

В настоящее время подавляющее большинство промышленных предприятий имеют цеха и участки, сточные воды которых наносят огромный экологический и экономический ущерб, кроме того являются очень опасными, так как в своем составе содержат высокотоксичные примеси тяжелых металлов [1]. Одним из наиболее опасных и вредных загрязнителей является содержание ионов шестивалентного хрома Cr(VI). Очистку сточных вод, содержащих Cr(VI), обычно производят в несколько этапов: восстановление шестивалентного хрома в трехвалентную форму и осаждение трехвалентного хрома в виде гидроксида. Реализация всех этапов очистки от Cr (VI) требует большого количества оборудования: бак - накопитель, устройство восстановления с перемешивающим устройством реагентов - восстановителей, бак - нейтрализатор, сепаратор для отделения гидроксида Cr(OH)₃. Для упрощения всей технологической системы очистки, на основании проведенных экспериментальных исследований, разработана технология очистки сточных вод от ионов шестивалентного хрома - схема и устройства для ее реализации. Очистка сточных вод происходит путем адсорбции сточных вод на сорбенте, получаемом непосредственно в очищаемой жидкости путем взаимодействия растворимой соли железа (III) и щелочного реагента. В качестве растворимой соли железа используется FeCl₃, а в качестве щелочного реагента NaOH [3]. Были проведены экспериментальные исследования на модельной сточной воде, а также на сточной воде ОАО «Казанское Моторостроительное Производственное Объединение». Основные результаты экспериментальных исследований на модельной сточной воде представлены в табл. 1. Графики зависимости концентрации хрома от количества реагента FeCl₃ и NaOH представлены на рис. 1 и 2.

Экспериментальные значения получены по 5 опытам, интервал достоверности 95 %. Таким образом, установлено, что наилучшая степень очистки достигается при 41 - 47 мл FeCl₃ и 17 - 23 мл NaOH [2].

Таблица 1 - Зависимость остаточной концентрации хрома в очищенной воде на модельной сточной воде № СCr(VI) в исходной воде, мг/л

Количество FeCl ₃ , мл	Количество NaOH, мл	СCr(VI) в очищенной воде, мг/л
1	50	45
2	50	45
3	50	45
4	50	45
5	50	20
6	50	120
7	50	45
8	50	115
9	50	30
10	50	20
11	50	356
12	50	8
13	50	20
14	50	20
15	50	320
16	50	9
17	100	45
18	100	25
19	100	160
20	100	10
21	100	100
22	100	45
23	100	25
24	100	160
25	100	10
26	100	100
27	100	45
28	100	25
29	100	160
30	100	10
31	100	100
32	100	45
33	100	25
34	100	160
35	100	10
36	100	100
37	100	45
38	100	25
39	100	160
40	100	10
41	100	100
42	100	45
43	100	25
44	100	160
45	100	10
46	100	100
47	100	45
48	100	25
49	100	160
50	100	10

Количество FeCl₃, мл

Количество NaOH, мл	СCr(VI) в очищенной воде, мг/л
1	50
2	50
3	50
4	50
5	50
6	50
7	50
8	50
9	50
10	50
11	50
12	50
13	50
14	50
15	50
16	50
17	50
18	50
19	50
20	50
21	50
22	50
23	50
24	50
25	50
26	50
27	50
28	50
29	50
30	50
31	50
32	50
33	50
34	50
35	50
36	50
37	50
38	50
39	50
40	50
41	50
42	50
43	50
44	50
45	50
46	50
47	50
48	50
49	50
50	50

Основные результаты экспериментальных исследований, проведенных на сточной воде ОАО «Казанское Моторостроительное Производственное Объединение» представлены в табл. 2. Состав электролита хромирования сточной воды: CrO₃ - 180 - 250 г/л, H₂SO₄ - 1,8 - 2,5 г/л, Cr³⁺ - до 10 г/л. Таблица 2 - Зависимость остаточной концентрации хрома в очищенной воде на сточной воде завода ОАО «Казанское Моторостроительное Производственное Объединение» № СCr(VI) в исходной воде, мг/л

