

УДК 628.349

Д.В. ЯСНОГОР, студентка магистратуры «Прикладная биотехнология»
(«БФУ им И. Канта»)

Е.Ю. ВАН, к.т.н., доцент («БФУ им И. Канта»)
г. Калининград

ОЧИСТКА ХРОМСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПИЛОК ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Загрязнение сточных вод ионами тяжелых металлов является серьезной угрозой экосистемам. К сточным водам относятся атмосферные осадки и любые другие воды, сбрасываемые в водоемы с территорий промышленных предприятий и населенных мест через канализационную систему. В настоящее время не существует универсальных методов очистки сточных вод; каждый из используемых на практике способов представляет собой ряд преимуществ и недостатков (см. табл. 1).

Таблица 1. Методы очистки [1]

Методы очистки	Преимущества	Недостатки
Механические	Невысокая стоимость установок	Применимы только для низких концентраций
Химические	Высокая степень очистки	Большой расход и высокая стоимость реагентов. Вторичное загрязнение очищенных вод исключает их возврат в цикл оборотного водопользования. Образование большого количества осадков
Физико-химические	Высокая степень эффективности и производительности	Высокая стоимость установок и расходов на эксплуатацию
Биологические	Экологичное производство	Сложность достижения равновесия между процессами расщепления примесей и сохранением постоянного количества биомассы бактерий

Наиболее эффективный метод очистки из представленных — физико-химический. На сегодняшний день ведутся разработки по очистке сточных вод с применением отходов целлюлозосодержащих материалов, таких как опилки — одним из главных их преимуществ является высокая сорбционная способность. Сорбционная способность древесины зависит от находящихся в ней органических соединений, таких как целлюлоза, геми-

целлюлоза и лигнин. Предполагаемый механизм взаимодействия целлюлозо-содержащих материалов с ионами тяжелых металлов — ионный обмен с участием карбоксильных и гидроксильных групп [2].

К числу наиболее опасных веществ, загрязняющих биосферу и способных аккумулироваться в ней, относятся ионы хрома. На многих производствах в ходе технологических процессов применяются соединения шестивалентного хрома; в результате образуются сточные воды, содержащие в своем составе ионы хрома (VI). Перед сбросом таких вод в городские системы канализации и водоемы необходима очистка [3].

Для эксперимента был выбран сорбционный способ очистки. Процесс сорбции — это разновидность упомянутых выше физико-химических методов очистки. Такой способ основан на физическом сцеплении молекул с сорбентом без протекания химической реакции [4].

Исследования проводились согласно стандартной методике [5] на модельных растворах с концентрацией ионов хрома (VI) $0,010 \text{ мг/см}^3$. Для этого были построены градуировочные графики, где концентрация рабочих растворов (I) и (II) — $0,010 \text{ мг/см}^3$ и $0,001 \text{ мг/см}^3$ соответственно.

В три плоскодонные колбы помещали навески опилок листовенных пород массой 5 г. Затем в колбы приливали рабочий раствор ионов хрома (VI) объемом 100 см^3 (с концентрацией $0,010 \text{ мг/см}^3$). Время выдержки полученных растворов с опилками в первой колбе — 2 часа (образец №1), во второй — 4 часа (образец №2), в третьей — 8 часов (образец №3). Найденные концентрации по градуировочному графику представлены на рисунках 1-4. С целью исключения случайных результатов было поставлено по три параллельных определения для каждого образца. Концентрации образцов представлены усредненными данными по сумме трех повторений. Также был проанализирован контрольный образец, не содержащий опилок листовенных пород.

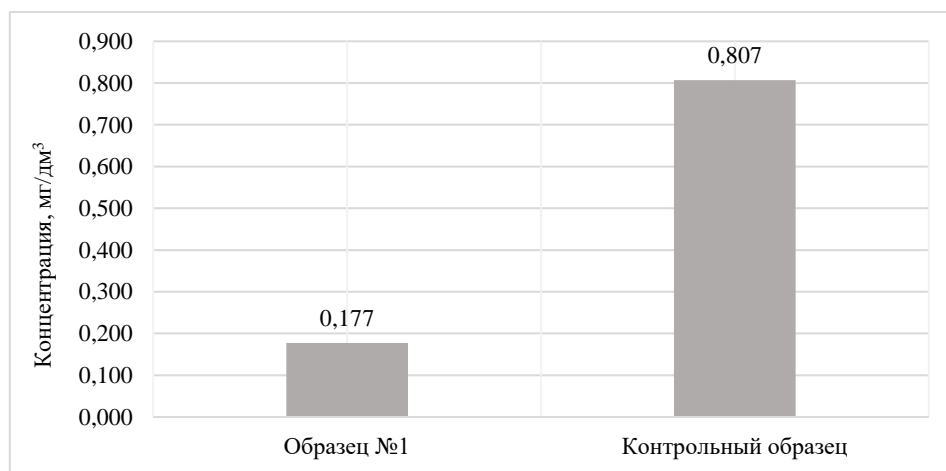


Рисунок 1. Сравнение концентраций ионов хрома (VI) контрольного образца и образца №1 по истечении двух часов

