

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ШКОЛА №2 ГОРОДСКОГО ОКРУГА КИНЕШМА
(МБОУ школа №2)**

155800, Ивановская область,
г. Кинешма, ул. Щорса, д. 32
тел.,факс 8(49331) 2-08-00

E-mail:shkola2-kin@mail.ru
<https://sh2-kineshma-r24.gosweb.gosuslugi.ru/>

Учебно-исследовательская работа

«Природные сорбенты очистки воды от нефтепродуктов»

Работу выполнил:
ученик 10а класса
МБОУ школа №2
г.о. Кинешма
Колчанов Дмитрий

Руководитель:
Батурина А. Ф.,
учитель биологии
МБОУ школы №2
г.о. Кинешма

2024 г.

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Основное содержание.....	3
2.1 Причины нефтяных загрязнений.....	4
2.2 Влияние нефтяных загрязнений на экосистемы воды и суши.....	5
2.3 Очистка загрязненных сред от нефти и нефтепродуктов.....	5
2.4 Способы очистки загрязненных вод:.....	6
2.5 Виды сорбентов и их характеристики.....	6
2.6 Применение сорбентов.....	6
2.7 Проблема утилизации отходов.....	7
3. Методы исследования:.....	7
3.1 Исследование водоемкости сорбентов.....	7
3.2 Исследование нефтеемкости сорбентов.....	9
3.3 Моделирование разлива моторного масла и его ликвидация.....	10
3.4 Моделирование разлива бензина и его ликвидация.....	11
4. Выводы.....	12
5. Заключение.....	13
6. Список литературы:.....	13
7. Приложение 1.....	14

1. Введение

Загрязнение вод Мирового океана нефтью и нефтепродуктами – представляет собой глобальную опасность по своим масштабам и по токсичности.

Поиск способов ликвидации нефти и продуктов ее переработки с поверхности водоемов представляет собой важную научную задачу. В настоящее время, когда растет уровень морской добычи нефти, повышается риск образования нефтяных разливов, которые в свою очередь губительны для всей экосистемы. Если в водоем попадет одна тонна нефти, через несколько минут она образует пятно площадью 1000 – 2000 м² (10 - 20 соток). Нефтяная пленка не пропускает воздух, необходимый для флоры и фауны толщи воды, налипает на тело рыб и водоплавающих животных [1]. **Актуальность** нашего исследования заключается в выявлении наиболее эффективных и экологичных сорбентов нефтепродуктов. В настоящее время из всех предлагаемых способов ликвидации разливов нефти, наиболее эффективен сорбционный. Самыми доступными сорбентами могут быть биологически безопасные и недорогие, сорбирующие вещества, которые можно переработать в дальнейшем.

Гипотеза: природные сорбенты можно использовать для очистки воды от нефтепродуктов.

Цель исследования: исследовать сорбционные свойства природных материалов для эффективного удаления нефтепродуктов с поверхности воды

Задачи:

1. Изучить литературу и интернет-ресурсы, посвященные нефти и нефтяным загрязнениям и способам их ликвидации;
2. Экспериментально изучить эффективность удаления нефти с помощью различных сорбентов;
3. Исследовать нефтеемкость и водоемкость сорбционных материалов;
4. Сравнить результаты, сформулировать выводы.

Объект исследования: вода с нефтепродуктами и сорбенты естественного происхождения

Предмет исследования: сорбционные способности материалов естественного происхождения

Материалы и оборудование: стаканы, электронные весы, отработанное моторное масло, бензин марки АИ-92 сорбенты: опилки; торф; ольховая щепа; вата (хлопковое волокно).

Практическая значимость: Результаты, полученные в данной работе, могут повлиять на эффективность очистки поверхности вод, загрязненных углеводородами.

2. Основное содержание.

Нефть - представляет собой маслянистую горючую жидкость чаще всего насыщенного черного цвета, впрочем, бывает и буро-коричневая, очень редко можно обнаружить зеленоватую и даже бесцветную нефть, со специфическим

запахом, состоящая из углеводородов и неуглеводородных компонентов, распространённая в осадочной оболочке Земли. Она является ценным полезным ископаемым, известным с древнейших времен.

