

Изобретение относится к области очистки воды от поверхностно-активных веществ (ПАВ) и предназначено для очистки питьевой воды в быту, коммунальных службах водоподготовки и в промышленности для производства напитков. Оно может быть применено также для доочистки сточных вод различных предприятий.

Основу наиболее опасных загрязнений питьевой воды для организма человека составляет амфифильные органические соединения: синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эти соединения, особенно такие, молекулы которых содержат бензольное кольцо или нафталиновую структуру, не усваиваются микроорганизмами, крайне медленно разрушаются под действием кислорода воздуха и солнечной радиации и накапливаются в природных водах. Существующие способы очистки воды не позволяют снижать концентрацию этих веществ ниже значений предельно допустимых концентраций (ПДК) и/или требуют значительных затрат.

Наиболее близкой к заявляемой по совокупности общих признаков и принципу действия является установка для очистки воды от поверхностно-активных веществ, включающая колонну, снабженную сливным патрубком для удаления очищаемой воды, в днище которой установлен воздухораспределитель, а внутри помещен входной патрубок с разделителем потока, на котором в нижней части соосно закреплен раструб для улавливания пузырьков воздуха с поглощенными веществами, а в верхней части соосно закреплен пузырьково-пленочный экстрактор, выполненный в виде последовательно сопряженных конфузора, диффузора, выходного патрубка с коническим сужением на конце, и устройство для вывода загрязнений, представляющее собой замкнутую оболочку, охватывающую выходной патрубок, закрепленную на последнем с зазором, и снабженную в нижней части сливным патрубком.

Эта установка позволяет снизить концентрацию всех видов ПАВ в водопроводной воде в 50-100 раз.

Однако, при попадании в очищаемую воду минеральных, растительных или животных масел, а также определенных количеств жестких ПАВ, которые могут появиться в местах водозаборов при аварийных ситуациях (например, при залповых выбросах промышленными предприятиями и другими загрязнителями) в этой установке происходит существенное замедление скорости очистки.

Причина состоит в том, что указанные вещества накапливаются в пузырьково-жидкостном столбе в критических количествах и тем самым резко изменяют физико-химические свойства границ раздела фаз вода-воздух. Пузырьково-жидкостный столб при этом трансформируется в совокупность дестабилизированных жидкостных пленок. При движении по выходному патрубку такие пленки не достигают его верхнего торцевого отверстия, так как время их жизни оказывается меньшим, чем частное от деления длины пути на скорость перемещения.

В результате в известной установке для очистки воды возникает период холостого барботажа (продолжающийся от нескольких минут до нескольких часов), на протяжении которого концентрат загрязнений из выходного патрубка этой установки не выделяется, а процесс очистки воды происходит только за счет окисления и отдувки ее загрязнений потоком пузырьков воздуха. По завершении этого периода содержание масел и жестких ПАВ в пространстве ППЭ опускается за пределы критических значений и пузырьково-пленочная экстракция возобновляется.

Поскольку общая скорость процесса очистки воды и экономичность установки (обусловленные затратами времени и электроэнергии, необходимыми для получения заданного объема очищенной воды) в результате появления периодов холостого барботажа существенно снижаются по сравнению с режимом нормального протекания процесса пузырьково-пленочной экстракции, то в основу изобретения поставлена задача усовершенствовать известную установку так, чтобы скорость и эффективность процессов очистки воды в ней были бы максимальными, независимо от наличия или отсутствия веществ, снижающих устойчивость жидкостных пленок в пространстве ППЭ и выходного патрубка.

