

Полезная модель относится к конструкции устройств для биологической очистки сточных вод. Такие устройства могут быть преимущественно использованы в малых населенных пунктах и на предприятиях, расположенных вне крупных промышленных центров, для очистки (как правило, сборных) бытовых (в том числе фекальных) и/или промышленных (как правило, в мясной и молочной промышленности) сточных вод, содержащих трудноокисляемые (например, жировые и/или белковые) компоненты.

Объем стоков каждого из таких источников весьма мал в сравнении с объемами стоков β промышленных мегаполисов. Поэтому даже в экономически развитых странах с высокой плотностью населения стоки небольших поселков и малых пищевых пред- приятий до сих пор либо совсем не подвергают принудительной очистке и сбрасывают в окружающую природную среду в расчете на ее "самоочищение", либо минимально очищают для выделения наиболее опасных ингредиентов.

Однако общее количество таких источников весьма велико. Поэтому на фоне систематически уже истощившихся экологических нормативов создание высокопроизводительных компактных средств глубокой очистки сточных вод остается весьма актуальной проблемой.

Один из эффективных путей ее решения основан на использовании промышленных штаммов таких (обычно анаэробных) микроорганизмов, которые способны использовать органические и минеральные компоненты сборных бытовых и промышленных сточных вод в качестве источников питательных веществ и осветлять их с получением в качестве утилизируемых побочных, продуктов CH_4 - и CO_2 -содержащего биогаза и активного ила, который может быть использован в качестве удобрения.

Способы такой очистки обычно включают:

предварительную сепарацию стоков, например, флотационное отделение жиров и/или седиментацию твердых неразлагаемых микроорганизмами компонентов;

усреднение сепарированных, как указано выше, стоков по концентрации разлагаемых микроорганизмами компонентов;

загрузку порций усредненных стоков и порций активного ила в аппараты, например (аэро)теши» конструкции которых весьма разнообразны,

микробиологическое разложение загрязнений с регулированием условия проведения процесса, например: температуры и/или давления, pH среды, скорости перемешивания суспензии активного ила в осветляемой воде и т.д.;

опорожнение аппаратов, в которых процесс разложения отходов и очистки воды завершен, их загрузку очередными порциями стоков и повторение цикла.

Примеры таких способов и периодически действующих средств их осуществления можно найти в описаниях изобретений к патентам: Великобритании № 801144. № 1438670 и др.; Франции № 2308064; США № 1777449, Мi 2881137» №4372856, №4944872 и многих других.

Как уже было отмечено, основной задачей указанных изобретений является массовое обезвреживание сточных вод мегаполисов и крупных промышленных предприятий. При этом непрерывность процесса и требуемая глубина очистки обеспечиваются множеством сведенных в Систему однотипных аппаратов и оперативным управлением как системой в целом, так и ее частями с учетом состава и концентрации загрязнений в сточных водах, времени года (и, соответственно, температуры окружающей среды) и некоторых других факторов.

Однако для очистки стоков от указанных мелких источников предпочтительны такие средства, которые могли бы длительно работать при непрерывной подаче "сырья" без его предварительной сепарации и непрерывном отводе осветленной воды и которые обеспечивали бы весьма глубокую очистку стоков от азото- и фосфоросодержащих примесей.

Обычно для таких нужд применяют компактные башенные биореакторы, в которых смесь очищаемой сточной воды и взвешенного в ней активного ила на основе аэробных микроорганизмов непрерывно аэрируют с рециркуляцией, подпитывают рециркуляционный поток "свежими" стоками и отбирают из него соответствующую долю воды после достижения заданной степени ее очистки. При этом часть органических примесей окисляется (и обезвреживается) чисто химически растворенным в циркулирующей иловодяной смеси кислородом, а трудноокисляемые примеси должны обезвреживать микроорганизмы.

