

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201690104** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2016.08.31

(22) Дата подачи заявки
2014.06.25

(51) Int. Cl. **C02F 3/12** (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 3/34 (2006.01)
C02F 101/32 (2006.01)
C02F 101/34 (2006.01)
C02F 103/36 (2006.01)

(54) **ПОЛУЧЕНИЕ БИОМАССЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ
ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

(31) **2013/04816; 61/839,914**

(32) **2013.06.27**

(33) **ZA; US**

(86) **PCT/IB2014/062581**

(87) **WO 2014/207667 2014.12.31**

(71) Заявитель:

**САСОЛ ТЕКНОЛОДЖИ
(ПРОПРИЕТАРИ) ЛИМИТЕД (ZA)**

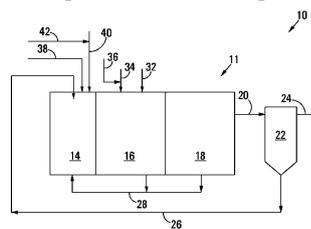
(72) Изобретатель:

**Филлипс Тревор Дэйвид, Аугустин
Мария Петронелла, Ван Никерк
Игнатиус Майкл (ZA)**

(74) Представитель:

**Карпенко О.Ю., Лыу Т.Н., Угрюмов
В.М., Дементьев В.Н., Глухарёва
А.О., Клюкин В.А., Строкова О.В.,
Христофоров А.А. (RU)**

(57) Способ получения биомассы для использования при очистке воды реакции Фишера-Тропша (ФТ) предусматривает введение питательного компонента, содержащего углерод (C), азот (N) и фосфор (P), и воды в аэробную реакционную зону, содержащую осадок сточных вод, и поддержание в аэробной реакционной зоне и при аэробных условиях отношения F/M 0,25-2 кг COD/кг MLSS день, где F/M = отношение количества питательных веществ к массе микроорганизмов; COD = химическая потребность в кислороде, выраженная как мг кислорода/л жидкости в аэробной реакционной зоне; и MLSS = взвешенные твердые вещества в смеси сточных вод с активным илом, выраженные как мг твердых веществ в аэробной реакционной зоне/л жидкости в аэробной реакционной зоне. Отношение F/M поддерживают в течение периода времени, чтобы получить биомассу, подходящую для использования при очистке воды реакции ФТ.



A1

201690104

201690104

A1

ПОЛУЧЕНИЕ БИОМАССЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Настоящее изобретение относится к получению биомассы для использования при очистке промышленных сточных вод. Оно относится, в частности, к способу получения биомассы для использования при очистке воды реакции Фишера-Тропша, к полученной таким образом биомассе и к способу очистки воды реакции Фишера-Тропша.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

Биологическая очистка, при которой используют бактерии и другие микроорганизмы (биомассу) для удаления биоразлагаемых органических загрязняющих веществ посредством поглощения, известна для очистки сточных вод. Биомасса разлагает и превращает органические вещества в сточных водах в CO_2 , а также включает часть органических веществ в виде биомассы.

Синтез Фишера-Тропша (ФТ) представляет собой процесс, посредством которого синтез-газ, содержащий водород и монооксид углерода, превращают в углеводородные продукты. Процесс ФТ дает углеводороды, которые можно затем перерабатывать с получением продуктов, таких как синтетическая сырая нефть, олефины, растворители, смазочное масло, техническое или медицинское масло, парафинистые углеводороды, кислородсодержащие соединения, автомобильный бензин, дизельное топливо и реактивное топливо. Однако, важным продуктом процесса ФТ является вода, далее называемая в настоящем документе “вода реакции Фишера-Тропша” или “вода реакции ФТ”. Синтез ФТ был подробно описан в литературе, например, в “Fischer-Tropsch Technology” A.P. Steynberg & M.E. Dry, Studies in Surface Science and Catalysis 152, Elsevier (2004).

Продукты процесса ФТ обычно подвергают предварительному разделению, например, фазовому разделению, причем воду реакции ФТ отделяют от остальных продуктов ФТ. Вода реакции ФТ содержит некоторое количество углеводородов, включая кислородсодержащие углеводороды, такие как алифатические, ароматические и циклические спирты, альдегиды, кетоны и кислоты, и, в меньшей степени,

алифатические, ароматические и циклические углеводороды, такие как олефины и парафины. Состав воды реакции ФТ зависит от металла катализатора, используемого в реакторе ФТ, и используемых условий реакции. Тем не менее, все воды реакции ФТ подобны тем, что они содержат значительные количества короткоцепочечных жирных кислот (SCFA) или летучих жирных кислот (VFA) и спиртов. Поскольку эти SCFA и спирты обычно нельзя извлечь экономично, воду реакции ФТ обычно обрабатывают биологически.

Вода реакции ФТ образуется сразу же при запуске процесса ФТ и, как указано выше, составляет значительную часть продукта ФТ. Таким образом, очистка воды реакции ФТ также требуется сразу же при запуске процесса ФТ. Однако, вследствие наличия SCFA и спиртов обычная биомасса или активный ил, используемые при обычных биологических способах очистки сточных вод, таких как очистка хозяйственно-бытовых сточных вод, являются неподходящими для очистки воды реакции ФТ. Также, хотя обычный активный ил можно культивировать с получением биомассы, которая является подходящей для очистки воды реакции ФТ, такое культивирование подходящей биомассы может занимать до трех месяцев.

Заявитель разработал способ культивирования биомассы или активного ила при помощи синтетического сырьевого потока с получением биомассы, которая подходит для очистки воды реакции ФТ до технических характеристик, которые допустимы для выброса в окружающую среду, орошения или повторного использования в охлаждении процесса.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Согласно первому аспекту настоящего изобретения обеспечивается способ получения биомассы для применения при очистке воды реакции Фишера-Тропша (ФТ), причем способ предусматривает

введение питательного компонента, содержащего углерод (С), азот (N) и фосфор (P), и воды в аэробную реакционную зону, содержащую затравочный ил;

поддержание в аэробной реакционной зоне и при аэробных условиях отношения F/M 0,25-2 кг COD/кг MLSS·день,

где F/M = отношение количества питательных веществ к массе микроорганизмов;

COD = химическая потребность в кислороде, выраженная как мг кислорода/л жидкости в аэробной реакционной зоне; и

MLSS = взвешенные твердые вещества в смеси сточных вод с активным илом, выраженные как мг твердых веществ в аэробной реакционной зоне/л жидкости в аэробной реакционной зоне,

в течение периода времени, чтобы таким образом получать биомассу, подходящую для использования при очистке воды реакции ФТ.

