

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202091575** (13) **A1**

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

**(43)** Дата публикации заявки  
**2020.10.21**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2018.12.19**

**(51)** Int. Cl. **C02F 1/78** (2006.01)  
**C02F 3/28** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)  
**C02F 3/06** (2006.01)  
**C02F 1/28** (2006.01)  
**C02F 101/16** (2006.01)  
**C02F 3/00** (2006.01)  
**C02F 3/30** (2006.01)  
**C02F 1/00** (2006.01)

**(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНИРОВАНИЯ**

**(31)** **2020210**  
**(32)** **2017.12.29**

**(33)** **NL**

**(86)** **PCT/NL2018/050855**

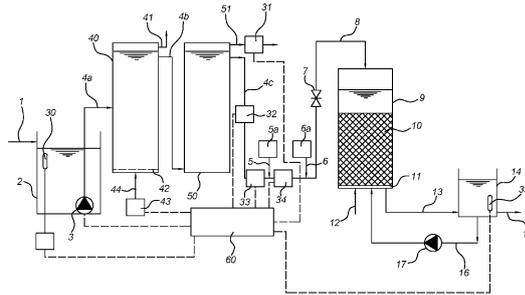
**(87)** **WO 2019/132655 2019.07.04**

**(71)** Заявитель:  
**ВИТТЕВЕН+БОС Н.В. (NL)**

**(72)** Изобретатель:  
**Ван Ньивенхейзен Арьен Франс (NL)**

**(74)** Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

**(57)** Способ и система очистки сточных вод или поверхностных вод с использованием биологического фильтра, пригодного для проведения денитрификации воды, по существу, в бескислородных условиях, причем воду подают в биологический фильтр нисходящим потоком через фильтровальную установку, фильтрующей средой в которой является гранулированный активированный уголь, при этом перед подачей в фильтр воду подвергают предварительной обработке путем пропускания через озонирующий реактор и, затем, через буферный резервуар, и при этом порцию озона, добавляемую в воду в реакторе, регулируют на основании измерения концентрации озона в отходящем потоке буферного резервуара.



**A1**

**202091575**

**202091575**

**A1**

## **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

2420-564198EA/019

### **СПОСОБ И СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНИРОВАНИЯ**

#### **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

Настоящее изобретение относится к способу и системе очистки сточных вод или поверхностных вод, в соответствии с которыми в воду добавляю флокулирующий агент и/или источник углерода, после чего подают воду в биологический фильтр, причем воду подают нисходящим потоком через фильтровальную установку, фильтрующей средой в которой является гранулированный активированный уголь (granular activated carbon, GAC), при этом фильтр, предпочтительно, снабжен системой удаления поверхностного слоя фильтра путем всасывания. Способ и система настоящего изобретения могут быть использованы для очистки 50 м<sup>3</sup> или более сточных вод в час и пригодны для использования на коммунальных или промышленных установках обработки сточных вод.

#### **УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

Из документа EP 2147711 B1, включенного в настоящий документ путем ссылки, известен способ очистки предварительно обработанных сточных вод и поверхностных вод, в соответствии с которым в сточные воды или поверхностные воды добавляют флокулирующий агент и источник углерода, после чего подают сточные воды или поверхностные воды в биологический фильтр, причем воду подают нисходящим потоком через фильтровальный бассейн, фильтрующей средой в котором является только гранулированный активированный уголь, при этом фильтр дополнительно снабжен системой удаления поверхностного слоя фильтра путем всасывания, причем поверхностный слой фильтра удаляют путем использования указанной системы, при этом, в соответствии с данным способом фильтрующий слой промывают обратным потоком с целью удаления биомассы и другой твердой фазы восходящим потоком фильтрата; газообразный азот удаляют из слоя обратным потоком воды в количестве от 0,75 до 1,25 объема слоя или путем продувки слоя воздухом или путем механической обработки слоя.

Известный способ с большим успехом используется до настоящего времени на водоочистных установках. Однако, каждый раз, когда нужно заменить или реактивировать GAC, необходимо останавливать процесс очистки и отключать водоочистную установку. Целью настоящего изобретения является обеспечение более эффективного способа и системы очистки сточных вод или поверхностных вод.

#### **СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

В соответствии с первым аспектом, настоящим изобретением обеспечивается способ очистки сточных вод и поверхностных вод, включающий предварительную обработку сточных вод и поверхностных вод и последующую подачу предварительно обработанных сточных вод и поверхностных вод в биологический фильтр, пригодный для проведения денитрификации воды, по существу, в бескислородных условиях, при этом воду подают в биологический фильтр нисходящим потоком через фильтровальную

