

СОДЕРЖАНИЕ

1. [ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МОКРОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ С ЦЕЛЬЮ ДОСТИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ](#)
Дзюба И.И. – студент гр. 8ЭРПХ-61, Кормина Л.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
2. [УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ НА СОРБЕНТАХ ИЗ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ И ПОДСОЛНЕЧНИКА](#)
Куталова А.В. – студент гр. 8ЭРПХ-71, В.А. Сомин – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
3. [ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УМЕНЬШЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ](#)
Быкова О. Г. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
4. [ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АКВАКУЛЬТУРЫ ARTEMIA SALINA ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОКОВ](#)
Сатинова И.В. – студент гр. ЭРПХ-41, Горелова И.С. –ученица лицея №129,
Сартакова О.Ю. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
5. [ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО СОАПСТОКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ](#)
Хавкунова М.Н. – студент гр. ЭРПХ-41, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
6. [ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕОТХОДОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЕРВИЧНОГО СЫРЬЯ](#)
Шонхорова В.В. – студент гр. ЭРПХ-52, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
7. [РЕШЕНИЯ ПО ЭНЕРГО- И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЮ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЦЕТОНА](#)
Кармышова С. Г. Олькова Ю. А. – студенты гр. ЭРПХ-41, Лазуткина Ю.С., - к.т.н.,
доцент Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
8. [ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕОТХОДОВ](#)
Гапонько А.С.-студент, Мануилов И.Ю.-студент, Горелова О.М.- к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
9. [ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ](#)
Ощепкова А.С., Роо И.В. – студенты гр. ЭРПХ-61, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

10. [ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ БЕРЕСТЫ](#)
Потехина Д.С., Назаренко А.А. – студенты гр. ЭРПХ-41, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
11. [ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПУТЕМ КАРБОНИЗАЦИИ](#)
Голопапа В.Э., Заречнева И.А. – студент гр.8ЭРПХ-61, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
12. [ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПОЛИГОНЕ ТКО Г. БАРНАУЛА](#)
Бородин В.Д. – студент гр. 8ЭРПХ-61, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
13. [РАЗРАБОТКА МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ](#)
Лапшин Д.А. – студент гр. ЭРПХ-ЭРПХ-61, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)
14. [АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТОЧНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «АГРОСИБ-РАЗДОЛЬЕ»](#)
Попова А.Е. – студент гр. 8ЭРПХ-61, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
15. [РАЗРАБОТКА ТЕПЛООБМЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ](#)
Мягкова Ю.Ю. – студент гр. ЭРПХ-41, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)
16. [ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ФЕНОЛА](#)
Мачульский Д.А., Куликова А.В. – студенты гр. ЭРПХ-41, Сомин В.А., д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
17. [МИКРОБНАЯ ЭНЕРГЕТИКА](#)
Лемтюгова А.С. – студент гр. 8ЭРПХ-71; Сеселкин И.В., к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
18. [СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ НА ОТХОДАХ РАСТЕНИЕВОДСТВА](#)
Бондаренко А.А., Пятибратова А.С. – студенты гр. ЭРПХ-52, Демина Д.М., студент гр. ЭРПХ-62, В.А. Сомин, д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)
19. [ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕТОДОМ «СУХОЙ» ФИЛЬТРАЦИИ](#)
Алейникова С.Е.– студент гр. ЭРПХ-41, Чигаев И.Г. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

19. СОВРЕМЕННЫЕ СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Зимин А.А. – студент гр. 8ЭРПХ-71, Л.В. Куртукова – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

20. ПРИМЕНЕНИЕ ИОНООБМЕННЫХ ЗАГРУЗОК В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Токарева К.П. – студент гр. ЭРПХ-41, Чигаев И.Г. – к.т.н., ст. преподаватель

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МОКРОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ
С ЦЕЛЬЮ ДОСТИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ**

Дзюба И.И. – студент гр. 8ЭРПХ-61, Кормина Л.А. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одной из актуальных проблем защиты воздушного бассейна является проблема загрязнения атмосферы высокодисперсными частицами с размерами менее 5 мкм, которые оказывают негативное воздействие как на здоровье людей, так и на состояние всей экосистемы в целом.

Особенно остро стоит проблема очистки дымовых газов от летучей золы на предприятиях ТЭЦ и ТЭС, работающих на твердом топливе. Доля выбросов тепловых электростанций составляет до 30% от количества твердых веществ, поступающих в атмосферу от стационарных источников загрязнения воздуха. По оценкам специалистов суммарные выбросы предприятий теплоэнергетики РФ ежегодно составляют 25-35 миллионов тонн золы и пыли. Это является причиной постоянного повышения экологических требований к очистке дымовых газов на ТЭС, приводящих к необходимости увеличения эффективности существующего газоочистного оборудования.

Выбор типа золоуловителей производится в зависимости от требуемой степени очистки, возможных компоновочных решений, технико-экономического сравнения вариантов установки золоуловителей различных типов. Степень очистки дымовых газов от золы должна быть не менее 90%.

Основным типом газоочистного оборудования ТЭС в России являются мокрые золоуловители, ими очищается 50 % всех дымовых газов. В связи с этим актуальным является разработка технологии интенсификации мокрого золоулавливания, внедрение эффективных ресурсосберегающих режимов работы аппаратов газоочистки, снижение водопотребления скрубберов.

Процесс золоулавливания в мокрых газоочистных аппаратах сопровождается процессами абсорбции и охлаждения газов. Мокрые аппараты делят на следующие группы: полые газопромыватели, насадочные газопромыватели, тарельчатые газопромыватели (барботажные и пенные аппараты), газопромыватели с подвижной насадкой, мокрые аппараты ударно-инерционного действия, мокрые аппараты центробежного действия, механические газопромыватели (механические и динамические скрубберы), скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури), эжекторные скрубберы.

Простейшим типом мокрого золоуловителя является центробежный скруббер. Более высокая степень улавливания достигается при применении мокрых скрубберов с устройством для предварительного увлажнения газа (например, с предварительно включенным коагулятором в форме трубы Вентури). В отечественной практике широкое применение получили два типа мокрых золоуловителей с трубой Вентури: золоуловитель МВ-УО ОРГРЭС и золоуловитель МС-ВТИ. Первый тип золоуловителя выполняется с вертикальным и горизонтальным расположением трубы прямоугольного сечения.

Мокрые золоуловители могут применяться при температурах от 130°C до 200°C. Температура дымовых газов за мокрыми золоуловителями при любых режимах работы котлов должна превышать температуру точки росы газов по водяным парам не менее чем на 15°C.

В современных условиях экономического развития страны любая модернизация производства должна быть финансово обоснована, опираться на имеющиеся ресурсы и наработки. Применительно к газоочистке ТЭС это требует максимального использования установленного золоулавливающего оборудования, выработки технических решений по его совершенствованию, обеспечивающих соблюдение установленных нормативов предельных выбросов.

В настоящее время разработан целый ряд решений по улучшению очистки отходящих дымовых газов тепловых электростанций от золы каменных углей в скрубберах Вентури.

На ОАО «Барнаульская Генерация» (ТЭЦ-2) основным типом газоочистного оборудования являются мокрые золоуловители типа МВ-УО ОРГРЭС, которыми оснащены все угольные котлоагрегаты. Существующая схема золоулавливания не обеспечивает соблюдение норм предельно допустимых выбросов, установленных для предприятия.

В связи с этим на основании проведенного анализа существующих малозатратных технических решений, обеспечивающих повышение эффективности золоулавливания /1-5/, предложены решения для увеличения эффекта очистки дымовых газов с 91,5 % до 99,2 %, основными из которых являются:

- установка перед трубами Вентури круглого сечения завихривающей решетки, которая способствует дополнительной турбулизации пылегазового потока и улучшению условий коагуляции частиц золы на водяные капли;

- установка перед каплеуловителем направляющей поворотной подвижной лопатки, которая способствует прижатию зологазоводяного потока к стенке каплеуловителя и препятствует попаданию его в центральную зону аппарата. Направляющая поворотная лопатка устанавливается во входном газоходе каплеуловителя после трубы Вентури и обеспечивает регулировку размеров проходного сечения газохода. Направляющая поворотная лопатка представляет собой закрепленную на подвижной оси вертикальную лопатку облегченной конструкции. Она фиксируется в положении, обеспечивающем максимальную эффективность золоулавливания при оптимальном сопротивлении золоуловителя.

Достоинствами данной реконструкции является минимальный перенос существующего оборудования (трубопроводов и пр.), незначительные затраты на дополнительные конструктивные элементы, сохранение существующей схемы золоудаления, увеличение эффективности золоулавливания до 97 %, что позволит обеспечить установленные для предприятия нормативы предельно-допустимых выбросов по золе.

Для оценки эффективности предложенных решений по реконструкции золоуловителей проведен расчет рассеивания выбросов золы в приземном слое атмосферы от источников ОАО «Барнаульская генерация» до и после реконструкции.

ОАО «Барнаульская Генерация» классифицируется как промышленный объект второго класса и имеет санитарно-защитную зону 500 м. Основное топливо для угольных котлов: Кузнецкий уголь марки «СС», Хакасский уголь марки «Д», мазут используется в качестве растопочного материала.

В качестве исходных данных для расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере приняты материалы инвентаризации, проведенной на предприятии и согласованные в установленном порядке с контролирующими органами. В инвентаризации были учтены все источники выбросов золы в атмосферу.

Расчеты рассеивания выбросов проводились с использованием программного комплекса «Эра», разработанного отделом экономики промышленных центров Сибирского отделения Академии наук РФ и фирмой «ЛОГОС».

Расчет рассеивания проводился на границе нормативной 500-метровой СЗЗ и в ближайшем жилом массиве. Анализ результатов расчетов рассеивания на существующее положение показал, что уровень загрязнения атмосферы от выбросов золы в расчетных точках ближайших жилых массивов превышает установленный вклад в загрязнение окружающей среды и составляет 5,51 ПДК, а на границе санитарно-защитной зоны - 4,48 ПДК.

После реконструкции золоуловителей максимальные концентрации золы в приземном слое атмосферы снизятся до 0,65 ПДК в жилой зоне и 0,53 ПДК - на границе санитарно-защитной зоны, что позволит обеспечить установленные для предприятия нормативы предельно-допустимых выбросов по золе.

Полученные расчетом карты рассеивания золы каменных углей приведены на рисунках 1 и 2.

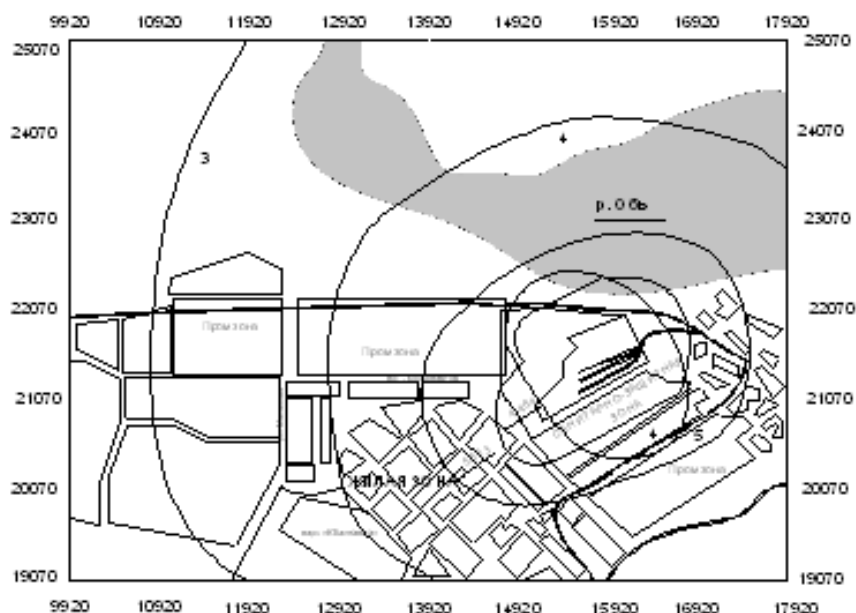


Рисунок 1 – Карта рассеивания угольной золы на существующее положение

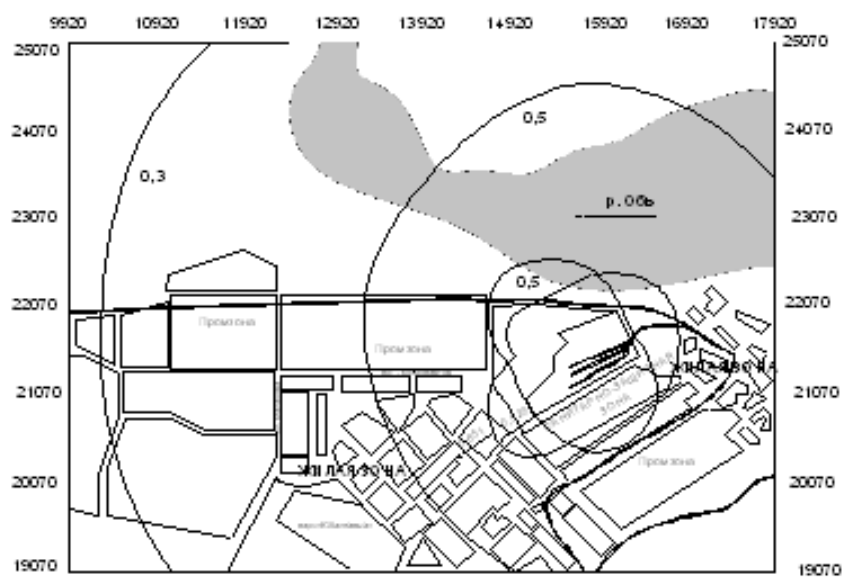


Рисунок 2 – Карта рассеивания угольной золы после реконструкции

Список литературы

1. Зырянов В.В. Зола-уноса – техногенное сырье/В.В. Зырянов, Д.В. Зырянов. – М.: ИИЦ «Маска», 2009. – 319 с.
2. Губин В.В. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии в энергетике/В.В. Губин., С.А Косяков – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 252 с.
3. Бойко Е.А. Золоулавливающие установки тепловых электростанций/ Е.А. Бойко – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. – 212 с.
4. [Электронный ресурс] Обзор эффективных экологических решений, внедренных на предприятиях ОАО РАО «ЕЭС России», 2007.
URL: http://www.cef-ees.ru/pub/izdan/obzor_proekt.pdf
5. Кизельштейн Л.Я. Следы угольной энергетики// Наука и жизнь. 2008. № 5.

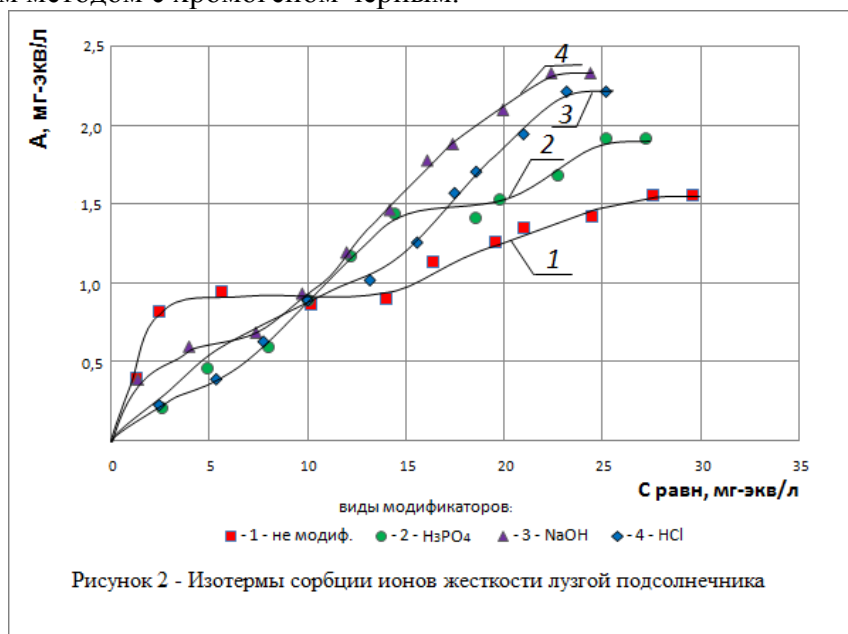
УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ НА СОРБЕНТАХ ИЗ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ И ПОДСОЛНЕЧНИКА

А.В. Куталова – студент гр. 8ЭРПХ-71, В.А. Сомин – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Актуальной проблемой водопользования является повышенная жесткость воды, обусловленная присутствием в ней большого количества растворённых солей кальция и магния. Повышенное содержание жесткости определяет пригодность воды для использования ее в промышленных и бытовых целях. Жёсткая вода образует накипь на стенках нагревательных котлов, батареях, чем существенно ухудшает их теплотехнические характеристики. При хозяйственно-бытовом использовании жесткой воды значительно увеличивается расход моющих средств и мыла вследствие образования осадка кальциевых и магниевых солей жирных кислот, замедляется процесс приготовления пищи (мяса, овощей и др.), что нежелательно в пищевой промышленности.

Среди методов умягчения воды традиционно используются реагентная обработка и ионный обмен, которые могут выступать самостоятельными методами или в сочетании с другими: термическим мембранным, и другими. Выбор метода обусловлен параметрами исходной воды, требованиями к очищенной, а также ее количеством. При этом наиболее распространенным методом умягчения воды является ионный обмен, однако применяемые катиониты дорогостоящи и очень требовательны к качеству подаваемой воды. Поэтому представляет большой интерес получение материалов, недорогих и требующих минимальной предварительной подготовки воды.

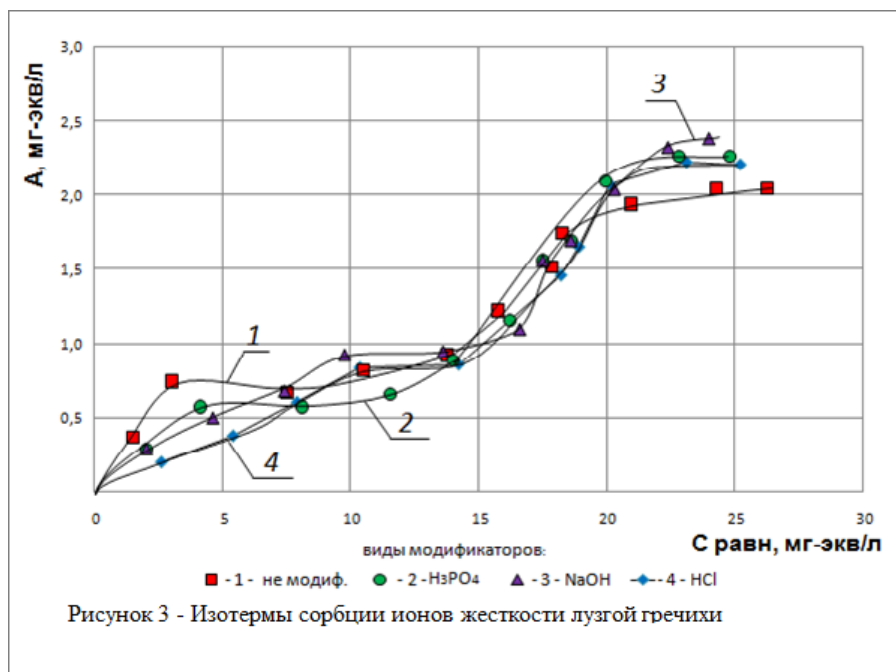
Нами проводились исследования по получению новых материалов для умягчения природных вод на основе отходы растениеводства: лузги гречихи и подсолнечника. С целью увеличения сорбционной емкости исходный материал обрабатывался различными модификаторами – 0,5 н растворами ортофосфорной и соляной кислот и гидроксидом натрия (500 мг/л). В дальнейшем исследовалась их сорбционная способность по соединениям жесткости в диапазоне концентраций от 4 до 40 мг-экв/л. В результате для всех материалов были построены изотермы сорбции, представленные на рисунках 1 (по лузге подсолнечника) и рисунке 2 (по лузге гречихи). Анализ растворов на ионы кальция и магния осуществлялся титриметрическим методом с хромогеном черным.



В результате выяснено, что обработка модификаторами позволяет значительно (на 60%) увеличить сорбционную способность лузги подсолнечника, в то время как для лузги гречихи только на 20 %. Однако максимальная сорбция при этом примерно одинакова для обоих

материалов и составляет 2,4 мг-экв/г, и в обоих случаях она соответствует применению гидроксида натрия в качестве модификатора.

Все виды полученных изотерм соответствуют типу S4 по классификации Гильса, что предполагает большую силу взаимодействия между адсорбированными молекулами, чем между растворенным веществом и лузгой. Это также говорит о наличии в материалах наряду с микропорами мезопор.



На втором этапе исследований были изучены динамические свойства сорбента, в качестве которого была выбрана лузга гречихи, модифицирована раствором гидроксида натрия. Для исследований был наведен раствор жесткости концентрацией 1 мг-экв/л. В ходе эксперимента происходило фильтрование рабочего раствора через слой лузги гречихи массой 20 г, расход которого составил 1,9 мл/с. После того, как сорбент утратил свою сорбционную способность, была проведена регенерации раствором азотной кислоты концентрацией 100 мг/л. Отбор проб производился при пропускании каждые 2 л фильтрата.

