

О. Р. Каратаев, Е. С. Кудрявцева, И. Х. Мингазетдинов

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ключевые слова: сточные воды, технология очистки, шестивалентный хром Cr (VI).

На основании экспериментальных исследований, разработана технология очистки сточных вод от ионов шестивалентного хрома, позволяющая существенно упростить технологию очистки сточной воды, ускорить процесс очистки, уменьшить затраты. Для реализации технологии очистки сточных вод разработаны конкретные технические решения: «Комбинированное устройство очистки реагирующих жидкостей», «Устройство для смешения и дозирования реагирующих жидких компонентов», которые могут найти применение в промышленности.

Keywords: sewage, technology of cleaning, Cr (VI).

On the basis of pilot studies, the technology of sewage treatment from ions of the hexavalent chrome, allowing significantly to simplify technology of purification of sewage, to accelerate cleaning process, to reduce expenses is developed. Concrete technical solutions are developed for realization of technology of sewage treatment: «The combined device of purification of reacting liquids», «The device for mixture and dispensing of reacting liquid components», which can find application in the industry.

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 устройство 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

№	C _{Cr(VI)} в исходной воде, мг/л	Количество FeCl ₃ , мл	Количество NaOH, мл	C _{Cr(VI)} в очищенной воде, мг/л
1	50	45	25	300
2	50	45	15	190
3	50	45	10	210
4	50	60	20	130
5	50	50	20	120
6	50	45	20	115
7	50	30	20	356
8	50	20	20	320
9	100	45	25	160
10	100	45	15	160
11	100	45	20	95,7
12	100	45	10	186
13	100	60	20	450
14	100	50	20	382,5
15	100	30	20	186
16	100	20	20	222,6
17	150	45	25	341
18	150	45	15	321,3
19	150	45	20	223
20	150	45	10	321,8
21	150	60	20	290
22	150	50	20	266
23	150	30	20	275
24	150	20	20	286

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.

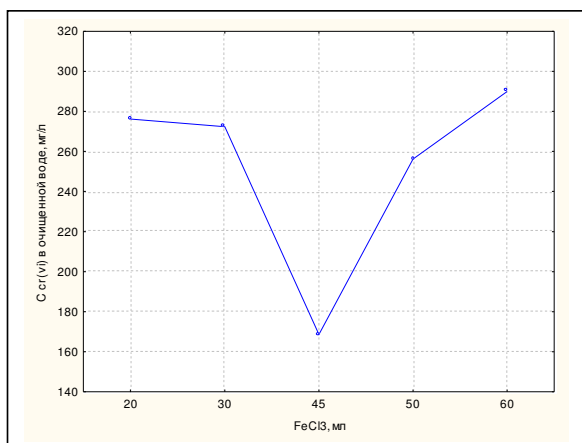


Рис. 1 - Зависимость остаточной концентрации хрома от количества NaOH

Таблица 2 - Зависимость остаточной концентрации хрома в очищенной воде на сточной воде завода ОАО «Казанское Моторостроительное Производственное Объединение»

№	C _{Cr(VI)} в исходной воде, мг/л	Количество FeCl ₃ , мл	Количество NaOH, мл	C _{Cr(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

№	C _{Cr(VI)} в исходной воде, мг/л	Количество FeCl ₃ , мл	Количество NaOH, мл	C _{Cr(VI)} в очищенной воде (модельный раствор), мг/л	C _{Cr(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.

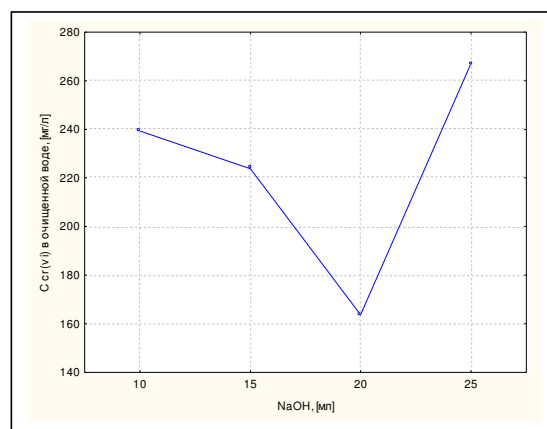


Рис. 2 - Зависимость остаточной концентрации хрома от количества FeCl

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 по-

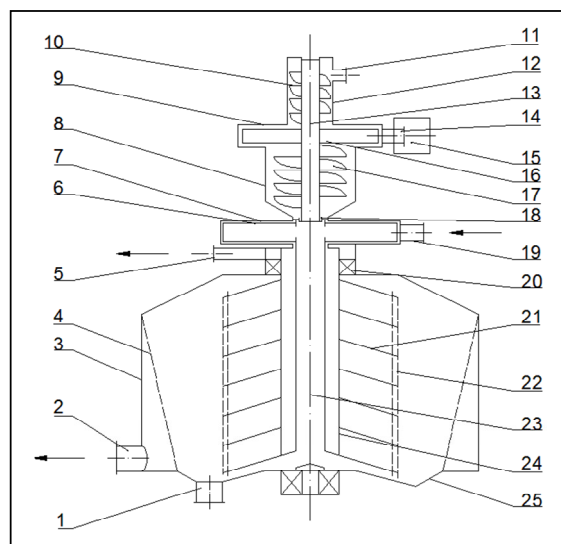


Рис. 3 - Комбинированное устройство очистки реагирующих жидкостей

дачу 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

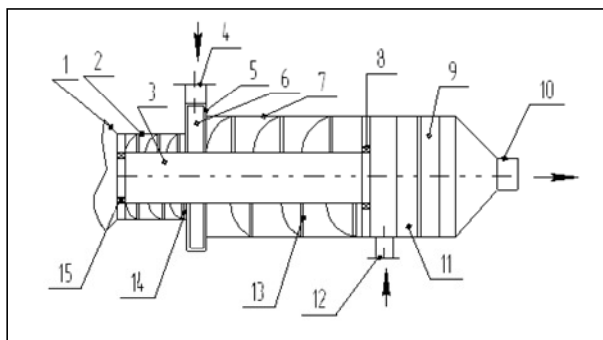


Рис. 4 - Устройство для смешения и дозирования реагирующих жидких компонентов

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 выпускные 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 тарифовочному графику изменять расход второго реагента, что позволяет автоматически изменять расход первого реагента.

Литература

1. И.Г. Шайхиев, Ш.М. Мавлетбаева, Ш.А. Ахметшин, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **16**, 18, 33-35 (2013).
2. О.Р. Каратаев, Е.С. Кудрявцева, И.Х. Мингазетдинов, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **17**, 2, 52-55 (2014).
3. И.Х. Мингазетдинов, А.А. Кулаков, Н.Х. Газеев, Е.С. Кудрявцева, *Энергетика Татарстана*, 4, с 59-64 (2013).
4. Пат. РФ 111.849 (2011).
5. Пат. РФ 87.695 (2009).