УДК 628.345.1

А. И. Юсупова, И. Г. Шайхиев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ОПИЛОК КОРЫ И ЛИСТЬЕВ QUERCUS ROBUR В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III) ИЗ МОДЕЛЬНЫХ ВОД

Ключевые слова: экстракт, опилки коры дуба, листья дуба, ионы железа (III), очистка.

Исследована очистка модельных вод от ионов Fe^{3+} (1000 мг/л) экстрактом из опилок коры дуба и листьев дуба в статических условиях, определена эффективность их использования для очистки модельной воды от ионов Fe^{3+}, которая составила: при использовании экстракта из опилок коры дуба– 58%, экстракта из листьев дуба – 54%.

Key words: extract, sawdust oak bark, leaves of oak, ions of iron (III), purification.

It was investigated possibility of cleaning model of water from ions Fe^{3+} (1000 mg/l) extract of sawdust oak bark and leaves of oak in static conditions, the efficiency of their use for the treatment model of water from ions Fe^{3+}, which were: the use of the extract of sawdust oak bark- 58% , an extract from the leaves of the oak – 54%.

Введение

Распространение загрязняющих веществ в объектах окружающей природной среды приобрело глобальные масштабы. Проблема предотвращения вредного воздействия и очистки от загрязняющих веществ в настоящее время является актуальной для всего мира.

В списке поллютантов одну из главенствующих позиций занимают тяжелые металлы, ионы которых не подвергаются биодеструкции в водоеме, а лишь изменяют формы и, в этой связи, относятся к консервативным веществам, токсичным для гидробионтов.

В этой связи выходом из создавшегося положения может быть реализация программы внедрения высокоэффективных методов очистки сточных вод, не требующих больших финансовых вложений и не оказывающих негативного влияния на природную среду. Особый интерес представляет использование в качестве реагентов для очистки сточных вод возобновляемых отходов деревоперерабатывающей промышленности. Такое сырье содержит, как правило, природные биологически активные вещества, процесс выделения которых из отходов в большинстве случаев выгоднее химического синтеза. К тому же решается проблема утилизации отходов деревоперерабатывающей промышленности.

Некоторые виды деревьев являются промышленно значимыми породами и интенсивно используются в народном хозяйстве. При переработке дерева в производство поступает всего 34 % древесины. Отходы древесины состоят из: 10 % коры, 3 % щепы и стружек, 8 % опилок и 45 % образцов, горбыля и др. В частности, возможность применения древесных опилок в качестве сорбентов ионов тяжелых металлов (ИТМ) раскрыта в обзорах [1,2]. Длительное время интенсивно разрабатываются методы их использования для очистки сточных вод (СВ) различных производств, изучаются различные факторы, влияющие на степень очистки и способы модификации для повышения их эффективности.

Однако одной из проблем является регенерация ИТМ из опилок. Предлагается проводить десорбцию сорбированных на поверхности опилок ИТМ растворами минеральных кислот или проводить регенерацию термическим сжиганием, что не совсем приемлемо в экологическом аспекте. К тому же, как указывает опилки относятся к материалам с невысокими сорбционными характеристиками, что создает определенные трудности при очистке водных потоков с высокими концентрациями ИТМ.

В этой связи, весьма перспективным для очистки СВ, содержащих ИТМ, является использование экстрактов из отходов деревоперерабатывающей промышленности.

Последние содержат природные биологические активные соединения, процесс выделения которых из отходов в большинстве случаев выгоднее химического синтеза. Особый интерес представляют опилки коры дуба и листья дуба (Quercus robur), содержащие в своем составе дубильные вещества (ДВ) (таннин, эллагогендубильная кислота, дубодубильные кислоты, маклурин, катеходубильные вещества), способные взаимодействовать с ИТМ [3].

Учитывая вышеизложенное, в продолжение работ [4,5] по изучению возможности использования отходов деревопереработки в качестве реагентов для удаления ИТМ из водных сред, исследована очистка модельных стоков от ионов Fe^{3+} с использованием экстрактов из опилок коры дуба (ЭКД) и сухих измельченных листьев дуба (ЭЛД).

Экспериментальная часть

Методика приготовления ЭКД, ЭЛД. Для приготовления экстракта использовались измельченные опилки коры дуба и сухие листья дуба. Соотношение объема дистиллированной воды к весу опилок коры и листьев - 10:1. К 50 г предварительно взвешенным опилкам из коры дуба и сухим измельченным листьям дуба приливалось

по 500 мл дистиллированной воды, нагретой до 90 °С настаивались в течение 30 мин для наиболее полного извлечения органических веществ в экстракт. Полученные экстракты, тёмно-коричневого и черного цвета, отфильтровывались на вакуумной установке от твердой фазы.