Полученная в результате добычи нефть мало используется в чистом виде. Гораздо больший интерес представляют продукты её переработки. Путем переработки нефти получают различные виды топлива, смазочные масла, вазелиновое масло, парафин, различные растворители.

Несмотря на столь значимую роль в жизни человека, в настоящее время нефть и нефтепродукты, признаны основными загрязнителями окружающей среды. Несовершенство технологий добычи, транспортировки, переработки и хранения нефти приводит к ее значительным потерям [2].

2.1 Причины нефтяных загрязнений.

Разлив нефти - попадание нефти в окружающую среду в результате действий человека. В это понятие также входят аварии танкеров, аварии на нефтяных платформах, буровых установках, скважинах, а также выброс любых веществ, полученных от переработки сырой нефти.

Статистика нефтеразливов ежегодно публикуется в государственных докладах Минприроды о состоянии и об охране окружающей среды. Согласно данным, больше половины нефтеразливов случается из-за разгерметизации промышленных нефтепроводов, а они в 90% происходят из-за коррозии металла. С 2010 по 2018 годы наблюдалась положительная динамика, из года в год количество разгерметизаций промышленных нефтепроводов падало. Однако в 2019 году число нефтеразливов выросло почти на 30%. За последнее время крупные аварии с разливом нефти и нефтепродуктов отмечены в Красноярском крае, Республике Коми, Приморском крае, Хабаровском крае. В Ростехнадзоре выделяют три группы случаев разливов нефти и нефтепродуктов:

- утечка из резервуаров хранения нефти;
- утечка из магистральных нефтепроводов при добыче нефти;
- утечки на скважинах объектов добычи нефти.

Основная причина повышенный износ технических устройств, а также отсутствие качественной диагностики и экспертизы. В настоящее время продолжают эксплуатироваться промышленные нефтепроводы, резервуары советских времен. Например, в конце мая 2023 года произошел разлив нефти на Таймыре, в июле – ноябре отмечен разлив нефти на нефтепроводе «Роснефти» в Хабаровском крае [3].

Самые большие утечки нефти в окружающую среду происходят в море и связаны с ее морской транспортировкой из районов добычи.

Аварийные ситуации, слив за борт танкерами промывочных и балластных вод, — все это обуславливает присутствие постоянных полей загрязнения на трассах морских путей. Вылившаяся в результате утечек нефть быстро растекается по поверхности моря, образуя поля нефтяных пленок, который впоследствии разносится течениями и ветром [4]. Снимки поверхности Земли,

сделанные со спутников, показывают, что уже почти 30% поверхности океана покрыто нефтяной пленкой.

2.2 Влияние нефтяных загрязнений на экосистемы воды и суши.

Характер и длительность последствий разлива нефти зависят от многих факторов. К ним относятся количество и вид разлитой нефти, ее поведение в морской среде, окружающие условия и физические характеристики в месте разлива нефти. Воздействие разливов нефти на морскую среду может носить самый разнообразный характер. Попадание нефти и ее компонентов в водную среду вызывает изменение физических, химических и биологических свойств среды, ее характеристик, нарушает ход естественных биохимических процессов. К механизмам воздействия нефти на окружающую среду относятся следующие:

- нарушение физиологических функций организмов;
- химическая токсичность, приводящая к гибели организмов. Особую опасность это имеет для прибрежных участков морей, где сосредоточено подавляющее большинство загрязнений и где сконцентрированы основные зоны флоры и фауны Мирового океана;
- экологические изменения, заключающиеся в основном в гибели организмов - эдификаторов и захвате среды обитания новыми видами;
- косвенные последствия, потеря мест обитания, что приводит к гибели экологически важных видов.

Все это влияет на звенья природного комплекса [5], и результаты могут обернуться бедствием за тысячи километров от источников загрязнения.

Планирование и реализация операций по ликвидации разливов нефти способствуют смягчению последствий, а также представляют собой первые шаги по восстановлению за счет сбора нефти.

2.3 Очистка загрязненных сред от нефти и нефтепродуктов.

Естественные процессы самоочищения и восстановления почв и водоемов, загрязненных нефтью, протекают достаточно медленно, особенно при высоких уровнях загрязнения. Очень важное значение имеет оперативность реагирования на разлив нефти, поскольку нефтяное пятно со временем расплзается и трансформируется. Процесс реабилитации, проводимого человеком, представляет собой комплекс мер по оздоровлению пострадавшей среды до состояния нормальной жизнедеятельности в более короткие сроки, чем можно было бы ожидать в случае естественных процессов восстановления.