Затравочный ил может, в частности, представлять собой аэробный активный ил очистки бытовых сточных вод, который можно получать с обычной установки очистки бытовых сточных вод.

Отношение F/M, которое поддерживают в аэробной реакционной зоне, может, в частности, находиться в диапазоне от 0,4 до 1 кг COD/кг MLSS·день. Обычно отношение F/M может составлять приблизительно 0,8 кг COD/кг MLSS·день.

Углерод (C) в питательном компоненте может обеспечиваться по меньшей мере одной короткоцепочечной жирной кислотой, такой как уксусная кислота, муравьиная кислота, масляная кислота или валериановая кислота, или комбинацией указанной по меньшей мере одной короткоцепочечной жирной кислоты и по меньшей мере одного спирта, такого как метанол, этанол, бутанол, изопропиловый спирт или пентанол.

Предпочтительно C в питательном компоненте обеспечивается синтетическим сырьем. Синтетическое сырье может быть составлено так, чтобы по существу соответствовать воде реакции ФТ, обычно ожидаемой от работающего на полную мощность процесса ФТ.

Если позволяют условия, и доступен подходящий источник воды реакции ФТ, например, место, близкое к уже работающей установке ФТ, C может обеспечиваться, по меньшей мере, частью воды реакции ФТ, получаемой на такой установке.

В питательном компоненте C, N и P могут находиться в массовом отношении C:N от приблизительно 20:1 до 60:1 и массовом отношении C:P от приблизительно 2:1 до 5:1, где C выражен как COD.

MLSS в аэробной реакционной зоне можно поддерживать на уровне приблизительно 800 мг/л или выше, предпочтительно на уровне приблизительно 1500 мг/л или выше. Наиболее предпочтительно MLSS поддерживают на уровне приблизительно 3500 мг/л.

pH в аэробной реакционной зоне можно поддерживать в диапазоне от 6,5 до 7,5, предпочтительно на уровне приблизительно 6,8. Минимальную щелочность 75 мг/л в пересчете на CaCO₃ можно поддерживать в аэробной реакционной зоне.

Концентрацию растворенного кислорода (DO) от 1,5 до 3,0 мг/л, например, от 2,5 до 3,0 мг/л, можно поддерживать в аэробной реакционной зоне.

Температуру аэробной реакционной зоны можно поддерживать в диапазоне от 32°C до 42°C. Предпочтительно температуру реакционной зоны поддерживают на уровне приблизительно 37°C.

Важно, чтобы получение биомассы продолжалось в течение достаточного периода времени до тех пор, пока биомасса не достигнет количества и качества, которое делает ее подходящей для использования при очистке воды реакции ФТ. Таким образом, предпочтительно, чтобы биомасса характеризовалась временем пребывания клеток ("CRT") в аэробной реакционной зоне от 18 до 45 дней, причем в течение этого времени отношение F/M поддерживается в указанном диапазоне в аэробной реакционной зоне. Предпочтительно CRT биомассы в аэробной реакционной зоне составляет приблизительно 35 дней.

Способ может предусматривать перенос некоторого количества биомассы в по меньшей мере одну дополнительную аэробную реакционную зону, как только MLSS биомассы или полученного ила становится выше 800 мг/л, и продолжение получения или культивирования биомассы в обеих аэробных реакционных зонах. Предпочтительно перед переносом достигается MLSS 1500 мг/л или выше, более предпочтительно 3500 мг/л или выше. Культивирование можно продолжать в течение дополнительного периода времени, при этом поддерживая MLSS выше 800 мг/л, предпочтительно 1500 мг/л или выше, в аэробных реакционных зонах. Предпочтительно MLSS не должно превышать 8500 мг/л.

По меньшей мере одна дополнительная аэробная реакционная зона предпочтительно расположена ниже по потоку относительно исходной аэробной реакционной зоны. Способ может предусматривать рециркуляцию некоторого количества ила из по меньшей мере одной аэробной реакционной зоны в дополнительную зону, работающую аноксически ("аноксическая зона"), например, для обеспечения нитрификации/денитрификации. Предпочтительно аноксическая зона расположена выше по потоку относительно аэробных реакционных зон.

Культивирование биомассы или биоаугментация и акклиматизация согласно настоящему изобретению является тщательно регулируемым процессом подачи заранее

определенного количества и типа органических компонентов и питательных веществ в исходный ил. Путем управления и контроля процесса культивируют акклиматизированную биомассу, которая является исключительно пригодной для очистки воды реакции ФТ.

Настоящее изобретение также распространяется на биомассу, полученную способом согласно первому аспекту настоящего изобретения.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения обеспечивается способ очистки воды реакции ФТ, причем способ предусматривает

введение воды реакции ФТ в аэробную реакционную зону, содержащую биомассу, полученную способом согласно первому аспекту настоящего изобретения; и

поддержание в аэробной реакционной зоне аэробных условий, чтобы таким образом обрабатывать воду реакции ФТ с получением очищенных сточных вод.

В способе второго аспекта настоящего изобретения можно также обеспечить по меньшей мере одну аноксическую зону и/или по меньшей мере одну зону разделения твердой и жидкой фаз. Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения зона разделения твердой и жидкой фаз представляет собой осветлитель. Обычно обеспечивают аноксическую зону, первичную аэробную реакционную зону, вторичную аэробную реакционную зону и зону разделения твердой и жидкой фаз. Предпочтительно аноксическая зона расположена выше по потоку относительно первичной и вторичной реакционных зон.

Согласно варианту осуществления второго аспекта настоящего изобретения нагрузку по органическим веществам (OLR) можно задавать на уровне приблизительно 1,2 кг COD/м³·день.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения рабочие условия или параметры, т.е., по меньшей мере, pH, DO и температуру в различных зонах, можно поддерживать, как описано выше в настоящем документе относительно первого аспекта настоящего изобретения.

Настоящее изобретение будет теперь описано более подробно со ссылкой на сопутствующие графические материалы и следующие неограничивающие примеры.

Краткое описание фигур

На фигурах:

на фигуре 1 показана упрощенная блок-схема установки для проведения способа согласно настоящему изобретению при очистке промышленных сточных вод в виде воды реакции ФТ;

на фигуре 2 показана для примера фотография хлопьевидных структур биомассы, полученной согласно настоящему изобретению, причем хлопьевидные структуры круглые и плотные, с нитевидными скелетами внутри хлопьев из колоний нитрифицирующих бактерий;

на фигуре 3 показана для примера фотография многочисленных плотно расположенных колоний нитрифицирующих бактерий;

на фигуре 4 показана для примера фотография нездорового количества коловраток, разрушающих хлопьевидную структуру;

на фигуре 5 показана для примера фотография хлопьев небольшого и неодинакового размера с низким содержанием нитей;

на фигуре 6 показана для примера фотография хлопьев, показывающих избыточный рост нитей.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Ссылаясь на фигуру 1, позиция 10 в общем обозначает установку для проведения способа настоящего изобретения, в частности, способа очистки промышленных сточных вод в виде воды реакции ФТ.

