

**Региональная конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»**

Секция “Экология”

**“Исследование сорбентов для очистки водоема от нефтепродуктов”
Исследовательская работа**

**Аллахвердиева Тамаша Мушфиг кызы,
обучающаяся 10 класса,
Средней школы №58
г.Ярославля**

**Научные руководители:
доцент
каф. Охраны труда и природы ЯГТУ
к.т.н. Никитина Е.Л.,
Бузакина Татьяна Александровна
учитель биологии Средней школы № 58**

г. Ярославль, 2022

Содержание

Введение.....	3
1. Последствия загрязнения водоемов нефтепродуктами и способы их очистки.....	4
2. Методы исследования.....	5
2.1 Методика определения насыпной плотности сорбента.....	5
2.2 Методика определения нефтеёмкости сорбента в статических условиях.....	5
2.3 Методика определения влагопоглощения сорбента.....	5
2.4 Методика определения плавучести сорбента.....	6
2.5 Методика определения концентрации нефтепродукта.....	6
3. Результаты эксперимента и их обсуждение.....	6
4. Заключение.....	9
5. Список использованных источников.....	10

Введение.

В связи с увеличением количества чрезвычайных ситуаций, связанных с добычей, разливами нефтепродуктов негативное воздействие на окружающую среду становится более существенным. Рассмотрена актуальная экологическая проблема загрязнения водоемов аварийными разливами нефтепродуктов и нефти.

В ряду факторов, угрожающих экологической безопасности, существенное место занимают нефть и нефтепродукты. Они характеризуются высокой токсичностью по отношению к живым организмам, образуют на поверхности воды пленки, препятствующие аэрации и нормальному режиму самоочищения природных вод. Тяжелые фракции нефтепродуктов образуют донные отложения, отсекая придонную фауну и флору от остальной части водоема, что также негативно сказывается на его жизнедеятельности. Основная часть нефтепродуктов, попадающих в природные водоемы, не утилизируется ими, поэтому остро становится задача глубокого их извлечения. Традиционные методы очистки нефтесодержащих сточных вод: отстаивание, флотация, фильтрация, адсорбция. Чаще других в качестве адсорбента используют гранулированный активированный уголь. Процесс получения активированных углей сложен и длителен, требует затрат большого количества сырья, энергии, использования специального оборудования. Поэтому стоимость таких углей достаточно высока. Использование в качестве сорбента природных материалов для очистки воды от нефтепродуктов более выгодно с экономической и экологической точки зрения.

Целью работы является изучение возможности использования природных материалов в качестве сорбента для сбора нефтепродуктов с поверхности водоема.

Для достижения поставленной цели необходимо изучить сорбционные свойства природных материалов; оценить стоимость очистки воды, загрязненной нефтепродуктами.

1. Последствия загрязнения водоемов нефтепродуктами и способы их очистки.

Несмотря на проводимую государством политику в области предупреждения и ликвидации последствий аварийных разливов нефти, данная проблема остается актуальной, и в целях снижения возможных негативных последствий требует особого внимания к изучению способов локализации, ликвидации и комплекса мероприятий, направленных на предупреждение техногенных катастроф.

Загрязнение воды нефтепродуктами происходит при добыче, транспортировке и переработке нефти, при промывке цистерн нефтеналивных судов, а также в результате стока воды, загрязненного нефтепродуктами. Ежегодно в моря и океаны из общей массы нефтепродуктов около 35 % составляют потери при транспортировке нефти, 32% выносятся реками, 10% поступает с городскими и промышленными отходами. Значительную нагрузку испытывают природные водоемы при аварийных ситуациях, которые трудно спрогнозировать. Источниками нефтепродуктов сточных вод ТЭС являются мазутные хозяйства, электротехническое оборудование, вспомогательные службы. Нефтепродукты могут попадать в водоем в эмульгированном, коллоидном и растворенном состояниях. Они характеризуются высокой токсичностью по отношению к живым организмам. Присутствуя в воде в значительных количествах, образуют на поверхности воды пленку, препятствующую аэрации и нормальному режиму самоочищения водоема. Воздействие сброшенных нефтепродуктов в водоемы имеет длительный характер, т.к. они относятся к числу слабоокисляющихся веществ. Поэтому наиболее остро ставится задача глубокого извлечения нефтепродуктов.

