



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63569 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C02F 9/00
C02F 9/14 (2006.01)
C02F 103/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ГЛИБОКОГО ОЧИЩЕННЯ (ДООЧИЩЕННЯ) ВОДИ, ПЕРЕВАЖНО ПИТНОЇ

1

2

(21) u201103726

(22) 28.03.2011

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) ГЕВОД ВІКТОР СЕРГІЙОВИЧ, БЕЛІМЕНКО
ГЕОРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

(73) ГЕВОД ВІКТОР СЕРГІЙОВИЧ, БЕЛІМЕНКО
ГЕОРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

(57) 1. Пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, що містить очисний модуль (агрегат) (1), що включає флотатор (2) для флотаційної обробки води, яка очищається, водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора (3), зв'язаного з бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) (4) для екстракції поверхнево-активних речовин (ПАР), який **відрізняється** тим, що він містить щонайменше один очисний модуль (агрегат) (1), який додатково включає насипний піщаний фільтр (5) для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб (6) для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) (7) для бактерицидної обробки води і аеробний біореактор (8) із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, а згадані засоби очищення розміщені і з'єднані за технологічною схемою, що забезпечує щонайменше один кільцевий багатоступінчастий цикл очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) (1) в наступній послідовності: насипний піщаний фільтр (5) для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб (6) для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) (7) для бактерицидної обробки води, флотатор (2) для флотаційної обробки води, яка очищається, водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора (3), зв'язаного з бульбашково-плівковим екстра-

ктором (БПЕ) (4) для екстракції поверхнево-активних речовин (ПАР), і аеробний біореактор (8) із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, вихід якого розташований над насипним піщаним фільтром (5) для повторного замкненого багатоступінчастого циклу очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) (1).

2. Пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, за п. 1, який **відрізняється** тим, що дренажно-відсмоктуючий засіб (6) виконаний у вигляді заглибленої в насипний піщаний фільтр (5) перфорованої дренажної коробчастої насадки (9), забезпеченої насосом (10), який встановлений всередині або зовні очисного модуля (1).

3. Пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, за п. 1, який **відрізняється** тим, що очисний модуль (агрегат) (1) включає вхідний патрубок (11) з краном (12) для подачі початкової води на очищення, вихідний патрубок (13) з краном (14) для виведення очищеної води, зв'язаний з виходом ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) (7), зливний патрубок (15) для видалення поверхнево-активних речовин (ПАР), пов'язаний з бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) (4), вхідний патрубок (16) ежектора (3) для ежекції повітря з атмосфери, вхідний патрубок (17) ежектора (3) для підведення води з ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) (7) і вихідний патрубок (18) ежектора (3), введений всередину флотатора (2) для подачі водоповітряної суміші і здійснення флотації.

4. Пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, за п. 1, який **відрізняється** тим, що очисні модулі (1) з'єднані за паралельною схемою

Корисна модель належить до галузі багатоступінчастої обробки води, зокрема до пристроїв рециркуляційної обробки води флотацією в поєднанні з іншими засобами обробки, і може бути ви-

користаний для очищення питних вод в побуті і харчовій промисловості, а також для доочищення технічних та стічних вод промислових підприємств.

(19) UA (11) 63569 (13) U

З рівня техніки відомі різні пристрої для очищення питної води, що, наприклад, включають фільтрацію, біологічне очищення мікроорганізмами, бактерицидну обробку ультрафіолетовим опроміненням (УФ-опроміненням) та їх комбінації, наприклад, реалізовані в наступних технічних рішеннях:

"Устройство для очистки питьевой воды" RU2371233 (C2) (Дорофеев СП. и другие) B01D24/00, C02F1/64, C02F103/04; 27.10.2009 [1];

"Способ очистки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения и устройство для его осуществления" RU2282594 (C2) (Гамарник В.Г. и другие) C02F1/74, B01F3/04; 27.08.2006 [2];

"Способ очистки воды и устройство для его осуществления" RU2060963 (C1) (Хабаровский завод металлоконструкций) C02F3/00; 27.05.1996 [3];

"Микрофильтровальное устройство водоподготовки" RU2069191 (C1) (Хабаровский завод металлоконструкций) C02F3/00; 20.11.1996 [4];

"Модульное устройство для очистки воды" RU2367500 (C1) (Закрытое Акционерное Общество (ЗАО) "МЕТТЭМ-Техногия" (RU)) B01D25/02; B01D29/56; 20.09.2009 [5];

