

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Бобрик А.Г.,

Научный руководитель канд. хим. наук, профессор Халтурина Т.И.

Сибирский Федеральный Университет

Проблемы, связанные с загрязнением водоемов, на сегодняшний день являются весьма актуальными. Одним из крупнейших источников загрязнения водной среды являются предприятия машиностроительной промышленности. Основными отходами машиностроения являются сточные воды гальванических цехов, содержащие ионы Cr^{6+} , содержание которого в стоках предприятий велико ввиду значительных объемов антикоррозионных покрытий. Соединения шестивалентного хрома - хромовая кислота и ее соли применяются при нанесении хромовых покрытий, при химической обработке (травление, пассивирование), при электрохимической обработке (анодирование), при электрополировке стальных изделий.

По ряду обстоятельств большое количество промывных и сточных хромсодержащих вод попадают в водоемы плохо очищенные. Поверхностные воды большинства водоемов нашей страны содержат хром в концентрациях 10^{-2} - 10^{-3} мг/дм³.

Для обезвреживания хромсодержащих стоков применяют химические, электрохимические, сорбционные и биохимические методы. Анализ литературных источников и патентной документации показал, что каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому при выборе технологической схемы для очистки хромсодержащих сточных вод необходимо учитывать региональные условия.

Электрокоагуляционный способ имеет ряд преимуществ перед реагентной обработкой хромстоков. Большим достоинством метода электрокоагуляции является то, что он позволяет использовать малогабаритные установки, компоновать их с другой аппаратурой при внедрении универсальных технологических схем очистки промышленных сточных вод.

При электрокоагуляции ввод ионов железа в очищаемую воду происходит вследствие электродных процессов растворения металла. При этом в воду не вводятся анионы и, следовательно, не увеличивается общее солесодержание в очищаемой воде, что позволяет использовать ее в оборотном цикле водоснабжения.

Учитывая региональные условия, также рационально использовать для обезвреживания ионов шестивалентного хрома гальванокоагуляционный метод очистки.

Объектом исследования служили модельные хромсодержащие сточные воды гальванических цехов промышленных предприятий. Изучен гальванокоагуляционный процесс обезвреживания с использованием в качестве активной загрузки - гальванопары: Fe – активированный уголь марки БД, размером 2,8 - 5 мм, полученный из бурого угля Березовского разреза КАТЭКа (Красноярский край). В качестве анода гальванопары использовали стальную стружку, которая является дешевым отходом металлообработки.

Химический состав активированного угля марки БД в процентном выражении: углерод – 80,0%; водород – 1,4%; кислород – 5,1%; азот – 0,3%; сера – 0,15%, насыпной вес – $\gamma_{\text{АУ}}=560$ кг/м³.

Железную стружку предварительно обезжировали и протравливали. Ее химический состав: Fe – 97-98,8%; С – 0,14-0,22%; Si – 0,05-0,15%; Mn – 0,4-0,65%; P –

0,04%; S – 0,05%; Cr – 0,03%; Ni – 0,3%. Насыпной вес для железной стружки $d = 4\text{мм}$ равняется 850 кг/м^3 .

На рисунках 1, 2 представлены образцы используемой активной загрузки.



Рисунок 1 – Активированный уголь

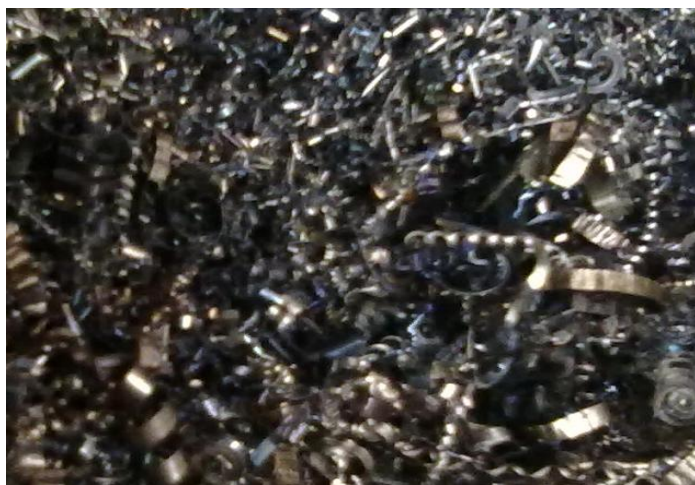


Рисунок 2 – Стальная стружка

Обработку проводили в статических условиях, в гальванокоагуляторе объемом $0,6 \text{ дм}^3$.

Продолжительность обработки сточных вод составляла 15–35 минут.

Экспериментальные исследования на модельной сточной жидкости были проведены с использованием также планового эксперимента по методу Бокса-Хантера. В качестве основных факторов, от которых зависит процесс гальванокоагуляции хромсодержащих стоков, были приняты следующие: X_1 – исходная концентрация Cr^{6+} (мг/дм^3); X_2 – величина pH; X_3 – время контакта (мин).

Факторы и уровни их варьирования были приняты на основании предварительного эксперимента и приведены в таблице 1. Оценочным критерием процесса гальванокоагуляции являлась остаточная концентрация Cr^{6+} , (мг/дм^3) – Y_1 .

Таблица 1

Интервалы варьирования и границы области исследования

Фактор	X_1	X_2	X_3
Δ	20,0	0,5	5,0
+1.68	75,6	3,8	39
+1	65,0	3,5	35
0	45,0	3,0	30
-1	25,0	2,5	25
-1.68	15,6	2,1	15,6

После обработки данных эксперимента было получено уравнение регрессии:

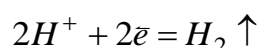
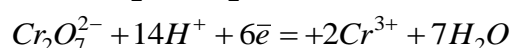
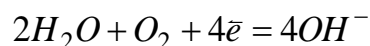
$$Y_1 = 0,0122 + 0,002X_2 + 0,008X_3 + 0,003X_2X_3 - 0,0037X_1^2 + 0,0051X_2^2 + 0,003X_3^2$$

Как видно из уравнения наибольшее влияние на процесс гальванокоагуляции оказывают время контакта и величина pH. Оптимальными значениями являются: pH–2,5÷3,0; $t_{\text{конт.}}=25\div30$ минут, в зависимости от концентрации ионов хрома в сточной жидкости.

Как известно механизм гальванокоагуляционной очистки хромсодержащих сточных вод определяется процессами, возникающими во время контактирования очищаемой воды с загрузкой. На аноде – окисление железного скрапа по известной схеме:



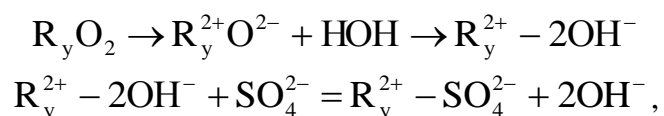
На катоде – активированный уголь, который сам не вступает в электрохимическую реакцию, происходит ряд сопряженных реакций



При дальнейшем подщелачивании $Ca(OH)_2$ для нейтрализации образуется осадок, состоящий из $Fe(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $CaSO_4$.

Результаты проведенных исследований, показали снижение солесодержания (SO_4^{2-}) при гальванокоагуляции с использованием в качестве активной загрузки – активированного угля ~ в 1,8 – 2,0 раза.

Это возможно объясняется тем, что активированный уголь может являться основным сорбентом, способным обменивать свои гидроксильные группы на анионы SO_4^{2-} :



в ходе гальванокоагуляционной обработки, а также уменьшение концентрации SO_4^{2-} возможно за счет образования гидрокосульфатов железа.

Полученные результаты исследований были использованы при разработке технологической схемы очистных сооружений.