

Качество воды, полученное после обработки фильтрата на Na-катионитовом фильтре второй ступени, соответствует требованиям ПТЭ по качеству питательной воды для паровых котлов на Полоцкой ТЭЦ. Таким образом, использование нанофильтрационных методов очистки позволяет обеспечить необходимое качество воды для подпитки теплосетей и исключить из существующей схемы водоподготовки обработку воды в осветлителе и в Na-катионитовых фильтрах первой ступени.

Список использованных источников

1 Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация.– М.: АСВ, 2009.– 231 с.

2 Пантелеев А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р. Технология мембранныго разделения в промышленной водоподготовке. – М.: ДeЛи плюс, 2012. – 429 с.

3 Касперчик В.П., Яскевич А.Л., Бильдюкевич А.В., Полешко Г.Д., Гулис И.Г. Удаление минеральных и органических веществ из поверхностных вод с использованием нанофильтрации // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. науок. – 2014. – № 4. – С. 21-25.

УДК 628.16.081.3

И.В. Косогина, доц., канд. техн. наук; И.М. Астрелин, проф., д-р техн. наук;

С.А. Кирий, асп.; В.В. Носик, магистр

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. И.Сикорского», г. Киев, Украина

СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОРБЕНТОВ ИЗ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ И ОТХОДОВ ГЛИНОЗЕМНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Из известных методов глубокой очистки сточных вод наиболее перспективным является сорбционный метод, за его простоту и большое разнообразие сорбционных реагентов. Глубокой очистки воды сорбционными методами можно достичь модифицированием поверхности активированных углей (АУ). Как модификаторы могут быть использованы компоненты отходов глиноземных и пищевых производств. Перспективным направление создания эффективного сорбционного материала с привитыми функциональными группами на поверхности АУ является использование как модификатора металлов содержащих составляющих отходов глиноземных производств – «красный шлам» (КШ). «Красный шлам» – побочный продукт в процессе переработки бокситов по методу Байера. Независимо от того, каким именно способом осуществляют процесс производства глинозема, «красный шлам» содержит шесть основных элементов – Si, Al, Fe, Ca, Ti, Na. Химический состав «красного шлама», полученного методом Байера при производстве глинозема, приведен в таблице.

Таблица – Химический состав «красного шлама»

Компонент	Содержание компонентов в КШ, % масс.
Fe ₂ O ₃	40-55
Al ₂ O ₃	14-18
SiO ₂	5-10
CaO	5-10
TiO ₂	4-6
Na ₂ O	2-4

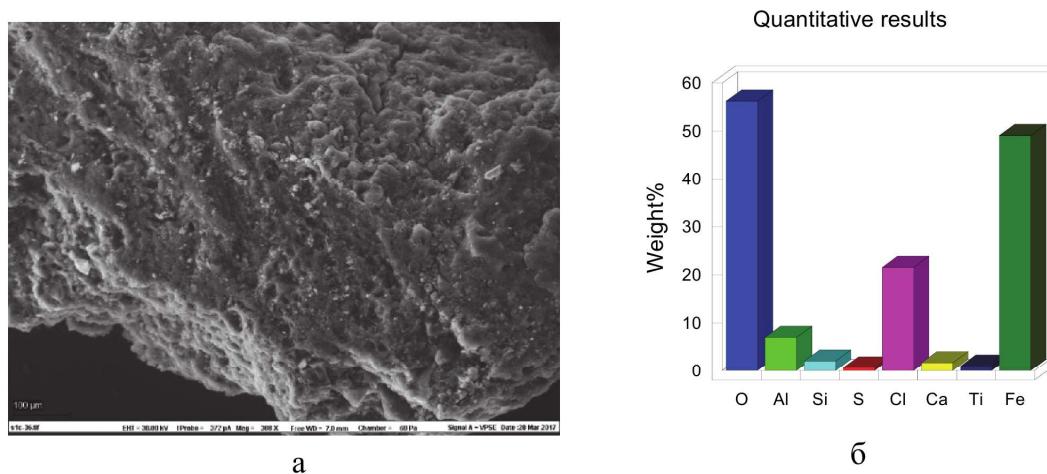
Модификации поверхности АУ оксидами железа может интенсифицировать процессы биосорбции и биорегенерации, окислительные процессы деструкции органических веществ, увеличить скорость иммобилизации бактерий и усилить их устойчивость к неблагоприятным внешним условиям.

