

## ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Колдырев Е.В., Хахимов Д.Ф.,  
научный руководитель канд. хим. наук Халтурина Т.И.  
*Сибирский федеральный университет*

Наиболее рациональным методом очистки хромсодержащих сточных вод является гальванокоагуляция, так как при этом используются отходы металлообработки – стальная стружка в качестве анодной составляющей. Катодом же является либо коксовая мелочь, либо углеродминеральный сорбент. Растворение стружки и дальнейшие электрохимические процессы в гальванокоагуляторе осуществляются за счет электродных потенциалов бесконечного множества короткозамкнутых гальванопар.

На кафедре «ИСЗиС» ФГАО ВПО Сибирский федеральный университет были проведены исследования по изучению технологии гальванокоагуляционной обработки хромсодержащих сточных вод с использованием активной загрузки Fe – углеродминеральный сорбент (СГН) в соотношении 4:1 на гальванокоагуляционном модуле, для определения оптимальных режимов при планировании эксперимента по методу Бокса-Хантера.

В качестве факторов, от которых зависит процесс гальванокоагуляции были приняты следующие:  $x_1$  – исходная концентрация  $Cr^{6+}$ , мг/дм<sup>3</sup>;  $x_2$  – pH;  $x_3$  – время контакта, мин. В число оценочных критериев были включены:  $y_1$  – остаточная концентрация  $Cr^{6+}$ , мг/дм<sup>3</sup>;  $y_2$  – объем осадка, %.

Основной уровень, интервалы варьирования и границы области исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Фактор	$\Delta$	-1,68	-1	0	+1	+1,68
$x_1$	20	11,4	25	45	65	78,6
$x_2$	0,5	1,46	1,8	2,3	1,8	3,14
$x_3$	8	6,50	12	20	28	33,44

После обработки экспериментальных данных были получены уравнения регрессии, адекватность которых проверялась по критерию Фишера:

$$\hat{y}_1 = 0.414 - 0.012x_1 + 0.066x_2 - 0.014x_3 + 0.0011x_1x_2 + 0.00035x_1x_3 - 0.004x_2x_3 + 0.011x_2^2$$

$$\hat{y}_2 = 1.742 - 0.397x_1 + 9.301x_2 + 0.227x_3 + 0.138x_1x_2 + 0.006x_1x_3 + 0.072x_2x_3 - 0.0005x_1^2 - 3.59x_2^2 - 0.0136x_3^2$$

Как видно из уравнений, наибольшее влияние на процесс очистки оказывают величина pH и время контакта, а на объем осадка – величина pH и исходная концентрация  $Cr^{6+}$ .

Было установлено, что оптимальное значение рН при гальванокоагуляционной обработке составляет 2,3. В процессе гальванокоагуляции значение рН увеличивается на 3-3,5 единицы. Нейтрализация обработанных сточных вод осуществлялась при добавлении суспензии гидроксида кальция до рН = 7,8.

В лаборатории физико-химических методов анализа ИСИ СФУ был проведен рентгенофазовый анализ для изучения структуры и состава осадка на дифрактометре ADVANCE D8, фирмы Bruker (Germany), в интервалах углов  $2\theta$  10-70°. Дифрактограмма осадка представлена на рисунке 1.

