

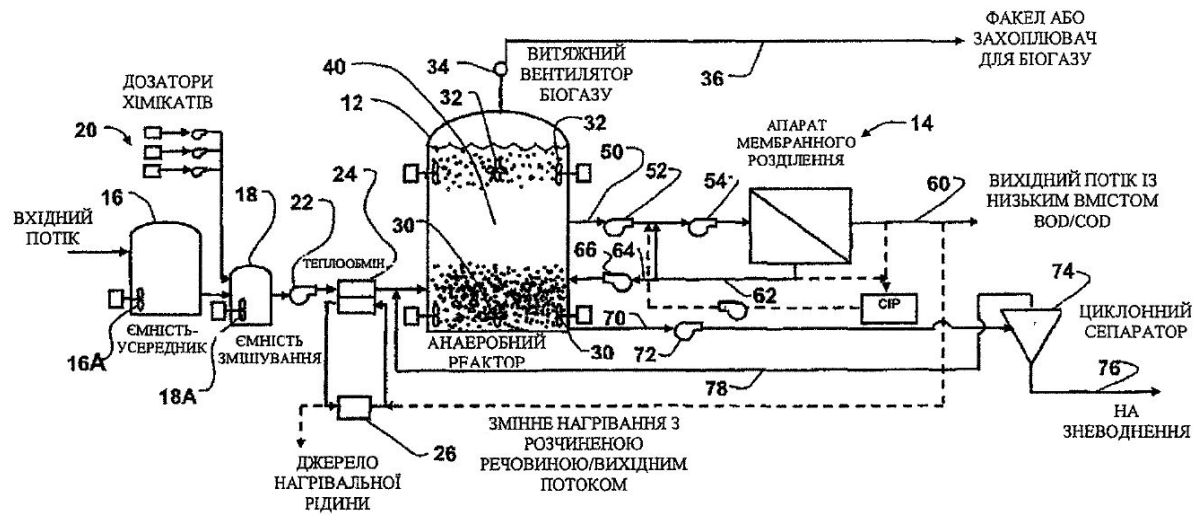
**УКРАЇНА****(19) UA (11) 111940 (13) C2**
(51) МПК**C02F 3/28 (2006.01)****C02F 9/02 (2006.01)****C02F 11/04 (2006.01)****ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ****(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки:	а 2012 12932	(72) Винахідник(и):	Евінг Джон (US)
(22) Дата подання заявки:	13.04.2011	(73) Власник(и):	ВЕОЛІЯ УОТЕР СОЛЬЮШНЗ ЕНД ТЕКНОЛОДЖИЗ СЕППОРТ, L'Aquarene, 1, place Montgolfier, F-94417 Saint-Maurice Cedex, France (FR)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	11.07.2016	(74) Представник:	Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	12/760,168	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 20020079266 A1, 27.06.2002 US 20060163155 A1, 27.07.2006 US 6299774 B1, 09.10.2001 US 2003038079 A1, 27.02.2003 US 5824222 A, 20.10.1998 WO 2005058764 A1, 30.06.2005 CN 101643273 A, 10.02.2010
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	14.04.2010		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2013, Бюл.№ 8		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.07.2016, Бюл.№ 13		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2011/032293, 13.04.2011		

(54) АНАЕРОБНИЙ МЕМБРАННИЙ БІОРЕАКТОР ДЛЯ ОБРОБКИ ПОТОКУ ВІДХОДІВ**(57) Реферат:**

Винахід належить до способу обробки потоку відходів, що містить анаеробно біорозкладані компоненти, які подають в анаеробний реактор, у якому компоненти реагують із мікроорганізмами для біологічного руйнування компонентів і отримання біомаси й біогазу. Перемішування здійснюють у вибраних частинах анаеробного реактора, особливо, нижній і верхній частинах реактора. Відносно важкі тверді речовини осідають на дні й змішуються з перемішуванням розчином, у той час як відносно легкі або дрібнодисперсні тверді речовини спливають у верхній частині анаеробного реактора, де вони змішуються з перемішуванням розчином. Концентрація твердих речовин у середній частині анаеробного реактора є відносно меншою в порівнянні з концентрацією твердих речовин у верхній або нижній частині анаеробного реактора.

UA 111940 C2



Фіг.1

Даний винахід стосується анаеробного мембранного біореактора для обробки потоків відходів, що містять загальні біорозкладані тверді речовини, включаючи розчинні й нерозчинні COD.

Даний винахід стосується системи й способу обробки потоку відходів, що містить анаеробні біорозкладані тверді речовини. Потік відходів направляють в анаеробний реактор і біорозкладані тверді речовини перетворюють в анаеробну біомасу в анаеробному реакторі для зниження кількості біорозкладаних твердих речовин і отримання в процесі біогазу й біомаси. Система й спосіб розширюють перемішуваний розчин у анаеробному реакторі щонайменше на три різних зони перемішувального розчину. Перша зона, розташована біля дна ємності, включає відносно високу концентрацію твердих речовин, конкретно, більш важких біологічних і осаджених твердих речовин; друга зона над першою зоною, розташована в середині висоти ємності, включає відносно низьку концентрацію твердих речовин; і третя зона, розташована біля верху ємності, містить відносно високу концентрацію біомаси, ніж середня зона, і ці тверді речовини складаються, в основному, з більш легких твердих речовин. Перемішуваний розчин у середній розширеної зоні перекачують у апарат мембранного розділення, при цьому апарат мембранного розділення може бути зануреним або зовнішнім, таким як трубчасті, плоскі листові або половолоконні мембрани. Саме всередині мембранного апарату перемішуваний розчин розділяють на проникаючий потік і на концентратний потік. Розширення поліпшує загальну продуктивність системи. Це приводить до того, що більш висока концентрація твердих речовин зберігається в реакторі, подаючи при цьому менш концентрований потік в апарат мембранного розділення. Згодом це поліпшує максимально можливі швидкості потоків через мембрану на одиницю використовуваної мембранною системою енергії, і запобігає або знижує засмічення й, у свою чергу, продовжує термін придатності мембран апарату мембранного розділення шляхом мінімізації кількості циклів очищення на місці (CIP). Концентратний потік рециркулюють у анаеробний реактор для підтримки більшого часу утримання твердих речовин (SRT).

