг/дм ³ | 0,103 | <0,09 | <0,09 | 2,0 |
| 17 | Аміак, мг/дм ³ | <0,04 | - | - | 2,0 |
| 18 | ПАР (поверхнево-активні речовини), мг/дм ³ | 3,0 | <0,025 | <0,02 | 1,0 |
| 19 | СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини), мг/дм ³ | 0,5 | <0,04 | <0,04 | 0 |
| 20 | Миш'як, мг/дм ³ | 0.005±0,0001 | - | - | 0,05 |
| 21 | Перманганатна окислюванність, мг/ дм ³ | 8,12 | <3 | <3 | - |
| 22 | ЗМЧ (загальне мікробне число), число колоній бактерій на 100 мл | 63-630 | - | - | 100 |
| 23 | Колі-індекс, кількість бактерій Колі на 100 мл | 100000 | <3 | <3 | <3 |
| 24 | Кількість води, що очищується, дм ³ | - | 12 | 3 | - |
| 25 | Час очищення, годин | - | 6 | 2 | - |
| 26 | Питоме енергоспоживання, вт/ дм ³ | - | 7,5 | 3,3 | - |

- 10 Схеми прикладів виконання пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли фільтруюче/поглинаюче тіло виконане складеним (Фіг. 5, 6) причому вода, що очищується знаходиться при атмосферному тиску на всіх етапах очищення. Частина складаного фільтруючого/поглинаючого тіла розміщені суцільно, причому частини його та висота розгалуження потоку флотоконцентрату розміщені на різних рівнях відповідно води у флотаторі (Фіг. 5). Фільтруюче/поглинаюче тіло 5 може бути виконане складеним, але частини його розміщені суцільно (Фіг. 5), при чому частини його та висота розгалуження потоку флотоконцентрату розміщені на різних рівнях відповідно рівня води у флотаторі, фільтруюче/поглинаюче тіло 5 може бути виконане складеним, а частини його розміщені окремо, при чому частини його та висота розгалуження потоку флотоконцентрату розміщені на різних рівнях відповідно рівня води у флотаторі, при чому потоки флотоконцентрату направлені в відцентровому та співвісному напрямках.

- 25 Схеми виконання пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, згідно з корисною моделлю, для випадку, коли фільтруюче/поглинаюче тіло виконане складеним, причому вода, що очищується знаходиться при підвищеному/зниженому тиску на деяких етапах очищення (Фіг. 6). Фільтруюче/поглинаюче тіло виконане складеним, а частини його розміщені окремо, причому частини його та висота розгалуження потоку

флотоконцентрату розміщені на різних рівнях відповідно рівня води у флотаторі, причому потоки флотоконцентрату направлені в відцентровому та співвісному напрямках та при різному тиску в потоках флотоконцентрату на різних стадіях очищення.

Приклад пристрою для реалізації процесу глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної (Фіг. 6), згідно з корисною моделлю, для випадку, коли фільтруюче/поглинаюче тіло 5 виконане складеним, а частини його розміщені суцільно і/або окремо, причому частини, його та висота розгалуження потоку флотоконцентрату розміщені на різних рівнях відповідно води у флотаторі, а місця розгалуження потоку флотоконцентрату розташовані на різних рівнях відповідно рівня води у флотаторі, причому потоки флотоконцентрату направлені в відцентровому та співвісному напрямках причому магістралі знаходяться при різному тиску в потоках флотоконцентрату на різних стадіях очищення виконаний наступним чином. Завантаження кожної частини фільтруючого/поглинаючого тіла виконано різним. Це зумовлене тим, що при необхідності забезпечення життєдіяльності необхідних колоній аеробних бактерій необхідно завантаження певних речовин. Магістралі потоків, після розгалуження, що подається/-ються на фільтруюче/поглинаюче тіло направляється співвісно та/або відцентрово, відповідно осі флотатора. Рівень розгалуження та напрям потоку, що подається на частину фільтруючого/поглинаючого тіла виконані в різних напрямках і на різній висоті. Це зумовлене тим, що при необхідності забезпечення життєдіяльності необхідних колоній аеробних бактерій необхідно повне замочування фільтруючого/поглинаючого тіла, або часткове. Тиск в об'ємі частини фільтруючого/поглинаючого тіла та розташування частини фільтруючого/поглинаючого тіла задані однаковими та різними для кожної частини фільтруючого/поглинаючого тіла. Це зумовлене тим, що при необхідності забезпечення життєдіяльності необхідних колоній аеробних бактерій необхідно певний тиск. Вид завантаження, напрям магістралей потоків, рівень розгалуження потоків, тиск в магістралях та розміщення частини фільтруючого/поглинаючого тіла відповідно рівня води що очищується у флотаторі, встановлені в залежності від процесу, що привалює і який відбувається в окремій частині фільтруючого/поглинаючого тіла, з метою забезпечення умов життєдіяльності певних колоній аеробних гетеротрофів. Особливістю роботи пристрою з складеним фільтруючим/поглинаючим тілом є те, що процеси фільтрації/поглинання йдуть окремо у кожній частині фільтруючого/поглинаючого тіла при оптимальних умовах, які забезпечені вище згаданими умовами.