Как видно из рисунка 3, максимальная эффективность очистки на свежеприготовленном материале составила 90%, после проведения первой регенерации она снизилась до 70%, после второй — еще уменьшилась и составила около 53 %. Таким образом, при проведении двух регенераций динамическая емкость унизилась более чем в два раза, что говорит о нецелесообразности проведения более двух регенераций.

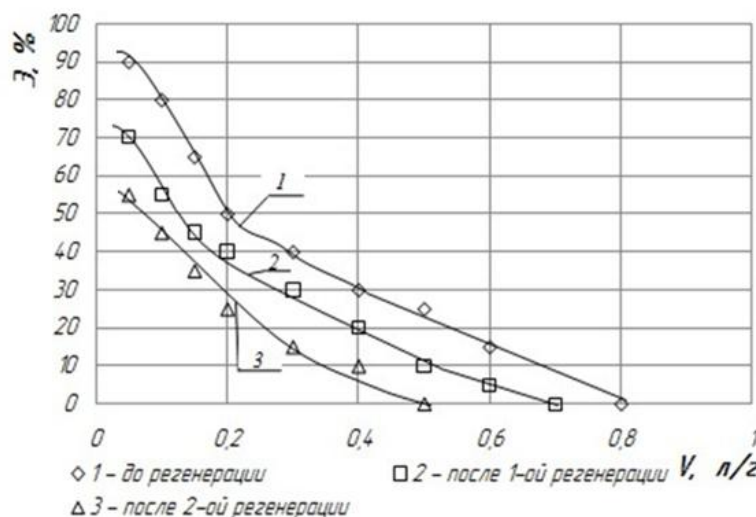


Рисунок 3 — Зависимость эффективности извлечения ионов жесткости (Э) через лузгу гречихи от пропущенного удельного объема раствора (V)

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что лузга гречихи и подсолнечника может быть использована для умягчения воды.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УМЕНЬШЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Быкова О. Г. — студент, Бельдеева Л.Н. — к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проблему изменения климата считают главной угрозой XXI века. Любая антропогенная деятельность является прямым и косвенным источником поступления в атмосферу парниковых газов.

Углеродный след состоит из двух составляющих — прямых и косвенных выбросов. Прямые выбросы — объем CO_2 и других парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу непосредственно на территории того или иного производства или домашнего хозяйства, главным образом при сжигании ископаемого топлива — угля, газа, нефтепродуктов. Прямой углеродный след производства — объем эмиссии парниковых газов в процессе деятельности. В него входят энергетические косвенные выбросы — потреблённое предприятием тепло и электроэнергия, несмотря на то что они выработаны за его пределами. Прямой углеродный след каждого человека зависит, к примеру, от количества его поездок на автомобиле, полётов на самолёте, от того, сколько газа или угля было сожжено для обогрева жилого дома, сколько было потреблено электроэнергии. Косвенные выбросы — объем эмиссии в атмосферу CO_2 и других парниковых газов в процессе производства и транспортировки продукции, которую человек потребляет. Покупатель, выбирающий товар с меньшими косвенными выбросами снижает свой личный вклад в косвенные выбросы.

Международное сообщество предприняло ряд мер, направленных на снижение углеродного следа. Первым глобальным соглашением об охране окружающей среды, основанным на рыночном механизме регулирования — механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов стал Киотский протокол 1997 года. Он был заключен 11 декабря 1997 г. и ратифицирован Российской Федерацией 4 ноября 2004 г. Протокол представляет собой дополнение к Рамочной конвенции ООН 1992 года об изменении климата в связи с парниковым эффектом, которая налагала на промышленно развитые страны обязательство сократить выбросы парниковых газов в период до 2000 года, однако не

определяла условия и механизм этого сокращения.

Рекомендованные направления политики и меры по сокращению выбросов парниковых газов, определенные в Киотском протоколе, включают в себя:

1. Повышение эффективности использования энергии в соответствующих секторах национальной экономики;

2. Охрана и повышение качества поглотителей и накопителей парниковых газов с учетом своих обязательств по соответствующим международным природоохранным соглашениям; содействие рациональным методам ведения лесного хозяйства, облесению и лесовозобновлению на устойчивой основе;

3. Поощрение устойчивых форм сельского хозяйства в свете соображений, связанных с изменением климата;

4. Содействие внедрению, проведению исследовательских работ, разработка и более широкое использование новых и возобновляемых видов энергии, технологий поглощения диоксида углерода и инновационных экологически безопасных технологий;

5. Постепенное сокращение или устранение рыночных диспропорций, фискальных стимулов, освобождение от налогов и пошлин, субсидий, противоречащих цели Конвенции, во всех секторах-источниках выбросов парниковых газов и применение рыночных инструментов;

6. Поощрение надлежащих реформ в соответствующих секторах в целях содействия осуществлению политики и мер, ограничивающих или сокращающих выбросы парниковых газов;

7. Меры по ограничению и/или сокращению выбросов парниковых газов на транспорте;

8. Ограничение и/или сокращение выбросов метана путем рекуперации и использования при удалении отходов, а также при производстве, транспортировке и распределении энергии.

Данные положения Протокола носят общий характер и предоставляют сторонам возможность самостоятельно выбирать и реализовывать тот комплекс политики и мер, который будет в максимальной степени соответствовать национальным обстоятельствам и приоритетам.

Основными источниками выбросов парниковых газов в России являются:

- энергетический сектор (71%);
- добыча угля, нефти и газа (16%);
- промышленность и строительство (около 13%).

Таким образом, наибольший вклад в снижение выбросов парниковых газов в России может внести реализация огромного потенциала энергосбережения. В настоящее время энергоемкость экономики страны превышает среднемировой показатель в 2,3 раза, а средний показатель для стран ЕС в 3,2 раза. Потенциал энергосбережения в России оценивается в 39–47% текущего потребления энергии, и, в основном, он приходится на производство электроэнергии, передачу и распределение тепловой энергии, отрасли промышленности и непроизводительные энергопотери в зданиях. [4]

Для Алтайского края наиболее перспективными направлениями являются снижение выброса парниковых газов в аграрном и энергетическом секторах.

Общий алгоритм действий по снижению углеродного следа включает следующие действия:

– оценка рисков, связанных с изменением климата и реализацией решений по его предотвращению;

– инвентаризация источников эмиссии парниковых газов и их поглотителей;

– оценка возможных мер по сокращению выбросов на этих источниках с учетом специфики и локализации производства;

– определение собственных целей в области низкоуглеродного развития на основе полученных данных;

– разработка и реализация технических и организационных мер по сокращению

выбросов парниковых газов и увеличению их поглощения;

– внедрение системы мониторинга и отчетности на предприятии

Такой подход обеспечит минимальные издержки при высокой результативности в области низкоуглеродного развития.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56276-2014/ISO/TS 14067:2013 Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению и предоставлению информации.

2. Антропо-техногенная деградация биосферы: предложения по ее преодолению: Труды Российской междисциплинарной научно-практической конференции (2 июня 2014 г., Москва, ИНИОН РАН)

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2016 году».– Барнаул, 2017. – с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АКВАКУЛЬТУРЫ ARTEMIA SALINA ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОКОВ

Сатинова И.В. – студент гр. ЭРПХ-41, Горелова И.С. –ученица лицея №129,
Сартакова О.Ю. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При производстве растительных масел на маслоэкстракционных предприятиях образуется потенциально возвратный отход - соапсток, представляющий устойчивую эмульсию масло-в воде, эмульгированную натриевыми солями жирных кислот. Не все предприятия масложировой промышленности имеют производственные мощности для переработки соапстока и данный отход может передаваться на обезвреживание или размещение.

Состав соапстока вызывает интерес в его переработке с получением жирных кислот, мыла и т.д., что может потребовать его доставку на предприятие-переработчик. Высокая обводненность соапстока снижает целесообразность его перевозки и хранения. Концентрирование жировой части данного отхода способно решить данную проблему.

Одним из технологических приемов разделения эмульсии является ее обработка хлоридом натрия. При этом происходит разделение на два продукта: верхний слой – концентрат соапстока, нижний – соленая вода.

В данной работе рассматривается возможность использования высоко минерализованного стока, как среды для культивирования гидробионта *Artemia salina*.

Артемия салина имеет большое значение для научных исследований в области биологии, медицины, экологии и др. Аквакультура широко применяется в различных отраслях производственной сферы, что обусловлено ее химическим составом, высокой продуктивностью и устойчивостью к факторам среды обитания.

Биомасса артемии характеризуется высоким содержанием белков, жиров, незаменимых аминокислот и жирных кислот, витаминов, гормонов и других биологически активных соединений. В белках артемии обнаружено 18 аминокислот, 8 из них незаменимые: треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фениланин, лизин и гистидин. Как известно, эти аминокислоты имеют большую биологическую ценность, так как необходимы для полноценного питания организмов и синтеза белков в них. Цисты рачка богаты витаминами группы В, в частности В12. Особую ценность и биологическую значимость имеют цисты рачка, они являются богатым источником нуклеиновых кислот. Содержание незаменимых аминокислот в артемии выше, чем в треске.

Грязи, в состав которых входит артемия, используют в косметических целях, для лечения и профилактики заболеваний кожи, опорно-двигательного аппарата, мочевыделительной системы, женской и мужской половой сферы.

Использование кремов, мазей и масок на основе цист артемии способствует повышению регенеративных способностей тканей, что является эффективным способом борьбы с дегенеративно-деструктивными и атрофическими изменениями кожи. Экстракты из артемии входят в состав наружных и инъекционных косметологических средств антивозрастной терапии.

В фармакологии артемию рассматривают как сырьё для получения препаратов, корректирующих обмен веществ у человека и животных. Из мелкоизмолотого порошка из цист Артемии салины изготавливают биологически активную добавку к пище, источник нуклеиновых кислот, причём сырьё из артемии является единственным компонентом препарата.

В естественной природе артемией питаются многие животные и птицы. Поэтому, для повышению продуктивности сельскохозяйственных животных и птиц, в их кормовой рацион целесообразно включать цисты, науплии и половозрелых рачков артемии.

Артемию используют как первоклассный высокопитательный корм для рыб, креветок, крабов, омаров, разводимых на рыбоводных заводах и фермах.

Цисты артемии также богаты хитозаном, благодаря чему их применяют в качестве органического удобрения и стимулятора роста для подкормки и профилактической защиты растений: комнатных цветов, рассады и растений открытого грунта.

Artemia salina является одним из стандартных организмов для тестирования токсичности химических веществ благодаря ее устойчивости. Это единственный обитатель водоемов, где соленость воды может достигать 300 промилле. При этом, минерализация воды может быть обусловлена наличием сульфатных, хлоридных и карбонатных солей. В некоторых случаях они переносят концентрацию солей, близкую к насыщению.

Целью настоящих исследований является культивирование Артемии в субстрате высокоминерализованного соапстока и изучение биологической активности гидробионта в различных условиях, моделирующих искусственную среду производственных цехов. Оптимизируемыми технологическими параметрами являются: температура и солесодержание водного раствора, освещенность, композиция питательного субстрата и биогенных добавок, интенсивность аэрации или ее отсутствие, pH показатель.

В качестве питания в искусственных условиях рекомендуется использовать дрожжи, пшеничные отруби, отходы от убоя скота и птицы. Корма могут вноситься в виде взвеси или в сухом виде. Биогенными добавками являются сернокислый аммоний, суперфосфат, калийная селитра, витамин B12.

В лабораторном эксперименте на первом этапе производился выклев науплий из цист в условиях естественной или искусственной аэрации при температуре 20-25 °С. При естественной аэрации питомник представлял собой прозрачную емкость из инертного материала с наибольшей поверхностью контакта воды и воздуха. Искусственная аэрация обеспечивалась компрессором, снабженным мелкопузырчатым керамическим аэратором с регулярными порами. Режим освещенности при выклевыве был опробован как естественный, периодический, так и искусственный – постоянное освещение светодиодной подсветкой. При выклевыве добавка питания и биогенных веществ не требуется, поскольку их достаточно содержится в цистах.

Контроль за численностью особей, их активностью и стадиями развития проводился с использованием цифрового электронного микроскопа с увеличением в 500 раз. Наблюдение сопровождалось фото и видео фиксацией.

Массовый выклев в режиме искусственной освещенности и пневматической аэрации произошел через 24 часа, а в естественных условиях - через 72 часа.

Выращивание половозрелых особей на обогащенных питательных субстратах происходило в лаборатории при естественных освещенности и аэрации. Половозрелыми рачки стали через 12-14 дней после выклева, чему свидетельствуют морфологические особенности – наличие трех глаз и 11 пар ног.

На разных фазах развития артемия помещалась в соленую воду – отход концентрирования соапстока. Этот продукт имел $pH=8-9$, потому часть экспериментов проводилось при корректировке pH соляной и фосфорной кислотами.

В ходе эксперимента установлено, что орто- и метанауплии более уязвимы, они погибали через 6 часов после помещения в исследуемый раствор. Неполовозрелые и взрослые особи теряли активность, но оставались жизнеспособными более продолжительное время.

Установлено, что лимитирующим фактором развития аквакультуры *Artemia salina* в данном эксперименте является наличие остаточного количества эмульгированных жиров, что затрудняет диффузию кислорода в режиме естественной аэрации и является причиной их иммобилизации из-за налипания жировых частичек на ноги.

Дальнейшее направление исследований предполагает предварительную обработку среды культивирования с целью снижения концентрации эмульгированных жиров.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО СОАПСТОКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Хавкунова М.Н. – студент гр. ЭРПХ-41, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Производство подсолнечного масла – сложный, многостадийный процесс, требующий много материальных и энергетических ресурсов. Кроме основного сырья – семян масличных культур, требуются насыщенный водяной пар, химические реагенты, отбельная глина, фильтрующий материал, нагретый воздух в сушильных установках и многое другое. В этом производстве образуется значительный объем отходов производства, таких как жмых, шрот, отбельная глина, соапсток, фузы, воск, жировые погоны, гудроны. Почти все отходы данного производства могут быть возвратными, но не на всех предприятиях реализованы технологии по их использованию.

«Барнаульский маслоэкстракционный завод» является территориальным производственным подразделением ООО «Юг Сибири» – крупнейшего за Уралом производителя растительных масел. Производственные мощности предприятия позволяют перерабатывать 165 тыс. тонн семян масличных культур и производить 66 тыс. тонн рафинированного дезодорированного масла в год. Это предприятие производит рафинированное и нерафинированное подсолнечное, соевое и рапсовое масла, подсолнечный, рапсовый, соевый шроты, а также биотопливо из подсолнечной лузги.

На предприятии «Барнаульский маслоэкстракционный завод» образуется крупнотоннажный отход на стадии рафинации – соапсток в количестве 7367,58 т/год. В настоящее время данный отход передается на обезвреживание сторонней организации, несмотря на то что он имеет потребительскую ценность. Соапсток, представляет собой концентрированные водные смеси мыл, нейтральных жиров, восков и других органических примесей. Отсутствие производственных мощностей не позволяет перерабатывать такой отход на данном предприятии. Передача отхода на переработку, как правило, осложняется его высокой обводненностью (до 90% масс. в соапстоке может доходить содержание воды). Транспортирование соапстока на дальние расстояния потребует его консервации поскольку он подвержен биохимическому разложению.

На сегодняшний день обезвреживание и захоронение считаются недостаточными мероприятиями по обращению с промышленными отходами, так как законодательные акты в этой области требуют в большей степени повторное использование и переработку.

Традиционно соапстоки различных производств применяются в мыловарении, как добавки в корма и др. Целесообразным является выделение из соапстока жирных кислот, которые затем можно использовать в качестве сырья.

Жирные кислоты находят использование в самых различных областях народного хозяйства таких как производство косметических средств, фармацевтических препаратов, мыл, добавок в биотопливо.

Разработано и используется множество технологических приемов по получению жирных кислот из соапстока, но в большинстве из них применяется концентрированная серная кислота. Целью данной работы является выделение из соапстока жирных кислот и поиск альтернативного реагента серной кислоте, в связи с ее высокой агрессивностью и тем что она является прекурсором. Объектом исследования являлся соапсток «Барнаульского маслоэкстракционного завода».

Для получения жирных кислот нами была использована щавелевая кислота, как менее агрессивная и не имеющая ограничения на использование.

В лабораторных условиях выделение жирных кислот проводилось путем добавления к 100 г соапстока щавелевой кислоты. Это приводило к расслаиванию исходной смеси с образованием водного и жирового слоев. Расход кислоты определялся рН показателем водного слоя, который варьировался от 1 до 6. При этом фиксировался выход жирных кислот. Параллельно проводили аналогичные эксперименты с обработкой соапстока серной кислотой.

Сразу после кислотной обработки жировой слой был непрозрачный, а после выдержки в расслаивателе в течении 1-3 суток образовывался продукт, цвет и запах которого соответствовал таким органолептическим характеристикам жирных кислот, установленным ТУ № 9145-012-00333693-99. Именно этот слой подвергался нами дальнейшим исследованиям, как образцы жирных кислот.

Отмечено, что при более высоких значениях рН выход жирных кислот наибольший. Так же выявили, что массовый расход серной кислоты для создания определенного показателя рН в 2-3 раза меньше, чем щавелевой кислотой. Зависимость расхода добавляемой кислоты от рН кислой воды графически представлена на рисунке 1.

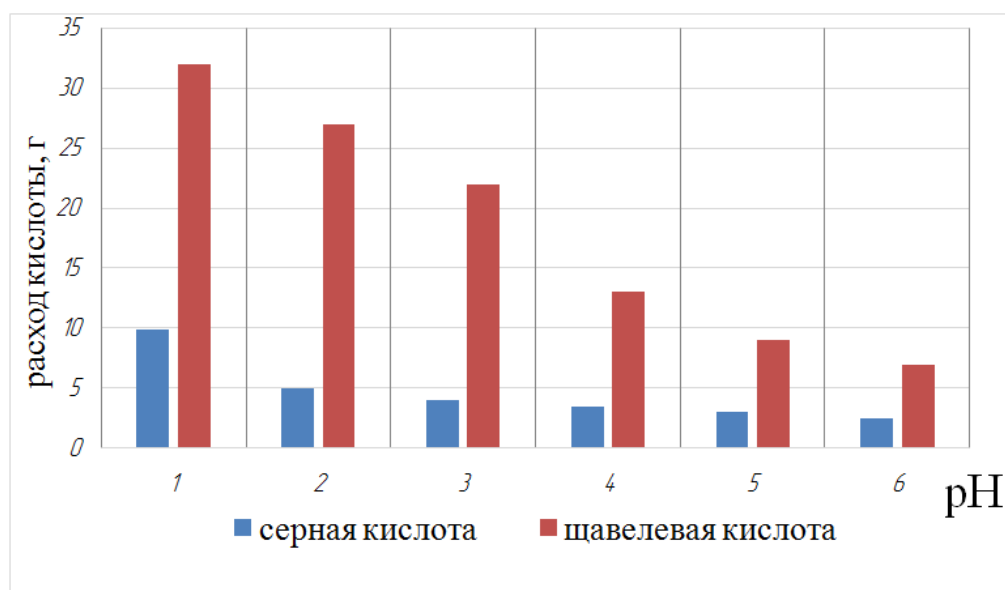


Рисунок 1 - Зависимость расхода кислоты при различных рН кислой воды

Для выделенных кислот определялись некоторые показатели качества, установленные техническими условиями ТУ № 9145-012-00333693-99, такие как кислотное число (ГОСТ Р 50457 – 92), число омыления (ГОСТ 5478 – 2014), йодное число (ГОСТ 5475 – 69).

Кислотное число находили методом титрования образца жирной кислоты, растворенного в смеси этилового спирта и толуола 0,1Н водным раствором гидроксида калия в присутствии фенолфталеина. Установлено, что жирные кислоты полученные при более высоких значениях рН кислой воды характеризуется также более высокими кислотными числами. Для всех образцов значение кислотного числа соответствовало требованиям ТУ, было выше 80. Остальные вышеуказанные показатели качества жирных кислот также соответствовали техническим условиям.

Для одного образца жирных кислот, полученного при рН=2, определялся кислотный состав методом хроматомасспектрометрии. Было выявлено наличие стеариновой, пальмитиновой, линолевой и линоленовой кислот.

В ходе проведенных исследований установлено, что из соапстока «Барнаульского маслоэкстракционного завода» путем обработки щавелевой кислотой получается продукт «жирные кислоты», соответствующий требованиям ТУ № 9145-012-00333693-99. Переработка соапстока исключит его размещение и позволит получить востребованные товарные продукты, что соответствует современным требованиям экологии и ресурсосбережения.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕОТХОДОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЕРВИЧНОГО СЫРЬЯ

Шонхорова В.В. – студент гр. ЭРПХ-52, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Современную Россию относят к числу крупнейших мировых производителей нефти, поскольку в стране добывается более 12% от мировой добычи. Бюджет РФ во многом зависит от поступления доходов с продажи нефти и продуктов её переработки.

В России ежегодно осваиваются новые месторождения, что приводит к увеличению негативного воздействия на окружающую среду. Бурение нефтяных скважин сопровождается образованием множества видов экотоксичных отходов, которые размещаются в специальных сооружениях – шламовых амбарах.

Шламохранилища являются природоохранными сооружениями, расположенными непосредственно на кустовых площадках и предназначенными для сбора, обезвреживания и захоронения отходов, образующихся при реализации амбарной технологии бурения. В них поступают буровые сточные воды, буровой раствор, буровой шлам (выбуренная порода) и другие технологические жидкости.