В одному варіанті здійснення система розділення твердих речовин є інтегрованою в усю систему й спосіб. У цьому випадку перемішуваний розчин, що включає тверді речовини, перекачують із першої нижньої зони в сепаратор твердих речовин, такий як гідроциклон. У гідроциклоні перемішуваний розчин розділяється на два потоки, при цьому перший потік містить відносно високу концентрацію більш важких твердих речовин, включаючи більшу частину осаджених неорганічних речовин, і другий потік містить відносно низьку концентрацію осаджених неорганічних твердих речовин і більш високу відносну концентрацію біологічних твердих речовин. Потік, що містить відносно високу концентрацію біологічних твердих речовин, рециркулюють назад у анаеробний реактор для підтримки більшого SRT.

В іншому варіанті здійснення даний винахід охоплює анаеробний мембранний біореактор, який включає в себе анаеробний реактор, який діє для розширення перемішувального розчину в анаеробному реакторі. У цьому варіанті здійснення анаеробний реактор включає в себе одну або більше мішалок, розташованих у нижній частині реактора, й одну або більше мішалок, розташованих у верхній частині реактора. Анаеробний реактор діє для формування першої зони перемішувального розчину в нижній частині реактора й другої зони перемішувального розчину в верхній частині реактора. Це залишає проміжну зону перемішувального розчину, загалом, розташовану між верхньою й нижньою зонами. Тверді речовини, суспендовані в верхній і нижній зонах перемішувального розчину, перемішуються однією або більше мішалками, розташованими в відповідних зонах. В одному варіанті здійснення перемішуваний розчин, що міститься в проміжній зоні, є відносно не перемішуваним або є не перемішуваним. Перемішуваний розчин в проміжній зоні в одному варіанті здійснення перекачують в апарат мембранного розділення, який розділяє перемішуваний розчин на проникаючий потік і концентратний потік. Одним із варіантів є повернення концентратного потоку в анаеробний реактор для подальшої обробки.

Інші задачі й переваги даного винаходу стануть ясними й очевидними з вивчення наступного опису й прикладених креслень, які є усього лише ілюстративними для такого винаходу.

На кресленнях зображено:

Фіг. 1 являє собою схематичне зображення анаеробного мембранного біореактора й способу за даним винаходом.

Фіг. 2 являє собою схематичне зображення, що показує зразковий апарат мембранного розділення.

Із подальшим відсиланням до креслень, зокрема, до фіг. 1, анаеробний мембранний біореактор (який іноді називається AnMBR) показаний там і, загалом, позначений номером 10. Як детально обговорюється в даному описі, анаеробний мембранний біореактор 10 являє собою компакту систему очищення, об'єднуючу процес анаеробного розкладання з процесом мембранного розділення. Система й процес є ефективними для обробки потоків відходів, що

містять біорозкладані складові частини або компоненти, шляхом розкладання цих складових частин і отримання біогазу й нової біомаси. Анаеробний мембранний біореактор 10 в основі включає в себе анаеробний реактор 12 й апарат 14 мембранного розділення. Відхідний потік із анаеробного реактора 12 направляють в апарат 14 мембранного розділення, який розділяє відхідний потік із анаеробного реактора на прохідний потік і концентратний потік, де концентратний потік є збагаченим твердими речовинами, включаючи біомасу. Збагачений концентратний потік рециркулюють назад у анаеробний реактор і змішують там із перемішуваним розчином. Метою рециркуляції є підтримувати відносно більший вміст суспендованих у перемішуваному розчині твердих речовин (MLSS) усередині реактора 12, ніж зазвичай, і тим самим збільшувати SRT. Звичайний діапазон концентрації MLSS усередині анаеробної мембранної біореакторної системи складав би 0,1-6% твердих речовин (1000-60000 мг/л у вигляді TSS).

У здійсненні тверді речовини видаляють із анаеробного реактора 12 шляхом перекачування перемішуваного розчину з нижньої зони в сепаратор твердих речовин, таких як гідроциклон. Сепаратор твердих речовин відділяє більш важкі тверді речовини, включаючи осаджені неорганічні речовини, утворені в реакторі, від більш легких твердих речовин, включаючи більш високу концентрацію біомаси. Цей потік біомаси з більш високою концентрацією рециркулюють назад у анаеробний реактор 12. Концентрат (більш важкі відділені тверді речовини) можна піддати подальшій обробці, такий як обробка в апараті зневоднення. Метою сепаратора твердих речовин є підтримка або регулювання SRT і видалення наростання більш важких твердих неорганічних речовин із реактора 12. Слід розуміти, що існують різні шляхи видалення твердих речовин із реактора 12. Тверді речовини можна видалити напямую або, як далі описано в даному описі більш детально, тверді речовини можна видалити шляхом направлення перемішуваного розчину з певної ділянки або зони реактора 12 у сепаратор твердих речовин, такий як гідроциклон. В інших варіантах здійснення тверді речовини можна видалити шляхом направлення частини концентратного потоку апарата 14 мембранного розділення в сепаратор твердих речовин, такої як гідроциклон.

Є доцільним пояснити термін "тверді речовини" в тому вигляді, як він використовується в даній заявці. Загальний вміст твердих речовин (TS) у системі навколишнього середовища визначають як усі складові частини, присутні в даному зразку, а саме у вигляді розчинених твердих речовин (TDS) і суспендованих твердих речовин (TSS), крім води. Частиною загального вмісту твердих речовин є біорозкладані тверді речовини, як розчинні, так і суспендовані, які мають певне хімічне споживання кисню (COD), зв'язане з ними.

Утворюючим частину анаеробного мембранного біореактора 10 є анаеробний реактор 12. Анаеробний реактор 12 сконструйований для забезпечення механічного перемішування в донній частині реактора й механічного перемішування у верхній або вищій частині реактора. У переважному варіанті здійснення є відсутнім механічне перемішування або є присутнім відносно мале перемішування в проміжній або середній частині анаеробного реактора. У реакторі 12 важкі тверді речовини, включаючи утворені більш великі біологічні грудки й неорганічні осаджені тверді речовини, мають тенденцію осідати в донній частині реактора і змішуються там із перемішуваним розчином шляхом перемішування, яке здійснюється в донній частині реактора. Інші більш легкі або більш дрібнодисперсні тверді речовини мають тенденцію спливати у верхню частину реактора, де механічне перемішування, яке відбувається у верхній частині реактора, підтримує ці тверді речовини в суспензії у верху реактора. Це має тенденцію до розшарування перемішуваного розчину в анаеробному реакторі 12 на три окремі зони. Тобто, концентрація твердих речовин у проміжній частині реактора є меншою в порівнянні з концентрацією твердих речовин у донній або верхній частині реактора.

