

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что полученные полимеры содержат меньшее число нитратных групп в элементарном звене, обладают меньшей молекулярной массой и в отличие от исходного НЦ имеют в своей структуре тиокарбамидные функциональные группы.

Библиографический список

1. Проблемы утилизации списанных боеприпасов Научная библиотека. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.fmx.ru/voennaya_kafedra/sposoby_utilizacii_vzryvchatyx_veshhestv.html (Дата обращения 17.03.2018).
2. Wu T.K. Studies of reaction nitrocellulose / T.K. Wu // Amer. Chem. Soc. polym. prepr. – 1979. Vol. 20. – № 2. – P. 409–412.
3. Павлова Д.И. Химическая модификация нитрата целлюлозы бромопроизводным имидазола / Д. И. Павлова, А. М. Мадякина, Г. Ф. Ишмаева, М. В. Хузеев // Вестник КГТУ. – 2015. – № 23. – С. 135–135.
4. Поляков А.И. Взаимодействие нитрата целлюлозы с хлорангидридами карбоновых кислот / А.И. Поляков, В.В. Смагин // Высокомолекулярные соединения. – 1972. – №6. – С. 1278–1282.
5. Пат. 10/46706 РФ, МКИ C09D101/18. Сложные смешанные азотнокислые эфиры целлюлозы с капролактамными группами и способ их получения / Н. П. Логинов, С. Н. Логинова; заявитель и патентообладатель Н. П. Логинов, С. Н. Логинова. – №–2157817; заявл. 19.03.1999; опубл. 20.10.2000
6. Романова С.М., Синтез хлорнитратов целлюлозы / С. М. Романова, А.М. Мадякина, С. В. Фридланд // Сборник докладов конференции с международным участием «Недели науки СПбПУ» (13-19 ноября 2017г.). – СПб: Издательство Политехнического университета, 2017. – С.169-172.

УДК 628.316

Свергузова С.В. д-р. техн. наук, проф.,
Винограденко Ю.А., асп.,
Сапронова Ж.А. д-р. техн. наук, доц.,
Бомба И.В., студ.

(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ КРАСИТЕЛЯ «МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО» ОТХОДАМИ ПЕРЕРАБОТКИ АБРИКОСОВ

Аннотация: Исследована возможность очистки растворов от красителя с помощью измельченного отхода переработки абрикосов – кожуры абрикосовых косточек. Установлено, что максимальная эффективность очистки при концентрации ККА 15 г/дм³ длительности контакта ККА с модельным раствором 100 минут, составляет 97,4%.

Ключевые слова: отходы переработки абрикосов, метиленовый голубой, эффективность очистки, сорбционная очистка.

Легкая промышленность занимает одно из ведущих мест в общем объеме производства [1]. Текстильная промышленность является важной частью экономики многих стран [2,3].

Известно, что текстильное производство потребляет большое количество воды – на производство 1 кг ткани затрачивается 100–200 кг воды (таблица 1)[4,5].

Таблица 1 - Удельный расход воды при производстве некоторых тканей

Тип ткани	Вид отделки ткани	Удельное потребление воды, л/кг
Бельевая	Отбеленная	88
Поплин	Отбеленная и мерсеризованная	106
Одежная	Окрашенная и мерсеризованная	108
«Шотландка»	Отбеленная	77

Сточные воды текстильных производств характеризуются обширным спектром загрязнений: взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, соединений фосфора и азота, нитратов, СПАВ, железа, меди, цинка, никеля, хрома, жиров, масел и различных красящих соединений [6-8].

Проблема очистки сточных вод красильных производств является весьма актуальной задачей. После предварительной очистки на локальных очистных сооружениях практически никогда не достигаются нормы сброса по цветности. Для чего сточные воды часто разбавляют чистой водой [9].

Большинство красителей являются токсичными веществами (аллергены, канцерогены, мутагены), кроме того, отличаются высокой устойчивостью к фото- и биodeградации [10].

В мире производится около 900 тыс. т красителей, кроме того, ежегодное производство пигментов в мире составляет порядка 200 тыс. т [11].

В таблице 2 представлены данные о потреблении красителей по регионам мира [12].

Анализируя современное состояние методов очистки сточных вод от красителей, следует отметить их разнообразие: широко используется коагуляция, окисление, флотация, адсорбция, различные методы деструкции, при этом сохраняется актуальность оптимизации существующих и поиск новых методов очистки, а также создание

новых высокоэффективных и экономически рациональных технологий обезвреживания сточных вод от красителей.