Установка 10 содержит реактор, в общем обозначенный позицией 11. Реактор 11 содержит последовательно аноксическую зону 14, первичную аэробную реакционную зону 16 и вторичную аэробную реакционную зону 18. Возможно, что реактор состоит из большего числа реакционных зон, в зависимости от желаемой конструкции. Установка 10 дополнительно содержит зону разделения твердой и жидкой фаз, которая в предпочтительном варианте осуществления представляет собой осветлитель 22. Другие типы сепараторов жидкой и твердой фаз, такие как фильтры, можно использовать вместо этого или дополнительно. Трубопровод 20 проходит от вторичной аэробной зоны 18 к осветлителю 22. Трубопровод 24 отвода стоков выходит из осветлителя 22. Трубопровод 26 рециркуляции ила проходит от днища осветлителя 22 к аноксической зоне 14 реактора 11.

Рециркуляционный трубопровод 28 проходит из аэробных зон 16 и 18 в аноксическую зону 14. Он обеспечен для рецикла богатого на нитраты ила в

аноксическую зону во время стадий культивирования для нитрификации/денитрификации.

Поток 32 воды входит в первичную аэробную зону 16, как и поток 34 питательного компонента. Трубопровод 36 синтетического сырья также обеспечен для подачи синтетического сырья в первичную аэробную реакционную зону 16, и этот трубопровод входит в поток 34 питательного компонента.

Установку 10 подготавливают, а биомассу культивируют и приспособливают для использования при очистке воды реакции ФТ, следующим образом.

Посев и начальная фаза роста

В 1 день посева и начальной фазы роста затравочный ил с установки аэробной очистки бытовых сточных вод вводят в первичную аэробную реакционную зону 16.

Первичную аэробную реакционную зону 16 затем заполняют заранее определенным количеством воды, убеждаясь в том, что покрываются аэрирующие устройства (не показаны) в зоне 16. Целью является достижение концентрации MLSS после разбавления припл. 1500 мг/л (где “припл.” означает “приблизительно” или “около”).

В первичную аэробную реакционную зону 16 затем подают воду в виде потока 32 и синтетическое сырье и питательные вещества в виде потока 34. Синтетическое сырье вводят в поток 34 питательных веществ в виде отдельного потока 36 синтетического сырья. Этот поток 36 синтетического сырья является единственным действующим во время фазы культивирования и будет отключен, как только основное сырье, полученное из процесса ФТ, вводят в установку 10 для очистки. Синтетическое сырье используют, чтобы обеспечить достижение селекции уникальных частиц и экологических комбинаций, необходимых для получения подходящей биомассы для очистки воды реакции ФТ. Культивированный ил предпочтительно поддерживают при помощи синтетического сырья, пока воду реакции ФТ не получат для очистки.

В поток 34 питательные вещества добавляют в синтетическое сырье таким образом, чтобы обеспечивать массовое отношение C:N от 20:1 до 60:1 и массовое отношение C:P от 2:1 до 5:1. Расход воды в первичной аэробной реакционной зоне определяется желаемым отношением F/M и концентрацией MLSS по меньшей мере 1500 мг/л.

Массовое отношение C:N предпочтительно фиксируют на 60:1. Поток поступающего питательного компонента добавляют с такой скоростью, чтобы

отношение F/M приблизительно 0,8 кг COD/кг MLSS·день постоянно поддерживалось в первичной аэробной реакционной зоне 16. Концентрация MLSS является результатом отношения F/M 0,8 кг COD/кг MLSS·день и эффекта разбавления во время заполнения первичной аэробной реакционной зоны водой.

Воду, питательные вещества и компоненты синтетического сырья постепенно вводят для заполнения первичной аэробной реакционной зоны 16 в течение периода в несколько дней так, чтобы после начальной фазы роста и в случае, когда используют более одной аэробной реакционной зоны, при усреднении в более чем одной аэробной реакционной зоне MLSS приблизительно 1500 мг/л или выше достигалась в аэробных реакционных зонах.

Типичный поток поступающего питательного компонента состоит из разбавленных питательных макроэлементов, питательных микроэлементов и источника углерода, как указано в таблице 1.

Таблица 1: Дозировка питательных веществ в обычном поступающем питательном компоненте, который содержит уксусную кислоту в качестве источника углерода

Составляющее	Обеспеченный элемент	Питательные макро/микроэлементы	Концентрация элемента (мг/л)
CH_3COOH	C	Макро	10000 - 20000
$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	N	Макро	500 - 1000
H_3PO_4	P	Макро	100 - 200
K_2HPO_4	P и K	Макро/микро	1 - 2 и 3 - 5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg и S	Макро/микро	3 - 5 и 3 - 6
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ca	Микро	1 - 4
$\text{FeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Fe	Микро	0,5 - 2,0
$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Mn	Микро	0,2 - 0,8
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn	Микро	0,2 - 0,8
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu	Микро	0,05 - 0,2
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Co	Микро	0,05 - 0,2
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Ni	Микро	0,05 - 0,2
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Mo	Микро	0,05 - 0,2
H_3BO_3	B	Микро	0,01 - 0,1
KI	I	Микро	0,01 - 0,1

pH в первичной аэробной реакционной зоне регулируют на уровне от 6,8 до 7,5 путем дозирования (не показано) щелочного раствора, такого как NaOH или KOH. Предпочтительно, чтобы минимальную щелочность 75 мг/л в пересчете на CaCO_3 поддерживали для обеспечения образования хлопьев.

Концентрацию растворенного кислорода (DO) поддерживают на уровне от 1,5 до 3,0 мг/л в первичной аэробной реакционной зоне для ограничения роста нитей.

Во время посева и начальной фазы роста температуру в реакторе 11, в частности в аэробных реакционных зонах 16 и 18, поддерживают на уровне прибл. 37°C.

Усреднение ила в обеих аэробных зонах

Как только первичная аэробная реакционная зона 16 полностью заполняется, и MLSS составляет >1500, ил в ней затем распределяют по обеим аэробным реакционным зонам, т.е. первичной аэробной реакционной зоне 16 и вторичной аэробной реакционной зоне 18. После распределения полученная MLSS в каждой аэробной реакционной зоне должна предпочтительно составлять по меньшей мере 1500 мг/л.

