

**Министерство науки и высшего образования РФ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова)
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И
ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ,
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ХИМИЯ И
БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Международная
научная конференция**

(Алушта–Белгород, 30 мая–3 июня 2022 г.)

Сборник докладов

**Белгород
2022**

Министерство науки и высшего образования РФ Белгород-
ский государственный технологический университет им. В.Г.
Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова)
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И
ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ,
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ХИМИЯ И
БИОТЕХНОЛОГИЯ

Международная
научная конференция

(Алушта–Белгород, 30 мая –3 июня 2022 г.)

Сборник докладов

Белгород
2022

УДК 502.14
ББК 20.18
P27

Редакционная коллегия:
В.Ю. Жиленко

P27 **Рациональное** использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология: сб. докл. Междунар. научн. конф., Алушта-Белгород, 30 мая – 3 июня, 2022 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 493 с.

ISBN 978-5-361-01045-5

Сборник содержит материалы докладов Международной научной конференции «Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология» по тематическим направлениям: «Фундаментальные проблемы и инновационные решения в сфере создания экологически чистых производств. Геохимический мониторинг», «Химические процессы и инженерные решения в очистке сточных вод и газовых выбросов», «Переработка техногенного сырья: теоретические и прикладные аспекты», «Актуальные вопросы биотехнологии», «Рациональное природопользование в антропогенных условиях».

Публикуется в авторской редакции

УДК 502.14
ББК 20.18

ISBN 978-5-361-01045-5

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

2. Кочиева, А. А. Перспективы получения биогаза как способа утилизации твердых коммунальных отходов / А. А. Кочиева, Д. В. Шушпанова. – М.: Российский университет дружбы народов, 2017.
3. Лотош В. Е. Экология природопользования. - Екатеринбург: Полграфист, 2010.-540 с.
4. Манин А.В. Биоэнергетика как основополагающий фактор в обеспечении долгосрочного сбалансированного развития инвестиционно-инновационной деятельности посредством достижения энергетической независимости Белгородской области к 2020 году // Фундаментальные исследования в естественно-научной сфере и социально-экономическое развитие Белгородской области. – 2013. – С. 119–125.
5. Сафонов А.О. Новые методы управления технологиями переработки отходов древесины в биотопливо // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84. – С. 222–231.
6. Титова Е.С., Бондарчук Н.В., Романова Е.В. Экономические аспекты культивирования некоторых растений, используемых в качестве сырья при производстве биотоплива // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 1. – С. 54–61.

УДК 621.311.22

**Зайнуллина Э.Р., аспирант
Николаева Л.А., д-р техн. наук, проф.,
(ФГБОУ ВО КГЭУ г. Казань, Россия)**

ОЧИСТКА ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАРБОНАТНЫМ ШЛА- МОМ

Обратный осмос представляет собой технологию очистки воды, которая используется для подготовки добавочной воды на ТЭЦ, с получением воды в виде пермеата и сточной воды в виде концентрата. Однако, обратноосмотический концентрат не может быть дополнительно очищен из-за присутствия высокой концентрации органических загрязнителей. В данной работе рассматривается возможность адсорбционной очистки обратноосмотического концентрата шламом химводоподготовки ТЭЦ.

Ключевые слова: адсорбция, концентрат, шлам химводоподготовки, сорбционный материал.

Обратный осмос (ОО) — метод очистки воды путем удаления широкого спектра органических загрязнителей, бактерий и вирусов, растворенных органических веществ и неорганических солей. Это экономичный и экологически чистый процесс очистки воды. В этом процессе 50–80% воды производится в виде пермеата, а оставшиеся 20–30% образуются в виде сточной воды обратного осмоса, концентрата.

Утилизация обратноосмотического концентрата является серьезной проблемой не только в России, но и за рубежом.

Существует четыре основных метода утилизации обратноосмотического концентрата: 1) сброс; 2) минимизация отходов; 3) безвредная обработка; 4) переработка.

Прямой сброс в поверхностные воды считается наиболее простым, удобным и экономичным способом утилизации концентратов обратного осмоса. Например, в Омане, Палестине, Испании или Австралии концентрат сбрасывается непосредственно в акваторию, в которой создаваемая высокая концентрация ионов металлов и солей представляет опасность для водных гидробионов. Сброс в глубокую скважину – еще один эффективный метод утилизации концентратов. При этом необходим тщательный отбор окружающего грунта и предотвращение просачивания концентрата в подземные воды при эксплуатации колодца.

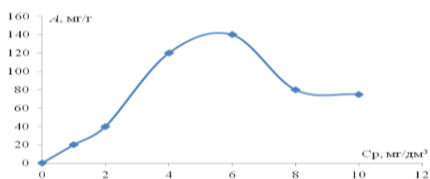
Возврат концентратов обратно в поток может увеличить объемы используемой воды, а также уменьшить объем сбрасываемого концентрата. При этом, если скорость потока слишком высокая, солесодержание, будет увеличиваться, что приведет к уменьшению срока службы мембран, применяемых в установках обратного осмоса.