Целью работы является - обоснование путей синтеза новых эффективных и дешевых сорбентов на основе композиций из активированного угля и отходов глиноземных производств. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи, а именно: синтезировать композиционные сорбенты на основе АУ и твердых отходов глиноземных производств; оценить характеристики полученных сорбентов на примере сорбции остатков синтетических красителей из загрязненных или сточных вод.

При выявлении рациональной структуры АУ для водоочистки, помимо стандартных характеристик (эффективная удельная поверхность, адсорбционный объем пор, объем микро- и супермикропор, доля мезопористого пространства), следует принимать во внимание доступность пористого пространства для эффективной адсорбции больших молекул или ассоциатов многих органических веществ. Диапазон размеров молекул и их ассоциатов, содержащих в стоках и в водоемах различных категорий очень широкий и охватывает интервал от 0,5 до 10 нм и более. Поэтому лишь небольшая доля адсорбционного объема большинства промышленных АУ доступна для сложных органических веществ, содержащихся в природной и биологически очищенных сточных водах. Из-за несоответствия структуры промышленных адсорбентов задаче их применения при глубокой очистке воды удельный расход первых многократно превышает действительно необходимую величину, которая зависит от рациональной пористой структуры для удаления данного типа загрязнений. Известно [1], что при адсорбции сложных молекул природных и синтетических органических веществ наибольшее значение имеет развитие удельной поверхности мезопор в интервале эффективных радиусов 1,5-4,5 нм. При этом для обеспечения адсорбции низкомолекулярных органических соединений необходимо также наличие большого количества микропор, то есть отношение объемов микропор и мезопор должно обеспечивать избирательность адсорбции как больших, так и низкомолекулярных органических соединений в очищаемой воде. Установление закономерностей глубокого извлечения различных типов органических веществ и их смесей, которые присутствуют в стоках и в источниках водоснабжения, адсорбентами, полученными из углей, является предметом значительного количества научных исследований [2].

Для синтеза гранулированного композиционного сорбционного материала использовали «красный шлам», глину, как связующее, и порошковый активированный уголь в соотношении 1: 1: 0,5 при тщательном смешивании. К этой смеси было добавлено соответствующее количество воды до перехода реагентов в пастообразную форму. Сформированные и высушенные гранулы помещали в титановый тигль, тигль - в кварцевую трубку и трубку - в трубчатую печь, продуваемую инертным газом, нагревали смесь до 350-400 °С в течение 30 мин до постоянной массы.

Элементный состав полученного сорбционного материала исследовали СЕМ-микроскопией на сканирующем электронном микроскопе EVO 50XVP (CarlZeiss) з системою INCAEnergy 350 (OxfordInstruments) с увеличением в 1000 раз (рисунок 1).



а – СЕМ изображение; б – элементный состав

Рисунок 1 – Результаты микроскопического исследования сорбционного материала

Анализом полученных данных установлено наличие оксидов железа, алюминия и титана, которые являются основными компонентами «красного шлама» в составе полученного сорбционного материала.

Проверено возможность использования полученного сорбционного материала для очистки сточных вод, загрязненных красителем «Прямыми пурпурными» и установлено рациональные условия сорбционной очистки воды. Сорбционные испытания проводили по стандартной методике.

Исследовано влияние исходной концентрации красителя «прямого пурпурного» на степень очистки воды на полученном сорбционном материале при различном pH среды (рисунок 2).