Две аэробные реакционные зоны затем заполняют параллельно в течение ряда дней поступающими потоками воды и питательных компонентов. Поток питательного компонента и синтетического сырья используют для поддержания отношения F/M на уровне приблизительно 0,8 кг COD/кг MLSS·день, а воду используют, чтобы постепенно увеличивать объемы ила в первичной и вторичной аэробных реакционных зонах. F/M 0,8 кг COD/кг MLSS·день и эффект разбавления во время заполнения зон влияют на концентрацию MLSS в обеих аэробных реакционных зонах, которую следует поддерживать на уровне свыше 800 мг/л, предпочтительно на уровне 1500 мг/л или выше.

Усреднение ила по всему объему реактора

Как только ил в аэробных реакционных зонах 16 и 18 выросал достаточно, чтобы заполнить аэробные реакционные зоны, аноксическую зону 14 и осветлитель 22 также следует заполнять водой.

Приток воды в поток 32 воды снижают так, чтобы уровни воды в реакторе 11 и осветлителе 22 поддерживались максимальными, однако, без какого-либо стока, отводимого в осветлитель 22, т.е. с нулевой скоростью вертикального перемешивания в осветлителе 22. Затем запускают насос для рециркуляции ила (не показан), и он работает при максимальной производительности так, чтобы ил отводился в поток 28 рециркуляции ила и подавался в аноксическую зону 14. Воду и питательные вещества, включая синтетическое сырье, затем вводят в аноксическую зону 14 в виде потоков 38 и 40, соответственно. На этой стадии приток потока 40 питательных компонентов в аноксическую зону 14 является таким, что F/M 0,8 кг COD/кг MLSS·день

поддерживают по всему объему реактора, в то же время не превышая нагрузку по органическим веществам (OLR) $1,2 \text{ кг COD/м}^3 \cdot \text{день}$. Ил непрерывно проверяют, чтобы убедиться, что он хорошего качества. Как только достигается гомогенизация, т.е. концентрация ила в аэробных реакционных зонах 16, 18 и рециркуляционном потоке 28 становится одинаковой, увеличивают расход поступающего потока 40 питательных компонентов в аноксическую зону 14. Приток воды в поток 38 в аноксическую зону 14 и поток 32 в аэробные реакционные зоны 16, 18 также увеличивают до такой степени, что сток отводят из реактора (или альтернативно аэробных реакционных зон 16 и 18) в осветлитель посредством потока 20 отвода стока.

Растворенный кислород, pH и температуру регулируют, как указано выше в зонах 16 и 18.

Как только осветлитель 22 начинал переполняться, и система стабилизировалась после разделения воды и питательных веществ, удаление ила будут начинать с такой скоростью, чтобы поддерживать CRT биомассы 18-45 дней – принимая во внимание потери биомассы в осветлителе. Отношение C:N в поступающих потоках 34 и 40 питательных компонентов будут контролировать, чтобы поддерживать отношение 20:1.

Важен микроскопический анализ для определения качества ила. Основной целью во время этого периода культивирования является выращивание достаточного количества ила хорошего качества. Подходящее качество ила представляет собой:

MLSS = 3500 мг/л,

SVI (индекс объема ила) < 150 мл/г,

прочные круглые хлопья,

малое содержание нитей,

присутствие простейших,

аэробная природа ила.

Введение воды реакции ФТ

Как только ил культивировали до такой степени, что он может обрабатывать воду реакции ФТ, сток воды реакции ФТ из процесса ФТ постепенно вводили в реактор 10 в виде потока 40 питательных веществ. Воду реакции ФТ подают в поток 40 питательных веществ в виде отдельного потока 42 воды реакции ФТ.

Вода реакции ФТ поступает в реактор 10 в аноксической реакционной зоне 14. Затем она проходит в первичную и вторичную реакционные зоны 16 и 18. Продукт из

реактора перетекает в осветлитель 22, где очищенную воду удаляют из верхней части в виде потока 24 обработанной воды, а биомасса собирается в нижней части осветлителя 22. Биомассу из осветлителя 22 подают в аноксическую реакционную зону 14 в виде потока 26.

Приток поступающего потока 42 воды реакции ФТ увеличивают постепенно в течение периода в 72 часа, тогда как в то же время подачу питательного компонента в поток 40 питательных веществ снижают таким образом, чтобы поддерживать нагрузку по органическим веществам (OLR) прибл. $1,2 \text{ кг COD/м}^3 \cdot \text{день}$.

Температуру зон 16, 18 поддерживают на уровне прибл. 37°C .

Минимальные концентрации фосфатов (10 мг/л в пересчете на PO_4^{3-}) поддерживают в потоке 42 воды реакции ФТ в реактор 11.

pH, температуру и DO регулируют, как описано выше в настоящем документе.

Во время обработки воды реакции ФТ ил собирают, чтобы поддерживать CRT от 18 до 35 дней, предпочтительно 18 дней.

Пример

Аспекты установки 10 тестировали посредством экспериментов в лабораторных условиях.

Эксперименты проводили при помощи шести $0,2 \text{ м}^3$ экспериментальных реакторов, в настоящем документе называемых реакторами 1-6. Каждый реактор содержал две зоны, представляющие первичную аэробную реакционную зону 16 и вторичную аэробную реакционную зону 18 в установке 10.

Во время посева и начальной стадии роста затравочный ил вводили в первичную реакционную зону и культивировали при помощи уксусной кислоты в качестве первичного источника углерода.

Обеспечивали увеличение концентрации биомассы в иле до такой степени, что при переносе ила во вторичную аэробную реакционную зону реактора концентрация MLSS составляла свыше 1500 мг/л в системе. После распределения ила между первичной и вторичной аэробными реакционными зонами первичная зона работала аноксически, а вторичная аэробная реакционная зона работала аэробно с внутренним рециклом в аноксическую зону для целей денитрификации. Это проводили для стимуляции и селекции экологии нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий в системе.

Эксперименты проводили в двух режимах. В первом режиме каждый реактор работал при различном отношении F/M в диапазоне от 0,2 до 2 кг COD/кг MLSS·день. В этом случае MLSS запуска поддерживали на уровне 3500 мг/л во всех реакторах. Во втором режиме работы MLSS запуска в реакторах 1-3 изменяли от 800 до 3500 мг/л, тогда как отношение F/M поддерживали постоянным на уровне 0,8 г COD/г MLSS·день.

pH в реакторах поддерживали на уровне 6,8 путем дозирования каустической соды (NaOH) при необходимости. Температуру поддерживали на уровне припл. 37°C, а концентрацию растворенного кислорода (DO) поддерживали на уровне 2,5 мг/л. Азот дозировали в виде мочевины при массовом отношении C:N 20:1. Фосфор дозировали в виде фосфорной кислоты при массовом отношении C:P от 2:1 до 5:1.