В зависимости от степени повреждения почвы и водоемов, выбор приемов и методов мер разнообразен по экологическому и экономическому восстановлению земель и водных ресурсов. В настоящее время существует большое количество методов, с помощью которых снижают нефтяное загрязнение.

2.4 Способы очистки загрязненных вод:

Существуют механический, физический (сорбенты), химический (диспергенты) и биологический способы очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов [6].

2.5 Виды сорбентов и их характеристики.

По своему происхождению сорбенты бывают органические и неорганические. К органическим относится солома, опилки, торф, а к неорганическим (минеральным) – глина, песок. Также сорбирующие материалы могут быть искусственными и природными. Например, активированный уголь – природный материал из древесного угля, а диоксид кремния – искусственный сорбент, который получают, нагревая кремний до 500 °С. По способу поглощения загрязнителей сорбенты бывают двух видов: абсорбенты и адсорбенты. Абсорбенты впитывают вещества всей своей массой – смешиваются с ними и образуют раствор. Адсорбенты собирают вещество на своей поверхности, не смешиваясь с ним.

- Требованиями, предъявляемыми к нефтесорбирующим материалам:
- безвредность для окружающей среды;
- нефтеемкость (количество поглощенного нефтепродукта на единицу веса сорбента);
- плавучесть (способность находиться на поверхности водоема длительное время, не загрязняя его вторично);
- гидрофобность (сорбент не должен впитывать воду);
- возможность восстановления и повторного использования;
- технологичность изготовления и применения (удобство нанесения на поверхность и удаление);
- доступная стоимость.

2.6 Применение сорбентов

При ликвидации нефтяных разливов сначала производят локализацию загрязнителей с водной поверхности. Потом наносят сорбент ручным или механизированным способом до полного поглощения нефтяной пленки и образования плавучего мусора, затем убирают отработанный сорбент с поверхности воды. Когда работа других нефтесборных средств затруднена, одним из возможных методов ликвидации разливов является сбор нефти сорбентами. Сорбенты находят применение при незначительных загрязнениях, использовании их возможно в осушении небольших разливов на суше или борту судна или для предотвращения более широкого загрязнения. Применение сорбентов в открытом море неэффективно, так как использованный сорбент легко разносится течением и ветром, что наоборот усилит загрязнение среды.

2.7 Проблема утилизации отходов.

Самой затратной частью ликвидации нефтеразливов с точки зрения времени и финансовых расходов является утилизация собранных отходов. Количество отходов может превысить возможности существующих сооружений для утилизации. Выделяют ряд способов обращения с нефтяными загрязнениями:

1. Обработка нефтесодержащих материалов на месте для снижения количества отходов.
2. Повторное использование ресурсов, задействованных во время ликвидации разлива.
3. Вторичное использование жидкой нефти путем ее включения в потоки нефтепереработки.
4. Использование отходов в качестве топлива для выработки электроэнергии или тепла.
5. Утилизация отходов, которые невозможно использовать ни для одной из вышеописанных целей путем сжигания, захоронения.

3. Методы исследования:

В качестве сорбентов были отобраны природные материалы, такие как: опилки, активированный уголь, вата, щепа, торф. В качестве нефтепродуктов использовали моторное масло и бензин. Измеряли нефтеемкость и водоемкость, которые имеют большое значение при выборе того или иного сорбента.



3.1 Исследование водоемкости сорбентов.

При выборе сорбента большое значение имеет его свойство поглощать и удерживать в своих порах воду. Для измерения водоемкости взяли сорбенты массой $m=4г$. Опустили сорбенты в стакан с водой. Через 10 мин извлекли сорбенты и повторно измерили их массу. Рассчитываем водоемкость по формуле $V=(m_2-m_1)100/m_1$, где:

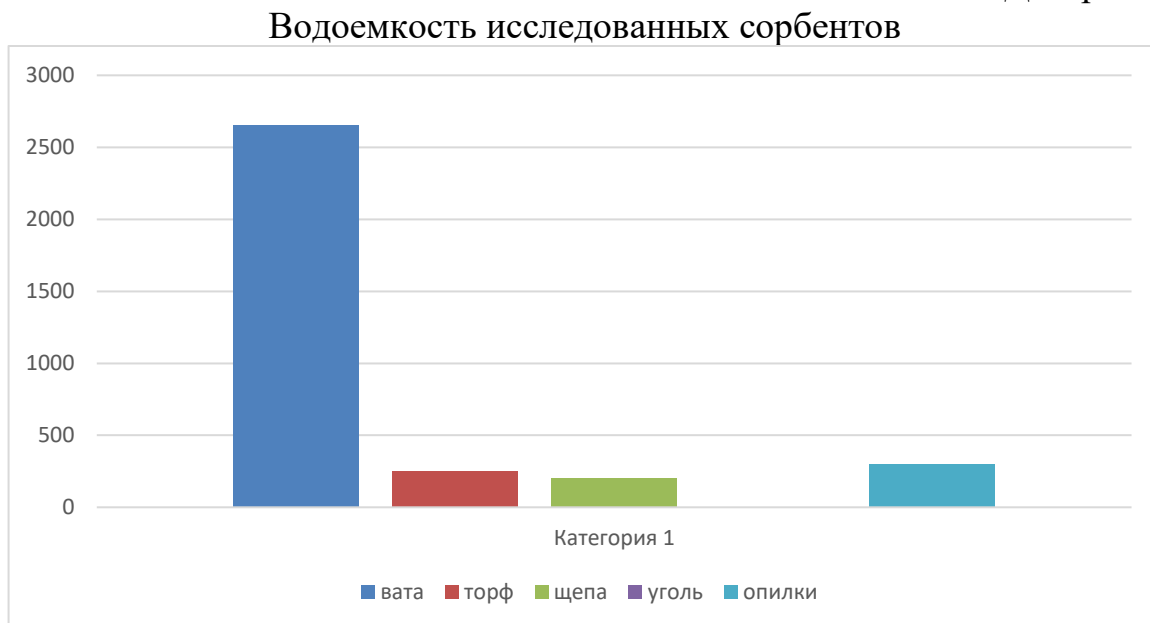
V - водоемкость

m_1 - масса сухого сорбента,

m_2 - масса насыщенного водой сорбента.

Полученные результаты оформили в таблицу (Приложение 1, Таблица 1) и представили в виде диаграммы 1.

Диаграмма 1



Результаты эксперимента. В ходе эксперимента были выявлены следующие особенности действия сорбентов:

- 1) Вата быстро впитала в себя большое количество воды, однако плохо ее удерживает.
- 2) Торф медленно впитывает воду и на восьмой минуте начал рассыпаться на маленькие части.
- 3) Провести измерение водоемкости активированного угля не получилось, т.к. вступив в реакцию с водой он начал растворяться и распался на мелкие частицы.
- 4) Щепа медленно впитывала воду, однако хорошо ее удерживала.
- 5) Опилки быстро впитали воду, но часть опилок под ее тяжестью опустились на дно стакана.

3.2 Исследование нефтеемкости сорбентов.

Нефтеемкость сорбента определяется способностью материала поглощать и удерживать в своих порах нефть и нефтепродукты. Это свойство является важным критерием при выборе сорбента, потому что от него зависит эффективность поглощения загрязняющего вещества. Для эксперимента предварительно была измерена плотность моторного масла ($\rho=0,9\text{г/см}^3$).

Для измерения нефтеемкости в мерный стакан наливали 50 мл моторного масла, предварительно измерили массу сухих сорбентов измерили. Поместили сорбенты в мерные стаканы с нефтепродуктом. Через 20 мин извлекли сорбенты, повторно измерили массу насыщенного нефтепродуктом сорбента. Рассчитали нефтеемкость по формуле $M=(m_2-m_1)100/m_1$, где:

M - нефтеемкость

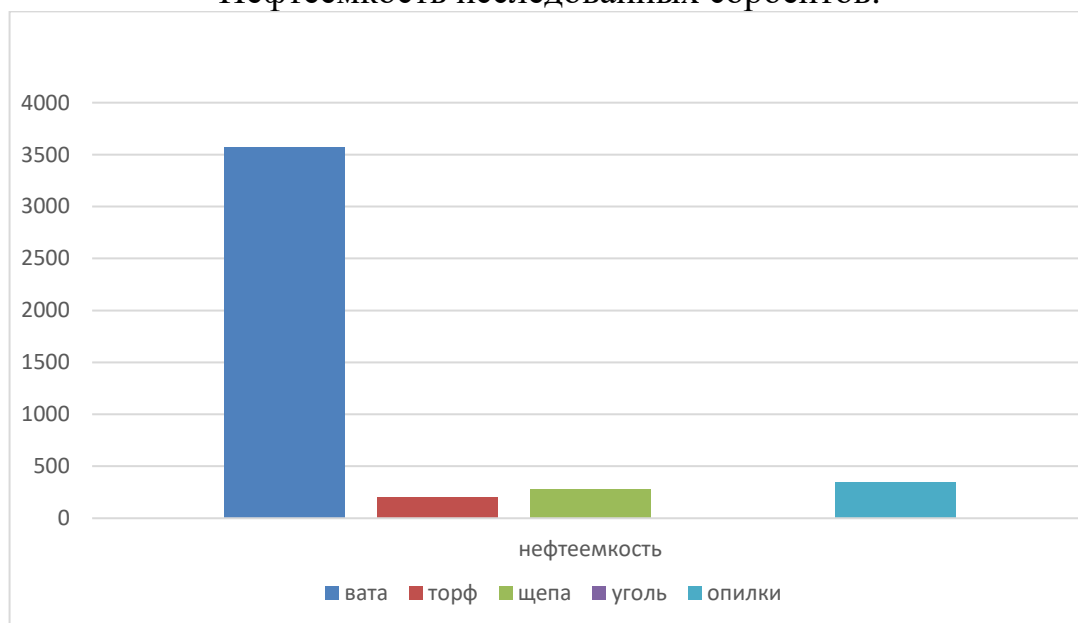
m_1 - масса сухого сорбента,

m_2 - масса насыщенного нефтепродуктом сорбента.

Полученные результаты оформили в таблицу (Приложение 1, таблица 2) и представили в виде диаграммы 2.

Диаграмма 2

Нефтеемкость исследованных сорбентов.



Результаты исследования. В ходе эксперимента были выявлены следующие особенности действия сорбентов:

- 1) После помещения ваты в моторное масло, сорбент быстро впитал нефтепродукт. Большая часть нефтепродукта была поглощена. Вата обладает высокой нефтеемкостью.
- 2) Торф медленно поглощал нефть, при этом абсорбировал незначительное количество нефтепродукта.
- 3) Активированный уголь показал низкие сорбционные способности.
- 4) Щепка быстро впитывала нефть, и масса поглощенной нефти превышала исходную массу сорбента в 2 раза.
- 5) Опилки быстро впитали нефть, но в сравнении с исходной массой, общая масса поглощенного нефтепродукта была незначительна.

3.3 Моделирование разлива моторного масла и его ликвидация.

Искусственно создали ситуацию разлива машинного масла в водоеме. В емкости с подсоленной водой с помощью шприца добавили одинаковое количество нефтепродукта по 15 мл. с помощью линейки измерили толщину нефтяного слоя (12 мм). Для удаления нефтяной плёнки с поверхности воды использовали наши сорбенты. На нефтяное пятно поместили небольшое количество сорбента, перемешали и через 15 минут удалили полученную смесь. С помощью линейки повторно измерили толщину нефтяного пятна. (Приложение 1, таблица 3).



Результаты исследования. В ходе эксперимента были выявлены следующие особенности:

- 1) Опилки во время взаимодействия с моторным маслом впитали его и образовали плотный комок. При извлечении комок из опилок и моторного масла распался на несколько частей. Комок извлекался легко и не тонул. Загрязняющие вещества не стекали с отработанного сорбента, повторное загрязнение не происходило.
- 2) Вата быстро впитала моторное масло, однако вместе с маслом она впитала и большое количество воды. Во время извлечения данного сорбента из воды с него стекали масло и вода, создавая повторное загрязнение.
- 3) Торф при взаимодействии с моторным маслом частично погрузился на дно. Удаление отработанного сорбента вызвало большие затруднения, так как при

извлечении торфа из воды он распадался и оседал на дно емкости с водой. Нефтепродукт с отработанного сорбента при извлечении не стекал.