Поставленная задача решается тем, что установка для очистки воды от поверхностно-активных веществ, включающая колонну, снабженную сливным патрубком для удаления очищенной воды, в днище которой установлен воздухораспределитель, а внутри помещен входной патрубок с разделителем потока, на котором в нижней части соосно закреплен раструб для улавливания пузырьков воздуха с поглощенными веществами, а в верхней части соосно закреплен пузырьково-пленочный экстрактор (ППЭ), выполненный в виде последовательно сопряженных конфузора, диффузора, выходного патрубка с коническим сужением на конце, и устройство для вывода загрязнений, представляющее собой замкнутую оболочку, охватывающую выходной патрубок, закрепленную на последнем с зазором и снабженную в нижней части сливным патрубком, согласно изобретению дополнительно содержит датчик потока удаляемых загрязнений, установленный на сливном патрубке устройства для вывода загрязнений, исполнительный механизм для управления временем пребывания жидкостных пленок загрязнений в пространстве выходного патрубка пузырьково-пленочного экстрактора и блок управления, вход которого соединен с датчиком потока, а выход соединен с исполнительным механизмом.

Исполнительный механизм может быть выполнен в трех вариантах.

В первом варианте исполнительный механизм выполнен в виде электроклапана, установленного на воздухораспределителе.

Во втором варианте исполнительный механизм выполнен в виде электроподъемника, связанного посредством тяги с устройством для вывода загрязнений, а выходной патрубок выполнен в виде телескопически соединенных подвижной верхней и неподвижной нижней частей, при этом верхняя часть выходного патрубка соединена с устройством для вывода загрязнений, а нижняя часть выходного патрубка соединена с диффузором.

В третьем варианте исполнительный механизм выполнен в виде электроподъемника, связанного посредством тяги с устройством для вывода загрязнений.

Сущность изобретения заключается в следующем: пузырьки воздуха от воздухо-распределителя, захватывая загрязнения воды, собираются раструбом, поступают в каналы разделителя потока входного патрубка, накапливаются в них и образуют пузырьково-жидкостный столб. Этот столб трансформируется в

пространстве ППЭ в серию жидкостных пленок, состоящих из концентрированных растворов ПАВ и стабилизированных монослоями ПАВ. Образовавшиеся пленки копланарно перемещаются по прослойке жидкости, смачивающей стенки выходного патрубка пузырьково-пленочного экстрактора, поступают в пространство устройства для вывода загрязнений и в виде концентрата (потока жидкости) удаляются через сливной патрубок. Датчик потока удаляемых загрязнений при этом следит за скоростью процесса переноса концентрата загрязнений из выходного патрубка в устройство для вывода загрязнений. При снижении этой скорости по сравнению с заданным уровнем (например вследствие появления масел или критической концентрации жестких ПАВ в очищаемой воде), датчик потока удаляемых загрязнений выдает сигнал через блок управления исполнительному механизму, который сокращает время пребывания жидкостных пленок в пространстве выходного патрубка и таким образом обеспечивает восстановление заданного потока концентрата ПАВ на выходе устройства для вывода загрязнений. При этом даже пленки с очень малым временем жизни достигают торцевого отверстия выходного патрубка, проходят через него и трансформируются в макрообъем концентрата загрязнений. В результате автоматически поддерживается оптимальный режим работы установки и период холостого барботажа не наступает. Наряду с предотвращением снижения скорости очистки воды при попадании в эту воду масел и критических концентраций жестких ПАВ, изобретение обеспечивает также и интенсификацию процессов очистки воды с обычными составами и концентрациями эндогенных и экзогенных ПАВ, так как по мере постепенного удаления этих ПАВ из воды, время жизни жидкостных пленок в ППЭ монотонно снижается, а система автоматического поддержания потока концентрата загрязнений на выходе ППЭ обеспечивает их надежный перенос в пространство устройства для вывода загрязнений. При этом зависимость снижения концентрации загрязнений в заданном объеме очищаемой воды от времени превращается из экспоненциальной функции в линейную.