Нижче за потоком від анаеробного реактора 12 розташовується апарат 14 мембранного розділення. Перемішуваний розчин перекачують із проміжної частини або зони анаеробного реактора 12 у апарат 14 мембранного розділення. Через розшарування перемішуваного розчину в анаеробному реакторі 12 перемішуваний розчин, що перекачується в апарат 14 мембранного розділення, включає відносно низьку концентрацію твердих речовин. Коли стверджується, що перемішуваний розчин у проміжній частині або зоні анаеробного реактора 12 включає відносно низьку концентрацію твердих речовин, мається на увазі, що концентрація твердих речовин у цій частині анаеробного реактора є меншою відносно концентрації твердих речовин у донній частині анаеробного реактора й самої верхньої частини реактора. Існують численні переваги направлення перемішуваного розчину від проміжної частини або зони анаеробного реактора 12 у апарат 14 мембранного розділення. Загалом, розшарування, яке відбувається в реакторі 12, служить для поліпшення загальної ефективності системи. Шляхом розшарування перемішуваного розчину в реакторі 12 у реакторі підтримується більш висока

концентрація твердих речовин при подачі менш концентрованого потоку в апарат 14 мембранного розділення. Це запобігає або знижує засмічення мембрани й поліпшує найбільші можливі швидкості потоку через мембрану на одиницю використовуваної мембранною системою енергії, і, в свою чергу, подовжує термін придатності мембран, які складають апарат 14 мембранного розділення, шляхом мінімізації кількості циклів очищення на місці (CIP). Апарат 14 мембранного розділення розділяє перемішуваний розчин на прохідний потік, який є відносно чистим і включає низьку концентрацію COD, BOD і TSS, і концентратний потік, який включає більш концентровані тверді речовини, включаючи біомасу, яку рециркулюють назад у анаеробний реактор 12 і змішують із перемішуваним розчином у анаеробному реакторі.

Даний винахід також охоплює спосіб обробки потоку, що містить розчинну й нерозчинну COD у анаеробному мембранному реакторі. У зв'язку з цим спосіб охоплює подання потоку, що має розчинну й нерозчинну COD, у ємність анаеробного реактора. Після цього спосіб охоплює взаємодію розчинної й нерозчинної COD з анаеробною біомасою в анаеробному реакторі для зниження кількості розчинної й нерозчинної COD й, у процесі, отримання перемішуваного розчину й біогазу в анаеробному реакторі. У нижній частині анаеробного реактора розташовані одна або більше мішалок для перемішування відносно важких твердих речовин у перемішуваному розчині. В одному варіанті винаходу також встановлюють одну або більше мішалок у верхній частині анаеробного реактора для перемішування відносно легких твердих речовин у перемішуваному розчині. Це залишає проміжну частину або зону анаеробного реактора, де існує відносно низька концентрація твердих речовин у перемішуваному розчині. Перемішуваний розчин перекачують із проміжної частини анаеробного реактора 12 в апарат 14 мембранного розділення, де перемішуваний розчин розділяють на прохідний потік і на концентратний потік, який містить значну концентрацію біомаси. Щонайменше частину концентратного потоку рециркулюють назад у анаеробний реактор 12. Спосіб далі включає, в одному варіанті здійснення, перекачування перемішуваного розчину з відносно важкими твердими речовинами з донної частини анаеробного реактора 12 в сепаратор твердих речовин і відділення більш важких твердих речовин від більш легких твердих речовин, що містять біомасу. Нарешті щонайменше частина більш легких твердих речовин, що містять біомасу, рециркулюють назад у анаеробний реактор.

Вищенаведене обговорення являє собою загальний огляд анаеробного мембранного біореактора 10 і способу обробки потоку відходів. Тепер увага звертається на окремі компоненти анаеробного мембранного біореактора 10 і на різні здійснювані процеси.

Вище за потоком від анаеробного реактора 12 розташована ємність-усередник 16. Ємність-усередник 16 включає в себе одну або більше мішалок 16А. Як показано на фіг. 1, потік відходів або потік живильної води направляють у ємність-усередник 16 і перемішують однією або більше мішалками 16А. Відповідно до способу, описаному в даному описі, можна обробляти різні потоки відходів. Загалом, потоки відходів будуть включати матеріал або матерію, яка є щонайменше частково біорозкладаною за допомогою анаеробних бактерій, або біомасу. Прикладами потоків відходів, які можна обробляти за допомогою системи або способу, розкритих у даному описі, є: потоки шламів від муніципальних пристроїв очищення стічних вод; потоки шламів від пристроїв обробки промислової стічної води; потоки відходів від сільськогосподарських операцій; потоки відходів із високою концентрацією забруднень від промислових операцій; і будь-які інші рідкі потоки стічної води, які є такими, що обробляються біологічно в анаеробному реакторі.

Нижче за потоком від ємності-усередника 16 розташована ємність змішування 18. Ємність змішування 18 включає в себе одну або більше мішалок 18А. З ємністю змішування 18 пов'язані один або більше дозаторів хімікатів, загалом позначуваних числом 20. Дозатори 20 хімікатів функціонують для введення різних хімікатів у ємність змішування 18, які потім змішують із потоком відходів. В ємність змішування можна вводити різні хімікати залежно від складу потоку відходів і того, які умови є бажаними для підтримки протягом процесу, і цілей обробки. Наприклад, може бути бажаним контролювати рН протягом процесу, і в цьому випадку в потік відходів можна вводити луг, такий як NaOH, і змішувати з ним. Якщо бажано, можна, наприклад, також вводити інші хімікати, такі як солі заліза, необхідні мінеральні елементи для оптимального анаеробного виробництва біогазу. У деяких варіантах здійснення ємність змішування 18 може бути необов'язковою. Тут хімікат або хімікати можна вводити напряму в лінію або трубопровід, через які проходить потік відходів.