Модельный раствор (МР) представляет собой водный раствор $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ с концентрацией ионов Fe^{3+} 1000 мг/л.

Физико-химические показатели ЭКД, ЭЛД и МР, с концентрацией ионов Fe^{3+} 1000 мг/л, представлены в таблица 1.

Таблица 1 - Физико-химические показатели ЭКД, ЭЛД и МР

Показатель	МР	ЭКД	ЭЛД
pH	2,4	4,71	7,7
ХПК, мг O_2/л	-	10150	8300
Светопропускание (Т), %	82	32	28
Цвет	оранжевый	коричневый	черный

Ход проведения эксперимента. В мерные цилиндры, объемом 100 мл, приливалось 50 мл МР, затем к последнему добавлялись ЭКД, ЭЛД в соотношениях 1 : 1-10. В течение 6 часов наблюдалось осаждение хлопьев, которые отфильтровывались и в фильтратах определялись значения ХПК, остаточное содержание ионов Fe^{3+}, pH, светопропускание, оптическая плотность, масса осадка.

Обсуждение результатов

Проведенными анализами установлено, что во всех случаях значения ХПК смесевых растворов с увеличением количества добавляемых к МР экстрактов повышаются, что закономерно, так как последние имеют высокое содержание органических соединений, что подтверждается начальными значениями ХПК. Графики изменения значений исследуемого параметра в зависимости от дозировок приливаемых экстрактов приведены на рисунке 1.

Верхние линии показывают изменение значений ХПК, получившиеся в результате смешения дистиллированной воды с экстрактами в результате простого разбавления в указанных ранее пропорциях (эксперимент сравнения). Нижние графики демонстрируют зависимость изменения значений ХПК смесевых фильтратов после отделения образовавшегося осадка. Разница между значениями ХПК холостого опыта и смесевого фильтрата показывает, какое количество органических соединений, входящих в состав экстракта, участвует в реакциях комплексообразования с ионами железа с образованием нерастворимых соединений, выпадающих в осадок. Очевидно, что при максимальной пропорции смешения, равной МР:экстракт = 1:1, разница между значениями ХПК в случае использования ЭКД составляет 875 мг O_2/л, в случае приливания ЭЛД – 550 мг O_2/л.

Данное обстоятельство свидетельствует о том, что при удалении ионов Fe^{3+} участвует большее количество органической составляющей экстракта и опилок коры Quercus robur.

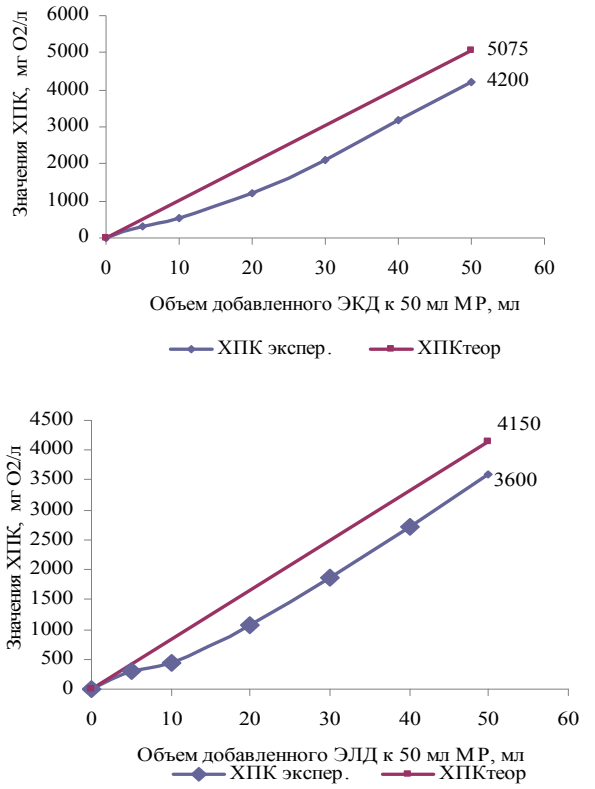

Рис. 1 - Зависимость изменения значения ХПК смесевых фильтратов от объема добавленного экстракта: а) из опилок коры дуба, б) из листьев дуба

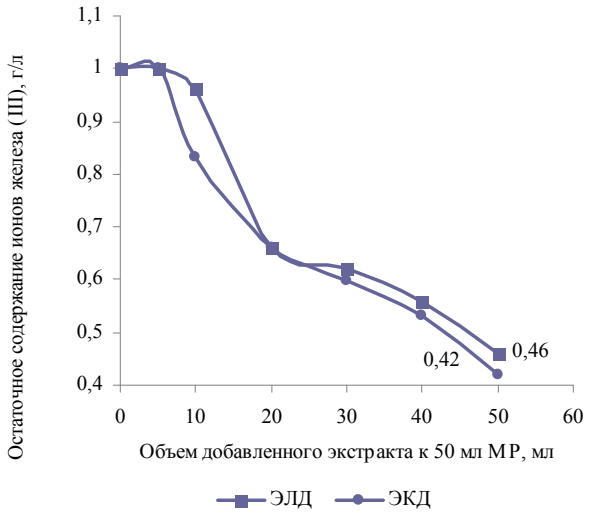

Рис. 2 - Зависимость остаточной концентрации ионов Fe(III) в фильтратах от объема добавленного экстракта (опилок коры дуба, листьев дуба)