Опис способу, що заявляється, відсутній в патентній та науково-технічній літературі.

Спосіб, що заявляється, забезпечує використання в роботі синергетичних ефектів від взаємодії процесів флотації та фільтрації, які не використовувались раніше.

Всі наведені вище відомості підтверджують промислову придатність способу глибокого очищення (доочищення) води переважно питної, який заявляється, заснованого на рециркуляційній обробці води, щонайменше в одному, очисному модулі, який може знайти широке застосування для очищення питної води в побуті і харчовій промисловості, а також для доочищення технічних і стічних вод промислових підприємств.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб глибокого очищення/доочищення води, переважно питної, при якому ведуть обробку води в очисному модулі (агрегаті), що включає флотаційну обробку води, що очищається, у флотаторі водно-повітряною сумішшю, бульбашково-плівкову екстракцію поверхнево-активних речовин за допомогою бульбашково-плівкового екстрактора, а також виведення очищеної води і видалення поверхнево-активних речовин, причому виконують комплексне очищення/доочищення води щонайменше в одному очисному модулі, що включає щонайменше один кільцевий цикл очищення/доочищення води, при якому додатково виконують фільтрацію води через фільтр, який **відрізняється** тим, що водно-повітряну суміш у флотаторі, за рахунок збільшення висоти над рівнем води у флотаторі, розгалужують на декілька потоків (не менше двох), перший потік направляють у бульбашково-плівковий/-і екстрактор/-и, а інший/інші потік/потоки направляють на фільтруюче/поглинаюче тіло, причому місце розгалуження потоків розташовано вище, на рівні, або нижче початкового рівня води, що очищується у флотаторі, в межах зони концентратора продуктів флотації (флотопродуктів), а відфільтровану воду (фільтрат) відводять в об'єм води, що обробляється.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що другий/інші потік/-ки, після розгалуження, що подається/-ються на фільтруюче/поглинаюче тіло, направляється/-ються відцентрово або співвісно відповідно осі флотатора.

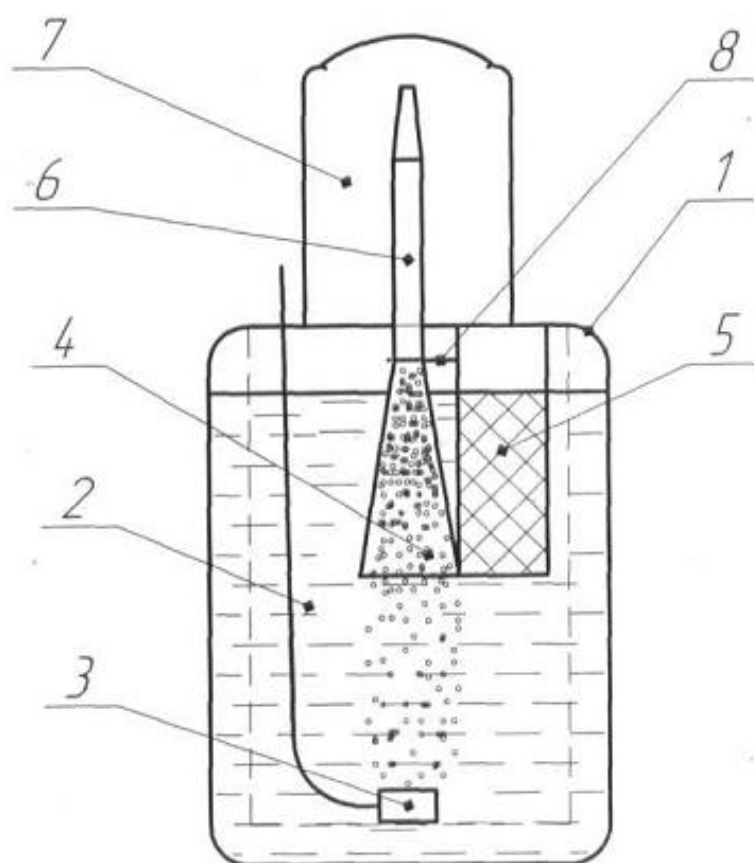
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що фільтруюче/поглинаюче тіло виконане складеним, а потоки, після розгалуження, що подаються на фільтруюче/поглинаюче тіло, направляють окремо в кожну його частину.
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що потіок/-ки, фільтрату після фільтрації послідовно направляють на відсмоктувальний пристрій, насос, ежектор, уф-опромінення і відводять на використання і/або в об'єм води, що обробляється.
- 5