Исследование оценивали по ключевым требованиям к культивируемому илу, таким как время для акклиматизации культивируемого активного ила, приемлемое качество ила во время и после фазы акклиматизации, оптимальный рост ила и соответствие всем установленным параметрам для стоков. Результаты экспериментов представлены в таблицах 2 и 4-7 ниже.

Исследование было направлено, помимо прочего, на обеспечение разнообразной и сбалансированной популяции простейших в биомассе. Исследовали виды простейших в биомассе затравочного ила и готовом культивированном иле после фазы акклиматизации, и результаты представлены в таблице 2 ниже.

Таблица 2: Наличие видов простейших в затравочном иле и готовом культивированном иле

Простейшие	Затравочный ил	Готовый культивированный ил
Коловратки	Присутствуют в затравочном иле	Присутствуют в готовом культивированном иле. Избыточные количества коловраток, как обнаружили, разбивают и разрушают хлопьевидную структуру.
Амебы	Редко присутствуют в затравочном иле	Никогда не присутствовали/не наблюдались в готовой культивированной биомассе.
Жгутиковые	Присутствуют, но в низких количествах, в затравочном иле	Преобладают при избыточной нагрузке по органическим веществам при подготовке к работе и приводят к рассеиванию хлопьевидных частиц.
Свободноплаваю	Присутствуют в затравочном	Обнаруживались при начальных

щие инфузории	иле, но не были в избыточном количестве	стадиях подготовки к работе, но исчезали со временем. Присутствие инфузорий в небольших количествах является показателем здорового ила.
Ползающие инфузории	Присутствуют в затравочном иле, но не были в избыточном количестве	Обнаруживались при начальных стадиях подготовки к работе, но исчезали со временем. Присутствие инфузорий в небольших количествах является показателем здоровой биомассы. Чередуются со стебельковыми инфузориями в качестве преобладающей группы простейших.
Стебельковые инфузории	Присутствуют в затравочном иле, но не были в избыточном количестве	Обнаруживались при начальных стадиях подготовки к работе, но исчезали со временем.

Качество ила определяли при помощи получения изображений ила под микроскопом. Оцениваемые качественные характеристики представляли собой структуру и размер хлопьев. Целью было обеспечить средние-большие, круглые, плотные; хорошо осаждающиеся хлопья с нитевидными скелетами внутри хлопьев. Присутствие и концентрация здоровых колоний нитрифицирующих бактерий также является важным. Качество полученного ила изображено на фигурах 2-6.

На фигуре 2 показаны хлопьевидные структуры биомассы, образованной круглыми и плотными хлопьевидными структурами, с нитевидными скелетами внутри хлопьев из колоний нитрифицирующих бактерий, что указывает на биомассу хорошего качества с хорошими свойствами осаждения. На фигуре 3 показана фотография многочисленных плотно расположенных колоний нитрифицирующих бактерий, которые предпочтительны для оптимизированных условий нитрификации/денитрификации в способе настоящего изобретения.

С другой стороны, на фигуре 4 показана фотография нездорового количества коловраток, разбивающих хлопьевидную структуру, что приводит к плохим, неправильной формы хлопьевидным структурам, давая в результате плохое осаждение ила при осветлении. Аналогично, на фигуре 5 показана фотография хлопьев, имеющих небольшой и неоднородный размер, с небольшим количеством нитей, и дающих плохое осаждение и неприемлемое качество сточных вод, тогда как на фигуре 6 изображена фотография хлопьев, показывающая избыточный рост нитей, что приводит к неприемлемому ежедневному распределению при набухании.

Оцененное качество ила переводили в количественные значения при помощи системы количественных показателей, представленной в таблице 3 ниже.

Таблица 3: Оценка класса активного ила при использовании микроскопического анализа

Распределение по классам	Визуально	Оценка
Превосходно	Прочные хлопья 200-1000 мкм, некоторое количество простейших, здоровое количество нитей. Многочисленные колонии нитрифицирующих бактерий.	100
Хорошо	Средние хлопья, простейшие, 1-10 свободных бактерий на 25 мкм ² , здоровое количество нитей. Здоровое количество колоний нитрифицирующих бактерий.	80
Средне	Небольшие хлопья, нет простейших, 20-30 свободных бактерий на 25 мкм ² , несколько нитей. Небольшое количество колоний нитрифицирующих бактерий.	30
Плохо	Мелкие хлопья или отсутствие хлопьев, нет простейших, избыток свободных бактерий, избыток нитей, дрожжи и грибы. Отсутствие нитрифицирующих бактерий.	10

Качество ила оценивали при различных отношениях F/M, представленных в таблице 4, и различных MLSS, представленных в таблице 7. Оценки классов при различных отношениях F/M и MLSS представлены в таблицах 5 и 8, соответственно.

В таблицах 5 и 8 показана качественная интерпретация качества ила, переведенная в систему количественных показателей для качества ила. Из результатов в таблицах 5 и 8 ясно, что F/M 0,8 обеспечивает желаемую скорость роста и качество ила.

В таблице 6 показаны измерения индекса объема ила (SVI) на 14 день и 35 день работы, при различных отношениях F/M, представленных в таблице 4. Было желательно получить SVI от 50 до 300 мл/грамм, но более низкие значения SVI предпочтительны для разделения твердой и жидкой фаз при помощи осветлителей. Предпочтительно SVI должен быть ниже 150 мл/грамм. Обнаружили, что при отношении F/M ниже 1 кг COD/кг MLSS·день, значение SVI было значительно ниже по сравнению с отношениями F/M выше 1 кг COD/кг MLSS·день. Таким образом, эти результаты показывают, что биомасса, полученная при этом более низком диапазоне отношений F/M, имеет хорошее качество и обладает желаемой хлопьевидной

структурой. В частности, результаты показали, что при отношении F/M 0,8 кг COD/кг MLSS·день достигаемое значение SVI является относительно более низким и, таким образом, наиболее предпочтительным.

Обнаружили, что на 35 день и при отношении F/M 0,8 кг COD/кг MLSS·день получали желаемую MLSS и биомассу хорошего качества. Системы работали в течение трех биологических возрастов клеток (CRT), а именно 18, 25 и 35 дней, для проверки успешной подготовки к работе. Выдерживание CRT 35 дней, как обнаружили, дало наилучшие результаты. Готовый сток контролировали, чтобы убедиться в соответствии заданным требованиям к качеству стоков.

