

**АДСОРБЦИЯ ХРОМА (VI) НА МОНТМОРИЛЛОНИТЕ,
МОДИФИЦИРОВАННОМ НАНОЖЕЛЕЗОМ***Шиленко Галина Александровна¹, Ординарцев Денис Павлович²*¹⁾ Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия²⁾ Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург, Россияg_shilenko@mail.ru

Аннотация. Выполнен синтез композитного сорбента монтмориллонита Fe⁰ восстановлением с гидразин гидратом в водном растворе. Предложена методика определения активных наночастиц железа в композитном сорбенте методом титрования. Остаточная концентрация хрома при адсорбции наножелезом из модельного раствора составила меньше ПДК хрома в сточных водах промышленных предприятий.

Ключевые слова: адсорбция, сточные воды, хром, тяжелые металлы, методы очистки сточных вод, композитные сорбенты

**ADSORPTION OF CHROMIUM (VI) ON MONTMORILLONITE
MODIFIED BY NANO-IRON***Shilenko Galina Aleksandrovna¹, Ordinartsev Denis Pavlovich²,*¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia²⁾ Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russia

Abstract. The paper presents a method for the synthesis of the composite montmorillonite sorbent with zero valent nano-iron for chromium (VI) adsorption. A method for determination of active iron nanoparticles in a composite sorbent by titration is proposed.

Key words: adsorption, chrome, heavy metals, wastewater purification methods, composite sorbents

Введение

Загрязнение природных и сточных вод шестивалентным хромом представляет огромную опасность для живых организмов из-за высокой токсичности. Его соединения могут вызывать аллергенное, канцерогенное, общетоксическое и мутагенное действие. В силу этих причин исследования по удалению хрома из сточных вод являются на сегодняшний день актуальными. Существует целый ряд методов удаления хрома (VI) из водных растворов: электрофлотация, коагулирование, реагентное осаждение, адсорбция [1].

Цель: определить оптимальные условия для адсорбции хрома (VI) на монтмориллоните, модифицированном наножелезом. Изучить физико – химические параметры процесса адсорбции.

Проведена адсорбция хрома (VI) на монтмориллоните, модифицированным наножелезом, определён оптимальный pH для дальнейших исследований. Проведен рентгенофазовый анализ осадка золя железа.

Теоретическая часть

Адсорбционные методы являются одними из самых распространенных методов для удаления остаточных концентраций Cr (VI) из сточных вод [2].

В качестве сорбентов используют активные угли [3], синтетические сорбенты [4] и некоторые отходы производства (золу, шлаки, опилки и т.д.). Композитные сорбенты являются достаточно новым типом адсорбционных материалов [3]. Примером композитного сорбента является модифицированный монтмориллонит. Монтмориллонит — это высокодисперсный слоистый алюмосиликат, представляющий собой трёхслойный пакет (2:1): два слоя кремнекислородных тетраэдров, обращённые вершинами друг к другу, с двух сторон покрывают слой алюмогидроксильных октаэдров [5]. Монтмориллонит обладает слоистой структурой, именно поэтому он является перспективным материалом для использования его в качестве неорганической матрицы при создании композитных сорбентов [6].

Экспериментальная часть

Для приготовления золя сорбента использовали монтмориллонит марки ВР-183-FJ в.ч. Исходный состав монтмориллонита марки ВР-183-FJ приведен в таблице 1.

Таблица 1 — Исходный состав монтмориллонита марки ВР-183-FJ

Компоненты	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Содержание в ММ, %	52,59	18,29	1,68	3,22	0,31	0,1	0,9

Основой синтеза композитного сорбента монтмориллонита с наночастицами железа является реакция восстановления хлорида железа (II) с гидразингидратом. Принципиальная схема синтеза приведена на рисунке 1.

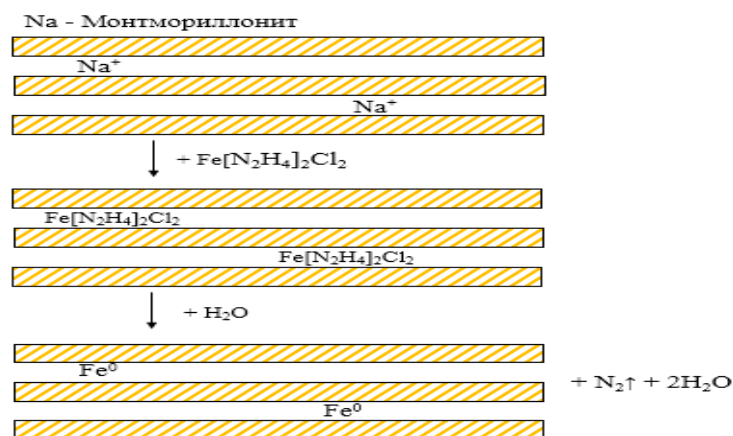


Рисунок 1 — Схема интеркаляционного синтеза композитного сорбента

Адсорбцию проводят при оптимальном значении рН при температурах 20°С, 40°С, 60 °С. Для этого необходимо приготовить 30 мл 1,25 % золь железа и золь монтмориллонита, для этого смешиваем 7,5 мл золя сорбента и 22,5 мл дистиллированной воды,

