



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C02F 3/00 (2022.01); C02F 3/302 (2022.01); C02F 9/00 (2022.01); C02F 3/308 (2022.01); C02F 2101/105 (2022.01); C02F 2101/16 (2022.01)

(21)(22) Заявка: 2021108805, 31.03.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.03.2021

Дата регистрации:
16.03.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.03.2021

(45) Опубликовано: 16.03.2022 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

125480, Москва, ул. Вилиса Лациса, 7, корп. 1,
кв. 260, для Е.Г. Бондаренко

(72) Автор(ы):

Вильсон Елена Владимировна (RU),
Зубов Михаил Геннадьевич (RU),
Гетманский Артем Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Зубов Михаил Геннадьевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: <http://tekpromgrupp.ru/wp-content/uploads/2016/04/Buklet-EKOS-Grupp-i-TEK-PROMGRUPP.pdf>, от 05.11.2018, дата фиксации размещения информации в сети Интернет подтверждена сервисом Интернет архиватора WayBack Machine. Н.И. Куликов и др. "Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика", М.: (см. прод.)

(54) Способ глубокой биологической очистки сточных вод

(57) Реферат:

Изобретение относится к области биологической очистки хозяйственно-бытовых и/или производственных сточных вод. Способ включает механическую очистку, усреднитель-биореактор, аэротенк-смеситель, вторичный отстойник с тонкослойными модулями и систему доочистки сточных вод фильтрованием. В усреднителе-биореакторе осуществляют процессы усреднения сточных вод по расходу и концентрации, адсорбцию активным илом органических загрязнений сточных вод, денитрификацию и анаэробную фазу дефосфатизации, окислительно-восстановительный потенциал поддерживают от минус 270 до минус 100 мВ, нагрузку на активный ил по органическим веществам - от 1,5 до 3,5 кг на один кг активного ила по беззольному веществу в сутки, продолжительность пребывания сточных вод в усреднителе-биореакторе

поддерживают от 3 до 8 часов. В усреднителе-биореакторе установлены погружные насосы с частотными преобразователями для равномерной подачи иловой жидкости в параллельно работающие аэротенки-вытеснители, в которых дозу ила поддерживают от 2,5 до 4,0 г/л по сухому веществу, с выделенными в них аноксидными и аэробными зонами, различающимися по степени аэрации. В усреднитель-биореактор подают нитратсодержащую иловую жидкость из зон нитрификации аэротенков, циркуляционный ил из вторичных отстойников, промывную воду от фильтров доочистки и надиловую воду из илоуплотнителя. Технический результат: высокое качество очищенных сточных вод, стабильность и надежность работы очистных сооружений при экономии объема сооружений биологической очистки и электроэнергии до 20%. 2 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C02F 3/00 (2022.01); *C02F 3/302* (2022.01); *C02F 9/00* (2022.01); *C02F 3/308* (2022.01); *C02F 2101/105* (2022.01); *C02F 2101/16* (2022.01)

(21)(22) Application: **2021108805**, 31.03.2021(24) Effective date for property rights:
31.03.2021Registration date:
16.03.2022

Priority:

(22) Date of filing: 31.03.2021

(45) Date of publication: 16.03.2022 Bull. № 8

Mail address:

125480, Moskva, ul. Vilisa Latsisa, 7, korp. 1, kv.
260, dlya E.G. Bondarenko

(72) Inventor(s):

Vilson Elena Vladimirovna (RU),
Zubov Mikhail Gennadevich (RU),
Getmanskiy Artem Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Zubov Mikhail Gennadevich (RU)

(54) **METHOD FOR DEEP BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTE WATER**

(57) Abstract:

FIELD: cleaning.

SUBSTANCE: invention relates to biological treatment of household and/or industrial waste water. Method involves mechanical treatment, a balancing-bioreactor, an aerotank-mixer, a secondary settling tank with thin-layer modules and a system for post-treatment of waste water by filtration. In the homogenizer-bioreactor, waste water averaging processes are carried out by flow rate and concentration, adsorption of organic contaminants of waste water by active sludge, denitrification and anaerobic dephosphatization phase, redox potential is maintained from minus 270 to minus 100 mV, load on active sludge by organic substances is from 1.5 to 3.5 kg per one kg of activated sludge by ash-free substance per day, duration of stay of waste water in balancing device-bioreactor is maintained from

3 to 8 hours. In homogenizer-bioreactor there are submersible pumps with frequency converters for uniform supply of sludge liquid into parallel operating aeration tanks-displacers, in which the sludge dose is maintained from 2.5 to 4.0 g/l by dry substance, with allocated in them anoxide and aerobic zones, differing by the degree of aeration. Nitrate-containing sludge liquid from aerotank nitrification zones, circulating sludge from secondary settling tanks, flushing water from post-treatment filters and over-sludge compactor are fed into the balancing-bioreactor.

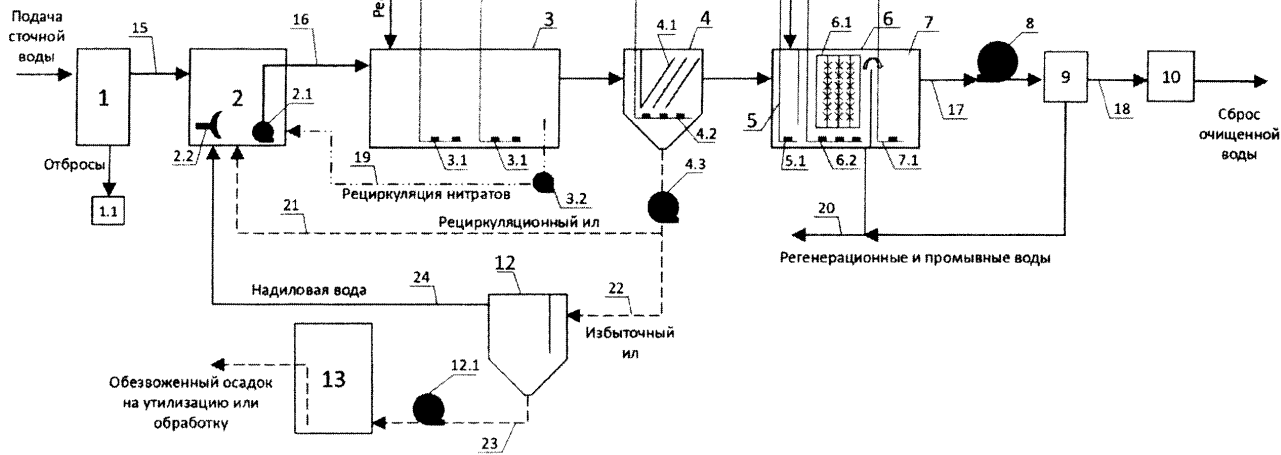
EFFECT: high quality of treated waste water, stability and reliability of treatment facilities while saving volume of biological treatment facilities and electric power up to 20 %.