Таблица 4: Рабочие параметры запуска для реакторов с активным илом при различном отношении F/M

Параметры	Реактор 1	Реактор 2	Реактор 3	Реактор 4
F/M (кг COD/кг MLSS·день)	0,2	0,4	0,8	1
MLSS (мг/л)	3500	3500	3500	3500
DO (мг/л)	2,5	2,5	2,5	2,5
pH	6,8	6,8	6,8	6,8
Температура (°C)	37	37	37	37

Параметры	Реактор 5	Реактор 6
F/M (кг COD/кг MLSS·день)	1,5	2
MLSS (мг/л)	3500	3500
DO (мг/л)	2,5	2,5
pH	6,8	6,8
Температура (°C)	37	37

Таблица 5: Оценка класса активного ила при помощи микроскопического анализа экспериментальных реакторов при различном отношении F/M, при различном биологическом возрасте клеток

	Реактор 1	Реактор 2	Реактор 3	Реактор 4	Реактор 5	Реактор 6
Оценка ила день 14	70	77	92	67	74	71
Оценка ила день 35	75	72	90	52	40	48

Таблица 6: Индекс объема ила активного ила при различном отношении F/M

	Реактор 1	Реактор 2	Реактор 3	Реактор 4	Реактор 5	Реактор 6
SVI	101	109	80	150	143	147

(мл/грамм) день 14						
SVI (мл/грамм) день 35	99	94	83	178	206	198

Таблица 7: Рабочие параметры запуска для 0,2 м³ реакторов с активным илом при различной концентрации MLSS

Параметры	Реактор 1	Реактор 2	Реактор 3
F/M (кг COD/кг MLSS·день)	0,8	0,8	0,8
MLSS (мг/л)	800	1500	3500
DO (мг/л)	2,5	2,5	2,5
pH	6,8	6,8	6,8
Температура (°C)	37	37	37

Таблица 8: Оценка класса активного ила при помощи микроскопического анализа экспериментальных реакторов при изменяющейся концентрации MLSS

	Реактор 1	Реактор 2	Реактор 3
Оценка ила, день 35	76	92	83

Настоящее изобретение, таким образом, обеспечивает средства для культивирования микробиальной биомассы или ила, который можно использовать при очистке промышленных сточных вод, в частности воды реакции ФТ, чтобы получить обработанные очищенные сточные воды, соответствующие характеристикам для полезного использования или качеству для сброса.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения биомассы для использования при очистке воды реакции Фишера-Тропша (ФТ), причем способ предусматривает

введение питательного компонента, содержащего углерод (С), азот (N) и фосфор (P), и воды в аэробную реакционную зону, содержащую осадок сточных вод;

поддержание в аэробной реакционной зоне и при аэробных условиях отношения F/M 0,25-2 кг COD/кг MLSS·день,

где F/M = отношение количества питательных веществ к массе микроорганизмов;

COD = химическая потребность в кислороде, выраженная как мг кислорода/л жидкости в аэробной реакционной зоне; и

MLSS = взвешенные твердые вещества в смеси сточных вод с активным илом, выраженные как мг твердых веществ в аэробной реакционной зоне/л жидкости в аэробной реакционной зоне,

в течение периода времени, чтобы таким образом получать биомассу, подходящую для использования при очистке воды реакции ФТ.

2. Способ по п. 1, в котором отношение F/M , которое поддерживают в аэробной реакционной зоне, находится в диапазоне от 0,4 до 1,0 кг COD/кг MLSS·день.

3. Способ по п. 2, в котором отношение F/M , которое поддерживают в аэробной реакционной зоне, составляет приблизительно 0,8 кг COD/кг MLSS·день.

4. Способ по п. 1, в котором С и N находятся в питательном компоненте в массовом отношении С:N от 20:1 до 60:1.

5. Способ по п. 1, в котором С и P находятся в питательном компоненте в массовом отношении С:P от 2:1 до 5:1.

6. Способ по п. 1, в котором в питательном компоненте С обеспечивается короткоцепочечной жирной кислотой или комбинацией короткоцепочечной жирной кислоты и спирта.

7. Способ по п. 6, в котором короткоцепочечную жирную кислоту выбирают из группы, состоящей из уксусной кислоты, муравьиной кислоты, масляной кислоты и валериановой кислоты.

8. Способ по п. 6 или п. 7, в котором, когда питательный компонент С обеспечивают объединением короткоцепочечной жирной кислоты и спирта, спирт

выбирают из группы, состоящей из метанола, этанола, бутанола, изопропилового спирта и пентанола.

9. Способ по п. 1, в котором MLSS составляет приблизительно 800 мг/л или выше.

10. Способ по п. 9, в котором MLSS составляет приблизительно 1500 мг/л или выше.

11. Способ по п. 1, в котором pH в аэробной реакционной зоне поддерживают в диапазоне от 6,5 до 7,5.

12. Способ по п. 11, в котором минимальную щелочность 75 мг/л в пересчете на CaCO₃ поддерживают в аэробной реакционной зоне.

13. Способ по п. 1, в котором концентрацию растворенного кислорода от 1,5 до 3,0 мг/л поддерживают в аэробной реакционной зоне.

14. Способ по п. 13, в котором концентрацию растворенного кислорода в аэробной реакционной зоне поддерживают на уровне от 2,5 до 3,0 мг/л.

15. Способ по п. 1, в котором температуру в аэробной реакционной зоне поддерживают в диапазоне 32-42°C.

16. Способ по п. 15, в котором температуру аэробной реакционной зоны поддерживают на уровне приблизительно 37°C.

17. Способ по п. 1, в котором биомасса характеризуется временем пребывания клеток (CRT) в аэробной реакционной зоне от 18 до 45 дней.

18. Способ по п. 17, в котором биомасса характеризуется временем пребывания клеток приблизительно 35 дней.

19. Биомасса, полученная способом по п. 1.

20. Способ очистки воды реакции ФТ, причем способ предусматривает введение воды реакции ФТ в аэробную зону реактора, содержащую биомассу, полученную способом по п. 1; и

поддержание в аэробной реакционной зоне аэробных условий, чтобы таким образом обрабатывать воду реакции ФТ с получением очищенных сточных вод.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ, ИЗМЕНЕННАЯ ПО СТ.34

1. Способ получения биомассы для использования при очистке воды реакции Фишера-Тропша (ФТ), причем способ предусматривает

введение питательного компонента, содержащего углерод (С), азот (N) и фосфор (P), и воды в аэробную реакционную зону, содержащую осадок сточных вод, при этом С в питательном компоненте обеспечивается синтетическим сырьем, и причем уксусная кислота представляет собой первичный источник С;

поддержание в аэробной реакционной зоне и при аэробных условиях отношения F/M 0,4-1,0 кг COD/кг MLSS·день,

где F/M = отношение количества питательных веществ к массе микроорганизмов;

COD = химическая потребность в кислороде, выраженная как мг кислорода/л жидкости в аэробной реакционной зоне; и

MLSS = взвешенные твердые вещества в смеси сточных вод с активным илом, выраженные как мг твердых веществ в аэробной реакционной зоне/л жидкости в аэробной реакционной зоне,

в течение периода времени, чтобы таким образом получать биомассу, подходящую для использования при очистке воды реакции ФТ.