Вхідний матеріал, що міститься в ємності змішування 18, направляють у насос 22, який живить реактор. Насос 22, який живить реактор, перекачує потік відходів через теплообмінник 24. Теплообмінник 24 є функціонально зв'язаним із джерелом тепла 26, яке підводить до теплообмінника нагрівальне середовище для нагрівання потоку відходів, що проходить через

теплообмінник. В одному варіанті здійснення джерело тепла 26 являє собою джерело тепла, яке є незалежним від інших процесів, здійснюваних анаеробним мембранним біореактором 10. В одному варіанті здійснення прохідну речовину, утворену системою, можна рециркулювати назад через теплообмінник 24 для підведення тепла для нагрівання вхідного потоку відходів.

5 Далі, як згодом описано в даному описі, анаеробний реактор 12 виробляє біогаз, і біогаз можна використати в джерелі тепла 26 для нагрівання середовища, що направляється в теплообмінник 24.

Із теплообмінника 24 потік відходів направляють у анаеробний реактор 12. Анаеробний реактор 12 є закритою системою, сконструйованою для підтримки всередині реактора анаеробних умов. Анаеробний реактор 12 може мати різні розміри й ємності.

10 Потік відходів, що вводиться в анаеробний реактор 12, змішують із існуючим у реакторі матеріалом або матерією для утворення перемішуваного розчину. Загалом, біорозкладані компоненти в потоку відходів реагують із анаеробною біомасою, включаючи анаеробні (і факультативні) бактерії й метаногенні археї, і знижують кількість біорозкладаних твердих речовин, що містяться всередині реактора, і в процесі виробляють біогаз і додаткові біологічні

15 тверді речовини. Термін "перемішуваний розчин" у тому вигляді, як він використовується в даному описі, включає (але не обмежується цим) суміш органічних і неорганічних твердих речовин, включаючи біомасу, біорозкладані й небіорозкладані відходи, воду й біогаз. Перемішуваний розчин може знаходитися всередині реактора або подаватися в реактор у

20 вигляді рециркуляційного потоку від мембранної системи.

Анаеробний реактор 12 є сконструйованим для розшарування перемішуваного розчину. Як видно на фіг. 1, більш важкі тверді речовини займають одну ділянку в анаеробному реакторі, а дрібнодисперсні або легкі тверді речовини займають іншу ділянку в анаеробному реакторі. І в одній ділянці перемішуваний розчин є відносно вільним від щонайменше більш важких твердих речовин або включає концентрацію твердих речовин, яка є значно меншою, ніж концентрація

25 твердих речовин, що виявляється в інших ділянках або зонах всередині реактора. Більш конкретно, реактор 12 є сконструйованим для розшарування твердих речовин наступним чином. Відносно важкі й більш великодисперсні тверді речовини мають тенденцію осідати в донній частині реактора. Відносно більш дрібнодисперсні або більш легкі тверді речовини мають

30 тенденцію спливати у верхню частину реактора. Це залишає проміжну або середню частину 40 реактора, яка містить значно менше твердих речовин або щонайменше включає концентрацію твердих речовин, яка є значно меншою, ніж концентрація твердих речовин в донній частині анаеробного реактора.

В анаеробному реакторі 12 стратегічно розташований ряд мішалок. По-перше, існує одна або більше мішалок 30, розташованих у донній або нижній частині реактора. Далі, існує одна або більше мішалок 32, розташованих у верхній або вищій частині реактора 12. Отже, зрозуміло, що в одному варіанті здійснення відсутні мішалки, розташовані в проміжній або середній ділянці анаеробного реактора. Перемішування перемішуваного розчину в нижній і верхній частинах реактора 12 поліпшує й сприяє реакціям між анаеробно розщеплюваними

40 компонентами, й анаеробною біомасою. Більш того, наприклад, перемішування у верхній частині реактора запобігає формуванню відкладень твердих речовин у верхній частині реактора 12.

Мішалки 30 і 32 забезпечують перемішуючу дію, що призводить до того, що донна й верхня частини анаеробного реактора є повністю перемішаними. Можна використати різні типи мішалок. У одному варіанті здійснення мішалки являють собою те, що називають змонтованими на бічних стінках мішалками. Ці мішалки проходять через бічну стінку анаеробного реактора 12, при цьому пропелер або перемішувальна частина мішалок є розташованою у внутрішній частині реактора 12. Мішалки 30 і 32, загалом, є розташованими рівномірно так, щоб забезпечувати рівномірне перемішування перемішуваного розчину у верхній і донній частинах реактора. Хоча на кресленнях обговорені й показані механічні мішалки, можна використовувати інші типи

50 звичайних мішалок для анаеробних реакторів. Наприклад, перемішування можна досягнути шляхом введення газу, механічних потоків і механічних насосів.

Глибина й точне розташування шарів, що розшарувалися в анаеробному реакторі 12 можуть варіюватися. Як приклад, припустимо, що анаеробний реактор 12 має у висоту приблизно 15,24 м (50 футів). У такому випадку донні мішалки 30 можна центрувати приблизно на відстані в 0,91 м (3 фути) від днища анаеробного реактора. Верхні мішалки 32 можна центрувати на відстані приблизно в 11,58 м (38 футів) від днища анаеробного реактора. У цьому випадку на висоті в 6,10-7,62 м (20-25 футів) від днища реактора буде розташовуватися щонайменше частина проміжної або середньої зони 40. Таким чином, у цьому прикладі лінія 50,

60 яка подає перемішуваний розчин із анаеробного реактора 12 у апарат 14 мембранного

розділення, проникала би в стінку анаеробного реактора 12 у проміжній точці між 6,10-7,62 м (20-25 футами) від днища анаеробного реактора. У цій точці перемішуваний розчин, що перекачується із анаеробного реактора, буде, ймовірно, мати концентрацію твердих речовин, меншу, ніж перемішуваний розчин, розташований на дні реактора.

Розщеплення твердих речовин буде виконувати біогаз. Біогаз, утворений в нижній зоні перемішування, буде підніматися по довжині реактора й забезпечувати плавне перемішування перемішуваного розчину в проміжній зоні з низьким зсувом. Реактор 12 забезпечують випуском біогазу, який може проходити за допомогою сили, створеної біологічним виробництвом біогазу, або якому можна сприяти за допомогою використання витяжного вентилятора 34 і випуску біогазу 36. Випуск біогазу 36 веде до факела або може бути направлений у кип'ятильник, генератор або інший пристрій, який може використати біогаз для створення корисної енергії.