установку, в которой имеется фильтрующий слой, фильтрующей средой в котором является гранулированный активированный уголь (granular activated carbon, GAC), при этом указанная предварительная обработка включает: измерение в процессе работы в первом буферном резервуаре, расположенном по потоку выше фильтра, количества растворенного органического углерода (dissolved organic carbon, DOC) и/или общего количества органического углерода (total organic carbon, TOC) в воде; задание начального заданного количества озона на основании измеренного количества DOC и/или TOC, например, в диапазоне 0,4-1,2 г озона/г DOC, предпочтительно, в диапазоне 0,6-1,0 г озона/г DOC; подачу воды из первого буферного резервуара в озонирующий реактор, расположенный между первым буферным резервуаром и биологическим фильтром; добавление в озонирующий реактор порции озона, причем указанная порция соответствует заданному количеству озона, и ее подают в указанный реактор ниже уровня воды; подачу воды из озонирующего реактора во второй буферный резервуар, расположенный между озонирующим реактором и фильтром, измерение концентрации озона в газообразном отходящем потоке второго буферного резервуара и регулирование заданного количества озона в зависимости от измеренной концентрации озона; добавление в сточные воды или поверхностные воды источника углерода и, предпочтительно, флокулирующего агента между озонирующим реактором и фильтром.

Бактерии, обычно используемые в биологических фильтрах, такие как *Pseudomonas* sp., *Micrococcus* sp., *Achromobacter* sp. и *Bacillus* sp. или другие гетеротрофные бактерии, используемые в биологических фильтрах, работающих в бескислородных условиях, обычно проявляют оптимальную денитрификацию при pH воды в диапазоне 7,0-7,5 и при концентрации кислорода в присутствующей в фильтре воде менее 0,5 мг/литр. Источник углерода, добавляемый в воду до ее подачи в биологический фильтр, обеспечивает бактерии питанием, необходимым для роста и расщепления нитратов. Благодаря изобретению, облегчается сведение к минимуму количества озона, достигающего биологического фильтра, так что количество кислорода в воде вследствие реакций озона также минимизируется, и возможно поддержание, по существу, бескислородных условий в биологическом фильтре. Это достигается путем регулирования, предпочтительно, периодически с частотой раз в 10 минут или чаще, заданного количества озона, на основании которого определяется порция озона, добавляемая в воду. Порция озона, которую нужно добавить в воду, прямо пропорциональна заданному количеству озона, умноженному на измеренную концентрацию DOC и умноженному на объемный расход воды, поступающей в озонирующий реактор. Результатом является загрузка O<sub>3</sub> в единицу времени.

Кроме этого, по существу, исключается пагубное воздействие самого озона на бактерии в биологическом фильтре. В результате, бактерии и GAC в фильтре могут быть использованы в течении длительного периода времени; тогда как в системе, описанной в EP 2 147 711 B1, GAC необходимо заменять примерно каждые 6 месяцев, было обнаружено, что в аналогичной установке, но при добавлении озона в соответствии с

настоящим изобретением, GAC может использоваться, по меньшей мере, 12 месяцев или более. Более того, предварительная обработка с использованием озона существенно улучшает разрушение лекарственных средств и гормонов в воде, а также способствует уменьшению количества крупномолекулярных органических соединений, определяемых как органические соединения с молекулярным весом 1000 Дальтон или более.

Регулирование заданного количества озона, предпочтительно, включает уменьшение заданного количества озона, если концентрация озона в газообразном отходящем потоке больше заданной пороговой величины, например, больше 3 частей на миллион.

Заданное количество озона периодически может быть возвращено, предпочтительно, один раз каждый день, к начальной величине. Таким образом исключается, что заданное количество озона в ходе обработки воды будет снижаться. Дополнительно или в качестве альтернативы, способ может включать смещение заданного количества  $O_3$  к начальной величине с намного меньшей скоростью, чем скорость изменения заданного количества  $O_3$ , имеющая место при регулировании других параметров.

В одном из вариантов своего осуществления способ дополнительно включает: установление заданного количества  $O_2$  для воды, подаваемой в фильтр, на уровне, составляющем  $<1$  мг  $O_2$ /л воды; измерение в процессе работы в канале для воды между указанным вторым буферным резервуаром и фильтром концентрации  $O_2$  в воде в указанном канале; если измеренная концентрация  $O_2$  больше, чем заданное количество  $O_2$ , снижение заданного количества озона. Снижение заданного количества озона может проводиться, например, периодически, например, один раз каждые 10 минут или менее, на  $0,1$  г озона/г DOC, если измеренная концентрация  $O_2$  превышает заданное количество  $O_2$ . Так, если концентрация  $O_2$  слишком большая, снижают заданное количество озона и, в свою очередь, порцию озона.

