

3. Шайхиев И.Г., Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллутантов из водных сред. 3. Пихтовые / Шайхиев И.Г., Шайхиева К.И. // Вестник технологического университета. - 2016. - Т. 19. № 6. - С. 160-164.
4. Шайхиев И.Г., Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллутантов из водных сред. 4. Лиственничные / Шайхиев И.Г., Шайхиева К.И. // Вестник технологического университета. - 2016. - Т. 19. № 11. - С. 199-202.
5. Мурашко Е.Э., Влияние параметров обработки ВЧ-плазмой пониженного давления на нефте- и водопоглощение компонентов *Larix sibirica* / Мурашко Е.Э., Шайхиев И.Г., Санатуллова З.Т., Садыкова С.В. // Вестник технологического университета. - 2017. - Т. 20. № 17.- С. 121-126.
6. Камалова Н.А., Сорбция ионов меди и никеля иголками *Larix sibirica* / Камалова Н.А., Шайхиев И.Г., Галимова Р.З., Садыкова С.В., Гречина А.С. // Вестник технологического университета. - 2017.- Т. 20. № 19. - С. 121-124.
7. Камалова Н.А., Сорбция ионов тяжелых металлов хвоей *Larix sibirica* / Камалова Н.А., Шайхиев И.Г., Садыкова С.В. // Сб. докл. Междунар. научно-техн. конф. «Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды», Алушта, 4–8 июня, 2018 г. / БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. - 2018. - Ч. II. - С. 113-121.
8. Denisova T.R., Material performance of nickel ions adsorption by Larix sibirica needles/ Denisova T.R., Kharlyamov D.A., Shaikhiev I.G., Galimova R.Z., Sadykova S.V. // International Journal of Engineering & Technology. - 2018. - Vol. 7. - P. 219-222.
9. Галимова Р.З. Обработка результатов исследования процесса адсорбции с использованием программного обеспечения Microsoft Excel: учебное пособие. / Галимова Р.З., Шайхиев И.Г., Свергузова С.В. - Казань, Белгород: Изд-во БГТУ. - 2017. -

УДК 66.061.3; 628.31

Королева С.Е., маг.,
Шайхиева К.И. асп.,
Фридланд С.В., д-р. хим. наук, проф.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ КОБАЛЬТА

PISUM

SATIVUM)

*Исследована очистка модельных растворов от ионов Co^{2+} экстрактом из высушенных и измельченных стручков гороха (*Pisum sativum*). Найдено, что с увеличением дозировки экстракта, приливаемого к раствору, содержащему ионы кобальта в концентрации 100 мг/дм^3 , эффективность удаления последних увеличивается.*

Ключевые слова: стручки гороха, экстракт, ионы кобальта, удаление.

На современном этапе развития научно-технического прогресса стоит главная задача решения проблем загрязнения окружающей природной среды.

В настоящее время тяжелые металлы относятся к приоритетным во всех средах загрязняющим веществам. Поведение их в реальных средах сложно и мало исследовано. Вместе с тем, их накопление в живой природе вызывает серьезное беспокойство во всей экосистеме.

Загрязнение окружающей среды особенно сильно отражается на состоянии открытых водоемов. Повышение концентрации загрязняющих веществ может привести к ухудшению физико-химических и органолептических свойств воды, к возникновению кислородного дефицита, а в итоге к существенному изменению всего гидрохимического режима водоема, следовательно, и условий обитания в них водных организмов.

Тяжелые металлы относятся к одной из наиболее опасных групп веществ, загрязняющих биосферу. Наибольший вклад (80 %) в отравлении окружающей среды ионами тяжелых металлов (ИТМ) вносят гальванические производства. Так, ежегодно в природу выбрасывается до 1 км³ токсичных гальваностоков, содержащих 50 тыс. тонн тяжелых металлов, 23-30 % этих стоков попадает в водные бассейны.

Существуют физико-математические методы очистки сточных вод, содержащих ИТМ, не всегда могут обеспечить качество воды, удовлетворяющее предъявляемым к ней требованиям и являются многостадийными, дорогостоящими, так как требуют применения большого количества реагентов и электроэнергии.