Як зрозуміло фахівцям в даній сфері техніки, анаеробно біорозкладаний матеріал, що міститься в потоці відходів, розщеплюється шляхом реакцій у реакторі 12, де анаеробні (і факультативні!) бактерії й метаногенні археї перетворюють біорозкладаний матеріал у біогаз, який, по суті, складається з метану й діоксиду вуглецю, та інших менших кількостей інших елементів у газоподібному стані, таких як сульфід водню. Ці газоподібні компоненти зазвичай називають у даному описі "біогазом". Біогаз може також містити малі кількості водяної пари, аміаку й слідів інших летючих сполук, які можуть бути присутніми в потоці відходів або утворюватися під час біорозкладання. Утворена сполука біогазу за об'ємними відсотками буде варіюватися залежно від конкретних перероблюваних розщеплюваних органічних речовин. Переважні рівні метану в біогазі, утвореному в реакторі 12, знаходяться в діапазоні приблизно 50 - приблизно 90 об'ємних відсотків. Переважні рівні діоксиду вуглецю знаходяться в діапазоні приблизно 5 - приблизно 45 відсотків (за об'ємом), і рівні сульфиду водню можуть варіюватися від приблизно 200 ч/млн (об'ємних) до приблизно 3 відсотків за об'ємом.

Нижче за потоком від анаеробного реактора 12 знаходиться апарат 14 мембранного розділення. Зокрема, перемішуваний розчин відбирають із проміжної або середньої зони 40 анаеробного реактора. Це означає, що перемішуваний, направлений із анаеробного реактора 12 у апарат 14 мембранного розділення потік включає концентрацію твердих речовин, меншу, ніж зазвичай би виявлялася в перемішуваному розчині, розташованому в донній або верхній частині анаеробного реактора 12. Як видно на фіг. 1, лінія 50 є функціонально взаємно зв'язаною між анаеробним реактором 12 і апаратом 14 мембранного розділення й служить для направлення або передачі перемішуваного розчину з реактора в апарат мембранного розділення. До лінії 50 функціонально приєднаний насос, який живить мембрану, 52. Насос 52 перекачує перемішуваний розчин із реактора 12 через лінію 50 у апарат мембранного розділення. Насос, який живить мембрану, забезпечує вихідний тиск у апарат мембранного розділення. В одному варіанті здійснення насос, який живить мембрану, замінюють клапаном регулювання витрати, де за допомогою гравітаційної сили, створеної рівнем рідини, у реакторі забезпечується необхідний вихідний тиск в апарат мембранного розділення. Апарат 14 мембранного розділення являє собою гідравлічну петлю багаторазової рециркуляції, яка включає в себе мембранні модулі, мембранний рециркуляційний насос, який називається насосом 54, і необхідні органи керування ефективністю мембрани. Мембранний рециркуляційний насос 54 перекачує перемішуваний розчин у петлі з постійною рециркуляцією навколо апарату 14 мембранного розділення для забезпечення достатньої швидкості поперечного потоку.

По суті, апарат 14 мембранного розділення фільтрує або розділяє перемішуваний розчин на два потоки: прохідний потік, який направляють від апарату 14 мембранного розділення через лінію прохідної речовини 60, і концентратний потік, який направляють від апарату мембранного розділення через лінію концентрату 62. Зазначимо, що лінія концентрату 62 також являє собою лінію рециркуляції, так як вона рециркулює концентратний потік назад у лінію 50 прямо вище за потоком від живильного мембрану насоса 54. Це дає можливість живильному мембрану насосу 54 безперервно рециркулювати концентратний потік через апарат мембранного розділення.

Щонайменше, частину концентратного потоку повертають у анаеробний реактор 12 і змішують там із перемішуваним розчином. Для повернення частини концентратного потоку в анаеробний реактор обладнана зворотна лінія 64. Отже, як зазначено вище, частину концентратного потоку відбирають із лінії рециркуляції 62 і повертають за допомогою рециркуляційного насоса 66 реактора в анаеробний реактор 12. В одному варіанті здійснення насос 66 замінюють клапаном регулювання витрати, і сила, необхідна для повернення перемішуваного розчину в реактор, забезпечується живильним мембрану насосом, насосом 52.

Апарат 14 мембранного розділення утримує все або по суті всі суспендовані тверді речовини, отже, все або по суті всі суспендовані тверді речовини рециркулюються назад у анаеробний реактор. Можна використати різні типи апаратів 14 мембранного розділення.

Щодо фіг. 2, на такій показане схематичне зображення взірцевого апарату 14 мембранного розділення. Фахівцям у даній сфері техніки зрозуміло, що можна використовувати різні типи звичайних апаратів мембранного фільтрування. На фіг. 2 показується один взірцевий апарат мембранного фільтрування, який можна використати як частину анаеробного мембранного біореактора 10. У випадку апарату 14 мембранного фільтрування, показаного на фіг. 2, такий являє собою систему з невеликою часткою витрати середовища з огляду на те, що мембрани є розташованими поза анаеробного реактора 12. У взірцевому апараті 14 мембранного фільтрування обладнаний ряд мембранних модулів 14А поперечного потоку. Число мембранних модулів 14А може змінюватися залежно від складу живильної води й цілей обробки. У цьому прикладі мембранні модулі 14А є з'єднаними послідовно. Кожний мембранний модуль 14А включає в себе подовжений корпус із трубчастими мембранами, що містяться там. Як зазначено вище, мембрани з цього прикладу є мембранами трубчастого типу, які протягуються подовжньо через корпус кожного мембранного модуля 14А. Потік, що виходить із реактора 12, направляють у окремі трубчасті мембрани під тиском. У міру того як вихідний матеріал або перемішуваний розчин із анаеробного реактора 12 проходить через окремі мембрани, утворюється прохідна речовина, і прохідна речовина буде поступати назовні в поперечному напрямку потоку відносно вихідного матеріалу. Прокідна речовина в кожному мембранному модулі 14А буде збиратися й прямувати у випуск прохідної речовини 14С, обладнаний на кожному мембранному модулі 14А. Концентрат направляють через випуск концентрату 14В, розташований на одному кінці кожного модуля 14А. Відповідні випуски концентрату й впускання концентрату є взаємно пов'язаними з'єднуючими лініями 14Е. Це дає можливість концентрату від одного мембранного модуля 14А прямувати в інший мембранний модуль 14А нижче по потоку. Таким чином, як видно на фіг. 2, відповідні мембранні модулі 14А або є поодинокими, або множинними апаратами, з'єднаними послідовно так, що концентрат поступає лінійно через поодинокі або ряд з'єднаних мембранних модулів 14А.

