



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 60355

(13) C2

(51) 7 C02F3/28,3/30

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД(54) СПОСІБ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ РІДКОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙС-
НЕННЯ

1

(21) 2000095129
(22) 28 01 1999
(24) 15 10 2003
(86) PCT/EP99/00551, 28 01 1999
(31) 198 04 007 5
(32) 02 02 1998
(33) DE
(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.
(72) Фон Норденсбольд Рейнхарт, DE
(73) ФОН НОРДЕНСБОЛД РЕЙНХАРТ, DE
(56) EP 0048675, A, 31 03 1982
US 4100023, A, 11 07 1978
US 5525229, A, 11 06 1996
US 4429043, A, 31 01 1984
EP 0213691, A, 11 03 1987
(57) 1 Спосіб біологічного очищення рідкого середовища, що містить значну кількість органічних забруднень, який здійснюють в басейні, за яким рідке середовище спочатку обробляють на стадії (А) змішування й підкислення, потім обробляють на стадії (Б) сильного забруднення з рециркуляцією активного мулу, і далі на стадії (В) слабого забруднення піддають анаеробному розкладу з утворенням метану, потім прояснюють на стадії (Г) вторинного прояснення, на якій також можливе проведення рециркуляції мулу, при цьому уловлюють біогаз, що утворюється на стадії (Б) сильного забруднення і на стадії (В) слабого забруднення
2 Спосіб за п 1, який відрізняється тим, що рідким середовищем є стічні води
3 Спосіб за п 2, який відрізняється тим, що стічні води на стадії (А) змішування й підкислення перемішують
4 Спосіб за пп 2 або 3, який відрізняється тим, що стічні води на стадії (А) змішування й підкислення перемішують з активним мулом, що рециркулює
5 Спосіб за будь-яким із пп 2-4, який відрізняється тим, що на стадії (А) змішування й підкислення стабілізують значення рН стічних вод
6 Спосіб за будь-яким із пп 2-5, який відрізняється тим, що в стічні води на стадії (А) змішування й підкислення додають відповідну сполуку заліза
7 Спосіб за будь-яким із пп 2-6, який відрізняється

2

ся тим, що мул, який осів на стадії (Г) вторинного прояснення, повертають на стадію (Б) сильного забруднення та/або на стадію (В) слабого забруднення
8 Спосіб за будь-яким із пп 2-7, який відрізняється тим, що стічні води після проходження стадій (А)-(Г) принаймні частково повертають на стадію (А) змішування й підкислення
9 Спосіб за будь-яким із пп 2-8, який відрізняється тим, що стічні води після проходження стадій (А)-(Г) додатково очищають за аеробних умов
10 Спосіб за п 9, який відрізняється тим, що аеробне очищення включає стадію аеротенка, стадію проміжного прояснення, стадію додаткової аерації та стадію додаткового осадження
11 Пристрій для біологічного очищення рідкого середовища з вмістом значної кількості органічних забруднень, зокрема стічних вод, що включає басейн (2), який має зону (3) змішування і підкислення із приєднаною до неї підвідною системою (5) для підведення рідкого середовища, зону (7) сильного забруднення для анаеробного розкладу рідкого середовища з утворенням метану, устатковану пристроєм (8) для рециркуляції активного мулу, зону (9) слабого забруднення для подальшого анаеробного розкладу рідкого середовища з утворенням метану та зону (10) вторинного прояснення, устатковану принаймні однією відвідною системою (11) для рециркуляції мулу, що розташовані одна за одною в напрямку течії основного потоку рідкого середовища, причому зона (3) змішування й підкислення, зона (7) сильного забруднення, зона (9) слабого забруднення та зона (10) вторинного прояснення відокремлені одна від одної перегородками (12, 13, 14), і газонепроникну плівку (15), що зверху покриває зону (7) сильного забруднення та зону (9) слабого забруднення, утворюючи газосховище
12 Пристрій за п 11, який відрізняється тим, що зона (3) змішування й підкислення устаткована мішалкою (4)
13 Пристрій за пп 11 або 12, який відрізняється тим, що зона (3) змішування й підкислення з'єднана з підвідним трубопроводом (6) для реци-

(13) C2

(11) 60355

(19) UA

ркуляції активного мулу

14 Пристрій за будь-яким з пп 11-13, який **відрізняється** тим, що зона (3) змішування й підкислення з'єднана з пристроєм (16) для стабілізації значення рН