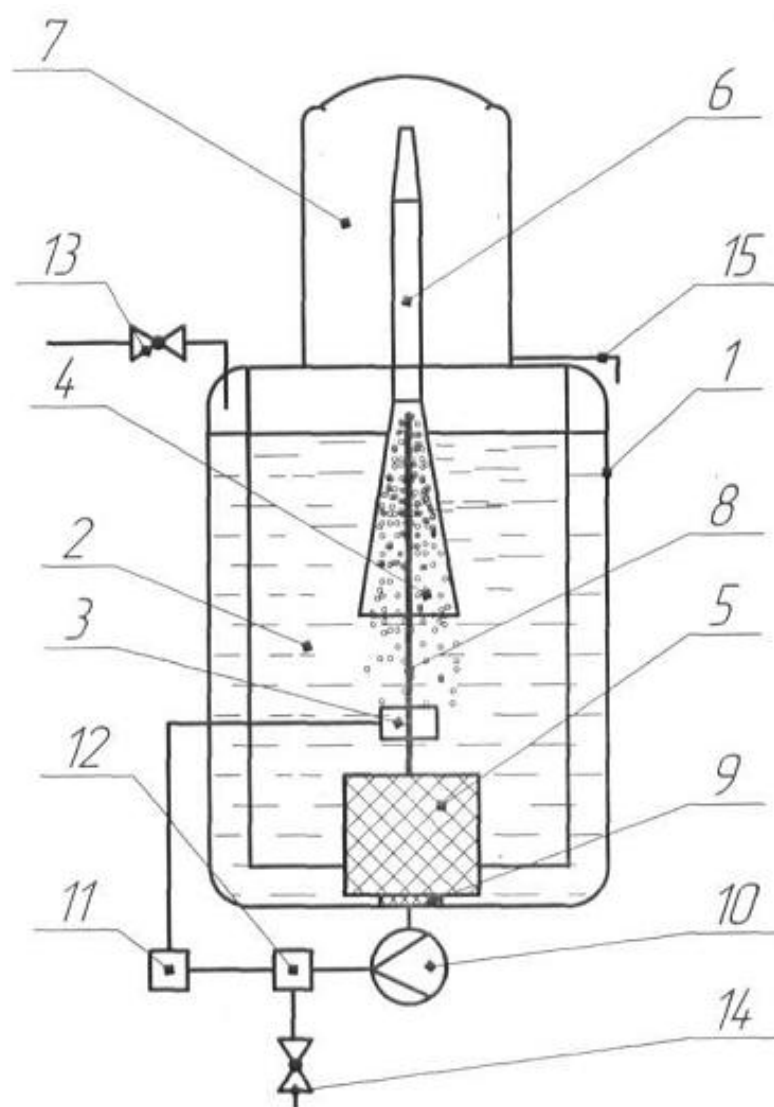
Фіг. 1



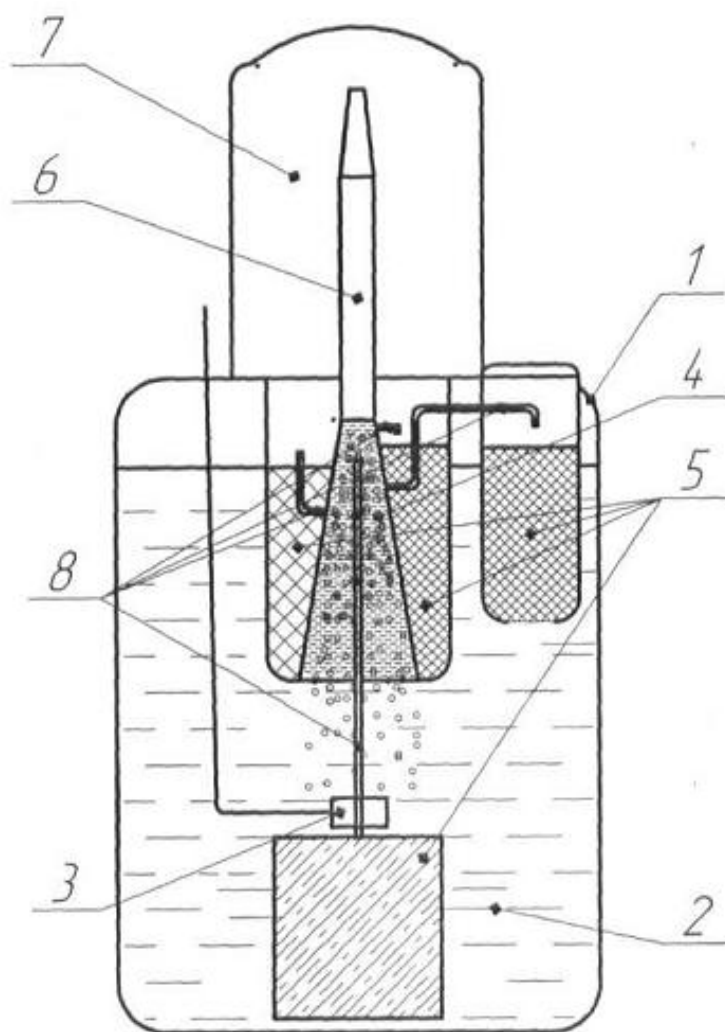
Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

