

Изобретение относится к электрохимическим способам обработки вод прямым электролизом и может быть использовано для обеззараживания и очистки природных и производственных сточных вод.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ электрохимической обработки воды, включающий ее обеззараживание путем электролиза с периодической переполюсовкой электродов из титана с окисно-рутениевым покрытием (ОРТА), причем электролиз ведут при плотности тока 20 - 100А/м, а переполюсовку проводят через 100 - 1000А.ч (1).

Несмотря на длительную устойчивую работу данных электродов и высокий выход хлора по току, данный способ обладает следующими недостатками:

- высокой стоимостью электродного материала из-за покрытия титана, как катодов, так и анодов оксидом рутения;
- необходимостью переполюсовки электродов в связи с образованием на катодах отложений солей жесткости, что технически усложняет и удорожает процесс.

Использование переполюсовки приводит к восстановлению окислов (оксидов) рутения, в результате чего на поверхности электродов образуется металлический рутений, который не стоек в условиях анодной поляризации, и следовательно требуется периодическое обновление покрытия электродов оксидом рутения, что еще значительно удорожает процесс.

В основу изобретения поставлена задача создания способа электрохимической обработки воды, в котором путем изменения

материала катода и режима электрообработки возможно снижение затрат электроэнергии при достижении достаточной степени очистки воды.

Поставленная задача решается тем, что а способе электрохимической обработки воды, включающем ее электролиз с использованием по крайней мере одного анода из титана с окисно-рутениевым покрытием, согласно изобретению, в качестве катода используют титановую стружку и/или опилки, которые помещают в Сетку из титана или инертного материала, а электрообработку ведут при плотности тока 0,3 - 0,4А/м².

Поставленная задача решается также и тем, что используют титановую стружку и/или опилки с размером частиц 5 - 7мм.

Использование в качестве катода титановой стружки и/или опилок взамен пластинчатого электрода из титана с окисно-рутениевым покрытием (ОРТА) позволяет значительно уменьшить катодную плотность тока (0,3 - 0,4А/м² взамен 20 - 100А/м², как в прототипе) за счет увеличения истинной рабочей поверхности катода при одинаковой силе тока. Благодаря тому, что при снижении (уменьшении) плотности тока снижается скорость обрастания катодов, удается предотвратить образование солей жесткости на катодах, а следовательно исключить операцию переполюсовки тока в процессе проведения электролиза.

Использование в качестве катодного материала титановой стружки и/или опилок взамен пластин ОРТА (электродов из титана с окисно-рутениевым покрытием) также удешевляет способ за счет удешевления стоимости электродов, так как данный материал является отходом ряда металлообрабатывающих отраслей промышленности (в частности авиационной), в процессе обработки воды не расходуется и не требует покрытия оксидом рутения, который относится к числу драгметаллов. Стоимость покрытия 1 м титана оксидом рутения в ценах 1989г. - 78,5 рублей.

Экспериментальным путем было установлено, что оптимальным размером частиц титановой стружки и/или опилок является размер 5 - 7мм. Данный размер обеспечивает наибольшую эффективность обеззараживания и очистки сточных вод, что подтверждается данными табл.1. Экспериментально было определено и влияние изменения силы и плотности тока на степень обеззараживания и очистки воды. При повышении силы тока от 0,1 до 2 - 4А, а также плотности тока от 0,01А/м² до 0,2 - 0,4А/м² происходит увеличение степени обеззараживания воды, а также более эффективное снижение таких показателей, как цветность, содержание фенола, роданидов и повышение ее прозрачности.

Однако, повышение плотности тока более 0,4А/м² приводит к значительному увеличению затрат электроэнергии.

Для придания электроду определенных геометрических размеров, титановую стружку и/или опилки помещают в сетку из титана или инертного по отношению к электроду материала.