15 Пристрій за будь-яким з пп 11-14, який **відрізняється** тим, що зона (3) змішування й підкислення з'єднана з завантажувальним пристроєм (17) для подання споуки заліза

16 Пристрій за будь-яким з пп 11-15, який **відрізняється** тим, що в зоні (3) змішування й підкислення встановлено принаймні один насос-дозатор (18), вхід якого з'єднаний з зоною (3) змішування й підкислення, а вихід - з зоною (7) сильного забруднення

17 Пристрій за будь-яким з пп 11-16, який **відрізняється** тим, що пристрій (8) для рециркуляції мулу виконано у формі зануреної стінки

18 Пристрій за будь-яким з пп 11-17, який **відрізняється** тим, що зона (7) сильного забруднення з'єднана з однією або кількома відвідними системами (11) для рециркуляції мулу

19 Пристрій за будь-яким з пп 11-18, який **відрізняється** тим, що в зоні (7) сильного забруднення розташовано принаймні один пристрій для вдування біогазу, який при потребі попередньо підігривають

20 Пристрій за будь-яким з пп 11-19, який **відрізняється** тим, що перегородка (13) має у верхній частині випускні отвори (19)

21 Пристрій за будь-яким з пп 11-20, який **відрізняється** тим, що зона (9) слабого забруднення з'єднана з однією або кількома відвідними системами (11) для рециркуляції мулу

22 Пристрій за будь-яким з пп 11-21, який **відрізняється** тим, що в зоні (9) слабого забруднення розташовано принаймні один пристрій для вдування біогазу, який при потребі попередньо підігривають

23 Пристрій за будь-яким з пп 11-22, який **відрізняється** тим, що зона (10) вторинного прояснення устаткована принаймні одним пластинчастим сепаратором (21)

24 Пристрій за будь-яким з пп 11-23, який **відрізняється** тим, що зона (10) вторинного прояснення з'єднана з принаймні однією відвідною системою (22) для вилучення надлишкового шпаму

25 Пристрій за будь-яким з пп 11-24, який **відрізняється** тим, що до зони (10) вторинного прояснення приєднано зливник (23) для стічних вод (проясненої води)

26 Пристрій за будь-яким з пп 11-25, який **відрізняється** тим, що басейн (2) заглиблено у ґрунт

Даний винахід стосується способу і пристрою для біологічного очищення рідкого середовища з умістом значної кількості органічних забруднень, зокрема, стічних вод, за анаеробних умов з утворенням біогазу

Терміносполучення "стічні води" означає воду, що змінила свої якості, зокрема, забруднену після її побутового, виробничого або промислового використання воду, що потрапляє через стоки в каналізацію

Біологічне очищення рідин із високим ступенем забруднення або очищення стічних вод являє собою заходи, що вживаються з метою видалення з цих рідин органічних забруднень, які містяться в них у розчиненій, колоїдній або дрібнодисперсній формі, що здійснюється за рахунок дії мікроорганізмів, тобто, аеробного і/або анаеробного розкладу, який супроводжується утворенням газу з формуванням нової клітковини та її сорбцією бактеріальними коагуляторами, біологічною плівкою або гранульованим активним мулом

У цілому біологічне очищення стічних вод проводять у каналізаційних очисних спорудах (на станціях очищення стічних вод) із використанням таких самих або аналогічних процесів, що відбуваються при біологічному самоочищенні води в проточних водоймах, проте, його здійснюють інтенсивніше з технічного погляду Так само, анаеробний процес відбувається також у природі, наприклад, на дні мілких, стоячих водойм

Під анаеробним розкладом розуміють перетворення (окиснення) органічних речовин мікроорганізмами без доступу кисню Під час анаеробного розкладу органічних речовин утворюється біогаз,

тобто суміш газів, що складається приблизно на 55-75% із метану, приблизно на 24-44% з оксиду вуглецю й слідів інших домішок

Методи біологічного очищення сильно забруднених рідин за анаеробних умов передбачають використання досить специфічних рідин Вони придатні, зокрема, для очищення сильно забруднених рідин, насамперед, стічних вод підприємств харчової промисловості, сільського господарства, нафтопаливній промисловості (виробництво мінеральних масел), а також підприємств, що виробляють целюлозу Таким чином, у багатьох випадках вони дозволяють здійснювати очищення "концентратів", але не забезпечують, як правило, повного очищення, тобто повного перетворення речовин