Выполнение исполнительного механизма в виде электроклапана, установленного на воздухораспределителе, позволяет реализовать основной простейший вариант его исполнения, при котором управление временем пребывания жидкостных пленок загрязнений в пространстве выходного патрубка пузырьково-пленочного экстрактора осуществляется путем изменения проходного сечения электроклапана и соответственно изменением расхода воздуха, подаваемого в очищаемый объем воды через воздухораспределитель. Так, время преодоления жидкостными пленками полости выходного патрубка обратно пропорционально расходу воздуха. С увеличением расхода воздуха это время сокращается и неустойчивые жидкостные пленки приобретают возможность преодолеть весь путь движения по выходному патрубку.

Выполнение исполнительного механизма в виде электроподъемника с разъемным телескопическим выходным патрубком позволяет реализовать более сложный вариант управления временем пребывания жидкостных пленок загрязнений в пространстве выходного патрубка путем варьирования длиной выходного патрубка при сохранении фиксированного зазора между его верхним торцом и оболочкой устройства для вывода загрязнений. Это достигается благодаря тому, что верхняя часть патрубка (подвижная) соединена с устройством для вывода загрязнений через тягу с электро-подъемником, а нижняя часть (неподвижная) соединена с диффузором.

Выполнение исполнительного механизма в виде электроподъемника, связанного посредством тяги с устройством для вывода загрязнений позволяет реализовать возможный вариант управления временем пребывания жидкостных пленок загрязнений в пространстве выходного патрубка пузырьково-пленочного экстрактора путем изменения глубины погружения блока элементов (устройство для вывода загрязнений, пузырьково-пленочный экстрактор, входной патрубок с разделителем потока и раструбом) в объем очищаемой воды в колонне при постоянном расходе воздуха. При этом в пространствах входного и выходного патрубков изменяется высота пузырьково-жидкостного столба и, соответственно, длина пути движения жидкостных пленок.

Приведенная совокупность признаков решает поставленную задачу, а именно реализуется максимальная скорость и эффективность процессов очистки воды независимо от наличия или отсутствия веществ, снижающих устойчивость жидкостных пленок в пространстве ППЭ и выходного патрубка.

На фиг. 1 изображена установка для очистки воды от поверхностно-активных веществ, общий вид; на фиг. 2-4 - то же, с вариантами исполнения исполнительного механизма.

Заявляемая установка включает (фиг. 1-4) колонну 1, в днище которой установлен воздухораспределитель 2. Над воздухораспределителем 2 установлен входной патрубок 3, в нижней части которого находится раструб 4. Во входной патрубок 3 помещен разделитель потока 5, образующий несколько каналов с сечением, соответствующим сечению пузырьков воздуха, поступающих из раструба 4. Верхней частью входной патрубок 3 соосно соединен с пузырьково-пленочным экстрактором (ППЭ) 6, который представляет собой последовательное сопряжение конфузора 7, диффузора 8 и выходного патрубка 9. Выходной патрубок 9 на верхнем конце имеет коническое сужение 10 с диаметром отверстия d и высотой конуса h . На расстоянии L , определяемом величиной d , расположен торец замкнутой оболочки 11 устройства для вывода загрязнений, в нижней части которой находится сливной патрубок 12 для удаления концентрата загрязнений. Установка дополнительно содержит датчик потока 13 удаляемых загрязнений, установленный на сливном патрубке 12 устройства для вывода загрязнений, исполнительный механизм 14 для управления временем t пребывания жидкостных пленок загрязнений в пространстве выходного патрубка 9 пузырьково-пленочного экстрактора 6 и блок управления 15, вход которого соединен с датчиком потока 13, а выход соединен с исполнительным механизмом 14. В нижней части колонны установлен сливной патрубок 16 для удаления очищенной воды.

В основном простейшем варианте исполнения (фиг. 2) исполнительный механизм 14 выполнен в виде электроклапана 17, установленного на воздухораспределителе 2.