Таблица 2 - Потребление красителей по регионам мира, тыс. т

Регион, страна	Потребление	
	1998 год	2003 год, ориентировочно
Европа	131,4	134,7
США	175,0	179,4
Канада и Мексика	23,5	24,7
Африка	16,7	18,0
Китай	169,2	177,8
Средний Восток и Океания	33,9	36,9

Сорбционный способ широко используется для очистки окрашенных вод [13]. Известны исследования по очистке сточных вод от красителя «метиленовый голубой» отходом сельского хозяйства – кукурузными кочерыжками. Установлено, что эффективность очистки повышается при увеличении массы добавки сорбционного материала и длительности контакта с модельными растворами. Оптимальными параметрами процесса следует считать массу добавляемых измельченных кочерыжек 2,5 г на 100 мл модельного раствора и длительности контакта 35 мин. Достигаемая при этом эффективность очистки составляет 77 %.

Сатурационный осадок производства сахара из сахарной свеклы, после термической модификации, является эффективным сорбционным материалом в отношении различных веществ: тяжелых металлов, нефтепродуктов, СПАВ, а также красителей [13]. В работе представлены результаты сравнения сорбционной активности шунгита (фракционный диаметр 1-5 мм) месторождения г. Петрозаводск и активированного угля марки БАУ в отношении красителей: прямой красный, прямой зеленый светопрочный, кислотный желтый светопрочный, кислотный синий, кислотный ярко-красный, катионный красный, катионный оранжевый.

Результаты исследований позволили установить, что механизм сорбции шунгитом и активированным углем различен. Так, активированным углем лучше сорбируются те красители, которые имеют небольшую молекулярную массу и легче проникают в поры сорбента. У сорбента шунгит в силу его глобулярной структуры пор наилучшая сорбция из водных растворов наблюдается у красителей, имеющих большую молекулярную массу.

Известны исследования сорбционной способности модифицированной коры хвойных древесных пород лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* Ledeb.) и пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) по отношению к катионным красителям (на примере метиленового голубого). Максимальная сорбционная емкость отмечена для модифицированной коры пихты - 40,2 мг красителя/г сухого вещества сорбента [13].

В работе представлены данные проведенного адсорбционного и спектрального исследования взаимодействия органических красителей анионной природы (прямой алый, метиловый оранжевый) с замещенными катионным полиэлектролитом (гидрохлоридом полигексаметиленгуанидина) слоистыми силикатами (каолинитом и гидрослюдой). Доказано, что модифицирование приводит к повышению адсорбционной способности минералов к органическим анионам благодаря образованию на поверхности сорбента ионных ассоциатов сорбат/модификатор.

Несмотря на значительное количество описанных в литературе способов очистки водных растворов и сточных вод от красителей, поиск недорогих, эффективных и доступных сорбционных материалов для очистки сточных вод от красителей является актуальной задачей.

Одним из материалов, который может быть использован в водоочистке, является отход переработки абрикосов – кожура косточек абрикосов (ККА). Абрикос – плодовое дерево, широко произрастающее в средней и южной полосах России, а также во многих Южных странах. При переработке плодов абрикосов на ядра, варенье, джемы, компоты, соки и т.д., образуется твердый отход – косточки, которые в больших количествах скапливаются на территориях предприятий и вывозятся на полигоны отходов.

В работе использовались измельченные, высушенные и разделенные на фракции частицы материала ККА. Разделение на фракции осуществляли с помощью стандартного набора сит. Для работы были отобраны фракции с размером частиц 0,315-0,63 мм.

Для приготовления модельных растворов использовали реагент – краситель «Метиленовый голубо» квалификации «х.ч.», изготовитель ООО «BEKTON», Россия. Исходный раствор готовили путем растворения 1 г красителя в 1 дм³ дистиллированной воды. Рабочие растворы различных концентраций готовили дальнейшими разбавлениями исходного раствора необходимыми количествами дистиллированной воды. Концентрацию метиленового голубого (МГ) определяли фотоколориметрическим способом на фотометре КФК – 3 – ЗОМЗ (изготовитель Россия) при длине волны 720 нм.

Насыпная плотность определялась по ГОСТ Р «Стандартный метод определения насыпной плотности активированного угля» [14]. Определение насыпной плотности осуществлялось путем свободного падения частиц из градуированный цилиндр и определяли массу данного объема (V). Согласно стандарту, в зависимости от номинального размера частиц образцов выбирают мерный цилиндр вместимостью 100 см³. Внутренний диаметр цилиндра должен быть не менее 10 значений среднего размера частиц. Заполняем цилиндр, избегая попадания воздуха. Выравнивали вершину слоя, легко постукивая по стенке цилиндра. Содержимое цилиндра взвешивали с точностью до 0,1 г. Насыпную плотность D, г/см³ Рассчитывали по следующей формуле:

$$D = \frac{M}{V} \quad (1)$$

где M – масса пробы сорбента, г;

V – объем пробы сорбента, см³.

