

Изобретение относится к физико-химическим и электрохимическим способам и устройствам очистки воды.

Известен принятый за прототип способ электрохимической очистки воды [1], включающий последовательную обработку в катодной и анодной камерах диафрагменного электролизера с использованием нерастворимых электродов при подаче на них переменного асимметричного напряжения с соотношением катодной и анодной составляющих (8 - 10) : 1 и фильтрацию перед обработкой в анодной камере.

Признаками прототипа, совпадающими с существенными признаками первого изобретения являются обработка очищаемой воды в катодном и анодном пространствах с использованием электродов при подаче на них напряжения.

Причинами, препятствующими достижению технического результата высокой степени очистки воды электрокоагуляцией с формированием лиотропных жидкокристаллических структур и их последующим разрушением являются отсутствие в прототипе условий и возможностей для применения пульсирующих и температурных полей, в которых происходит очистка и формируются лиотропные жидкие кристаллы.

В основу первого изобретения поставлена задача усовершенствования способа физико-химической очистки воды, в котором за счет проведения электрокоагуляции в катодном и анодном пространствах с использованием электродов при нагревании очищаемой воды проходящим током, не доводящем ее до кипения, и при полевым воздействии на очищаемую воду при особых условиях, позволяющим сформироваться лиотропным жидким кристаллам с переходом части из них в твердую фазу, которые затем необходимо разрушить и удалить для применения очищенной воды в промышленности и в быту, при этом обеспечивается технический результат и следующие потребительские свойства: обеззараживание, качественная очистка воды и исключение вредного действия очищенной воды на биообъекты и объекты техники.

Поставленная задача решается тем, что в способе физико-химической очистки воды, включающем обработку очищаемой воды в катодном и анодном пространствах с использованием электродов при подаче на них напряжения согласно изобретению очистку производят в пульсирующем импульсном электрическом поле при тепловом действии тока не превышающим 95°C за счет формирования лиотропных жидких кристаллов, отстаивания обработанной воды в течение 20 - 28 часов, разделения осадка и очищенной воды, в которой сохранилась часть лиотропных жидких кристаллов, с последующим разрушением этих кристаллов, например кипячением, последующим фильтрованием.

Эта совокупность отличительных признаков является достаточной во всех случаях.

Согласно изобретению используют 0,7 - 0,9 частей объема очищенной воды. Этот признак может охарактеризовать изобретение в конкретной форме использования при определенных условиях, признак этот существенный, он влияет на технический результат, а еще больше на вытекающие из него потребительские свойства ~ исключение вредного действия на биообъекты и объекты техники, так как в нижней части очищенной прозрачной воды, не содержащей видимого осадка, находятся взвешенные частицы.

По мнению заявителя созданы условия для формирования лиотропных жидких кристаллов, наличие пульсирующего импульсного тока, волновое действие которого благоприятно для создания лиотропных жидкокристаллических структур при незначительных по величине токах, продолжительном во времени медленном нагреве не превышающим 95°C. При электролизе с использованием больших токов и нагреве до высоких температур образующиеся жидкокристаллические структуры сразу же разрушаются.

Все перечисленные признаки, изложенные в формуле первого изобретения, существенны, влияют на технический результат, позволяют его достичь, то есть находятся с ним в причинно-следственной связи. При отсутствии этих признаков технический результат не может быть достигнут.

Известен принятый за прототип электрокоагулятор для очистки воды [2], содержащий корпус, разделенный диафрагмой на анодное и катодное пространство, нерастворимый катод и анод, выполненный из пакета растворимой стружки и нерастворимой пластины, патрубки подачи и вывода воды, при этом диафрагма установлена под углом к вертикальной оси, патрубок подачи воды установлен в месте соприкосновения диафрагмы и анода.

Признаками прототипа, совпадающими с существенными признаками второго предполагаемого изобретения являются наличие электродов, располагаемых внутри корпуса, к которому подсоединен патрубок вывода воды.

Причинами, препятствующими достижению технического результата - высокой степени очистки воды электрокоагуляцией с формированием лиотропных жидкокристаллических структур являются отсутствие в прототипе возможностей создания температурных и волновых полей, в которых происходит очистка и формируются лиотропные жидкие кристаллы.

В основу второго изобретения поставлена задача создания бытового электрокоагулятора для очистки воды, в котором за счет расположения рабочих пространств, за счет осуществления возможности подать на электроды пульсирующее импульсное напряжение обеспечивается технический результат и потребительские свойства, связанные с техническим результатом: возможность в быту осуществить высокую степень очистки воды при относительно небольших энергозатратах и затратах времени.

