

Муниципальное автономное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа» № 16 имени В.П. Неймышева,
г. Тобольск, Тюменская область

**«Изучение адсорбции нефти резиновой крошкой, полученной из
утилизируемых шин, с поверхности водоемов»**

Автор работы:
Гринько Максим Константинович, 11 класс
МАОУ «Средняя общеобразовательная школа №
16 имени В.П. Неймышева»,
г. Тобольск, Тюменская область

Руководитель:
Гринько Светлана Геннадьевна,
учитель химии
МАОУ «Средняя общеобразовательная
школа № 16 имени В.П. Неймышева»

Российская Федерация, г. Тобольск
2020 г.

Содержание

1. Введение	3
2. Способы очистки водоемов от разливов нефти	6
2.1. Экологические последствия разлива нефти на поверхность водоема.....	6
2.2. Использование адсорбентов для сбора нефти с поверхности водоема....	7
2.3. Механизм адсорбции адсорбции резиновой крошкой	9
3. Использование резиновой крошки, полученной из утилизируемых шин, для адсорбции нефти и нефтепродуктов с поверхности водоема	
3.1 Экспериментальное изучение способности резиновой крошки сохранять плавучесть.....	11
3.2 Изучение степени адсорбции нефти резиновой крошкой в зависимости от размера частиц, длительности соприкосновения с нефтью и температуры воды.....	12
4. Заключение.....	16
5. Список литературы.....	17
6. Приложение.....	19

1. Введение

Проблема защиты растительного и животного мира от техногенного воздействия становится глобальной необходимостью современности. Экологических проблем в настоящее время существует достаточное количество. Одним из наиболее опасных по своим последствиям видом чрезвычайных ситуаций является аварийный разлив нефти и нефтепродуктов. Попадание нефти в воду приводит к образованию тонкой пленки, препятствующей проникновению кислорода в толщу воды, что влечет гибель обитателей водоемов. Оставаясь на поверхности водоема, нефтяная пленка приводит к гибели птиц и млекопитающих, оказавшихся в зоне разлива нефти и соприкоснувшихся с ней. Отказаться от добычи нефти, как одного из основных источников сырья, невозможно, поэтому человек должен быть готов ликвидировать возможные неблагоприятные последствия, связанные с добычей и транспортировкой нефти.

Один из конечных продуктов цепочки переработки нефти и газа является резина - материал с уникальным комплексом свойств, многотоннажный продукт химической технологии, который широко используется в различных отраслях промышленности и в быту. Масштабы производства резиновых изделий чрезвычайно велики и также велики масштабы образующихся резиновых отходов.

В РФ ежегодно приходит в негодность и остается невостребованным около 1 млн. т резиновых материалов, причем 9/10 от этого количества – автомобильные скаты. Неразумная утилизация шин может нанести природе вред не меньший, чем при разливе нефти.

Актуальность нашей работы заключается в том, что утилизация автомобильных шин в резиновую крошку может являть составляющей процесса ликвидации разлива нефти на водоемах, то есть использоваться в качестве адсорбента нефти и нефтепродуктов.

Темой исследования является: Изучение адсорбции нефти резиновой крошкой, полученной из утилизируемых шин, с поверхности водоемов.

Цель работы: доказать способность резиновой крошки, полученной из утилизируемых шин (далее резиновой крошки), адсорбировать нефть с поверхности водоемов.

Задачи работы:

1. Изучить и проанализировать требования, которым должен удовлетворять нефтяной адсорбент.

2. Экспериментальным путём доказать или опровергнуть возможность использования резиновой крошки в качестве нефтяного адсорбента.

Методы исследования: наблюдение, постановка опытного эксперимента, аналитический метод.

Объект исследования: резиновая крошка, полученная из утилизируемых шин.

Предмет исследования: способность резиновой крошки адсорбировать нефть с поверхности водоема.

Гипотеза: резиновая крошка способна эффективно адсорбировать нефть и нефтепродукты при соответствии: 1. частиц резиновой крошки определенному размеру, 2. минимально необходимому времени соприкосновения резиновой крошки с нефтью или нефтепродуктом, 3. определенной температуре воды, на поверхности которой произошел разлив.

В ходе исследования были изучены технические условия, регламентирующие оценку эффективности сорбента, доказана эффективность применения резиновой крошки в качестве адсорбента нефти.

Теоретическая значимость: в работе подробно описаны требования к сорбенту нефти с поверхности водоема.

