

Изобретение относится к области очистки воды от поверхностно-активных веществ (ПАВ) и предназначено для очистки преимущественно питьевой воды в быту и в промышленности для производства напитков. Оно может быть применено также для очистки других полярных жидкостей.

Основу наиболее опасных загрязнений водопроводной питьевой воды для организма человека составляют амфифильные органические соединения: синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ), продукты разложения бактерий и микробов. 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. Коммунальные очистные сооружения не удаляют эти вещества, а хлорирование приводит их в разряд канцерогенов. аккумулирующихся в организме человека и способствующих онкологическим заболеваниям.

Известен ряд устройств, предназначенных для глубокой очистки воды, в том числе питьевой, и использующих в качестве активных компонентов сорбенты (активированный уголь, карбид титана и др.) [А.с. СССР № 791616, кл. С 02 F 1/28, 1978, а.с. СССР № 114394, кл. С 02 F 1/28, 1983]. В таких устройствах вредные примеси за счет физико-химических взаимодействий сорбируются и остаются в активных компонентах, помещенных в корпус. На этом принципе созданы различные промышленные и бытовые устройства для очистки питьевой воды, в частности "родничок", "Фибс", "Аква" и т.д. Все они рассчитаны на определенный срок службы и для достижения глубокой очистки воды от ПАВ необходимо активный компонент многократно регенерировать, либо заменять новым. Кроме того, качество очистки воды сильно зависит от скорости, с которой она проходит через активный компонент, что создает ряд неудобств при эксплуатации фильтрующих устройств. Эти недостатки в целом делают применение известных устройств для очистки питьевой воды неэкономичными.

Известны также устройства для очистки воды от ПАВ [Мещеряков И.Ф., "Флотационные машины", "Недра", 1972 г., с. 41], основанные на применении флотационных методов. В этих устройствах вредные примеси сорбируются на пузырьках газа, выносятся на поверхность жидкости и непрерывно с нее удаляются. Такие устройства используют, главным образом, для обработки сточных вод, содержащих загрязнения в больших количествах.

При относительно низких концентрациях ПАВ - (порядка нескольких миллиграммов на литр) применение указанных устройств становится не эффективным из-за малой степени извлечения ПАВ, и большого количества воды, уносимой с продуктами флотации. Поэтому для очистки питьевой воды они не применяются.

На таком принципе работает установка для очистки воды от ПАВ [а.с. СССР № 1611874, кл. С 02 F 1/24, 1990] включающая корпус с трубой для подачи из одной воды, расположенной в верхней части корпуса, трубой для подачи флотагента, снабженной распылителем, а также трубой для отвода очищенной воды, расположенных в нижней части корпуса, и содержащая устройство для вывода загрязнений, выполненное в виде эжекторной системы удаления флотоотходов, расположенное в верхней части корпуса. При этом входное отверстие эжектора расположено над поверхностью воды, находящейся в корпусе установки для очистки воды от ПАВ. В этой установке, главным образом, производится очистка сточных вод, содержащая значительные количества ПАВ путем удаления их с поверхности очищенной воды в виде пенного слоя.

В водопроводной воде концентрация ПАВ такова, что толщина слоя загрязнений существенно менее микрона, а удаляемый поверхностный слой - несколько миллиметров. Эту воду в известной установке очистить от ПАВ с достижением максимальной степени извлечения ПАВ невозможно из-за отсутствия средства, способного осуществлять локальное концентрирование ПАВ и удаление его при минимальном объеме концентрата.

Известна также установка для флотации онного разделения [заявка Японии № 56-25199, кл. С 02 F 1/24, 1981 г. заявл. 22.04.77, опубл. 10.06.81], включающая колонну, снабженную сливным патрубком для удаления очищенной воды, в днище которой установлен воздушораспределитель, а внутри -входной патрубок, в нижней части которого закреплен раструб для улавливания пузырьков воздуха с поглощенными веществами, а в верхней - устройство для отдаления пузырьков воздуха. В случае непрерывного действия установки обрабатываемая жидкость подается в верхнюю часть колонны, а очищенная выводится через патрубок в дне колонны.

Хотя эта установка и обеспечивает локальное концентрирование. Степень извлечения ПАВ остается довольно низкой (уменьшение концентрации в 3-4 раза за 90 мин), а объем концентрата - достаточно большим.