Поставленная задача решается тем, что в бытовом электрокоагуляторе для очистки воды, включающем электроды, располагаемые внутри корпуса, к которому подсоединен патрубок вывода воды, согласно изобретению содержатся не меньше двух пар электродов, расположенных по окружности с чередующейся полярностью, закрепленных на подвеске крышки и соединенных с импульсным преобразователем с возможностью подачи от него пульсирующего импульсного напряжения и с возможностью смены полярности электродов для обеспечения равномерности их износа.

Между совокупностью существенных признаков второго предполагаемого изобретения и достигаемым результатом существует следующая причинно-следственная связь: наличие всех вышеперечисленных признаков позволит достичь технического результата, При отсутствии этих признаков технический результат

не может быть достигнут.

Способ осуществляется следующим образом. В корпус (желательно стеклянный) бытового электрокоагулятора для очистки воды наливается очищаемая вода; туда же на подвеске помещают электроды и включают электрокоагулятор в сеть. С помощью импульсного преобразователя электрокоагулятора между электродами создается пульсирующее импульсное электрическое поле. Очистку производят при постоянном по величине напряжении на электродах, которое вызывает прохождение тока через очищаемую воду, который, в свою очередь, вызывает ее нагрев. Продолжительность очистки и величина тока зависят от степени загрязненности и начальной температуры очищаемой воды. В любом случае очистка должна быть прекращена при температуре очищаемой воды не превышающей 95°C. После окончания очистки электрокоагулятор отключается от сети, электроды извлекаются из корпуса, содержимое которого отстаивается в течение 20 - 28 часов, после чего патрубок вывода отстоявшаяся вода сливается в емкость, в которой лиотропные жидкие кристаллы, не перешедшие в твердую фазу, подвергаются разрушению путем перевода их в изотропножидкое состояние, например кипячением, вибрацией, токами высокой частоты. Обработанная вода фильтруется и готова к употреблению.

Обнаружить жидкие кристаллы можно по наличию электрооптических эффектов в оптической ячейке (Белиловский В.Д. Эти удивительные жидкие кристаллы. М., "Просвещение", 1987, 112 с, см. с. 90).

Заполнив стекла оптических ячеек лиотропными жидкокристаллическими структурами, фиксировали домены Капустина -Вильямса (систему темных и светлых полос, расположенных параллельно), воспользовавшись микроскопом. Причем в оптической ячейке, заполненной очищенной водой после разрушения кипячением лиотропных жидкокристаллических структур, электрооптические эффекты отсутствовали.

Пример осуществления способа.

Производили очистку 3л питьевой водопроводной воды. Начальные параметры: напряжение на электродах - 36 В, ток - 0,75 А, температура воды - 9°C. Динамика изменения их во времени представлена в таблице 1.

После 30-минутного процесса очистки появился в большом количестве осадок, связанный с интенсивной окислительно-восстановительной реакцией на электродах. Был сделан вывод о возможности прекращения очистки при этой продолжительности. В этих условиях сформированы многие лиотропные жидкокристаллические структуры. Продолжительности очистки в 30 минут соответствуют ток 1,30 А и температура 41°C (см. таблицу 1). При одинаковом по величине напряжении на электродах ток, температура, продолжительность очистки зависят от степени загрязненности воды и в каждом конкретном случае будут разными.

После отстаивания воды в течение суток она была слита через патрубок вывода, который расположен таким образом, что 0,1 - 0,3 части очищенной воды остаются в корпусе электрокоагулятора. Кипячением в течение 5 минут лиотропные жидкокристаллические структуры разрушаются и после фильтрации вода готова к употреблению.

Результаты анализов полученной в этих условиях питьевой воды приведены в таблицах 2 и 3. В таблице 2 "Токсикологические показатели воды" и в таблице 3 "Органолептические показатели воды" в качестве показателей питьевой водопроводной воды приняты нормативы ГОСТ 2874-82, приведенные в графах 2, а результаты анализов воды, очищенной по предлагаемому способу, - в графах 3.

Анализ таблиц 2 и 3 показывает, что по всем проверенным показателям обработанная по предлагаемому способу питьевая вода намного лучше соответствующих нормативов стандарта. Никаких вредных примесей в процессе обработки в питьевую воду не вносится. Как показали эксперименты (очищали питьевую водопроводную воду с pH = 6 и pH = 9), обработанная вода всегда была нейтральной (pH = 7).

Продолжительность очистки питьевой водопроводной воды можно установить экспериментально путем нескольких проб по наличию в отстоянной воде осадка черного цвета: при его появлении необходимо уменьшать продолжительность очистки до его отсутствия.

