



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4061977/31-26  
(22) 25.04.86  
(46) 07.12.89. Бюл. № 45  
(71) Одесский инженерно-строительный институт  
(72) И.И.Уткин, Е.П.Кулиненко  
и О.В.Муратов  
(53) 663.632.54(088.8)  
(56) Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки сточных вод. - Киев, 1981, с. 112.  
(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
(57) Изобретение относится к технологии очистки воды коагуляцией и флоатацией и может быть использовано для очистки природных вод на хозяйственные нужды удаленных малонаселенных мест, а также для очистки промышленных сточных вод, например, гальванического производства и сточных вод судов речного и морского флота. Целью изобре-

2  
нения является повышение степени очистки, уменьшение влажности флотированного осадка, а также упрощение способа. Для осуществления способа подаваемую в отстойник сточную воду под избыточным давлением одновременно с введением коагулянта - солей железа - насыщают газами под избыточным давлением с последующим отводом через 25-30 с не растворившихся газов. Обработку коагулянта и насыщение воды газами можно проводить, подвергая воду электролизу в двухэлектродном дисковом электрокоагуляторе, причем воду дополнительно насыщают воздухом в количестве 0,8-1% от расхода воды. Способ позволяет повысить эффективность очистки на 5-8% и получить осадок с влажностью 91,6-92% (по прототипу 99,4%), что исключает в предлагаемом способе дополнительные операции по уплотнению осадка. 2 з.п. ф-лы, 2 табл.

Изобретение относится к технологии очистки вод коагуляцией и флоатацией и может быть использовано для очистки природных вод на хозяйственные нужды удаленных малонаселенных мест, а также для очистки промышленных сточных вод и сточных вод судов речного и морского флота.

Цель изобретения - повышение степени очистки воды, снижение влажности образующегося осадка и упрощение способа.

Для осуществления способа обрабатываемую жидкость, например сточные воды гальванических производств, по-

дают по трубопроводу под избыточным давлением в отстойник. При этом всю воду или часть (5-10% от всего расхода) подают по циркуляционному трубопроводу, соединяющему напорный трубопровод и всасывающий патрубок насоса, на трассе которого установлен электрокоагулятор и эжектор для подсоса воздуха, причем целесообразно применять двухэлектродный дисковый электрокоагулятор (ЭК) с межэлектродным зазором не более 0,5 мм, что позволяет создать необходимую скорость воды в межэлектродном пространстве при ее небольшом расходе. Подсос воздуха через эжектор

составляет 0,8-1,0% от количества перекачиваемой жидкости.

Поступающие из циркуляционного трубопровода с жидкостью воздух, коагулянт и электролитические газы диспергируются и равномерно перемешиваются, что способствует быстрому растворению воздуха и газов в жидкости, подаваемой по трубопроводу под давлением в отстойник. Давление при этом насос создает от 1,1 до 2,5 кгс/см<sup>2</sup> и выше в зависимости от условий последующей обработки осветленной жидкости.

Далее жидкость, насыщенная гидроксидами железа, являющимися коагулянтами, и растворенными в ней под давлением газами, поступает в центральную трубку вертикального отстойника, где происходит интенсивное хлопьеобразование гидроксидов двух- и трехвалентного железа. Первоначально идет образование хлопьев гидроксидов двухвалентного железа, а затем трехвалентного, которые образуются за счет его продолжительного контакта с растворенным равномерно во всем объеме осветляемой жидкости газообразным кислородом.

Отстаивание жидкости с растворенными под избыточным давлением газами исключает флотацию и за счет продолжительного контакта этих газов с растворенными загрязнениями обеспечивает более полную очистку. В результате значительно повышается эффективность осветления жидкости.

В связи с тем, что хлопьеобразование происходит в объеме воды, в которой равномерно растворены газы, то они также в растворенном виде внедряются непосредственно в структуру хлопьев коагулянта, выпадающего в осадок. Поэтому накопленный в отстойнике осадок отводится непосредственно во флотационный илоуплотнитель, где он уплотняется за счет выделяющихся из него в результате сброса давления газов.

Выпадение хлопьев коагулянта при удалении избыточных газов до момента хлопьеобразования, при электрокоагуляции или введении коагулянтов, например, хлорного железа, происходит через 25-30 сек после введения коагулянта.

При исследовании времени пребывания сточной жидкости в ЭК установлено, что при 30 с с последующим выво-

дом избыточных электролитических газов из корпуса ЭК достигается положительный эффект, а при 32 с эффект хуже, чем в известном способе (табл. 1).