Концентрат, що виходить з останнього мембранного модуля 14А₅ направляють у кінцеву випускні лінію 14F, яка є з'єднаною з концентратною лінією 62, показаною на фіг. 1. Це дає можливість концентрату рециркулюватися назад у впускання апарату 14 мембранного фільтрування або назад у реактор 12. В одному варіанті здійснення значна кількість концентрату з апарату 14 мембранного фільтрування рециркулюють назад у впускання апарату мембранного фільтрування.

У доповнення, кінцева випускна лінія 14F_е комунікаційно з'єднаною з очисною лінією 90, яка веде до апарата 92 очищення на місці (CIP). Апарат 92 очищення на місці являє собою систему або апарат, який є функціонуючим для того, щоб періодично або час від часу очищати апарат 14 мембранного фільтрування шляхом промивання відповідних мембран, які складають апарат. Можна використати різні системи очищення мембран. Тут апарат 92 очищення на місці є сконструйованим для використання концентрату або концентрату з апарата 14 мембранного фільтрування для промивання й очищення відповідних мембран апарата мембранного фільтрування. Подробиці апарата 92 очищення на місці тут не обговорюються, оскільки такі системи або апарати й те, як вони експлуатуються, є добре відомими й зрозумілими фахівцям у даній сфері техніки.

Анаеробний мембранний біореактор 10 також включає в себе систему й спосіб видалення твердих речовин із анаеробного реактора 12. Більш конкретно, існує спосіб розділення твердих речовин, який включає в себе сепаратор 74 твердих речовин, такий як гідроциклонний сепаратор. Сепаратор твердих речовин сконструйований для переважного відділення твердих речовин, які включають відносно велику відсоткову частку неорганічних осаджених речовин, від більш легких твердих речовин, які включають відносно високу концентрацію біомаси. Як зазначено вище, тверді речовини видаляють із анаеробного реактора 12 із метою підтримки або регулювання SRT. У доповнення, може відбуватися значне нашарування важких неорганічних твердих речовин усередині анаеробного реактора 12, і ці тверді речовини можна видалити шляхом направлення їх із анаеробного реактора в сепаратор твердих речовин. У будь-якому випадку, існують різні шляхи видалення твердих речовин із анаеробного мембранного біореактора 10. Наприклад, в одному варіанті здійснення тверді речовини можна просто скинути з анаеробного реактора 12 у звичний спосіб. У іншому прикладі тверді речовини можна видалити з концентратного потоку, що покидає апарат мембранного розділення. У цьому випадку вибрану або контрольовану кількість концентратного потоку можна направити в сепаратор твердих речовин. У варіанті здійснення, проілюстрованому в даному описі, тверді

речовини перекачують із нижньої частини анаеробного реактора 12 у сепаратор твердих речовин, який у разі проілюстрованого прикладу являє собою гідроциклон 74. У зв'язку з цим лінія 70 є функціонально з'єднаною з анаеробним реактором 12 і включає в себе насос 72. Лінія 70 і насос 72 є функціонально з'єднаними з сепаратором 74 твердих речовин для направлення перемішуваного розчину, що містить тверді речовини, в сепаратора твердих речовин. Зазначимо, що лінія 70 є з'єднаною з реактором 12 так, що перемішуваний розчин витягується з донної частини реактора 12. Це, як пояснено вище, являє собою місце, де містяться більш важкі тверді речовини. У будь-якому випадку, перемішуваний розчин перекачують із донної частини реактора 12 через лінію 70 в сепаратор 74 твердих речовин. Сепаратор 74 твердих речовин виконує нижній злив, який включає в себе тверді речовини, які за природою є більш важкими, і верхній злив, який включає в себе тверді речовини, які за природою є більш легкими, ніж нижній злив. Верхній злив перекачують або подають через лінію верхнього зливу 78 назад у анаеробний реактор 12, де його змішують там із перемішуваним розчином. Нижній злив або більш важкі тверді речовини, створені сепаратором твердих речовин або гідроциклоном 74, направляють через лінію нижнього зливу 76 для подальшої обробки. Наприклад, більш важкі тверді речовини, створені в нижньому зливі, можна направити в апарат зневоднення для зневоднення й подальшого концентрування.

Спосіб видалення твердих речовин, щойно описаний відносно сепаратора 74 твердих речовин, можна експлуатувати паралельно з апаратом 14 мембранного розділення. У деяких випадках спосіб видалення твердих речовин можна експлуатувати безперервно, у той час як апарат мембранного розділення фільтрує перемішуваний розчин із реактора 12. У інших випадках спосіб видалення твердих речовин можна експлуатувати періодично, із метою підтримки вибраного SRT. SRT може змінюватися залежно від обставин і умов. Мається на увазі, що SRT для варіантів здійснення, проілюстрованих і обговорених у даному описі, може варіюватися від приблизно 15 до приблизно 80 днів.

Сепаратор 74 твердих речовин не є істотним компонентом даного винаходу. Існують ситуації, коли сепаратор 74 твердих речовин не потрібен. Більш конкретно, сепаратор 74 твердих речовин і спосіб видалення твердих речовин із донної частини анаеробного реактора є придатними, коли вхідний потік або потік живильної води включає в себе значну кількість розчинених твердих речовин, які осідають при проходженні обробки в способі за цим винаходом. Деякі потоки живильної води не будуть включати в себе значну кількість розчинених твердих речовин, які будуть випадати, і в цих випадках спосіб розділення твердих речовин із використанням сепаратора 74 твердих речовин може не являти собою необхідності в способі за даним винаходом.

Для більш докладного розуміння анаеробних реакторів і способу анаеробного розщеплення дається відсилання на розкриття, що є в публікації США № 2002/0192809 і публікації США № 2008/0302721, розкриття яких у всій своїй повноті є включеними в даний опис за допомогою посилання.