Разбавленные водой, отходы бурения, представляют собой по вязкости сметанообразную массу, которая относится к IV-II классу токсичности, которая является очень опасными для окружающей среды.

Засыпка шламонакопителей приводит к консервации отходов бурения в теле песчаной насыпи, но ни смотря на это отрицательное воздействие на окружающую среду сохраняется. Химические соединения, растворенные в воде, распространяются по засыпке, тем временем, эти же соединения продолжают распространяться с грунтовыми водами. Так как они не контактируют с атмосферой, они не окисляются, не расщепляются, но их токсичность не снижается. В амбарах без засыпки химические соединения быстрее бы расщеплялись, а их опасность снижалась бы намного быстрее.

При хранении нефтешламы со временем разделяются на несколько слоев, с определенными для каждого из них свойствами. При долговременном накоплении таких

отходов, их углеводородный состав может меняться в результате протекания ряда химических преобразований: конденсации, полимеризации, изомеризации.

Нефтяная пленка - верхний слой отходов шламонакопителя, относится к классу эмульсий «вода в масле» и представляет собой обводненную углеводородную смесь, в которой содержится до 5% тонкодисперсных механических примесей. Кроме того, состав входят масла (70-80%), асфальтены (6-25%), смолы (7-20%), парафины (1-4%).

Средний, сравнительно небольшой по объему слой, представляет собой эмульсию типа «масло в воде». В нем содержится 70-80% воды и до 15% механических примесей.

В придонном, самом нижнем слое нефтеотходов, являющимся твердофазным, содержится до 45% органики, 52-88% твердых механических примесей, включая окислы железа.

Кроме отходов бурения, нефтешламы образуются при других технологических процессах преобразования нефти и ее производных, их хранении, транспортировке и использовании нефтепродуктов. Нефтеотходы могут возникать при техногенных авариях. Такие отходы делятся на:

- придонные, образуются на дне водоемов впоследствии аварии, сопровождающейся нефтяным разливом;
- образующиеся в результате очистки «черного золота» от солей, твердых углеводородных соединений, механических примесей и т.д.;
- резервуарные, накапливаются в результате хранения и перевозки нефти и продуктов из нее в различных емкостях – резервуарах;
- грунтовые, образуются при попадании нефти на грунт в процессе переработки или вследствие произошедших аварий. Такие загрязненные нефтью почвы считаются отходами после того, как их помещают на специальные полигоны по переработке отходов.

Выбор способа утилизации или обезвреживания нефтяных отходов, преимущественно зависит от концентрации в них нефтепродуктов.

Традиционными методами обезвреживания и утилизации нефтеотходов являются:

- химические (капсулирование нефтеотходов реагентами на основе глины, негашеной извести, прошедшими обработку гидрофобизирующими растворами);
- биохимические (биологическое разложение компонентов нефтеотходов в пахотном слое земли аборигенными или специально вносимыми штаммами бактерий, при этом зачастую вводятся биогенные добавки и проводится аэрация);
- термические (сжигание в открытых амбарах, в печах различных конструкций; обезвреживание путем отгонки воды, сушка; пиролиз нефтесодержащих отходов как в исходной форме, так и в смеси с различными добавками, как органическими, так и минеральными; газификация);
- механические (гравитационное отстаивание; центрифугирование, разделение на фильтрах);
- физико-химические (экстракция, обработка нефтотходов ПАВ, деэмульгаторами, растворителями и др. [1]).

Как можно увидеть из представленного перечня, большинство способов переработки нефтесодержащих отходов направлены только на их обезвреживание и являются деструктивными. При этом нефтяные пленки, нефтешламы могут содержать массу ценных компонентов, и их рекуперация является целесообразной как с точки зрения экономики, так и экологии.

Целью данной работы являлась оценка возможности переработки нефтеотходов, а именно нефтяной пленки из шламового амбара в месте разработки месторождения Средне-Макарихинское (Республика Коми) в процессе переработки первичной нефти.

Исходя из поставленной цели, в ходе экспериментальной работы будут проведены:

- фракционная перегонка исследуемого отхода и первичной нефти для сравнительного анализа состава;

- определение влажности нефти и нефтеотхода;
- термогравиметрический анализ состава отхода;
- определение взвешенных примесей.

Фракционная разгонка нефтяной пленки шламового амбара показала малое содержание воды и незначительное присутствие низкокипящих компонентов нефти. До 150°C выкипело не более 1,5 % масс. углеводов.

Дальнейшее исследование нефтеотхода позволит сделать вывод о возможности его совместной переработки с первичной нефтью, что, несомненно, будет способствовать ресурсосбережению и рациональному использованию исчерпаемых ресурсов.

Список использованных источников

1. Джураев К. А., Аминова А. С., Гайбуллаев С. А. Основные методы обезвреживания и утилизации нефтеотходов // Молодой ученый. — 2014. — №10. — С. 136-137. — URL <https://moluch.ru/archive/69/11942/> (дата обращения: 15.04.2018)

РЕШЕНИЯ ПО ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЮ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЦЕТОНА

Кармышова С. Г., Олькова Ю. А. – студенты гр. ЭРПХ-41,

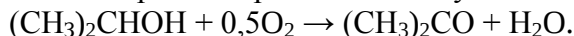
Лазуткина Ю.С. - к.т.н., доцент, Горелова О.М. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В связи с высоким уровнем загрязнения окружающей среды в настоящее время, назрела необходимость разрабатывать и внедрять технологии, сокращающие объемы образования отходов, предполагающие их максимальную утилизацию. К современным требованиям экологии и ресурсосбережения также относится полное и комплексное использование материально-сырьевых ресурсов. Вышеназванные проблемы имеют тесную взаимосвязь: чем эффективнее реализуется политика ресурсосбережения и рационального использования природных ресурсов, тем успешнее решается задача охраны окружающей среды. Это объясняется тем, что загрязнение природы происходит не только на стадии использования материальных ресурсов и продуктов их переработки, но и при получении продукции или составляющих ее компонентов.

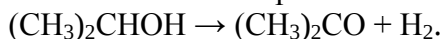
Ацетон находит очень широкое применение в промышленности и в быту. Он входит в состав клеев, является растворителем, используется для очистки поверхностей в различных производственных процессах, например, инструмента и поверхностей от монтажной пены. Ацетон также необходим при хранении сжиженном состоянии или в баллоне ацетилен, который под давлением в чистом виде крайне взрывоопасен. Ацетон является экстрагентом многих компонентов, содержащихся в растительном сырье. Кроме того, он служит сырьём для синтеза уксусного диацетонового спирта и многих других органических соединений, а также применяется для очистки продуктов органического синтеза от побочных нежелательных примесей.

Производство ацетона относится к нефтехимической отрасли. Одним из методов его получения является окислительного каталитическое дегидрирование изопропилового спирта (ИПС) при температуре 400-600 °С. Процесс протекает в одну стадию по реакции:



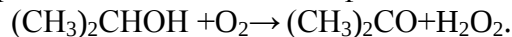
Катализатором является медь или серебро.

Другой, более предпочтительный вариант получения ацетона из изопропанола - процесс дегидрирования, при этом в качестве катализатора чаще всего используют ZnO, также могут применяться медный или медь-цинковый катализаторы:



Температура процесса ниже, чем предыдущего, 300-400°C. При проведении такого дегидрирования в газовой фазе, селективность процесса 90%, а конверсия изопропанола в ацетон – 98 %. На 1 т ацетона расходуется 1,1- 1,2 т изопропилового спирта.

Еще одним способом получения ацетона является неполное окисление изопропилового спирта в жидкой фазе. Процесс протекает автокаталитически при температуре 90-140°C под давлением, позволяющим удерживать смесь в жидкой фазе по схеме:



В качестве окислителя можно применять как воздух, так и кислород. Выход ацетона составляет 95% от теоретического, выход перекиси водорода - около 87%.

Наибольшее промышленное применение находит окислительное каталитическое дегидрирование. При этом целевой продукт содержится в парогазовой смеси, которая направляется на абсорбцию водой. В результате образуется смесь состава, % масс.: вода -70-80, ацетон – 15-20, ИПС – 2-5, уксусная кислота – 1-4, которая разделяется ректификацией.

Альтернативным процессом выделения целевого компонента из парогазовой смеси является адсорбция. В качестве адсорбента используется активированный уголь. Десорбция ацетона и сопутствующих компонентов производится острым перегретым водяным паром. Смесь ацетона, ИПС, уксусной кислоты и воды конденсируется, а затем ректифицируется. Смесь во составу отличается от продукта абсорбции меньшим содержанием воды на 15-25 %.

Целью работы является разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии ректификационного выделения ацетона из продукта абсорбции.

Энерго- и ресурсосбережению при ректификации способствует получение кондиционных продуктов на колоннах с относительно малым числом тарелок при низких флегмовых числах.

Исследования по ректификации проводились в натурном эксперименте на лабораторной колонне периодического действия. Масса загрузки 200 г, диаметр ректифицирующей части 2,5 см, высота насадочной части колонны 125 см (загрузка – стеклянная спиралевидная), флегмовое число 20. Температура паров фиксировалась электронным термометром с точностью 0,1 °C. Результаты разгонки графически представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Разгонка по истинным температурам кипения

При разгонке были выделены ацетон и ИПС, после чего ректификацию останавливали. В ходе разгонки выявили, чистый ацетон выделить ректификацией очень проблематично в связи с наличием тангенциальной зетропии в системе ацетон-вода. ИПС выделяется в составе бинарного азеотропа с водой.

Поиск оптимальных условий ректификационного разделения производился в вычислительном эксперименте по непрерывной и периодической ректификации. Для этого было необходимо создать математическую модель парожидкостного равновесия в системе ацетон, ИПС, вода, уксусная кислота.

Нами были найдены литературные сведения о парожидкостном равновесии в бинарных системах, образованных компонентами разделяемой смеси. Проведено математическое описание литературных данных, получены параметры уравнения Вильсона. Для систем, в которых отсутствовали литературные данные проводилось моделирование парожидкостного равновесия с помощью уравнения NRTL.

В трехкомпонентных системах равновесия жидкость- пар (ацетон-ИПС-вода, ацетон-вода-уксусная, ИПС-вода-уксусная) проводился расчет парожидкостного равновесия. В этих же системах экспериментально исследовалось ПЖР для ограниченного числа исходных составов. Лабораторный эксперимент проводится на приборе Смирновой и Морачевского. Результаты натурного эксперимента удовлетворительно совпали с соответствующими расчетными данными. Таким образом подтвердили, что полученная математическая модель адекватно воспроизводит реальное равновесие жидкость-пар в изучаемой системе.

В ходе вычислительных экспериментов по периодической ректификации варьировали флегмовое число и устанавливали время отбора дистиллята заданной кондиции. Качество дистиллята определялось требованиями ГОСТ 18995.1, которые представлены в таблице 1. В данном эксперименте в дистиллят выделяли технический ацетон 1 сорта с массовой долей основного вещества не менее 99,5%.

Таблица 1 - Показатели качества ацетона ГОСТ 18995.1

Наименование показателя	Норма		
	высший сорт	1-й сорт	2-й сорт
Массовая доля ацетона, %, не менее	99,75	99,5	99,0

Исходные данные при периодической ректификации: загрузка в колонне 1000 кг, диаметр колонны 1000 мм, давление $P=760$ мм рт. ст. Результаты показали, что наибольшее количество ацетона технического можно выделить при флегмовом числе 50 в количестве до 70 % от потенциала.

При оптимизации режима ректификационной колонны непрерывного действия, варьировали флегмовое число и общую эффективность колонны при доле отбора в дистиллят 0,165. Результаты расчетов графически приведены на рисунке 2.

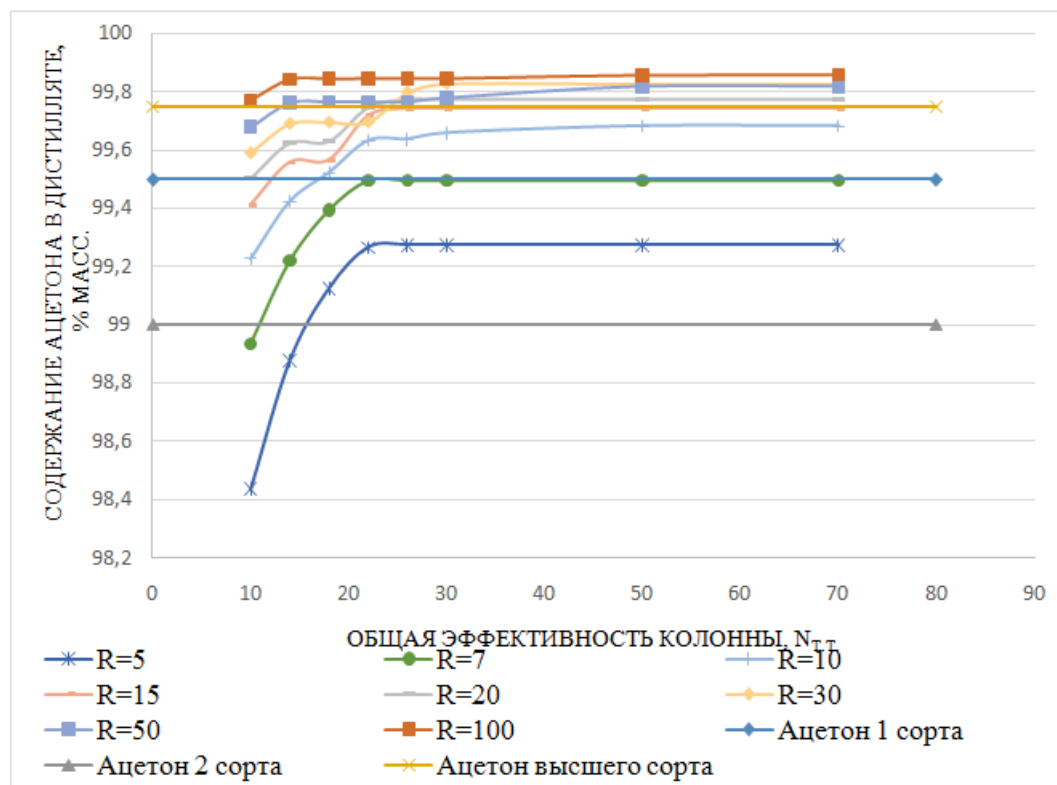


Рисунок 2-Зависимость содержания ацетона в дистилляте от числа теоретических тарелок при разных флегмовых числах

Руководствуясь требованиями энерго- и ресурсосбережения оптимальными принимались наименьшие флегмовые числа, позволяющие получить продукт заданной кондиции. По результатам расчетов установили, что ацетон 2 сорта можно получить при флегмовом числе 5 на колонне эффективностью 20 т.т., 1 сорта можно - при флегмовом числе 10 на колонне эффективностью 20 т.т., высшего сорта – при флегмовом числе 20 на колонне эффективностью 30 т.т.

При выборе оптимальных параметров целесообразно минимизировать флегмовые числа, а не число теоретических тарелок, поскольку они определяют энергозатраты, что более весомо, поскольку это текущие расходы предприятия. Снижение энергопотребления является одним из требований к современным производствам.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕОТХОДОВ

Гапонько А.С.-студент, Мануилов И.Ю.-студент, Горелова О.М.- к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На сегодняшний день потребность в нефти у мирового сообщества увеличивается не только с целью повышения выработки топлив и масел, но и как источника ценного сырья для производства синтетических каучуков, волокон, пластмасс, ПАВ, моющих средств, пластификаторов, присадок и красителей. Среднегодовые темпы роста добычи за период с 1970 по 2015 гг. составили порядка 2,3 %.

Однако, с другой стороны, нефтедобыча создает проблему загрязнения окружающей среды углеводородами. Нефтяные отходы (НО) образуются в результате зачистки резервуаров хранения нефтепродуктов, при различных технологических операциях, связанных с бурением скважин, добычей, транспортировкой нефти, ее переработкой и т.д.

Основным нефтесодержащим отходом при бурении нефтяных скважин является буровой шлам, который размещается в шламовых амбарах на промыслах. Данный отход приводит к

отчуждению земельных ресурсов на длительные сроки, которые могут исчисляться десятилетиями. Размещение его на открытой площадке сопровождается испарением легколетучих компонентов нефти, а в дальнейшем требует применения технически сложных и дорогостоящих приемов рекультивации.

Для переработки бурового шлама используются следующие группы методов:

- как физико-химические: экстракция, перегонка, обработка деэмульгаторами, смачивателями и др.;
- биологические: биохимическое разложение в пахотном слое земли, введение специальных штаммов бактерий с биогенными добавками и аэрацией;
- термические: сушка, сжигание в печах различного типа, пиролиз;
- механические: фильтрация, отстаивание;
- гранулирование или капсулирование.

Выбор того или иного метода связан с объемами образования бурового шлама, его составом, физико-химическими показателями.

В данной работе изучалась возможность обезвреживания бурового шлама методом капсулирования. Данный метод позволяет преобразовывать жидкие углеводородсодержащие материалы под воздействием химически активных реагентов в тонкодисперсные порошкообразные твердые продукты.

Этот способ предполагает смешение нефтесодержащего шлама с таким реагентом, как известь, глина, зола, предварительно гидрофобизированными. Эта обработка необходима для сорбции углеводородов нефти на поверхности твердых частиц в слое гидрофобизатора (схематично представлено на рисунке 1). В дальнейшем в ядре агломерата будет происходить гашение извести водой, поступающей через трещины в гидрофобном слое. Образующийся при этом продукт – гидроксид кальция, выходит на поверхность гранулы и формирует ее внешний слой. После этого гранулят выдерживается на открытом воздухе и, при взаимодействии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с углекислым газом воздуха образуется известняк, надежно удерживающий нефтепродукты в агломерате. Данная технология разработана институтом Экологической безопасности (г.Курск) и в ней используется в качестве гидрофобизатора препарат «Эконафт».

Реализация предлагаемой технологии не требует устройства шламовых амбаров, она проводится на мобильной установке, в которую поступает буровой шлам непосредственно от буровой установки. Продукт переработки – капсулы вывозятся на площадку временного хранения, после чего могут использоваться в дорожном строительстве. Также данный способ может применяться при рекультивации шламовых амбаров.

Для экспериментальных исследований нами был взят буровой шлам из шламового амбара в месте разработки месторождения Средне-Макарихинское (Республика Коми).

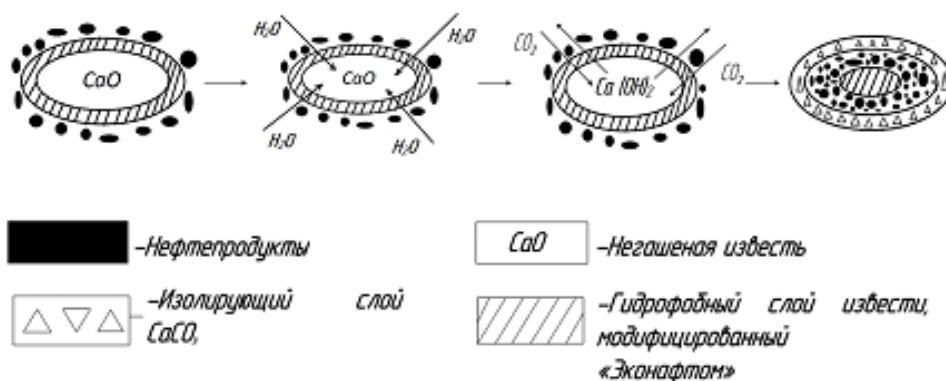


Рисунок 1 – Механизм капсулирования нефтепродуктов известью

Экспериментальное изучение процесса капсулирования нефтеотходов включало в себя:

- подготовку негашеной извести (дробление, классификация);

- обработка фракции извести +2-3,5 мм гидрофобизатором;
- сушка извести на воздухе в течение 1-2 дней;
- смешение известкового реагента с нефтешламом;
- выдержка агломератов на воздухе в течение 1-3 месяцев с периодическим

увлажнением;

- взятие водной вытяжки из капсулированного материала;
- анализ водной вытяжки на содержание нефтепродуктов;
- биоиндикация нефтепродуктов в водной вытяжке;
- термогравиметрический анализ капсулированного материала.

Дробление извести проводилось на лабораторной щековой дробилке, рассев дробленого материала – на ситах. В качестве гидрофобизатора были испробованы жирные кислоты и водоотталкивающая добавка «СетАqua», используемая для гидроизоляции в строительстве. Жирные кислоты являются побочным продуктом производства растительных масел и были выделены из соапсточных жиров Барнаульского маслоэкстракционного завода.

Было изучено влияние количества добавляемого гидрофобизатора (ГФ) на суммарную токсичность продукта капсулирования. Содержание ГФ в негашеной извести составляло 5, 10 и 15 % масс. Соотношение нефтешлама и известкового реагента 1:1. При этом содержание нефтепродуктов в шламе не превышало 20 % масс.

При взятии водной вытяжки 20 г полученного материала смешивалось с 200 мл дистиллированной воды, после чего смесь выдерживали в течении 1 часа при непрерывном перемешивании, далее отстаивали и осветленную жидкость использовали для биоиндикации. Также в водной вытяжке определяли содержание нефтепродуктов.