Второе изобретение иллюстрируется графическими материалами фиг. 1 и фиг. 2, на которых представлены в разрезах корпус 1 с патрубком вывода воды 2, корпус закрыт крышкой 3, на подвеске 4 которой закреплены электроды 5, изготовленные из нержавеющей питьевой стали 0.8X18N10T ГОСТ 5949-75 и соединенные с импульсным преобразователем 6, включающим, например тиристор и формирователь управляющего ним напряжения, состоящий из резисторов, конденсаторов и диода (на фигурах не указаны).

Бытовой электрокоагулятор работает следующим образом. В корпус 1 при снятой крышке 3 наливается очищаемая вода, опускаются электроды 5 на подвеске 4 до закрытия крышки 3. Импульсный преобразователь 6 подключается к сети 220 В. Наличие пульсирующего импульсного напряжения делит электроды 5 на анод и катод.

Под действием пульсирующего импульсного электрического поля молекулы воды и находящиеся в ней молекулы других веществ, имеющие собственные или наводимые полем дипольные моменты, занимают по отношению к нему ориентированное положение, а ионы приходят в движение, причем траектория их движения зависит от ориентации молекул. Отклонение ориентации молекул от заданной электрическим полем вследствие их участия в тепловом движении приводит к образованию групп положительных и отрицательных ионов. Смещаясь в общем направлении, перпендикулярном действию электрического поля и перенося с собой окружающие молекулы, эти группы ионов образуют конвективные вихри в электродных пространствах. Эти вихри могут поддерживаться сколько угодно долго, если прибывшие к электродам ионы будут разряжаться, а на их месте будут появляться новые. Из-за наличия градиента температуры вдоль электродов 5, смещения ионов под действием электрического поля, наличия газовых молекул в вихрях последние плавно перемещаются вдоль электродов к поверхности воды, образуя гидродинамические потоки, которые обуславливают подвод воды в электродные пространства (см. фиг. 1).

В этих условиях при наличии интенсивного перемешивания, пульсирующего импульсного поля и нагревания воды проходящим током в анодном и катодном пространствах из, например радикалов

(гидрофильная часть) и углеводородных цепочек (липофильная часть) образуются амфифильные молекулы лиотропного жидкого кристалла, из которых формируются мицеллы, структуры которых будут зависеть от их концентрации. Значительная часть этих мицелл гидродинамическими потоками выносится на поверхность и в приповерхностные слои воды, где при определенной концентрации и под воздействием температуры окружающей среды образовавшиеся жидкокристаллические структуры переходят в твердое состояние. По мере остывания воды после выключения электрокоагулятора и в процессе ее отстаивания в течение 20 - 28 часов твердые частицы осаждаются на дно корпуса 1.

**Таблица 1**

**Зависимость времени очистки от напряжения, тока, температуры**

t, мин	I, А	U, В	T, °C	t, мин	I, А	U, В	T, °C
1	2	3	4	1	2	3	4
1	0,75	36	9	40	1,50	36	52
5	0,80	36	14	45	1,70	36	56
10	0,95	36	23	50	1,80	36	69
15	1,05	36	27	55	1,90	36	78
20	1,10	36	29	60	1,91	36	91
25	1,20	36	34	65	1,93	36	93
30	1,30	36	41	66	1,95	36	95
35	1,40	36	46				

Таблица 2

## Токсикологические показатели воды

Наименование показателя	Норматив	Очищенная по способу
Алюминий остаточный (Al), мг/л, не более	0,5	0,01
Бериллий (Be), мг/л, не более	0,0002	не обнаружен
Молибден (Mo), мг/л, не более	0,25	0,06
Мышьяк (As), мг/л, не более	0,05	не обнаружен
Нитраты (NO <sub>3</sub> ), мг/л, не более	45,0	0,7
Полиакриламид остаточный, мг/л, не более	2,0	не обнаружен
Свинец (Pb), мг/л, не более	0,03	0,006
Селен (Se), мг/л, не более	0,001	0,0002
Стронций (Sr), мг/л, не более	7,0	0,07
Водородный показатель pH	6,0-9,0	7,0

Таблица 3

## Органолептические показатели воды

Наименование показателя	Норматив	Очищенная по способу
Железо (Fe), мг/л, не более	0,3	0,02
Жесткость общая, мг/экв/л, не более	7,0	0,1
Марганец (Mn), мг/л, не более	0,1	0,03
Медь (Cu <sup>2+</sup> ), мг/л, не более	1,0	0,02
Полифосфат остаточный (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ), мг/л, не более	3,5	0,06
Сульфат (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ), мг/л, не более	500	7
Сухой остаток, мг/л, не более	1000	123
Хлориды (Cl <sup>-</sup> ), мг/л, не более	350	60
Цинк (Zn <sup>2+</sup> ), мг/л, не более	5,0	2,0