Практическая значимость: проведена серия опытов, доказывающих эффективность применения резиновой крошки из утилизируемых автомобильных шин в качестве адсорбента нефти с поверхности водоемов. Возможность использовать бывшие в употреблении шины для ликвидации разливов нефти поможет решить две параллельно существующие экологические проблемы: 1. утилизировать непригодные для дальнейшей эксплуатации автомобильные шины,

2. очистить поверхность водоема от нефти или нефтепродуктов в случае их разлива. Материал работы может быть использован на уроках химии, биологии, экологии, а так же при организации внеурочной деятельности обучающихся.

Исследование проводилось на базе МАОУ СОШ № 16 имени В.П. Неймышева с сентября по февраль 2019г.

Анализ литературы

Исследование опиралось на работы следующих авторов:

1. Алимарин И.П., Фадеев В.И., Дорохова Е.Н. Демонстрационный эксперимент по общему курсу аналитической химии.- М: «Химия», 1974. В книге дается методика проведения адсорбции.

2. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи: учеб. Пособие для вузов/ В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. — М.: Издательство «Экзамен», 2005. В учебнике в доступной форме описывается механизм адсорбции.

3. Тинок И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж. Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках. – М.: Техносфера, 2005. Авторы раскрывают значение адсорбции в живых организмах.

4. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химические основы экологии: Учеб.пособие для учащихся школ, гимназий с углубленным изучением химии, биологии и экологии.- М.: Просвещение, 1994.-239с. В книге рассмотрены химические основы экологических проблем, в том числе и возможные последствия разлива нефти.

Исследование адсорбционных свойств резиновой крошки не ограничивается рамками данной работы и имеет много направлений для дальнейшего изучения. Планируется опытным путем проверить возможность использования резиновой крошки для очистки промышленных вод то нефти и нефтепродуктов.

2. Способы очистки водоемов от разливов нефти

2.1 Экологические последствия разлива нефти на поверхность водоема

Нефть представляет собой смесь различных углеводородов как алифатического (линейные алканы состава $C_6 - C_{10}$), так и ароматического строения (бензол, толуол, изомеры скилола). Попав на поверхность водоема, нефть и нефтепродукты изначально скапливаются в виде поверхностной пленки. В дальнейшем при перемешивании с водой нефть образует эмульсию в толще воды, которая частично может оседать на дно.

В результате разлива нефти на водные экосистемы могут оказываться следующие типы воздействия:

1. Непосредственное отравление живых организмов с летальным исходом.
2. Нарушение биологической активности у гидробионтов.
3. Прямое обволакивание нефтепродуктами живого организма.
4. Возникновение болезней, вызванное попаданием в организм углеводородов.

Негативные изменения в среде обитания.¹

Аэробные бактерии, которые обуславливают естественное самоочищение водоемов, окисляют нефтепродукты до воды и углекислого газа, однако эти процессы идут очень медленно и лишь при достаточной концентрации кислорода и температуре не ниже $5-10^0$ С.

В пресноводных водоемах летальной концентрацией нефтепродуктов для взрослых особей рыб считается значение, равное $10-15$ мг/л. При более низких концентрациях нефтепродуктов ($0,05-1,0$ мг/л) гибнут икра и мальки, а так же планктон – кормовая база рыб.²

Перемещения и превращения разлившейся нефти в водоеме сложны и зависят от многих факторов, например сила ветра и его направление, температура окружающей среды и др.

Основные пути превращения нефти в водоёме показаны на рисунке 1.

¹ Шустов Б.В., Шустова Л.В. Химические основы экологии: Учебное пособие для учащихся школ, гимназий с углубленным изучением химии, биологии, экологии.-М.: Просвещение, 1994-С.150.