Для определения содержания влаги использовался метод по ГОСТ Р «Стандартный метод определения содержания влаги в активированном угле» [15]. Определение содержания влаги осуществляли прямым гравиметрическим методом – навеску образцов помещали в сухой, закрывающийся бюкс (известной массы) и взвешивали вместе с крышкой. Бюкс открывали и помещали в конвекционную печь вместе с крышкой при температуре 423 К на 3 часа. Пробу высушивали до постоянной массы, затем доставали из печи, закрывали бюкс и охлаждали до температуры окружающей среды. Закрывать бюкс взвешивали. Потерю массы выражали в процентах от массы исходной навески.

Содержание влаги в образцах W, %, рассчитывали по следующей формуле:

$$W = \frac{C-D}{C-B} \times 100 \quad (2)$$

где C – масса бюкса с крышкой и навеской до испытаний, г;

D – масса бюкса с крышкой и навеской после испытания, г;

B – масса бюкса с крышкой, г.

Для определения эффективности очистки готовили серию навесок материала ККА, которые вносили в плоскодонные колбы вместимостью 250 см³. В колбы приливали по 100 см³ раствора МГ с исходной концентрацией 200 мг/дм³. Растворы перемешивали на механическом встряхивателе в течении 20; 40; 60; 80 и 100 минут. После указанного времени сорбционный материал ККА отфильтровывался с помощью бумажного фильтра, в фильтрате определяли остаточную концентрацию МГ.

Эффективность очистки рассчитывали по формуле:

$$\Xi = \frac{C_H - C_K}{C_H} \times 100 \quad (3)$$

где C_H - начальная концентрация МГ, мг/дм³.

C_K - конечная концентрация МГ, мг/дм³.

100 – пересчет в %.

Физико-химические свойства материала ККА представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-химические свойства ККА

Показатели	Размерность	Значение
Насыпная плотность, $\rho_{\text{нас}}$ (по фракциям)	кг/м ³	0,453
рН водной вытяжки	-	0,474
Потери при прокаливании п.п.п.	%	35,7
Влажность (общая), W	%	0,91

Зависимость эффективности очистки от концентрации сорбционного материала (ККА) представлена на рисунке 1.

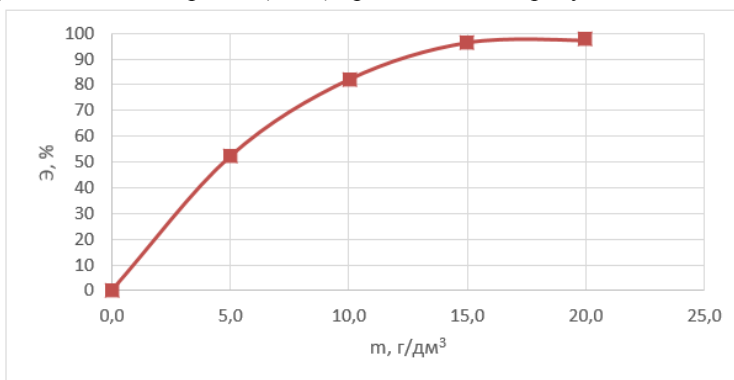


Рис. 1 - Зависимость эффективности очистки от концентрации ККА.
Длительность перемешивания – 10 минут.

Из результатов, представленных на рисунке 1. Видно, что в интервале концентраций ККА от 0 до 5 г/дм³ наблюдается интенсивное возрастание эффективности очистки, в дальнейшем эффективность возрастает не так интенсивно и при концентрации ККА, равной 15 г/дм³ эффективность очистки достигает 97,4%.

Исследования зависимости эффективности от длительности контакта ККА с раствором, содержащим МГ, показана на рисунке 2.