Биотестирование позволяет оценить суммарную токсичность капсулированных нефтепродуктов и основано на высокой отзывчивости семян редиса на токсические вещества. Оценка проводится путем учета снижения длины побегов и корней проростков семян в растворах водных вытяжек из обработанного материала по сравнению с контрольным образцом. Для биотестирования были использованы семена редиса сортов «Жара», «Кармен», «Розово-красный». Наибольшую чувствительность, воспроизводимость результатов показал редис «Розово-красный» (рисунок 2).

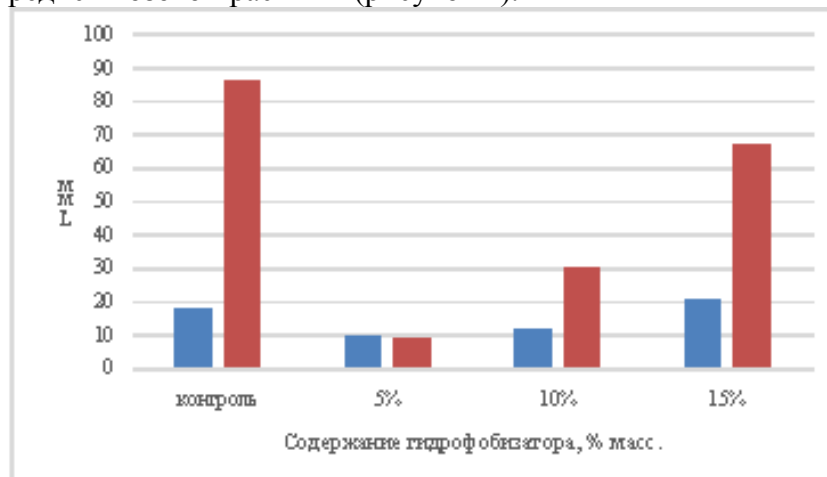


Рисунок 2 – Зависимость размера проростков редиса от содержания гидрофобизатора в известковом реагенте (синим обозначен размер побега, красным – корня)

При повышении содержания ГФ в известковом реагенте снижается суммарная токсичность продукта капсулирования, что выражается в увеличении размеров проростков и приближении их к контрольным образцам.

Технология капсулирования нефтепродуктов представляет интерес при утилизации не только буровых шламов, но и других нефтеотходов, и, несомненно, требует дальнейших исследований.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Ощепкова А.С., Роо И.В. – студенты гр. ЭРПХ-61, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В современном мире промышленность и быт человека неотъемлемо связаны с использованием продуктов, полученных из нефти. Нефть является основой формирования бюджетов многих стран. Несмотря на наличие и постоянный поиск альтернативных источников энергии, нефтепродукты еще очень продолжительное время будут востребованы.

Добыча нефти, ее переработка, использование нефтепродуктов сопровождаются загрязнением окружающей среды их компонентами.

Нефть и нефтепродукты могут попадать в ходе антропогенной деятельности в воду, воздух, почву. В почву и грунты нефтепродукты поступают при разливах нефти, горюче-смазочных материалов, при движении автотранспорта, при добыче нефти на нефтепромыслах и размещении отходов нефтедобычи. Все вещества, входящие в состав нефти и нефтепродуктов, являются токсичными, нередко канцерогенными.

Пропитывание нефтью грунтовой массы приводит к изменениям в структуре, свойствах и химическом составе почв. Быстрее всего это оказывает влияние на гумусовый горизонт: концентрация углерода в нем энергично увеличивается, но происходит регресс почв как питательной основы для растительных организмов. Гидрофобные частицы нефти препятствуют попаданию влаги к корням растений, начинаются физиологические изменения последних. Продукты преобразования нефти резко изменяют состав почвенного гумуса, возможны увеличение способности передвигаться почвенных компонентов и ряда микроэлементов, перемена окислительно-восстановительных условий.

Наиболее распространенными методами общего содержания определения нефтепродуктов в почвах являются:

- флуориметрический метод;
- метод инфракрасной спектроскопии;
- гравиметрический метод.

Все вышеуказанные методы являются сложными в реализации, требуют подготовки пробы, продолжительны во времени, не всегда точные. Альтернативой традиционным способам определения является биотестирование.

В настоящее время этот прием реализуется для оценки токсичности загрязнения окружающей среды. Биотестирование основано на контроле у биообъекта, наиболее чувствительного к определенным видам загрязнений, количественно измеряемой реакции.

На сегодняшний день имеется значительный опыт использования разнообразных биологических объектов для установления уровня загрязнения окружающей среды. Суммарная токсичность загрязнения почв нефтепродуктами может быть определена такими культурами, как редис, свекла, малина.

Нефтяное загрязнение подавляет фотосинтетическую активность растительных организмов. Наличие этих веществ в почве влияет на прорастание семян, развитие растений. У биообъектов может оцениваться высота стебля, развитость корневой системы, скорость прорастания семян и др.

В нашей работе проводилось изучение реакции растений (редиса и свеклы) на степень загрязнения почвы нефтью.

На первом этапе проводили поиск наиболее чувствительных сортов. Были испытаны сорта редиса: «Красный великан» и «Ранний красный», а также свеклы: «Мона» и «Красный шар». В качестве биомаркеров данных объектов нами была принята длина корня и высота побега. Для исследований брали по 5 семян каждого сорта, для которых потом устанавливалось среднее значение длин корней и высот побегов. Семена проращивали при воздействии на них водной вытяжки, полученной при смешении 100 г дистиллированной

воды с 5, 10, 15, 20, 25 г нефти. Также делали контрольную пробу – без добавления нефти. Время прорастания составило 7 дней. По результатам тест-реакций, были определены наиболее чувствительные к загрязнению нефтью объекты. Ими оказались свекла «Мона» и редис «Красный великан». При дальнейших экспериментах использовались только эти сорта.

На втором этапе исследований проводилась посадка семян в почву. Готовились образцы почвы массой 100 г с содержанием нефти 5, 10, 15, 20 % масс. Высаживались по 4 семени каждого из двух вышеуказанных тест-объектов. Состояние сеянцев на 7 день представлено на фото (рисунок 1). Далее на 12 день оценивались биомаркеры. Результаты представлены на рисунках 2,3.



Рисунок 1 – Состояние сеянцев на 7 день прорастания



Рисунок 2 – Зависимость средней высоты побега (h) от содержания нефти в образце почвы (C, % масс.)



Рисунок 3 – Зависимость средней длины корней (l) от содержания нефти в образце почвы (C, % масс.)

В большей степени оценку суммарной токсичности загрязнения почвы нефтепродуктами продемонстрировали сеянцы редиса «Красный великан», что в дальнейшем позволяет его рекомендовать как биотестер.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ БЕРЕСТЫ

Потехина Д.С., Назаренко А.А. – студенты гр. ЭРПХ-41,

Горелова О.М. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На территории Российской Федерации сконцентрировано больше 20% мировых запасов древесины. Наиболее разумным путем применения лесных ресурсов является их комплексная переработка, которая предусматривает потребление не только древесины, но и отходов, образовавшихся при ее заготовке и переработке.

Интерес представляет комплексная переработка быстрорастущих лиственных пород, в том числе, березы, которая широко используется во многих отраслях, а именно производства пиломатериала, фанеры, бумаги и др.

Крупнотоннажным отходом переработки березы является кора, большая часть которой сжигается или вывозится в отвалы, однако этот отход является высоко ценным сырьем. Наиболее перспективным направлением утилизации коры остается ее химическая переработка в целях получения биологически активных веществ.

Для получения продуктов, используемых в медицине, большой интерес представляет береста - внешний слой березовой коры, которая содержит до 55% экстрактивных веществ. Основным компонентом бересты является тритерпеноид бетулин, обладающий широким спектром биологической активности.

Береста – наружный защитный слой коры березы. В ее состав входят органические вещества (99 % общей массы), состоящие из углерода (С), водорода (Н), кислорода (О) и небольшого количества азота (N). Элементный химический состав бересты разных пород березы практически одинаков. Абсолютно сухая береста в среднем содержит 49-50 % углерода, 43-44 % кислорода, 6 % водорода и всего лишь 0,1-0,3 % азота. При сжигании бересты остается ее неорганическая часть — зола (0,1-1 %).

Бетулин - вещество, содержащееся в коре березы (бересте). В природе бетулин и его производные отвечают за «здоровье» поверхностного слоя. Не смотря на то, что дерево не обладает плотной корой, его древесина защищена от паразитов, солнечной радиации, бактерий, грибов, вирусов и насекомых. Бетулин - порошок белого цвета, не имеющий запаха, со слабым вяжущим вкусом. Является устойчивым к действию кислорода, солнечному свету, не токсичен. Это крайне ценный продукт, исследования свойств которого проводились и проводятся учеными биологами, медиками во всем мире. Доказана многопрофильность, эффективность, нетоксичность, и, как результат безопасность применения бетулина, отсутствие побочных действий при использовании в медицине. Бетулин имеет желчегонный эффект, который сочетается с антилитогенным действием. Это действенное средство для профилактики образования желчных камней и формирования холецистита, потому что он на прямую влияет на причины их возникновения. Бетулин приводит в норму уровень холестерина, способствуя его выводу из организма с желчными кислотами, повышает отток желчи, снимает воспалительные явления. Также отмечены противовоспалительное и иммуномодулирующее действия экстракта бересты. Противовирусное действие бетулина отмечено даже по отношению к вирусам гриппа птиц, гриппа типа А, герпеса простого, гепатита С, ВИЧ-1, БС-ВД (болезнь слизистых, вирус диареи). Данное вещество эффективно в комплексной терапии при лечении онкологических заболеваний.

Известны случаи использования бетулина как консерванта молочных продуктов. Его добавляют в хлебобулочные изделия для увеличения срока годности.

Все вышерассмотренные полезные свойства экстракта бересты березы позволили предположить о его эффективности как средства защиты растений.

Целью данной работы является выделение бетулиносодержащего продукта из бересты с использованием при создании средства защиты растений.

При извлечении биологически активных веществ из бересты применяются такие методы, как:

- щелочной гидролиз лигнина и целлюлозы, перевод их в раствор и отделение нерастворенной части, где и содержится бетулин;
- сухая перегонка бересты с получением березового дегтя, из которого может выделяться бетулин;
- экстракция полярными и неполярными растворителями или их смесями.

Наибольшее распространение получила экстракция бетулина из измельченной бересты, которая проводится в аппарате Сокслета. В качестве экстрагентов применяются гексан, петролейный эфир, бензин БР-1, циклогексан, ацетонитрил, диэтиловый эфир, этилацетат, ацетон, этанол и 1,4-диоксан, изопропиловый (ИПС), бутиловый или изобутиловый спирты.

Экстрактор Сокслета состоит из насадки, которая ставится на круглодонную колбу, к его верхней части присоединяется обратный холодильник. В колбу наливается экстрагент (растворитель или их смесь). Насадочная часть аппарата снабжена резервуаром, в который вставляется "гильза", выполненная из пористого материала. В "гильзу" помещается экстрагируемый материал. В приборе Сокслета проводится непрерывная экстракция, причем с использованием небольшого объема экстрагента. Эффективность процесса повышается за счет нагрева "гильзы" парами растворителя и постоянного контакта твердого материала с конденсатом, не содержащим извлекаемое вещество.

В работе проводился поиск экстрагента, при котором выход экстрактивных компонентов из бересты березы будет наибольшим. Нами рассматривались такие вещества, как ацетон, ИПС и их водные растворы различной концентрации.

В лабораторных экспериментальных исследованиях по экстракции на стеклянном аппарате Сокслета оценивалось влияние содержания воды в водно-органических экстрагентах на выход экстракта. В прибор с насадочной частью 250 мл помещалось 50 г бересты с размером частиц 2-5 мм. В куб экстрактора объемом 1 л загружалось 500 г экстрагента, еще 100 г использовалось для пропитки бересты. Ранее нами было установлено, что сухая береста березы способна удерживать органические жидкости в количестве, превышающем ее массу в 2-4 раза.

В ходе исследований было выявлено, что чем выше содержание воды в растворах, тем больше массовый выход твердого продукта экстракции. Тем не менее, высокое содержание воды снижает растворимость бетулина в ацетоне и ИПС, осадок в кубе экстрактора начинает образовываться уже при первых сливах экстрагента из насадочной части, что приводит к нестабильному кипению, сопровождающемуся перегревом и резким, взрывным вскипанием, что приводит к разрушению прибора.

Было установлено, что максимально возможное содержание воды в смеси с изопропиловым спиртом может достигать 40 % масс., а с ацетоном – 12 % масс.

Оптимальным экстрагентом, позволяющим получить наибольшее количество продукта и обеспечивающим стабильную работу прибора, были приняты смеси ИПС и воды азеотропного состава или соотношения ИПС:вода 3:1 по объему.

С таким экстрагентом проводилось исследование кинетики процесса экстракции. При этом первая загрузка бересты (50 г) экстрагировалась 1 ч, а каждая новая такой же массы, выдерживалась в экстракторе дольше на 1 час. После этого береста вынималась из прибора, высушивалась до постоянной массы при температуре 105 °С, после чего устанавливалась потеря массы. Достаточным временем экстракции было принято 6 ч.

Изучение процесса экстракции позволит установить оптимальные параметры процесса, такие как продолжительность самой экстракции, сушки экстракта, выбрать наилучший экстрагент, обеспечивающий при наименьшем расходе максимальный выход экстракта, предложить способ многократного использования растворителя и его регенерации. Таким

образом, вышерассмотренные исследования несомненно направлены на энерго- и ресурсосбережение.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПУТЕМ КАРБОНИЗАЦИИ

Голопапа В.Э., Заречнева И.А. – студент гр.8ЭРПХ-61, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Большая часть деревообрабатывающих заводов по окончанию реализации производства оставляют примерно от 25 до 40 % отходного сырья, которое не используется. Поскольку сохранение лесов представляет собой проблему не отдельно взятой страны, а целого мира, то целесообразно было бы вести нормативы по обращению и продаже. Эти нормы должны распространяться и на древесное утильсырье.

Согласно имеющейся статистической информации, в нашей стране существует наибольший резерв лесных насаждений во всём мире. Они находятся на площади практически 800 тыс. гектар. Этот показатель приблизительно равен 25% лесных массивов всей планеты.

Больше половины лесов расположены на территории дальневосточных регионов и в Сибири. Лес представляет собой источник сырьевой базы для всех производящих или занимающихся переработкой древесного сырья компаний, но кроме этого в лесу живут многочисленные популяции животных существ, которые погибнут во время вырубки. Именно по этой причине очень важно перерабатывать отходы древесины, их применение на производстве не только приведет к сохранению первичного древесного материала, но и снизит отходы древесины, чем существенно сократит объем вырубки лесов.

Проблема комплексного применения отходов деревообработки развивается с самого начала лесопильной промышленности. Тогда люди не думали о проблемах экологии, наступающих в результате сокращения зелёных насаждений. По этой причине отходы попросту сжигали, чтобы освободить место.

Однако в процессе эволюции деревообрабатывающих технологий, с развитием и внедрением автоматизированного управления, которое дает возможность извлечь максимум дохода, отношение к отходам осталось неизменным. Небольшие лесоперерабатывающие заводы не желают расходовать свои деньги на то, чтобы развивать технологические схемы переработки и дальнейшего применения.

При переработке древесины остаются такие отходы, как кора, горбыль, стружка, щепы, опилки. Они могут, в какой-то мере, являться сырьем для производства некоторых строительных материалов, топливных брикетов и др. Одним из эффективных процессов переработки подобных остатков является пиролиз, поскольку исключается необходимость вывоза отходов в места размещения. Достаточно иметь мобильную пиролизную установку и, в местах образования растительных остатков подвергать их термическому разложению. Выгода видится также в возможности выработки тепла, электроэнергии. Представляет интерес также утилизация пиролизного газа.

Кроме древесных остатков пиролизовать можно и другие отходы растительного происхождения. В Алтайском крае это могут быть: лузга подсолнечника, шелуха гречихи, скорлупа кедрового ореха. Все эти отходы образуются в больших объемах, и, зачастую, подлежат размещению на полигонах.

В последнее время пиролизная переработка любых растительных остатков, как и органической части твердых бытовых отходов, актуальна, они рассматриваются как альтернатива традиционным видам топлива. Отходы растительного происхождения при пиролизе имеют следующие преимущества:

- это возобновляемый источник тепловой энергии;

- технически возможно перерабатывать влажные отходы (содержащие до 55 - 60% влаги);
- невысокая коррозионная активность дымовых газов;
- относительно низкая стоимость сырья.

В основе процесса пиролиза растительного сырья лежат разнообразные свободнорадикальные реакции термодеструкции целлюлозы, лигнина и гемицеллюлоз, протекающие при температурах от 200 до 400°C. Процесс является экзотермическим, в ходе него может образоваться значительное количество теплоты (до 1150 кДж/кг).

Образующийся при термодеструкции газ представляет собой смесь насыщенных, ненасыщенных, ароматических углеводородов и может быть использован как топливо на самой пиролизной установке. Твердый остаток топлива имеет название пирокарбон и может быть использован для повышения плодородия почв («биоуголь»), в качестве древесного угля или сорбционного материала в технологиях газо- и водоочистки.

В данной работе изучался процесс пиролиза скорлупы кедровых орехов, буковой, березовой и осиновой щепы, подсолнечной лузги, гречневой шелухи. Целью исследований было получение сорбционных материалов для водоочистки. Поскольку ближайшими аналогами к создаваемым материалам были активированные угли, то в работе также была рассмотрена не только карбонизация остатков, но и повышение сорбционных свойств твердых продуктов пиролиза еще на стадии термического разложения сырья. С этой целью растительные отходы обрабатывались химическими реагентами (водные растворы гидроксидов калия, натрия, хлорид цинка), которые применяются в производстве активированных углей.

Еще одним направлением повышения потребительских свойств новых сорбентов являлось введение в сырьевую массу перед пиролизом волокнистых минеральных добавок, таких как хризотилловый асбест, базальтовое волокно. При этом отмечался рост сорбционной активности материала, вместе с тем, сорбент становился менее горючим, что важно, например, при адсорбционной очистке воды от нефтепродуктов.

Карбонизация образцов растительных отходов нативных, обработанных агентами активации, смешанных с минеральными добавками проводилась на лабораторной пиролизной установке, состоящей из реактора, снабженного электрообогревом и устройством для контроля и регулирования температуры процесса.

Исходный материал загружался в реактор в количестве 55-100 г. Дымовыделение и парообразование начиналось при температурах от 120 °C до 240 °C в зависимости от влажности и состава сырья. Конечная температура карбонизации не превышала 550 °C. Далее прибор охлаждался и выгружался твердый остаток, определялась его масса.

В данной работе проводилось исследование состава пиролизных газов. В связи с многокомпонентностью состава, нами определялись лишь некоторые из углеводородов, присутствие которых возможно. Было установлено наличие метана, этана, муравьиной и уксусной кислот, формальдегида, бензола, фенолов.

Сравнение составов пирогазов при термическом разложении без доступа кислорода смесей без минеральных добавок и с добавками показало значительное снижение (в 4 раза по фенолам, уксусной кислоте) содержания в пирогазовых смесях многих производных во втором случае.

Установленный факт может свидетельствовать о способности волокнистых материалов в процессе пиролиза поглощать продукты разложения растительной массы с образованием на волокнах углеродистого слоя, обладающего сорбционной активностью.

Оценка сорбционных свойств (сорбционной активности по йоду и сорбционной емкости по ионам меди) показала более высокую адсорбционную емкость у материалов, полученных при использовании минеральных добавок.

В результате проведенных исследований были изучены закономерности процесса пиролиза на лабораторной установке и получены новые угольно-асбестовые сорбенты,

отличающиеся селективностью, высокой сорбционной активностью, сравнимой с активностью промышленных активированных углей.

Использование растительных остатков способствует рациональному использованию невозобновимых природных ресурсов, а также снижает такой показатель промышленного производства, как удельная энергоемкость.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПОЛИГОНЕ ТКО Г. БАРНАУЛА

Бородин В.Д. – студент гр. 8ЭРПХ-61, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Резкий рост потребления в последние десятилетия привел к существенному увеличению объемов образования твердых коммунальных отходов (ТКО). В зависимости от степени благоустройства жилья, на одного жителя России в год приходится от 280 до 450 кг отходов.

На сегодняшний день в г. Барнауле располагается единственный полигон по захоронению ТКО, расположенный по адресу: г. Барнаул, пр. Космонавтов, 74. Полигон включен в реестр объектов размещения отходов (приказ Росприроднадзора от 07.07.2015 г. № 552).

Полигон был организован в 1974 году без учета геолого-гидрогеологического строения участка и особенностей инженерно-геологических условий, а также без проведения инженерных мероприятий по обустройству котлована для приема отходов. Общая площадь полигона – 328679,7 м², объем захоронения в год – 1800 тыс.м³.

В настоящее время полигон обслуживает открытое акционерное общество «ЭКО-Комплекс», имеющее лицензию на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I – IV классов опасности (лицензия 022 00172 от 30 ноября 2015 года).

Полигон оснащен всем необходимыми видами техники, позволяющей обеспечить соблюдение современных экологических и технологических требований. Часть территории занимает хозяйственная зона с комплексом технических зданий и сооружений (ремонтные мастерские, контейнерная АЗС, противопожарные емкости, скважины технической воды, складские помещения и др.).

Все поступающие на полигон отходы регистрируются в журнале. При захоронении отходов производится их уплотнение и послойная изоляция грунтом. Увеличение плотности отходов достигается использованием катка-уплотнителя, что позволяет значительно увеличить срок службы полигона. Полигон оснащен необходимыми видами автомобильной и тяжелой техники, позволяющей обеспечить соблюдение современных экологических и технологических требований.