В одном из вариантов своего осуществления способ дополнительно включает: измерение в процессе работы первой концентрации  $NO_3-N$  в воде по потоку выше фильтра и ниже второго буферного резервуара, измерение в процессе работы второй концентрации  $NO_3-N$  в воде по потоку ниже фильтра; если вторая концентрация  $NO_3-N$  превышает заданную пороговую величину, снижение заданного количества  $O_2$  на основании разности между первой концентрацией  $NO_3-N$  и второй концентрацией  $NO_3-N$ . Обычно, первая концентрация  $NO_3-N$  составляет 8 мг/л или более, тогда как после денитрификации в биологическом фильтре вторая концентрация  $NO_3-N$  не должна превышать заданную пороговую величину 1,2 мг/л или менее. Если вторая концентрация  $NO_3-N$  превышает пороговую величину, заданное количество  $O_2$  регулируют, при этом, величина регулирования является функцией разности между первой и второй концентрациями  $NO_3-N$ . Например, если разность составляет 5,8 мг/л, то заданное количество  $O_2$  автоматически может быть снижено поэтапно по 0,2 мг  $O_2$ /л воды за один этап с целью достижения концентрации  $O_2$  в воде, поступающей в фильтр, 0,5 мг/л или менее. Регулирование

заданного количества  $O_2$  обычно выполняют периодически, например, этап регулирования может осуществляться каждые 10 минут или менее.

В одном из вариантов своего осуществления способ дополнительно включает: измерение в процессе работы химической потребности в кислороде (chemical oxygen demand, COD) в воде по потоку выше фильтра и ниже озонирующего реактора; при этом порцию источника углерода, которую добавляют в сточные воды или поверхностные воды, определяют на основании измеренных первой концентрации  $NO_3-N$ , второй концентрации  $NO_3-N$ , COD и измеренной концентрации  $O_2$ . Предпочтительно, дозирование источника углерода автоматизировано на основании заданного  $2,6 \text{ г COD/г } NO_3-N + 0,5 \text{ г COD/г } O_2$ . Заданное COD/ $NO_3-N$  определяется кинетически процессом денитрификации в зависимости от потребности в органическом углероде бактериальных культур в биологическом фильтре. Заданное COD/ $NO_3-N$  является дополнительной заданной величиной, гарантирующей бескислородные условия в биологически активной зоне фильтра.

В одном из вариантов осуществления изобретения фильтр снабжен системой удаления поверхностного слоя GAC фильтра путем всасывания, при этом, поверхностный слой GAC фильтра удаляют, используя указанную систему. Подобная система показана на фиг. 2 документа EP 2147711 B1, также включаемого в настоящую заявку. На фиг. 2 показано поперечное сечение фильтровального бассейна 9, который также может быть использован в качестве фильтровальной установки в соответствии с настоящим изобретением и включает фильтрующий слой 10, фильтрующей средой в котором является GAC, размещенный на опорной решетке 11, которая может представлять собой антрацит, песок или гравий. Фильтровальный бассейн снабжен средством заполнения и опорожнения бассейна, а также средством удаления поверхностного слоя фильтра. На данной фигуре фильтровальный бассейн 9 оборудован мостом 21, который может перемещаться по краю бассейна. Мост снабжен передвижным всасывающим устройством 22 со свисающим всасывающим соплом 23, расположенным у поверхности фильтрующего слоя (или всасывающим насосом). Это устройство может перемещаться вдоль длины моста. Поскольку мост может перемещаться перпендикулярно движению устройства, сопло может достигать любой точки поверхности слоя. Таким образом, при помощи этого устройства может быть очищена вся поверхность. Пульпу, удаляемую через всасывающее сопло 23, выводят из фильтровального бассейна по линии 24, после чего возможна ее дополнительная обработка.

В одном из вариантов осуществления изобретения биологический фильтр в качестве единственной фильтрующей среды содержит гранулированный активированный уголь.

В одном из вариантов осуществления изобретения фильтрующий слой промывают обратным потоком с целью удаления биомассы и других твердых фаз восходящим потоком фильтрата, газообразный азот удаляют из слоя обратным потоком воды в количестве от 0,75 до 1,25 объема слоя или путем продувки слоя воздухом или путем

механической обработки слоя.

В соответствии со вторым аспектом, изобретением обеспечивается система очистки воды, включающая: первый буферный резервуар, предназначенный для приема подлежащих обработке сточных вод или поверхностных вод; озонирующий реактор, расположенный по потоку ниже первого буферного резервуара, соединенный по текучей среде с первым буферным резервуаром и предназначенный для приема сточных вод или поверхностных вод из первого буферного резервуара, при этом, на нижней стороне указанного реактора имеется дозатор озона, предназначенный для добавления регулируемой порции озона в воду в указанном реакторе; второй буферный резервуар, расположенный по потоку ниже озонирующего реактора, соединенный по текучей среде с озонирующим реактором и имеющий выпускное отверстие, расположенное в указанном резервуаре выше уровня воды и предназначенное для выпуска газообразного отходящего потока; дозатор флокулирующего агента и дозатор источника углерода, предназначенные для добавления, соответственно, флокулирующего агента и источника углерода в сточные воды или поверхностные воды между озонирующим реактором и фильтром; биологический фильтр, расположенный по потоку ниже озонирующего реактора и соединенный каналом со вторым буферным резервуаром, при этом, указанный биологический фильтр пригоден для проведения денитрификации воды, по существу, в бескислородных условиях и включает фильтровальную установку, в которой имеется фильтрующий слой с гранулированным активированным углем (GAC) в качестве фильтрующей среды, при этом, указанный фильтр предусматривает пропускание воды нисходящим потоком через указанную фильтровальную установку. Система позволяет проводить предварительную обработку воды озоном перед подачей в биологический фильтр с целью разрушения крупномолекулярных органических соединений путем окисления озоном до того, как они попадут в фильтр. В результате меньшее количество крупномолекулярных соединений поступает на GAC и загрязняет его, поэтому GAC может оставаться в фильтре длительное время до необходимости замены и/или реактивации.