Відомо про установку анаеробного очищення стічних вод фірми Biothane Corporation (проспект фірми, 7/92), що включає закритий аеротенк із групою сепараторів, розташованих у верхній частині аеротенка У цій установці вихідну стічну воду подають в аеротенк через передбачені в його донній частині впускні отвори, а очищену стічну воду видаляють через пристрій, розташований у верхній частині аеротенка Недолік даної установки полягає, зокрема, у тому, що реакційна зона й зона вторинного прояснення просторово не відокремлюються одна від одної і можуть негативно взаємодіяти З цієї причини активність активні мулу через деякий час може істотно знизитися, що призведе до виникнення труднощів із підіом мулу і рідини

Далі відомо про установку анаеробного очищення стічних вод фірми ADI Systems (проспект

фірми AS 043/11-94), що включає просту реакційну камеру, закриту зверху плівкою. У цій реакційній камері розташовується первинна реакційна зона, у шар мулу якої знизу подають стічні води, вторинна реакційна зона й зона вторинного прояснення. Між первинною й вторинною реакційними зонами розташовано заглибну стінку, що починається від дна реакційної камери. Висота заглибної стінки становить приблизно 3/5 висоти реакційної камери. Між вторинною реакційною зоною й зоною вторинного прояснення також розташовано заглибні стінки, що йдуть від поверхні стічних вод убик дна. Висота цих заглибних стінок становить приблизно 1/3 висоти реакційної камери. Далі в нижній частині зони вторинного прояснення передбачено відвідний пристрій для повернення мулу назад у первинну реакційну зону. Недоліком цієї установки є недостатній проміжок, зокрема, між вторинною реакційною зоною й зоною вторинного прояснення, що через деякий час може призвести до помпного зниження активності мулу у вторинній реакційній зоні. Крім того, використовуваний у цій установці спосіб очищення не враховує різноманітні біологічні умови, що існують в обох реакційних зонах. Ще один недолік наведеного способу полягає в лише незначному використанні мулу, що лежить на дні другої реакційної зони.

Виходячи з вищенаведеного, метою даного винаходу стало розроблення способу або пристрою для біологічного очищення рідкого середовища з умістом значної кількості органічних забруднень з одержанням біогазу, в результаті чого забезпечився б більш високий ступінь очищення або розкладу, збільшився б вихід метану, істотно зросло б інвестування коштів і підвищилася би надійність роботи.

Цього можна досягти, якщо здійснити спосіб відповідно до відмінних ознак п 1 формули винаходу або за допомогою пристрою для здійснення цього способу за п 11 формули винаходу. Інші бажані варіанти здійснення способу за п 1 або конструкційного виконання пристрою за п 11 формули винаходу наведено в залежних пунктах формули винаходу.

Переваги даного винаходу полягають у тому, що запропонований у ньому пристрій, завдяки своїй компактності і вбудованому газосховищу, дає змогу істотно економити місце й кошти (зокрема, за рахунок економії ізоляційних матеріалів) і, крім того, характеризується стійкістю проти землетрусів і не залежить від осідань ґрунту.

В контексті даного винаходу під рідкими середовищами, що містять значну кількість органічних забруднень, розуміють такі рідини, як кров, рідкий гній і, в бажаному варіанті, стічні води, що мають, наприклад, такі параметри: $>$ приблизно 2000 мг БПК₅/л (у холоднішому кліматі) і $>$ приблизно 500 мг БПК₅/л (у теплом кліматі).

Нижче даний винахід детальніше пояснюється на прикладі бажаного варіанта його здійснення з посиланням на малюнки, що додаються до цього і на яких наведено.

На Фіг 1 - схематичне зображення в плані пристрою для біологічного очищення стічних вод.

На Фіг 2 - зображення пристрою для біологічного очищення стічних вод за мал. 1 у розрізі.

Зображений на Фіг 1 і 2 пристрій для біологічного очищення стічних вод включає басейн 2, в якому в напрямку Н течії основного потоку води розташовуються зона 3 змішування й підкислення, зона 7 сильного забруднення (зона прояснення сильно забруднених стоків), зона 9 слабого забруднення (зона прояснення слабо забруднених стоків) і зона 10 вторинного прояснення.

Розміри басейну 2 можуть широко варіюватися залежно від конкретних властивостей підвідних стічних вод. Довжина басейну 2 може становити, наприклад, від 50 до 200 м, а ширина - від 20 до 100 м. Глибина таких басейнів може становити, наприклад, близько 3-6 м.