В более сложном варианте исполнения (фиг. 3) исполнительный механизм 14 выполнен в виде электроподъемника 18, связанного посредством тяги 19 с устройством для вывода загрязнений (через

оболочку 11), а выходной патрубок 9 выполнен в виде телескопически соединенных подвижной верхней 20 и неподвижной нижней 21 частей, при этом верхняя часть 20 выходного патрубка 9 соединена с устройством для вывода загрязнений (оболочкой 11), а нижняя часть выходного патрубка соединена с диффузором 8. Между подвижной верхней 20 и неподвижной нижней 21 частями выходного патрубка 9 может быть установлена уплотнительная манжета (на чертеже не показана).

В третьем варианте исполнения (фиг. 4) исполнительный механизм выполнен в виде электроподъемника 18, связанного посредством тяги 19 с устройством для вывода загрязнений (оболочкой 11). В этом варианте исполнения блок элементов 3-13 имеет возможность вертикального совместного возвратно-поступательного перемещения от электроподъемника 18.

Установка работает следующим образом.

В верхнюю часть колонны 1 (фиг. 1) заливается очищаемая вода. Воздухораспределитель 2 создает поток пузырьков воздуха со скоростью, необходимой для создания пузырьково-жидкостного столба во входном патрубке 3. Поверхностно-активные вещества адсорбируются на пузырьках воздуха, пузырьки собираются раструбом 4 и поступают в каналы разделителя потока 5, где вихревые и циркуляционные потоки резко ограничены и поэтому достигается предельная адсорбция ПАВ на поверхностях раздела фаз жидкость - газ. Проходя через зону сопряжения входного патрубка 3 с ППЭ 6, т.е. через зону конфузора 7 и диффузора 8, пузырьково-жидкостный столб трансформируется в серию компланарно перемещающихся жидкостных пленок, состоящих из концентрированных растворов ПАВ и стабилизированных монослоями ПАВ. Жидкостные пленки, продвигаясь через коническое сужение к верхнему торцевому отверстию d выходного патрубка 9, освобождаются от избытка воды. Она стекает к основанию ППЭ 6 по прослойке раствора ПАВ, смачивающей верхнюю стенку выходного патрубка 9. Попадая через верхнее торцевое отверстие d выходного патрубка 9 в пространство, ограниченное оболочкой 11 устройства для вывода загрязнений, пленки разрушаются и концентрат загрязнений (жидкость) вытекает из установки через сливной патрубок 12. При этом датчик потока 13 удаляемого концентрата ПАВ следит за интенсивностью потока жидкости, вытекающей по сливному патрубку 12. При изменении потока датчик 13 через блок управления 15 выдает сигнал на исполнительный механизм 14 для управления временем t пребывания жидкостных пленок в пространстве выходного патрубка 9.

Простейший вариант такого управления (фиг. 2) состоит в том, что при изменении интенсивности потока жидкости (концентрата загрязнений), вытекающей из сливного патрубка 12, датчик потока 13 через блок-управления 15 выдает сигнал исполнительному механизму 14, выполненному в виде электроклапана 17, установленного на воздухораспределителе 2. В результате происходит автоматическое адекватное изменение расхода воздуха, подаваемого в очищаемый объем воды через воздухораспределитель 2. При этом время t преодоления жидкостными пленками пространства выходного патрубка 9 обратно пропорционально расходу воздуха через электроклапан 17. С увеличением расхода воздуха это время сокращается и неустойчивые жидкостные пленки приобретают возможность преодолеть весь путь движения по выходному патрубку 9.

Более сложный вариант управления (фиг. 3) состоит в создании постоянного расхода воздуха, но в варьировании длиной выходного патрубка 9 при сохранении фиксированного зазора L между верхним его торцом и оболочкой 11 устройства для вывода загрязнений. В этом варианте при изменении интенсивности потока жидкости (концентрата загрязнений), вытекающей из сливного патрубка 12, датчик потока 13 через блок управления 15 выдает сигнал исполнительному механизму 14, выполненному в виде электроподъемника 18, который через тягу 19 поднимает или опускает устройство для вывода загрязнений (оболочку 11 и сливной патрубок 12) совместно с датчиком потока 13 и верхней частью 20 выходного патрубка 9 относительно телескопически сопряженной неподвижной нижней части 21 выходного патрубка 9. В результате адекватно изменяется длина выходного патрубка 9 и как следствие изменяется время t пребывания жидкостных пленок в нем.