На водной поверхности с нефтью происходят следующие процессы: фотохимическое окисление, испарение, осаждение, растворение, биохимическое окисление, вынос на берег. Стратегия борьбы с аварийными разливами включает локализацию нефтяного пятна, сбор основной массы нефтепродуктов с поверхности воды с последующей ликвидацией остаточной пленки. При попадании в водоем нефть эмульгируется и диспергируется с образованием эмульсии. Нефть постепенно растворяется, затем подвергается медленным биологическим, химическим, механическим процессам, ведущим к ее разложению. Одним из основных факторов является биологическое разложение. Под действием солнечного света углеводороды нефти окисляются кислородом воздуха, образуя безвредные, растворимые в воде вещества, однако длительность этих процессов очень велика.

Существует множество способов очистки сточных вод от нефтепродуктов (механические, физико-химические, химические, биохимические). Из физико-химических методов наиболее эффективным методом является сорбция, позволяющая обеспечить

очистку до любого требуемого уровня. Существует широкий спектр различных минеральных и органических сорбентов природного или искусственного происхождения. В качестве сорбентов используют хлопок, торф, опилки, шерсть, солому, синтетические волокна, пенополиуретан. Идеального материала, сочетающего в себе оптимальное соотношение качества очистки, стоимости, безопасности использования на данный момент не существует. Выбор того или иного сорбента зависит от многих факторов, в том числе от масштабов загрязнения, его локализации, а также от стоимости самого сорбента. Наиболее перспективным направлением в использовании сорбентов является разработка и применение материалов на основе растительных отходов. Такие сорбенты при попадании в окружающую среду не наносят ей экологический ущерб, и позволяет частично решить проблему утилизации отходов. Достоинством природных материалов в качестве сорбента является экологическая безопасность, дешевизна, доступность и возможность утилизации отработанного материала путем сжигания, что позволяет ликвидировать вторичное загрязнение воды, неизбежное при регенерации и частично решить проблему доступного и недорогого топлива. Нами рассмотрены сорбенты, которые могут использоваться как при ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов и при очистке нефтесодержащих сточных вод.

2. Методы исследования

2.1 Методика определения насыпной плотности сорбента

В емкость засыпают сорбционный материал одного объема. Сорбент взвешивают. Определяют насыпную плотность в г/см³ или кг/м³

$$H=M/V,$$

где М-масса сорбента, V- объем сорбента

2.2 Методика определения нефтеемкости сорбента в статических условиях

В емкость вносят нефтепродукт для полного покрытия сорбента нефтепродуктом, толщина слоя нефтепродукта превышает толщину образца. Через 15 мин образец извлекали, излишки нефтепродукта стекают в нефтесборную емкость и определяли массу поглощенного вещества. Коэффициент сорбционной емкости вычисляют по формуле:

$$K=M_n/M$$

Где М- масса сухого сорбента, г М_н- масса поглощенного нефтепродукта, г

$$(M_n = M_{\text{сор.}} + \text{неф} - M_{\text{сор}})$$

2.3 Методика определения влагопоглощения сорбента

Сорбент увлажняют водопроводной водой. Емкость устанавливали на перемешивающее устройство. Спустя 15 мин плавающие образцы извлекали, взвешивали и рассчитывали коэффициент водопоглощения.

$$W = M_{\text{в}}/M$$

Где $M_{\text{в}}$ - масса поглощенной воды, г ($M_{\text{в}} = M_{\text{вод}} + \text{сор} - M$), M - масса сухого сорбента, г

2.4. Методика определения плавучести сорбента

В емкость, заливается вода в количестве 100 мл, на поверхность насыпают сорбент до полного покрытия поверхности воды. В течение 2 ч отмечают количество частиц, опустившихся на дно емкости.