Об'єми окремих зон можна варіювати, пристосовуючи їх до процесу очищення стічних вод, шляхом відповідної зміни положення перегородок 12, 13 і 14. Нарешті, зону 9 слабого забруднення можна значно зменшити, якщо перенести її у зону 10 вторинного прояснення. Об'єми окремих зон можуть становити, наприклад, для стічних вод пивоварного виробництва, 285 м³ (зона змішування й підкислення), 890 м³ (зона 7 сильного забруднення), 1480 м³ (зона 9 слабого забруднення) і 120 м³ (зона 10 вторинного прояснення).

Басейн 2 бажано заглибити у ґрунт і виконати, головним чином, у формі земляної споруди. Дно і бічні стінки басейну 2 можна герметизувати ущільнювальним рулонним матеріалом, наприклад, плівкою з поліетилену високого тиску.

Через підвідну систему 5 стічні води потрапляють у зону 3 змішування й підкислення. У цій зоні поряд із температурою вимірюють також (одно- або дворазово) значення рН стічних вод, у разі потреби, коректуючи визначене значення рН домішками, що подаються за допомогою пристрою 16. Якщо необхідно, у стічні води в зоні 3 змішування й підкислення (або відразу за нею), щоб зв'язати сірку, через завантажувальний пристрій можна додати сполуку заліза, наприклад, сіль заліза (III), таку, як FeClSO₄. Крім того, стічні води в зоні 3 змішування й підкислення перемішуються мішалкою 4. У зону змішування й підкислення по підвідному трубопроводі 6 можна також спрямовувати повернутий активний мул. Під дією мікроорганізмів у зоні 3 змішування й підкислення відбувається перетворення, зокрема, окиснення органічних речовин, що входять до складу стічних вод, не обов'язково за чисто анаеробних умов. Крім того, із метою регулювання процесів, що відбуваються у зоні 3 змішування й підкислення, в ній можна установити (не зображено) пристрої для аерації й перемішування стічних вод із повітрям або киснем.

На дні зони 3 змішування й підкислення, у бажаному варіанті з боку стоку, розташовується принаймні один насос-дозатор 18 із трубами 31, випускні отвори 42 яких, виконані по типі форсунок, закінчуються в зоні 7 сильного забруднення. Цей насос або насоси, залежно від розміру зони 7 сильного забруднення, подають під тиском у її придонну частину різноманітну кількість приведеної у виручий стан суміші, наприклад, приблизно 40-60 л стічних вод за секунду. Можна також застосовувати певну схему переключення трубопроводів 31, зокрема, у випадку великої кількості органічних

забруднень, але, насамперед, із метою економії енергії насосів

Метаногенна фаза процесу анаеробного розкладу органічних речовин, що входять до складу стічних вод, відбувається в зоні 7 сильного забруднення (об'ємне забруднення приблизно 25-40 кг ХПК/м³_{ВВ} × d) і в зоні 9 слабого забруднення (об'ємне забруднення приблизно 2-7 кг ХПК/м³_{ВВ} × d). Кожна із зон являє собою, так би мовити, відповідний шар активного мулу (певний специфічний біоценоз). Застосування двох незалежних штамів бактерій (біоценозів), що відрізняються один від одного, забезпечує, серед іншого, підвищений вихід газу метану. Шари активного мулу для зони 7 сильного забруднення перемішують, що здійснюється як альтернатива або додатково до форсунокового зрошення 42, впорскуючи (у різноманітній формі) воду, суміш води й мулу або повертаний при рециркуляції мул - причому останній може надходити через відповідну систему 11 (що включає принаймні один насос 32 і трубопровідну систему 33) із зони 10 вторинного прояснення - струминними соплами 24h або 24s, розташованими на дні зони 7 сильного забруднення або на дні зони 9 слабого забруднення. З метою додаткового забезпечення перемішування в зоні 7 сильного забруднення й у зоні 9 слабого забруднення можна установити (не зображено) продувальні, наприклад, такі, що вдувають газ, рядні пристрої для подачі нагрітого залежно від клімату або температури біогазу, або мішалки. Продувальні пристрої використовують біогаз, що надходить із розташованого над зоною 7 сильного забруднення й зоною 9 слабого забруднення і закриваючого ці зони газосховища й, у разі потреби, нагрівається в (не зображеному) газопідігрівникові.