Данное обстоятельство способствует более полному удалению ионов железа из смесевого раствора, что подтверждается графиками изменения остаточных количеств железа в зависимости от дозировок добавляемых экстрактов, представленных на рисунке 2.

С увеличением количества экстракта происходило более полное взаимодействие между ионами железа (III) и природными соединениями в составе экстрактов, о чем свидетельствует снижение остаточного содержания ионов Fe(III) в очищенных МР, а также возрастание массы осадка.

Исходя из полученных экспериментальных данных, очевидно, что наименьшие значения остаточного содержания ионов Fe(III) в проведенных экспериментах достигались при приливании ЭКД к МР в соотношении 1:1. С увеличением объемов добавляемых к модельной жидкости экстрактов массы образующихся осадков возрастают, что вполне закономерно (рис. 3). Максимальные значения массы осадка были достигнуты при соотношении ЭКД : модельный раствор = 1:1.

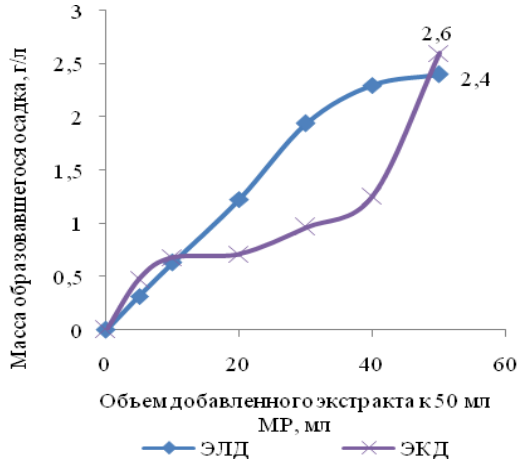

Рис. 3 - Зависимость изменения массы осадка очищенной МР от объема добавленного экстракта

В то же время стоит отметить, что с увеличением количеств приливаемых экстрактов к МР, соотношение органической компоненты в составе осадка к ионам железа первоначально уменьшается, затем - повышается. Значение соотношения смешиваемых жидких сред, как следует из данных, приведенных в таблице 2, при котором достигается наибольшее соотношение ионов железа (III) к органической компоненте осадка - МР : экстракты = 2,5 : 1.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сделать вывод, что экстракт из опилок коры дуба способствуют более эффективному удалению ионов Fe^{3+} из водных сред. Данное обстоятельство объясняется тем, что основным компонентом коры и листьев дуба являются дубильные вещества, на долю которых приходится 7–20 % и 5,3 % соответственно.

Таблица 2 – Соотношение массы осадка Fe^{+3} и массы органических веществ в осадке при очистке с использованием экстракта

Соотношение модельный раствор : экстракт	Соотношение массы органических веществ к массе Fe^{+3} в осадке при использовании экстракта	
	ЭКД	ЭЛД
10 : 1	1 : 0,073	1 : 0,027
5 : 1	1 : 0,33	1 : 0,067
2,5 : 1	1 : 0,90	1 : 0,38
1,67 : 1	1 : 0,72	1 : 0,33
1,25 : 1	1 : 0,60	1 : 0,24
1 : 1	1 : 0,29	1 : 0,28

В коре Quercus robur содержится почти в четыре раза больше дубильных веществ, чем в листьях и почти в два раза больше чем в древесине дуба [3].

Литература

1. Тимофеева С.С., Лыкова О.В., *Иркут. политехн. ин-т – Иркутск, 1985. – 38 с. – Деп. в ОНИИТЭхим 09.10.85,* № 994-хп.
2. Fiset J.-F. [and ets.], *Rev. Sci. Eau,* 3, 325-349 (2000).
3. Химический состав коры дуба, http://zelenplaneta.ru/528-ximicheskij-sostav-duba.html
4. Багаува А.И., Шайхиев И.Г., Степанова С.В., *Вестник Казанского технологического университета,* 10, 64-71 (2010).
5. Багаува А.И., Шайхиев И.Г., Степанова С.В., *Вестник Казанского технологического университета,* 14, 71-74 (2011).

© **И. Г. Шайхиев –** д.т.н., зав. каф. инженерной экологии КНИТУ, ildars@inbox.ru; **А. И. Юсупова** – асп. той же кафедры.