3 cl, 1 dwg, 1 tbl, 1 ex

RU 2 767 110

C1

RU 2 767 110 C1



Фиг.1

Изобретение относится к области биологической очистки хозяйственно-бытовых и/или производственных сточных вод и может быть использовано для очистки сточных вод промпредприятий и населенных пунктов от органических веществ, соединений азота и фосфора.

5 Известен Способ биологической очистки сточных вод и обработки осадков (см. патент РФ на изобретение №2158237, опубл. 27.10.2000), используемый при биологической очистке городских и промышленных сточных вод от органических примесей, соединений азота и для стабилизации осадков и заключающийся в том, что расход сточных вод, не превышающий среднечасовой, подают на аэрацию в аэробный биореактор, а в часы, когда расход сточных вод превышает среднечасовой, 10 превышающую часть направляют в аэробный минерализатор, откуда после илоотделения сточные воды совместно с иловой водой подают в аэробный биореактор, при этом стабилизированный осадок из аэробного минерализатора выводят на обезвоживание не ранее чем через 6 ч после прекращения подачи в него сточных вод.

15 Недостатками данного способа для достижения заявляемого результата являются:
- необходимость сложного автоматически работающего оборудования для разделения сточных вод на два потока при расходе, превышающем среднечасовой - на первый, со среднечасовым расходом и второй превышающий среднечасовой;

- отсутствие описания реализации приема разделения потоков;
20 - отсутствие описания условий работы аэробного стабилизатора, например будет ли он работать при переменном уровне или при различной продолжительности пребывания исходных сточных вод. Так как сточные воды имеют окислительно-восстановительный потенциал -200 мВ и ниже, при значительной продолжительности их пребывания в стабилизаторе, для предотвращения загнивания сточных вод 25 потребуются их аэрация, что влечет за собой перерасход электроэнергии и удорожание способа очистки сточных вод.

Реализация способа приведет к удорожанию и нестабильности процесса очистки сточных вод.

Известен способ биологической очистки хозяйственно-фекальных сточных вод с 30 резко изменяющимися во времени расходами и составом (см. патент РФ на изобретение №2497762, опубл. 27.06.2012), способ может быть использован в коммунальном хозяйстве при очистке городских и промышленных сточных вод, заключающийся в том, что после процеживания и реагентного отстаивания сточные воды подвергаются усреднению по расходу перед биологической очисткой, которую осуществляют сообществами 35 гидробионтов.

Недостатками данного способа для достижения заявленного результата являются:
- не достаточно функциональное использование усреднителя, в котором реализуется только процесс усреднения сточных вод по концентрации;

- для снижения значения БПК сточных вод перед подачей их в сооружения 40 биологической очистки используют реагенты, что влечет за собой повышение себестоимости очищенной сточной воды за счет необходимости приобретения, доставки, хранения и приготовления реагентов, а также дополнительного появления тяжелых металлов в составе избыточного ила, что, в свою очередь, влияет на класс опасности осадков.

45 Реализация способа приведет к удорожанию процесса очистки сточных вод.

Известен способ биологической очистки сточных вод от соединений фосфора (см. патент РФ на изобретение №2587181, опубл. 20.06.2016), способ может быть использован для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, производственных сточных вод,

загрязненных биоразлагаемыми органическими соединениями, а также их смеси и заключающийся в том, что сточную воду после механической очистки подвергают обработке в аэротенке в присутствии активного ила с последующим разделением иловой смеси на очищенную воду, возвратный ил, который подают в аэротенк, и избыточный активный ил, который делят на два потока, один из которых подвергают автолизу в анаэробных условиях при перемешивании в присутствии реагента с последующим возвратом на обработку в аэротенк, а второй поток избыточного активного ила направляют на обработку осадков сточных вод, при этом на автолиз направляют до 99% избыточного активного ила, в качестве реагента используют соли алюминия или железа. В процессе автолиза избыточного активного ила происходит выделение ферментов и фосфатов. В присутствии введенных реагентов происходит связывание выделенных из клеток активного ила фосфатов в нерастворимые соединения. Полученную смесь - автолизат направляют в аэротенк. В результате прохождения механически очищенной сточной воды через аэротенк в присутствии автолизата и возвратного активного ила происходит окисление автолизата как дополнительного органического субстрата и, соответственно, потребление активным илом дополнительного количества фосфора.

Недостатками данного способа для достижения заявляемого изобретения являются:

- целесообразность его применения только при низких концентрациях фосфора в сточных водах и при недостатке органического субстрата;
- реализация данного способа требует низкого возраста ила;
- данный способ предполагает использование коагулянтов для сорбции продуктами гидролиза коагулянтов (ПГК) выделенных из избыточного ила фосфатов, что не только удорожает процесс очистки за счет приобретения, хранения и приготовления раствора коагулянта, но и требует дополнительных емкостей для разделения иловой жидкости, с последующим выделением ПГК с сорбированными фосфатами.