2. Способ по п. 1, в котором осадок сточных вод представляет собой аэробный активный ил очистки бытовых сточных вод.

3. Способ по п. 2, в котором отношение F/M , которое поддерживают в аэробной реакционной зоне, составляет приблизительно 0,8 кг COD/кг MLSS·день.

4. Способ по п. 1, в котором С и N находятся в питательном компоненте в массовом отношении C:N от 20:1 до 60:1, при этом С выражен как COD.

5. Способ по п. 1, в котором С и P находятся в питательном компоненте в массовом отношении N:P от 2:1 до 5:1.

6. Способ по п. 1, в котором в питательном компоненте С обеспечивается комбинацией уксусной кислоты и спирта.

7. Способ по п. 6, в котором спирт выбирают из группы, состоящей из метанола, этанола, бутанола, изопропилового спирта и пентанола.

8. Способ по п. 1, в котором MLSS составляет приблизительно 800 мг/л или выше.

9. Способ по п. 8, в котором MLSS составляет приблизительно 1500 мг/л или выше.

10. Способ по п. 9, в котором pH в аэробной реакционной зоне поддерживают в диапазоне от 6,5 до 7,5.

11. Способ по п. 10, в котором минимальную щелочность 75 мг/л в пересчете на CaCO₃ поддерживают в аэробной реакционной зоне.

12. Способ по п. 1, в котором концентрацию растворенного кислорода от 1,5 до 3,0 мг/л поддерживают в аэробной реакционной зоне.

13. Способ по п. 12, в котором концентрацию растворенного кислорода в аэробной реакционной зоне поддерживают на уровне от 2,5 до 3,0 мг/л.

14. Способ по п. 1, в котором температуру в аэробной реакционной зоне поддерживают в диапазоне 32-42°C.

15. Способ по п. 15, в котором температуру аэробной реакционной зоны поддерживают на уровне приблизительно 37°C.

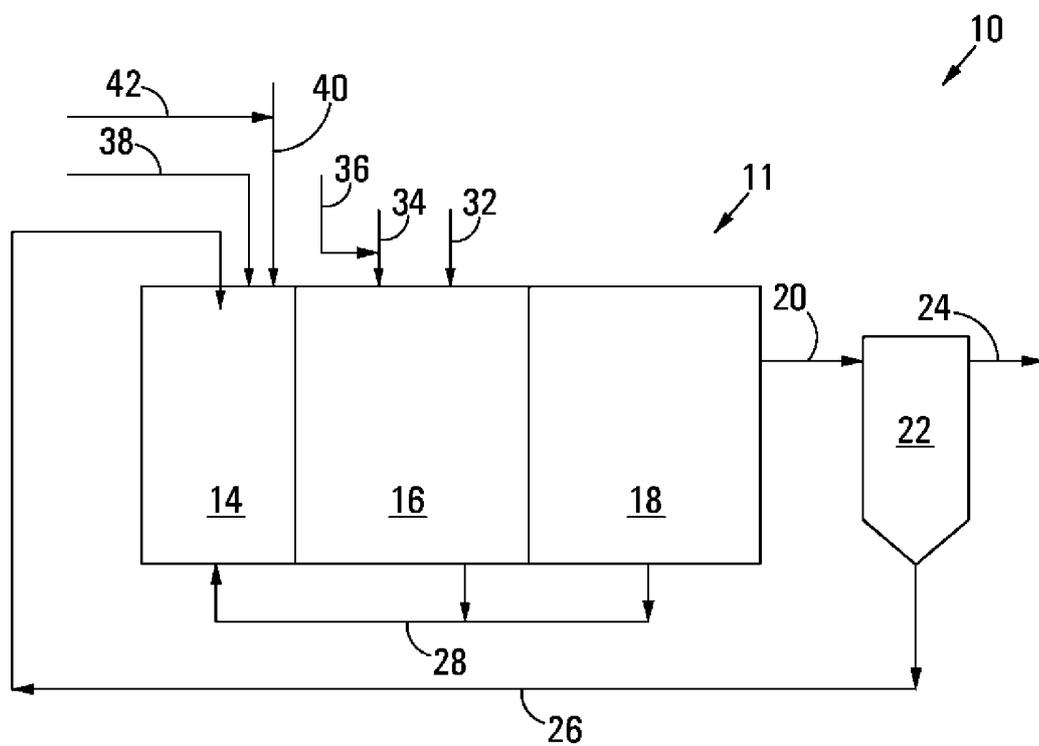
16. Способ по п. 1, в котором биомасса характеризуется временем пребывания клеток (CRT) в аэробной реакционной зоне от 18 до 45 дней.

17. Способ по п. 16, в котором биомасса характеризуется временем пребывания клеток приблизительно 35 дней.

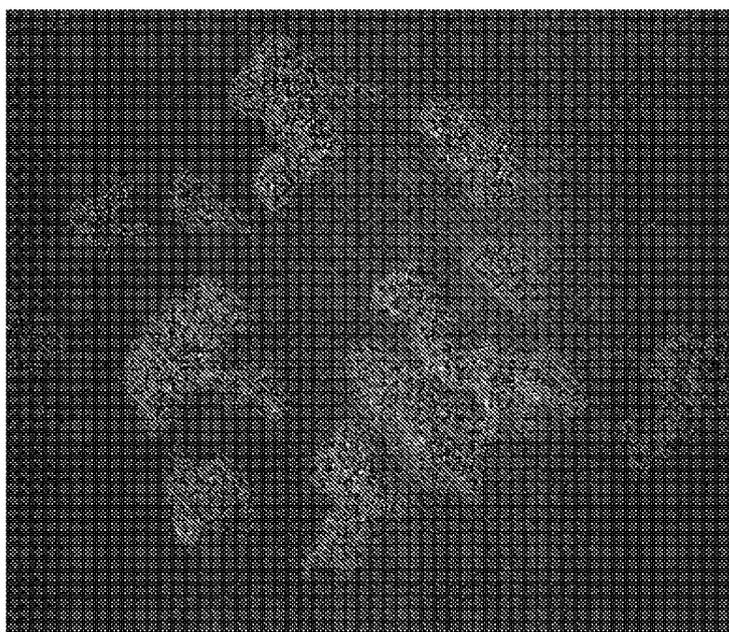
18. Биомасса, полученная способом по п. 1.