Процесс испарения концентрата применяется в районах с невысоким годовым количеством осадков. При создании систем водоснабжения ряда объектов не представляется возможным обеспечить сброс больших объемов концентратов в поверхностные водоемы или в канализационную сеть. Наличие концентрата затрудняет использование метода обратного осмоса в системах подготовки воды для паровых котлов. Обратноосмотический концентрат имеет следующий химический состав: – концентрат содержит ингибиторы – соли фосфоновых кислот и фосфаты (обычно в концентрациях 4-10 мг/л) – биогенные элементы, запрещенные для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения;

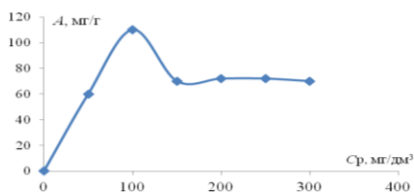
– присутствие в концентратах ингибиторов затрудняет дальнейшую обработку и утилизацию концентрата, состоящую в осаждении карбоната кальция;

– концентрат обратноосмотических установок содержит, помимо ионов кальция, бикарбонат-ионы. Это усложняет добавление концентрата в оборотные воды и в теплосеть, т.к. увеличивает опасность выпадения из воды карбоната кальция. Адсорбционные технологии обладают рядом преимуществ перед другими методами очистки обратноосмотического концентрата. Промышленно-выпускаемые сорбционные материалы характеризуются высокой стоимостью, достигающей несколько сотен тысяч рублей за тонну. Поэтому, разработка дешевых эффективных сорбционных материалов на основе отходов производства, имеет большое практическое и научное значение [1].

Рассмотрена принципиальная возможность адсорбции сточных вод обратноосмотического концентрата адсорбентом, изготовленным на основе шлама химводоподготовки ТЭЦ. В ранних работах [2] карбонатный шлак изучен в качестве сорбционного материала для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Предлагается возможность использования карбонатного шлама в качестве сорбента для очистки обратноосмотического концентрата от хлорид- и сульфат ионов. Для определения адсорбционной емкости карбонатного шлама по отношению к сульфат- и хлорид-ионам построены изотермы адсорбции методом переменных навесок. Исходная концентрация модельных водных растворов по сульфат-анионам – $324,24 \text{ мг/дм}^3$; по хлорид-анионам – $10,64 \text{ мг/дм}^3$. Изотермы адсорбции представлены на рис. 1 (а, б)



а)



б)

Рис. 1. Изотермы адсорбции сульфат- (а) и хлорид-ионов (б) карбонатным шламом Казанской ТЭЦ-1

По классификации Смита изотермы адсорбции относятся к Н-типу и описывают протекание процесса хемосорбции. Построены изотермы адсорбции при разных температурах, рассчитаны энтальпия, энергия Гиббса процесса адсорбции. Изучен механизма процесса адсорбции. Проведен эксперимент в статических условиях при следующих температурах: 293,313,323,333 К, построены изотермы сульфат- и хлорид-ионов карбонатным шламом (рис. 2 а, б)

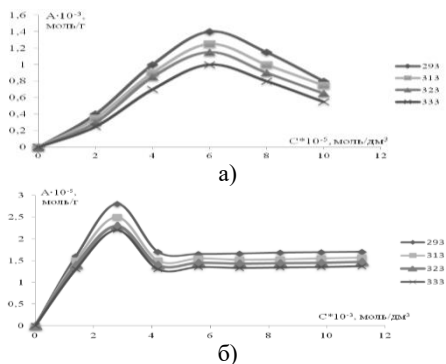


Рис. 2. Изотермы адсорбции при разных температурах, а) сульфат- ионы; б) хлорид-ионы карбонатным шламом

Дифференциальная теплота адсорбции рассчитывается по уравнению:

$$\Delta H = -R \frac{\Delta \ln C}{\Delta(1/T)}$$

Определена энергия Гиббса адсорбции по уравнению

$$\Delta G = -RT \ln K_{\text{д}}$$

где ΔG – энергия Гиббса, Дж/моль; Т – температура, К; $K_{\text{д}}$ – константа адсорбционного равновесия. Результаты по расчетам, кДж/моль, и энергии Гиббса ΔG , кДж/моль представлены в табл. 1 [11].

Таблица 1

Значения энтальпии и энергии Гиббса

Сульфат-анионы		Хлорид-анионы	
ΔH , кДж/моль	+62.3	ΔH , кДж/моль	+65.4
ΔG , кДж/моль	-21.5	ΔG , кДж/моль	-20.08

Высокие значения энтальпии адсорбции свидетельствуют об образовании связи между SO_4^{2-} и Cl^- ионами и функциональными группами шлама [3].

Предложена адсорбционная технология очистки концентрата от сульфат- и хлорид-ионов твердым отходом энергетики, шламом химводоподготовки. По экспериментальным данным построены изотермы адсорбции, сульфат- и хлорид-ионов карбонатным шламом, которые по классификации Смитта относятся к Н-типу, что свидетельствует о протекании хемосорбции.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №18-79-10136 <https://rscf.ru/project/18-79-10136/>

Библиографический список

1. Николаева Л.А., Миннеярова А.Р. Адсорбционная очистка обратноосмотического концентрата водоподготовительных установок ТЭС // Теплоэнергетика. 2019. – № 5. – С. 95-100.
2. В. В. Жилинский, О. А. Слесаренко. Электрохимическая очистка сточных вод и водоподготовка: уч.метод. пособие – Минск : БГТУ, 2014. – 85 с.
3. Шумяцкий, Ю.И. Адсорбционные Процессы: Учебное Пособие. – М.: Изд-во Рхту Им. Менделеева, 2005. – 164 С.

УДК 628.5

**Иевлева Е.С., аспирант,
Воронина Ю.С., аспирант,
Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.
(БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия)**

ОБРАЗОВАНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОФРИРОВАННОЙ БУМАГИ

Исследована возможность использования отхода производства гофрированной бумаги для извлечения из водной среды красителя метиленового голубого. Экспериментальным путем установлено оптимального времени контакта сорбента с раствором – 20 мин, рекомендуемой температурой для очистки модельных вод является диапазон 10-20 °С.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, отход производства, гофрированная бумага, сорбционный материал.