Из таких аналогов к предлагаемому устройству по технической сущности наиболее близок башенный биореактор в виде шахтного азотенка [Яковлев С.В., Скирдов И.В., Швецов В.Н. и др. Биологическая очистка производственных сточных вод (процессы, аппараты, сооружения). - М.: Стройиздт, 1985. - С. 61-63. - Рис. 2.15].

Это устройство имеет: осесимметричный цилиндрический корпус с расширенной верхней и суженной донной частями; входную трубу для подачи сточной воды на очистку; контур рециркуляции иловодяной смеси в восходяще-нисходящем потоке, имеющий соосную корпусу и расположенную внутри него трубу и оборудованный аэратором-эрлифтом; расположенную в верхней части корпуса концентрично контуру рециркуляции замкнутую в плане камеру-илоотделитель, которая внизу через перепускные окна подключена к контуру рециркуляции и имеет концентричную перегородку для разделения зон деаэрации и фильтрации; расположенный по периметру верхней части камеры-илоотделителя лоток для отбора очищенной воды на сброс. Описанное устройство весьма компактно и обеспечивает достаточно эффективную очистку сточных вод от легкоокисляемых примесей, поскольку содержащийся в пузырьках воздуха кислород при нисходящем движении иловодяной смеси взаимодействует с очищаемой водой при повышенном давлении.

Однако глубокая очистка сточных вод от азото- и/или фосфоросодержащих органических веществ и глубокое доосветление воды перед сбросом не достигаются, поскольку подача неочищенной сточной воды и сброс части очищенной воды происходят в условиях интенсивного движения жидких сред в Общем контуре рециркуляции.

В связи с изложенным в основу полезной модели положена задача путем усовершенствования гидравлической схемы контура рециркуляции иловодяной смеси и, при необходимости, подключения по меньшей мере одного контура доочистки воды, отобранной из контура рециркуляции, создать такое

устройство для биологической очистки сточных вод, которое обеспечивало бы глубокое доокисление примесей и доосветление воды перед сбросом в природные водоемы и могло бы длительный срок работать в автономном режиме.

Поставленная задача решена тем, что в устройстве для биологической очистки сточных вод, имеющем осесимметричный корпус с расширенной верхней и суженной донной частями, входную трубу для подачи сточной воды на очистку, контур рециркуляции иловодяной смеси в восходяще-нисходящем потоке, имеющий соосную корпусу и расположенную внутри него трубу и оборудованный аэратором, расположенную в верхней части корпуса концентрично контуру рециркуляции замкнутую в плане камеру-илоотделитель, которая внизу сообщается с контуром рециркуляции и имеет концентричную перегородку для разделения зон деаэрации и фильтрации, и расположенный по периметру верхней части камеры-илоотделителя лоток для отбора очищенной воды, согласно изобретательскому замыслу, внутри корпуса с зазором установлена дополнительная трубчатая перегородка, при этом пространство между нею и указанной трубой служит дополнительной нисходящей "ветвью" контура рециркуляции иловодяной смеси, в ее верхней части расположены переливные окна с подвижными шиберами, а нижний торец расположен ниже нижнего торца указанной трубы, камера-илоотделитель сообщается с контуром рециркуляции через зазор между корпусом и дополнительной трубчатой перегородкой и отделена от полости этого зазора конусообразной перегородкой, а входная труба для подачи сточной воды на очистку подключена через отверстие в дополнительной трубчатой перегородке к пространству под этой конусообразной перегородкой.