Для дезинфекции колес автотранспорта, выезжающего с территории полигона, применяется ванна с дезинфицирующим раствором. Ведется контроль состояния почвы на границе санитарно-защитной зоны. Полигон оснащен пожарной сигнализацией, средствами первичного пожаротушения.

Максимальная вместимость полигона, по оценкам специалистов составляет 70 млн. м³, на сегодняшний момент полигон уже принял 54 – 56 млн. м³ ТКО. Нетрудно подсчитать, что ресурсов полигона хватит еще лет на семь. После закрытия полигона будут проведены работы по технической и биологической рекультивации, уже сейчас около 15 га территории полигона не используют и готовят к рекультивации [1]. Представляет практический интерес оценить возможный потенциал полигона по выделению свалочного газа.

Полигон ТКО г. Барнаула, как и любой полигон твердых бытовых отходов представляет собой большой биохимический реактор, в недрах которого в процессе эксплуатации, а также в течение нескольких десятилетий после закрытия в результате анаэробного разложения отходов растительного и животного происхождения образуется биогаз, или как его иногда называют, свалочный газ.

Биогаз горюч, он состоит на 50 – 60% из метана и на 40 – 50% из двуокиси углерода, его теплота сгорания примерно в два раза ниже, чем у природного газа и составляет около 18800 – 20900 кДж/м³ (4500 – 5000 Ккал/м³). Биогаз – главная причина возгораний отходов на полигонах, которые практически не поддаются тушению и приводят к выбросам в атмосферу большого количества загрязняющих веществ. Метан, как известно, также является газом, парниковый эффект которого более чем в 20 раз выше, чем у углекислого газа. В настоящее время, в развитых странах сбор биогаза на полигонах ТКО и его использование для производства тепловой и электрической энергии – обязательное требование.

Образующийся на свалках биогаз с начала 80 годов прошлого века интенсивно добывается во многих странах мира. В настоящее время общее количество используемого биогаза составляет около 1,2 млрд.м³, что составляет менее 1 % его эмиссии.

Одним из основных факторов, влияющих на возможность реализации систем сбора и утилизации биогаза, является предварительная оценка потенциала газообразования на полигоне.

Для расчёта возможного объёма сбора биогаза (метана) наиболее часто используется математическая модель, рекомендованная Агентством охраны окружающей среды США – так называемая модель разложения первого порядка. Факторами, влияющими на количество образующегося метана, являются: морфологический состав и возраст отходов, влажность, плотность, температура, наличие и уровень фильтрата в теле полигона, pH фильтрата, климатические характеристики местности.

На эффективность сбора биогаза также влияет степень охвата полигона системой сбора, её конструкция, наличие покрытия поверхности полигона, глубины бурения скважины и др.

Как видно, количество образовавшегося и собранного биогаза на полигоне зависит от множества факторов, которые должны быть учтены при расчётах и моделировании процессов образования биогаза.

Для более точной оценки потенциала сбора свалочного газа необходимо выполнить комплекс полевых испытаний (бурение скважин на отработанных участках, отбор проб отходов с разных глубин, принудительный газоотбор с помощью газовых насосов). В процессе газоотбора необходимо выполнять работы по измерению потока биогаза и его химического состава [2].

На полигоне ТКО г. Перми для определения эмиссии свалочного газа была использована комплексная динамическая модель, разработанная с использованием данных, полученных на опытном полигоне «Брайтенау» (Австрия). Согласно полученным расчётным данным, эмиссия свалочного газа за первые 15 лет после закрытия полигона составит 140 м³/тонну отходов (50 % от общего теоретического потенциала образования биогаза). Через 50 лет после закрытия полигона суммарное выделение биогаза составит 201,6 м³/тонну отходов [3].

В 1995 г. в России началась эксплуатация первой биогазовой установки, позволившей собрать детальную информацию о площади сбора биогаза единичной скважиной, эффективности перекрытия ТБО грунтовым экраном, режимах добычи биогаза в различных погодных условиях.

Для демонстрации возможностей биогазовой технологии были выбраны два типичных полигона Московской области (МО): полигон «Дашковка» в Серпуховском районе МО и полигон «Каргашино» в Мытищинском районе МО. В результате были оценены биогазовые потенциалы исследованных объектов, определены скорости образования биогаза, а также возможные объёмы газодобычи.

На основании полученных данных были рассчитаны параметры для типичного полигона МО (площадь 5-7 га; средняя мощность отходов 10-12 м). Обычно на полигоне МО в период эксплуатации образуется до 600 – 800 биогаза в час, при этом порядка 50% этого объема может быть использовано в качестве альтернативного источника энергии.

В настоящее время обе установки (Серпухов, Мытищи) функционируют в опытно-промышленном режиме, вырабатывая по 80 кВт/ч электроэнергии каждая. Их опыт эксплуатации показал, что в российских условиях из 1 м³ биогаза может быть произведено 1,3-1,5 кВт электроэнергии. Это означает, что при полном использовании запасов биогаза на полигонах, может быть произведено от 260 до 300 кВт электроэнергии в час, что соответствует производству около 2500 МВт электроэнергии в год [4].

На данный момент в г. Барнауле после закрытия полигона ТКО рассматривается возможность установки систем сбора биогаза и проведения оценки степени воздействия этого полигона на компоненты окружающей среды.

Список использованных источников

1. <https://altapress.ru/story/v-barnaule-tret-poligon-tbo-zasadyat-derevyami-i-travoy-197967>
2. Матвеев Ю.Б., Пухнюк А.Ю. Результаты исследования потенциала газообразования на украинских полигонах ТБО. Материалы V Международной конференции. Сотрудничество для решения проблемы отходов. Харьков, 2008., с. 183 – 185.
3. Тагилов М.А. Анализ экологической стабилизации полигонов ТБО. Материалы V Международной конференции. Сотрудничество для решения проблемы отходов. Харьков, 2008., с. 185 – 187.
4. http://www.gigavat.com/utilizatsiya_2.php
5. Масленников А.Ю. Мусоросортировочные предприятия. Справочник. М., 2007. – 127 с.

РАЗРАБОТКА МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

Лапшин Д.А. – студент гр. ЭРПХ -61, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Алтайский край является регионом с хорошим доступом к воде. Но обеспечение жителей качественной питьевой водой остается главной проблемой до сих пор [1].

В Алтайском крае часто для питьевых целей используются резервы подземных вод. Однако большинство подземных источников не соответствуют санитарным требованиям. Такая вода превышает предельно допустимые концентрации в 1,5-4 раза, чаще всего, содержит: хлориды (300 - 500 мг/л), сульфаты (400 - 700 мг/л), железо (0,3 - 2 мг/л). Кроме того, такая вода является очень жесткой и подлежит умягчению.

Существует множество методов умягчения воды: кипячение (термическая обработка), реагентный и мембранные методы, ионный обмен, магнитный метод. В зависимости от целей использования воды все они имеют свои достоинства и недостатки.

Широкую популярность среди методов умягчения воды приобретает обратный осмос, позволяющий эффективно умягчать воду. Однако слабой стороной данного метода является образование сточных вод в объеме от 10 % до 60 % от исходного объема воды.

Одним из способов решения этой проблемы является рецикл концентрата и повышение концентрации раствора над мембраной. Увеличение концентрации раствора приводит к уменьшению движущей силы процесса (увеличивается осмотическое давление раствора), увеличению вязкости и плотности раствора, что снижает величину проницаемости. Кроме этого, при высоких концентрациях происходит образование на мембране осадков малорастворимых солей, в основном карбоната кальция. Осадки откладываются на мембране, тем самым забивая ей и снижая производительность [2].

Нами предложено для снижения количества сточных вод обратноосмотических установок использовать многоступенчатый обратный осмос с применением ингибиторов осадкообразования (антискалантов).

Для изучения этого процесса, подбора режимов работы установки и доз антискалантов нами разработана лабораторная четырехступенчатая обратноосмотическая установка, представленная на рисунке 1.

Очищаемая вода из емкости 8 насосом 1₁ подается на мембрану 5, рабочее давление на которой регулируется вентилем 6 и контролируется манометром 2. Концентрат первой ступени направляется на повышающий насос второй ступени 1₂. Давление на каждой стадии варьируется от 2 до 10 атмосфер. Очищенная вода (фильтрат) после каждой ступени направляется в исходную емкость 8. Ввиду малой производительности установки расходы фильтрата и концентрата определяются путем замеров объемной скорости на выходе из установки. Предусмотрен рецикл концентрата на каждой ступени.

На представленной установке планируется широкий спектр исследований для изучения осадкообразования на поверхности мембран, а также способов предотвращения этого нежелательного в водоочистке явления. Экспериментальное изучение действия антискалантов различных видов, их дозировки и комбинацию необходимо проводить для каждого вида вод как по составу, так и по концентрациям загрязнителей. Необходимо также учитывать и направление использования очищаемой воды.

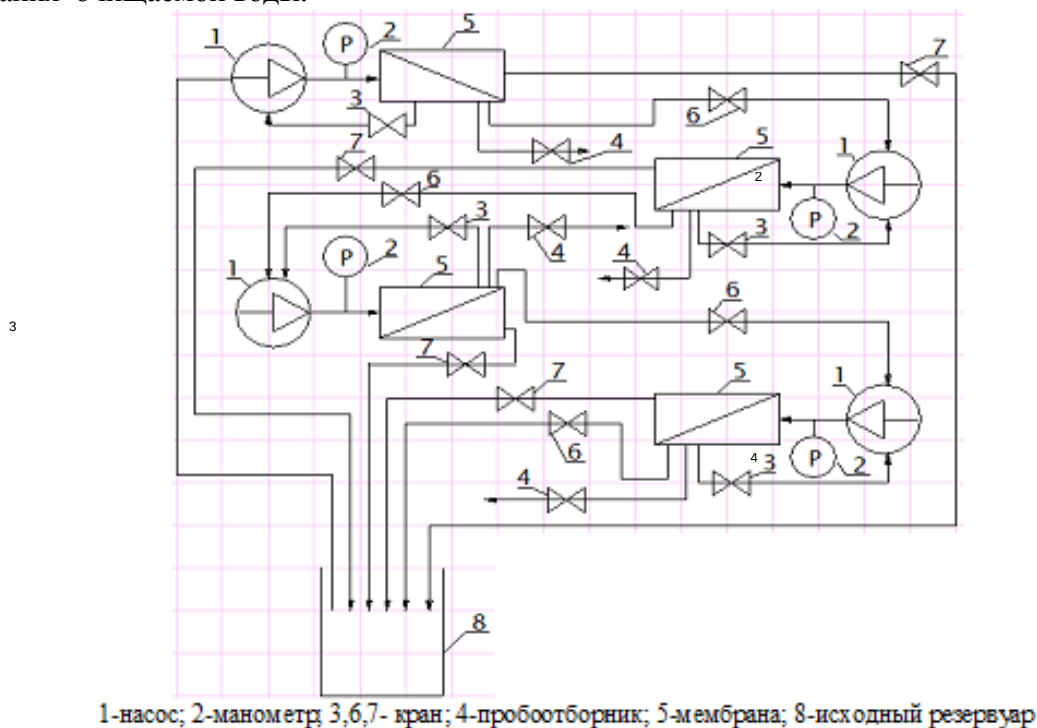


Рисунок 1 – Схема многоступенчатой обратноосмотической установки

Список литературы

1. Постановление Администрации Алтайского края «Об утверждении ведомственной целевой программы «Обеспечение населения Алтайского края питьевой водой» на 2011-2013 годы» №441 От 7 октября 2010 г.
2. Полетаева М.А., Рубцов Е.С., Рубцов Д.Б. Опреснение воды на установке обратного осмоса с минимальным выходом концентрата / Материалы Всероссийской научно-технической конференции "Химия и химическая технология", г.Ангарск. - Ангарск: Ангарский государственный технический университет, 2016. С.76-78.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТОЧНОЙ
ВОДЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «АГРОСИБ-РАЗДОЛЬЕ»

Попова А.Е. – студент гр. 8ЭРПХ-61, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время важной научно-технической задачей для предприятий пищевой промышленности является защита природной среды от загрязнения ее отходами производства и потребления, а также образующими производственными сточными водами.

Сточные воды предприятий масложировой промышленности содержат большое количество органических загрязнений. Под воздействием температуры, давления, кислорода воздуха и реагентов частицы загрязнений могут подвергаться химическим или физико-химическим изменениям (окислению, восстановлению, сбраживанию, коагуляции, осаждению, нейтрализации), а также биологическим процессам, протекающим в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Органические примеси способствуют исчезновению кислорода, появлению в водоемах микроорганизмов и их развитию, что ведет к помутнению воды и образованию ила. Спуск сточных вод, содержащих жиры и масла, может привести к образованию пленок, сокращению доступа воздуха к воде, ухудшению санитарного состояния водоема, а иногда вызывать отравление гидробионтов. Все это необходимо учитывать при выборе метода очистки сточных вод маслоперерабатывающих предприятий.

Значительный рост производства растительного масла в Алтайском крае связан с деятельностью предприятий группы компаний ООО «Юг Сибири».

Образующиеся на маслоперерабатывающих предприятиях сточные воды содержат в своем составе большое количество жиров, что усложняет их очистку.

Как правило, в комплекс сооружений очистки стоков предприятий по переработке масла включены напорные флотаторы, электрофлотокоагуляторы, фильтры, а также дополнительно используются различные реагенты (коагулянты, флокулянты) для повышения эффективности механической, электрохимической и физико-химической очистки.

Ультразвуковой метод представляет собой очистки воды ультразвуком и основывается на его способности вызывать образование микроскопических пузырьков, которые быстро разрушаются (лопаются). Это явление называется кавитацией. Газ, находящийся внутри таких пустот, имеет настолько высокое давление и температуру, что в момент их разрушения происходит свечение пузырьков (звукolumинесценция).

В результате создания большого перепада давления, достигающего до десятков тысяч атмосфер, происходит повреждение клеточной оболочки и, как следствие, гибель вредоносного микроорганизма. В зависимости от интенсивности звуковых колебаний происходит бактерицидное воздействие ультразвука в той или иной степени. Ни один вирус или микроорганизм не способен выдержать подобные воздействия, таким образом, происходит их механическое разрушение.

Электрофлотация осуществляется под действием электрического тока с использованием растворимых и нерастворимых электродов. Процесс заключается в образовании при пропускании постоянного электрического тока через водный раствор мелкодисперсных пузырьков электролитических газов (водорода и кислорода), равномерно распределяемых в объеме обрабатываемой воды. Газовые пузырьки, поднимаясь вверх, сталкиваются с дисперсными частицами загрязнений, прилипают к ним и затем флотируют их на поверхность воды, образуя устойчивый пенный слой – флотошлам.

Ионнообменный метод применяют для обессоливания и очистки воды от ионов металлов и других примесей. Сущность ионного обмена заключается в способности ионообменных материалов забирать из растворов электролита ионы в обмен на эквивалентное количество ионов ионита. Очистку воды осуществляют ионитами - синтетическими ионообменными смолами, изготовленными в виде гранул размером от 0,2 мм до 2 мм. Иониты изготавливают из нерастворимых в воде полимерных веществ, имеющих на своей поверхности подвижный ион

(катион или анион), который при определенных условиях вступает в реакцию обмена с ионами того же знака, содержащимися в воде.

Основываясь на сравнительную характеристику методов можно сделать вывод, что значительно уменьшить загрязненность воды, сбрасываемой предприятием, можно путем выделения из сточных вод ценных примесей. Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод. Так же при выборе оптимального метода следует учитывать степень очистки сточных вод.

В зависимости от количества сточных вод и концентраций загрязнений в них компануются различные технологические схемы, обеспечивающие очистку стоков до показателей, удовлетворяющих требованиям для сброса в городскую канализацию.

Процесс очистки сточных вод маслоперерабатывающего предприятия обычно состоит из нескольких стадий, на каждой из которых может применяться различные методы очистки стоков и соответствующее оборудование водоочистки.

Технологическая схема очистки сточных вод для ООО «АгроСиб-Раздолье» представлена на рисунке 1.

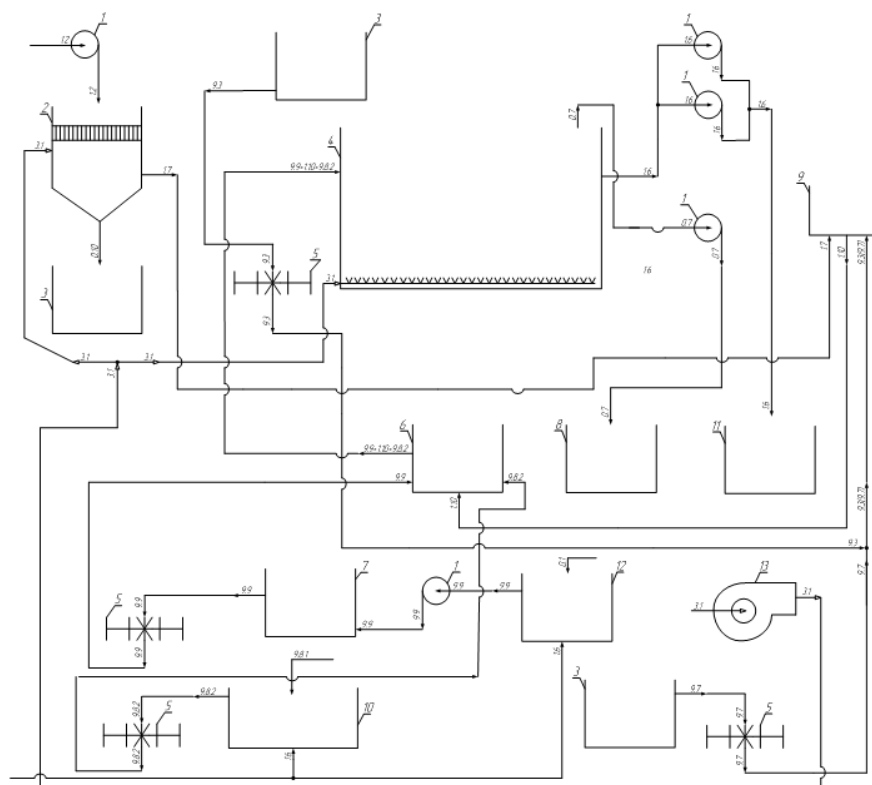


Рисунок 1 – Технологическая схема очистки производственных сточных вод на ООО «АгроСибРаздолье»

Рассматриваемые очистные сооружения предназначены для очистки производственных стоков производительностью 260 м³/сут.

Сточная вода поступает на ситяной отстойник (решетка механической очистки) (2), в котором частицы крупнее прозоров удерживаются поверхностью экрана и скатываются по нему вниз в контейнер для сбора осадка. Контейнер для сброса осадка (3) с ситяного отстойника принят объемом 0,8 м³ и вывозится на свалку по мере наполнения. Сточная вода, прошедшая через ситяной отстойник, самотеком по трубопроводу поступает в усреднитель (9). В тоже время производится дозация реагентов-нейтрализаторов щелочи (NaOH) (5 вверху) или ортофосфорной кислоты (H₃PO₄) (5 внизу). Для каждого нейтрализатора установлен насос-дозатор. Дозация производится в зависимости от значения pH: при pH > 8 во флокулятор добавляется ортофосфорная кислота H₃PO₄ (50-60%); при pH < 8 во

флокулятор добавляется щелочь NaOH (25-30%), происходит усреднение стоков по расходу и по концентрации. Далее усредненный сток по напорному трубопроводу поступает во флокулятор (6), где происходит перемешивание стоков с флокулянт (полиэлектролит) который поступает из станции приготовления флокулянта (7) при помощи насоса-дозатора и коагулянтов (полихлорид алюминия) который готовится в пластиковой емкости при непрерывном перемешивании с водой, так же добавляются реагенты, которые корректируют pH сточных вод.

Из флокулятора стоки подаются в флотационную установку (9). Флотошлам всплывает к поверхности флотатора и непрерывно автоматически удаляются скребковым механизмом. Затем обезвоженный флотошлам собирается в контейнере (2). Контейнер вывозится на свалку по мере наполнения. В период вывоза контейнера с осадком с ситяного отстойника или контейнера с обезвоженным флотошлагом на свалку, на место вывозимого контейнера устанавливается резервный контейнер. Очищенная во флотаторе сточная вода отводится в смеситель (6), в котором смешиваются производственные стоки после физико-механической очистки со стоками хозяйственно-бытовой канализации, затем в существующий канализационный коллектор и далее на очистные сооружения канализации г. Барнаула.

В качестве реагентов для технологического процесса приняты флокулянт, коагулянт и нейтрализатор. Флокулянт для очистки производственных стоков - раствор полиэлектролита, расход от 6 до 10 мг/л, готовится в автоматической станции приготовления флокулянта. Готовый раствор флокулянта подается во флокулятор.

Коагулянт для корректировки pH - щелочь (NaOH), расход от 2000 до 3000 мг/л. Готовый реагент подается во флокулятор. Нейтрализатор для корректировки pH - разбавленная серная кислота H_2SO_4 (50-60)%, расход от 0 до 500 мг/л, готовится из серной кислоты 93% в емкости для агрессивных сред. При разбавлении серной кислоты в емкость для разбавления сначала заливается вода, а только после этого из бутылки ручным насосом подается концентрированная серная кислота. Флокулянт для обезвоживания флотошлама - раствор полиакриламида, расход определяется опытным путем исходя из фактического состава флотошлама. Готовится флокулянт в специальной установке по приготовлению флокулянта для обезвоживания осадка. Готовый реагент подается в обезвоживатель флотошлама.