² Там же, с.152

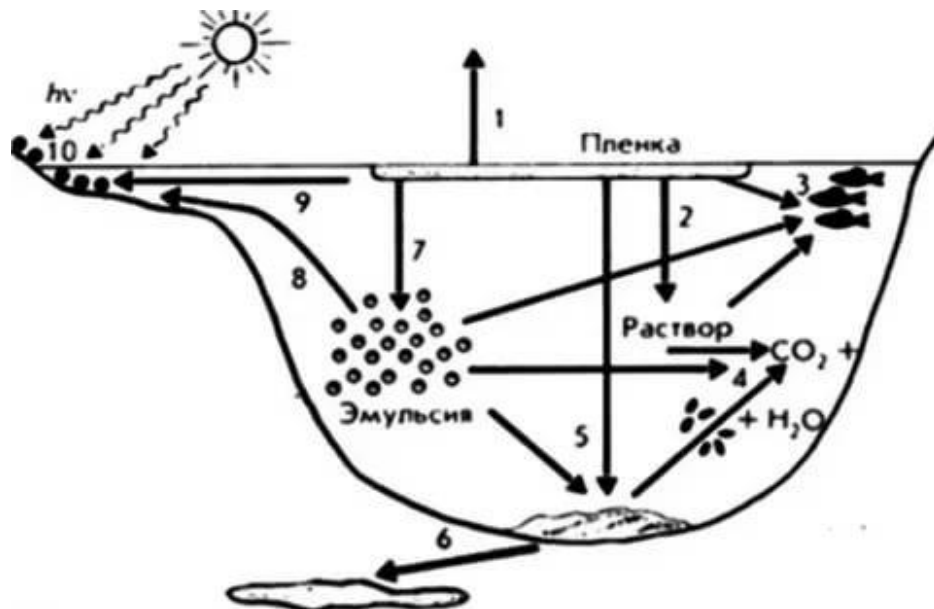


Рис.1 Основные пути превращений и перемещений нефти в водоеме.

1 – испарение легкокипящих компонентов нефти; 2-растворение некоторых компонентов; 3-поглощение гидробионтами с последующей трансформацией; 4- бактериальное окисление; 5 – осаждение на дно; 6- накопление в грунте и попадание в воды водоносного горизонта; 7 –эмульгирование нефти; 8 – образование водно-нефтяных смолистых шариков, загрязняющих побережье; 9 – то же из поверхностной пленки при перемешивании воды из-за приливов-отливов; 10- фотоокисление нефтяных компонентов в прибрежных водах.

2.2 Использование адсорбентов для сбора нефти с поверхности водоема

Использование адсорбентов для сбора нефти с поверхности водоема – наиболее экологически выгодный способ очистки водоемов. Из всех известных способов и методов ликвидации загрязнений нефтепродуктами водной поверхности следует выделить следующие основные способы: механический, осуществляемый с помощью всевозможных конструкций и устройств для сбора нефти; физико-химический, основанный на использовании физико-химических явлений; биологический - с помощью микробиологических культур и фотохимический, проходящий под действием солнечного света и катализаторов.

К наиболее простым механическим методам борьбы с загрязнением водной поверхности нефтепродуктами относится способ локализации разлива с помощью плавучих боковых заграждений. Из физико-химических методов удаления нефтепродуктов выделяют сжигание, использование растворителей, детергентов, биологическое разложение. Биологическое разложение как метод очистки от нефтезагрязнений используется редко, поскольку для биоразложения нефти

необходимы длительное время и повышенная температура. Большое значение в процессе удаления из морской воды различных веществ имеют организмы-фильтраторы. В качестве таких организмов выступают двухстворчатые моллюски (мидии). После мидий нефть выходит в связанном виде с продуктами выделения, что в некоторой степени исключает вторичное загрязнение морской воды.

Однако наиболее распространенным способом удаления нефтепродуктов с водной поверхности является сорбционный, предусматривающий использование нефтяных сорбентов.

При разработке материалов сорбентов необходимо учитывать следующие критерии:

- эффективность сорбента;
- величину относительной сорбции, характеризующую отношение массы нефтепродукта, связанного сорбентом, к массе самого сорбента;
- коэффициент распределения, учитывающий степень распределения нефтепродукта между сорбентом и раствором;
- стоимость, доступность, сезонность и срок годности сырья, используемого при производстве сорбентов;
- возможность применения в качестве сырья вторичных материальных ресурсов- отходов существующих «грязных» производств и превращения их в малоотходные с замкнутым циклом;
- экологическую чистоту при производстве сорбентов;
- экологическую безопасность процессов переработки использованных сорбентов.

При оценке эффективности сорбентов обычно руководствуются тремя критериями: нефтеемкостью, влагоемкостью и плавучестью. Немаловажными факторами характеристики эффективности сорбентов является сезонность применения и возможность его дальнейшей переработки.

Для определения эффективности использования резиновой крошки в качестве нефтяного сорбента нами были проведены следующие исследования характеристик: определение плавучести сорбента, нефтеемкости сорбента, возможность использовать сорбент при различных температурах (сезонность

применения) и возможность дальнейшей переработки сорбента. Результаты экспериментов представлены в главе II.

2.3. Механизм адсорбции резиновой крошкой

Химическая энциклопедия дает следующее толкование адсорбции: «Адсорбция (от лат. ad - на, при и sorbeo - поглощаю), изменение (обычно - повышение) концентрации вещества вблизи поверхности раздела фаз ("поглощение на поверхности"). Причина адсорбции - ненасыщенность межмолекулярных связей вблизи поверхности, т.е. существованием адсорбционного силового поля. Тело, создающее такое поле, называют адсорбентом, вещество, молекулы которого могут адсорбироваться, - адсорбтивом (адсорбентом), уже адсорбированное вещество - адсорбатом. Процесс, обратный адсорбции, называется десорбцией.»³

Так как нами в работе изучаются адсорбционные свойства твердых веществ, рассмотрим наиболее подробно механизм адсорбции на поверхности твердых тел.