Даний винахід, звичайно, можна здійснити іншими шляхами, ніж такими, конкретно викладеними в даному описі, без виходу за межі істотних характеристик винаходу. Дані варіанти здійснення потрібно розглядати у всіх сенсах як ілюстративні й не обмежувальні, і всі зміни, що підпадають під діпазони тлумачення й еквівалентності прикладених пунктів формули винаходу, мають на меті бути охопленими такою.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб обробки потоку відходів, що містить анаеробно біорозкладані компоненти, в якому:

а) подають потік відходів, що містять анаеробно біорозкладані компоненти, в анаеробний реактор і утворюють перемішуваний розчин;

б) забезпечують реакцію біорозкладаних компонентів із анаеробною біомасою в анаеробному реакторі для зниження кількості біорозкладаних компонентів і отримання в процесі біомаси і біогазу;

с) здійснюють розшарування перемішуваного розчину в анаеробному реакторі на три зони перемішуваного розчину шляхом формування першої нижньої зони перемішуваного розчину, причому перемішуваний розчин у першій нижній зоні перемішуваного розчину включає відносно високу концентрацію важких твердих речовин, формування другої зони перемішуваного розчину над першою нижньою зоною перемішуваного розчину, причому перемішуваний розчин у другій зоні перемішуваного розчину включає концентрацію твердих речовин, значно меншу, ніж концентрація твердих речовин в першій нижній зоні перемішуваного розчину, і утворення третьої зони перемішуваного розчину вище другої зони перемішуваного розчину, причому третя

зона перемішуваного розчину містить відносно легкі тверді речовини, причому концентрація твердих речовин в третій зоні перемішуваного розчину вища, ніж концентрація твердих речовин в другій зоні перемішуваного розчину;

d) забезпечують щонайменше одну мішалку в першій зоні перемішуваного розчину і забезпечують перемішування в першій нижній зоні перемішуваного розчину для перемішування в ній перемішуваного розчину і твердих речовин;

e) забезпечують щонайменше одну мішалку в третій зоні перемішуваного розчину і забезпечують перемішування в третій зоні перемішуваного розчину і перемішують в ній перемішуваний розчин і тверді частинки для запобігання формуванню відкладень твердих речовин в третій зоні перемішуваного розчину і для того, щоб сприяти реакції між анаеробно біорозкладаними компонентами і біомасою;

f) спрямовують перемішуваний розчин з другої зони перемішуваного розчину в анаеробному реакторі в апарат мембранного розділення і розділяють перемішуваний розчин на прохідний потік і на концентратний потік;

g) здійснюють рециркуляцію щонайменше частини концентратного потоку в анаеробний реактор і змішують концентратний потік з перемішуваним розчином в реакторі.

2. Спосіб за п. 1, в якому спрямовують перемішуваний розчин з першої нижньої зони перемішуваного розчину в сепаратор твердих речовин і розділяють перемішуваний розчин з першої нижньої зони перемішуваного розчину на потік більш важких твердих речовин і на потік більш легких твердих речовин, що містить біомасу.

3. Спосіб за п. 1, в якому перемішуваний розчин у другій зоні перемішуваного розчину є загалом неперемішуваним так, щоб перемішування в першій і третій зонах перемішуваного розчину було більшим, ніж перемішування в другій зоні перемішуваного розчину.

4. Спосіб за п. 1, в якому додатково спрямовують перемішуваний розчин і тверді речовини з першої нижньої зони перемішуваного розчину в сепаратор твердих речовин і розділяють перемішуваний розчин і тверді речовини з першої нижньої зони перемішуваного розчину на потік більш важких твердих речовин і на потік більш легких твердих речовин, що містить біомасу.

5. Спосіб за п. 4, в якому сепаратор твердих речовин включає в себе гідроциклон.

6. Спосіб за п. 4, у якому протягом заданих інтервалів часу і апарат мембранного розділення, і сепаратор твердих речовин експлуатують одночасно, причому існує одна течія перемішуваного розчину з анаеробного реактора в апарат мембранного розділення та інша течія перемішуваного розчину з анаеробного реактора в сепаратор твердих речовин, при цьому дві течії є незалежними одна від одної.

7. Спосіб за п. 3, у якому друга зона перемішуваного розчину є неперемішуваною, причому концентрація твердих речовин всередині другої зони перемішуваного розчину є меншою, ніж концентрація твердих речовин в першій або третій зонах перемішуваного розчину.

8. Анаеробний мембранний біореактор для анаеробного біорозкладання компонентів в потоці відходів, що містить:

a) анаеробний реактор, який має впуск для спрямування потоку відходів, що містить анаеробно біорозкладані компоненти, які спрямовуються в анаеробний реактор для утворення перемішуваного розчину і забезпечення реакції біорозкладаних компонентів з анаеробною біомасою в реакторі для зниження кількості біорозкладаних компонентів і отримання біомаси та біогазу в анаеробному реакторі;

b) засіб для розшарування перемішуваного розчину в анаеробному реакторі і утворення трьох різних зон перемішуваного розчину, що містить:

i) першу нижню зону перемішуваного розчину, причому перемішуваний розчин в першій нижній зоні перемішуваного розчину містить відносно високу концентрацію твердих речовин;

ii) другу проміжну зону перемішуваного розчину над першою нижньою зоною перемішуваного розчину, причому перемішуваний розчин у другій зоні перемішуваного розчину містить концентрацію твердих речовин, значно меншу, ніж концентрація твердих речовин в перемішуваному розчині в першій нижній зоні перемішуваного розчину;

iii) третю зону перемішуваного розчину вище другої проміжної зони перемішуваного розчину, причому перемішуваний розчин в третій зоні перемішуваного розчину має концентрацію твердих речовин вищу, ніж концентрація твердих речовин в другій зоні перемішуваного розчину і концентрацію твердих речовин меншу, ніж концентрація твердих речовин в першій нижній зоні перемішуваного розчину; при цьому

c) засіб для розшарування перемішуваного розчину в анаеробному реакторі включає в себе одну або більше мішалок, розташованих в нижній частині анаеробного реактора для забезпечення перемішувальної дії в нижній частині анаеробного реактора і перемішування

перемішуваного розчину і твердих речовин в першій нижній зоні перемішуваного розчину; при цьому

d) засіб для розшарування перемішуваного розчину також включає в себе одну або більше мішалок, розташованих у верхній частині анаеробного реактора для перемішування перемішуваного розчину і твердих речовин в третій зоні перемішуваного розчину для запобігання формуванню відкладень твердих речовин в третій зоні перемішуваного розчину і для того, щоб сприяти реакції між анаеробно біорозкладаними компонентами і біомасою в третій зоні перемішуваного розчину;

е) перший насос для перекачування перемішуваного розчину з другої зони перемішуваного розчину анаеробного реактора в апарат мембранного розділення і розділення перемішуваного розчину на прохідний потік і концентратний потік, насичений біомасою;

f) першу рециркуляційну лінію для рециркуляції концентратного потоку в анаеробний реактор і змішування концентратного потоку з перемішуваним розчином в анаеробному реакторі;

g) другий насос для перекачування перемішуваного розчину і щонайменше деякої кількості твердих речовин з донної частини анаеробного реактора в сепаратор твердих речовин і розділення відносно важких твердих речовин на два потоки: перший потік, що включає відносно важкі тверді речовини, і другий потік, що включає відносно легкі тверді речовини; і

h) другу рециркуляційну лінію для рециркуляції щонайменше частини другого потоку в анаеробний реактор і змішування другого потоку з перемішуваним розчином в анаеробному реакторі.