FeCl₃, мл Количество NaOH, мл ССr(VI) в очищенной воде, мг/л 1 50 45 20 129,5 2 100 45 20 125 3 150 45 20 253 Сравнительные результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 3. Таблица 3 - Сравнительные результаты экспериментальных исследований № ССr(VI) в исходной воде, мг/л Количество FeCl₃, мл Количество NaOH, мл ССr(VI) в очищенной воде (модельный раствор), мг/л ССr(VI) в очищенной воде (сточная вода ОАО КМПО), мг/л 1 50 45 20 115 129,5 2 100 45 20 95,7 125 3 150 45 20 223 253 Таким образом, по разработанной схеме, шестивалентный хром Cr (VI) удаляется из раствора за счет сорбирования на сорбенте, который синтезируется непосредственно в аппарате.

Предложенная технология очистки позволяет существенно упростить технологию очистки сточной воды, ускорить процесс очистки, уменьшить затраты, кроме того полученный сорбент можно использовать в металлургии в виде легирующих добавок. Для реализации технологии очистки сточных вод разработаны конкретные технические решения, на которые получены патенты на полезную модель: «Комбинированное устройство очистки реагирующих жидкостей» (рис.3) [4], «Устройство для смешения и дозирования реагирующих жидких компонентов» (рис.4) [5], которые могут найти применение в промышленности. Первый реагент (хлорное железо FeCl₃) насосом подается по тангенциальному патрубку 4 на лопасти гидротурбины 6 камеры 5, вследствие чего начинает вращаться вал 3 вместе с находящимися на нем шнеками подачи первого реагента 14 и шнеком смешения 13. Вращение шнека 14 обеспечивает подачу второго реагента из емкости 1, которая перемешивается с первым реагентом (FeCl₃) в камере смешения 7 и с загрязненной жидкостью, подаваемой на очистку через патрубок 12, далее смешанный раствор поступает в направляющий аппарат 11, где в суживающихся каналах приобретает высокую скорость и натекает на гидродинамический излучатель 9. Гидродинамический излучатель представляет собой консольно закрепленный нож, установленный против каналов истечения. Гидродинамический излучатель начинает генерировать ультразвуковые колебания, которые интенсифицируют процессы перемешивания, коагуляции. Образующийся в результате реакций реагентов осадок является сорбентом для загрязнителей воды. Происходит коагуляция хлопьев сорбента. После протекания химических реакций, очищаемая жидкость через патрубок подвода гидроциклона 10 поступает в гидроциклон, где за счет центробежных сил происходит разделение жидкости и шлама. Комбинированное устройство работает следующим образом. Через патрубок 14 начинает подаваться второй реагент и за счет тангенциального натекания потока на лопасти 16 они начинают вращаться и вместе с валом 13 начинают вращаться шнек 10 подачи первого реагента и шнек 17. Шнек 17 начинает подавать реагент № 1 и он в камере смешения 8 начинает смешиваться с реагентом № 2 за счет вращения шнека 17. В результате смешения генерируется сорбент, который поступает в зону подачи загрязненной воды, внутрь пустотелого вала

23. Загрязненная вода подается через патрубок 19, расположенный тангенциально и, натекая на лопасти 6, приводит во вращение пустотелый вал 23, вместе с которым начинает вращаться пакет конических тарелок 21. Сточная вода, вместе с образовавшимся сорбентом поступает через окна внутрь пустотелого вала 23 и вытекает в полость корпуса 3. Загрязненная вода в полости корпуса 3 начинает вращаться и наиболее крупные частицы сорбента отбрасываются центробежной силой к фильтровальной сетке 4 и удаляются через патрубок отвода шлама 1, а очищенная вода отводится через патрубок 2. Более мелкие частицы сорбента увлекаются вместе с частью жидкости в пространство между тарелками 21 тонкослойного отстойника и оседают на них. Оседающий сорбент под действием центробежных сил отбрасывается к спиральным перегородкам 24 и концентрируясь, сползает в впускные окна патрубка 22, откуда поступает в днище сепаратора 25 и удаляется через патрубок 2. Очищенная вода после тонкослойного сепаратора отводится через патрубок 5. При изменении расхода очищаемой воды или концентрации загрязнителя регулятор 15 позволяет по тарировочному графику изменять расход второго реагента, что позволяет автоматически изменять расход первого реагента.