Твердые адсорбенты - природные и искусственные материалы с большой площадью поверхности. Различают пористые и непористые адсорбенты.

Непористые сорбенты - обладают большой наружной поверхностью. Это высокодисперсные порошки - углеродная сажа, образующаяся при сжигании органических соединений, высокодисперсный кремнезем.

Пористые сорбенты - крупнодисперсные частицы, гранулы и т.д. Они имеют разветвленную внутреннюю поверхность. Это угольные сорбенты, силикагели, алюмосиликаты.

Механизмы адсорбции на поверхности твердого тела окончательно не выяснены, однако имеется ряд доказанных положений, сформулированных в основном Ленгмюром, Поляни, Брунауэром, Эмметом и Теллером.⁴

1. Адсорбционной активностью обладает не вся поверхность сорбента, а лишь его определенные участки - активные центры. В активных центрах имеются

³ Адсорбция//Химическая энциклопедия.[Электронный ресурс]. Код доступа: http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_35.html

⁴ Физико-химия поверхностных явлений. [Электронный ресурс]. Код доступа: http://biochem.vsmu.edu.ua/chem_common_r/r_ph_chem_surf.pdf

некомпенсированные химические связи – дефекты кристаллической решетки, группы атомов с неравномерным распределением электронной плотности или группы, способные к ионному обмену.

2. Адсорбционные силы действуют на малых расстояниях. Обычно это слабые взаимодействия - межмолекулярные силы и пр.

3. Процесс адсорбции - обратимый процесс. Связывание вещества сопровождается одновременным его высвобождением, т.е. наряду с адсорбцией идет десорбция. Процесс завершается установлением адсорбционно-десорбционного равновесия.

Каждый адсорбционный центр может удержать только одну молекулу сорбата, в результате чего образуется мономолекулярный слой адсорбированных молекул. Т.е. поверхность сорбента может быть покрыта максимум одним слоем молекул сорбата.

Протекторная часть автомобильных шин изготавливается из протекторной резины на основе смеси бутадиен-стирольного и дивинильного каучуков БСК + СКД (70 : 30), содержащей 50 мас. ч. технического углерода.

Крошка протекторной резины благодаря высокой жесткости при дроблении не сворачивается в рулон, а имеет структуру эластичной сетки, поэтому обладает большой адсорбционной поверхностью. Важная особенность резиновой крошки, как сорбента — это ее аналогичная нефти плавучесть.

Резиновая крошка, благодаря своей сетчатой структуре, набухает в нефти и обеспечивает ее удержание. В результате на обрабатываемой поверхности образуется агломерат, имеющий более низкую, чем вода, плотность и занимающий существенно меньшую площадь по сравнению с пятном сорбируемой нефти. Этот агломерат легко собирается любым механическим способом, например, с помощью изготовленных из металлической сетки ковшей. Полученный агломерат после максимального отделения нефти может быть использован повторно, а затем для модификации дорожного битума.

3. Использование резиновой крошки, полученной из утилизируемых шин, для адсорбции нефти и нефтепродуктов с поверхности водоема

3.1 Экспериментальное изучение способности резиновой крошки сохранять плавучесть

Для эффективного сбора нефти с поверхности водоема необходимо, чтобы сорбент обладал хорошей плавучестью. Причем запас плавучести необходим для завершения всех операций по очистке поверхности и сбору отработанного сорбента. По плавучести, в зависимости времени нахождения на поверхности воды, сорбенты делятся на три группы: 1 - высокой плавучести (более 72 ч), 2 - ограниченной плавучести (3-72 ч), 3 – не плавучие (до 3 ч).

Первоначально задача эксперимента заключалась в подборе размера крошки, при котором она оставалась бы на поверхности воды. Для этого измельченный сорбент осторожно помещали в чашку Петри с водой. Часть крошек тонула сразу, часть постепенно опускалась на дно чашки, третья часть оставалась на поверхности воды. Замерили размер частиц. Данные наблюдений представлены в табл. 1

Таблица 1

Фракции резиновой крошки

Размер частиц фракции резиновой крошки (мм)	Способность к плавучести
4-6	Частицы тонут, попав на поверхность воды
2-3	Частицы постепенно опускаются на дно чашки Петри, максимальное нахождение на поверхности – 4 часа
0,5-1,5	Частицы хорошо держатся на поверхности воды более 80 часов

Из данных таблицы 1 видно, что для того чтобы резиновая крошка была плавучей, утилизируемая шина должна измельчаться до размеров от 0,5 мм до 1,5 мм.