Реактор может быть снабжен выпускным отверстием для газообразного отходящего потока, через которое из реактора может выходить большая часть озона, прошедшего пузырьками через воду.

В одном из вариантов осуществления изобретения система дополнительно включает: датчик, расположенный в первом буферном резервуаре, предназначенный для измерения в процессе работы общего количества органического углерода (total organic carbon, TOC) и/или количества растворенного органического углерода (dissolved organic carbon, DOC) в воде в указанном буферном резервуаре; датчик озона, расположенный у выпускного отверстия газообразного отходящего потока второго буферного резервуара над поверхностью воды в указанном резервуаре и предназначенный для измерения в процессе работы концентрации озона в газообразном отходящем потоке озона озонирующего реактора; блок управления, предназначенный для регулирования заданного

количества озона на основании указанной измеренной концентрации озона и для управления дозатором озона с целью добавления порции озона в озонирующий реактор, при этом, указанная порция соответствует заданному количеству озона и вводится ниже уровня воды в указанном озонирующем реакторе. Таким образом гарантируется, что даже при том, что для предварительной обработки воды используется озон, в фильтр поступает мало или вообще не поступает озон или газообразный кислород, образующийся при распаде озона. В начале блок управления может устанавливать заданное количество озона на основании измеренного DOC, например, может устанавливать заданное количество озона от 0,6 до 1,0 г озона на измеренный г DOC. Порция озона, подлежащая подаче в озонирующий реактор, может быть рассчитана на основании количества воды в реакторе, умноженного на заданное количество озона.

Предпочтительно, регулирование заданного количества озона включает уменьшение заданного количества озона, если концентрация озона в газообразном отходящем потоке больше заданной пороговой величины, например, больше 3 частей на миллион.

В одном из вариантов осуществления изобретения система дополнительно включает: датчик  $O_2$ , предназначенный для измерения концентрации  $O_2$  в воде в указанном канале; при этом, указанный блок управления дополнительно предназначен для расчета на основании указанной измеренной концентрации  $O_2$  заданного количества  $O_2$  и для регулирования заданного количества озона в зависимости от заданного количества  $O_2$ . Так, в том случае, если количество  $O_2$  в воде, поступающей в фильтр, слишком велико, например, больше 1 мг  $O_2$ /л воды, порция озона, который является вероятным источником  $O_2$ , может быть уменьшена. Путем непосредственного измерения количества газообразного  $O_2$  в воде и регулирования в зависимости от него заданного количества озона может быть достигнуто очень небольшое время отклика для регулирования дозирования озона. Предпочтительно, концентрацию  $O_2$  в воде измеряют с частотой, по меньшей мере, каждые десять минут или чаще.

В одном из вариантов осуществления изобретения регулирование заданного количества озона в зависимости от заданного количества  $O_2$  включает снижение заданного количества озона, если концентрация  $O_2$  в газообразном отходящем потоке превышает 0,5 мг/л.

В соответствии с третьим и четвертым аспектами изобретения, им обеспечивается, соответственно, способ и система очистки сточных вод и поверхностных вод с использованием биологического фильтра, предназначенного для осуществления денитрификации воды, по существу, в бескислородных условиях, при этом, воду подают в биологический фильтр нисходящим потоком через фильтровальную установку, фильтрующей средой в которой является гранулированный активированный уголь, при этом, перед подачей в фильтр воду подвергают предварительной обработке путем пропускания ее через озонирующий реактор и затем через буферный резервуар, при этом, порцию озона, добавляемую в воду в озонирующем реакторе, регулируют на основании

измерения концентрации озона в отходящем потоке буферного резервуара. Понятно, что варианты осуществления первого и второго аспектов изобретения также применимы к третьему и четвертому аспектам.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Далее настоящее изобретение описано более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

На фиг. 1 схематично показана система, соответствующая настоящему изобретению;

На фиг. 2 схематично показано поперечное сечение фильтровального бассейна предшествующего уровня техники, снабженного системой удаления поверхностного слоя GAC фильтра путем всасывания.

#### ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На фиг. 1 схематично показана система, соответствующая настоящему изобретению. По линии 1 подлежащую очистке воду подают в первый буферный резервуар 2. Когда вода находится в буферном резервуаре 2, какие-либо плавающие вещества могут всплывать к поверхности, где их собирают и удаляют, а твердые частицы, которые тяжелее воды, могут оседать на дно резервуара, откуда их счищают известным в данной области образом. В резервуаре установлен датчик 30, предназначенный для измерения в процессе работы количества растворенного органического углерода (DOC) и/или общего количества органического углерода (TOC) в воде в буферном резервуаре 2. В случае измерения TOC величину DOC получают на основании измеренного TOC. Из буферного резервуара воду насосом 3 подают по линии 4а в первый вертикальный озонирующий реактор 40. В верхней части реактор снабжен выпускным отверстием 41, расположенным выше уровня воды в реакторе и предназначенным для выпуска из реактора озона, прошедшего пузырьками через воду. В нижней части реактора расположена рассеивающая пластина 42, предназначенная для распределения озона, поданного дозатором 43 озона по каналу 44, открывающемуся в нижней части реактора 40. Насосом 3 и дозатором 43 озона управляет блок 60 управления, в который поступают измерения в режиме реального времени от датчика 30, благодаря чему возможно точное управление соотношением озона и воды в реакторе на основании измеренного DOC. Блок управления позволяет оператору системы задавать начальное отношение порции озона к DOC. Было обнаружено, что при начальном задании порции от 0,4 до 1,2 г озона на г растворенного органического углерода значительно улучшается разрушение остатков медикаментов и/или гормонов, присутствующих в воде. Поскольку ниже по потоку относительно озонирующего реактора расположен биологический фильтр 9, наилучшим образом функционирующий в бескислородных условиях, важно, чтобы количество кислорода в воде, достигающей фильтра 9, было минимальным. В оптимальном случае, в воду добавляют только такое количество озона, которое не приводит к нарушению бескислородных условий в фильтре 9 до степени, могущей снизить эффективность биологического фильтра. Кроме этого, желательно, чтобы весь или большая часть озона

была использована (т.е., прореагировала с другими молекулами) в воде до того, как вода поступит в биологический фильтр 9.

Из озонирующего реактора 40 воду отводят по каналу 4b, который соединен с озонирующим реактором 40 в его верхней части ниже поверхности воды в реакторе, так что газы, в том числе озон и кислород, находящиеся над поверхностью воды, по существу, не могут выходить по каналу 4b. Канал 4b идет вниз к нижней стороне второго буферного резервуара 50, в котором какие-либо оставшиеся в воде газы, в том числе кислород и газообразный озон, могут подниматься над уровнем воды в резервуаре 50 и выходить из него по отводной трубе 51. Датчик 31 предназначен для измерения концентрации озона в газообразном отходящем потоке и соединен с блоком 60 управления. Блок управления осуществляет снижение порции озона относительно DOC, если измеренная концентрация  $O_3$  превышает заданный порог, например, выше 3 частей на миллион. Так, даже если измеренная датчиком 30 в процессе работы величина DOC остается, по существу, постоянной, блок управления может осуществлять управление дозатором 43 с целью уменьшения порции озона, подаваемой в озонирующий реактор, на заданное количество озона на измеренный г DOC и/или TOC. Например, порция  $O_3$  может быть уменьшена поэтапно по 0,2 г  $O_3$ /г DOC каждые десять минут или менее, если измеренная концентрация  $O_3$  остается выше заданного порога.

Воду отводят из второго буферного резервуара по каналу 4c, который расположен в верхней части резервуара ниже поверхности воды в этом резервуаре. Измерение в процессе работы концентрации газообразного кислорода в воде в канале 4c и, необязательно, также величины pH воды, осуществляют при помощи датчика 32, который, как и датчики 30 и 31, соединен с блоком 60 управления. Если измеренная концентрация кислорода выше заданного порога, например, превышает 1 мг  $O_2$  на литр воды, блок управления осуществляет поэтапное снижение порции озона относительно TOC/DOC. Например, порция  $O_3$  может быть поэтапно уменьшена на 0,2 г  $O_3$ /г DOC каждые десять минут или менее, если измеренная концентрация  $O_2$  остается выше заданного порога.

По линиям 5 и 6 в сточные воды подают коагулянт/флоккулянт и источник углерода. Затем воду пропускают через статическую мешалку 7, откуда по линии 8 подают в фильтр 9. Фильтр снабжен фильтровальным слоем 10, состоящим из гранулированного активированного угля, расположенного на опорной решетке 11, которая может представлять собой, например, антрацит, песок или гравий.

Фильтрат отводят по линии 13 в третий буферный резервуар 14. Прошедшую обработку воду направляют на дополнительную обработку по линии 15. Часть фильтрата может быть использована в качестве воды обратной промывки, которую впоследствии подают в фильтр по линии 16 насосом 17. Помимо или вместо фильтрата для обратной промывки может быть использован воздух, при этом, воздух может быть подан в фильтр по линии 12.