В таблице 1 представлена количественная характеристика исходной и очищенной сточной воды.

Таблица 1- Характеристики производственных сточных вод

Показатель	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л		Степень очистки, %
	Вход на ОСПК	После флотатора	
1 БПК ₂₀	5573,0	1672,0	70%
2 ХПК	10123,0	3037,0	70%
3 Эфирорастворимые вещества (жиры)	1305,6	26,1	98%
4 Мыло	2042,8	40,9	98%
5 Глицерин	108,2	5,4	98%
6 Фосфаты	108,2	5,4	95%
7 Взвешенные вещества, шрот, жмых	471,8	23,6	95%

Как видно из таблицы, реализация предложенной технологической схемы позволит уменьшить содержание жиров в сточной воде до 98%, тем самым достигнув допустимых концентраций для сброса в городскую канализацию.

РАЗРАБОТКА ТЕПЛООБМЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ

Мягкова Ю.Ю. – студент гр. ЭРПХ-41, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

В Алтайском крае имеются значительные запасы подземных вод. Около 105 тыс. водозаборных скважин используют подземную воду для обеспечения хозяйственно – бытовых нужд населения.

Подземная вода обладает стабильными качественными показателями, но нуждается в очистке и корректировании состава. Часто подземные воды не удовлетворяют нормативным требованиям к качеству хозяйственно-бытовых вод по железу и марганцу, общей жесткости (кальций, магний), минерализации, в меньшей степени – по бария, литию, фтору, алюминию, кремнию и стронцию.

Жесткая вода - проблема для многих промышленных предприятий. Образование осадка в виде накипи на теплопередающей поверхности, происходящее при высокой концентрации солей Ca^{2+} , Mg^{2+} , приводит к выводу из строя теплообменного оборудования. Для того, чтобы избежать накипобразования, из воды удаляют соли жесткости, этот процесс называется умягчением.

Умягчение воды может производиться разными способами: обратный осмос, ионный обмен, реагентное умягчение, химическая обработка.

Обратный осмос обеспечивает высокую степень очистки воды от загрязнений, специальные мембраны, используемые в обратноосмотических фильтрах, задерживают минеральные примеси, тяжелые металлы, соли жесткости. Недостатком данного метода является высокая стоимость и низкая производительность (для получения 1 л очищенной воды уходит 3 л исходной).

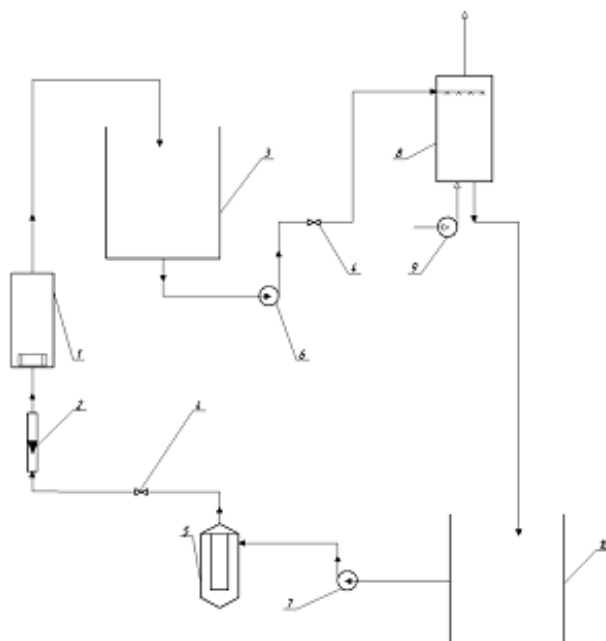
Ионный обмен заключается в прохождении воды сквозь ионообменный материал, в результате чего большая часть ионов электролитов задерживается на ионитах, изменяется химическая структура жидкости и реагента, уменьшается жесткость. Недостатком является невысокая скорость внутренней диффузии, затраты на регулярное восстановление химических реагентов.

Реагентное умягчение заключается в образовании малорастворимых солей (продукты реакции анионов с солями жесткости) с последующим их осаждением.

Химическую обработку проводят путем смешивания химического реагента с технологическим потоком, обеспечивая обработку труднодоступных поверхностей. Для предотвращения развития осадка и регуляции порогового эффекта кристаллизации применяется антискалант. Действие антискаланта нацелено на ингибирование возникновения осадка и его стабилизацию. Основные типы антискалантов: ингибирующие, подщелачиватели, подкислители, дегазаторы.

В лаборатории кафедры ХТиИЭ была спроектирована и собрана экспериментальная установка для изучения влияния антискаланта на отложение солей в теплообменном оборудовании (Рисунок 1).

Холодная вода из емкости 10 объемом 90 л направляется циркуляционным насосом 7 марки Aquamotor PP ARQB-80 по полипропиленовым трубам $d=15$ мм в проточный фильтр механической очистки 5, на котором происходит улавливание взвешенных веществ и гидроксида железа. Затем вода поступает в теплообменник 1. В теплообменнике установлен нагревательный элемент $d=16$ мм, $L=250$ мм мощностью 1500 Вт. Холодная вода омывает стержень нагревательного элемента и собирается в емкость объемом 90 л. Расход воды контролируется ротаметром 2 марки LZM-15 g и регулируется вентилем 4. Из емкости 3 горячая вода вихревым насосом 6 марки Aquamotor AR UPA 120 отправляется в градирню 8 для охлаждения, где противотоком распыляемой воде осевым вентилятором 9 марки Вентс Д 100 нагнетается атмосферный воздух. Охлажденная вода стекает в исходную емкость 10.



1 - теплообменник, 2 - ротаметр, 3 - емкость холодной воды, 4 - вентиль, 5, 6 - насос,
7 - фильтр, 8 - градирня, 9 - вентилятор, 10 - емкость холодной воды

Рисунок 1 – Схема теплообменной установки

На установке изучено образование накипи на стержневом элементе при нагревании модельного раствора жесткостью 23,78 град. Ж., характерной для подземных вод Западно-Сибирского региона. Модельный раствор был получен при смешении солей $MnSO_4$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, $CaCl_2$. Нагрев раствора осуществлялся до $70^\circ C$ при расходе 0,6 л/мин, продолжительность эксперимента составила 100 часов. При проведении эксперимента контролировали такие параметры, как начальная и конечная температуры нагрева, солесодержание, жесткость, количество потребляемой нагревательным элементом электроэнергии. Количество и состав исходного раствора корректировались в связи с потерями воды на испарение и каплеунос в градирне.

О снижении эффективности теплообмена и увеличении количества осадка на поверхности нагревательного элемента судили по разнице между количеством потребляемой электроэнергии и количеством теплоты, получаемой раствором. После окончания эксперимента анализировали количество осадка, отложившегося на поверхности нагревательного элемента. Результаты позволили выделить наиболее эффективный способ контроля за накипеобразованием для последующих экспериментов с использованием антискаланта.

Список литературы

1. Полетаева М.А., Мягкова Ю.Ю. Исследование по применению антискалантов в теплоэнергетическом производстве. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Материалы Международной научно-практической конференции // Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности промышленных регионов – 2017 – С. 131-133.
2. Комарова Л. Ф. Полетаева М. А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности / Учебное пособие по курсу «Технология водоподготовки и очистки сточных вод» - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010 – 174 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ
СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И
ФЕНОЛА

Мачульский Д.А., Куликова А.В. – студенты гр. ЭРПХ-41, Сомин В.А., д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Источниками поступления нефтепродуктов в поверхностные воды являются предприятия нефтедобычи и нефтепереработки, а также многочисленные производства, которые используют нефтепродукты в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей, топлив и т.п. Фенольные соединения поступают в поверхностные воды при авариях в местах нефтедобычи, а также со стоками различных предприятий. Сброс сточных вод, содержащих нефтепродукты и фенолы, в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов в водной среде (прежде всего кислорода и углекислого газа).

Федеративная Республика Нигерия – государство в Западной Африке. Экономика страны полностью построена на добыче и экспорте нефти. В сутки добывается около 1,5 миллиона баррелей жидких углеводородов [1]. Нигерия занимает восьмое место в мире по экспорту нефти. Обратной стороной нефтедобычи является проблема загрязнения воды нефтепродуктами и фенолом вследствие аварий и нефтеразливов. Для удаления углеводородных соединений из воды в настоящее время используются многочисленные сорбенты на основе природного сырья, добываемого, как правило, в регионах, где они могут быть использованы.

Целью представленной работы является получение сорбентов для удаления нефтепродуктов, а также соединений фенола из воды на основе отходов растениеводства Нигерии, в качестве которых использовались отходы растениеводства, культивируемые в Нигерии: скорлупа кокоса, цедра апельсина, кожура банана и ананаса. Для увеличения сорбционной емкости нативные материалы были химически модифицированы раствором гидроксида натрия с концентрацией 500 мг/л и 0,5 н раствором соляной кислоты. Цедра апельсина, кожура банана и ананаса были отдельно подвергались пиролизу при температуре 400° без доступа кислорода.

Первоначально были изучены статические характеристики сорбции полученных материалов по отношению к нефтепродуктам. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, наибольшую сорбционную ёмкость показала кожура банана, модифицированная методом пиролиза (15,5 мг/г). В целом можно сделать вывод о том, что химическая модификация не приводит к значительному улучшению сорбционных характеристик, а в случае с соляной кислотой, даже, наоборот, ухудшает их (кроме скорлупы кокоса). Пиролизная обработка также незначительно увеличивает статическую сорбционную ёмкость.

Таблица 1 – Характеристики сорбции нефтепродуктов (НП) на нативных и модифицированных растительных отходах

Сорбционный материал		Концентрация НП, мг/л		Сорбционная емкость, мг/г
наименование	форма	начальная	конечная	
Кожура банана	нативный	72	36,1	14,4
	мод. NaOH	72	37,5	13,8
	мод. HCl	72	18,8	10,6
	мод. пиролизом	102	24,62	15,5
Кожура апельсина	нативный	42	13,3	11,5
	мод. NaOH	68	38,5	11,8
	мод. HCl	65	59,82	2,1

	мод. пиролизом	102	26,54	15,1
Скорлупа кокоса	нативный	51,9	9,8	8,4
	мод. NaOH	51,9	3,8	9,6
	мод. HCl	51,9	10,6	12,5
	мод. пиролизом	51,9	9,8	8,4
Кожура ананас	нативный	22,2	4,1	3,6
	мод. NaOH	22,2	6,3	3,2
	мод. HCl	22,2	10,5	2,3
	мод. пиролизом	102	77,94	4,8

Проведенные аналогичные исследования по изучению сорбционной ёмкости по фенолу также показали наибольший результат (17 мг/г) при использовании модифицированной пиролизом кожуры банана, построенные по полученным данным изотермы сорбции для этого типа сорбентов представлены на рисунке 1.

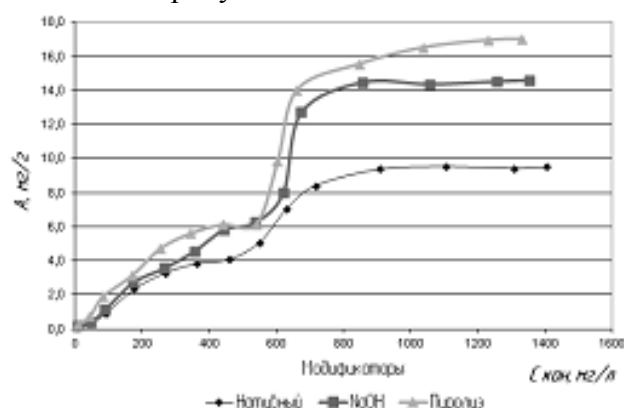


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (A) нативной и модифицированной кожуры банана от конечной концентрации ($C_{кон}$) фенола

Для определения времени установления сорбционного равновесия проводились исследования по изучению кинетики сорбции на материале из банановой кожуры, модифицированной методом пиролиза.

Как видно из рисунка 2, равновесие в системе «сорбат-сорбент» при использовании в качестве загрязняющего вещества нефтепродуктов (а) и фенолов (б) устанавливается в среднем через 10 минут от начала эксперимента.

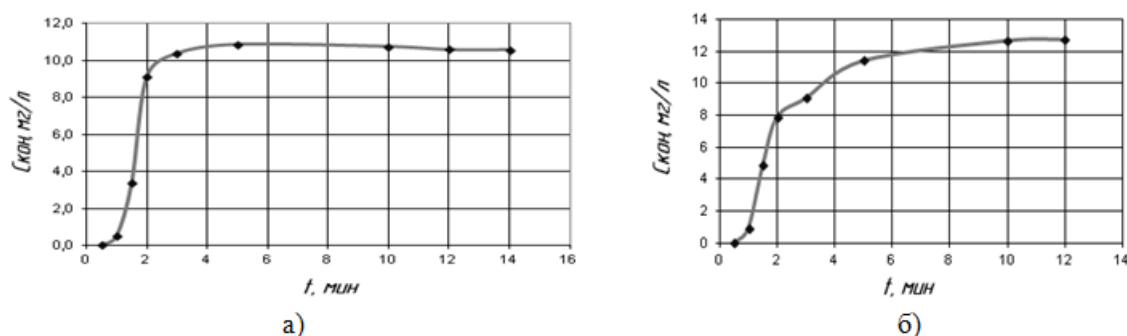


Рисунок 2 – Кинетическая зависимость сорбции нефтепродуктов (а) и фенола (б) на коже банана, подвергнутого пиролизу

На втором этапе были исследованы физико-механические свойства кожуры банана методом ИК-спектроскопии, как нативной, так и модифицированной (рисунок 3).

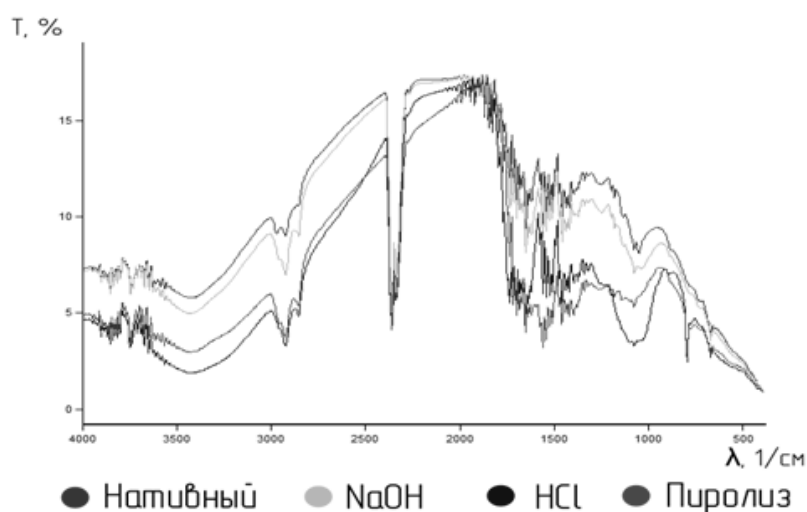


Рисунок 3 - ИК-спектры нативной и модифицированной кожуры банана

В ходе расшифровки полученных спектров были обнаружены такие соединения как: карбонаты, нитрозоамины, сульфоксиды, ксантогенаты. Для всех видов модификации заметны валентные колебания метильных групп (CH_3) наблюдаемые в виде двух полос поглощения при 2962 и 2872 см^{-1} . Валентные колебания связи C=O альдегидов и кетонов характеризуются интенсивным поглощением в области $1870\text{--}1540 \text{ см}^{-1}$.

При определении зольности материалов из кожуры банана было отмечено высокое значение величины рН (10), кроме того, зола приобрела ярко-синю окраску, в связи с чем было сделано предположение о наличии в ней соединений меди. Последующий анализ на ионы меди подтвердил это предположение (таблица 2). Содержание меди в коже оказалось значительно больше допустимого значения СанПин (5 мг/кг).

Таблица 2 – Результаты анализа на катионы меди для нативной и модифицированной кожуры банана

модификатор	Концентрация Cu^{2+} в 1 г сухого сорбента, мг/г	Концентрация Cu^{2+} в 1 г нативного материала, мг/г	Концентрация Cu^{2+} в 1 г нативного материала, мг/кг	Превышение СанПиН
нативный	0,037	0,009	9,76	1,95
мод. NaOH	0,107	0,014	13,92	2,78
мод. HCl	0,079	0,020	20,63	4,12
мод. пиролизом	0,122	0,006	6,37	1,27

Таким образом, сорбционные материалы из кожуры банана, ананаса, апельсина и скорлупы кокоса могут быть использованы для удаления нефтепродуктов и фенолов из воды в нативном виде, проведение их модификации нецелесообразно.

Список литературы

1. Нигерия. Экономика: [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://dic.academic.ru> – Заглавие с экрана.

МИКРОБНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Лемтюгова А.С. – студент гр. 8ЭРПХ-71; Сеселкин И.В., к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Ученые разных стран уже на протяжении многих лет проводят работы по созданию топливных элементов, в которых энергия метаболизма микроорганизмов преобразуется в электродвижущую силу.

Микробные топливные элементы (МТЭ) интересуют исследователей прежде всего как источник альтернативной энергии, но микроорганизмы при этом ещё перерабатывают органические отходы.

Идея использовать микроорганизмы при производстве энергии была выдвинута ещё в 1911 году однако, только последние 15 – 20 лет учёные начали активно работать в этой области. В настоящее время более 100 научных коллективов работают в области разработки МТЭ.

Типичный микробный топливный элемент состоит из двух камер, соединённых протонопроводящей мембраной: закрытой от доступа воздуха анодной камеры с бактериями, где находится электрод (анод), и субстрат (например, сточные воды); и катодной камеры с водой (рисунок). Окисление органического субстрата осуществляется электрогенными микроорганизмами, которые способны перенести электроны на анод, мембрана пропускает протоны в одном направлении – от анодной камеры к катоду; на катоде при этом происходит восстановление кислорода с образованием воды за счет электронов микроорганизмов (рисунок 1). Обычно основной процесс МТЭ описывают следующим химическим уравнением: $1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$.

Теоретически, к.п.д. микробного топливного элемента может достигать 80 % [1].

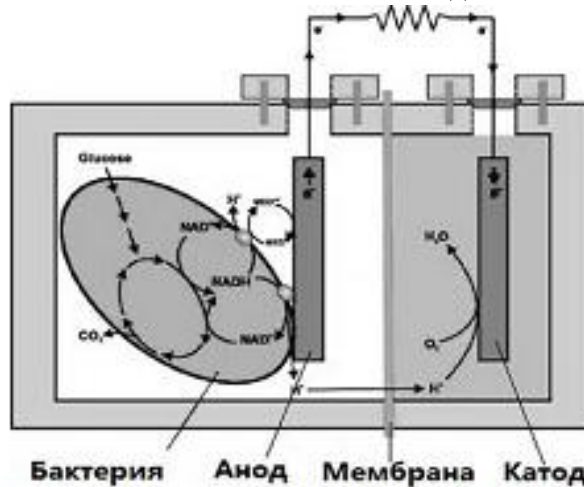


Рисунок 1 – Схема работы двух камерного микробного топливного элемента

Выбор культур микроорганизмов для использования в МТЭ является одним из основных вопросов, решением которого занимаются многие учёные. Первоначально, в первых МТЭ, использовались бактерии семейства Geobacteraceae, которые могут утилизировать в качестве донора электронов лишь небольшой круг веществ: этиловый спирт, жирные кислоты и некоторые другие. Проблему можно решить, не заселяя анод только одной монокультурой, а консорциумом микроорганизмов, в который входят и электрогенные бактерии и бактерии, способные перерабатывать органические вещества в субстраты, потребляемые электрогенными микроорганизмами. В настоящее время ведутся поиски штаммов новых микроорганизмов, проводятся работы по искусственному созданию новых микроорганизмов.

Микроорганизмы являются важной составной частью топливного элемента, но и конструкция, применяемые материалы влияют на перспективы использования. В качестве материала электродов чаще всего используется платина и серебро, что приводит к существенным затратам (до 60 % стоимости МТЭ – стоимость платиновых катализаторов)[2].

В качестве материала анода предлагается использовать обогащённые азотом наностержни из карбида железа [3], мезопористого TiO_2 модифицированного полианилином [4]. В Институте катализа СО РАН разрабатывались электроды для анодной секции микробных топливных элементов. Для их изготовления использовались графитовые стержни, на которые наносили Ni, Co-катализаторы для синтеза на гладкой поверхности графита, наноструктурированного углерода в виде нановолокон или нанотрубок [5].

Недавно была предложена технология создания материала для электродов из лигнитового полукокса путем карбонизации (в качестве исходного материала использовали стебли растения кенаф). Полученный материал достаточно дешев, подходит для использования и в анодах и катодах [2].

Первое практическое применение МТЭ осуществлено в 2008 году. Батарея топливных элементов, в которых использовались электрогенные микроорганизмы из морских донных отложений, была использована как источник энергии для метеорологического буя. Масса такой батареи составляла 16 кг, объём $0,03 \text{ м}^3$, при этом в течение года поддерживалась мощность 36 мВт [6].