Реализация способа ограничена составом сточных вод, в ином случае не сможет обеспечить надежность и стабильность процесса очистки сточных вод, а так же не направлена на снижение объемов сооружений биологической очистки.

Известен усреднитель-денитрификатор для комплектно-блочных станций канализации (Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика/Н.И. Куликов, А.Н. Ножевникова, Г.М. Зубов [и др.]. - М: Логос, 2015. - С. 386-391.), относящаяся к устройствам для биологической очистки сточных вод и может быть использован в коммунальном хозяйстве городов и небольших поселков при очистке бытовых и близких к ним по составу промышленных сточных вод. Усреднитель-денитрификатор оборудован мешалками и устройством для подсоса воздуха. По мере поступления смеси потоков при вращении мешалок в иловой смеси протекают процессы денитрификации с задействованием кислорода на окислительные процессы. В ночное время, при малом притоке сточных вод, процессы окисления органических веществ предотвращаются за счет снижения скорости вращения мешалок и прекращения подсоса воздуха. В дневное время, при большом притоке сточных вод, средства автоматизации переключают вариатор скоростей электропривода мешалки на ускоренное вращение, и по воздуховоду воздух засасывается и разносится мешалкой внутри емкости резервуара, обеспечивая работу всего биоценоза микроорганизмов активного ила.

Недостатками, не позволяющим использовать это устройство для реализации заявляемого способа являются:

- фиксированное значение объема денитрификатора, определенное с учетом нормы

величины биологической потребности кислорода и азота аммонийного в исходных сточных водах, представленного в СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. В настоящее время нормы указанных величин изменены и представлены в СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Кроме этого, в производственных сточных водах концентрации загрязняющих веществ и расходы сточных вод зависят от вида производственных процессов, и следовательно, заявленные соотношения объемов резервуара, отведенные под денитрификацию и усреднение не могут быть приняты, в виду необеспеченности результата.

- необоснованность эффекта воздухоовлечения. Известно, что эффективность воздухоовлечения через представленные воздуховоды, зависят от диаметра этих воздуховодов и глубины воды, при глубине более 2 метров, процесс наблюдаться не будет. Известно, что глубина воды в усреднителях может достигать 4-5 метров, следовательно устройство воздухоовлечения теряет смысл.

- данное устройство предполагает (согласно рис. 5.40, С. 391) воздухоовлечение в зону денитрификации, однако известно, что растворенный кислород в концентрации более 0,5 мг/л негативно сказывается на процессе денитрификации, тем более что нитраты содержатся в циркулирующем потоке из аэробной зоны биологической очистки;

в данном устройстве предполагается, что производительность погружного насоса, подающего иловую смесь на последующую очистку сточных вод в нитрификаторы, зависит от перепада геометрических высот резервуара усреднителя-денитрификатора и отметки воды в нитрификаторах, и, следовательно, имеет переменное значение. В заявляемом способе расход из усреднителя-денитрификатора должен являться постоянной величиной.

Данное устройство является сложным в эксплуатации, рассчитано на малую производительность, а следовательно, не может обеспечить стабильное достижение качества очистки сточных вод не зависимо от их расхода.

Задачей предлагаемого изобретения является минимизация параметров очистных сооружений и энергозатрат на очистку сточных вод при одновременном достижении высокого качества очистки, надежности и стабильности работы сооружений.

Техническим результатом заявляемого изобретения является достижение качества очищенных сточных вод в соответствии с технологическим нормированием на основе НДТ, стабильность и надежность работы очистных сооружений при экономии объема сооружений биологической очистки и электроэнергии до 20% за счет создания равномерно распределенной технологической нагрузки в течение суток на все сооружения.

Технический эффект - сокращение объемов аэробных биореакторов, расхода воздуха и электроэнергии на очистку единицы объема неравномерно поступающих сточных вод.

Технический результат достигается тем, что сточные воды после механической очистки подают в усреднитель-биореактор с размещенными в нем перемешивающими устройствами, трубопроводом подачи сточных вод после механической очистки, трубопроводом подачи циркулирующего ила из вторичного отстойника, трубопроводом нитратного потока из конца зоны нитрификации, трубопроводом подачи надильной воды из илоуплотнителя, трубопроводами промывных вод фильтров, а также погружными насосами с частотными преобразователями. Усреднитель-биореактор предназначен для реализации одновременно нескольких процессов. Во-первых позволяет стабилизировать расход и концентрации загрязняющих веществ в поступающих в