"Устройство обеззараживания жидкости ультрафиолетовым излучением" RU101702 (U1) (Общество с ограниченной ответственностью "НПО ЭНТ" (RU)) C02F1/32; 27.01.2010 [6];

"Способ получения питьевой воды" RU2220115 (C1) (Федеральное государственное унитарное предприятие "Пермский завод им. С.М.Кирова" C02F9/12/(C02F9/12, I:28, 1:32, 1:52, 1:56, 1:72), 103:04; 27.12.2003 [7];

"Способ очистки воды и модульное устройство для его осуществления" RU2151106 (C1) (Боголицын К.Г. и другие) C02F9/14/(C02F9/14, 1:78, 1:463), 103:04; 20.06.2000 [8];

"Установка получения питьевой воды" RU2209783 (C3) (Боголицын К.Г.) C02F9/14/(C02F9/14, 1:28, 1:78, 3:00), 103:02; 10.08.2002 [9].

Проте відомі пристрої [1-9] не забезпечують високий ступінь очищення питної води від спектру їх забруднень.

Знайшли розповсюдження також економічні пристрої очищення води флотацією, наприклад в наступних технічних рішеннях:

"Установка для очищения воды від поверхнево-активных речовин" UA19391 (C2) (Гевод В.С.), C02F1/24, 22.06.1994 [10];

"Установка для глубокого очищения воды" UA23032 (C2) (Гевод В.С.), C02F1/24, 31.07.1996 [11];

"Пристрій для очищения воды" UA25068 (C2) (Институт колоїдної хімії ім. А.І. Думанського Національної академії наук України, UA) C02F1/24, C02F1/40, 25.12.1998 [12].

Відомі пристрої в [10-12] також не забезпечують високу ступінь очищення питної води від спектру її забруднень.

Найближчим аналогом до корисної моделі за кількістю загальних ознак є пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, що містить очисний модуль (агрегат), що включає флотатор для флотаційної обробки води, яка

очищується водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора, зв'язаного з бульбашково - плівковим екстрактором (БПЕ) для екстракції поверхнево активних речовин (ПАР) [«Установка для очищения воды флотацією» UA58076 (A) (Гевод В.С. та інші) C02F1/24, 15.07.2003; найбільш близький аналог - прототип] [13].

Недоліком аналога [13] є те, що ним не забезпечується необхідна ступінь очищення (доочищення) води по всьому спектру забруднень (домішок), що підлягають видаленню, що знижує якість води.

Викликано це тим, що даним пристроєм здійснюється тільки флотація і бульбашково-плівкова екстракція поверхнево активних речовин (ПАР).

Задачею, на вирішення якої спрямована корисна модель, є удосконалення відомого пристрою шляхом установки в ньому додаткових засобів для очищення води додатковими методами (стадіями), що забезпечують багатоступінчасту її обробку по замкненому циклу, що неодноразово повторюється, в очисному модулі (агрегаті) з ефектом активізації індивідуальних водоочисних процесів на кожній ступені (стадії) рециркуляційної технології очищення води.

Технічний результат, який досягається при вирішенні поставленої задачі і використанні удосконаленого пристрою полягає у підвищенні ступені очищення (доочищення) та якості води.

Поставлена задача вирішується, а технічний результат досягається тим, що пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, що містить очисний модуль (агрегат), що включає флотатор для флотаційної обробки води, яка очищується водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора, пов'язаного з бульбашково - плівковим екстрактором (БПЕ) для екстракції поверхнево активних речовин (ПАР), згідно корисної моделі, він містить щонайменше один очисний модуль (агрегат) (1), який додатково включає насипний піщаний фільтр для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) для бактерицидної обробки води і аеробний біореактор із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, а задані засоби очищення розміщені і з'єднані за технологічною схемою, що забезпечує, щонайменше, один кільцевий багатоступінчастий цикл очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) в наступній послідовності: насипний піщаний фільтр для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) для бактерицидної обробки води, флотатор, для флотаційної обробки води, яка очищується, водоповітряною сумішшю, що поступає з ежектора, зв'язаного з бульбашково - плівковим екстрактором (БПЕ) для екстракції поверхнево активних речовин (ПАР) і аеробний біореактор із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, вихід якого розташований над насипним піщаним фільтром

для повторного замкненого багатоступінчастого циклу очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті).