Результаты и обсуждения

Для определения оптимального значения рН для адсорбции хрома использованы растворы с рН = 1; 2,5; 5,1; 6; 10,5; 12. Для проведения процесса адсорбции был выбран рН = 6, так как на графиках зависимости степени извлечения хрома от рН наблюдалась наибольшее извлечение хрома 99,9934 % для монтмориллонита и для золя железа 99,972% (рисунок 2).

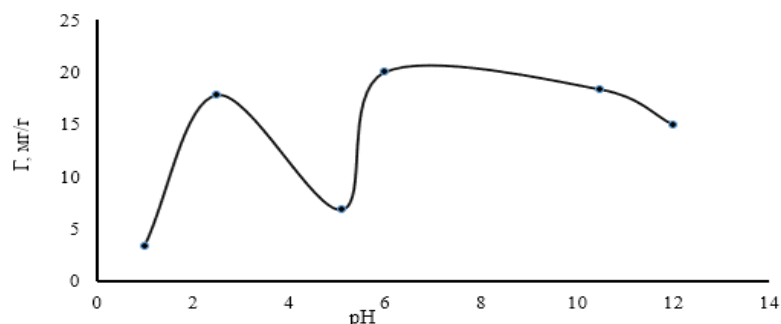


Рисунок 2 — Зависимость адсорбции хрома от рН для монтмориллонита, модифицированного наночастицами железа

При оптимальном рН = 6 исследована зависимость «Г-С» для ММ Fe⁰ при 20, 40, 60 °С (рисунок 3).

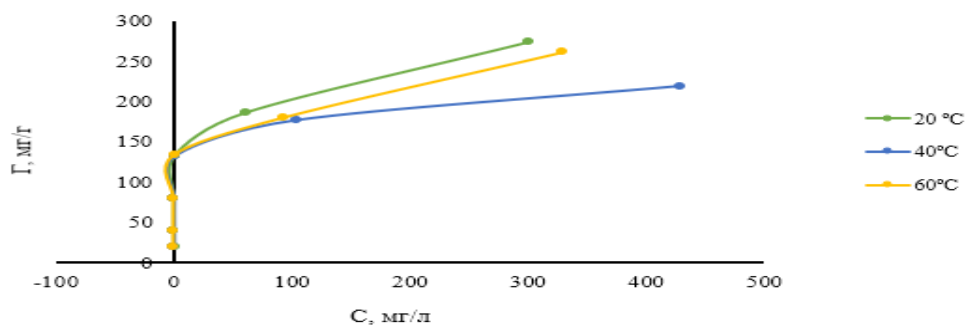


Рисунок 3 — Зависимость «Г - С» для ММ Fe⁰ при 20, 40, 60 °С

На рисунке 4 представлена зависимость «С/Г-С» для ММ Fe⁰ при 20, 40, 60 °С, на которой видно, что в координатах Лэнгмюра это прямая линия, значит на этом сорбенте идет монослойная адсорбция по типу Лэнгмюра.

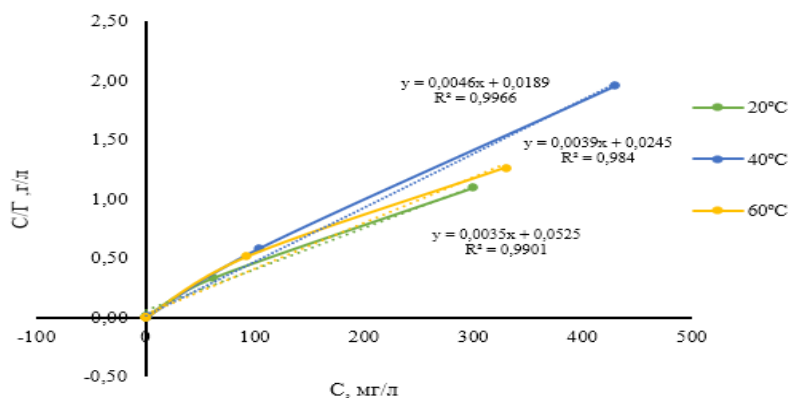


Рисунок 4 — Зависимость «С/Г- С» для ММ Fe при 20, 40, 60 °С

На рисунке 5 изображена дифрактограмма осадка золя Fe с рН=6. Установлено, что при взаимодействии золя железа и соединения хрома образуется сложный оксид хрома железа.