аэротенк-вытеснителя сточных водах, во-вторых позволяет выполнить снижение нагрузки на активный ил в аэротенке-вытеснителе за счет адсорбции загрязняющих (преимущественно органических) веществ на поверхности циркулирующего в усреднитель-биореактор активного ила, что позволит снизить концентрацию органических веществ в сточной воде, определяемых по БПК на 65-85%), в-третьих, реализовать процесс денитрификации за счет наличия легкоразлагаемых органических веществ в исходных сточных водах и наличия нитратов в циркулирующем потоке иловой жидкости, направляемой из последнего коридора аэротенка-вытеснителя, в-четвертых осуществить анаэробную фазу дефосфатизации. Для успешной реализации денитрификации и анаэробной фазы дефосфатизации, окислительно-восстановительный потенциал поддерживают от минус 270 до минус 100 мВ, нагрузку на активный ил по органическим веществам от 1,5 до 3,5 кг на один кг активного ила по беззольному веществу в сутки, продолжительность пребывания сточных вод определяют из условия протекающих в нем процессов и поддерживают от 3 до 8 часов. При этом для оптимизации протекающих процессов и размеров усреднителя-биореактора сопоставляют продолжительность процесса денитрификации и усреднения. Если процесс денитрификации требует более длительной продолжительности, чем усреднение сточных вод, то его завершают в зонах денитрификации, выделенных в аэротенках-вытеснителях. Для реализации процесса денитрификации в усреднитель-биореактор и в аноксидные зоны аэротенков-вытеснителей подают нитратсодержащую иловую смесь из зоны нитрификации и рециркуляционный активный ил из вторичного отстойника в усреднитель-биореактор. Так же для реализации процессов денитрификации и анаэробной фазы дефосфатизации в усреднителе-биореакторе окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) поддерживают от минус 270 до минус 100 мВ, нагрузку на активный ил по органическим веществам - от 1,5 до 3,5 кг на один кг активного ила по беззольному веществу в сутки, продолжительность пребывания сточных вод в усреднителе-биореакторе определяют из условия протекающих в нем процессов и поддерживают от 3 до 8 часов. Из усреднителя-биореактора погружными насосами с частотными преобразователями иловую жидкость подают в параллельно работающие аэротенки-вытеснители. Применение насосов с частотными преобразователями позволяет стабилизировать расход иловой жидкости, обеспечить равномерную технологическую и гидравлическую нагрузку на последующие элементы сооружений биологической очистки и доочистки, так же исключает перегрузки при подаче напряжения на электродвигатель, позволяет оптимизировать и снизить расход электроэнергии, потребляемый насосом до 50%. В станции выделены параллельные линии очистки, что позволяет выполнять профилактические и ремонтные работы, не останавливая работу сооружений. В аэротенках-вытеснителях, дозу активного ила поддерживают от 2,5 до 4,0 г/л по сухому веществу, при чем в аэротенках-вытеснителях выделены аноксидные и аэробные зоны, различающиеся по степени аэрации, так в аноксидных зонах без аэрации осуществляют процесс денитрификации, в аэробных зонах аэрацией поддерживают концентрацию растворенного кислорода от 2,5 до 5,0 мг/л и последовательно осуществляют процессы окисления органических веществ, в том числе адсорбированных на активном иле и нитрификации, при этом нагрузку по органическим веществам на ил по длине аэротенка-вытеснителя снижают от 1,0 кг в первых коридорах аэротенка-вытеснителя, в которых реализуют процесс денитрификации до 0,05 кг на один кг активного ила по беззольному веществу в сутки в зонах нитрификации. Регулирование нагрузки позволяет оптимизировать процессы денитрификации, окисления органических веществ, реализуемые в первых коридорах

аэротенка-вытеснителя и процесс нитрификации, реализуемый в последующих коридорах аэротенка-вытеснителя, а также оптимизировать параметры параллельно работающих аэротенков-вытеснителей, снизить расход потребляемого кислорода, а следовательно, и расход электроэнергии, затрачиваемой на аэробную очистку, на 20-25%.

- 5 Нитратсодержащую иловую жидкость из зон нитрификации подают в зоны денитрификации, которые располагают в усреднителе-биореакторе и в аноксидной зоне аэротенка-вытеснителя, при этом расчетом устанавливают степень рециркуляции нитратсодержащей иловой жидкости от 50% до 500% от расхода поступающих сточных вод, что позволит оптимизировать процесс денитрификации. Продолжительность
- 10 пребывания сточных вод в каждом из параллельно работающих аэротенков-вытеснителей устанавливают от 6,0 до 12,0 часов, в зависимости от концентрации загрязняющих веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк-вытеснитель. Далее иловую жидкость направляют во вторичный отстойник с тонкослойными модулями и системой их регенерации воздухом, продолжительность отстаивания устанавливают
- 15 от 0,5 до 1,0 часа. Наличие тонкослойных модулей позволит сократить продолжительность декантации активного ила за счет увеличения коэффициента использования отстойника, и, следовательно, обеспечить ту же производительность при меньших габаритах сооружения. Уменьшение времени отстаивания предотвращает нежелательную денитрификацию в отстойнике и вынос взвешенных веществ с
- 20 осветленной водой, предотвратить взмучивание иловой жидкости, снизить влажность избыточного ила, в результате сокращаются эксплуатационные затраты за счет снижения нагрузки на фильтры доочистки. Рециркуляционный ил направляют в усреднитель-биореактор, а избыточный ил подают в илоуплотнитель, уплотненный избыточный ил перекачивают в илонакопитель, а надильовую воду из илоуплотнителя направляют в
- 25 усреднитель-биореактор. Отстоянную сточную воду из вторичного отстойника направляют в блок доочистки, состоящий из безнапорных фильтров с ершовой загрузкой, в которых осуществляют фильтрование сточных вод снизу-вверх со скоростью от 5 до 10 м/ч, регенерацию ершовой загрузки фильтров производят путем ее интенсивной аэрации через систему перфорированных труб, уложенных по дну
- 30 безнапорного фильтра, далее сточную воду подают в резервуар чистой воды и далее перекачивают в фильтр тонкой очистки с системой автоматической промывки, при этом промывную воду от обоих видов фильтров направляют в усреднитель-биореактор, глубоко очищенные сточные воды подают в систему обеззараживания.

Также на достижение технических результатов влияет то, что при продолжительности

- 35 процесса денитрификации менее или равной продолжительности усреднения сточных вод, зону денитрификации в коридорах аэротенков-вытеснителей не устраивают.

Также на достижение технических результатов влияет то, что при низком содержании в сточной воде легкоразлагаемых органических веществ и/или при необходимости обеспечения возраста ила более 10 суток и нецелесообразности реализации процесса

- 40 биологической дефосфатизации, в аэротенк-вытеснитель и в аэрационный смеситель, установленный перед фильтром с ершовой загрузкой, подают дозированный раствор коагулянта, обеспечивая физико-химическое удаление избыточного количества фосфора.

Также на достижение технических результатов влияет то, что при низком щелочном резерве сточных вод, в начало коридора аэротенка-вытеснителя, в котором проводят

- 45 процесс нитрификации, осуществляют дозирование растворов щелочных реагентов.