Для обеспечения возможности определения степени денитрификации сточных вод или поверхностных вод в биологическом фильтре систему, необязательно, оборудуют

датчиком 33, предназначенным для измерения во время работы концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$ , установленным в канале 4с по потоку выше фильтра 9, и аналогичным датчиком 35 для измерения во время работы концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$  в третьем буферном резервуаре 14 по потоку ниже фильтра. Оба датчика 33 и 35 соединены с блоком 60 управления. Сначала блок управления может устанавливать заданное количество  $\text{O}_2$  в воде, подаваемой в фильтр, равным  $<1$  мг озона/литр воды. В том случае, когда денитрификацию следует интенсифицировать, например, если концентрация  $\text{NO}_3\text{-N}$ , измеренная датчиком 35 превышает пороговую величину, заданную оператором, блок 60 управления уменьшает заданное количество  $\text{O}_2$  на определенную величину, например, 0,1 г  $\text{O}_2$ /литр. Так, если денитрификация оказалась ниже заданной пороговой величины, например, из-за того, что бактерии в фильтре потребляют избыток кислорода в воде вместо нитрата, при уменьшении заданного количества  $\text{O}_2$  денитрификация может усилиться. Блок управления пригоден для уменьшения порции  $\text{O}_3$  в случае, когда заданное количество  $\text{O}_2$  составляет более 0,5 мг/л воды.

Датчик 34 расположен в канале 4с для измерения в процессе работы COD в воде до того, как она поступит в фильтр 9. Количество источника углерода, подаваемого в сточные воды по линии 6, определяется на основании концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$ , измеренной датчиком 33, COD, измеренного датчиком 34, и концентрации  $\text{O}_2$ , измеренной датчиком 32.

На фиг. 2 показано поперечное сечение фильтровального бассейна 9, который может быть использован в системе, показанной на фиг. 1. Бассейн 9 на фиг. 2, известный из документа EP 2147711 B1, снабжен средством заполнения и опорожнения бассейна, а также средством удаления из фильтра поверхностного слоя. Фильтровальный бассейн 9 оборудован мостом 21, который может перемещаться по краю бассейна. Мост снабжен передвижным всасывающим устройством 22 со свисающим соплом 23, расположенным у поверхности фильтрующего слоя (или всасывающим насосом). Это передвижное устройство может перемещаться вдоль длины моста. Поскольку мост может перемещаться перпендикулярно движению устройства, сопло может достигать любой точки поверхности слоя. Таким образом, при помощи этого устройства может быть очищена вся поверхность. Пульпу, удаляемую через сопло 23, выводят из фильтровального бассейна по линии 24, после чего возможна ее дополнительная обработка, как описано выше. Вместе с мостом 21 передвижное всасывающее устройство 22 с соплом 23, а также линия 24, образуют систему удаления поверхностного слоя GAC фильтра путем всасывания. Эта система также может быть использована в способе настоящего изобретения для удаления поверхностного слоя GAC фильтра.

Выше настоящее изобретения описано со ссылкой на некоторые примерные варианты его осуществления, показанные на чертежах. Возможны модификации и альтернативные варианты осуществления некоторых частей или элементов, которые включаются в объем защиты, определенный в прилагаемой формуле изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки сточных вод и поверхностных вод, включающий предварительную обработку сточных вод или поверхностных вод и последующую подачу предварительно обработанных сточных вод или поверхностных вод в биологический фильтр, пригодный для проведения денитрификации воды в по существу бескислородных условиях, при этом воду подают в биологический фильтр нисходящим потоком через фильтровальную установку, в которой имеется фильтрующий слой, фильтрующей средой в котором является гранулированный активированный уголь (granular activated carbon, GAC),

отличающийся тем, что указанная предварительная обработка включает:

измерение в процессе работы в первом буферном резервуаре (2), расположенном по потоку выше фильтра (9), количества растворенного органического углерода (dissolved organic carbon, DOC) в воде в указанном буферном резервуаре;

задание начального заданного количества озона на основании измеренного количества DOC, например, в диапазоне от 0,4 до 1,2 г озона/г DOC, предпочтительно, 0,6-1,0 г озона/г DOC;

подачу воды из первого буферного резервуара в озонирующий реактор (40), расположенный между первым буферным резервуаром (2) и биологическим фильтром (9);

добавление в озонирующий реактор порции озона, причем указанная порция соответствует заданному количеству озона, и ее подают в указанный реактор (40) ниже уровня воды;

подачу воды из озонирующего реактора (40) во второй буферный резервуар (50), расположенный между озонирующим реактором (40) и фильтром (9), измерение концентрации озона в газообразном отходящем потоке второго буферного резервуара и регулирование заданного количества озона в зависимости от измеренной концентрации озона; и

добавление в сточные воды или поверхностные воды источника углерода между озонирующим реактором и фильтром.

2. Способ по п. 1, в котором указанное регулирование заданного количества озона включает уменьшение заданного количества озона, если концентрация озона в газообразном отходящем потоке больше заданной пороговой величины, например, больше 3 частей на миллион.