Концентрация ионов хрома (VI) в контрольном образце составила $0,807 \pm 0,145$ мг/дм³; концентрация ионов хрома (VI) в образце №1 после двухчасовой выдержки опилок в растворе — $0,177 \pm 0,032$ мг/дм³.

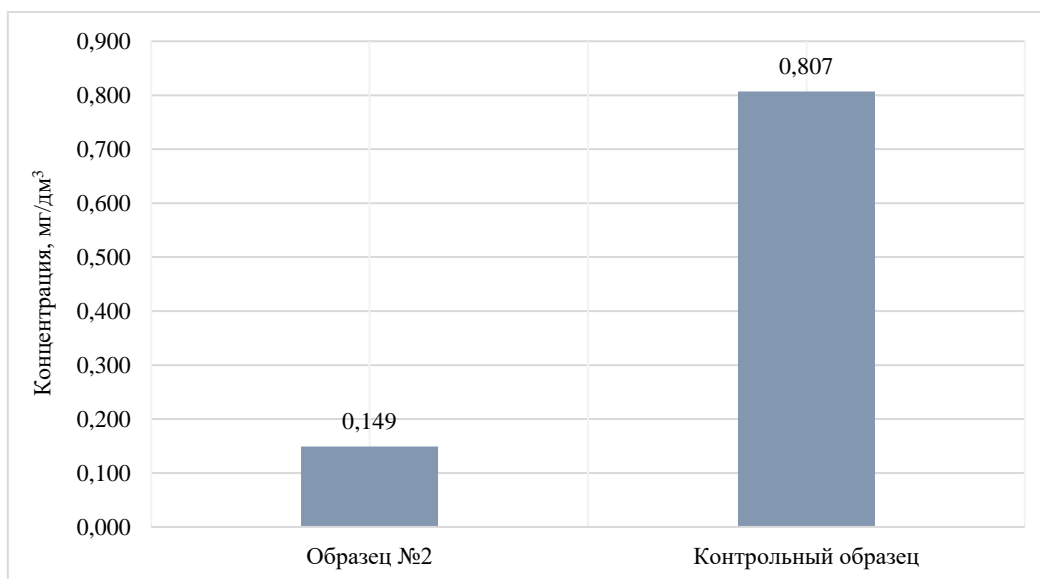


Рисунок 2. Сравнение концентраций ионов хрома (VI) контрольного образца и образца №2 по истечении четырех часов

Концентрация ионов хрома (VI) в образце №2 после четырехчасовой выдержки опилок в растворе составила $0,149 \pm 0,027$ мг/дм³.