При уменьшении времени начала отвода газов с момента их ввода до 23 с, снижается эффект очистки от железа (опыты 1 и 5). При этом повышается влажность осадка по сравнению с известным способом. Объясняется это тем, что большая часть газов еще не растворена и легко отводится. В результате сточная жидкость и соответственно осадок насыщаются газами недостаточно для полного окисления железа и для эффективного уплотнения осадка.

Эффективность предлагаемого способа зависит не только от времени пребывания сточной жидкости в ЭК, но и от времени начала отвода газов с момента их ввода. При этом необходимо пользоваться вторым условием, выполнение которого обеспечивает более высокую эффективность как по степени очистки, так и по степени уплотнения. Обуславливается это тем, что время начала отвода газов с момента их ввода также ограничивает время пребывания сточной жидкости в электрокоагуляторе, так как невозможно начать отводить из нее избыточные газы пока она находится в межэлектродном пространстве ЭК. Кроме того, диапазон времени пребывания сточной жидкости в межэлектродном пространстве ЭК очень широк (0,1-30 с), поэтому, если отводить избыточные газы сразу, как только сточная жидкость прошла ЭК, при ее малом времени пребывания в нем, снижается эффект очистки и повышается влажность осадка.

Сокращение расхода воздуха менее 0,8% снижает эффект очистки из-за неполного окисления двухвалентного железа, увеличение до 1,2% не повышает эффект очистки от железа, а дальнейшее увеличение снижает эффект очистки за счет перенасыщения СВ газами.

Установлено, что предварительное введение коагулянта, а затем последующее насыщение жидкости воздухом способствует более быстрому образованию гидроксидов и их слипанию с пузырьками воздуха (газа), но не позволяет полностью удалить избыточные га-

зы, что существенно нарушает процесс отстаивания под избыточным давлением. Введение коагулянта после насыщения жидкости газами перед отстаиванием под избыточным давлением, также нарушает процесс отстаивания.

Если в насыщенную газом сточную жидкость вводят коагулянт, то часть газа при этом выделяется в виде пузырьков, слипающихся с образующимися гидроксидами, которые при поступлении в отстойник не выпадают в осадок.

Таким образом, оптимальным приемом введения коагулянта и газов в предлагаемом способе является их одновременный ввод в обрабатываемую сточную жидкость. Этот прием одинаково относится как к электрокоагуляции (при электрокоагуляции в жидкость одновременно вводят газы и коагулянт), так и к коагулированию солями железа (II), при одновременном вводе воздуха (газов), только при электрокоагуляции дополнительно вводят воздух в количестве 0,8-1,0% от объема обрабатываемой жидкости, для полного окисления железа (II).

Независимо от того, какой из двух вариантов коагуляции по предлагаемому способу осуществляется, его эффективность достигается за счет совокупности новых приемов, обеспечивающих процесс отстаивания, что, в свою очередь, обеспечивает повышение эффекта очистки за счет более длительного пребывания растворенных газов в объеме обрабатываемой жидкости и, кроме того, исключаются операции по барботированию и затраты на дополнительное флотационное уплотнение осадка.

**Пример.** Очистке подвергают промышленную сточную воду гальванического цеха с величиной pH, равной 7,2, и концентрацией ионов шестивалентного хрома, цинка и меди (мг/л) соответственно 20, 28 и 22.

Осуществляют два опыта (1 и 2) с применением предлагаемого способа и один опыт (3) с применением известного способа.

**Опыт 1.** Обрабатываемую сточную воду отбирают из усреднителя насосом и под давлением 230 кПа подают в электрокоагулятор со стальным анодом, в котором она насыщается ионами железа (II) в количестве 100 мг/л. Одновременно в сточную воду вводят воздух

в количестве 1,0% от расхода сточных вод.

Из электрокоагулятора сточную воду по трубопроводу под давлением подают в отстойник. Перед поступлением в отстойник через 28 с с момента ввода в сточную воду электролитических газов и воздуха из нее отводятся нерастворившиеся газы. Затем сточную воду отстаивают под избыточным давлением, после чего выпавший осадок отводят из отстойника в емкость, где он подвергается флотационному уплотнению за счет выделившихся из него газов.