На розташованій у напрямку Н основного потоку нижче за течією ділянці зони 7 сильного забруднення, із метою рециркуляції активного або гранульованого мулу передбачено заглибну стінку з розташованими на середній висоті припливними отворами 29, яка простягається від поверхні майже до дна зони 7 сильного забруднення, причому відстань між заглибною стінкою 8 і перегородкою 13 безперервно зменшується у бік дна. Спеціальні продувальні сопла в придонній зоні, а також у цілому підвищена (не зображено) кінетична енергія в зоні перемішування забезпечують необхідну рециркуляцію. Щоб ліквідувати затори поблизу дна, в поздовжній зоні між заглибною стінкою 8 і перегородкою 13 у придонній частині зони можна установити спеціальні (не зображено) пристрої, наприклад, лопатеві мішалки.

Потім стічні води, що все ще містять певні забруднення, через розташовані у верхній частині перегородки 13 випускні отвори 19 потрапляють у зону 9 слабого забруднення. Якщо стічні води містять компоненти, що важко розкладаються, або виникла потреба в одержанні додаткових результатів із хімічного розкриття цих компонентів, тривалість перебування стічних вод у зоні 9 слабого забруднення може значно перевищувати таку для зони 7 сильного забруднення. Подібних результатів досягають також за рахунок біоценозу, розрахованого в даному випадку більше на подальше й кінцеве очищення. Водночас забезпечується по-

дальше хімічне розкриття, що полегшує наступне, принаймні аеробне кінцеве очищення.

Інша перевага поділу на зону сильного й слабого забруднення полягає в тому, що якісне вторинне прояснення завжди легше й ефективніше проводити після зони слабого забруднення. Про значення якісного вторинного прояснення фахівцям не слід і нагадувати.

У певних випадках може виявитися бажаним частково або повністю (безперервно або попеременно), використовуючи передбачений (не зображено) байпасний трубопровід, обходити зону 7 сильного забруднення, спрямовуючи стічні води безпосередньо в зону 9 слабого забруднення.

Зверху зону 7 сильного забруднення й зону 9 слабого забруднення закриває плівка 15, що утворює газосховище, по краях якої для забезпечення оптимальної газонепроникності розташовуються поставлені тягарями заглибні закраїни 30, що йдуть по периметрі. Плівка 15, як правило, характеризується стійкістю проти дії ультрафіолетових променів і поставлена тягарями 25 для стабілізації тиску усередині газосховища, які можна варіювати. Якщо ці тягари виконати у формі довільно заповнюваних водою камер, то можна відрегулювати тиск усередині газосховища. У холодніших кліматичних зонах плівку 15 і/або весь басейн 2 теплоізолюють.

У газосховищі установлюється пристрій 20 для забору біогазу, за допомогою якого одержаний біогаз використовують для опалення власних і зовнішніх об'єктів, нагрівання виробничої води, вироблення електричної та іншої енергії тощо.

Утворюване плівкою 15 газосховище може бути поставлено запобіжним продувним стаканом 39, що регулюється по висоті і діє у функції запобіжного обмежувача тиску. Крім того, для індикації заповнення на плівці 15 газосховища можна механічно закріпити перекинутий через блок натяжний канат 40 (із противагою) із шкалою індикації 41.

З метою усунення запаху при експлуатації пристрою за даним винаходом або досягнення необхідного теплоізолювального ефекту зону 3 змішування й підкислення, а також зону 10 вторинного прояснення можна додатково закрити газонепроникною (у разі потреби, теплоізолювальною) плівкою.

Потім із зони 9 слабого забруднення стічні води через передбачені у верхній частині перегородки 14 (перед якою на певній відстані розташовано паралельну їй заглибну стінку 28) випускні отвори 27 потрапляють у зону 10 вторинного прояснення. Відокремлення перегородкою 14 зони 9 слабого забруднення від зони 10 вторинного прояснення і, зокрема, установка в зоні 10 вторинного прояснення відповідних вбудованих конструкцій, що доцільно робити при великих кількостях води, дає змогу забезпечити очищення прояснених стічних вод, що виходять із зони 10 вторинного прояснення, від мулу і значною мірою знизити, або навіть повністю усунути винесення мулу.

У зоні 10 вторинного прояснення на похилій бічній стінці 36 басейну, що простягається перпендикулярно напрямку Н основного потоку, установлюється пластинчастий сепаратор 21, що підвищує ефективність очищення.

Він розташовується безпосередньо біля зливника 23 для проясненої води, який виконано у формі переливу, наприклад, переливного бака.