19. Способ очистки воды реакции ФТ, причем способ предусматривает введение воды реакции ФТ в аэробную зону реактора, содержащую биомассу, полученную способом по п. 1; и

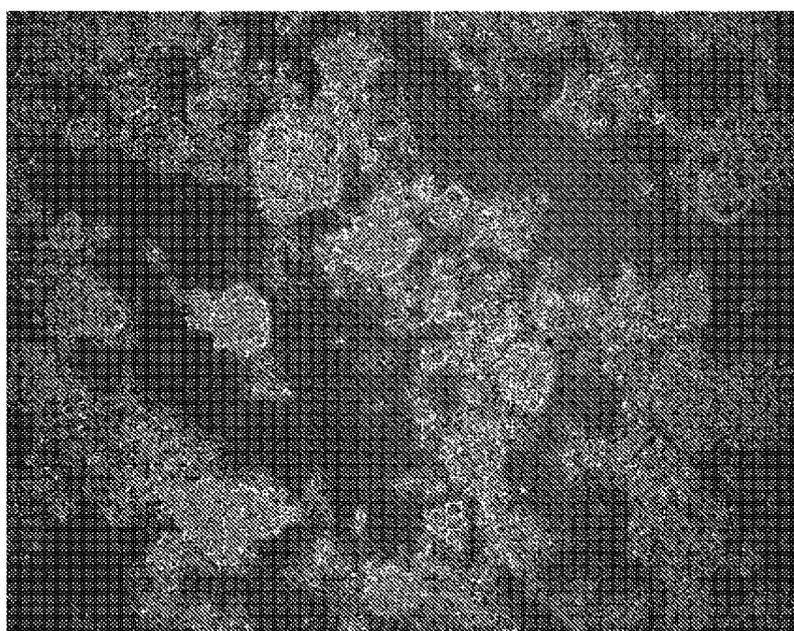
поддержание в аэробной реакционной зоне аэробных условий, чтобы таким образом обрабатывать воду реакции ФТ с получением очищенных сточных вод.



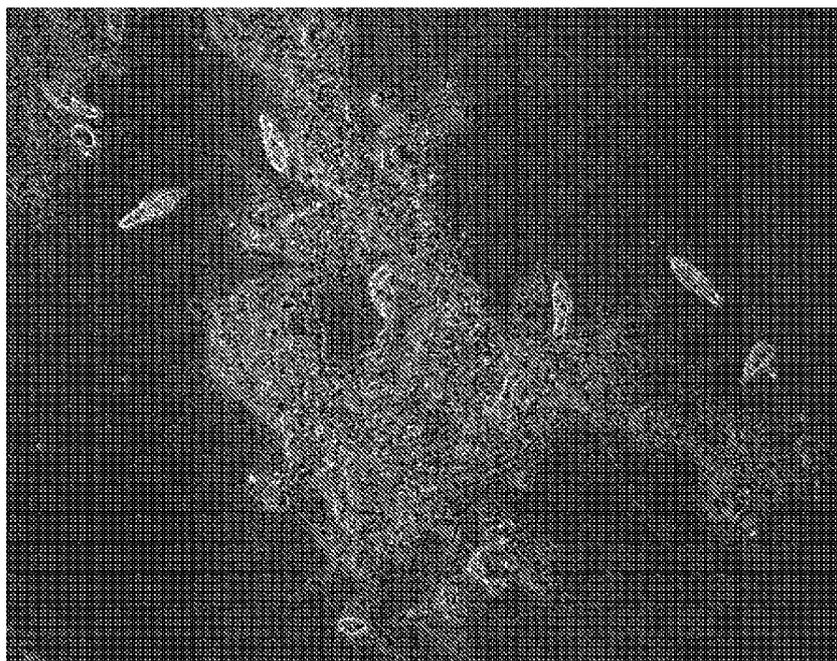
Фиг. 1



Фиг. 2



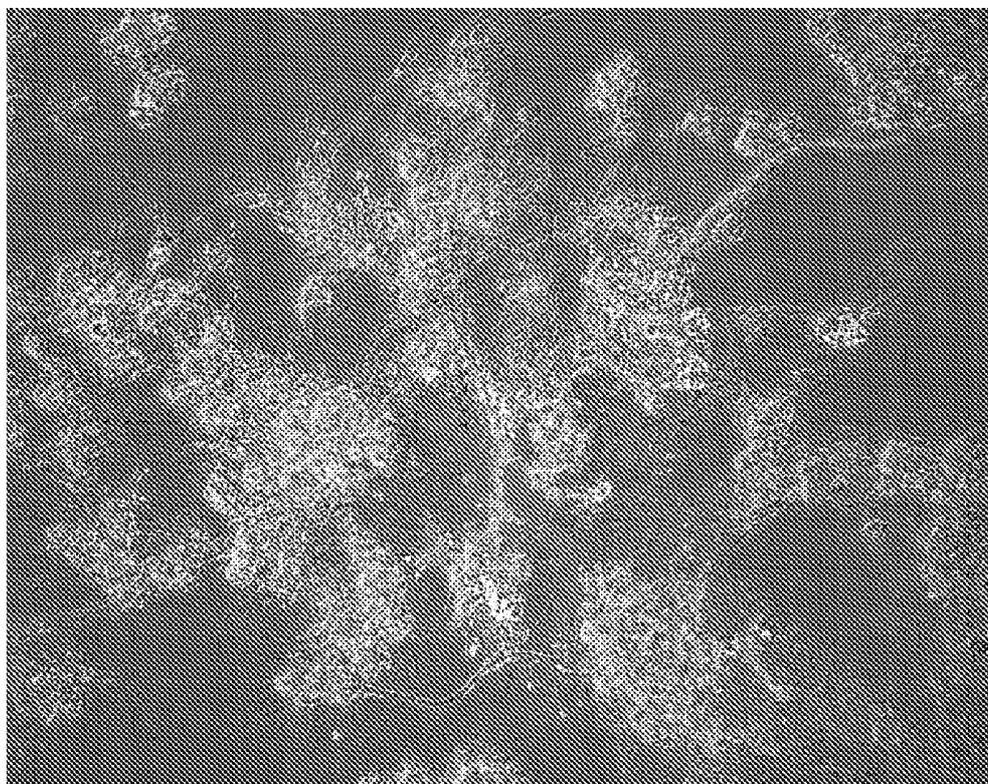
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6