Научно-технические мероприятия охраны гидросферы должны быть реализованы путем создания, во-первых, с использованием бессточных технологий с полным рециклом воды, во-вторых – эффективной локальной очисткой сточных вод в местах их возникновения. Существующие в настоящее время методы, обеспечивающие эффективную очистку стоков с дальнейшим извлечением из шлама ценных компонентов, требуют сложного аппаратного оформления и являются дорогостоящими.

Актуальной задачей является поиск новых видов достаточно дешевых реагентов, с высокой эффективностью осаждения, из

Финансовое положение многих хозяйствующих субъектов Российской Федерации ограничивает ресурсные возможности по реализации природоохранной деятельности. В связи с этим большое

внимание должно уделяться внедрению высокоэффективных методов очистки, не требующих больших вложений финансовых средств и не оказывающих негативное влияние на окружающую природную среду.

В последние годы повысился интерес к многотоннажным возобновляемым отходам сельского хозяйства, как к перспективному сырью для получения материалов, полезных человеку. Такое сырье содержит природные биологические активные вещества, процесс выделения которых из отходов в большинстве случаев выгоднее химического синтеза. К тому же решается проблема утилизации отходов сельскохозяйственного производства.

В связи с вышеизложенным, целью работы является исследование возможности очистки сточных вод, содержащих ионы Co^{2+} , многотоннажными возобновляемыми отходами сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Особый интерес вызывают отходы от переработки бобовых культур. Наличие в их составе большого количества белков и углеводов, может способствовать удалению из сточных вод ИТМ за счет реакций между последними и функциональными группировками биополимеров в составе биомассы бобовых культур. В Российской Федерации и других странах широко распространено выращивание гороха (*Pisum sativum*) в качестве кормовой культуры для скота и для питания человека. Особую проблему представляет утилизация оболочек стручков гороха после лущения плодов. В лучшем случае последние скармливаются сельскохозяйственным животным, в худшем – гнивают в буртах или на открытых площадках, усугубляя экологическую ситуацию в районе перерабатывающего предприятия.

Одним из путей использования оболочек стручков бобовых является использование их в качестве сорбционных материалов ИТМ из водных сред. Так, в частности, оболочки стручков гороха исследовались для извлечения из модельных растворов ионов Cr^{6+} [1- 3]. Проведенными исследованиями определено, что наибольшая степень удаления ионов Cr^{6+} наблюдается при $\text{pH} = 3$, начальной концентрации названных ионов 50 мг/дм^3 , дозировке сорбционного материала 40 г/дм^3 , невысока и составляет $3,56 \text{ мг/г}$ при $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Изотермы сорбции наиболее адекватно описываются уравнением Темкина. Также изучена сорбция ионов Cr^{6+} и Zn^{2+} измельченной шелухой стручков гороха [4]. Определена максимальная сорбционная емкость по названным ионам – $1,88 \text{ мг/г}$ по ионам $\text{Cr}(\text{VI})$ и $1,45 \text{ мг/г}$ – по ионам $\text{Zn}(\text{II})$. Авторами указывается, что основным механизмом адсорбции является хемосорбция ионов металлов функциональными группами, входящими в состав белковых структур оболочек стручков гороха.

Следует отметить низкие значения максимальной сорбционной емкости измельченной кожуры стручков гороха по ионам металлов [1-4], несмотря на высокое содержание белков в них. Согласно литературным данным [5], горох богат белком (26-27%), содержащим большое количество незаменимых аминокислот (тирозин, цистин, метионин, лизин, триптофан и др., которые по химическому составу и физиологическим свойствам наиболее близки к белкам животного происхождения, а также крахмал, жир, витамины группы В, С, РР, провитамин А, минеральные соли (соли калия, фосфора, марганца и др.), клетчатка и микроэлементы. В тканях бобовых накапливается много азотных соединений, необходимых для

В этой связи, для увеличения эффективности удаления ИТМ более выгодно использовать экстракты, содержащие в своем составе названные выше соединения. Ранее была показана возможность удаления ИТМ из модельных растворов экстрактами из оболочек стручков гороха (ЭСГ) [6-11].

Исследовалась возможность использования экстракта из высушенных и измельченных стручков гороха ЭСГ для удаления ионов Co^{2+} из модельных растворов.