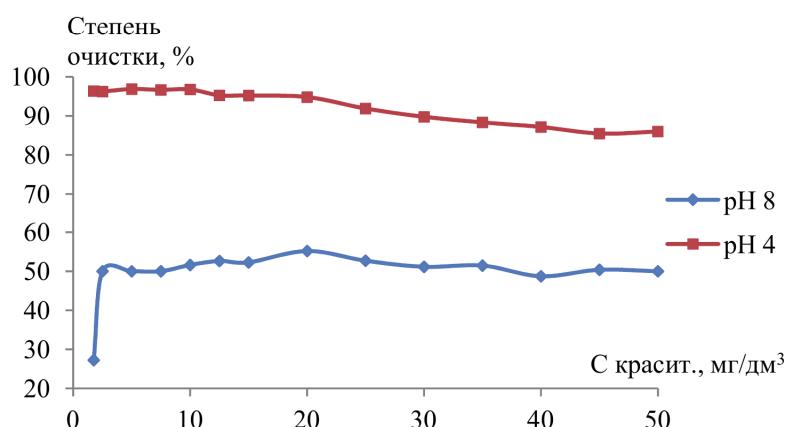


Рисунок 2 – Зависимость степени очистки воды от исходной концентрации красителя

Установлено, что при дозе сорбента 1 г/дм³ эффективность очистки воды достигает 50-55 % при концентрации красителя от 5 до 50 мг/дм³ в слабо щелочной среде, и 96 % при концентрации красителя до 20 мг/дм³ в кислой среде.

Исследовано влияние дозы полученного сорбента на основе порошкообразного угля и «красного шлама» на эффективность извлечения красителя в кислой среде. Установлено, что для данного сорбента увеличение степени сорбции красителя наблюдается в диапазоне доз от 1 г до 5 г. При дозе 5 г степень очистки воды составила 100 %.

Исследовано влияние продолжительности сорбции на эффективность извлечения красителя в кислой среде. Установлено, что для сорбента на основе порошкообразного угля и «красного шлама» увеличение степени сорбции наблюдается при продолжительности сорбционного процесса до 120 мин, далее степень очистки не меняется.

Подтверждена высокая эффективность сорбционного материала в кислой среде: достигается 96 %-ая степень очистки воды. Рациональными условиями использования полученного материала является ограничение по начальной концентрации красителя до 20 мг/дм³, проведение сорбционного процесса в кислой среде при дозе сорбционного материала 1 г/дм³, продолжительности сорбции 2 ч.

Для полученного сорбента на основе экспериментальных данных определены основные сорбционные свойства. Изотерма сорбции красителя на полученном сорбенте представлена на рисунке 3.

Проведено математическую обработку изотерм сорбции для гранулированного сорбента на основе порошкообразного угля и «красного шлама» по модели Ленгмюра (рисунок 4 а). Рассчитано емкость монослоя, которая по модели Ленгмюра составила 32,68 мг/г, и константу Ленгмюра K – 1,63 дм³/г. Проведено математическую обработку результатов по модели Фрейндлиха (рисунок 4 б) и рассчитаны основные параметры: константа Фрейндлиха K составила 18,89 дм³/г, а константа n – 3,22. Анализ полученных данных по сорбционным характеристикам показывает соизмеримость полученного материала с характеристиками товарных углей.