4) Щепка быстро впитала моторное масло, благодаря большой площади поверхности. Щепка не тонула и легко извлекалась из воды, однако, при его извлечении часть абсорбированного нефтепродукта стекла обратно в воду.

5) Активированный уголь через несколько минут опустился на дно емкости с водой, сорбирующих свойств не проявил. Удаление его из воды оказалось невозможным.

Данный эксперимент показал, что из использованных природных сорбирующих материалов наиболее эффективным оказались опилки (Приложение 1, таблица 3) представлены результаты эксперимента.

3.4 Моделирование разлива бензина и его ликвидация.

Создали ситуацию разлива бензина в водоеме. В емкости с подсоленной водой с помощью шприца добавили одинаковое количество бензина по 4 мл. С помощью линейки измерили толщину нефтяного слоя. Для удаления нефтяной плёнки с поверхности воды использовали вату, активированный уголь, торф, щепу, опилки. На нефтяное пятно поместили небольшое количество сорбента, слегка перемешали. Через 15 минут собрали полученную смесь в емкость для отходов. После чего повторно измерили с помощью линейки толщину нефтяного слоя; результаты эксперимента занесли в таблицу 4 (Приложение 1, таблица 4).



Результаты исследований. В ходе эксперимента были выявлены следующие особенности действия сорбентов:

1) Вата мгновенно впитала воду, практически не впитав в себя бензин. После извлечения сорбента большая часть нефтепродуктов осталась в воде.

2) Опилки в первые минуты быстро впитывали не только нефтепродукт, но и воду. В связи с этим потяжелели и пошли ко дну емкости. Извлечение сорбента было затруднено, так как большая его часть затонула.

3) Торф, хорошо впитал бензин и равномерно распределился по поверхности воды. Но при его извлечении стал рассыпаться и часть сорбента пошла ко дну. Однако, с помощью торфа практически полностью удалось удалить нефтепродукт с поверхности воды.

4) Щепа во время сорбции бензина не тонула и легко извлекалась. Значительную часть бензина удалось удалить с поверхности воды с помощью щепы.

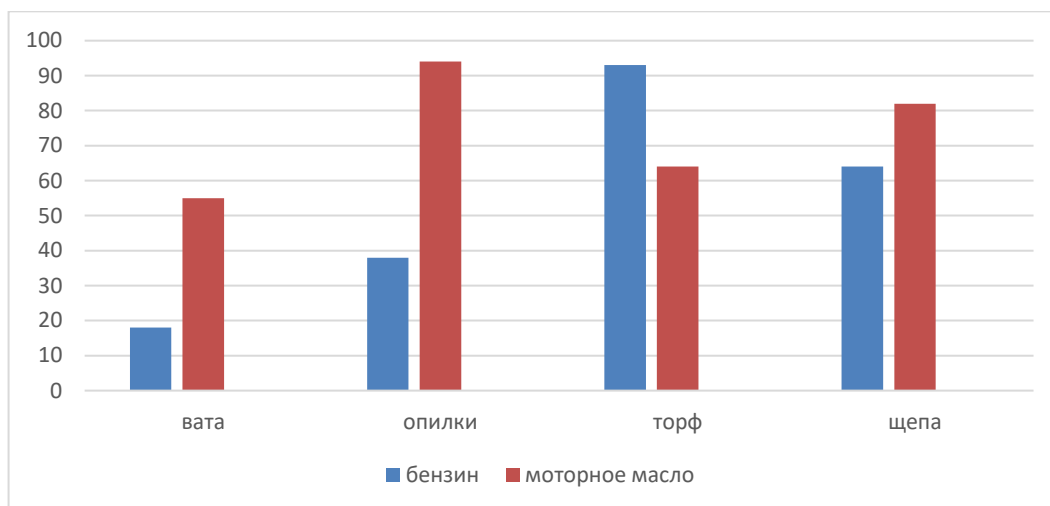
5) Активированный уголь снова не проявил сорбирующих способностей. Через несколько минут он пошел ко дну и начал растворяться в ней.

Эксперимент показал, что из использованных природных сорбирующих материалов наибольшую эффективность показали торф и щепа. Однако, возникли сложности с извлечением торфа из воды после использования, а щепа легко извлекалась, но не поглощала весь нефтепродукт.