Заявляемый способ осуществляют следующим образом: в проточный электролизер, представляющий собой параллелепипед из оргстекла, в который помещены стружечные титановые катоды и пластинчатые аноды из титана, покрытого оксидом рутения (ОРТА), собранные в блок, жестко закрепленный каркасом из оргстекла, подают модельную воду с содержанием хлоридов 60мг/л, фенола - 3,5мг/л, роданида аммония - 2,0мг/л и коли-индексом - $1,58 \cdot 10^{11}$. Производительность установки - 10л/ч. Поддерживают силу тока 0,1 - 5,0А и pH раствора 6 - 7,5. Напряжение на электролизере 0,25 - 4,0В, плотность тока 0,01 - 0,5А/м².

Засыпной стружечный катод представляет собой титановую стружку, помещенную в сетку из полихлорвинила, имеющую форму параллелепипеда (см. чертеж). Электрический контакт со стружкой осуществляется с помощью согнутого под прямым углом титанового стержня. Результаты экспериментов 1 - 18 представлены в таблице 1. Из данных табл.1 следует, что вода после электрохимической обработки удовлетворяет требованиям ГОСТ 2874 - 82 и СНиП 11 - 32 -

82 по обеззараживанию. Кроме того, в результате обработки воды в электролизере согласно предлагаемого способа происходит значительное снижение показателя цветности, содержания фенола, роданида, увеличение прозрачности.

Анализ данных табл.1 (опыты 11 - 12) позволяет сделать вывод, что эффективность, как обеззараживания, так и очистки воды увеличивается с уменьшением размера частиц титановой стружки от >7мм до 5мм. Однако дальнейшее уменьшение размеров (длины и ширины) частиц стружки (менее 5мм) не приводит к повышению эффективности процесса. Кроме того, при проведении обработки в проточном режиме происходит вынос (вымывание) мелких частиц. Следовательно, оптимальный размер частиц титановой стружки или опилок для изготовления засыпного электрода составляет 5 - 7мм. По результатам опытов 1 - 16 (табл.1) видно влияние изменения силы и плотности тока на степень обеззараживания и очистки воды.

При повышении силы тока от 1А до 2 - 4А, а также плотности тока от 0,01А/м² до 0,2 - 0,4А/м² происходит увеличение степени обеззараживания воды (снижение коли-индекса), а также более эффективное снижение таких показателей, как цветность, содержание фенола, роданида, повышение прозрачности. Однако повышение плотности тока более 0,4А/м² приводит к значительному увеличению затрат электроэнергии, в связи с чем считает целесообразным плотность тока в процесс обеззараживания и очистки воды предлагаемым способом поддерживать в пределах 0,3 - 0,4А/м².

С целью сопоставления предлагаемого способа с прототипом приведены данные в табл.2.

Из рассмотренных данных, представленных в табл.2, видно, что с помощью предлагаемого способа обеззараживание воды можно производить с затратами электроэнергии не выше, а в ряде случаев ниже, чем с помощью уже известных способов.

Кроме того, в связи с использованием катодов с развитой поверхностью - стружечных титановых катодов, создается возможность избежать образования отложений на катодах солей жесткости.

Способ экономически выгоден, так как предусматривает взамен дорогостоящего и дефицитного покрытия катода оксидом рутения применить в качестве материала катода титановую стружку, являющуюся отходом металлообрабатывающих отраслей промышленности (стоимость 1кг титановой стружки в ценах 1989г. - 36 копеек).