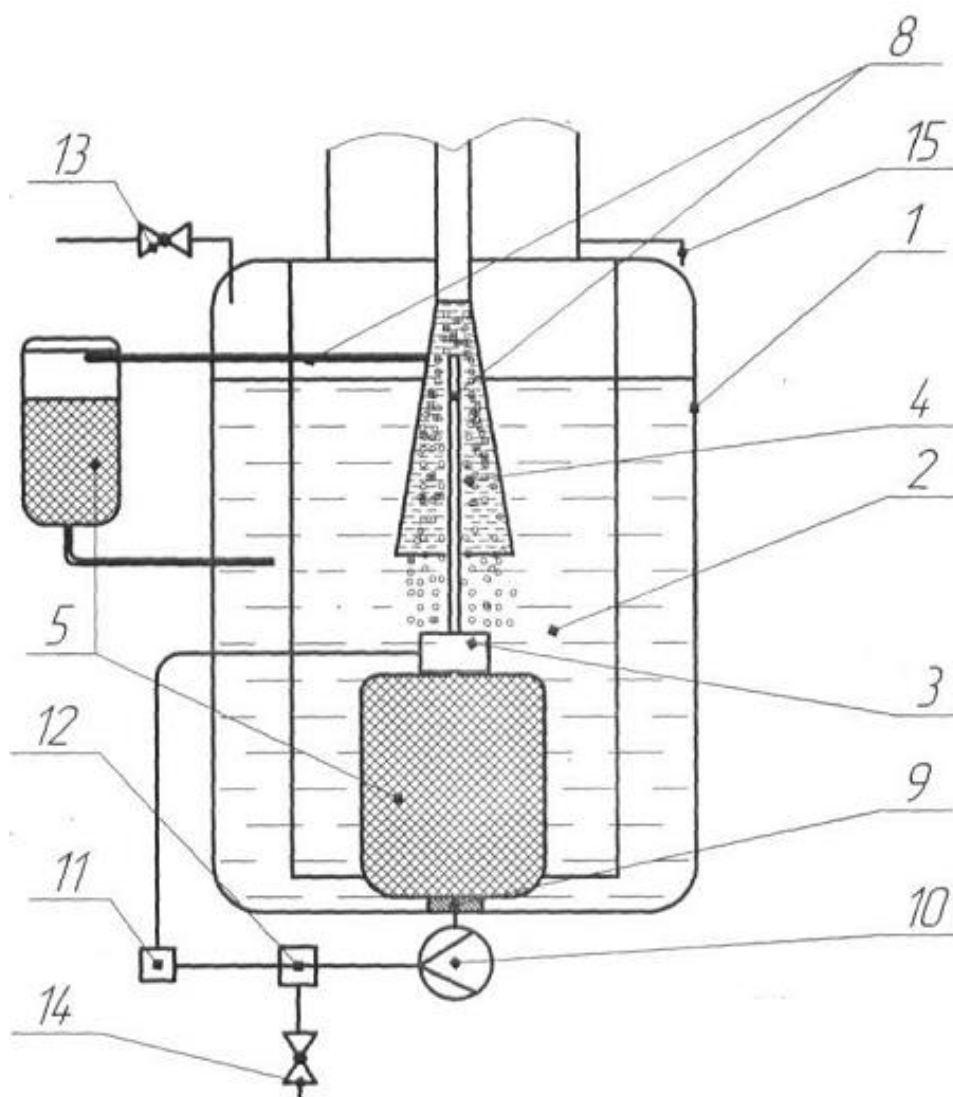


Fig. 6

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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