Пла́вучесть — свойство погружённого в жидкость тела оставаться в равновесии, не выходя из воды и не погружаясь дальше, то есть плавать⁵. Плавучесть характеризуется промежутком времени, в течение которого тело может плавать.

Для определения плавучести резиновой крошки использовали методику по ТУ 214-1094223803-95. Крошку помещали на поверхность воды и фиксировали время, в течение которого частицы не утонут. При определении плавучести было установлено, что исследуемый резиновый сорбент (фракцией 0,5-1,5 мм) остается на плаву более 80 часов, из чего можно сделать вывод, что сорбент обладает хорошей плавучестью и запаса плавучести хватит для завершения всех операций по очистке поверхности и сбору отработанного сорбента.

3.2 Изучение степени адсорбции нефти резиновой крошкой в зависимости от размера частиц, длительности соприкосновения с нефтью и температуры воды.

Для подтверждения эффективности использования резиновой крошки в качестве нефтяного сорбента был проведен ряд опытов.

Опыт 1. Изучение зависимости степени адсорбции нефти от размера резиновой крошки.

Для опыта использовались фракции размером 2-3 мм и 0,5-1,5 мм. Фракция размером 2-3 мм держалась на нефтяном пятне в течение всего эксперимента (30 мин.), в то время как на поверхности чистой воды находилась минимум 10 минут. В чашке Петри была приготовлена модель нефтяного пятна (2 г нефти прилили к 50 мл воды), куда погрузили 1 г резиновой крошки на 30 минут. Через указанное время резиновую крошку собрали с поверхности воды и взвесили. Для определения массы нефти, поглощенной резиновой крошкой из полученного результата вычли начальную массу крошки. Опыт проводился в трех повторностях.

⁵

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%83%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8C>

Сорбционную способность рассчитывали по формуле: $C = M_H / M_{\text{сорб}} * 100\%$, где M_H - масса нефти, поглощенная сорбентом; $M_{\text{сорб}}$ - масса сорбента.

Результаты наблюдений представлены в таблице 2. Данные эксперимента показывают, что сорбционная способность выше у резиновой крошки, измельченной до размеров 0,5-1,5 мм, что может объясняться большей площадью соприкосновения веществ.

Таблица 2

Сорбционная способность фракции резиновой крошки нефти

Размер фракции крошки (мм)	Масса резиновой крошки (г)	Масса нефти, добавленной в воду (г)	Средняя масса резиновой крошки после адсорбции (г)	Средняя масса нефти, поглощённая крошкой (г)	Сорбционная способность (%)
0,5-1,5	1,0	2,0	2,47	1,47	59,51
2-3	1,0	2,0	2,19	1,19	54,34

Опыт 2. Изучение зависимости степени адсорбции от длительности соприкосновения резиновой крошки с нефтью.

Для проведения эксперимента было создано 6 одинаковых моделей нефтяного пятна (в чашки Петри налили по 50 мл воды и 2 г нефти), к каждому из которых было добавлено по 1г резиновой крошки фракции 0,5-1,5 мм. Время соприкосновения экстракта с нефтью постепенно увеличивалось на 5 минут. Минимальный период соприкосновения резиновой крошки с нефтью составил 5 минут, максимальный – 30 минут. По истечении экспериментального периода времени контакта нефти и сорбента, резиновую крошку собирали и взвешивали. Опыт проводился в трех повторностях. Данные эксперимента представлены в виде графика (рис.2).