3. Способ по п. 1 или 2, дополнительно включающий

установление заданного количества  $O_2$  для воды, подаваемой в фильтр, на уровне, составляющем  $<1$  мг  $O_2$ /л воды;

измерение в процессе работы в канале (4с) для воды между указанным вторым буферным резервуаром и фильтром концентрации  $O_2$  в воде в указанном канале; и

если измеренная концентрация  $O_2$  больше, чем заданное количество  $O_2$ , снижение заданного количества озона.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий:

измерение в процессе работы первой концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$  в воде по потоку выше фильтра (9) и ниже второго буферного резервуара (50) и измерение в процессе работы второй концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$  в воде по потоку ниже фильтра (9); и

если вторая концентрация  $\text{NO}_3\text{-N}$  превышает заданную пороговую величину, снижение заданного количества  $\text{O}_2$  на основании разности между первой концентрацией  $\text{NO}_3\text{-N}$  и второй концентрацией  $\text{NO}_3\text{-N}$ , при этом, предпочтительно, указанное заданное количество  $\text{O}_2$  регулируют так, чтобы достичь концентрации  $\text{O}_2$  в воде 0,5 мг/л или менее.

5. Способ по п. 4, дополнительно включающий:

измерение в процессе работы химической потребности в кислороде (chemical oxygen demand, COD) в воде по потоку выше фильтра и ниже озонирующего реактора; и

где при этом порцию источника углерода, которую добавляют в сточные воды или поверхностные воды, определяют на основании измеренных первой концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$ , второй концентрации  $\text{NO}_3\text{-N}$ , COD и измеренной концентрации  $\text{O}_2$ .

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором фильтр снабжен системой удаления поверхностного слоя GAC фильтра путем всасывания, при этом, поверхностный слой GAC фильтра удаляют, используя указанную систему.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором биологический фильтр в качестве единственной фильтрующей среды содержит гранулированный активированный уголь.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором

- фильтрующий слой промывают обратным потоком с целью удаления биомассы и других твердых фаз восходящим потоком фильтрата, и

- газообразный азот удаляют из слоя обратным потоком воды в количестве от 0,75 до 1,25 объема слоя, или путем продувки слоя воздухом, или путем механической обработки слоя.

9. Система очистки воды, включающая:

первый буферный резервуар (2), предназначенный для приема подлежащих обработке сточных вод или поверхностных вод;

озонирующий реактор (40), расположенный по потоку ниже первого буферного резервуара, соединенный по текучей среде с первым буферным резервуаром и предназначенный для приема сточных вод или поверхностных вод из первого буферного резервуара, причем на нижней стороне указанного реактора имеется дозатор (43) озона, предназначенный для добавления регулируемой порции озона в воду в указанном реакторе;

второй буферный резервуар (50), расположенный по потоку ниже озонирующего реактора, соединенный по текучей среде с озонирующим реактором и имеющий выпускное отверстие, расположенное в указанном резервуаре выше уровня воды и предназначенное для выпуска газообразного отходящего потока;

дозатор (5a) флокулирующего агента и дозатор (6a) источника углерода, предназначенные для добавления, соответственно, флокулирующего агента и источника

углерода в сточные воды или поверхностные воды между озонирующим реактором и фильтром; и

биологический фильтр, расположенный по потоку ниже озонирующего реактора и соединенный каналом (4с) со вторым буферным резервуаром, где указанный биологический фильтр пригоден для проведения денитрификации воды в по существу бескислородных условиях и включает фильтровальную установку, в которой имеется фильтрующий слой с гранулированным активным углем (granular activated carbon, GAC) в качестве фильтрующей среды, причем указанный фильтр выполнен с возможностью пропуска воды нисходящим потоком через указанную фильтровальную установку.

10. Система по п. 9, дополнительно включающая:

датчик (30), расположенный в первом буферном резервуаре, предназначенный для измерения в процессе работы общего количества органического углерода (total organic carbon, TOC) и/или количества растворенного органического углерода (dissolved organic carbon, DOC) в воде в указанном буферном резервуаре;

датчик (31) озона, расположенный у выпускного отверстия газообразного отходящего потока второго буферного резервуара над поверхностью воды в указанном резервуаре и предназначенный для измерения в процессе работы концентрации озона в газообразном отходящем потоке озона озонирующего реактора;

блок (60) управления, предназначенный для регулирования заданного количества озона на основании указанной измеренной концентрации озона и для управления дозатором озона с целью добавления порции озона в озонирующий реактор, причем указанная порция соответствует заданному количеству озона и вводится ниже уровня воды в указанном озонирующем реакторе (40).

11. Система по п. 10, в которой регулирование заданного количества озона включает уменьшение заданного количества озона, если концентрация озона в газообразном отходящем потоке больше заданной пороговой величины, например, больше 3 частей на миллион.

12. Система по п. 10, дополнительно включающая:

датчик  $O_2$ , предназначенный для измерения концентрации  $O_2$  в воде в указанном канале (4с);

где при этом указанный блок (60) управления дополнительно предназначен для расчета на основании указанной измеренной концентрации  $O_2$  заданного количества  $O_2$  и для регулирования заданного количества озона в зависимости от заданного количества  $O_2$ .