Наиболее близким к заявляемой по совокупности конструктивных признаков и принципу действия является установка для очистки воды. преимущественно питьевой, от поверхностно-активных веществ (прототип) (патент Украины по заявке № 93030197 от 01.12.92, кл. С 02 F 1/24, по которой принято решение о выдаче патента от 27.12.93), включающая колонну, снабженную сливным патрубком для удаления очищенной воды, в днище которой установлен воздушораспределитель, а внутри - входной патрубок, в нижней части которого закреплен раструб для улавливания пузырьков воздуха с поглощенными веществами, а в верхней - пузырьково-пленочный экстрактор (ППЭ), соосно соединенный с последним и выполненный в виде последовательно сопряженных конфузора, диффузора, выходного патрубка и устройства для вывода загрязнений.

Эта установка позволяет снизить концентрацию всех видов ПАВ в водопроводной питьевой воде в 30-50 раз при объеме удаляемого концентрата 2-4%. Однако степень извлечения ПАВ и объем удаляемого концентрата в ней зависят от расхода воздуха.

При малом расходе воздуха пузырьково-жидкостный столб с необходимым соотношением объемов жидкость - газ во входном патрубке не образуется и ППЭ не функционирует. При большом расходе воздуха (для прототипа превышающем 0,6 л/мин) в пузырьково-жидкостном столбе входного патрубка возникают паразитные вихревые и циркуляционные потоки, приводящие к снижению концентрации ПАВ в зоне сопряжении конфузора и диффузора. Соответственно, увеличивается содержание растворителя (воды) в жидкостных пленках, образующихся в ППЭ и удаляемых из него устройством для вывода загрязнений. Эффективность процесса очистки при этом снижается.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать известную установку для очистки воды от ПАВ так, чтобы достигалась максимальная степень извлечения ПАВ при максимальной скорости процесса очистки

воды (максимальном потоке пузырьков воздуха) и минимальном объеме удаляемого концентрата.

Поставленная задача решается так, что в установке для очистки воды, преимущественно питьевой, от поверхностно-активных веществ, включающей колонну, снабженную сливным патрубком для удаления очищенной воды, в днище которой установлен воздухораспределитель, а внутри входной патрубок, в нижней части которого закреплен раструб для улавливания пузырьков воздуха с поглощенными веществами, а в верхней - пузырьково-пленочный экстрактор, соосно соединенный с последним и выполненный в виде последовательно сопряженных конфузора, диффузора, выходного патрубка и устройства для вывода загрязнений, согласно изобретению, внутри входного патрубка помещен разделитель потока, а выходной патрубок имеет коническое сужение на верхнем конце, причем устройство для вывода загрязнений представляет собой замкнутую оболочку, охватывающую выходной патрубок и закрепленную на нем с зазором, при этом оболочка имеет в нижней части сливной патрубок.

Сущность изобретения заключается в следующем:

Пузырьки воздуха от воздухораспределителя, захватывая загрязнения воды, собираются раструбом, поступают во входной патрубок, накапливаются в нем и образуют пузырьково-жидкостный столб. В этом столбе скорость вертикального перемещения пузырьков воздуха снижается при большом отношении суммарного объема пузырьков к объему жидкости в столбе, а вихревые и циркуляционные потоки резко ограничиваются разделителем потока, делящим внутреннее пространство входного патрубка на несколько каналов. Тем самым обеспечивается предельная адсорбция поверхностно-активных веществ на границах раздела фаз жидкость - газ и достигается максимальная концентрация ПАВ у вершины пузырьково-жидкостного столба. Продвигаясь через сопряжение с ППЭ, (т.е. через зону конфузора и диффузора) пузырьково-жидкостный столб трансформируется в серию жидкостных пленок, состоящих из концентрированного раствора ПАВ, стабилизированных монослоями ПАВ, и компланарно перемещающихся по прослойке жидкости, смачивающей стенки выходного патрубка пузырьково-пленочного экстрактора. Толщина пленок уменьшается по мере продвижения к верхнему коническому сужению выходного патрубка. Проходя вдоль конического сужения, жидкостные пленки сокращают площадь своей поверхности. Вода из их внутреннего пространства при этом вытесняется в горообразные мениски и ее избыток по прослойке, смачивающей стенки выходного патрубка, стекает к основанию ППЭ. Таким образом, содержание поверхностно-активных веществ в пленках еще более возрастает. Далее, пленки концентрата ПАВ проходят через зазор между верхним концом выходного патрубка и замкнутой оболочкой в пространство устройства для вывода загрязнений. В этом пространстве они разрушаются, а концентрат загрязнений собирается в нижней части замкнутой оболочки и его избыток удаляется по сливному патрубку.