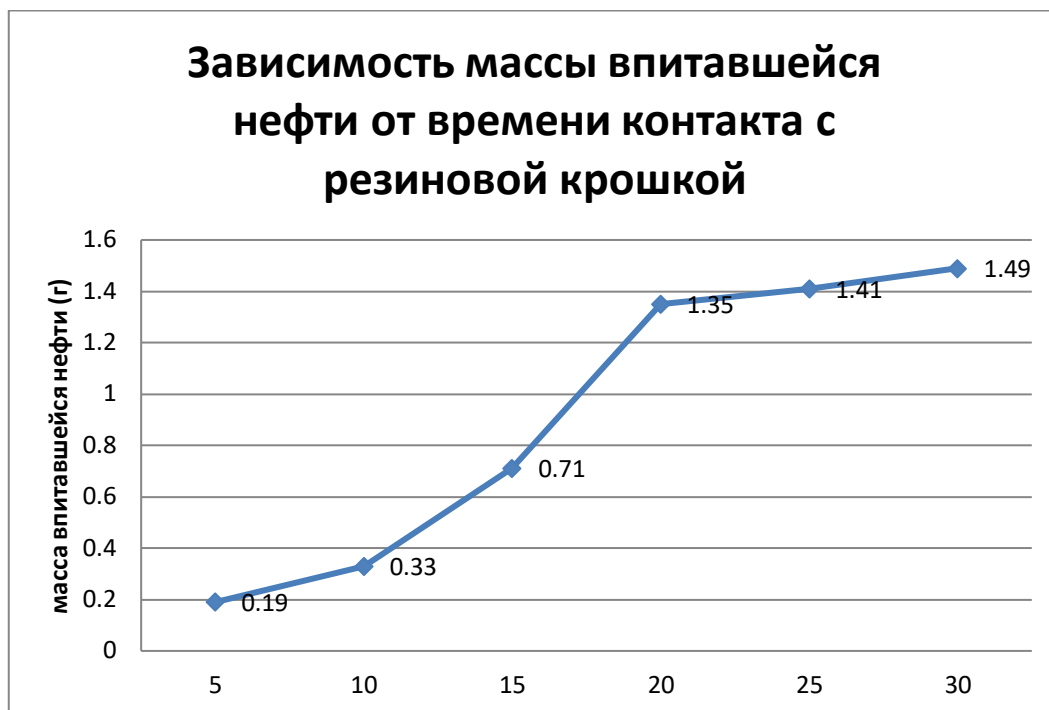


Рис.2 График зависимости массы впитавшейся нефти от времени соприкосновения с сорбентом.

Данные графика наглядно показывают, что максимальное увеличение массы впитавшейся нефти идет в течение 20 минут, при дальнейшем соприкосновении нефти с сорбентом масса впитавшейся нефти меняется незначительно.

Опыт 3. Изучение зависимости степени адсорбции нефти резиновой крошкой от температуры воды

Сезонность применения адсорбента играет немаловажную роль при характеристике его эффективности. Изучив данные по положению месторождений нефти на территории РФ, мы выяснили, что в основном месторождения находятся на территории водных объектов, где температура воды в течение года изменяется в пределах от 0⁰С до 16⁰ С. Однако разлив нефти может произойти и при транспортировке нефти по водным объектам, которые могут прогреваться и до более высоких температур, особенно в летний период. Исходя из таких предположений, эксперимент проводился в температурном интервале от 0⁰С до 35⁰С. Для эксперимента было приготовлено 8 моделей нефтяных пятен, температура воды в которых увеличивалась на 5 градусов (состав нефтяного пятна в чашке Петри: 50 мл воды и 2г нефти). В каждую модель пятна помещалось по 1 г резиновой крошки фракцией 0,5-1,5 мм на 20 минут (экспериментально определенный наиболее оптимальный период контакта, в

течение которого впитывается основная масса нефти), по истечении данного времени резиновая крошка собиралась, взвешивалась, высчитывалась масса впитавшейся нефти. Данные эксперимента графически представлены на рисунке 3.

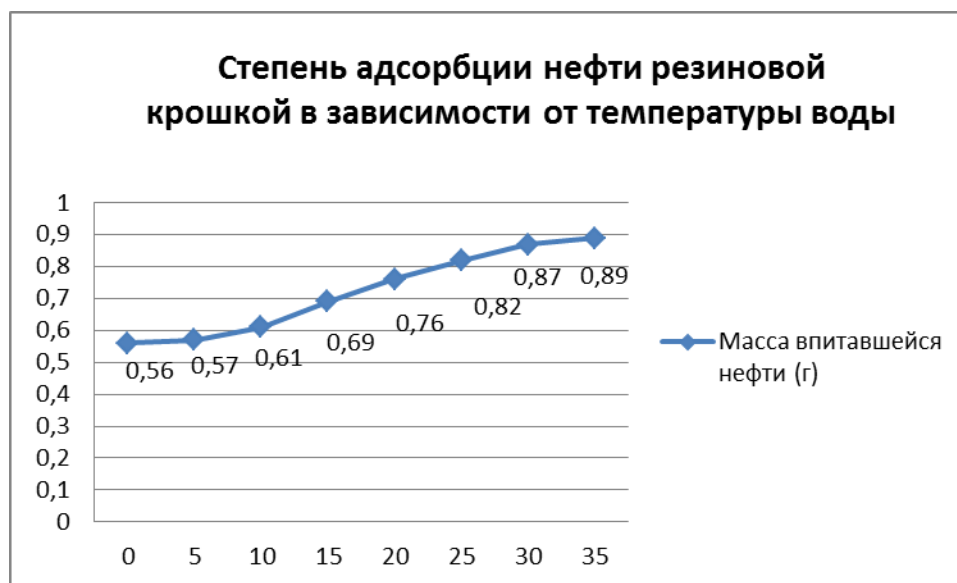


Рис. 3. График зависимости массы впитавшейся нефти от температуры воды.

