

Изобретение относится к обработке воды промышленных и бытовых сточных вод, в частности к обработке электрохимическими способами, и может быть использовано для очистки сточных вод, содержащих красители и другие органические вещества.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ очистки сточных вод от органических соединений с использованием электромагнитного поля [1. Авторское свидетельство СССР МКИ⁴ С 02 F 1/46, 1987]. Согласно данному способу обработку воды осуществляют в аппарате, состоящем из диэлектрической трубы, заполненной токопроводящим наполнителем в виде гранул алюминия, узла токоподвода, выполненного в виде проходящего соосно через диэлектрическую трубу кольцевого магнитопровода с обмоткой, и системы электромагнитов. При этом труба с засыпкой расположена под полюсами системы магнитов параллельно силовым линиям. На обмотку магнитопровода подают импульсный переменный ток частотой 50 Гц, который трансформируется в слой засыпки из гранул алюминия и усиливается электромагнитным полем, создаваемым системой магнитов. Сила тока в слое засыпки в момент импульса может достигать нескольких сотен тысяч ампер, это приводит к активации электрохимической обработки воды путем электрокоагуляции. Коагуляционная очистка водных загрязнений осуществляется гидроксидом алюминия, полученным непосредственно в аппарате при разрушении окисной пленки алюминия.

Нами была исследована эффективность известного способа в процессе очистки воды, содержащей краситель активный желтый 2КТ светопрочный, или активный ярко-красный 6С, или прямой черный 6С при концентрации 100 мг/дм³. Получены следующие данные: остаточная концентрация красителя 40 мг/дм³, что соответствует степени очистки 60% при расходе коагулянта 1,5 г/дм³, электроэнергии - 120 кВт·час/моль. Такая глубина очистки данным способом ограничена возможностями электрокоагуляционного процесса очистки, что подтверждается литературными данными [2. Яковлев СВ., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки воды. - Л.: Стройиздат, Ленингр. от-ние, 1987. С.112-124].

Таким образом, способ [1] характеризуется низкой эффективностью процесса очистки воды от трудноокисляемых органических веществ - красителей: очень высокая остаточная концентрация органических веществ, что характеризует низкую степень очистки, и достаточно большой расход электроэнергии.

Однако, достоинством известного способа является устранение контакта узла токопровода с химически разрушающей средой. Это полностью исключает разрушение узлов токопровода и снижает эксплуатационные затраты на очистку сточных вод.

Задачей изобретения является разработка способа очистки воды от органических веществ, основанного на электромагнитной обработке, в котором сочетание заявляемой природы токопроводящего наполнителя и повышенной частоты электромагнитного поля обеспечило бы уменьшение остаточной концентрации трудноокисляемых органических веществ, и, следовательно, повышение степени очистки, а также снижение энергозатрат в процессе окисления трудноокисляемых веществ.

Для решения поставленной задачи предложен способ очистки воды от органических веществ, включающий обработку воды электромагнитным полем в присутствии токопроводящего наполнителя, в котором, согласно изобретению, в качестве токопроводящего наполнителя используют углеродсодержащий материал и обработку ведут электромагнитным полем частотой >50 Гц.

Установлено, что при обработке электромагнитным полем частотой >50 Гц системы, состоящей из токопроводящего наполнителя и воды, содержащей органические вещества, например, красители, создаются условия эффективной деструкции красителей, обеспечивающие глубокую очистку. Как мы полагаем, происходит исключение скачка падения потенциала системы углеродсодержащий наполнитель - магнитное поле-вода, что приводит к сокращению побочных электрохимических реакций, и следовательно, к повышению коэффициента полезного использования электроэнергии. В результате этого сокращается расход электроэнергии на процесс деструкции органических веществ. Так, расход электроэнергии составляет 10-20 кВт·час/моль при степени очистки 95-100%.

Способ реализуется следующим образом.

Очистку воды от органических веществ проводят в реакторе, состоящем из цилиндрического корпуса, выполненного из диэлектрического материала и загруженного токопроводящим углеродсодержащим материалом в виде гранул. На внешней поверхности корпуса расположена катушка индуктивности, на которую подают переменный ток частотой >50 Гц. Под действием переменного электромагнитного поля катушки в системе вода-органическое вещество-углерод содержащий материал электрический ток, который проходит через многочисленные гранулы наполнителя и вызывает глубокую электрохимическую деструкцию органических веществ.