Представляет интерес использование МТЭ для очистки сточных вод, содержащих значительное количество органических веществ. Это сточные воды, образующиеся прежде всего на предприятиях пищевой промышленности: молокозаводы, пивоварни, предприятия по производству соков и т.п. Использование МТЭ позволит и очищать стоки и производить электрическую энергию. В качестве примера подобного использования МТЭ можно привести технологию EBR (Electrogenic Bio Reactor), созданную израильской компанией Emefcy [7]

Внедрение МТЭ в настоящее время находится на стадиях научных исследований и пилотных проектов, но в будущем обещает перспективные приложения.

Список литературы

- 1 <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10008>.
2. http://inno-exp.ru/archive/13/innov_13_2014_51-59.pdf.
3. <http://wiki.ru/sites/energetika/id-news-394862.html>.
4. <http://att-vesti.neva.ru/J33-2.HTM>.
5. <http://ria-sibir.ru/viewnews/63862.html>.
6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775308000220>.
7. <https://www.eip-water.eu/organisations/emefcy-ltd>.

СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ НА ОТХОДАХ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Бондаренко А.А., Пятибратова А.С. – студенты гр. ЭРПХ-52, Демина Д.М. – студент гр.

ЭРПХ-62, В.А. Сомин – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Соли тяжелых металлов являются одними из наиболее распространенных загрязнений поверхностных водных объектов, попадая в которые, металлы не только ухудшают их общее санитарное состояние, но и оказывают негативное влияние на живые организмы из-за своей токсичности. Поступление соединений металлов в водоемы происходит, главным образом, при сбросе неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. Выбор метода очистки должен основываться на его эффективности и экономической целесообразности. Поэтому актуальным направлением исследований является разработка таких сорбционных материалов, которые были бы широкодоступными и позволяли эффективно извлекать загрязнения. Применяемые в настоящее время сорбционные материалы достаточно дороги, и поэтому целесообразно использование материалов, созданных из отходов различных отраслей, в том числе сельского хозяйства.

В качестве объекта исследований использовались стебли подсолнечника и лузга овса, которые практически не используются в сельском хозяйстве, а при запашке очень медленно разлагаются, затрудняя последующую обработку почвы.

Цель работы - исследование сорбционных свойств данных материалов по отношению к ионам меди.

Первоначально были изучены кинетические параметры сорбции стебля подсолнечника в нативной форме. Исследования проводились на модельных растворах сульфата меди концентрацией 10 мг/л. Анализ на ионы меди осуществлялся фотоколориметрическим методом по предварительно построенному калибровочному графику. В результате отмечено, что сорбционное равновесие устанавливается достаточно быстро – около 3-4 минут.

Далее были изучены статические характеристики сорбции стебля подсолнечника по ионам меди. В результате определена максимальная сорбционная емкость, которая составила 100 мг/л, что значительно превосходит емкость многих известных сорбентов. Кривая сорбции при этом имеет выраженный L-образный характер, что свидетельствует о наличии в структуре материала значительного количества микропор.

Всследования по изучению сорбции ионов меди на нативной лузге овса в аналогичных условиях показали значительно худшие результаты – максимальная емкость не превысила 19 мг/г.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для очистки воды от меди могут быть использованы стебли подсолнечника, при этом для достижения большей эффективности целесообразен поиск новых методов их активации.

Водоснабжение Алтайского края предусматривает использование подземных и поверхностных вод. Водоснабжение городов Барнаул, Камень-на-Оби, Рубцовск осуществляется из поверхностных водных источников (реки Обь и Алей), а остальной части Алтайского края – подземными водами [1].

Большинство населенных пунктов края, исходя из их географического расположения, не имеют возможности использовать поверхностные воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для этого они вынуждены прибегать к использованию воды подземных источников, качество которых по химическим и физическим показателям довольно разнообразно и зависит от большого количества факторов [1].

В пробах подземных вод питьевого назначения многих районов края содержится значительное количество соединений марганца. Также в подземных водах Зонального, Смоленского, Рубцовского, Советского, Краснощековского, Кытмановского, Тогульского районов наблюдается повышенное содержание соединений железа (от 0,7-2,0 мг/л при допустимой концентрации 0,3 мг/л). Между тем, в целом по краю содержание железа варьируется от 0,07 до 16,6 мг/л при преобладании значений 0,3-1,0 мг/л. Повышенное содержание железа придает воде неприятный металлический привкус, мутную буроватую окраску, а также способствует зарастанию водопроводных сетей и водоразборной арматуры, и что не менее важно, при продолжительном употреблении воды с повышенной концентрацией железа развиваются болезни печени. Исходя из вышесказанного, использование подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения с повышенным содержанием железа необходимо обезжелезивать [2,3].

Для обезжелезивания существует множество разнообразных методов, разработанных как для поверхностных, так и подземных источников. Все их можно разделить на 2 условные группы: реагентные и безреагентные. К реагентным методам относят такие как: обработка окислителями (хлор, озон, перманганат калия) с последующим фильтрованием, известкование, ионообменные методы; фильтрование через модифицированную загрузку. Метод упрощенной аэрации с последующей фильтрацией относится к безреагентным и в настоящее время активно применяется. При осуществлении способа упрощенной аэрации с последующей фильтрацией на первом этапе вода обогащается кислородом воздуха, при этом избавляясь от CO_2 и H_2S присутствующих в исходной воде, вследствие чего создаются условия для окисления железа

непосредственно на поверхности фильтрующей загрузки. Вода, проходя через зернистый слой, образует на его поверхности пленку, состоящую из соединений гидроксидов двух и трехвалентного железа. Процесс протекает тем интенсивнее, чем больше становится каталитическая пленка [4-7].

Метод «сухой» фильтрации в настоящее время не имеет применения на практике. Критериями для его эффективной работы являются: содержание железа до 5 - 6 мг/л (при содержании Fe^{2+} - не менее 70%); $\text{pH} \geq 6,8$; щелочность $> (1 + \text{Fe}^{2+} / 28)$ ммоль/л; содержание $\text{H}_2\text{S} \leq 2$ мг/л; перманганатная окисляемость $\leq (0,15 \cdot \text{Fe}^{2+} + 3)$ мгО/л [5,6].

Сущность процесса довольно проста и заключается в фильтровании воздушно-водной эмульсии через так называемую «сухую» (незатопленную) зернистую загрузку посредством образования в ней вакуума или нагнетания больших количеств воздуха. В качестве загрузки можно использовать различные инертные материалы, такие как песок, керамзит, антрацит, полистирол и др. При этом движение смеси в аппарате осуществляется турбулентно в обоих случаях, способствуя большему контакту воды с поверхностью загрузки. Смесь, проходя через загрузку, образует адсорбционно-каталитическую пленку, повышая эффективность процесса обезжелезивания. Важной особенностью процесса является образование на поверхности загрузки обезвоженной пленки, состоящей из магнетита, сидерита, гетита и гематита, имеющих плотную структуру и объем много меньший (в 4-5 раз) чем гидроксид железа (III), образующейся на поверхности загрузки как при упрощенной аэрации. В результате этого потери прироста напора малы в рамках осуществления данного процесса. Простота оборудования, эксплуатации, обслуживания и достаточная степень очистки воды от примесей железа до нормативных значений делают это метод довольно привлекательным для очистки воды от примесей железа. Еще одним достоинством «сухой» фильтрации можно назвать минимальный период «зарядки» загрузки и отсутствие необходимости в ее частой промывке, иными словами фильтроцикл достаточно продолжительный (от нескольких месяцев до года и более) [4,5].

Исследования проводились путем сравнения методов упрощенной аэрации и «сухой» фильтрации на лабораторных установках, схемы которых приведены на рисунке 1. В качестве фильтрующей загрузки применялись различные фильтрующие материалы, такие как: щебень (фракция 5-10 мм), керамзит (фракция 5-10 мм), фильтрующий материал ECO FEROX, представляющий собой автокаталитический алюмосиликатный сорбент. Предварительно загрузки отмывались от пыли чистой водой с последующим высушиванием. Далее фильтрующий материал засыпался в колонку диаметром 58 мм, при этом высота слоя составляла 150 мм. [8]

Из исходной емкости 1 вода самотеком поступала в фильтр. Расход воды, равный 0,5 л/мин, задавался расходомером. В процессе «сухой» фильтрации снизу фильтрационной колонны со скоростью 9,04 м/с осуществлялась подача воздуха для окисления соединений железа. Через заданные промежутки времени отбирались пробы фильтрата и проводился анализ на содержание соединений железа, так же проводился анализ пробы исходной воды. Так же аналогичным образом проводился процесс упрощенной аэрации, за исключением подачи воздуха.

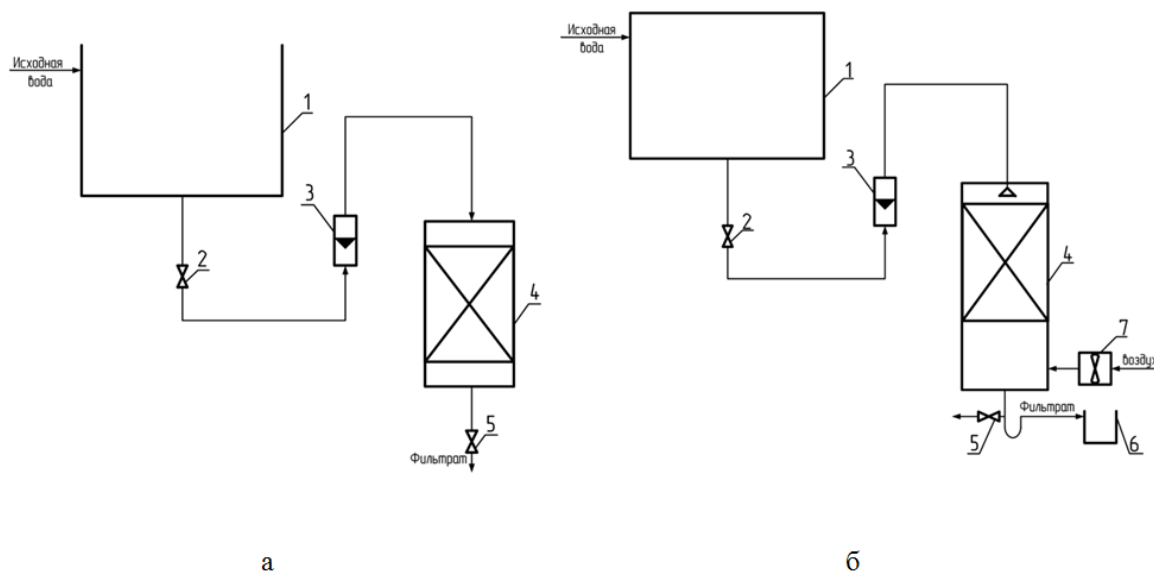


Рисунок 1 – Технологическая схема лабораторной установки

а – упрощенная аэрация: 1 – емкость исходной воды; 2 – кран; 3 – расходомер; 4 – фильтрационная колонна; 5 – кран; б – «сухая» фильтрация: 1 – емкость исходной воды; 2 – кран; 3 – расходомер; 4 – фильтрационная колонна; 5 – кран; 6 – емкость сбора фильтрата; 7 – осевой вентилятор

При проведении исследований процесса обезжелезивания по методу упрощенной аэрации использовался фильтрующий материал ECO FEROX, время проведения фильтрования составило 1 час. По результатам анализа проб выявлено, что процесс является эффективным ($\Xi=95\%$).

При проведении исследований процесса по методу «сухой» фильтрации применение фильтрующего материала ECO FEROX является нецелесообразным, это связано с большим его сопротивлением и высокими энергетическими затратами. Поэтому при проведении дальнейших исследований процесса «сухой» фильтрации в качестве фильтрующего материала применялись загрузки с большим значением свободного объема – щебень и керамзит. По результатам экспериментов было установлено, что эффективность обезжелезивания не превысила 20%. Причиной этого могло являться: недостаточное время проведения процесса для образования каталитической пленки, недостаточная высота слоя фильтрующего материала и его неподходящий фракционный состав. Мерами устранения причин малой эффективности процесса предполагаются: увеличение времени проведения процесса, применение иных фильтрующих материалов различного происхождения и фракционного состава. Дальнейшие исследования направлены на выявление оптимальных параметров и условий проведения процесса обезжелезивания по методу «сухой» фильтрации.

Список использованных источников

1. Куртукова Л. В. Умягчение подземных вод Алтайского края сорбционным и обратноосмотическим методами: Дисс. канд. техн. наук / Куртукова Любовь Владимировна. – Барнаул. 2013. – 103 с.
2. Заносова В.И., Подземные воды алтайского края. Проблемы и перспективы использования. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 4 (том 12), 2003, стр. 27.
3. Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Алтайском крае в 2009 году» [Текст]. – Барнаул, 2010 г. – 326 с.
4. Николадзе Г. И. Технология очистки природных вод [Текст] / Г.И. Николадзе – Москва: Высшая школа, 1987. – 479 с.

5. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. Беликова С.Е. - Москва: Аква-Терм, 2007.– 240 с.
6. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 (с Изменениями N 1, 2).
7. СанПиН 2.1.2580 – 10 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Изменение N 2 к СанПиН 2.1.4.1074 – 01.
8. ECO FEROX характеристики [электронный ресурс] / - Электронные текстовые данные – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа: http://argellit.com/product__ecoferox.html.

ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕТОДОМ «СУХОЙ» ФИЛЬТРАЦИИ

Алейникова С.Е.– студент гр. ЭРПХ-41, Чигаев И.Г. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Водоснабжение Алтайского края предусматривает использование подземных и поверхностных вод. Водоснабжение городов Барнаул, Камень-на-Оби, Рубцовск осуществляется из поверхностных водных источников (реки Обь и Алей), а остальной части Алтайского края – подземными водами [1].

Большинство населенных пунктов края, исходя из их географического расположения, не имеют возможности использовать поверхностные воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для этого они вынуждены прибегать к использованию воды подземных источников, качество которых по химическим и физическим показателям довольно разнообразно и зависит от большого количества факторов [1].

В пробах подземных вод питьевого назначения многих районов края содержится значительное количество соединений марганца. Также в подземных водах Зонального, Смоленского, Рубцовского, Советского, Краснощековского, Кытмановского, Тогульского районов наблюдается повышенное содержание соединений железа (от 0,7-2,0 мг/л при допустимой концентрации 0,3 мг/л). Между тем, в целом по краю содержание железа варьируется от 0,07 до 16,6 мг/л при преобладании значений 0,3-1,0 мг/л. Повышенное содержание железа придает воде неприятный металлический привкус, мутную буроватую окраску, а также способствует зарастанию водопроводных сетей и водоразборной арматуры, и что не менее важно, при продолжительном употреблении воды с повышенной концентрацией железа развиваются болезни печени. Исходя из вышесказанного, использование подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения с повышенным содержанием железа необходимо обезжелезивать [2,3].

Для обезжелезивания существует множество разнообразных методов, разработанных как для поверхностных, так и подземных источников. Все их можно разделить на 2 условные группы: реагентные и безреагентные. К реагентным методам относят такие как: обработка окислителями (хлор, озон, перманганат калия) с последующим фильтрованием, известкование, ионообменные методы; фильтрование через модифицированную загрузку. Метод упрощенной аэрации с последующей фильтрацией относится к безреагентным и в настоящее время активно применяется. При осуществлении способа упрощенной аэрации с последующей фильтрацией на первом этапе вода обогащается кислородом воздуха, при этом избавляясь от CO_2 и H_2S присутствующих в исходной воде, вследствие чего создаются условия для окисления железа непосредственно на поверхности фильтрующей загрузки. Вода, проходя через зернистый слой, образует на его поверхности пленку, состоящую из соединений гидроксидов двух и трехвалентного железа. Процесс протекает тем интенсивнее, чем больше становится каталитическая пленка [4-7].

Метод «сухой» фильтрации в настоящее время не имеет применения на практике. Критериями для его эффективной работы являются: содержание железа до 5 - 6 мг/л (при содержании Fe^{2+} - не менее 70%); $\text{pH} \geq 6,8$; щелочность $> (1 + \text{Fe}^{2+}/28)$ ммоль/л; содержание $\text{H}_2\text{S} \leq 2$ мг/л; перманганатная окисляемость $\leq (0,15 \cdot \text{Fe}^{2+} + 3)$ мгО/л [5,6].

Сущность процесса довольно проста и заключается в фильтровании воздушно-водной эмульсии через так называемую «сухую» (незатопленную) зернистую загрузку посредством образования в ней вакуума или нагнетания больших количеств воздуха. В качестве загрузки можно использовать различные инертные материалы, такие как песок, керамзит, антрацит, полистирол и др. При этом движение смеси в аппарате осуществляется турбулентно в обоих случаях, способствуя большему контакту воды с поверхностью загрузки. Смесь, проходя через загрузку, образует адсорбционно-каталитическую пленку, повышая эффективность процесса обезжелезивания. Важной особенностью процесса является образование на поверхности загрузки обезвоженной пленки, состоящей из магнетита, сидерита, гетита и гематита, имеющих плотную структуру и объем много меньший (в 4-5 раз) чем гидроксид железа (III), образующейся на поверхности загрузки как при упрощенной аэрации. В результате этого потери прироста напора малы в рамках осуществления данного процесса. Простота оборудования, эксплуатации, обслуживания и достаточная степень очистки воды от примесей железа до нормативных значений делают это метод довольно привлекательным для очистки воды от примесей железа. Еще одним достоинством «сухой» фильтрации можно назвать минимальный период «зарядки» загрузки и отсутствие необходимости в ее частой промывке, иными словами фильтроцикл достаточно продолжительный (от нескольких месяцев до года и более) [4,5].

Исследования проводились путем сравнения методов упрощенной аэрации и «сухой» фильтрации на лабораторных установках, схемы которых приведены на рисунке 1. В качестве фильтрующей загрузки применялись различные фильтрующие материалы, такие как: щебень (фракция 5-10 мм), керамзит (фракция 5-10 мм), фильтрующий материал ECO FEROX, представляющий собой автокаталитический алюмосиликатный сорбент. Предварительно загрузки отмывались от пыли чистой водой с последующим высушиванием. Далее фильтрующий материал засыпался в колонку диаметром 58 мм, при этом высота слоя составляла 150 мм. [8]

Из исходной емкости 1 вода самотеком поступала в фильтр. Расход воды, равный 0,5 л/мин, задавался расходомером. В процессе «сухой» фильтрации снизу фильтрационной колонны со скоростью 9,04 м/с осуществлялась подача воздуха для окисления соединений железа. Через заданные промежутки времени отбирались пробы фильтрата и проводился анализ на содержание соединений железа, так же проводился анализ пробы исходной воды. Так же аналогичным образом проводился процесс упрощенной аэрации, за исключением подачи воздуха.

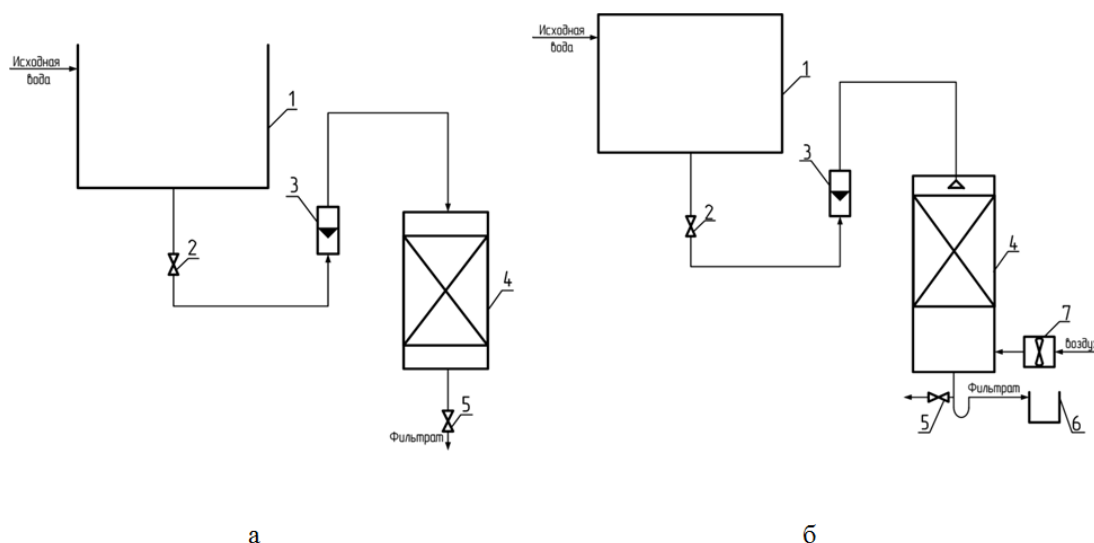


Рисунок 1 – Технологическая схема лабораторной установки

а – упрощенная аэрация: 1 – емкость исходной воды; 2 – кран; 3 – расходомер; 4 – фильтровальная колонна; 5 – кран; б – «сухая» фильтрация: 1 – емкость исходной воды; 2 – кран; 3 – расходомер; 4 – фильтровальная колонна; 5 – кран; 6 – емкость сбора фильтрата; 7 – осевой вентилятор

При проведении исследований процесса обезжелезивания по методу упрощенной аэрации использовался фильтрующий материал ECO FEROX, время проведения фильтрования составило 1 час. По результатам анализа проб выявлено, что процесс является эффективным ($\Xi=95\%$).