Нефть, попадая в теплую и холодную воду, ведет себя по-разному: в теплой воде она расплывается более большим пятном, нефть покрывает воду тонким слоем, в холодной воде – пятно более компактное и слой нефти более толстый. Из графика (рис.3) видно, что в теплой воде впитывается 82% до 89% нефти по массе. В воде, температура которой близка к 0°, впитывается примерно 50% нефти. Следовательно, можно сделать вывод, что резиновая крошка как сорбент может применяться при температуре воды от 0° и выше. Однако наиболее эффективно адсорбция нефти происходит на поверхности воды, температура которой превышает 20°C. Агломерат (резиновая крошка, впитавшая нефть) в холодной воде получается наиболее компактным, следовательно его более легко собрать с поверхности воды. (Приложение 1).

Опыт 4. Определения оптимального соотношения нефти и резиновой крошки для достижения максимальной очистки водной поверхности.

Описанные выше результаты опытов дали основание предполагать, что соотношение масс нефти и резиновой крошки для эффективной очистки воды должно быть не менее чем 1:1. В проведенных опытах соотношение адсорбтива и

адсорбента было 2 массовые части нефти и 1 массовая часть резиновой крошки. При этом часть нефти оставалась на поверхности воды. Для проведения опытов были приготовлены 4 модели пятен (масса нефти в каждом пятне была равна 1г). Масса добавленной резиновой крошки по отношению к массе нефти в пятне изменялась соответственно 1:1; 1,5:1; 2:1 и 2,5:1. Результаты наблюдений представлены в таблице 4.

Табл.4

Эффективность адсорбции нефти в зависимости от массы резиновой крошки

Масса нефти (г)	Масса резиновой крошки (г)	Время адсорбции (мин)	Масса адсорбированной нефти	Визуальная остаточная степень загрязнения поверхности воды
1,0	1,0	25	0,63	Большое количество некрупных пятен
1,0	1,5	25	0,76	Отдельные некрупные темные пятна
1,0	2,0	25	0,84	Отдельные некрупные светло-коричневые пятна
1,0	2,5	25	0,96	Небольшие практически бесцветные жирные пятна

Из данных таблицы наглядно видно, что наиболее эффективная очистка поверхности воды от нефти происходит при соотношении массы адсорбируемого вещества (нефти) и массы сорбента (резиновой крошки) 1:2,5. Достаточный уровень очистки также наблюдается при соотношении 1:2 (соответственно).

4. Заключение

Использование резиновой крошки, полученной из утилизируемых шин, для адсорбции нефти с поверхности водоемов является оптимальным решением двух параллельно существующих экологических проблем: это большое количество выбрасываемых непригодных к эксплуатации шин, сжигание которых негативно влияет на окружающую среду и аварийные разливы нефти, также наносящие вред природе. Наиболее приемлемым методом очистки водоемов от разлившейся нефти считается её адсорбция. Резиновая крошка, полученная из утилизируемых шин, является достойным конкурентом широко применяющимся на данный момент сорбентам.

Экспериментальные данные показали, что для эффективного сбора нефти с помощью резиновой крошки должны соблюдаться следующие условия.

Резиновая крошка должна измельчаться до размеров 0,5-1,5 мм. Именно у фракции данного размера сорбционная способность выше, а сами частицы измельченной резины способны оставаться на поверхности водоема до 80 часов. Следовательно, запаса плавучести хватит для завершения всех операций по очистке поверхности и сбору отработанного сорбента.

Время контакта резиновой крошки с нефтью должно составлять не менее 20 мин., так как максимальное увеличение массы впитавшейся нефти идет именно в данный промежуток времени. При дальнейшем соприкосновении нефти с сорбентом масса впитавшейся нефти меняется незначительно.

Наиболее эффективная очистка поверхности воды от нефти происходит при соотношении массы адсорбируемого вещества (нефти) и массы сорбента (резиновой крошки) 1:2,5. Достаточный уровень очистки также наблюдается при соотношении 1:2 (соответственно).