2.5 Методика определения концентрации нефтепродукта

Пробу воды, содержащую нефтепродукты переносят в делительную воронку на 250 см³. Отбирают пипеткой 10 см³ гексана и ополаскивают им сосуд, в котором находилась проба. Гексан помещают в делительную воронку. Смесь экстрагируют, интенсивно встряхивая 1 мин. Отстаивают до появления прозрачного верхнего слоя, который отделяют, переносят в кювету и измеряют массовую концентрацию нефтепродукта в экстракте на анализаторе Флюорат-02 в режиме “Измерения”.

Массовая концентрация нефтепродукта в пробе воды, мг/дм³

$$X = X_{\text{изм}} \cdot V_{\text{г}} / V_{\text{пр}},$$

Где $X_{\text{изм}}$ - показания прибора, $V_{\text{г}}$ - объем гексана, см³, $V_{\text{пр}}$ - объем пробы, см³

3. Результаты эксперимента и их обсуждение

В качестве объектов исследования использовали гранулированный торф, с размером 3-8 мм. Опилки сосновые мелкодисперсная фракция 1-2 мм. Резиновая крошка- отход переработки шин с размером 1-2,5 мм. Модифицированные опилки, фракция с размером частиц <10 мм. Модификация опилок проводилась с целью их гидрофобизации. Обработка материала осуществлялась погружением в расплав парафина опилок с последующим перемешиванием. Природные сорбенты- возобновляемые ресурсы, являющиеся экологически чистыми материалами. Источником торфа являются болотные мхи, формирующие запасы торфяного сырья. Древесные опилки являются отходом лесозаготовки и производства древесной продукции. Нефтепоглощающие свойства природных материалов исследовались по отношению к отработанному маслу И-12А с плотностью 0,873 г/см³. Основные свойства сорбентов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика свойств сорбентов

Наименование сорбента	Насыпная плотность, г/см ³	Влагопоглощаемость, г/г	Нефтеемкость, г/г	Концентрация нефтепродукта после очистки сорбентом, мг/дм ³
Торф гранулированный	0,36	1,1	0,71	26,5
Опилки модифицированные	0,42	0,84	1,01	23,9
Опилки	0,26	2,3	1,4	27,8
Крошка резиновая	0,31	0,95	2,7	28,5

Нефтеемкость, исследуемых материалов обусловлена их развитой поверхностью. Наиболее высокие значения сорбционной емкости обнаружены у опилок, т.к. они имеют меньший размер частиц, что обеспечивает хорошее поглощение жидких нефтепродуктов. В свободные поры сорбента не занятые нефтепродуктом может проникать вода и при длительном контакте с водой сорбент с нефтепродуктом тонут, вызывая загрязнение водоема. Установлено, что длительное удержание нефтепродуктов обнаружено на поверхности резиновой крошки, модифицированных опилок вследствие низкой влагоемкости материалов. С течением времени органическое вещество торфа впитывает воду, плотность материалов увеличивается, пузырьки воздуха из пор вытесняются и материал тонет.

Таким образом, важной характеристикой сорбента, применяемого для очистки воды от нефтепродуктов, является его гидрофобность - устойчивость на поверхности воды. Исследовалась зависимость массовой доли утонувших фракций сорбентов от времени. Наиболее длительная непотопляемость (Рис1.) обнаружена у резиновой крошки и модифицированных опилок с нефтепродуктами, сохраняющаяся более недели. Обработка опилок гидрофобным материалом (парафином) увеличивает их насыпную плотность и уменьшает влагопоглощение. Обработка парафином уменьшает возможность поступления нефтепродукта в поры сорбента.