При проведении исследований процесса по методу «сухой» фильтрации применение фильтрующего материала ECO FEROX является нецелесообразным, это связано с большим его сопротивлением и высокими энергетическими затратами. Поэтому при проведении дальнейших исследований процесса «сухой» фильтрации в качестве фильтрующего материала применялись загрузки с большим значением свободного объема – щебень и керамзит. По результатам экспериментов было установлено, что эффективность обезжелезивания не превысила 20%. Причиной этого могло являться: недостаточное время проведения процесса для образования каталитической пленки, недостаточная высота слоя фильтрующего материала и его неподходящий фракционный состав. Мерами устранения причин малой эффективности процесса предполагаются: увеличение времени проведения процесса, применение иных фильтрующих материалов различного происхождения и фракционного состава. Дальнейшие исследования направлены на выявление оптимальных параметров и условий проведения процесса обезжелезивания по методу «сухой» фильтрации.

Список использованных источников

1. Куртукова Л. В. Умягчение подземных вод Алтайского края сорбционным и обратноосмотическим методами: Дисс. канд. техн. наук / Куртукова Любовь Владимировна. – Барнаул. 2013. – 103 с.
2. Заносова В.И., Подземные воды алтайского края. Проблемы и перспективы использования. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 4 (том 12), 2003, стр. 27.
3. Доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Алтайском крае в 2009 году» [Текст]. – Барнаул, 2010 г. – 326 с.
4. Николадзе Г. И. Технология очистки природных вод [Текст] / Г.И. Николадзе – Москва: Высшая школа, 1987. – 479 с.
5. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. Беликова С.Е. - Москва: Аква-Терм, 2007.– 240 с.

6. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 (с Изменениями N 1, 2).

7. СанПиН 2.1.2580 – 10 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Изменение N 2 к СанПиН 2.1.4.1074 – 01.

8. ECO FEROX характеристики [электронный ресурс] / - Электронные текстовые данные – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа: http://argellit.com/product__ecoferox.html.

СОВРЕМЕННЫЕ СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Зимин – студент гр. 8ЭРПХ-71, Л.В. Куртукова – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность являются одними из крупнейших загрязнителей окружающей среды. Предприятия данной отрасли оказывают негативное влияние на экологическую обстановку во многих регионах России, загрязняя атмосферный воздух, водные объекты, почву.

Загрязнения воды нефтью затрудняет все виды водопользования. Влияние нефти и нефтепродуктов проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнения, изменение цвета, вкуса, запаха), отравлении воды токсическими веществами, образовании поверхностной пленки нефти и осадка на дне водоема, понижающего содержание кислорода.

В зависимости от физико-химических параметров выделяют следующие группы нефтепродуктов:

растворенные - находящиеся в водной толще в растворенном состоянии;

эмульгированные - находящиеся в водной толще в виде эмульсии (размер частиц более 0,45 нм);

пленочные - находящиеся на поверхности водного объекта в виде тонкого, нередко мономолекулярного слоя (пленки) [1].

Санитарно-гигиеническое состояние воды обычно оценивается по содержанию растворенных нефтепродуктов, предельно допустимая концентрация которых в рыбохозяйственных водоемах составляет 0,05 мг/дм³. Нерастворенные формы нефти в воде не нормируются, однако в аварийных ситуациях чаще всего именно они определяют загрязненность водоема.

Для удаления этой категории нефтепродуктов очень часто используются сорбционные материалы. Основными качественными характеристиками этих веществ являются: нефтеёмкость, степень гидрофобности, показатель плавучести после впитывания нефти, возможность удаления нефти из сорбента и его регенерация, а также способ утилизации.

Сорбционные материалы для удаления нефтепродуктов можно разделить на три группы: минеральные, органические и синтетические.

Минеральные сорбенты используются чаще всего в виде порошка. Они фиксируют нефть и предотвращают ее эмульгирование. К таким веществам относятся различные глины, рыхлые диатомитовые породы, песок, цеолиты, пемза, туфы и так далее.

Большую часть предлагаемых на рынке сорбентов этого типа составляют глины и диатомиты, поскольку они имеют низкую стоимость и могут поставляться в больших объемах. Однако по экологическим соображениям применение сорбентов такого вида неэффективно: в нативном виде они характеризуются низкой нефтеёмкостью, не способны удерживать легкие нефтяные фракции, тонут в воде, что существенно снижает область их применения. Повторное их использование не представляется возможным, а извлечение нефтепродуктов может быть реализовано экстракцией, а в случае невозможности ее применения – выжиганием.

Для улучшения сорбционных характеристик нативных минеральных сорбентов используют гидрофобизацию поверхности. Гидрофобизация вспученного перлита кремнеорганическими веществами увеличивает его нефтеёмкость в 3-4 раза [2].

Исследования по гидрофобизации бентонитовых глин показали, что такие материалы могут эффективно удалять нефтепродукты даже с поверхности воды, однако модификация существенно повышает их стоимость, что не всегда оправдывается эффективностью полученных материалов [3].

Чаще всего в качестве органических сорбентов используются древесная щепа и опилки, модифицированные торфы, отходы переработки сельхозкультур, шерсть, макулатура.

Группой ученых из Казани исследованы сорбционные свойства различных пород древесины — ясеня и липы. При этом выявлено, что обработка древесины слабыми растворами кислот повышает нефтеёмкость материалов практически до 100% [4, 5].

Очень эффективный сорбент нефтепродуктов органического происхождения — это шерсть, которая своей нефтеёмкостью не уступает модифицированным торфам. Кроме того, упругость дает возможность отжимать из неё большую часть легких нефтепродуктов. Однако после нескольких циклов использования шерстный сорбент пропитывается битумом и утрачивает свои свойства. К недостаткам такого материала можно отнести дороговизну чистой шерсти, ее недостаточное количество [2].

В работе [6] рассмотрена возможность удаления нефтепродуктов с поверхности воды с помощью отходов переработки шерсти в валяльно-войлочном производстве, содержащих шерсть и растительные остатки. Сорбционная способность исследуемых материалов повышается за счет обработки их плазмой, что приводит к раскрытию чешуек на поверхности кератинового сырья (шерсти) и, соответственно, повышению нефтеёмкости. Такой сорбционный материал имеет значительное преимущество в стоимости по сравнению с чистой шерстью.

В качестве кератинсодержащего сорбента для удаления нефтепродуктов с водной поверхности может быть использован утиный пух [7]. При его использовании эффективность удаления загрязнения достигает 99%, максимальная нефтеёмкость при этом составляет 2,7 г/г.

Удаление нефтепродуктов из органических сорбентов возможно с помощью копрессии отжима, либо термической отгонки летучих фракций нефти. Отжим дешевле, но его использование приводит к нарушению структуры сорбента и утраты им заявленной нефтеёмкости.

Отработанные сорбенты, как правило, вывозятся на специальные свалки, либо формируются в топливные брикеты. Также их можно применять как смолосодержащие добавки в асфальтовых смесях или кровельных материалах. В настоящее время их в основном утилизируют путем сжигания. В качестве топлива можно использовать лишь естественные сорбенты органоминерального типа с низким показателем зольности.

Синтетические или искусственные сорбенты — полиуретан, резина, целлюлоза, кокс и другие материалы, выпускаемые в виде гранул или полос. Гранулированные сорбенты более эффективны, чем матерчатые, их применяют для удаления нефтяного загрязнения на больших площадях. Комбинированные поглотители — это полипропиленовое волокно и пенополиуретаны. Пенополиуретановую массу помещают между гидрофобными слоями, крепят волокнистый слой к пенополиуретану свободно (в противном случае резко снижается эффективность поглотителя). Поглощающая способность комбинированных поглотителей для тяжелых и легких нефтей в зависимости от толщины пленки составляет 26 кг/кг, а кратность использования достигает 30 раз [2]. Преимущество искусственных сорбентов по сравнению с природными заключается в большем количестве циклов регенерации без утраты нефтеёмкости.

Для ликвидации последствий нефтяных разливов на поверхности открытых водоемов используют пенографит с насыпной плотностью от 2 до 5 г/л. Подготовку сорбента проводят

путем вспенивания окисленного графита при 1100 - 1200°C. Сорбент наносят распылением в количестве 0,02 - 0,03 г/г нефти. На поверхности воды сорбент выдерживают 0,5 - 3 суток, а затем набухший сорбент собирают вакуумированием и отжимают [8].

Применение синтетических материалов характерно для стран, в которых высоко развита нефтехимическая промышленность (США, Япония, некоторые страны ЕЭС). Их изготавливают, как правило, из волокон полипропилена путем формования в рулонные нетканые материалы с разной толщиной.

Таким образом, анализ показал, что для очистки поверхности водоемов от нефтяных пленок может быть использовано большое количество сорбционных материалов различного происхождения – минерального, органического и искусственного, на выбор которых влияют физико-химические характеристики нефти, а также эффективность и доступность самих сорбентов.

Список литературы

1. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах, утв. Минтопэнерго РФ 1.11.1995.
2. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - 163 с: ил.
3. Кружалов А. В., Ромаденкина С. Б., Решетов В. А., Щипанова М. В. Способы получения гидрофобных сорбентов из природных материалов // Изв. Саратов. ун-та, Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 2, с. 39-42.
4. Степанова С.В., Доможиров В.В., Шайхиев И.Г. // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17. - № 8. - С. 228-231.
5. Денисова Т.Р., Шайхиев И.Г., Маврин Г.В., Сиппель И.Я., Мубаракшина А.Ю. // Вестник Казанского технологического университета. - 2017. - Т. 20. - № 3. - С. 156-159.
6. Санатуллова З.Т. удаление масел с водной поверхности плазмомодифицированными отходами валяльно-войлочного производства / Дисс.на соискание уч.степени кандидата техн. наук – Казань, 2017.
7. Шмоткина А.Н., Шайхиев И.Г., Санатуллова З.Т. // Вестник Казанского технологического университета. - 2017. - Т. 20. - № 3. - С. 190-193.
8. Способ очистки поверхности воды от пленок нефти и нефтепродуктов. Патент № 2140488. Опубл. 27.10.1999 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ИОНООБМЕННЫХ ЗАГРУЗОК В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Токарева К.П. – студент гр. ЭРПХ-41, Чигаев И.Г. – к.т.н., ст. преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Рациональное водопользование является одним из приоритетных направлений в области охраны окружающей среды. Стремительно растущая потребность в воде, ограниченность ее запасов и удорожание процессов водоподготовки приводит к необходимости создания новых технологий обработки воды и модернизации существующих. Качество воды выступает как характеристика ее состава и свойств, определяющая пригодность для конкретных видов водопользования [1].

Для хозяйственно-питьевых и промышленных нужд в Алтайском крае в основном используются пресные поверхностные и подземные воды. Географическое положение и гидрогеологические условия определяют основные потенциальные источники водоснабжения: для городов – преимущественно поверхностные воды, для сельских населенных пунктов – подземные. Большинство населенных пунктов края, исходя из географического расположения, не имеет возможности использовать поверхностные воды

для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для этого они вынуждены прибегать к использованию воды подземных источников [2].

Природные подземные воды представляют собой сложные многокомпонентные системы и пригодность их использования для тех или иных целей определяется концентрацией этих компонентов. Химический состав подземных вод Алтайского края в различных месторождениях разнообразен. Удельный вес нестандартных проб по санитарно-химическим показателям воды подземных источников Алтайского края в среднем 23,6%. Данный показатель характеризует качественный состав воды скважин, используемых для питьевых целей, в воде которых отмечается превышение в 1,5-2 раза показателей минерализации: сухой остаток, жесткость, хлориды, сульфаты, железо и марганец (от 0,002 до 1,63 мг/л при ПДК 0,3 мг/л) [2].

В настоящее время существует множество методов очистки воды от указанных загрязнений. Однако, для очистки многокомпонентных систем необходимо использовать комбинации различных методов, что приводит к усложнению технологической схемы и увеличению затрат на реализацию процесса. Поэтому в настоящее время предлагаются различные универсальные методы, подходящие для очистки таких вод. Среди них одним из наиболее популярных является метод ионного обмена, основанный на применении смеси ионообменных смол различной структуры и фракционного состава. По заявлению производителей, применение данного метода позволяет достигнуть глубокой и стабильной степени очистки от широкого спектра загрязнений [3].

Сущность ионообменного метода заключается в процессе взаимодействия раствора с твердым веществом – ионитом, обладающим способностью обменивать ионы, содержащиеся в нем, на ионы, присутствующие в растворе. К достоинствам метода можно отнести возможность извлечения веществ из многокомпонентных смесей, высокую эффективность, особенно при очистке вод с невысокими концентрациями солей. Недостатками являются большой расход реагентов на регенерацию ионообменных смол, образование элюатов и необходимость их последующей утилизации, высокий расход воды на собственные нужды, высокая стоимость ионообменных смол, значительная зависимость эксплуатационных расходов от минерализации исходной воды, ограничивающая область применения данного метода [4].

Зачастую производители таких загрузок указывают рабочие концентрации загрязнений в исходной воде, значительно превышающие требования к ионообменным смолам, предназначенным для умягчения (таблица 1). Такое различие по требованиям к исходной воде объясняют «особой» рецептурой смеси, что проверить достаточно сложно. Производители многокомпонентных загрузок не раскрывают их состав и фактически замалчивают их недостатки, указывая лишь то, что в них входят ионообменные смолы, природные и синтетические сорбенты. Однако фракционный анализ показывает, что во всех указанных многокомпонентных загрузках от 85 до 90 % их объема составляют ионообменные смолы, которые, вероятно, и выполняют основную функцию. Внешний вид некоторых загрузок представлен на рисунке 1.

Таблица 1 - Рабочие концентрации загрязнений в исходной воде для различных многокомпонентных загрузок и ионообменных смол

	Требования к исходной воде				
	Железо общее, мг/л	Марганец, мг/л	Жесткость общая, мг- экв/л	Перманганатная окисляемость, мг О ₂ /л	Сероводород
<i>универсальные многокомпонентные загрузки</i>					
FeroSoft A	до 12	до 3	до 10	до 10	отсутствие
Экотар А (Ecotar A)	до 8	до 2	до 10	до 10	отсутствие
Ecomix A	до 10	до 2	до 25	2 - 20	-
FeroSoftB	до 25	до 5	до 15	до 4	отсутствие

XV Всероссийская научно-техническая конференция
студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь»

АПТ-2	до 30	до 2	до 20	до 6	отсутствие
<i>универсальные многокомпонентные загрузки и ионообменные смолы, предназначенные для умягчения</i>					
Purolite C100E	до 0,3	до 0,1	до 20	до 5	-
Lewatit S1567	до 0,3	до 0,1	до 20	до 5	-
Токем-150	до 0,3	до 0,1	до 20	до 5	-

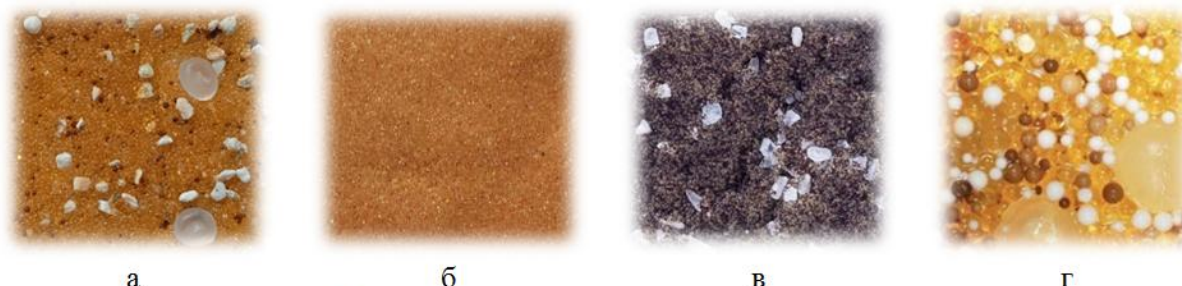


Рисунок 1 – Внешний вид многокомпонентных загрузок:
а – FeroSoftB, б – АПТ-2, в - Экотар А, г - Ecomix А

Дальнейшая работа была направлена на изучение возможности применения ионного обмена как универсального метода для очистки подземных вод Алтайского края. Для исследований были выбраны ионообменные смолы с каталитическим покрытием марки АПТ-2 (производства ЗАО «Академия перспективных технологий», г. Москва, Россия) и Purolite C100E (производитель Purolite International Limited, Великобритания).

Для исследований использовался модельный раствор, приготовленный из сульфата магния и хлорида кальция, взятых в соотношении 2:1. Процесс проводился в статических условиях при непрерывном перемешивании в течение 12 часов. Определяемой характеристикой ионитов является статическая (равновесная) ёмкость, которая показывает количество вещества, поглощенного при равновесии в данных рабочих условиях [4].

Первоначально проведены исследования по определению полной обменной емкости в статических условиях по жесткости. Результаты исследований представлены на рисунке 2, из которого видно, что статическая ёмкость ионообменной смолы марки АПТ-2 составила 15,26 мг-экв/г, Purolite C100E – 18,37 мг-экв/г.

Зачастую в подземных водах содержатся сернистые соединения в виде молекулярно-растворенного сероводорода. В связи с этим необходимо было выяснить влияние сероводорода на статическую ёмкость ионообменных смол. Поэтому для дальнейших экспериментов смола обрабатывалась раствором, приготовленным путём адсорбции сероводорода из газовой фазы. Процесс обработки проводился при непрерывном перемешивании в течение 12 часов. По полученным данным были построены зависимости статической ёмкости при различных концентрациях сероводорода, представленные на рисунке 3.

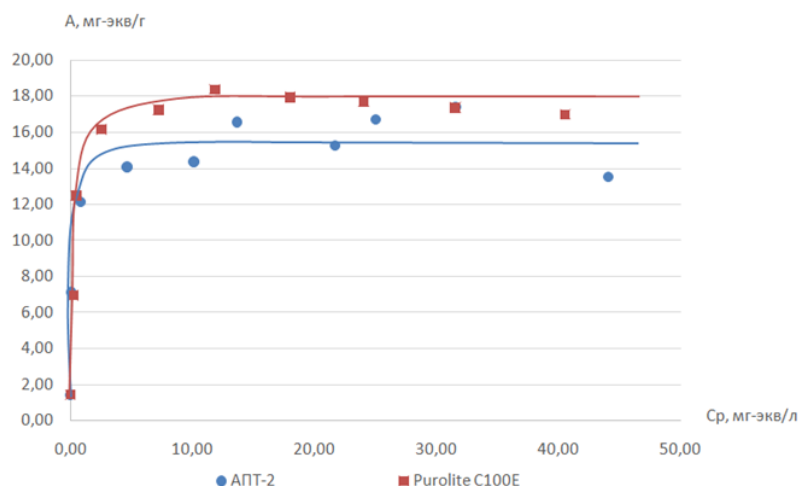


Рисунок 2 - Зависимости статической емкости ионообменных смол от равновесной концентрации солей жесткости

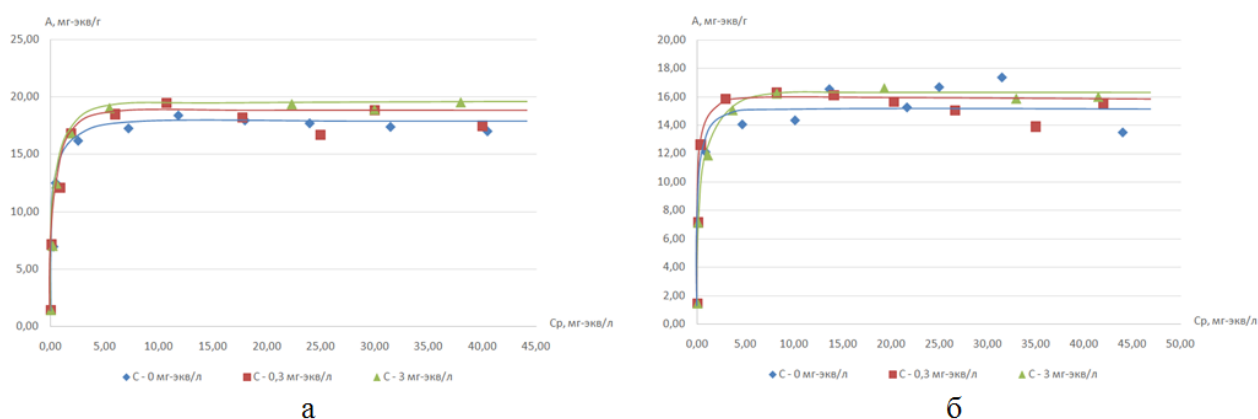


Рисунок 3 - Зависимости статической емкости ионообменной смолы Purolite C100E (а) и АПТ-2 (б) при различных концентрациях сероводорода

В результате исследований можно сделать вывод о том, что использование ионообменных смол для вод, содержащих сероводород допустимо. Сравнение полученных зависимостей статической ёмкости говорит о сопоставимой эффективности очистки воды при различных концентрациях сероводорода с использованием исследуемых ионообменных смол.

Список использованных источников

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014.
2. Чигаев, И. Г. Обезжелезивание природных подземных вод Алтайского края с применением мембранных методов: к. т. н.: 25.00.27 / Чигаев Илья Геннадьевич. – Барнаул, 2015. – 127 с.
3. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод / Л.А. Кульский, П.П. Строкач. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 352 с.
4. Комарова, Л.Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды: Учебное пособие. / Л.Ф. Комарова, Л.А. Кормина. – Барнаул: ГИПП Алтай, 2000. – 391 с.