Результаты эксперимента представлены в таблице 4 (Приложение 1) и в виде диаграммы 3.

Диаграмма 3

Сравнение нефтепоглощения сорбентами разных нефтепродуктов.



4.Выводы.

1. Анализ литературных источников показал, что загрязнение, связанное с разливом нефти и нефтепродуктов, представляет собой серьезную экологическую проблему.
2. В настоящее время используются разные способы удаления разливов нефти – с помощью разнообразных диспергентов, сорбентов и микроорганизмов.
3. Природные органические сорбенты при использовании не выделяют опасных веществ и утилизируются путем сжигания или компостирования.
4. Из исследуемых сорбирующих материалов наиболее эффективными при ликвидации искусственных загрязнений: моторным маслом оказались опилки, а бензином - торф и щепа.
5. При выборе сорбента для ликвидации загрязнений следует учитывать не только нефтеемкость и водоемкость материала сорбента, но и состав, плотность и вязкость разлитого нефтепродукта.
6. Использование природных сорбентов целесообразно на заключительных стадиях разливов нефти или мелководьях. Применение данных сорбентов в открытом море может вызвать повторное загрязнение.

5. Заключение.

Сорбенты используют для фильтрации воды, выделения из нее загрязняющих веществ при водоочистке и водоподготовке, а также для сбора нефти и разнообразных продуктов нефтехимии с поверхности водоема и береговой линии. Преимуществом органических сорбентов является их способность к биоразложению. В то же время, применение сорбентов может быть эффективно в некоторых ситуациях, например промывке береговой линии. Применение сорбентов в открытом море неэффективно из-за трудности нанесения материала на нефтяное пятно и затрудненного сбора сорбента после насыщения нефтью. Чрезмерное применение сорбирующих материалов может привести к вторичному загрязнению. Но в связи с низкой стоимостью органические природные материалы могут составить альтернативу сорбентам из дорогостоящих материалов и варианту складского хранения синтетических сорбентов.

6. Список литературы:

1. загрязнение водоемов нефтью. <https://www.interfax.ru/business/743769>
2. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. - М.: Ин-октаво, 2005. - 368 с.
3. Последствия нефтяного загрязнения для окружающей среды: https://www.ospri.online/site/assets/files/1153/tip13_ru_effectsofoilpollutionintheenvironment.pdf
4. Аварийные разливы нефти. <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/ui/17164/>
5. Влияние нефти на окружающую среду. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=11244>
6. Способы очистки водоемов от нефтепродуктов. <https://biobac.ru/blog/obzor/sposoby-ochistki-vodoemov-ot-nefteproduktov/>
7. Сорбенты и их применение при ликвидации разливов нефтепродуктов. <https://larn32.ru/article/detail55.htm>
8. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство. – С.-Пб: Анатолия, 2000. – 250 с.

7. Приложение 1

Таблица №1

Водоёмкость сорбентов

Сорбент	Масса сухого сорбента, г	Масса насыщенного водой сорбента, г	Водоёмкость, %
Вата	4	110	2650
Торф	4	14	250
Уголь	4	-	-
Щепа	4	12	200
Опилки	4	16	300

Таблица №2

Нефтеёмкость сорбентов

Сорбент	Масса сухого сорбента, г	Масса насыщенного нефтепродуктом сорбента, г	Нефтеёмкость, %
Вата	4	147	3575
Торф	4	12	200
Уголь	4	-	-
Щепа	4	15	275
Опилки	4	18	350

Таблица № 3

Сравнение различных сорбирующих материалов

Наименование сорбента	Толщина нефтяной пленки до применения сорбента, мм	Толщина нефтяной пленки после применения сорбента, мм	Количество извлеченного нефтепродукта %
Опилки	1,2	0,1	94
Вата	1,2	0,5	55
Торф	1,2	0,4	64
Щепа	1,2	0,2	82
Уголь	1,2	1,2	0

Таблица №4

Сравнение различных сорбирующих материалов

Наименование сорбента	Толщина слоя нефтепродукта до применения сорбента, мм	Толщина слоя нефтепродукта после применения сорбента, мм	Количество извлеченного нефтепродукта %
Вата	6	5	18
Торф	6	1	93
Уголь	6	6	0
Щепа	6	2	64
Опилки	6	4	38