Отделение зоны активной рециркуляции аэрированной иловодяной смеси от внешней стенки корпуса и зазора между этой стенкой и дополнительной трубчатой перегородкой от камеры-илоотделителя создает, как указано, дополнительную "ветвь" в контуре рециркуляции, а которой вследствие концентрированной подпитки "свежей" сточной водой может быть создан и при необходимости длительно и устойчиво поддерживаться аноксичный режим. При таких условиях микроорганизмы активного ила вынуждены утилизировать кислород, связанный в загрязнении в виде нитрогрупп и нитритов, что само по себе повышает эффективность биологической очистки стоков от азотосодержащих соединений. Кроме того, аноксический стресс существенно повышает активность микроорганизмов в основной, аэрируемой зоне рециркуляции иловодяной смеси, где происходит активное биохимическое изъятие соединений фосфора из очищаемой сточной воды. И, наконец, опосредованная взаимосвязь камеры-илоотделителя с основным контуром рециркуляции через дополнительную "буферную" нисходящую ветвь рециркуляции способствует лучшему освещению сбрасываемой после очистки воды от частиц активного ила и других механических примесей.

Первое дополнительное отличие состоит в том, что в дополнительной трубчатой перегородке вблизи выпускного отверстия трубы для подачи сточной воды на очистку расположено по меньшей мере одно переливное окно с подвижным шибером, что позволяет регулировать степень анаэробизации в смеси "свежих" стоков с рециркулирующей иловодящей смесью.

Второе дополнительное отличие состоит в том, что в дополнительной трубчатой перегородке вблизи ее стыка с конусообразной перегородкой выполнено отверстие, которое через газоотводящий патрубок сообщает с атмосферой полость между этими перегородками. Тем самым исключаются нарушения режима рециркуляции иловодяной смеси при накоплении и выбросах газов.

Третье дополнительное отличие состоит в том, что устройство снабжено по меньшей мере одним дополнительным контуром доочистки воды, который имеет по меньшей мере один короб, заполненный инертной загрузкой с закрепленной на ней биомассой активных микроорганизмов и подключенный к лотку для отбора очищенной в основном контуре воды. Спокойная фильтрация через такую загрузку во взаимодействии с закрепленной биомассой дополнительно улучшает качество воды перед сбором.

Здесь и далее термином "инертная загрузка" обозначены такие минеральные или органические дисперсные материалы, которые не вступают в химическое взаимодействие со сточными водами и любыми компонентами таких вод, не оказывают токсичного действия на используемые микроорганизмы, не разрушаются ими и служат для них механической опорой.

Четвертое, дополнительное к третьему отличие состоит в том, что инертная загрузка выполнена на основе волокнистого материала, что повышает эффективность доосветления воды от любых механических примесей, включая частицы активного ила.

Пятое, дополнительное к третьему отличие состоит в том, что дополнительный контур доочистки имеет по меньшей мере два последовательно подключенных заполненных инертной загрузкой с закрепленной на ней биомассой активных микроорганизмов короба, первый из которых подключен к лотку для отбора очищенной в основном контуре воды и снабжен аэратором, а второй подключен на сброс окончательно очищенной воды. В этой частной форме выполнения дополнительного контура обеспечивается особо глубокое доокисление трудноразлагаемых (например, белковых и жировых) примесей.

Шестое, дополнительное к пятому отличие состоит в том, что в каждой паре последовательно включенных коробов дополнительного контура второй короб подключен к смежному с ним первому коробу перфорированным вертикальным распределительным стояком, а к магистрали сброса очищенной воды - параллельным указанному стояку по меньшей мере одним перфорированным сборным стояком, что обеспечивает близкое к горизонтальному протекание доочищаемой воды сквозь слой инертной загрузки и тем самым способствует успокоению потока.

Седьмое, дополнительное к пятому отличие состоит в том, что каждая пара последовательно включенных коробов дополнительного контура имеет общую вертикальную стенку, которая установлена с зазором относительно их дна, что обеспечивает спокойный горизонтальный перелив доосветляемой воды из первого короба в нижнюю часть смежного короба.

Восьмое, дополнительное к пятому отличие состоит в том, что каждый из коробов дополнительного контура снабжен барботером и по меньшей мере одним средством удаления осадка избыточной биомассы для периодической регенерации инертной загрузки.