Щоб пристрій функціонував без збоїв, якщо підвідна система 5 не може забезпечити достатньої кількості стічних вод, частину вже оброблених стічних вод необхідно відводити зі зливника 23 і подавати по підвідному трубопроводі 26, у бажаному варіанті, на ділянку стоку зони 3 змішування й підкислення. Цей процес відбувається, як правило, автоматично за рахунок відповідного перепаду висот. Крім того, якщо стічні води, що надходять у систему, мають, наприклад, занадто високу концентрацію отруйних речовин, їх можна розвести, подаючи прояснену воду зі зливника 23 через підвідну систему 5 у зону 3 змішування й підкислення. По тим самим рециркуляційним контурам можна здійснювати теплообмін системи стоку (на схемі не зображено) із зоною 3 змішування й підкислення або з підвідною системою 5, що дозволить запобігти небажаних тепловтрат.

Надлишковий мул спрямовується відвідною системою 22, що включає передбачений на дні зони 10 вторинного прояснення насос 34 і систему трубопроводів 35, у (не зображений) обвалований шламовий басейн, або через відвідну систему 22 і підвідний трубопровід 6 потрапляє у зону 3 змішування й підкислення.

Степінь очищення стічних вод становить у пристрою за даним винаходом 80-90%. Проте, з огляду на наявність двох різних біоценозів, вона нерідко може перевищувати 90%. Щоб забезпечити оптимальне очищення, стічні води через стік 23 можна спрямовувати в наступний, у разі потреби, стаціонарно приєднаний пристрій II для аеробного очищення стічних вод, який може мати зону аеротенка, зону проміжного прояснення, зону додаткової аерації й зону додаткового осадження, або лише перші дві зони. Степінь очищення при подібній комбінації з анаеробного й аеробного очищення становить приблизно 99,5%. У бажаному варіанті надлишковий мул із зони вторинного прояснення пристрою II спрямовують по підвідному трубопроводі 6 або 26 у зону 3 змішування й підкислення, що дозволяє оптимізувати баланс надлишкового мулу.

З метою експлуатації у холодніших кліматичних зонах зону 3 змішування й підкислення, зону 7 сильного забруднення, зону 9 слабого забруднення й, у разі потреби, зону 10 вторинного прояснення можна теплоізолювати, і, якщо необхідно, на вибір устаткувати зону 3 змішування й підкислення, зону 7 сильного забруднення й зону 9 слабого забруднення нагрівальними системами, такими, як система, позначена позицією 37, наприклад, із подачею гарячої води.

Фиг. 1

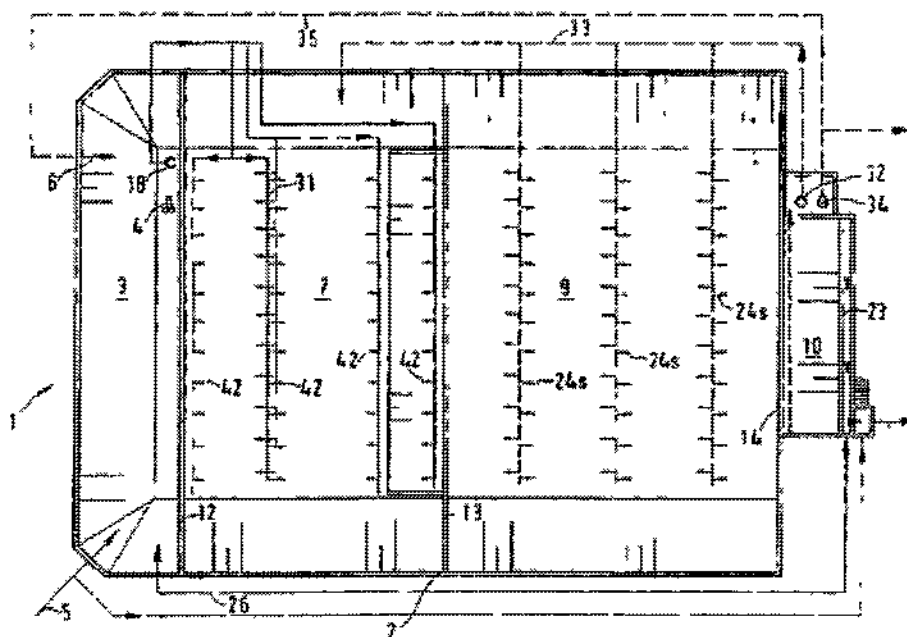


Fig. 2