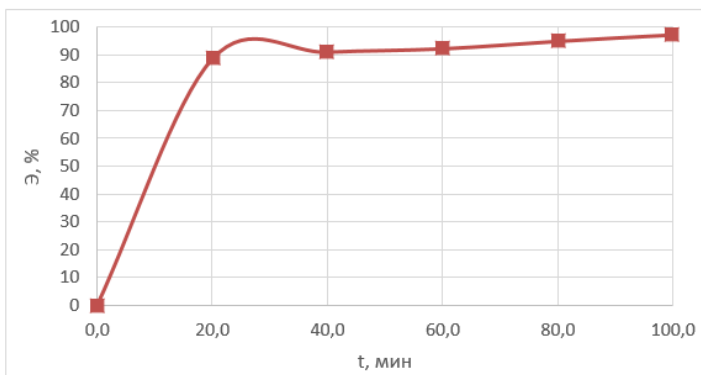


Рис.2 - Зависимость эффективности очистки от длительности контакта ККА с модельным раствором МГ. Концентрация ККА – 5 г/дм³.

В первые 20 минут от начала процесса очистки наблюдается быстрый рост эффективности очистки, который в первые 20 минут процесса достигает 88,7%, а к 100 минуте от начала очистки эффективность очистки составляет 96,2%.

Таким образом, проведенными исследованиями показано, что при использовании измельченного материала ККА достигается высокая эффективность очистки растворов от красителя метиленового голубого, максимальное значение которой для данных условий эксперимента составляет 97,4%.

Работа подготовлена при поддержке центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Библиографический список

1. Грицак Ю.П. Промышленность стран мира: уровни развития и типы структур / Грицак Ю.П. // Регион: стратегія та пріоритети. – 2007. – №5. – С. 34-43.
2. А.О.Филоник. Некоторые аспекты функционирования экосферы и состояние природного комплекса в арабском мире / А.О. Филоник // Окружающая среда и развитие в арабском мире. (Сборник статей). М.. - 1999. - С. 24-46.
3. Kaisi A., Syrian Arab Republic country report. / Kaisi A., Yasser M., Mahrouseh Y. // Non-conventional water use: WASAMED project. Bari : CIHEAM / EU DG Research. - 2005. - P. 251-264.

4. Евлантьев, С.С. Исследование методов очистки сточных вод текстильного производства от красителей / С.С. Евлантьев, А.А. Войтюк, Н.А. Сахарова // Научный потенциал регионов на службу модернизации. Астрахань : АИСИ. - 2012. - № 2 (3). – с. 111-113.
5. Калинин, Ю.А. Природные красители и вспомогательные вещества в химико-текстильных технологиях — реальный путь повышения экологической чистоты и эффективности производства текстильных материалов / Ю. А. Калинин, И. Ю. Вашурина // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2002. - т. XLVI, № 1. - с.77-87.
6. Суша, О. В. Экологические аспекты текстильных предприятий / О. В. Суша, Л. Н. Цуприк // Сборник материалов 72-й студенческой научно-технической конференции, 20-28 апреля 2016 г. - Минск, 2016. – С. 93-96.
7. Рокотянская В.В., Анализ влияния антропогенных факторов промышленного производства на окружающую среду (на материалах легкой промышленности) / Рокотянская В.В., Россинская М.В. // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. - 2011. - №2. - с. 253-260.
8. Черенович, Н. А. Анализ методов очистки сточных вод от красителей / Н. А. Черенович, М. В. Пилипенко, В. И. Романовский // Актуальные проблемы экономики строительства : материалы 72-й студенческой научно-технической конференции (Минск, 17-20 мая 2016 г.). Минск : БНТУ. - 2017. – с. 77-80.
9. Ельников, Д.А. Очистка сточных вод от синтетических и органических красителей отходом производства дисахаридов. Автореф. дисс...канд. техн. наук: 03.02.08 –Пенза, 2013. – 19 с.
10. Рамазанова Г.Р. Сорбционно -спектроскопическое определение синтетических анионных пищевых красителей. Автореф. дисс...канд. хим. наук: 02.00.02 – Москва, 2016. - 22с.
11. Киселёв А.М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов / А.М. Киселев // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2002. - т. XLVI, № 1. - с. 20-30.
12. Карпов, В.В. Современное состояние производства и потребления красителей / В. В. Карпов, А. Е. Белов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2002. - т. XLVI. № 1. - с. 67-71.
13. Сапронова, Ж.А. Разработка комплексной технологии очистки сточных вод нефтехимических предприятий на основе активированных отходов сахарной промышленности на примере белгородской области. Дисс..Д-ра техн. наук: 03.02.08. – Уфа, 2016. – 341 с.
14. ГОСТ Р 55959-2014 Уголь активированный. Стандартный метод определения насыпной плотности. Методы испытаний – Введ. 2013-11-01. – М.: Стандартиформ, 2014. – 10 с.
15. ГОСТ Р 55956-2014 Уголь активированный. Стандартные методы определения содержания влаги. Методы испытаний – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 18 с.