В качестве токопроводящего углеродсодержащего наполнителя используют активированный уголь КАД-йодный и карбид кремния SiC. Очистке подвергали воду, содержащую краситель активный желтый 2КТ светопрочный или активный ярко-красный 6С, или прямой черный 3 концентрации 100-150 мг/дм³, которую пропускали через слой токопроводящего наполнителя снизу вверх со скоростью 0,4-0,6 м³/час. Процесс очистки от красителей осуществляют при частоте 100-700 Гц при напряженности электромагнитного поля 0,4-0,91 В/м. Концентрацию органических веществ в исходной и очищенной воде определяли на спектре UV VIS.

Примеры осуществления способа.

Пример 1. В реактор диаметром 30 мм помещают 50 г токопроводящего наполнителя активированного угля КАД-йодный размером зерна 0,5-1,0 мм. Готовят раствор красителя активного желтого 2КТ светопрочного концентрацией 100 мг/дм³. В реактор подают раствор красителя со скоростью 0,4 м³/м²ч; на катушки индуктивности подают переменный ток U - 3 В, I - 0,2 А, частотой 500 Гц и напряженностью 0,66 В/м в проточном режиме. Величина остаточной концентрации составляет 5 мг/дм³, что соответствует степени очистки 95%, расход электроэнергии - 10 кВт·час/моль (Таблица, позиция 2).

Пример 2. В реактор диаметром 30 мм помещают 180 г токопроводящего наполнителя - карбида кремния размером частиц 0,5-1,0 мм. Готовят раствор красителя активного желтого 2КТ светопрочного концентрацией 100 мг/дм³. В реактор подают раствор красителя со скоростью 0,4 м³/м²ч. На катушку индуктивности подают переменный электрический ток U - 4 В, I - 0,12 А, частотой 200 Гц. Процесс очистки осуществляют

электромагнитным полем частотой 200 Гц напряжённостью 0,66 В/м в проточном режиме. Степень очистки составляет 100%, расход электроэнергии - 100 кВтчас/моль (Таблица, позиция 11)..

В таблице представлены данные по эффективности очистки воды от красителей - активного желтого 2КТ светопрочного, активного ярко-красного 6С, прямого черного 3 с использованием предложенного и известного способов.

Установлено, что оптимальная величина частоты электромагнитного поля, обеспечивающая максимальную глубину очистки от трудноокисляемых органических веществ - красителей, при минимальном расходе электроэнергии зависит от природы токопроводящего углеродсодержащего наполнителя и составляет для активированного угля КАД-3 - 400-600 Гц (Таблица, позиции 1-9), для SiC -100-700 Гц (Таблица, позиции 10-18).

Преимущества предложенного способа очистки от органических веществ по сравнению с известным подтверждается данными таблицы.

Как следует из данных таблицы, предложенный способ по сравнению со способом-прототипом позволяет значительно повысить степень очистки с 60% до 95-100%, т.е. на 35-40%, и снизить расход электроэнергии с 120 кВтчас/моль до 10-20 кВтчас/моль, т.е. в 6-10 раз.

№ п/п	Концентрация вещества, мг/дм ³	Обработка электромагнит- ным полем		Напол- нитель	Показатели		
		Частота, Гц	Напряжен- ность поля, В/м		Остаточная концентра- ция, мг/дм ³	Степень очистки, %	Расход элект- роэнергии, кВтчас/моль
			по изобре- тию				
1	Активный желтый	400	0,53	КАД-йодный	4,9	95,1	15,1
2	2КТ светопрочный	500	0,66		4,0	96,0	10,0
3	100 мг/дм ³	600	0,79		6,0	95,5	12,1
4	Прямой черный 3	400	0,58		5,1	94,9	12,8
5	100 мг/дм ³	500	0,66		4,0	96,0	10,1
6		600	0,79		4,8	95,2	11,0
7	Активный ярко- красный 6С,	400	0,58	SiC	5,0	95,0	15,8
8	100 мг/дм ³	500	0,66		4,4	95,6	12,1
9		600	0,79		4,9	95,1	12,4
10	Активный желтый	100	0,58		4,0	96,0	12,0
11	2КТ светопрочный	200	0,66		-	100,0	10,0
12	100 мг/дм ³	700	0,79		-	100,0	10,6
13	Прямой черный 3	100	0,58	прототип	34,0	96,6	10,1
14	100 мг/дм ³	200	0,66		-	100,0	9,8
15		700	0,79		-	100,0	9,9
16	Активный ярко- красный 6С	100	0,58		0,8	99,2	12,9
17	400 мг/дм ³	200	0,66		-	100,0	12,1
18		700	0,79		0,4	99,6	12,7
19	Активный желтый 2КТ светопрочный 100 мг/дм ³		прототип	Гранулы алюминия	40,0	60,0	12,0