На фиг. 1 показано предложенное устройство для биологической очистки сточных вод в продольном

разрезе (при этом левая часть разреза повернута относительно вертикальной оси симметрии, как это видно из обозначений 1-1 на фиг. 2); на фиг. 2 - поперечное сечение А-А на фиг. 3; на фиг. 3 - частный вариант выполнения короба окончательного доосветления.

Предложенное устройство для биологической очистки сточных вод имеет осесимметричный корпус 1, который в поперечных сечениях на большей части своей высоты может иметь вид правильного многоугольника, а предпочтительно - вид круглого тела вращения или последовательного (по высоте) набора таких тел. & частности, далее в качестве предпочтительного примера осуществления изобретательского замысла описано устройство, вертикальный корпус 1 которого в направлении сверху вниз имеет жестко связанные (например, приваренные одне к другой сплошными по периметру сварными швами) и последовательно уменьшающиеся по диаметру (см. фиг. 1):

верхнюю цилиндрическую обечайку 2 и сужающуюся (сверху вниз) коническую вставку 3, которые совместно ограничивают замкнутую в плане камеру-илоотделитель;

промежуточную цилиндрическую обечайку 4 и предпочтительно сужающееся (сверху вниз) днище 5, выполненное преимущественно в виде закрытого снизу заглушкой усеченного конуса.

Внутри корпуса 1 и соосно ему вертикально расположены (считая от геометрической оси к периферии):

предпочтительно круглая в поперечном сечении труба 6, верхний торце которой расположен ниже верхнего торца обечайки 2, а нижний торец - с зазором относительно днища 5 и которая служит камерой аэрации иловодяной смеси в восходящем потоке;

трубчатая цилиндрическая перегородка 7, кольцевые зазоры между которой и трубой 6 и промежуточной цилиндрической обечайкой 4 корпуса 1 служат соответственно первой и второй нисходящими "ветвями" контура рециркуляции иловодяной смеси, при этом:

- в верхней части перегородки 7 расположены переливные окна с подвижными шиберами 8;

- верхний торец перегородки 7 расположен по меньшей мере не ниже торца обечайки 2, а нижний торец - ниже нижнего торца трубы 6 и также с зазором относительно заглушки днища 5;

- в стенке перегородки 7 выполнено выпускное отверстие для подачи через входной трубопровод 9 "свежей" сточной воды и

- в той же стенке перегородки 7 вблизи упомянутого впускного отверстия расположено по меньшей мере одно переливное окно с подвижным шиберами 10;

перегородка 11 для разделения камеры-илоотделителя на зону фильтрации (вверху) и зону смешивания "свежей" сточной воды с рециркулирующей иловодяной смесью (внизу), которая выполнена в виде обратного конической вставки 3 усеченного конуса, жестко связана по периметру своей верхней части с трубчатой перегородкой 7 и установлена с кольцевым зазором относительно низа конической вставки 3 и верха промежуточной цилиндрической обечайки 4 (желательно, чтобы для ламинаризации потока в указанном кольцевом зазоре эта перегородка 11 была в нижней части снабжена цилиндрическим кольцевым направляющим бортиком);

цилиндрическая перегородка 12, предпочтительно имеющая в нижней части конический козырек 13 и отделяющая зону деаэрации (в кольцевом зазоре между нею и трубчатой цилиндрической перегородкой 7) от зоны илоотделения и отбора предварительно очищенной воды на сброс или доочистку (доокисление-доосветление) из кольцевого зазора между нею и верхней цилиндрической обечайкой 2;

как правило, кольцевой сборный лоток 14 для отвода предварительно очищенной воды на сброс или на доочистку через по меньшей мере один перепускной трубопровод 15.

Кроме того, в стенке перегородки 7 выполнено отверстие, которое через газоотводящий патрубок 16 сообщает с атмосферой полость между перегородками 7 и 11.