Согласно изобретению предусмотрены следующие отличительные признаки:

- объем усреднителя-биореактра включает в себя объем необходимый для регулирования неравномерного поступления сточных вод и контактный объем для

обеспечения реализации полного или частичного процесса денитрификации. При частичной реализации процесса денитрификации, в аэротенке-вытеснителе устраивают зону денитрификации, что позволяет сократить объем аэротенка-вытеснителя, без увеличения объема усреднителя-биореактора. Для интенсификации процесса перемешивания активного ила с исходной водой и предотвращения выпадения осадка в усреднителе предусмотрена установка погружных мешалок;

- при наличии в смеси сточной жидкости, направляемой в усреднитель-денитрификатор достаточного количества легкоразлагаемой органики, в усреднителе-биореакторе осуществляют анаэробную фазу дефосфатизации, что позволит реализовать процесс биологической дефосфатизации без устройства анаэробной зоны в аэротенке-вытеснителе, что позволит сократить объем аэротенка-вытеснителя;

- подача иловой жидкости из усреднителя-биореактора в аэротенк-вытеснитель производится насосами с частотными преобразователями, что позволяет стабилизировать расход иловой жидкости, обеспечить равномерную гидравлическую нагрузку на последующие элементы сооружений биологической очистки и доочистки и снизить расход электроэнергии, потребляемый насосом до 50%.

- в станции предусмотрено наличие параллельных линий очистки, что позволяет выполнять профилактические и ремонтные работы, не останавливая работу сооружений и очищать до 70% поступающего стока без ухудшения качества очистки сточной воды при выключении одной из линий.

Отличительные признаки обеспечивают экономический эффект, стабильность и надежность работы очистных сооружений при экономии объема сооружений биологической очистки и электроэнергии до 20% за счет создания равномерно распределенной технологической нагрузки в течение суток на все сооружения, а также позволяют достичь качества очистки сточных вод в соответствии с технологическим нормированием на основе НДТ.

Анализ выявленных отличительных от аналогов существенных признаков показал, что такие или сходные с ними признаки в известных технических решениях, с проявлением тех же свойств, которые они проявляют в заявляемой совокупности, не обнаружены, что позволяет сделать вывод о том, что заявляемый способ соответствует критерию "существенные отличия".

Анализ известных технологий, относящихся к способам биологической очистки сточных, показал, что технических решений, содержащих ту же совокупность существенных признаков, что и заявляемый способ, не обнаружено, что позволяет сделать вывод о том, что заявляемый способ соответствует критерию "новизна".

Способ поясняется технологической схемой глубокой биологической очисткой сточных вод, представленной на фиг. 1.

Позициями обозначены:

1. Блок механической очистки;

1.1. Контейнер отбросов;

2. Усреднитель-биореактор;

2.1. Насос подачи воды на очистку;

2.2 Погружная мешалка;

3. Аэротенк-вытеснитель;

3.1. Система мелкопузырчатой аэрации;

3.2. Насос внутренней рециркуляции;

4. Вторичный отстойник;

4.1 Тонкослойные модули;

4.2 Система регенерации тонкослойных модулей воздухом;

4.3. Насос рециркуляционного и избыточного ила;

5. Аэрационный смеситель;

5.1. Система взмучивания аэрационного смесителя;

5 6. Ершовый фильтр;

6.1. Синтетическая загрузка «ЕРШ»;

6.2. Система регенерации синтетической загрузки;

7. Резервуар чистой воды (РЧВ);

7.1. Система взмучивания РЧВ;

10 8. Насос подачи на доочистку;

9. Фильтр тонкой очистки;

10. Система обеззараживания сточных вод;

11. Воздуходувка;

12. Илоуплотнитель проточного типа;

15 12.1. Насос перекачки уплотненного ила;

13. Резервуар илонакопитель;

14. Установка приготовления и дозирования коагулянта;

15. Трубопровод механически очищенных сточных вод;

16. Трубопровод усредненных сточных вод;

20 17. Трубопровод очищенных сточных вод;

18. Трубопровод подачи сточных вод на обеззараживание;

19. Трубопровод рециркуляции иловой жидкости с нитратами (рециркуляция нитратов);

20. Трубопровод регенерационных и промывных вод;

25 21. Трубопровод рециркуляционного активного ила;

22. Трубопровод избыточного активного ила;

23. Трубопровод уплотненного активного ила;

24. Трубопровод надиловой воды;

25. Трубопровод воздуха.

30 Сточные воды по трубопроводу поступают на очистные сооружения на механическую очистку в блок механической очистки (1), после чего механически очищенные сточные воды по трубопроводу (15) поступают в усреднитель-биореактор (2), отбросы от механической очистки сбрасываются в контейнер отбросов (1.1) для дальнейшей утилизации. Объем усреднителя-биореактора (2) включает в себя объем необходимый
35 для регулирования неравномерного поступления сточных вод и контактный объем для обеспечения необходимого времени процесса денитрификации. Для интенсификации процесса перемешивания активного ила с исходной водой и предотвращения выпадения осадка в усреднителе-биореакторе (2) предусмотрена установка погружных мешалок (2.2). Из усреднителя-биореактора (2) иловая жидкость постоянным расходом,
40 обеспечиваемым погружными насосами с частотными преобразователями (2.1) по напорному трубопроводу усредненных сточных вод (16), подают в начало двух линий параллельно работающих аэротенков-вытеснителей (3). В усреднитель-биореактор (2) осуществляют непрерывную подачу иловой жидкости, содержащей нитраты из конца аэротенка-вытеснителя (3) (зона нитрификации) и из вторичного отстойника (4) для
45 обеспечения протекания процесса восстановления азота. Рециркуляцию иловой жидкости с нитратами (рециркуляция нитратов) из конца аэротенка-вытеснителя (3) (внутренний контур) в усреднитель-биореактор (2) осуществляют по трубопроводу рециркуляции иловой жидкости с нитратами (рециркуляция нитратов) (19) в самотечном режиме или