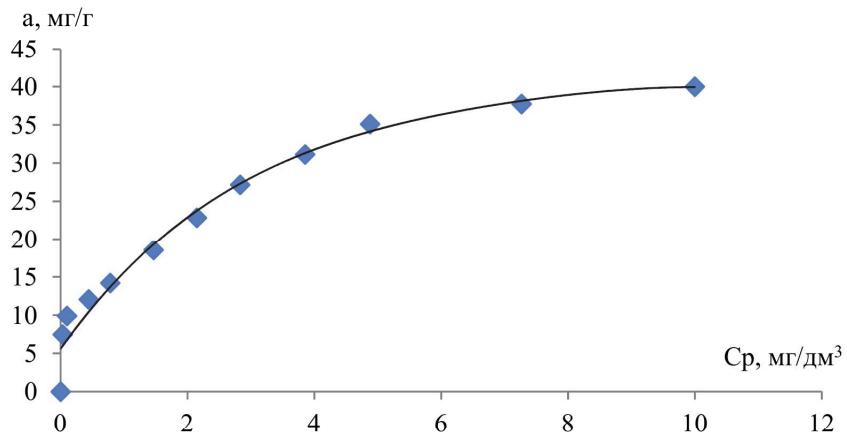


Рисунок 3 – Изотерма сорбции красителя «прямого пурпурного» на полученном сорбционном материале

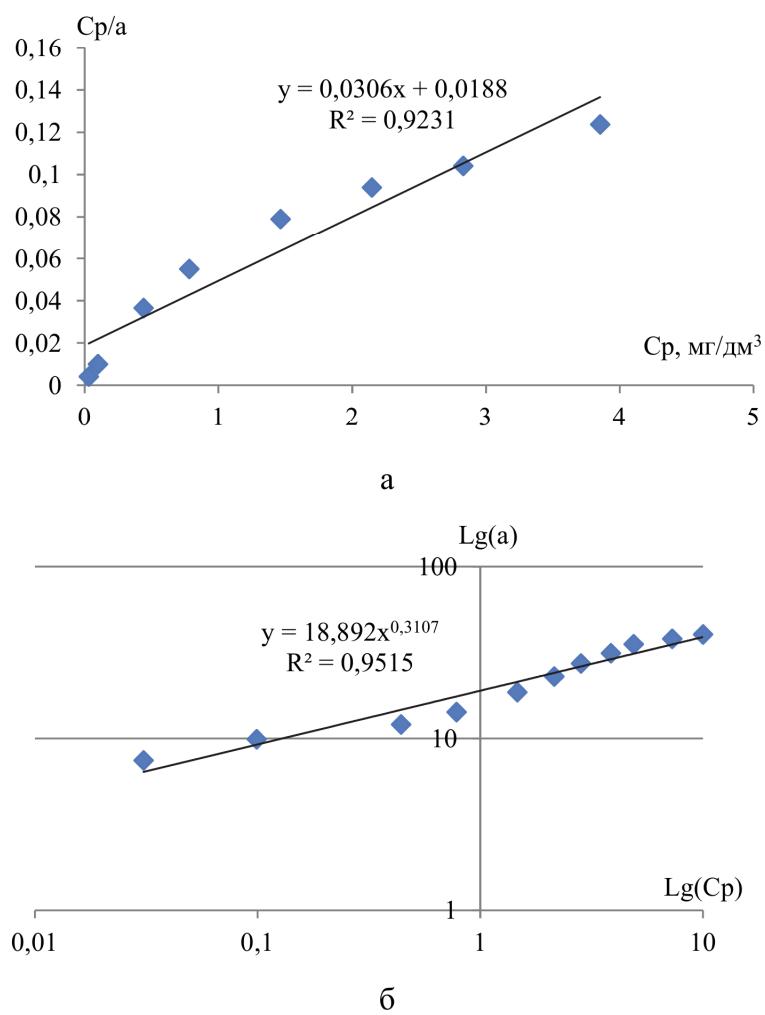


Рисунок 4 – Математическая обработка изотермы сорбции по моделям Ленгмюра (а) и Фрейндлиха (б)

Использование отходов в составе адсорбционного композита снижает стоимость последнего и определенным образом решает проблему утилизации отходов глиноземных производств. К недостаткам полученного материала можно отнести невысокую прочность гранул, в результате чего отделение отработанного сорбента от сточных вод несколько усложняет этот процесс. В дальнейших исследованиях планируется получение гранулированного сорбента с высокой прочностью гранул.