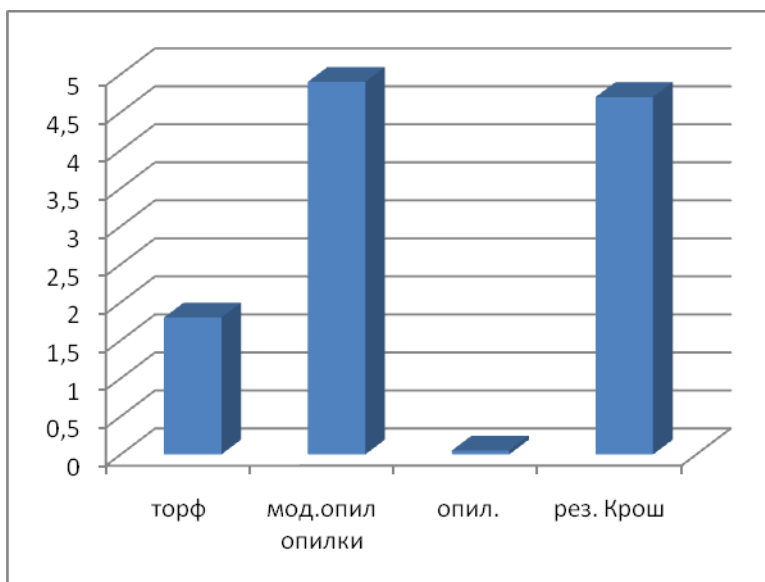


Рис.1 Зависимость плавучести сорбентов от времени, сут

Для оценки сорбционных свойств сорбентов определена концентрация нефтепродуктов после очистки воды выбранными сорбентами. Установлено, что эффективность очистки всеми сорбентами достигает 99,9% при исходной концентрации 6500мг/дм³.

Процесс сорбционной очистки воды от нефтепродуктов тесно связан с вопросом переработки отработанных сорбентов. В настоящее время в мире производится или используется для ликвидации разливов нефти более 200 различных сорбентов. Качество сорбентов определяется главным образом их емкостью по отношению к нефти, стоимостью, плавучестью после сорбции, утилизацией. Опилки и торф, обогащенные нефтепродуктами повышают горючие свойства исследуемых материалов. Рассчитана стоимость сорбентов, применяемых для очистки воды от нефтепродуктов. (табл.2). Наименьшую стоимость очистки имеют древесные и модифицированные опилки при высокой эффективности их очистки, а также резиновая крошка. Проведена сравнительная оценка стоимости очистки от нефтепродуктов исследуемыми сорбентами с промышленными образцами на основе торфа С-Верад, Фиброил.

Таблица 2. Стоимость очистки сорбентами

Наименование сорбента	Стоимость очистки, тыс.руб/т	Стоимость, руб/кг	нефтеемкость, кг/кг	Насыпная плотность, кг/м ³	Размер частиц, мм
Опилки	70	50	1,4	26	1-2
Торф гранулированный	213	300	0,71	36	3-8
Модифицированные опилки	60,6	60	1,01	42	<10
Резиновая крошка	62	23	2,7	31	1-2,5
Фиброил	9000	450	20	50-80	-
С-Верад	800	400	2	80-100	-

Установлено, что исследованные нами сорбенты имеют значительно низкую стоимость по сравнению с промышленными образцами при высокой их эффективности очистки.

Заключение

1. Наиболее перспективным направлением использования сорбентов для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов является применение природных материалов, которые доступны, дешевы и не наносят экологический ущерб окружающей среде.
2. Установлена высокая гидрофобность поверхности модифицированных опилок, обеспечивающая длительную устойчивость их на водной поверхности.
3. Перспективным является использование исследуемых сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов вследствие их низкой стоимости и высокой эффективности очистки.

Список использованных источников

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В., Экология: учеб. для вузов. М.: Изд. Объединение ЮНИТИ, 2008, 561с.
2. Калыгин В.Г. Промышленная экология : учеб. пос. М.: Академия, 2010, 432с.
3. Родионов И.А. Глобальные проблемы человечества: пособ. для учащихся и студентов, - М.: Аспект Пресс, 1995.-159с.
4. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. СПб: Гидрометеоиздат. 2010.-214с.
5. Демина Л.А., Как отмыть черное золото: О ликвидации нефтяных загрязнений // Энергия , 2011 №10, с.51-54
6. Маинченко А.В. Экология: учеб пособ. М: Дашков и К, 2009, 328с.
7. Гольдбер В.М, Зверев В.П., Арбузов А.И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия М.: Недра, -2010, -150с.