В нижней части трубы 6 расположен аэратор 17, выполненный, например, в виде перфорированного кольцевого раздаточного коллектора, подключенного к не показанному компрессору, а выше этого аэратора 17 расположен заборный патрубок эрлифта 18 для (как правило, периодического) вывода из процесса избытка нарастающего активного ила.

Кроме того, предложенное устройство может быть снабжено дополнительным контуром доочистки (доокисления-доосветления) воды на закрепленных слоях биомассы активных микроорганизмов, имеющим по меньшей мере один, а предпочтительно по меньшей мере два закрепленных по периметру корпуса 1 короба, а именно: первый аэрируемый короб 19 доокисления-доосветления и второй короб 20 окончательного доокисления-доосветления.

При этом возможно использование либо нескольких одинаковых и независимо один от другого работающих коробов 19, либо (что наиболее предпочтительно) нескольких пар последовательно включенных (в каждой паре) коробов 19 и 20. В любом из таких коробов имеется инертная загрузка 21 преимущественно в виде волокнистого (например, полиамидного или базальтового или иного) материала с закрепленной на нем биомассой.

Входами в короба 19, которые желательны в большинстве случаев, служат подключенные к сборному лотку 14 через перепускной трубопровод 15 спускные трубы 22, пропущенные сквозь слой инертной загрузки 21 (см. фиг. 1,2), а короба 20, которые могут быть включены в состав устройства при потребности в особо глубокой доочистке, подключены к выходам из смежных коробов 19.

Это подключение может быть выполнено в двух частных вариантах. В первом из них могут быть использованы входные лотки 23 и перфорированные вертикальные распределительные стояки 24 для по существу горизонтальной подачи воды в короба 20. Соответственно, для вывода окончательно осветленной воды из коробов 20 могут быть использованы параллельные стояки 24 сборные стояки 25 и выходные лотки 26 с выходными патрубками 27 для подключения к не показанной магистрали сброса. Во втором случае (см. фиг. 3) возможно выполнение смежных коробов 19 и 20 с общей стенкой 28, которая установлена с зазором относительно их дна и допускает горизонтальный перелив доосветляемой воды из каждого короба 19 в нижнюю часть каждого смежного короба 20. Соответственно, для вывода окончательно осветленной воды короба 20 в верхней части оснащены сборными выходными патрубками 29.

При использовании аэробных микроорганизмов в составе инертной загрузки 21 желательно, чтобы короба 19 были оборудованы аэраторами 30, аналогичными по конструкции аэратору 17,

И, наконец, для регенерации инертной загрузки 21 путем удаления избытка прирастающей при очистке воды биомассы короба 19 и 20 оборудованы барботерами 31 и не показанными особо средствами удаления осадка биомассы после интенсивной продувки инертной загрузки 21 (например, в виде донных люков).

Естественно, что наряду с упомянутыми шиберами 8 и 10 описанное устройство снабжено хорошо известной специалистам и потому особо не обозначенной и не во всех случаях показанной на чертежах запорно-регулирующей арматурой и обычными средствами автоматического контроля и регулирования процесса.

Биологическая очистка сточных вод в описанном устройстве происходит следующим образом (см. в основном фиг. 1).

Перед запуском шиберы 8 должны быть открыты, а шиберы 10 - закрыты.

При запуске через входной трубопровод 9 в корпус 1 подают "свежую" сточную воду и присадку активного ила и по мере заполнения полости трубчатой цилиндрической перегородки 7 включают аэратор 17. После заполнения всего основного контура рециркуляции иловодяной смесью и достижения уровня лотка 14 подачу "свежей" сточной воды приостанавливают и, продолжая рециркуляцию, контролируют в отбираемых пробах или иными средствами степень очистки и кислородный режим.