Модельный раствор, приготовленный растворением соответствующей навески семиводного $CoSO_4$ (0,4768 г) в 1 дм³ дистиллированной воды, имел следующие показатели: рН – 5,44, плотность – 1000,4 мг/см³, цвет – слегка розовый.

Физико-химические показатели ЭСГ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – физико-химические показатели экстракта из шелухи оболочек стручков гороха

Показатели	ЭСГ
рН	5,76
XПК, мг О/дм ³	6048
Плотность, мг/см ³	1003,25
Светопропускание, %	21
Общая щелочность, мг·эква/дм ³	5,2
·эква/дм ³	1,2
Цвет	светло-коричневый

Ход проведения эксперимента заключался в следующем: в 5 плоскодонных колб, содержащих по 100 см³ заранее подготовленного модельного раствора Co^{2+} с концентрацией 100 мг/дм³, добавлялся экстракт в объеме от 5 до 50 см³. Добавление последнего приводило к

образованию дисперсной фазы коричневого цвета, обусловленную образованием комплексов аминокислот с ионами Co^{2+} .

Определено, что с увеличением дозировки приливаемого экстракта, масса сухого осадка увеличивается, что вполне закономерно. Концентрация ионов Co^{2+} , соответственно, понижается, достигая конечного значения 40 мг/дм^3 . Проведенными анализами установлено, что во всех случаях значения ХПК фильтратов с увеличением количества добавляемых к модельным растворам экстрактов повышаются, что вполне закономерно, так как последние имеют высокое содержание органических соединений, что подтверждается начальными значениями ХПК. Определено, что значения pH смесевых фильтратов практически не изменялись из-за близости значений такого показателя ЭСГ и модельного раствора.

Графики изменения значений фильтратов в зависимости от дозировок приливаемых экстрактов приведены на рисунке 1.

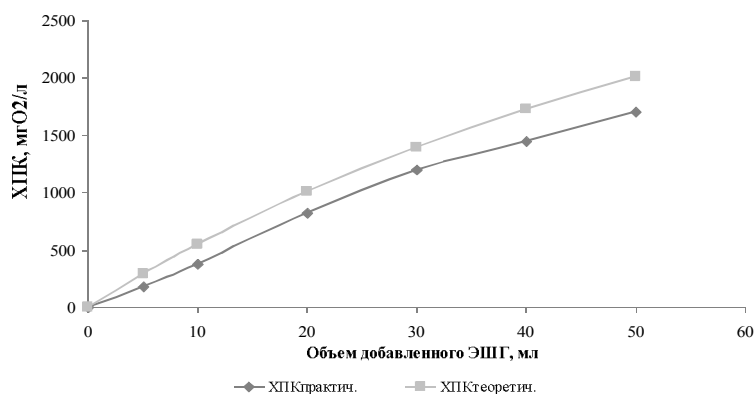


Рис. 1 – Изменение значений ХПК в зависимости от объема приливаемого экстракта

Верхние линии на графиках (рисунок 1) показывают изменение значений ХПК, полученные в результате смешения дистиллированной воды с экстрактами (эксперимент сравнения) в результате простого разбавления в указанных ранее пропорциях. Нижние графики демонстрируют зависимость изменения значений ХПК смесевых фильтратов после отделения образовавшегося осадка. Разница между значениями ХПК холостого опыта и смесевого фильтрата при удалении ионов Co^{2+} соответствует тому количеству органических соединений,

вступивших в реакцию комплексообразования с ионами кобальта с образованием нерастворимых в воде соединений и выпавших в осадок.

Таким образом, проведенными экспериментами определено, что ЭСГ может способствовать удалению ионов кобальта из водных сред. Для увеличения степени извлечения названных ионов необходимо исследовать влияние pH среды на эффективность процесса.