Крім того, у пристрої дренажно-відсмоктуючий засіб виконано у вигляді заглибленої в насипний піщаний фільтр перфорованої дренажної коробчатої насадки, забезпеченої насосом, який встановлений всередині або зовні очисного модуля.

Очисний модуль (агрегат) пристрою також включає вхідний патрубок з краном для подачі початкової води на очищення, вихідний патрубок з краном для виведення очищеної води і зв'язаний з виходом ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача), зливний патрубок для видалення поверхнево активних речовин (ПАР), зв'язаний з бульбашково-плівковим екстрактором (БІТЕ), вхідний патрубок ежектора для ежекції повітря з атмосфери, вхідний патрубок ежектора для підведення води з ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) і вихідний патрубок ежектора, введений всередину флотатора для подачі водоповітряної суміші та здійснення флотації.

При великому споживанні очищеної води очисні модулі можуть бути з'єднані за паралельною схемою.

У зв'язку з тим, що пристрій містить, щонайменше, один очисний модуль (агрегат), тим самим забезпечується багатофункціональна система глибокого очищення води.

Наявність насипного піщаного фільтру забезпечує фільтрацію води в стартовому і подальших циклах, при якій відбувається поділ твердої (дисперсної) і рідкої фаз шляхом осадження седиментуючих і колоїдних домішок води, в поровому просторі піщаного фільтру під дією сили тяжіння і перепаду тиску. Фільтрація, переважно, затримує частинки в товщі фільтруючого середовища. Швидкість локальних потоків води в просторі завантаження охоплює режими "швидкої" і "повільної" фільтрації. Цим забезпечується ефективне вилучення з води тих речовин (домішок), які обумовлюють показник "каламутність".

Установка в очисному модулі дренажно-відсмоктуючого засобу для відбору відфільтрованої води забезпечує її подачу під тиском, тобто напірний перебіг (рушійну силу) води для подальшого очищення іншими засобами обробки, що забезпечує її циркуляцію (рециркуляцію) у системі очищення в очисному модулі.

Наявність в пристрої ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) для бактерицидної обробки води забезпечує стерилізацію циркулюючих і вихідних потоків води ультрафіолетовим опромінювачем (УФ-опромінювачем), який укомплектований бактерицидними лампами відповідної потужності. Стерилізація досягається за рахунок деструкції ДНК в клітинах бактерійної мікрофлори, у вірусах, в спорах грибків і мікроводоростей під дією квантів світла ультрафіолетового випромінювання (наприклад з довжиною хвилі 264 нм), що підвищує ступінь очищення води.

Установка в очисному модулі аеробного біореактора із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, забезпечує завершальний етап

очищення одного циклу обробки води. Аеробний біореактор являє собою проточний тубус із завантаженням з гранульованого мезопористого активованого вугілля. Колонії аеробних гетеротрофів біокаталітично очищують потік води, що циркулює, від органічних і мінеральних поверхнево-інервних речовин, що є компонентами живлення для росту і розмноження цього виду мікроорганізмів. Аеробні гетеротрофи в природі є основними чинниками самоочищення водних просторів і тому істотно підвищують ступінь очищення води.

У зв'язку з тим, що в очисному модулі пристрою згадані засоби очищення розташовані і з'єднані за технологічною схемою, що забезпечує, щонайменше, один кільцевий багатоступінчастий цикл очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) в наступній послідовності: насипний піщаний фільтр для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) для бактерицидної обробки води, флотатор для флотаційної обробки води, що очищується водоповітряною сумішшю, що поступає з ежектора, пов'язаного з бульбашково-плівковим екстрактором (БІТЕ) для екстракції поверхнево активних речовин (ПАР) і аеробний біореактор із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, вихід якого розташований над насипним піщаним фільтром для повторного замкненого багатоступінчастого циклу очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті), то тим самим забезпечується рециркуляційний процес комбінованої обробки (очищення) води різними, але доповнюючими один одного засобами, які з одного боку допускають можливість мінімізації габаритів очисного модуля (агрегату) та його функціональних вузлів, а з іншого боку ініціюють виникнення зворотних зв'язків між засобами, що використовуються і складовими процесами рециркуляційної технології, що відбуваються в них, які оптимізують процес ефективного очищення води.

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, що оптимізують її роботу в цілому.