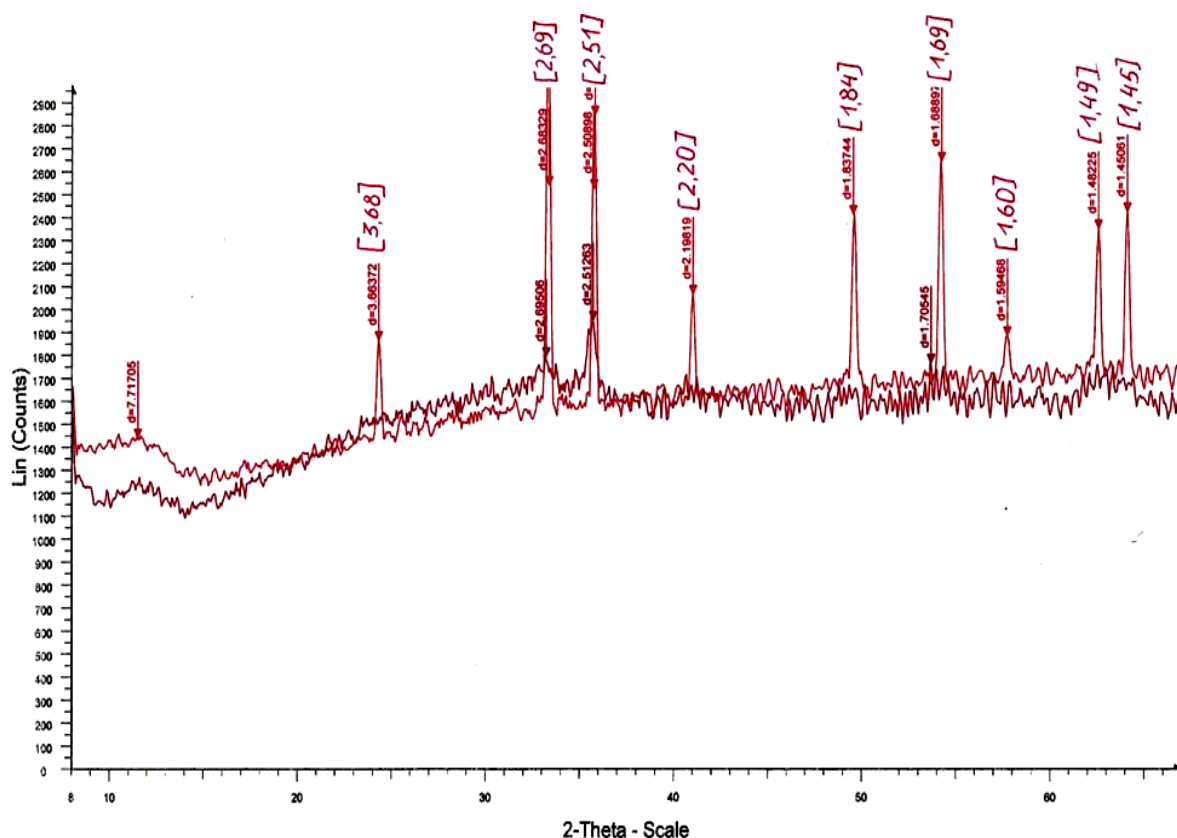


Рис. 1 – Дифрактограмма осадка

Как следует из дифрактограммы, осадок представлен в основном гетитом и его модификациями. Основу кристаллической фазы составляет гематит  $Fe_2O_3$  ( $d = 3,68$ ,  $d = 2,69$ ,  $d = 2,2$ ,  $d = 1,84$ ,  $d = 1,49$ ,  $d = 1,45$ ) и магнетит  $Fe_3O_4$  ( $d = 2,51$ ,  $d = 1,69$ ,  $d = 1,6$ ). Кроме того, на дифрактограмме наблюдаются следы дополнительных фаз, возможно представленных оксигидроксидами хрома, которые сложно идентифицировать.

Было установлено, что происходит неравномерное осаждение хлопьев осадка, в связи с чем много мелких хлопьев выносятся после отстаивания.

Для достижения глубокой очистки были проведены дополнительные исследования по изучению возможности отделения осадка при использовании центрифугирования.

Данные по определению оптимальных режимов центрифугирования представлены на графических зависимостях (рис.2,3).