13. Система по п. 12, в которой указанное регулирование заданного количества озона в зависимости от заданного количества  $O_2$  включает снижение заданного количества озона, если концентрация  $O_2$  в газообразном отходящем потоке превышает 0,5 мг/л.

14. Система по п. 9, в которой фильтровальная установка включает фильтровальный бассейн (9), снабженный:

мостом (21), который может перемещаться по краю бассейна;

передвижным всасывающим устройством (22) со свисающим всасывающим

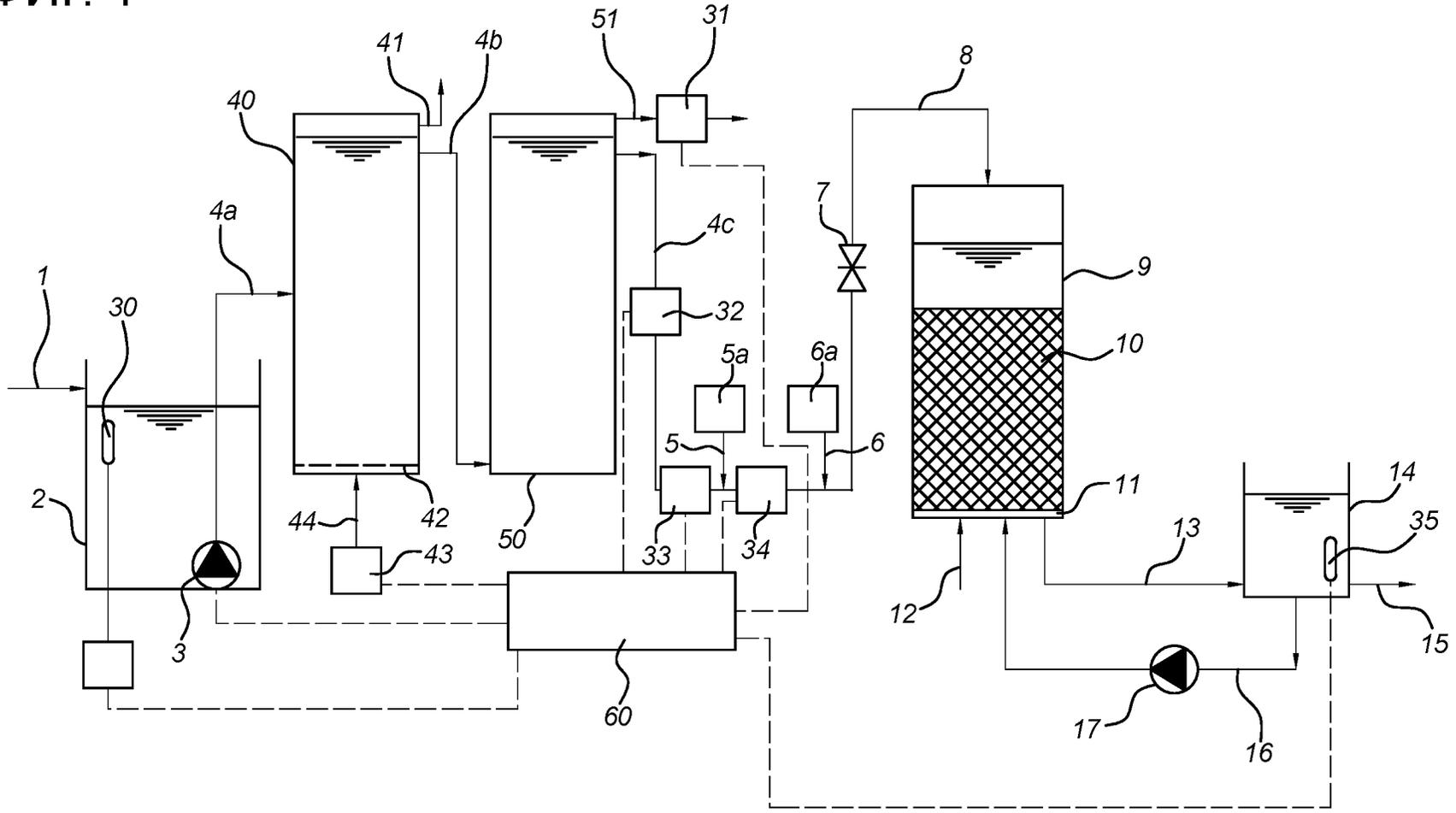
соплом (23), расположенным у поверхности фильтрующего слоя, при этом, передвижное всасывающее устройство может перемещаться вдоль длины моста;

линию для выведения пульпы, удаляемой всасывающим устройством, из фильтровального бассейна;

где при этом мост может двигаться перпендикулярно движению передвижного всасывающего устройства, благодаря чему всасывающее сопло может достигать любой точки поверхности слоя.

По доверенности

ФИГ. 1



ФИГ. 2