Так, якщо типовий проточний піщаний фільтр має висоту h і при заданій швидкості фільтрації забезпечує десятиразове пониження каламутності фільтрованого розчину, то таке ж зниження каламутності розчину в рециркуляційній системі забезпечує фільтр з висотою $0,1h$, коли число рециркуляційних циклів в цій системі досягає десяти.

Аналогічним чином інтенсифікація процесу очищення відбувається при флотації.

При роботі рециркуляційної системи фільтраційної флотації залишкова концентрація і-го виду домішки в оброблюваному полікомпонентному водному розчині може бути знижена до будь-якого бажаного рівня, так як кінетика вилучення речовин підкоряється закону зворотної експоненти.

При рециркуляційній фільтрації базові механізми відділення речовин з фільтрованої рідини при біологічному очищенні води в аеробному біореакторі із завантаженням, залишаються такими ж, як і в будь-якому іншому зернистому фільтрі. Зокрема, великодисперсні домішки осідають на поверхні фільтру з утворенням "місткових" структур та пухкого осаду, частково блокуючого перетин гирл вхідних пор фільтру. Колоїдні частинки утворюють коагулюм всередині фільтру за механізмами інерційної і безінерційної гетерокоагуляції.

Але особливістю роботи зернистого фільтра в аеробному біореакторі в рециркуляційному режимі разом з флотатором і бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ), є та обставина, що в поровий простір завантаження, що складається з активованого вугілля, безперервно надходить розчин, збагачений атмосферним киснем за рахунок обмінної абсорбції при флотації у флотаторі. Одночасно цей розчин виявляється збіднений поверхнево-активними інгібіторами мікробіального метаболізму за рахунок роботи бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ).

Насичення потоку, що фільтрується, атмосферним киснем та вилучення з нього поверхнево-активних інгібіторів мікробіального метаболізму також стимулює активність біообростання при фільтрації через насипний піщаний фільтр всередині піщаної маси і тим самим перетворює її на біофільтр і біореактор.

Таким чином, реалізуються позитивні зворотні зв'язки між функціональними вузлами комплексу фільтраційної флотації.

Внесок цих складових у "продуктивність" рециркуляційної фільтрації залежить від віку і видового складу біообростання на зернинах піску, а також від наявності у потоці, що фільтрується, речовин, що є субстратами для бактерійного живлення.

Біообростання поглинають з потоку фільтрованої рідини ті органічні речовини, які легко засвоюються ферментними системами бактерійних клітин. У міру утилізації цих речовин бактерії приступають до "перетравлення" більш складних органічних сполук. При цьому потік води на виході з фільтру і біореактора виявляється додатково очищеним від розчинених органічних сполук. Одночасно у вихідний потік з піщаного фільтру і біореактора надходять продукти життєдіяльності біообростання. Це вуглекислий газ, вода, ендogenousні сурфактанти, а також фрагменти відмираючих бактерійних колоній, що важко розкладаються. З рециркулюючого об'єму водної фази їх евакуює бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ).

У вдосконаленому пристрої забезпечується видалення з

об'єму рециркулюючої водної фази сукупності речовин (домішок), які відносяться до різних класів за ступенем дисперсності і природи походження. До них відносяться органічні та неорганічні речовини, що седиментують і не седиментують, колоїдні і істинно розчинні поверхнево-активні і інактивні, а також летючі органічні сполуки і гази. А вихідні потоки води піддаються згаданим вище стерилізації ультрафіолетовими опромінювачами (УФ-

опромінювачами), які укомплектовано бактерицидними лампами відповідної потужності.

Надалі корисна модель пояснюється прикладом її здійснення з посиланнями на креслення, що додаються.

На фіг. 1 схематично зображено пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної.

На фіг. 2 схематично зображено декілька пристроїв для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної, що з'єднані за паралельною схемою.

Пристрій для глибокого очищення (доочищення) води, переважно питної (фіг. 1, 2), що містить очисний модуль (агрегат) 1, що включає флотатор 2 для флотаційної обробки води, яка очищається, водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора (3), зв'язаного з бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) (4) для екстракції поверхнево-активних речовин (ПАР).

Особливістю пристрою є те, що він містить, щонайменше, один очисний модуль (агрегат) 1, який додатково включає насипний піщаний фільтр 5 для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб 6 для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) 7 для бактерицидної обробки води та аеробний біореактор 8 із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води.