Список использованных источников

1 Новые возможности адсорбционного фильтрования в технике водоподготовки и глубокой очистки сточных вод/ Гончарук В.В., Клименко Н.А., Тимошенко Н.М./Химия и технология воды. – 1994 – Т. 16. – №1. – С. 37–38.

2 Самофалов В.С. Переработка антрацита в сорбционные материалы различного назначения: Автореф. дис. канд. тех. наук: 05.17.07/ Юж.–Рос. гос. тех. унив. – М. – 2004. – 24 с.

UDC 628.16

T.V. Solodovnik, H.S. Stolyarenko, A.A. Slis
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

PROSPECTS OF USING COMPLEX COAGULATION SYSTEMS BASED ON CHITOSAN IN WATER TREATMENT PROCESSES

1. Introduction. Nowadays involving environmentally friendly reagents and materials is gaining additional importance in water treatment processes, especially if we take into consideration the latest developments in science. Aluminium sulfate, aluminium chloride and ferric chloride are widely used in coagulation processes, however, as a result of involving these coagulants the concentration of metal ions dissolved in water increases. Therefore, it is advisable to give preference to inorganic coagulants in combination with synthetic or natural flocculants. Due to the growing demand for environmentally friendly materials it could be advisable to use flocculants based on chitosan in order to improve the coagulation and flocculation processes. Chitosan, which is a polysaccharide produced by chitin deacetylation, is a positively charged natural and non-toxic polyelectrolyte widely used in the flocculation of negatively charged suspended particles in water treatment (Figure 1) [1]. Therefore, studying and developing effective complex coagulants that could replace conventional coagulation systems becomes a topical problem nowadays. In this research we analyzed the optimum dosage and pH of complex coagulation systems with chitosan using Jar test methodology.

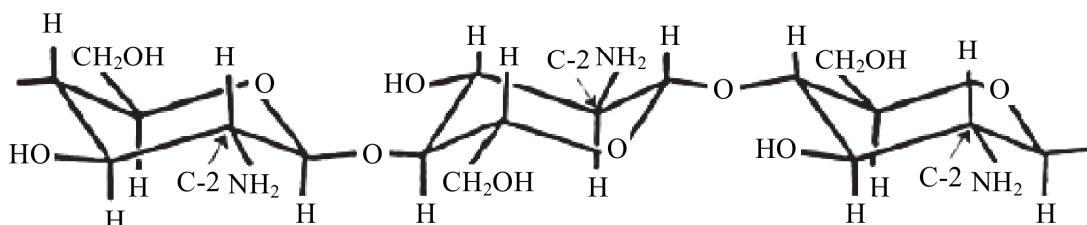


Figure 1 – Chitosan

2. Methods and materials. For experimental studies we used a conventional jar test apparatus (Figure 2) which consists of 6 1 L beakers, 6 mechanical stirrers with adjustable rotation speed and mixing time. These parameters are regulated by using Flocculator 2000. The device is additionally equipped with a pH electrode to control the pH in water samples. The pH of water sample was adjusted using HCl and NaOH solutions with concentration 0.1M. All tests were carried out by using synthetic coloured water. To prepare dyed solutions, 0.1 g of dye (active blue 3SWT) was dissolved in 1 L of distilled water and stirred on a magnetic stirrer at a rate of 20 rpm. This solution was used as a starting material for preparation of model solutions with a dye concentration of 0.02 g/l. Experiment was conducted at 140 rpm of mixing rate for 3 min after adding coagulant then the speed was reduced to 50 rpm for 10 min and 20 min of settling time.

In the experiment, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ were used as coagulants. To prepare solutions of coagulants, 10 g of the substance was dissolved in 100 ml of distilled water, thus obtaining a concentration of 10% coagulant solution. Flocculant solution was prepared by dissolv-