Возможно также управление (фиг. 4) временем пребывания жидкостных пленок в пространстве выходного патрубка 9 путем автоматического изменения глубины погружения блока элементов установки 3-13 в объем очищаемой воды в колонне 1 при постоянном расходе воздуха. В случае изменения интенсивности потока жидкости (концентрата загрязнений), вытекающей из сливного патрубка 12, датчик потока 13 через блок управления 15 выдает сигнал исполнительному механизму 14, выполненному в виде электроподъемника 18, который через тягу 14 поднимает или опускает сборку элементов 3-13, в результате изменяется глубина погружения раструба 4 в очищаемую воду в колонне 1. При этом в пространстве входного 3 и выходного 9 патрубков адекватно изменяется высота пузырьково-жидкостного столба и, соответственно, длина пути движения жидкостных пленок.

Все перечисленные варианты управления обеспечивают автоматическое поддержание потока концентрата загрязнений на заданном уровне и тем самым интенсифицируют процесс очистки воды, предотвращая появление периодов холостого барботажа.

Пример конкретного выполнения установки.

Установка (фиг. 2) для очистки 10 литров воды от поверхностно-активных веществ, изготовленная из инертных материалов (стекло, пищевой полиэтилен) при диаметре входного патрубка 3, равном 20 мм, диаметре отверстия в коническом сужении 10 выходного патрубка 9, равном 8 мм, высоте конического сужения $h = 20$ мм, расстоянии $L = (0,5-1,0)d$, содержащая датчик потока 13 удаляемого концентрата ПАВ, выполненный в виде отрезка стеклянной трубки с помещенными в нее двумя электродами, находящимися на расстоянии 20мм друг от друга (ячейка для измерения проводимости потока жидкости с нерастворимыми анодными материалами) и содержащая блок управления 15, выполненный в виде усилителя электрических сигналов, поступающих на его вход от датчика потока 13 удаляемого концентрата ПАВ, автоматически управляющий на выходе исполнительным механизмом 14 (электроклапаном 17) для управления временем пребывания жидкостных пленок загрязнений в пространстве выходного патрубка 9, путем изменения интенсивности подачи воздуха на воздухораспределитель 2, снижает концентрацию всех видов ПАВ в воде

до остаточных содержаний 10-30 мкг/л позволяя уменьшить их общее количество в воде до 300 раз. При этом продолжительность процесса очистки в заявляемой установке сокращается примерно вдвое по сравнению с известными установками, а сам процесс очистки воды в присутствии минеральных, растительных и животных масел, а также критических концентраций жестких ПАВ происходит без появления периодов холостого барботажа. В датчике потока 13 удаляемого концентрата ПАВ могут быть использованы также принципы измерения емкости, индуктивности, оптической плотности и т.д. Место расположения датчика потока 13 в зависимости от габаритных размеров и компоновки установки можно варьировать. Например, датчик потока 13 может быть установлен внутри оболочки 11 на торце выходного патрубка 9. Блок управления 15 также может быть создан на различных принципах действия (электрохимический, оптоэлектронный и др.).

Предложенное усовершенствование установки существенно расширяет сферу ее применений. В частности становится возможным применять ее не только для очистки питьевой воды, но и для очистки различных сточных вод.

Повышение производительности очистных устройств, основанных на принципе действия данной установки достигается увеличением числа единичных установок, подключаемых к фиксированному объему или потоку очищаемой жидкости (проточный вариант).

Таким образом, предлагаемое конструктивное выполнение установки позволяет эффективно извлекать поверхностно-активные загрязнения из воды в присутствии масел и критических концентраций жестких ПАВ в ее объеме и является более экономичным. Все конструктивные элементы установки могут быть легко изготовлены обычными методами как на малых, так и на крупных предприятиях.