Непрерывная рециркуляция в основном контуре включает:

подъем иловодяной смеси в трубе 6, служащей камерой аэрации иловодяной смеси, под действием выпускаемых из аэратора 17 пузырьков воздуха;

переливание части указанной смеси через открытые окна, с шиберами 8 в зону деаэрации камеры-илоотделителя между трубой 7 и цилиндрической перегородкой 12 и далее в зону фильтрации той же камеры между этой перегородкой 12 и верхней цилиндрической обечайкой 2 корпуса 1 с последующим переходом обогащенной активным илом воды из донной части камеры-илоотделителя между конической вставкой 3 корпуса 1 и конической перегородкой 11 в пространство между промежуточной цилиндрической обечайкой 4 корпуса 1 и трубой 7, служащее второй нисходящей "ветвью" основного контура рециркуляции;

переливание другой части указанной смеси в зазор между трубами 6 и 7, служащий первой нисходящей "ветвью" основного контура рециркуляции;

смешивание обоих нисходящих потоков на входе снизу в камеру аэрации, то есть в трубу 6 и многократное повторение этого процесса.

В ходе такой рециркуляции микроорганизмы взаимодействуют с содержащимися в сточной воде примесями в двух основных режимах:

аэробного окисления, которое начинается внутри трубы 6 и особенно интенсивно протекает в первой нисходящей "ветви", ибо по мере перемещения иловодяной смеси в зазоре между трубами 6 и 7 с ростом статического давления возрастает и растворимость кислорода, содержащегося в сжимаемых пузырьках воздуха, и преимущественно анаэробного обезвреживания примесей, которое происходит во второй нисходящей "ветви" основного контура рециркуляции с выделением газов, удаляющихся в атмосферу через газоотводящий патрубок 16. (В установившемся после запуска режиме рециркуляции уровень анаэробного в этой "ветви" можно регулировать в зависимости от вида используемых микроорганизмов, состава сточных вод и температуры, приоткрывая или прикрывая шибер(а) 10 для изменения притока аэрированной иловодяной смеси в поток поступающей через входной трубопровод 9 "свежей" сточной воды).

После достижения требуемых степени очистки и кислородного режима в зоне фильтрации камеры-илоотделителя открывают входной трубопровод 9 и по данным контроля качества воды устанавливают баланс между подачей сточной воды на очистку и отбором очищенной воды из кольцевого сборного лотка 14.

По мере нарастания массы активного ила включают эрлифт, который может работать периодически или непрерывно, и через заборный патрубок 18 удаляют часть иловодяной смеси на разделение с последующим сбросом активного ила в не показанную систему обработки осадка и возвратом воды в основной контур рециркуляции.

Дополнительный контур доочистки включают после выхода основного контура очистки на устоявшийся режим либо периодически (при повышении концентрации загрязнений) или постоянно (при высоких требованиях к качеству очистки воды и стабильно высокой концентрации загрязнений).

Независимо от указанных вариантов включения такого контура процесс в нем протекает следующим образом.

Требуемая доочистки вода из лотка 14 через перепускной трубопровод 15 и спускные трубы 22 поступает в аэрируемые короба 19, по мере заполнения которых включают аэраторы 30. При использовании одних лишь коробов 19 вода, доочищенная в них взаимодействием с активной биомассой на инертной загрузке 21, поступает сразу на сброс. При использовании же и коробов 20 предварительно доочищенная в коробах 19 вода поступает в них либо через входные лотки 23 и перфорированные вертикальные распределительные стояки 24 (см. фиг. 2 и левую часть фиг. 1), либо через проем под общей стенкой 28 (см. фиг. 3) в каждой паре смежных коробов 19 и 20. После доочистки при аналогичном взаимодействии с активной биомассой на инертной загрузке 21 вода уходит на сброс либо через сборные стояки 25 (см. левую часть фиг. 1) и выходные патрубки 27, либо через сборные выходные патрубки 29 и выходные патрубки 37 (см. фиг. 3).

По мере зарастания коробов 19 и 20 активной биомассой большую часть ее "стряхивают" с инертной загрузки 21, периодически включая барботеры 31, и удаляют из придонной части коробов 19 и 20 любым подходящим способом.