При цьому згадані засоби очищення розташовані і з'єднані по технологічній схемі, що забезпечує, щонайменше, один кільцевий багатоступінчастий цикл очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) 1 в наступній послідовності: насипний піщаний фільтр 5 для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб 6 для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) 7 для бактерицидної обробки води, флотатор 2, для флотаційної обробки води, яка очищається водоповітряною сумішшю, що надходить з ежектора 3, зв'язаного з бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) 4 для екстракції поверхнево-активних речовин (ПАР) і аеробний біореактор 8 із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, вихід якого розташований над насипним піщаним фільтром 5 для повторного замкненого багатоступінчастого циклу очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) 1.

У пристрої дренажно-відсмоктуючий засіб 6 виконаний у вигляді заглибленої в насипний піщаний фільтр 5 перфорованої дренажної коробчастої насадки 9, забезпеченої насосом 10, який встановлений всередині або зовні очисного модуля 1.

Очисний модуль (агрегат) 1 включає вхідний патрубок 11 з краном 12 для подачі початкової води на очищення, вихідний патрубок 13 з краном 14 для виведення очищеної води і зв'язаний з виходом ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) 7, зливний патрубок 15 для видалення поверхнево-активних речовин (ПАР), пов'язаний з бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) 4, вхідний патрубок 16 ежектора 3 для еже-

кції повітря з атмосфери, вхідний патрубок 17 ежектора 3 для підведення води з ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) 7 і вихідний патрубок 18 ежектора 3, введений всередину флотатора 2 для подачі водоповітряної суміші і здійснення флотації.

У пристрої очисні модулі 1 можуть бути з'єднані по паралельній схемі для збільшення обсягу споживаної очищеної води.

Пристрій працює наступним чином.

Початкову воду через вхідний патрубок 11 і кран 12 подать всередину очисного модуля (агрегата) 1 і заповнюють його до необхідного рівня. При цьому, кран 14 вихідного патрубка знаходиться в положенні "закрито", а насос 10 вимкнений.

Спочатку роблять витримку, щоб початкова вода просякла через насипний піщаний фільтр 5 і проникла всередину перфорованої дренажної коробчастої насадки 9 дренажно-відсмоктуючого пристрою 6.

Потім включають насос 10 дренажно-відсмоктуючого пристрою 6, який відфільтровану воду (фільтрат) з перфорованої дренажної коробчастої насадки 9 подає в ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) 7, де здійснюється бактерицидна обробка води.

Після цього вода, що зазнала бактерицидну обробку, з ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача) 7 по вхідному патрубку 17, а повітря з атмосфери по вхідному патрубку 16 надходять в ежектор 3, змішуються і у вигляді водоповітряної суміші через вихідний патрубок 18 ежектора 3 надходить у флотатор 2, де здійснюється її флотаційна обробка і вилучення поверхнево-активних речовин (ПАР) бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) 4.

Оброблена флотацією вода з флотатора 2 надходить в аеробний біореактор 8 із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води.

Після цього вода з аеробного біореактора 8 через насипний піщаний фільтр 5 проникає всередину перфорованої дренажної коробчастої насадки 9 дренажно-відсмоктуючого засобу 6, тобто надходить на наступний кільцевий багатоступінчастий цикл очищення води - рециркуляцію.

Виведення очищеної води здійснюється після багаторазової рециркуляції через вихідний патрубок 13 і відкритий клапан 14.

Поверхнево-активні речовини (ПАР) евакуюються з бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ) 4 через зливний патрубок в міру їх накопичення.

У запропонованому пристрої, в якому технологія водоочислення реалізується у рециркуляційному технологічному ланцюжку, піщаний фільтр, аеробний біореактор 8 із завантаженням, що складається з активованого вугілля, флотатор 2 і бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 4 з'єднані послідовно і працюють в рециркуляційному режимі, що підсилює функції один одного. Тобто, насичення водного потоку киснем повітря у флотаторі 2 стимулює біофільтраційну активність мікрофлори в поровому просторі завантаження, що складається з активованого вугілля, в аеробному