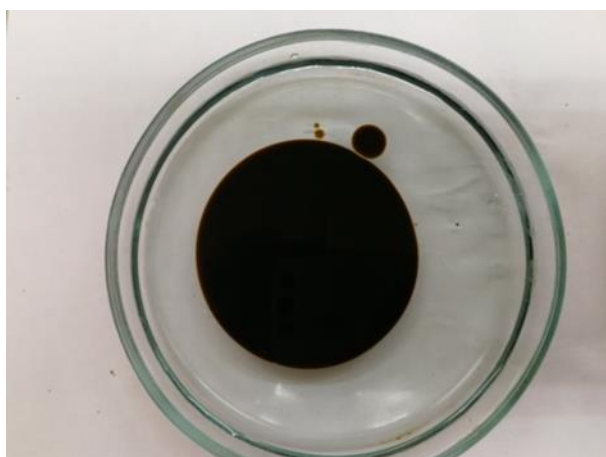
Нефть, попадая в теплую и холодную воду, ведет себя по-разному: в теплой воде она расплывается более большим пятном, нефть покрывает воду тонким слоем, в холодной воде – пятно более компактное и слой нефти более толстый. Из графика (рис.3) видно, что в теплой воде впитывается 82% до 89% нефти по массе. В воде, температура которой близка к 0⁰, впитывается примерно 50% нефти. Следовательно, можно сделать вывод, что резиновая крошка как сорбент может применяться при температуре воды от 0⁰ и выше. Однако наиболее эффективно адсорбция нефти происходит на поверхности воды, температура которой превышает 20⁰С. Агломерат (резиновая крошка, впитавшая нефть) в холодной воде получается наиболее компактным, следовательно его более легко собрать с поверхности воды.

Такие экспериментально доказанные характеристики резиновой крошки как плавучесть, нефтеёмкость, всесезонность и непродолжительное время контакта с нефтью подтверждают возможность использования утилизируемой резины в качестве эффективного сорбента нефти.

5. Список используемой литературы

1. Алимарин И.П., Фадеев В.И., Дорохова Е.Н. Демонстрационный эксперимент по общему курсу аналитической химии.- М: «Химия», 1974
2. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи: учеб. Пособие для вузов/ В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. — М.: Издательство «Экзамен», 2005.
3. Тиноко И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж. Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках. – М.: Техносфера, 2005.
4. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химические основы экологии: Учеб.пособие для учащихся школ, гимназий с углубленным изучением химии, биологии и экологии.- М.: Просвещение, 1994.-239с.
5. Адсорбция//Химическая энциклопедия.[Электронный ресурс]. Код доступа: http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_35.html
6. Физико-химия поверхностных явлений. [Электронный ресурс]. Код доступа: http://biochem.vsmu.edu.ua/chem_common_r/r_ph_chem_surf.pdf
7. Плаву́честь веществ. [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%83%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8C>

Фотоотчет о проделанном эксперименте



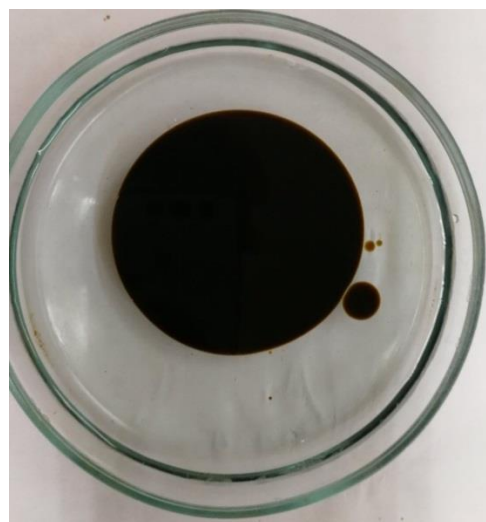
Модель нефтяного пятна



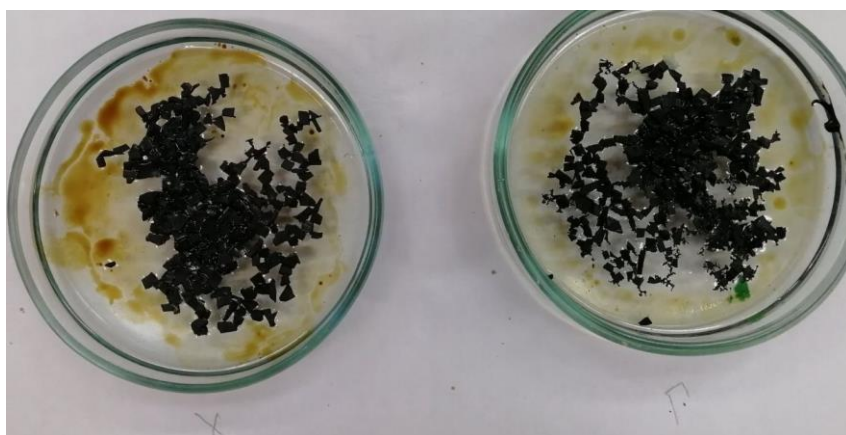
Нефтяное пятно после добавления к нему резиновой крошки



Модель нефтяного пятна в теплой воде



Модель нефтяного пятна в холодной воде



Остаточное количество нефти после контакта с резиновой крошкой в течение 20 минут в холодной и теплой воде



Нефтяное пятно после 5 минут контакта с резиновой крошкой



Нефтяное пятно после 15 минут контакта с резиновой крошкой (агломерат)