в напорном режиме с помощью насоса внутренней рециркуляции (3.2) и из вторичного отстойника (4) (внешний контур) в усреднитель-биореактор (2) по трубопроводу рециркуляции активного ила (21) в самотечном режиме или в напорном режиме с помощью насоса рециркуляционного и избыточного ила (4.3). Для обеспечения

5 необходимой концентрации растворенного кислорода в воде, предусмотрена подача сжатого воздуха от воздуходувок (11) по трубопроводу воздуха (25) через систему мелкопузырчатой аэрации (3.1). Из аэротенка-вытеснителя (3) иловую смесь под гидростатическим давлением направляют в центральный распределительный карман вторичного отстойника (4). Во вторичном отстойнике (4) установлена система

10 илоотделения, которая состоит из тонкослойных модулей (4.1) и системы их регенерации воздухом (4.2). Днище вторичного отстойника (4) выполнено в виде конусных приемков, из которых рециркуляционный ил направляется в усреднитель-биореактор (2). Осветленную сточную воду во вторичном отстойнике (4) собирают в лотки и самотеком направляют в блок доочистки. В первую очередь вода поступает в аэрационный

15 смеситель (5), в который дозируют коагулянт по трубопроводу от установки приготовления и дозирования коагулянта (14), в аэрационный смеситель (5) от воздуходувки (11) подают воздух в систему взмучивания аэрационного смесителя (5.1) для перемешивания воды и обеспечения контакта между взвешенными веществами и коагулянт, после чего воду, через полупогружную перегородку направляют на

20 ершовый фильтр (6) с синтетической загрузкой «ЕРШ» (6.1). Процесс фильтрования в ершовом фильтре (6) реализуют снизу-вверх, сбор фильтрованной воды осуществляют лотками в резервуар чистой воды (РЧВ) (7), в котором установлена система взмучивания РЧВ (7.1). Синтетическая загрузка «Ерш» (6.1) имеет низкое гидравлическое сопротивление и упрощенный режим регенерации. Регенерацию синтетической загрузки

25 «ЕРШ» (6.1) осуществляют путем интенсивной аэрации через систему регенерации синтетической загрузки (6.2), уложенную по дну ершового фильтра (6), с его последующим полным опорожнением. Из РЧВ (7) осветленную сточную воду с помощью насоса подачу воды на доочистку (8) по трубопроводу очищенных сточных вод (17) подают на фильтр тонкой очистки (9) с системой автоматической промывки, промывную

30 воду от обоих видов фильтров (6;9) направляют в усреднитель-биореактор (2) по трубопроводу регенерационных и промывных вод (20); глубоко очищенные сточные воды подают по трубопроводу подачи сточных вод на обеззараживание (18) в систему обеззараживания сточных вод (10) и далее на сброс в водоем. Избыточный активный ил отводят в илоуплотнитель проточного типа (12) по трубопроводу избыточного

35 активного ила (22) в самотечном режиме или в напорном режиме с помощью насоса рециркуляционного и избыточного ила (4.3). Уплотненный ил отводят по трубопроводу уплотненного активного ила (23) в самотечном режиме или в напорном режиме с помощью насоса перекачки уплотненного ила (12.1) в резервуар - илонакопитель (13). По мере наполнения илонакопителя осадок вывозят спецавтотранспортом на

40 утилизацию или с помощью насосов подаются на дальнейшую обработку. Надиловая вода по лоткам или трубопроводу надиловой воды (24) направляют в усреднитель-биореактор (2). Все емкостные сооружения станции соединены системой опорожнения. Опорожнение каждой емкости осуществляют в усреднитель-биореактор (2) самотеком по трубопроводу регенерационных и промывных вод (20). Установка приготовления и дозирования коагулянта (14) состоит из растворного бака, перекачивающего насоса, расходного бака и насоса-дозатора. Точки ввода реагента в аэротенк-вытеснитель и в аэрационный смеситель находятся перед ершовым фильтром (6).

Пример.

В примере представлена технологическая схема, реализуемая на очистных сооружениях канализации г. Новошахтинска и результат очистки сточных вод по сооружениям. Спецификой городских сточных вод является достаточно широкий диапазон колебаний и суточного расхода сточных вод и концентрации загрязняющих веществ. Так суточный расход сточных вод колеблется от 3764 м³/сут до 5363 м³/сут., концентрации загрязняющих веществ приведены в табл. 1.

Изменение расхода и концентрации сточных вод связаны с деятельностью и производственными процессами промпредприятий г. Новошахтинска, в котором расположены такие градообразующие предприятия, как нефтеперерабатывающий завод, текстильное предприятие с цехом окрашивания тканей «Глория Джине», рыбзавод по засолке, сушке и фасовки рыб и кальмаров. Промышленные предприятия имеют локальные очистные сооружения со сбросом очищенных сточных вод в городской коллектор, однако, достаточно часто наблюдаются проскоки загрязняющих веществ и их поступление на городские очистные сооружения в концентрациях, превышающих допустимые.

Для учета количества поступающих сточных вод, на вводе в здание установлен расходомерный узел. После механической очистки сточные воды подают в усреднитель-биореактор в котором данном случае протекают процессы:

- усреднения сточных вод по расходам и концентрациям, что позволило обеспечить равномерную гидравлическую нагрузку на последующие элементы сооружений биологической очистки и доочистки;

- процесс денитрификации, что позволило сократить объемы аэротенков-вытеснителей за счет исключения в них аноксидных зон;

- анаэробная фаза биологической дефосфатизации, в данном случае достаточно высокая концентрация органических веществ (БПК сточных вод превышает потребность в органическом веществе для протекания процесса денитрификации) и усреднение концентрации фосфатов в сточных водах, позволяет провести биологическую дефосфатизацию, не выделяя в аэротенке-вытеснителей анаэробную зону;

- адсорбция органических веществ активным илом, что является первой фазой биодегградации загрязняющих веществ, и в свою очередь уменьшает объем аэротенков-вытеснителей, так как по времени эта фаза занимает от 1,5 до 3 часов.