біореакторі 8 і в піщаному фільтрі 5. При цьому концентрація поверхнево-активних речовин (ПАР) - продуктів мікробіального метаболізму на вході в бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 4 підвищується. Ці речовини є природними флокулянтами, які забезпечують агрегацію колоїдних частинок в очисному модулі 1, полегшуючи їх евакуацію через бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 4 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) 4. Як наслідок, в системі фільтраційної флотації 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 відповідно до законів хімічної кінетики. Завдяки цим законам бактерійна активність зростає, коли продукти бактерійного метаболізму вилучаються з інкубаційного середовища. Тому піщаний фільтр 5 і аеробний біореактор 8 із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, флотатор 2 і бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ) 4, що функціонують в рециркуляційному варіанті, забезпечують один одного додатковими можливостями сепарації за рахунок синергетичного ефекту. Іншими словами, біообростання в зернистому піщаному фільтрі 5 і в аеробному біореакторі 8, тобто в його завантаженні, що складається з активованого вугілля, збагачують фільтрат речовинами, які є природними флокулянтами і тим самим забезпечують ефективність флотації у флотаторі 2 і бульбашково-плівковій екстракції поверхнево-активних речовин (ПАР) в бульбашково-плівковому екстракторі (БПЕ) 4. А бульбашково-плівкова екстракція, принцип дії якої пов'язаний з насиченням водного потоку киснем повітря і видаленням продуктів життєдіяльності бактерій, підсилює роботу біофільтра. Це продовжується до тих пір, поки в об'ємі рециркулюючої рідини не вичерпаються компоненти живлення для біообростань.

Але на цьому переваги рециркуляційної технології очищення (доочищення) води, що використовується в пристрої, не вичерпуються. Дуже важливою обставиною є те, що при такому послідовному розміщенні очисних засобів (5, 6, 7, 2, 4, 8) в очисному модулі (агрегаті) 1, що забезпечує рециркуляційну технологію водоочислення, відпадає необхідність застосовувати декілька послідовно сполучених фільтрів. Функцію громіздкого ланцюжка, що фільтрує, тут забезпечує один фільтр, розташований в середині малогабаритного водоочисного модуля (агрегата) 1. При оптимальній площі розділових поверхонь в поровому просторі цього фільтру, поглинання речовин в його робочому об'ємі відбувається одночасно за механізмами блокування прохідних перетинів пор, гравітаційного осадження, інерційної і безінерційної гетерокоагуляції, біопреципітації і біокаталізу. Сумарний ступінь вилучення домішок з об'єму обро-

блюваної води в цьому випадку підкоряється рівнянню:

$$\frac{C}{C_0} = \exp\left(-\frac{k\tau}{V}\right), \quad (1)$$

де:

C - концентрація домішок води після обробки;

C₀ - початкова концентрація домішок води;

k - узагальнена константа швидкості обробки води;

τ - тривалість рециркуляційного режиму обробки води

V - об'єм оброблюваної води.

Показники якості очищеної заявленим пристроєм води наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№ п/п	Найменування показника	Початкова вода	Очищена вода	Норма
1	Кольоровість, град (°) платиновокобальтової шкали	20-50	<5	20
2	Запах, бали	2-3	1	2
3	Каламутність, мг/дм ³	4-14	<0,5	1,5
4	Водневий показник рН	7,25±0,3	7,32-8,5	6,0-9,0
5	Смак і присмак, бали	2-3	1	2
6	Залишковий хлор (Cl), мг/дм ³	1,2	<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	0,004-0,006	-	0,005
9	Нітрати (HNO ₃), мг/дм ³	4,0±0,5	<2	45,0
10	Нітрити (NaNO ₂ , HNO ₂), мг/дм ³	0,0031	<0,002	3,0
11	Алюміній (Al), мг/дм ³	0,24±0,02	<0,05	0,5
12	Залізо (Fe), мг/дм ³	3,0-14,0	<0,01	0,3
13	Кадмій (Cd), мг/дм ³	0,0005	-	1,001
14	Марганець (Mn), мг/дм ³	< 0,001	< 0,001	0,1
15	Мідь (Cu), мг/дм ³	0,06±0,001	0,04±0,001	1,0
16	Стронцій (Sr), мг/дм ³	0,103	<0,09	2,0
17	Аміак (NH ₃), мг/дм ³	<0,04	-	2,0
18	ПАР (поверхнево-активні речовини), мг/дм ³	3,0	< 0,025	1,0
19	СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини), мг/дм ³	0,5	<0,04	0
20	Миш'як (As), мг/дм ³	0,005±0,0001	-	0,05
21	Перманганатна окислюваність, міліграм O ₂ /дм ³	8,12	<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