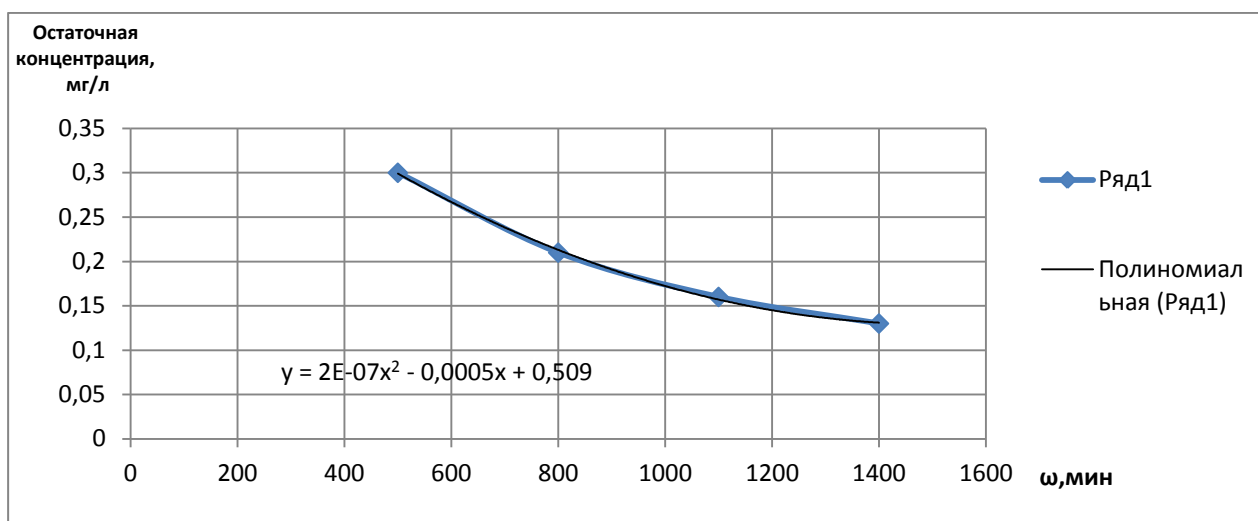


Рис.2 - Зависимость остаточной концентрации хрома от числа оборотов при времени центрифугирования 1 мин

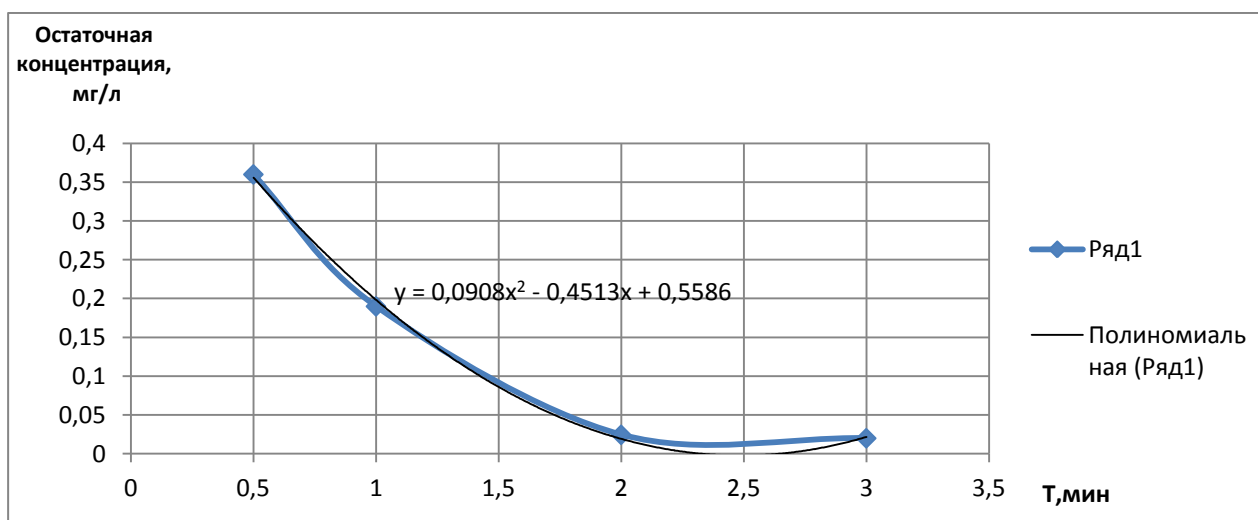


Рис.3 - Зависимость остаточной концентрации хрома от времени центрифугирования при 1400 об/мин

Как видно из результатов экспериментальных исследований использование центрифугирования для отделения осадка из хромсодержащих сточных вод, прошедших гальванокоагуляционную обработку обеспечивает их глубокую очистку для последующего использования в оборотной системе водоснабжения металлообрабатывающих предприятий.

Полученные данные использованы для разработки технологии обезвреживания хромсодержащих сточных вод.