Объем усреднителя-биореактора составляет 1340 м³. Для интенсификации процесса перемешивания активного ила с исходной водой и предотвращения выпадения осадка в усреднителе предусмотрена установка погружных мешалок. Из усреднителя-биореактора иловая жидкость постоянным расходом, обеспечиваемым погружными насосами с частотными преобразователями по напорному трубопроводу, подают в начало двух линий параллельно работающих аэротенков-вытеснителей. Производительность насосов подобрана с учетом суммарной подачи в аэротенки-вытеснители регулируемого расхода, включающего: приток сточных вод, рециркуляционный ил, возвратные потоки.

В аэротенке-вытеснителе выделено на две зоны:

- зона аэрации, в которой реализуют процесс окисления органических загрязнений;
- зона нитрификации, в которой реализуют процесс нитрификации.

Зона денитрификации в данном случае не предусмотрена, так как расчетная продолжительность процесса денитрификации составляет 3,5 часа, что меньше объема усреднения, рассчитанного на 6 часов.

В усреднитель-биореактор, осуществляют непрерывную подачу циркуляционной смеси активного ила из конца аэротенка-вытеснителя (зона нитрификации) и вторичного

отстойника для обеспечения протекания процесса восстановления азота. Рециркуляцию активного ила осуществляют в самотечном режиме из конца аэротенка-вытеснителя (внутренний контур) и из вторичного отстойника (внешний контур) в усреднитель. Рециркуляционный расход в данном случае составляет 100%.

5 Для обеспечения необходимой концентрации растворенного кислорода в воде, предусмотрена подача сжатого воздуха через систему мелкопузырчатой аэрации. В зоне нитрификации происходит восстановление аммонийного азота до нитритов и нитратов. Доза ила в аэротенке-вытеснителе составляла 3,5 г/л по сухому веществу.

В аэротенке-вытеснителе реализуют аэробную фазу дефосфатизации в результате «жадного поглощения» фосфатов активным илом. Возраст ила в данном случае поддерживают 5-7 суток, что позволяет реализовать и процесс нитрификации в оптимальном режиме в летний период времени. В зимний период времени, при понижении температуры сточной воды и необходимом увеличении возраста ила для протекания процесса нитрификации, на очистных сооружениях для дополнительного удаления фосфатов предусматривают введение реагента и аэротенк-вытеснитель. При 15 симультанном удалении фосфора снижается иловый индекс, что позволяет при необходимости увеличить дозу ила в аэротенке-вытеснителе без увеличения иловой нагрузки на вторичный отстойник за счет улучшения седиментационных свойств активного ила.

Из аэротенка-вытеснителя иловую смесь под гидростатическим давлением направляют в центральный распределительный карман вторичного отстойника вертикального типа. В отстойнике установлена система илоотделения, которая состоит из тонкослойных модулей и системы регенерации воздухом. Днище вторичного отстойника выполнено в виде конусных приямков, из которых рециркуляционный 25 активный ил подают в общую сборную трубу, а затем по самотечному трубопроводу направляют в усреднитель-биореактор. Избыточный активный ил отводят в илоуплотнитель проточного типа. Контроль расхода рециркуляционного и избыточного ила осуществляется с помощью электромагнитных расходомеров. Для регулировки расхода циркуляционного и избыточного ила на соответствующих трубопроводах 30 установлены клиновые задвижки.

Осветленную сточную воду во вторичном отстойнике собирают в лотки и самотеком направляют в блок доочистки - фильтр с синтетической загрузкой «ЕРШ». Процесс фильтрования в фильтре реализуют снизу-вверх, сбор фильтрованной воды осуществляют лотками. Регенерацию синтетической загрузки «ЕРШ» осуществляют путем интенсивной 35 аэрации через систему перфорированных труб, уложенную по дну ершового фильтра, с последующим его полным опорожнением.

Доочищенную сточную воду после ершового фильтра самотеком направляют в емкость очищенной сточной воды для обеззараживания.

Обеззараживание очищенного стока после ершового фильтра осуществляют 40 раствором гипохлорита натрия.

Избыточный активный ил из контура рециркуляции направляют по трубопроводу в илоуплотнитель проточного типа, который служит для уплотнения избыточного активного ила и уменьшения его объема. Уплотненный ил отводится в резервуар - илонакопитель. По мере наполнения илонакопителя осадок вывозят 45 спецавтотранспортом на дальнейшую обработку. Надиловая вода по лоткам поступает в усреднитель-биореактор.

Установка дозирования коагулянта состоит из растворного бака, расходного бака и насоса-дозатора. Точки ввода реагента - в аэротенк-вытеснитель.

Характеристика сточных вод и результаты очистки сточных вод по заявляемому способу, реализуемому на очистных сооружениях канализации г. Новошахтинска, представлены в табл. 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что параметры очищенных сточных вод не зависят от исходных концентраций загрязняющих веществ и соответствуют требованиям, предъявляемым очищенным сточным водам, направляемым в водоемы рыбохозяйственного назначения, согласно рекомендациям наилучших доступных технологий (НДТ).