Библиографический список

1. Anwar J. Removal of chromium from water using pea waste – a green approach / J. Anwar, U. Shafique, Waheed-uz-Zaman and ets. // *Green Chemistry Letters and Reviews* – 2010. – vol. 3. – No 3. – P. 239-243.
2. Sharma P.K. Isotherms describing physical adsorption of Cr(VI) from aqueous solution using various agricultural wastes as adsorbents / P.K. Sharma, S. Ayub, C.N. Tripathi // *Cogent Engineering* – 2016. – vol. 3. - No 1186857. – 20 p.
3. Sharma P.K. The cost analysis and economic feasibility of agro wastes to adsorb chromium (VI) from wastewater / P.K. Sharma, S. Ayub // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. – 2019. – vol. 10. – No 2. - P. 2387–2402.
4. Anwar J. Removal of chromium(III) and Zinc(II) by using pods of *Pisum sativum* (Garden peas) / J. Anwar, M.U. Shafique, M. Salman and ets. // *Journal of Scientific Research*. – 2008. – vol. 38. - No. 2. – P. 15-21.
5. Облепиха. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://oblepiha.com/lekarstvennye_rasteniya/2061-goroh-posevnoy.html
6. Степанова С.В. Возможность использования отходов бобовых культур для очистки вод от меди / С.В. Степанова, Т.А. Прокопенко, И.Г. Шайхiev // *Материалы V Международной научно-практической конференции «Традиции, тенденции и перспективы научных исследований»*, Чистополь, 2010. – С. 172-173.
7. Прокопенко Т.А. Исследование возможности удаления ионов тяжелых металлов из водных сред отходами переработки бобовых культур / Т.А. Прокопенко, С.В. Степанова, И.Г. Шайхiev // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2011. - № 8. – С. 60-64.
8. Шайхiev И.Г. Влияние pH экстрактов из оболочек стручков *Pisum sativum* на удаление ионов меди из модельных растворов / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева, С.В. Степанова, А.А. Хаертдинова // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 2. – С. 98-102.
9. Шайхiev И.Г. Удаление ионов никеля из модельного раствора экстрактами из оболочек стручков гороха с различными значениями pH / И.Г. Шайхiev, К.И. Шайхиева, С.В. Степанова, Д.А. Панарин // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 5. – С. 153-157.
10. Шайхiev И.Г. Извлечение ионов никеля высоких концентраций из модельных растворов экстрактами из отходов переработки бобовых культур / И.Г. Шайхiev, С.В. Степанова, К.И. Шайхиева // *Вестник технологического университета*. – 2016. – т. 19. - № 14. – С. 175-179.
11. Шайхiev И.Г. Осаждение из модельного раствора ионов меди высокой концентрации с использованием сельскохозяйственных отходов (экстрактов из

оболочек стручков *Pisum sativum*) / И.Г. Шайхиев, С.В. Степанова, К.И. Шайхиева // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. - 2016. - № 3. – С. 77-88.

УДК 628.3

Латыпова А.Ш., студ.,
Степанова С.В., канд. техн. наук, доц.
(КНИТУ, г.Казань, Россия)

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА РЕАГЕНТОМ, ПОЛУЧЕННЫМ ИЗ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ПШЕНИЦЫ

Создание доступных эффективных реагентов, с помощью которых возможна очистка сточных вод от ионов двухвалентного железа.

Ключевые слова: реагентная очистка, ионы двухвалентного железа, плодовая оболочка пшеницы.

В природных водах железо встречается, как правило, в регионах месторождений. В малых концентрациях железо встречается практически во всех природных водах в поверхностных и подземных источниках. В болотной воде железа много, десятки миллиграммов на литр, вот почему она имеет коричневый «ржавый» оттенок. В сточные воды железо может попадать из травильных и гальванических цехов, участков подготовки металлических поверхностей, цехов крашения тканей и других производств. Концентрация железа в воде тесно связана с содержанием углекислоты - в кислой среде растворимость соединений железа увеличивается, а в щелочной уменьшается. В водной среде оно присутствует чаще всего в форме бикарбоната, закиси, сульфида [1, 2].

Воды, загрязненные тяжелыми металлами, представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности, вследствие мутагенного, канцерогенного и патогенного воздействия на биоту. Существует множество методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Наибольшее распространение в практике получил реагентный метод. Этот метод включает в себя процессы нейтрализации, окислительно-восстановительные реакции, осаждение и обезвоживание образующегося осадка, и позволяет довольно полно удалять из стоков тяжелые металлы. При этом методе ионы тяжелых металлов переводятся, как правило, в гидроксидные соединения путем повышения pH усредненных стоков до pH их гидратообразования с последующим осаждением, фильтрацией. Нейтрализация свободных минеральных, кислот и химическое осаждение ионов тяжелых металлов