З таблиці 1 видно, що показники якості питної води, очищеної (доочищеної) заявленим вдосконаленим пристроєм, в якому засоби очищення встановлені в наступній послідовності: насипний піщаний фільтр 5 для фільтрації води, дренажно-відсмоктуючий засіб 6 для відбору відфільтрованої води, ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач) 7 для бактерицидної обробки води, флотатор 2, для флотаційної обробки води, яка очищається, водоповітряною сумішшю, що поступає з ежектора 3, зв'язаного з бульбашково-плівковим екстрактором (БПЕ) 4 для екстракції поверхнево активних речовин (ПАР) і аеробний біореактор 8 із завантаженням, що складається з активованого вугілля з колоніями аеробних гетеротрофів, які інкубовано в ньому, для біологічного очищення води, вихід якого розташований над насипним піщаним фільтром 5 для повторного замкненого багатоступінчастого циклу очищення (доочищення) води в очисному модулі (агрегаті) 1, відповідають або перевершують показники якості питної води по нормативно-технічній документації.

Приведені відомості підтверджують промислову придатність заявленого вдосконаленого пристрою для глибокого очищення (доочищення) води, переважної питної, заснованого на багатоступінчастій обробці води шляхом її рецир-

куляційної обробки, щонайменше в одному, очисному модулі (агрегаті), який може знайти широке застосування для очищення питних вод в побуті і харчовій промисловості, а також для доочищення технічних і стічних вод промислових підприємств.

Перелік позначень

1. очисний модуль (агрегат)
2. флотатор
3. ежектор
4. бульбашково-плівковий екстрактор (БПЕ)
5. насипний піщаний фільтр
6. дренажно-відсмоктуючий засіб
7. ультрафіолетовий опромінювач (УФ-опромінювач)
8. аеробний біореактор
9. перфорована дренажна коробчаста насадка
10. насос
11. вхідний патрубок очисного модуля (агрегату)
12. кран вхідного патрубка очисного модуля (агрегату)
13. вихідний патрубок очисного модуля (агрегату)
14. кран вихідного патрубка очисного модуля (агрегату)

15. зливний патрубок для видалення поверхнево активних речовин (ПАР) з бульбашково-плівкового екстрактора (БПЕ)

16. вхідний патрубок ежектора для ежекції повітря з атмосфери

17. вхідний патрубок ежектора для підведення води з ультрафіолетового опромінювача (УФ-опромінювача)

18. вихідний патрубок ежектора для подачі водоповітряної суміші всередину флотатора

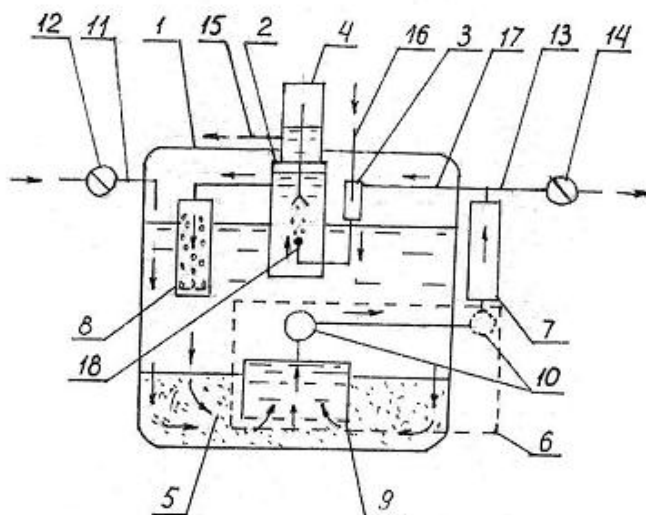


Fig. 1

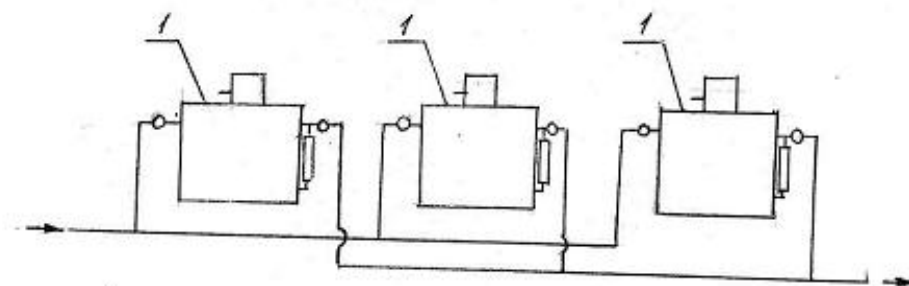


Fig. 2