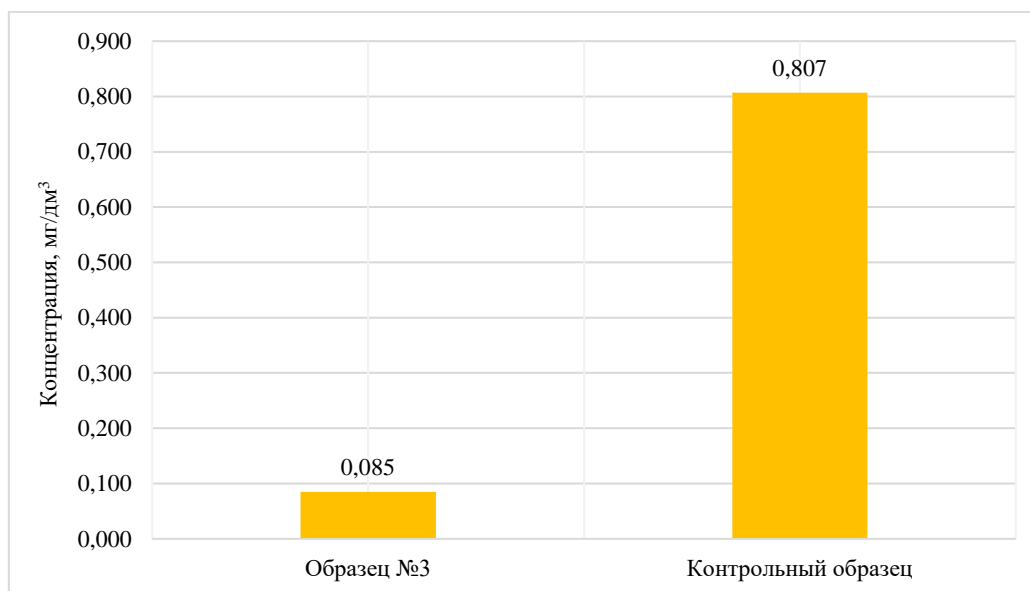


Рисунок 3. Сравнение концентраций ионов хрома (VI) контрольного образца и образца №3 по истечении восьми часов

Концентрация ионов хрома (VI) в образце №3 после восьмичасовой выдержки опилок в растворе составила $0,085 \pm 0,015$ мг/дм³.

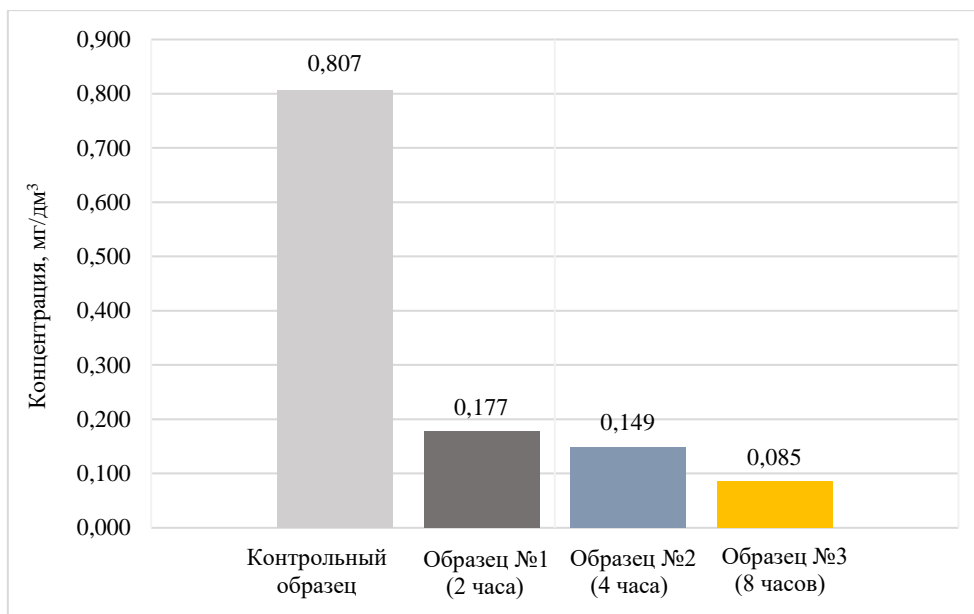


Рисунок 4. Сравнение концентраций ионов хрома (VI)

Полученные концентрации образцов №1-3 составляют: $0,177 \pm 0,032$ мг/дм³; $0,149 \pm 0,027$ мг/дм³ и $0,085 \pm 0,015$ мг/дм³ соответственно. Концентрация контрольного образца, не содержащего опилок, составила $0,807 \pm 0,145$ мг/дм³. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что эффективность очистки модельных растворов опилками лиственных пород для образца №1 составила 78,07%, для образца №2 — 81,54%, для образца №3 — 89,47%.

Дальнейшие исследования будут проводиться с применением опилок хвойных пород.

Список литературы:

1. Ульянова, В.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов сорбентами на основе модифицированных отходов керамического производства и сельхозпереработки: дис. ... канд. тех. наук: 03.02.08 / Ульянова Виктория Валерьевна. – Саратов, 2015. – 134 с.
2. Никифорова, Т.Е. Сорбционные свойства и природа взаимодействия целлюлозосодержащих полимеров с ионами металлов / Т.Е. Никифорова, Н.А. Багровская, В.А. Козлов, С.Е. Лилин // Химия растительного сырья. – 2009. – №1. – С. 5-14.
3. Шарапова, Л.М. Очистка хромсодержащих стоков. Восстановление с использованием традиционных реагентов и древесных опилок / Л. М. Шарапова, И.Г. Шайхиев, А. А. Хаертдинова, Ф.Ф. Шакиров Ф.Ф // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №6. – С.227-230
4. Вертинский, А.П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика / Вертинский А.П.// Инновации и инвестиции. – 2019. – №1. – С. 175-182

5. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Технические требования. – Введ. 2011-03-23. – М.: ФБУ «ФЦАО» – 22 с.