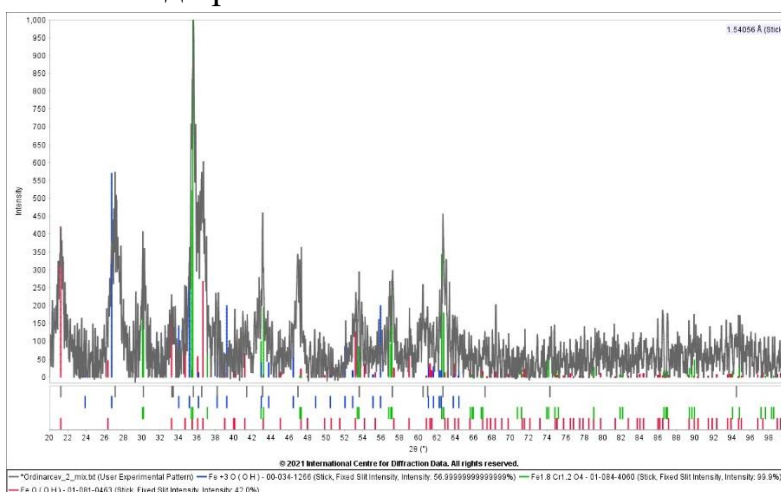


Рисунок 5 — Дифрактограмма осадка Fe с рН=6

Образец многофазный, содержит две формы гидроксида железа FeO(OH), а также соединение Fe_{1.8}Cr_{1.2}O₄. Совпадение экспериментальных линий фазы

$\text{Fe}_{1.8}\text{Cr}_{1.2}\text{O}_4$ с линиями эталона настолько хорошее, что от нее трудно отказаться. Структура типа шпинели. Порошок очень магнитный.

Заключение

В данной работе были изучены методы очистки хрома из сточных вод, изучен сорбент монтмориллонит, проведена адсорбция хрома от рН на монтмориллоните и золе железа. Синтезирован золь монтмориллонита и золь железа. Проведено измерение остаточной концентрации хрома на спектрометре с индуктивно - связанной плазмой Spectroblue при определённых значениях рН.

Остаточная концентрация хрома при адсорбции наножелезом из модельного раствора составила 0,0375 мг/л, что меньше ПДК хрома в сточных водах промышленных предприятий 0,05 мг/л.

Для процесса адсорбции был выбран рН = 6, так как на графиках зависимости степени извлечения хрома от рН наблюдалась наибольшее извлечение хрома 99,9934 % для монтмориллонита и для золя железа 99,972%.

По физико-химическим параметрам адсорбцию можно отнести к химической, т. к. хром образует с наночастицами железа малорастворимое химическое соединение.

Установили, что зависимость «С/Г-С» для ММ Fe^0 при 20, 40, 60 °С в координатах Лэнгмюра прямая линия, значит на сорбенте идет монослойная адсорбция по типу Лэнгмюра.

В осадке не обнаружено соединений хрома (VI). Все железо перешло в степень окисления (+3), это говорит о том, что для него нет кинетических затруднений и оно реакционноспособно. Осадок содержит соединения хрома и железа, и в дальнейшем он может быть утилизирован в черной металлургии. Полученный осадок является более инертным к атмосферному воздействию, а соединения хрома (III) в его составе значительно безопаснее соединений хрома (VI). Если такой осадок получится при осаждении хрома из сточной воды, то он будет благоприятен с экологической точки зрения.

Библиографический список

1. Баширов В. Д. и др. Современные методы обследования различных комплексов очистных сооружений. – 2018.
2. Климова О. В. Процессы и аппаратное оформление очистки сточных вод от ионов хрома (VI) углеродными адсорбентами: дис. – Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т, 2015.
3. Шайкимова А. К. НОВЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ СОРБЕНТЫ В ПРОЦЕССАХ ДООЧИСТКИ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД //Сборник материалов III Молодежного Экологического Форума. – 2015. – С. 84-84.

4. Зубакова Л. Б., Тевлина А. С., Даванков А. Б. Синтетические ионообменные материалы //М.: Химия. – 1978..
5. Изучение состояния поверхности алюмосиликатного материала при обработке органическими кислотами и щелочью / Ю. И. Строганова, Р. С. Нагорнов, А. М. Лепилова, П. Б. Разговоров // Технол. и оборуд. хим., биотехнол. и пищ. промыш.: мат. X Всерос. научно-практ. конф. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та. – 2017. – С. 304-307.
6. Atia A. A. Adsorption of chromate and molybdate by cetylpyridinium bentonite //Applied Clay Science. – 2008. – Т. 41. – №. 1-2. – С. 73-84.