9. Анаеробний мембранний біореактор за п. 8, що включає лінію подачі перемішуваного розчину для спрямування перемішуваного розчину з анаеробного реактора в апарат мембранного розділення, причому лінія перемішуваного розчину є підключеною до анаеробного реактора так, що перемішуваний розчин з проміжної зони, на противагу нижній і верхній зонам, перекачують в лінію подачі перемішуваного розчину і спрямовують в апарат мембранного розділення.

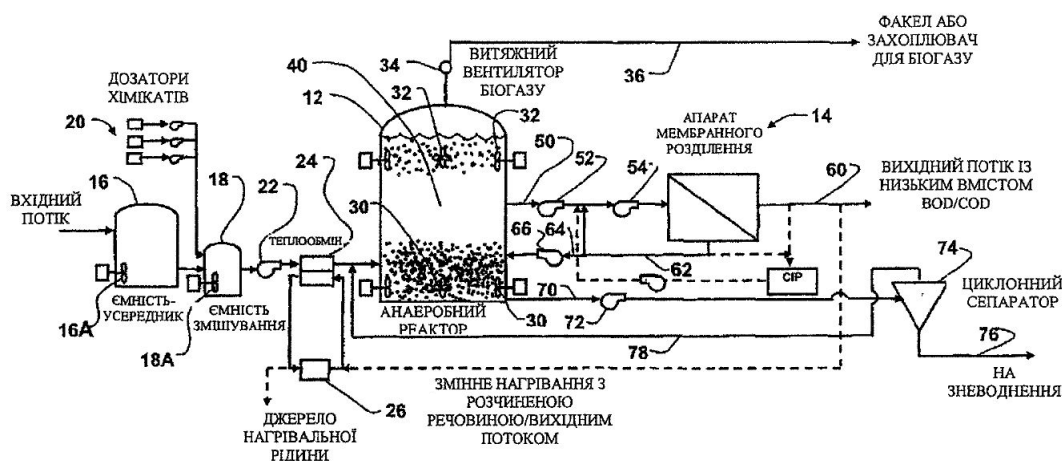
10. Анаеробний мембранний біореактор за п. 8, який також містить:

a) лінію подачі перемішуваного розчину, приєднану між анаеробним біореактором і апаратом мембранного розділення для спрямування перемішуваного розчину з анаеробного реактора в апарат мембранного розділення;

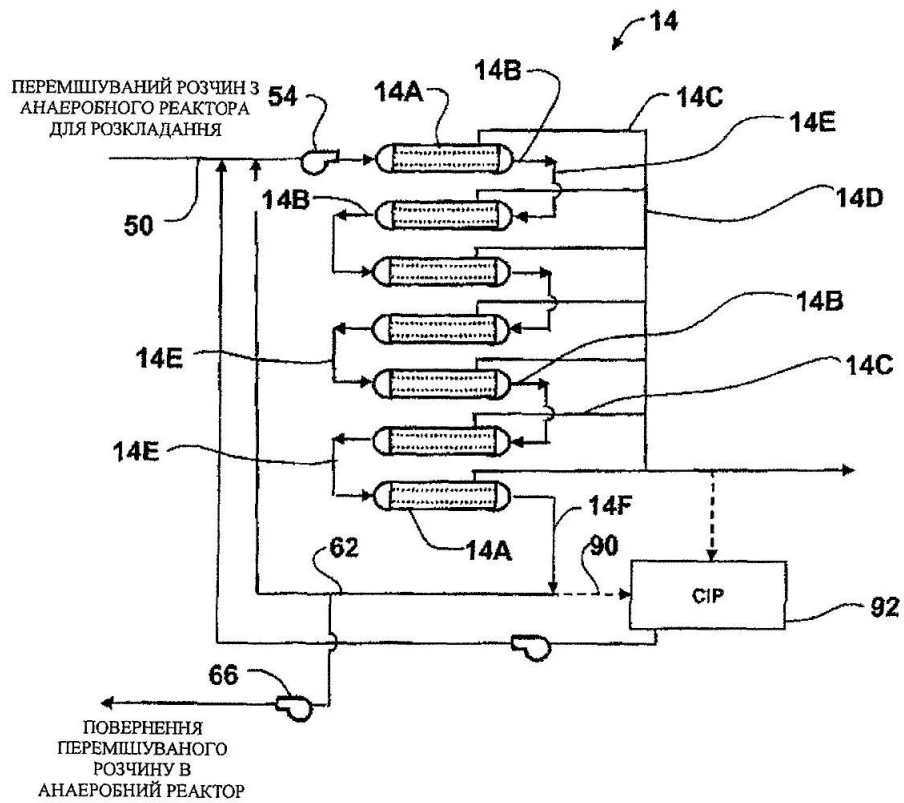
b) лінію подачі перемішуваного розчину, приєднану до анаеробного реактора так, що більша частина перемішуваного розчину, яку спрямовують в апарат мембранного розділення, надходить з другої зони перемішуваного розчину анаеробного реактора;

c) лінію подачі перемішуваного розчину і твердих речовин, функціонально пов'язану між анаеробним реактором і сепаратором твердих речовин; і

d) лінію подачі перемішуваного розчину і твердих речовин, приєднану до нижньої частини анаеробного реактора так, що перемішуваний розчин і тверді речовини, що подаються в сепаратор твердих речовин, надходять з нижньої частини анаеробного реактора.



Фіг.1



Фіг.2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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