**Опыт 2.** Обрабатываемую сточную воду отбирают насосом и под давлением 230 кПа подают в отстойник. С помощью эжектора, установленного на трубопроводе соединяющим напорный и всасывающий патрубки, в сточную воду вводят воздух в количестве 5% от расхода сточных вод и раствор хлорного железа (II) с величиной pH, равной 6,8, и содержащего ионы  $Fe^{2+}$  и  $Fe(OH)_2$ . Количество раствора хлорного железа вводят в сточную воду из расчета 100 мг/л ионов железа (II). При этом часть железа (II) (64 мг/л) окисляется хромом (VI). Перед поступлением в отстойник сточной воды, через 28 с с момента ввода в нее воздуха нерастворившуюся его часть отводят. Затем сточную воду отстаивают под избыточным давлением, после чего скопившийся осадок отводят в емкость, где он подвергается флотационному уплотнению за счет выделившегося из него в результате сброса давления воздуха.

**Опыт 3.** В обрабатываемую сточную воду вводят раствор хлорного железа (II) с величиной pH, равной 6,8, и содержащего ионы  $Fe^{2+}$  и  $Fe(OH)_2$ . Количество хлорного железа вводят в сточную воду из расчета 100 мг/л ионов железа (II). Затем сточную воду аэрируют барботажем до полного перевода железа (II) в железо (III), часть которого (64 мг/л) окисляется хромом (VI). Продолжительность аэрации 4 мин. После этого сточную воду под давлением 230 кПа подают в отстойник, где ее отстаивают, а затем выпавший осадок отводят в емкость, где он подвергается дополнительно гравитационному уплотнению.

Результаты опытов приведены в табл. 2.

Как видно из полученных данных положительный эффект достигается как с применением коагуляции коагулянтам, так и с применением электрокоагуляции. Обуславливается это тем, что эффективность предлагаемого способа зависит не от вида коагуляции, а от одновременности ввода в сточную воду жидкости коагулянта и газов при своем временном удалении нерастворившихся газов через 25-30 с после ввода. Это обеспечивает повышение эффективности очистки сточной жидкости, а также исключение операции по барботированию и затрат на флотационное уплотнение осадка, причем образуется осадок меньшей влажности.

#### Формула изобретения

1. Способ очистки сточных вод от тяжелых металлов, включающий подачу воды под избыточным давлением в от-

стойник, обработку коагулянтам - солями железа, отстаивание жидкости под избыточным давлением с последующим отделением образующегося осадка флотацией, отличающийся тем, что, с целью повышения степени очистки воды, снижения влажности осадка и упрощения способа, обработку коагулянтам проводят с одновременным введением газов под избыточным давлением и отводом через 25-30 с нерастворившихся газов.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что обработку коагулянтам и насыщение воды газами проводят, подвергая ее электролизу в двухэлектродном дисковом электрокоагуляторе.

3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что обрабатываемую в электрокоагуляторе воду насыщают воздухом в количестве 0,8-1% от расхода воды.

Таблица 1

Способ обработки	Опыт	Время пребывания в ЭК, с	Время начала отвода газов с момента их ввода, с	Концентрация ионов металлов после очистки, мг/л			Влажность осадка, %
				Цинк	Медь	Железо	
Предлагаемый	1	1,4	23,0	1,3	1,2	4,3	94,2
	2	1,4	25,0	1,2	1,3	4,0	91,8
	3	1,4	30,0	1,3	1,4	4,0	91,7
	4	1,4	32,0	3,6	3,8	8,3	91,6
	5	30,0	23,0	1,2	1,3	4,4	93,3
	6	30,0	25,0	1,3	1,2	4,0	91,7
	7	30,0	30,0	1,3	1,3	4,0	91,6
	8	30,0	33,0	3,7	3,7	8,2	91,7
	9	32,0	33,0	4,0	4,2	8,6	91,6
Известный	10	1,4	-	2,0	1,9	5,9	99,4
	11	30,0	-	2,1	1,9	5,8	99,3
	12	32,0	-	2,0	2,0	5,8	99,4

Таблица 2

Опыт	Концентрация ионов металлов, мг/л, после очистки				Влажность осадка, %
	Хром (III)	Цинк	Медь	Железо	
1	0,7	1,0	0,9	3,9	91,6
2	0,9	1,2	1,1	4,1	92,0
3	1,3	2,0	1,8	6,2	99,4

Составитель Л.Ананьева

Редактор Н.Яцولا

Техред М.Ходанич

Корректор Т.Палий

Заказ 7472/30

Тираж 828

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д: 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101