Т а б л и ц а 1

**Электрохимические и технологические параметры процесса
обеззараживания и очистки воды**

№№ опы- тов	Сила то- ка, А	Плот- ность то- ка, А/м ²	Напряже- ние, В	Размер частиц стружки в стру- жечном катоде, мм	Коли-индекс, кл/л		Цветность по раз- бавлению	
					до обра- ботки	после об- работки	до обра- ботки	после об- работки
1	0,1	0,01	0,25	>7	$1,58 \cdot 10^{11}$	$0,25 \cdot 10^{11}$	1:6	1:2
2	0,1	0,01	0,25	5-7	-"	$1,2 \cdot 10^{10}$	-"	1:1,5
3	0,1	0,01	0,25	<5	-"	$1,0 \cdot 10^{10}$	-"	1:1,5
4	0,25	0,025	0,5	>7	-"	$0,8 \cdot 10^{10}$	-"	1:1
5	0,25	0,025	0,5	5-7	-"	$2,1 \cdot 10^9$	-"	1:1
6	0,25	0,025	0,5	<5	-"	$1,9 \cdot 10^9$	-"	1:1
7	0,75	0,075	0,8	>7	-"	$1,7 \cdot 10^9$	-"	1:1
8	0,75	0,075	0,8	5-7	-"	$8,3 \cdot 10^7$	-"	1:1
9	0,75	0,075	0,8	<5	-"	$8,0 \cdot 10^7$	-"	1:1
10	1,0	0,1	1,0	>7	-"	$5,6 \cdot 10^6$	-"	1:1
11	1,0	0,1	1,0	5-7	-"	$1,4 \cdot 10^6$	-"	1:1
12	1,0	0,1	1,0	<5	-"	$1,4 \cdot 10^6$	-"	1:1
13	2,0	0,2	1,5	>7	$1,58 \cdot 10^{11}$	отс.	1:6	1:1
14	2,0	0,2	1,5	5-7	-"	отс.	-"	1:1
15	2,0	0,2	1,5	<5	-"	отс.	-"	1:1
16	3,0	0,3	2,0	5-7	-"	отс.	-"	1:1
17	4,0	0,4	2,5	5-7	-"	отс.	-"	1:1
18	5,0	0,5	4,0	5-7	-"	отс.	-"	1:1

Продолжение табл. 1

№№ опы- тов	Прозрачность, см		Содержание фено- ла, мг/л		° Содержание рода- нидона, мг/л		Содержа- ние оста- точного активно- го хлора, мг/л	Удель- ные за- траты электро- энергии, Вт.ч/м ³
	до обра- ботки	после об- работки	до обра- ботки	после об- работки	до обра- ботки	после об- работки		
1	2,5	11	3,5	3,0	2,0	2,5	отс.	2,5
2	"-	12	"-	2,9	"-	20	отс.	2,5
3	"-	12	"-	2,85	"-	2,1	отс.	2,5
4	"-	13	"-	1,5	"-	1,8	0,08	12,5
5	"-	15	"-	1,3	"-	1,5	0,16	12,5
6	"-	15	"-	1,3	"-	1,5	0,16	12,5
7	"-	15	"-	1,2	"-	0,8	0,25	60
8	"-	17	"-	1,0	"-	0,5	0,28	60
9	"-	17	"-	0,95	"-	0,5	0,28	60
10	"-	17	"-	0,9	"-	0,5	0,29	100
11	"-	18	"-	0,82	"-	0,35	0,30	100
12	"-	18	"-	0,8	"-	0,33	0,30	100
13	2,5	18	3,5	0,03	2,0	0,02	1,0	300
14	"-	18	"-	0,02	"-	0,01	1,1	300
15	"-	18	"-	0,02	"-	0,01	1,1	300
16	"-	18	"-	отс.	"-	отс.	1,2	600
17	"-	18	"-	отс.	"-	отс.	1,2	1000
18	"-	18	"-	отс.	"-	отс.	1,5	2000

Т а б л и ц а 2

Электрохимические параметры электролизеров с использованием различных катодов

Способ электрохимиче- ского обеззараживания	Концент- рация хло- рид-ионов в исход- ной воде, мг/л	Концент- рация оста- точного активного хлора, мг/л	Коли-индекс		Удель- ные за- траты электро- энергии, Вт.ч/м ³
			до обработки	после обработ- ки	
Прототип (катод ОРТА)	20	0,7-0,9	$(0,5-1,0) \cdot 10^5$	отс.	320-330
Прототип (катод ОРТА)	60	1,5-1,6	$(1,0-1,5) \cdot 10^7$	$(1-2) \cdot 10^2$	300-310
Предлагаемый способ (стружечный титановый катод)	60	0,3	$1,58 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^6$	100
Предлагаемый способ (стружечный титановый катод)	60	1,1	$1,58 \cdot 10^{11}$	отс.	300