Приведенная совокупность признаков решает поставленную задачу, а именно реализуется максимальная степень извлечения поверхностно-активных веществ при максимальной скорости процесса очистки воды (максимальном потоке пузырьков воздуха) и минимальном объеме удаляемого концентрата.

Изобретение поясняется чертежом, где показана схема установки для очистки воды.

Заявляемая установка включает 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, поступающим из раструба 4. Верхней частью входной патрубок 4 соосно соединен с 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 оболочки 11 устройства для вывода загрязнений, в нижней части которой находится сливной патрубок 12 для удаления концентрата загрязнений. В нижней части колонны 1 установлен сливной патрубок 13 для удаления очищенной воды.

Установка работает следующим образом.

В верхнюю часть колонны 1 заливается очищаемая (водопроводная) 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 по тому 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, состоящий из концентрированных растворов ПАВ и стабилизированных монослоями ПАВ. Жидкостные пленки, продвигаясь через коническое сужение к верхнему торцевому отверстию выходного патрубка 9 освобождаются от избытка воды. Она стекает к основанию ППЭ 6 по прослойке раствора ПАВ, смачивающей внутреннюю стенку выходного патрубка 9. Попадая через верхнее торцевое отверстие выходного патрубка 8 в пространство, ограниченное оболочкой 11 устройства для вывода загрязнений, пленки разрушаются и в виде концентрата загрязнений (жидкости) удаляются через сливной патрубок 12. По достижении нижнего критического уровня концентрации ПАВ в очищаемом объеме воды, пузырьково-жидкостный столб теряет способность образовывать жидкостные пленки и ППЭ 6 прекращает работу. Очищенную воду сливают по сливному патрубку 13.

Указанное устройство эффективно работает как в режиме экстракции ПАВ из фиксированного объема, так и в режиме непрерывного действия (проточный вариант). В последнем случае несколько установок соединяют последовательно, получая на выходе поток очищенной воды.

Пример конкретного выполнения установки.

Бытовая установка для очистки 10 литров водопроводной питьевой воды, изготовленной из инертных материалов (стекло, пищевой полиэтилен), при диаметре входного патрубка 3, равном 25 мм, диаметре выходного патрубка 9, равном 20 мм, диаметре отверстия в коническом сужении 11 выходного патрубка 9, равном 8 мм, высоте конического сужения $h = 20$ мм и расстоянии $L = 0,5-1,0 D$ (расход воздуха 1,2 л/мин)

снижает концентрацию всех видов ПАВ в 50-100 раз. При этом, в виде концентрата загрязнений удаляется менее 2% от объема очищаемой воды. Установка потребляет 2-3 Вт.часа электроэнергии.

Во входном патрубке использовался разделитель потока 5 из перфорированных продольнорасположенных пластин, делящих пространство входного патрубка на 4 канала. Могут быть использованы разделитель потока 5 другой геометрической формы, а необходимое количество каналов определяется диаметром пузырьков и расходом воздуха.

Повышение производительности очистных устройств, основанных на использовании эффекта ППЭ, легко достигается увеличением числа единичных установок, подключенных к фиксированному объему или в потоку жидкости. Удельный расход воздуха для отдельно взятой установки при этом остается постоянным.

Наряду с поверхностно-активными загрязнениями органического происхождения, с помощью ППЭ удаляются также ионы поливалентных металлов и коллоидные примеси.

Таким образом, предлагаемое конструктивное выполнение установки позволяет более эффективно извлекать загрязнения из воды и других полярных жидкостей, является экономичным и не требует применения расходных компонентов. Все конструктивные элементы установки можно легко изготавливать обычными методами как на малых, так и на крупных предприятиях.