10

15

20

25

30

35

40

45

Таблица 1 – Характеристика сточных вод и результаты очистки сточных вод по заявляемому способу, реализуемому на очистных сооружениях канализации г. Новошахтинска

Наименование параметра	Исходные сточные воды	Усреднитель-биореактор	Аэротенк (зона нагрузки на ил/ зона нагрузки на ил 0,05	Очищенные сточные воды (после ершового фильтра)
БПК ₅ /БПК _{полн.}	0,5		-	0,3
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	277,9 -411,3	135- 164	50,4/5-7	2,2
Взвешенные в мг/дм ³ вещества, мг/дм ³	677,0-1542,8	300-650	-	3,0
Химическое потребление кислорода (ХПК), мгО/дм ³	455,0 – 938,3	190- 250,8	43,2/24,4	28,0-30,0
Азот аммонийных солей N(NH ₄ ⁺), мг/дм ³	39,4-71,8	29,5	25,4-30,0/2,6-0,67	0,39
Азот нитритов N(NO ₂ ⁻), мг/дм ³	0,35-1,5	0,044 – 0,06	0,3-0,5/0,1	0,008-0,01
Азот нитратов N(NO ₃ ⁻), мг/дм ³	4-10,8	0,6	8,0-13,9/3,9-10,4	9,0
Концентрация фосфатов PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	15,31-40,69	55,3-75.1	0,49-06/0,23-0,35	0,2
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), мг/дм ³	10	-	0,5	0,45
Нефть и нефтепродукты, мг/дм ³	5	-	0,1	0,05
Восстановленные соединения серы (H ₂ S)	3,9 – 19,8	-	0,1-0,2/0,0-0,08	0,08
pH	7,3-8,16	7,4-8,0	7,3/7,2	7,7-8,26
ОВП, мВ	-176- -273	От -100 до -222	+100/+150	+150
Растворенный O ₂ , мг/л	0,0	0,13- 0,29	2,2/5,0	5,0

(57) Формула изобретения

1. Способ глубокой биологической очистки сточных вод, характеризующийся тем, что сточные воды после механической очистки подают в усреднитель-биореактор с размещенными в нем перемешивающими устройствами, трубопроводом подачи сточных вод после механической очистки, трубопроводом подачи циркулирующего ила из вторичного отстойника, трубопроводом нитратного потока из конца зоны нитрификации, трубопроводом подачи надиловой воды из илоуплотнителя, трубопроводами промывных вод фильтров, а также погружными насосами с частотными преобразователями, в усреднителе-биореакторе осуществляют процессы усреднения сточных вод по расходу и концентрации, адсорбцию активным илом органических загрязнений сточных вод, денитрификацию и анаэробную фазу дефосфатизации, при этом окислительно-восстановительный потенциал поддерживают от минус 270 до минус 100 мВ, нагрузку на активный ил по органическим веществам - от 1,5 до 3,5 кг на один кг активного ила по беззольному веществу в сутки, продолжительность пребывания сточных вод в усреднителе-биореакторе определяют из условия протекающих в нем процессов и поддерживают от 3 до 8 часов; из усреднителя-биореактора погружными насосами с частотными преобразователями иловую жидкость равномерно подают в параллельно работающие аэротенки-вытеснители, в которых дозу ила поддерживают от 2,5 до 4,0 г/л по сухому веществу, с выделенными в них аноксидными и аэробными зонами, различающимися по степени аэрации, так в аноксидных зонах без аэрации осуществляют процесс денитрификации, в аэробных зонах аэрацией поддерживают концентрацию растворенного кислорода от 2,5 до 5,0 мг/л и последовательно осуществляют процессы окисления органических веществ, в том числе адсорбированных на активном иле и нитрификации; нагрузку по органическим веществам на ил по длине аэротенка-вытеснителя снижают от 1,0 кг в первых коридорах аэротенка-вытеснителя, в которых реализуют процесс денитрификации до 0,05 кг на один кг активного ила по беззольному веществу в сутки в зонах нитрификации, нитратсодержащую иловую жидкость из зон нитрификации подают в зоны денитрификации, которые располагают в усреднителе-биореакторе и в аноксидной зоне аэротенка-вытеснителя, при этом расчетом устанавливают степень рециркуляции нитратсодержащей иловой жидкости от 50 до 500% от расхода поступающих сточных вод; продолжительность пребывания сточных вод в каждом из параллельно работающих аэротенков-вытеснителей устанавливают от 6,0 до 12,0 часов; далее иловую жидкость направляют во вторичные отстойники с тонкослойными модулями и системой их регенерации воздухом, продолжительность разделения иловой жидкости на отстоянную воду и ил устанавливают от 0,5 до 1,0 часа, при этом рециркуляционный активный ил направляют в усреднитель-биореактор, а избыточный ил подают в илоуплотнитель, уплотненный избыточный ил перекачивают в илонакопитель, а надиловую воду из илоуплотнителя направляют в усреднитель-биореактор; отстоянную сточную воду из вторичного отстойника направляют в блок доочистки, состоящий из безнапорных фильтров с ершовой загрузкой, в которых осуществляют фильтрование сточных вод снизу-вверх со скоростью от 5 до 10 м/ч, регенерацию ершовой загрузки фильтров производят путем ее интенсивной аэрации через систему перфорированных труб, уложенных по дну безнапорного фильтра, далее сточную воду подают в резервуар чистой воды и далее перекачивают в фильтр тонкой очистки с системой автоматической промывки, при этом промывную воду от обоих видов фильтров направляют в усреднитель-биореактор, глубоко очищенные сточные воды подают в систему обеззараживания, при этом при продолжительности процесса денитрификации, менее или равной продолжительности усреднения сточных вод, зону денитрификации в коридорах аэротенков-вытеснителей

не устраивают.

2. Способ по п. 1, характеризующийся тем, что при низком содержании в сточной воде легкоразлагаемых органических веществ и/или при необходимости обеспечения возраста ила более 10 суток и нецелесообразности реализации процесса биологической дефосфатизации, в аэротенк-вытеснитель и в аэрационный смеситель, установленный перед фильтром с ершовой загрузкой, подают дозированный раствор коагулянта, обеспечивая физико-химическое удаление избыточного количества фосфора.

3. Способ по п. 1, характеризующийся тем, что при низком щелочном резерве сточных вод, в начало коридора аэротенка-вытеснителя, в котором проводят процесс нитрификации, осуществляют дозирование растворов щелочных реагентов.

